



Zjišťování rozměrů těla a konstrukce bezešvého kalhotového výrobku

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R015 – Výroba oděvů a management obchodu s oděvy
Autor práce: **Šimon Vydarený**
Vedoucí práce: Ing. Blažena Musilová, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

Body Dimensions and Seamless Garment Design

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R015 – Clothing Production and Management
Author: **Šimon Vydarený**
Supervisor: Ing. Blažena Musilová, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Šimon Vydarený**
Osobní číslo: **T15000244**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Výroba oděvů a management obchodu s oděvy**
Název tématu: **Zjišťování rozměrů těla a konstrukce bezešvého kalhotového výrobku**
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 rešerši zaměřenou na způsob stanovení konstrukčních parametrů stříhů elastických kalhot.
2. Na základě získaných informací o opticko-mechanických systémech analyzujte výsledky experimentů bezkontaktního snímání povrchu lidského těla metodou moiré.
3. Studujte možnosti skenování povrchu lidského těla pomocí ručního skeneru Sense 3D s cílem získat obraz, který je podobný moiré efektu.
4. Experimentálně navrhnete bezkontaktní měřicí systém, popište možnosti jeho sestavení a nasnímejte dolní část lidského těla. Získaný tvar zobrazte ve 3D a definujte tělesné rozměry.
5. Na základě poznatků získaných v rešerši a z výsledků experimentu vytvořte metodiku pro popis geometrie dolní části těla a geometrie odpovídajících stříhových bloků na bezešvém kalhotovém výrobku.

Rozsah grafických prací: **dle rozsahu dokumentace**

Rozsah pracovní zprávy: **cca 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**


Seznam odborné literatury:

- **VRBA, V. Střihy prádla: konstrukce a stupňování. 2. vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1990. ISBN 80-03-00355-5.**
- **MANDÁT, D. Optické bezkontaktní topografické metody. Olomouc, 2012.**
- **HÔRECKÁ, A. Střihová konstrukce seamless dámského prádla. Liberec, 2017. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní.**
- **VLČKOVÁ, Z. Studie možností snímání lidského těla bezkontaktní metodou. Liberec, 2017. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci. Fakulta textilní.**
- **HAYES, G. S. and VENKATRAMAN, P. Materials and technology for sportswear and performance apparel. Boca Raton: CRC Press, 2016. ISBN 978-1-4822-2050-6.**
- **ÚBOK a PLETAŘSKÝ PRŮMYSL. Základní konstrukce střihů pletených výrobků pro děti a dospělé. Písek 1969.**


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Blažena Musilová, Ph.D.**
Katedra oděvnictví

Datum zadání bakalářské práce: **16. listopadu 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. května 2018**


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 16. listopadu 2017

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou 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 bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

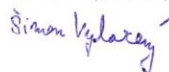
Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

12. 4. 2019

Šimon Vydarený



Poděkování

Těmito řádky bych rád poděkoval vedoucí své bakalářské práce, kterou je Ing. Blažena Musilová, Ph.D, za čas a rady, jenž mi věnovala při psaní této práce. Dále bych rád poděkoval Paní Haně Rulcové za její pomoc při řešení praktických problémů zhotovování kalhotového výrobku. Zmínit také musím pana Ing. Bc. Aleše Najmana za jeho konzultace ohledně fungování 3D zařízení Sense. V poslední řadě bych rád poděkoval rodičům za umožnění studia na vysoké škole, za jejich podporu a trpělivost.

Abstrakt

Obsahem bakalářské práce je vytvoření nové konstrukční metodiky pro dámské krátké seamless kalhoty sportovního charakteru a určení stříhových bloků. Rešeršní část se zaměřuje na popis získávání tělesných rozměrů různými metodami měření, na seamless technologie, popis konstrukčních metodik pro klasické dámské kalhoty, postupy a důležité vstupní parametry pro konstruování.

Experimentální část popisuje získávání fotografií figuríny za pomoci 3D skeneru Sense a následného vytvoření efektu moiré. Dále se věnuje umístění stříhových bloků seamless kalhot, které byly určeny za pomoci obrazové analýzy. V místě stříhových bloků je dále měřena změna v roztažnosti materiálu.

Kalhoty zhotovené pro experimentální část vycházejí ze zkoumání konstrukčních metodik popsaných v části rešeršní. Konstrukce je navržena tak, aby neobsahovala žádné konstantní rozměry a po upravení vstupních parametrů bylo možné její využití i na jinou velikost. Výsledkem této práce je nová konstrukční metodika pro dámské seamless krátké kalhoty.

Klíčová slova

Konstrukční metodika, dámské kalhoty, Seamless, moiré, 3D skenování, Sense, stříhové bloky.

Abstract

The content of this bachelor thesis is to create a new construction methodology for women's short seamless trousers of sporting character and determination of pattern panels. The research part focuses on the description of the acquisition of body dimensions by various measurement methods, on the seamless technology, the description of construction methods for classic women's trousers, procedures and important input parameters for design.

The experimental part describes the acquisition of figurine photos using the Sense 3D scanner and the subsequent moiré effect. Further, it deals with the placement of seamless trousers that were determined using image analysis. Further, a change in the expansion of the material is measured in place of the shearing materials.

The trousers made for the experimental part are based on the examination of the construction methodologies described in the research part. The construction was designed to do not contain any constant dimensions, so after adjusting the input parameters, it is possible to use it for any other size. The result of this work is a new construction methodology for women's seamless shorts.

Keywords

Methodology of construction, women's pants, Seamless, moiré, 3D scanning, Sense 3D, pattern construction net.

Obsah

Úvod.....	14
1. Rešeršní část.....	15
1.1 Metodika měření tělesných rozměrů.....	15
1.2 Měření tělesných rozměrů [2].....	16
1.2.1 Kontaktní metoda měření.....	16
1.2.2 Bezkontaktní metoda měření.....	16
1.3 3D skenery.....	17
1.3.1 Rozdělení 3D skenerů.....	17
1.3.2 Princip 3D skenování.....	18
1.4 3D Sense.....	19
1.4.1 Technické specifikace.....	19
1.5 Obrazová analýza.....	21
1.5.1 NIS – Elements.....	21
1.7 Konstrukce oděvu.....	22
1.7.1 Konstrukční síť.....	22
1.8 Konstrukce oděvu z elastických materiálů.....	23
1.9 Seamless technologie pletení.....	23
1.10 Metodiky tvorby stříhových konstrukcí kalhot.....	25
1.10.1 Konstrukční metodika č.1.....	26
1.10.2 Konstrukční metodika č.2.....	28
1.10.3 Konstrukční metodika č.3.....	31
1.10.4 Konstrukční metodika č.4.....	33
1.11 Hodnocení metodik.....	34
1.11.1 Vstupní parametry.....	34
1.11.2 Konstrukční úsečky vyjádřené konstantou.....	35
1.11.3 Počet konstrukčních úseček definovaných regresním vztahem.....	35
1.12 Shrnutí rešeršní části.....	37
2. Experimentální část.....	38
2.1 Skener a zařízení.....	38
2.1.1 Technické specifikace skeneru.....	39
2.1.2 Prostředí Sense.....	40
2.2 Zjišťování optimálních podmínek měření.....	41

2.3	Experimentální měření	43
2.3.1	Způsob měření č.1	43
2.3.2	Způsob měření č.2	45
2.3.3	Způsob měření č.3	47
2.4	Příprava naměřených dat a vytvoření moiré efektu	49
2.4.1	Obrazová analýza	50
2.5	Určování stříhových bloků	53
2.6	Konstrukční algoritmus pro tvorbu stříhu	63
2.6.1	Základní konstrukce pro dámské seamless kalhoty	64
2.7	Konstrukce kalhot se stříhovými bloky	65
2.8	Shrnutí experimentální části	68
Závěr	70
Zdroje	71

Seznam obrázků

Obrázek 1 Základní tělesné rozměry	15
Obrázek 2 Přehled rozdělení 3D skenerů	17
Obrázek 3 Aktivní 1D a 2D tringulace [5].....	18
Obrázek 4 3D Sense [6].....	20
Obrázek 5 Princip obrazové analýzy.....	21
Obrázek 6 Základní konstrukční síť lidského těla [1].....	22
Obrázek 7 Seamless sportovní oděv [10]	24
Obrázek 8 Konstrukční metodika NVS č.1 [12]	28
Obrázek 9 Konstrukční metodika č.2 [13].....	30
Obrázek 10 Konstrukční metodika č.3.....	32
Obrázek 11 Konstrukční metodika č.4.....	34
Obrázek 12 graf vstupních parametrů.....	35
Obrázek 13 Graf konstrukčních vztahů definovaných konstantou	35
Obrázek 14 Počet konstrukčních vztahů definovaných regresí	36
Obrázek 15 Náčrt skeneru Sense	39
Obrázek 16 Základní nastavení skeneru	40
Obrázek 17 Pokročilé nastavení skeneru.....	40
Obrázek 18 Tóny světla [14]	41
Obrázek 19 Záznam snímání lidské kůže	42
Obrázek 20 Schéma otočného zařízení	45
Obrázek 21 Konstrukce měřicího zařízení metody č.2	46
Obrázek 22 Schéma otočného zařízení metody č.3	47
Obrázek 23 Příprava způsobu měření č.3	48
Obrázek 24 Nastavení skeneru „show wireframe“	49
Obrázek 25 Náčrt referenčních bodů	50
Obrázek 26 Pohledy po kalibraci.....	52
Obrázek 27 Zhotovený oděv, síť pro měření roztažnosti s vyznačenými body	54
Obrázek 28 Ověření diference elementů na obrazové analýze.....	62
Obrázek 29 Části lidského těla, odpovídající konstrukci	65
Obrázek 30 Konstrukce dámských seamless kalhot se vymezenými stříhovými bloky	67

Seznam tabulek

Tabulka 1 Porovnání různých konstrukčních metodik	25
Tabulka 2 Vstupní parametry konstrukce č.1	26
Tabulka 3 Úsečky, definované konstantou konstrukce č.1	26
Tabulka 4 Úsečky, definovány regresními vztahy konstrukce č.1.....	27
Tabulka 5 Vstupní parametry konstrukce č.2	29
Tabulka 6 Úsečky, definované konstantou konstrukce č.2	29
Tabulka 7 Úsečky, definovány regresními vztahy konstrukce č.2.....	29
Tabulka 8 Vstupní parametry konstrukce č.3	31
Tabulka 9 Úsečky, definovány regresními vztahy konstrukce č.3.....	31
Tabulka 10 Vstupní parametry konstrukce č.4	33
Tabulka 11 Úsečky, definovány vztahy konstrukce č.4	33
Tabulka 12 Porovnání výsledků obrazové analýzy	51
Tabulka 13 Specifikace použitého materiálu	53
Tabulka 14 Hodnoty změn velikosti sítě ZD v horizontálním směru	55
Tabulka 15 Hodnoty změn velikosti sítě ZD ve vertikálním směru	55
Tabulka 16 Hodnoty změn velikosti sítě bočního dílu v horizontálním směru.....	56
Tabulka 17 Hodnoty změn velikosti sítě bočního dílu ve vertikálním směru	57
Tabulka 18 Hodnoty změn velikosti sítě PD v horizontálního směru.....	58
Tabulka 19 Hodnoty změn velikosti sítě PD ve vertikálním směru	58
Tabulka 20 Hodnoty změn velikosti sítě PD v horizontálního směru.....	60
Tabulka 21 Hodnoty změn velikosti sítě PD ve vertikálním směru	60
Tabulka 22 Ověření diference elementů na obrazové analýze horizontální směr.	62
Tabulka 23 Základní konstrukce pro dámské seamless kalhoty	64

Seznam zkratek

vp	výška postavy
os	obvod sedu
op	obvod pasu
bhs	boční hloubka sedu
3D	trojdimenzionální
.STL	formát souboru
.PLY	formát souboru
.OBJ	formát souboru
NVS	nový velikostní sortiment
PA6	polyamide 6
p	pasová přímka
s	sedová přímka
r	rozkroková přímka
do	dolní přímka
bh	boční hloubka
bdk	boční délka kalhot
B	bod
PD	přední díl
ZD	zadní díl

Úvod

Cílem bakalářské práce je vytvoření konstrukční metodiky pro dámské seamless krátké kalhoty s vymezenými stříhovými bloky pro změnu vazby pleteniny. U výrobků seamless zhotovených ve formě hadicové pleteniny je nutné stanovit stříhové bloky – místa, na kterých jsou jiné mechanické vlastnosti pleteniny. Pro tvorbu těchto bloků je nezbytná znalost o lidském těle, způsoby měření tělesných rozměrů a popis geometrie lidského těla. V práci jsou popisovány konstrukční metodiky pro tvorbu dámských kalhot. Poznání základních metodik je velice důležité pro tvorbu výsledné metodiky a následné vymezení stříhových bloků.

Vyvíjení nových metodik vhodných pro oděvy zhotovené bezešvou technologií je pro oděvní průmysl důležité. Publikací na toto téma je velice málo, a to jak v angličtině, tak i v českém jazyce. V posledních letech je technologie seamless hojně využívána pro tvorbu oděvů sportovního charakteru nebo kompresního prádla. Z tohoto důvodu se tato práce zabývá i samotnou technologií.

- Pro popis geometrie lidského těla je použita technologie 3D skenování.

Pomocí 3D záznamu lidského těla je dále možné vytvoření efektu moiré. Zkoumáním výsledných záznamů ze 3D skeneru na obrazové analýze programem NIS – Elements umožňuje určení rozměru a umístění stříhových bloků.

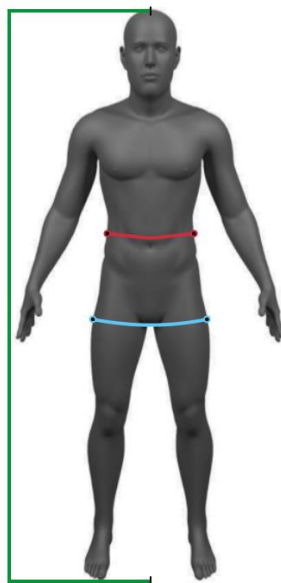
1. Rešeršní část

Rešeršní část popisuje různé způsoby měření geometrie a rozměrů lidského těla, a to jak běžných kontaktních metod, tak i metod bezkontaktních. Tyto informace nám dále poslouží jako základ pro experimentální část práce. V této části práci jsou dále popsány základní konstrukční metodiky pro tvorbu oděvu pro spodní část těla. Jiné z kapitol také popisují principy záznamu obrazu ve 3D a následnou analýzu dat a obrazu.

1.1 Metodika měření tělesných rozměrů

Metodika měření vychází z normy ČSN 80 0090, která se nazývá „Metodika měření tělesných rozměrů mužů, žen, chlapců a dívek.“ Norma stanovuje obecné zásady a metodiku měření tělesných rozměrů jako výchozí údaj pro konstruování. Statické tělesné rozměry se zjišťují v základní somatické poloze ve stoje bez vypnutí. V poloze v sedě sedí měřená osoba rovně bez opory zad kolmo k rovině sedadla [1]. V experimentální části práce budeme dále pracovat s těmito tělesnými rozměry:

- **Výška postavy (vp)** - měřitelné hodnota,
- **Obvod pasu (op)** - měřitelná hodnota,
- **Obvod sedu (os)** - měřitelná hodnota,
- **Boční hloubka sedu (bhs)**- měření lze provádět jak ve stoje tak v sedě. Nejčastěji však pomocí vzorce : $bhs = 0,125 * vp$.



Obrázek 1 Základní tělesné rozměry

1.2 Měření tělesných rozměrů [2]

Tělesné rozměry získáváme dvěma různými způsoby, a to metodou kontaktním (kde dochází k přímému kontaktu s tělem měřeného probandy), nebo metodou bezkontaktní.

1.2.1 Kontaktní metoda měření

Stále se jedná o nejpoužívanější měřicí metodu využívanou v praxi. Při této metodě dochází k přímému kontaktu (dotyku) s tělem měřeného probanda. Informace o rozměrech jsou získávány různými měřicími nástroji. Tyto rozměry poskytují dostatek informací pro tvorbu konstrukce oděvu, avšak nedávají nám představu o povrchu a tvaru měřených částí. Mezi nejběžnější prostředky patří:

- antropometr,
- měřicí páska,
- pelvimetr a další.

1.2.2 Bezkontaktní metoda měření

Tato metoda odstraňuje kontakt (dotyk) měřicího zařízení s tělem a vychází z optického záznamu měření. Poskytuje nám informace jak o rozměrech, tak o geometrii měřeného objektu, což nám přináší další rovinu pro řešení tvorby konstrukcí.

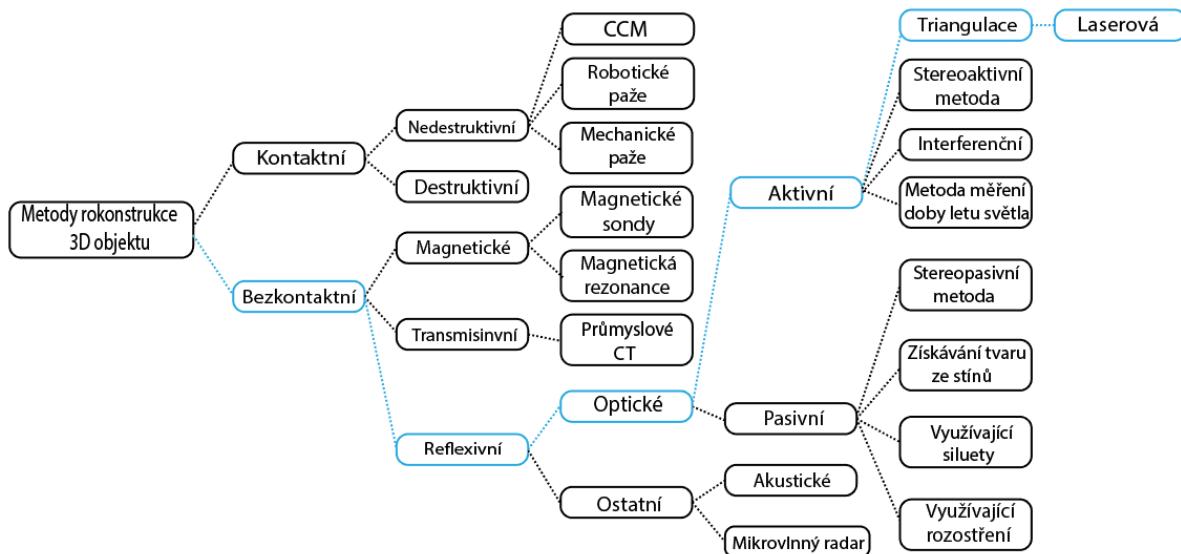
- **Fotogrammetrická metoda-** Jedná se o sadu fotografií snímaného objektu pořízených z různých úhlů. Fotografie jsou dále softwarově zpracovány. V programu dochází k identifikaci společných prvků z různých úhlů. Díky tomuto je dále možné získat objekt v 3D prostoru.
- **Metoda strukturovaného světla (moiré)-** Promítání moiré proužků přes vzorové proužky. Toto promítání umožňuje zviditelnění reliéfu zkoumaného povrchu.
 - a) Základní metodou je subtraktivní (stínové moiré). Před objektem je umístěná mřížka, která zároveň vytváří referenční rovinu pro výpočet.
 - b) Metoda aditivní (projekční moiré) mřížku nepoužívá a vytváří proužky pomocí projektoru. Zde musí být referenční rovina určena.
- **Snímání povrchu pomocí ultrazvukových sond-** Vysílání zvukové vlny proti měřenému objektu. Díky odrazu zvuku se dá učit vzdálenost od měřeného předmětu.
- **Metoda laseru-** Jedná se o nejstarší metodu pro získávání dat o povrchu lidského těla.

1.3 3D skenery

3D skenery jsou zařízení pro zachycení tvarů a textur fyzických objektů a následného převedení do digitální podoby pro další zpracování v počítači. Ve většině případů je princip metody založený na snímání jednotlivých bodů na povrchu objektu a vytvoření velkého počtu těchto bodů tj. mračna bodů. Poté využitím těchto bodů zrekonstruuje (extrapoluje z jednotlivých bodů) prostorový počítačový model [3]. Výstupem je tedy 3D model v počítačovém rozhraní, který má mnohé využití.

1.3.1 Rozdělení 3D skenerů

Zařízení pro záznam 3D obrazu se dá rozdělit mnoha způsoby, avšak popis všech jednotlivých metod pro záznam není cílem této práce. Přesto je důležité mít alespoň nějakou představu o druzích jednotlivých zařízení.



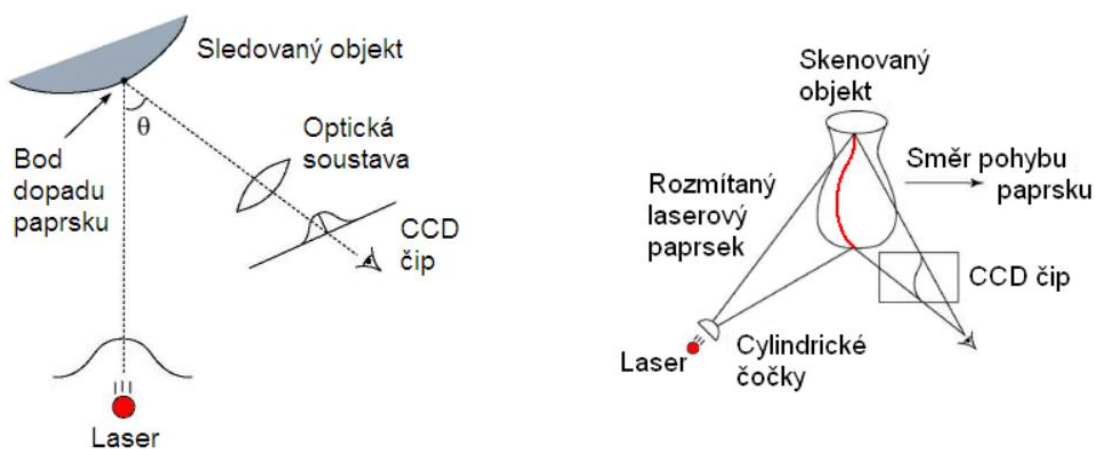
Obrázek 2 Přehled rozdělení 3D skenerů

V experimentální části byla pro záznam 3D obrazu našeho probanda využívána metoda laserové triangulace, která je ve výše uvedeném diagramu znázorněná modrou barvou. Dále se tedy budeme bavit pouze o této námi využitě metodě a zařízení.

1.2.2 Princip 3D skenování

Tato podkapitola se zaměřuje pouze na metodu laserové triangulace, na které funguje zařízení použité v experimentální části.

Laserová triangulace je stereoskopická technika, kde je vzdálenost objektu vypočtena pomocí rozkmitávaného laserového paprsku a kamer. Z toho vyplývá, že pokud se paprsek odrazí od detekovaného předmětu pod konstantním úhlem, je vzdálenost dopadu odraženého paprsku na čelo senzoru úměrná vzdálenosti detekovaného předmětu od čela senzoru. Prakticky se tak nevyhodnocuje intenzita dopadajícího paprsku či doba jeho letu, ale místo, kam zpět odražený paprsek dopadl. Díky této poloze dopadu lze pomocí trigonometrie vypočítat 3D prostorové (XYZ) souřadnice bodů povrchu. Kamery zaznamenávají průměty laseru na povrch a digitalizují všechny body z laserové čáry. Díky tomu je detekce výrazně spolehlivější a odolnější proti rušení, protože podmínka detekovatelnosti je dána pouze schopností optického přijímače senzoru zaznamenat dopad odraženého paprsku, ať již má jakoukoliv intenzitu větší než minimální detekovatelnou [4].



Obrázek 3 Aktivní 1D a 2D triangulace [5]

Další princip zobrazuje několik rovnoběžných čar, anebo ještě lépe strukturovanou síť paprsků, která pokrývá celou plochou objektu. Pokrytí celého povrchu laserovými paprsky nám umožní přímý záznam 3D obrazu [4], [6]. Na tomto principu pracuje například v experimentální části námi využívaný 3D skener 3D Sense. Data, získaná z měření, jsou v podobě mraku bodů. Čím více je těchto bodů zaznamenáno, tím je 3D obraz přesnější, ale zároveň kapacitně větší a obtížnější na zpracování. Obecně se množství bodů pohybuje v miliónech.

Po zpracování všech bodů získáváme náš 3D model objektu (v našem případě povrchu těla probanda). Výstupní model je nejčastěji ve formátu .STL, .PLY a nebo .OBJ. Tento model je dále možné zpracovávat a upravovat v dalších softwarech.

1.4 3D Sense

Při přípravě experimentální části práce byl využíván 3D skener od firmy Sense. Jedná se o velice kompaktní zařízení, jenž je možné ovládat pohodlně jednou rukou. Skener funguje na principu 3D laserové triangulace, jejíž princip byl vysvětlen ve výše uvedené kapitole. Tento skener je navíc ještě osazen o barevný Full HD (1920 x 1080) senzor, který kromě záznamu ve formě 3D obrazu umožňuje také plné mapování povrchu snímaného předmětu, a to v barvě.

1.4.1 Technické specifikace

Dále uvedené specifikace jsou deklarovány výrobcem.

- **Podpora operačního systému:** 64-bit Windows 8 nebo novější
- **Skenované rozhraní:** Min: 0.2m x 0.2m x 0.2m
Max: 2m x 2m x 2m
- **Rozměry zařízení:** 5.08(w) x 7.08(h) x 1.3(d) inches
12.9(w) x 17.8(h) x 3.3(d) cm
- **Funkční vzdálenost:** Min: 0.2m
Max: 1.6m
- **Rozlišení snímací čočky (scanner):** 640(w) x 480(h) px
- **Rozlišení zobrazovací čočky (obraz):** 1920(w) x 1080(h) px
- **Pole zobrazení:** Horizontal: 45°
Vertical: 57.5°
Diagonal: 69°
- **Provozní teplota:** 10-40° C
- **Datové rozhraní:** USB 3
- **Délka USB kabelu:** 180cm
- **Maximální rychlost záznamu snímků:** 30fps
- **Hardwarová požadavky:** Intel® Core i5™ 5th Gen a vyšší.
RAM: 2 GB min.
1280 x 1024 min. rozlišení zobrazovače.
4 GB místo na pevném disku.

Možnost uložení dat ve čtyřech standardních formátech: OBJ, WRL, STL, PLY. [7]

V experimentální části se pracovalo na zařízení o parametrech:

- **Operační systém:** Windows 8.1 x64
- **Procesor:** Intel roce i7- 4700HQ 2,4GHz
- **Operační paměť RAM:** 8GB
- **Grafický čip:** Nvidia Geforce GTX 850m 2GB



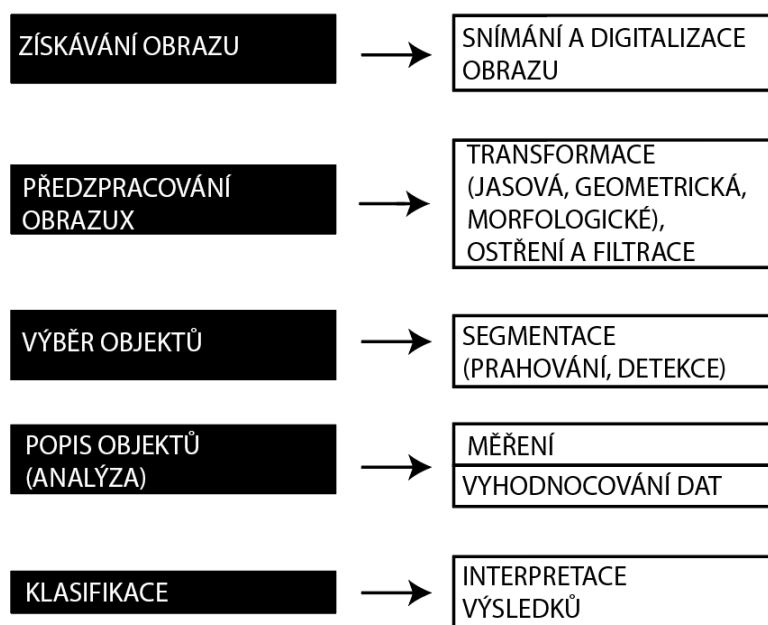
Obrázek 4 3D Sense [6]

1.5 Obrazová analýza

Jedná se o způsob získání rozměrů z obrazu získaného přístrojem Sense 3D. V experimentální části byl využit software NIS – Elements od společnosti Nikon.

1.5.1 NIS – Elements

Tento software umožňuje digitální zpracování a vyhodnocení obrazu, konkrétně identifikaci objektů, měření jejich geometrických vlastností, např. rozměry objektů (měření délek, obvodů, ploch), morfologické znaky (tvar objektů, odchylky od ideálního tvaru), orientace objektů, kolorimetrie [8].



Obrázek 5 Princip obrazové analýzy

Před začátkem samotného zjišťování geometrických vlastností obrazu je třeba obraz kalibrovat. Tato kalibrace je nesmírně důležitá a od přesnosti jejího provedení se dále odvíjí přesnost celé analýzy.

Postup provedení kalibrace a popis její přesnosti bude popsán v samostatné kapitole experimentální části práce.

1.7 Konstrukce oděvu

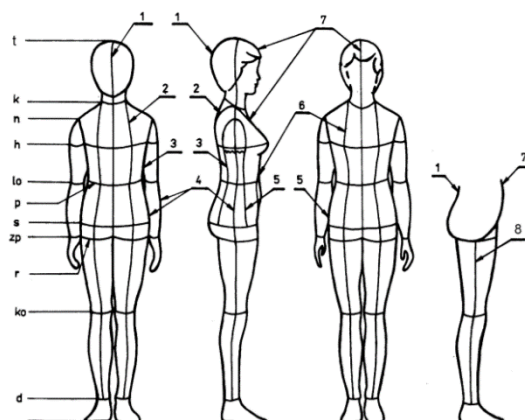
Konstruování střihů vyžaduje znalosti z několika různorodých oblastí, především jsou to znalosti o lidském těle a způsobů měření jeho rozměrů, které zaručují, že oděv bude splňovat hygienické a fyziologické požadavky a bude plně přizpůsoben potřebám postavy.

Konstrukční střih je zhotoven konstruováním pomocí střihových čar, konstrukčních rozměrů a bodů na základě předem udaných rozměrů. Samotná konstrukce může být zhotoven dvěma způsoby:

- **Odmodelovaný střih**- zhotoven přenesením tvaru povrchu postavy na papír dočasným vymodelováním vhodné textilie a podchycením důležitých bodů značkami.
- **Střihová síť**- soustava pomocných vodorovných a svislých přímek, nutných k určení bodů, uhlů a obrysů střihové konstrukce. [9]

1.7.1 Konstrukční síť

Postavení konstrukční sítě vychází z anatomických rovin lidského těla. Je dělané podélnými a příčnými liniemi. (viz. Obrázek 6)



Obrázek 6 Základní konstrukční síť lidského těla [1]

- **Horizontální linie** jsou označeny malými písmeny: p – pasová přímka, s – sedová přímka, ko – kolenní přímka
- **Vertikální linie** jsou označeny číslicemi 1 až 8: 1 – zadní středová přímka, 2 – boční krční přímka, 5 – přední průramková přímka, 8 – kroková přímka [1]

1.8 Konstrukce oděvu z elastických materiálů

Tvorba konstrukce z elastických materiálů je oproštěná zejména o zásady pro přídavky na švy a není potřeba tvarování stříhových dílů.

Hlavním kritériem pro oděv z elastického materiálu je dosažení maximálního komfortu pro nositele a zároveň minimální pohybové omezení. Oděv zpracováváný v experimentální části práce je sportovního charakteru, proto jsou tyto vlastnosti velice důležité.

Konstrukce elastického oděvu je ovlivněna vlastnostmi samotného materiálu:

- **Tažnost** je schopnost pleteniny poddat se vlivu namáhání v tahu, a to do délky, šířky i úhlopříčky. Pletenina může mít tažnost různou, což závisí na druhu materiálu, hustotě a vazbě.
- **Pružnost** je schopnost pleteniny vrátit se po deformaci do původního tvaru.

Tažnost a **pružnost** nám dohromady dávají **elastičnost**, to je tedy dobrá přizpůsobivost lidskému tělu zejména při pohybu a častém namáhání. Elasticita se dá vyjádřit vztahem:

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

Roztažnost textilií je charakterizována poměrným protažením při stanoveném zatížení, jejich elasticita poměrným zotavením po uvolnění tahové síly. Roztažnost je vypočtena ze vztahu: [10]

$$\text{Roztažnost} = \frac{\text{šířka natažené pleteniny} - \text{šířka volné pleteniny}}{\text{šířka volné pleteniny}} * 100 [\%]$$

1.9 Seamless technologie pletení

Jedná se o technologii využívající speciálních pletacích strojů. Hlavními vlastnostmi těchto pletenin je vytvoření komprese. Seamless oděv s těmito vlastnostmi dokonale obepíná lidské tělo a díky struktuře pleteniny (pórů) dokáže zajistit výbornou prodyšnost skrze materiál, tudíž odvod páry a potu od těla. Všechny tyto vlastnosti jsou nezbytné pro sportovní funkční prádlo.

Jak již bylo zmíněno, pleteniny vznikají na speciálních, takzvaných kruhových pletacích strojích. Kruhové pletací stroje sloužily donedávna pouze k vytváření tubusu z pleteniny pro produkci punčochového zboží. Nicméně nedávno se tato technika začala využívat k vytváření

pleteninových tubusů pro pokrytí různých částí lidského těla. Vznikají části jako torza a rukávy. Tyto jednotlivé díly jsou dále spojovány na šicích strojích s plochým švem. Bezešvé šití (seamless) ve své podstatě neznamená úplné odstranění šití a švů z oděvu, ale to, že jednotlivé části vznikají v jednom kuse, a to především bez bočních švů.

Kruhové pletací stroje však nedokáží vytvořit dostatečně komplexní pleteninu, která by dokázala perfektně obejmout složitý a v mnoha místech se měnící tvar lidského těla. K tomu je potřeba práce a změny vazby v pleteninovém tubusu na různých místech. V podstatě jde o vymodelování pleteniny do 3D rozměru přesně tak, aby odpovídal lidskému tělu pomocí změn ve vazeb pleteniny a její hustoty.

Technologie seamless se stala nezbytnou součástí pro výrobu různého druhu sportovního a funkčního oblečení. Díky možnosti využívat různých typů vazeb v pletenině je možné dosáhnout perfektního přilnutí na povrch těla nositele. Díky mapování těla je možné navrhnout na pletený tubus bloky, které podávají informace o změnách a vystouplostech. [10]



Obrázek 7 Seamless sportovní oděv [10]

1.10 Metodiky tvorby stříhových konstrukcí kalhot

Následujících 4 body kapitoly se zabývají různými metodikami pro konstrukci stříhu dámských kalhot. U metodik byly zkoumány postupy konstrukce a vztahy, jenž určují tvar a velikost výsledného oděvu. Cílem bylo získat nejvhodnější metodiku pro tvorbu dámských sportovních kalhot. Pozorovány byly:

- Metodika č.1- metodika NVS pro dámské kalhoty.
- Metodika č.2- metodika Müller & Sohn pro dámské legíny.
- Metodika č.3- metodika z knihy Základy konstruování stříhů pletených výrobků pro děti a dospělé, který vypracoval Ústav bytové a oděvní kultury.
- Metodika č.4- metodika z knihy „Stříhy prádla, konstrukce a stupňování“ od Václava Vrby pro dámské volnočasové kalhoty.

Popis jednotlivých metodik je stručný, zaměřuje se především na konkrétní body, které jsou stěžejními pro vytvoření konstrukce v experimentální části. Závěr u každé z metodik dále říká, zda je konkrétní metodika pro naše účely vhodná. Dále je také důležité zmínit, že vhodnost metodiky nezáleží pouze na konstrukci, ale také na tom, jak se samotná metodika staví k využití materiálu.

Tabulka 1 Porovnání různých konstrukčních metodik

Konstrukční rozměr	Konstrukční úsečka	č. 1 NVS	č. 2 Müller & Sohn	č. 3 Konstrukce pro el. mat.	č. 4 V. Vrba
	PD				
Výška sedu PD	R4 S4	$0,05os + 2$	$0,05os + 3$	-	bhs + 4
Šířka sedu PD	S4 S7	$0,25os - 1$	$0,25os$	-	$1/2ob$
Šíře sedového výkroje	R7 R8	$0,025os + 2,5$	$0,05os + 4$	$1/10os$	$1,5/10 + 0,5$
Pasová šíře PD	P72 P42	$0,25op + 2,5 + 0,25$	-	-	$1/2ob$
Šířka dolního kraje PD	D6 D8 = D6 D41	$0,5dšk - 1$	$0,5dšk$	-	-
	ZD				
Sedová šíře ZD	S4 S1	$0,25os + 1$	$0,25os$	-	bhs + 4
Šíře sedového výkroje ZD	R8 R81	$0,025os + 2$	$0,1os$	$1/10os$	$1,5/10 + 0,5$
Šířka na pasové přímce ZD	P12 P42	$0,025op + 3$	-	-	$1/2ob + 3$
Šíře dolního kraje ZD	D2 D41= D2 D8	$0,5dšk + 1$	$0,5dšk$	-	-

Tato tabulka popisuje konstrukční úsečky, které jsou zásadní pro tvorbu konstrukce v experimentální části. Na první pohled je zřejmé, že vzorce se dle různých metodik liší. Metodiky počítají s odlišnými vstupními parametry nebo využívají jiných konstant. Úplnou výjimkou je metodika č.3, která pracuje jen s konstantními hodnotami vycházejícími z velikostních tabulek. Přesto je tato metodika velice důležitá pro výslednou konstrukci použitou v experimentální části.

Stručnější popis jednotlivých metodiky je obsažen v následujících bodech kapitoly:

1.10.1 Konstrukční metodika č.1

Konstrukční metodika je čerpána z prezentací „Konstrukční metodika tvorby dámských kalhot“. Jedná se o metodiku NVS. Tato metodika přepokládá práci s pevným materiálem. Metodika vznikla v roce 1979.

Tato stříhová konstrukce dámských kalhot podle metodiky NVS vychází ze šesti vstupních parametrů viz. tab 2

Tabulka 2 Vstupní parametry konstrukce č.1

vp	op	os	bhs	bdk	dšk
----	----	----	-----	-----	-----

V metodice se dále pracuje celkem se sedmi konstrukčními úsečkami, jejichž hodnota je dána konstantou a hodnoty jsou stejné pro všechny velikosti. Přehled konstantních úseček je uveden v tab 3.

Tabulka 3 Úsečky, definované konstantou konstrukce č.1

Rozměr	Konstrukční úsečka	Hodnota konstanty
Tvarování sedového výkroje ZD	S7 S71	k = 0,5
Tvarování dolního kraje ZD	D6 D61	k = 0,5
Zvýšení pasové přímky ZD	P4 P41	k = 1
Odklonění přední středové přímky ZD	P7 P71	k = 0,5
Délka pasového vybrání PD	P3 P31	k = 11 - 14
Šířka pasového vybrání PD	P3 P32 = P3 P32'	k = 1,5

Tvarování dolního kraje PD	D2 D21	$k = 0,5$
----------------------------	--------	-----------

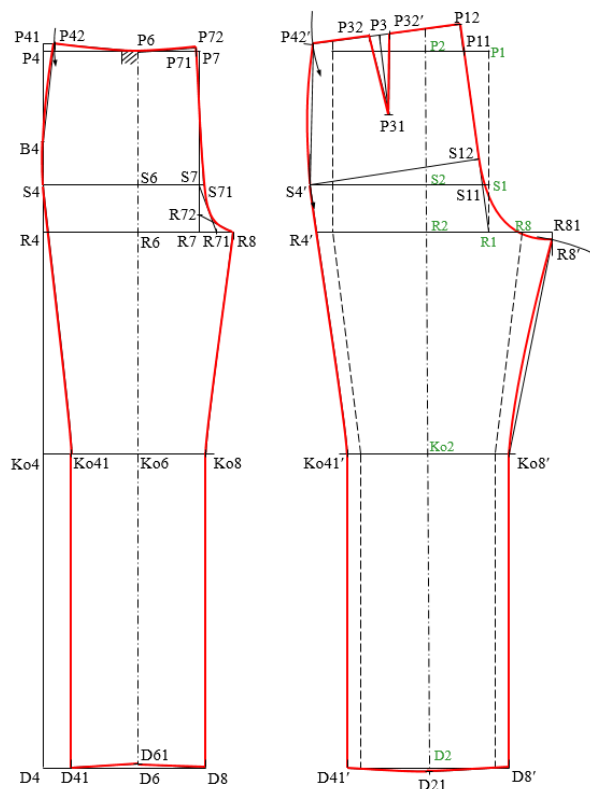
Dále v konstrukční metodice NVS nacházíme celkem 11 konstrukčních úseček, které jsou definovány pomocí regresních vztahů. Vzorce těchto úseček jsou uvedeny v tab. 4.

Tabulka 4 Úsečky, definovány regresními vztahy konstrukce č.1

Rozměr	Konstrukční úsečka	Vzorec
Výška sedu	R4 S4	$0,05os + 2$
Šířka sedu PD	S4 S7	$0,25os - 1$
Šířka sedového výkroje PD	R7 R8	$0,025os + 2,5$
Tvarování sedového výkroje	R7 R72	$0,025os$
Pasová šíře	P72 P42	$0,25op + 2,5 + 0,25$
Odklonění zadní středové př.	P1 P11	$0,05op + 1$
Zvýšení sedové přímky	S11 S12	$0,0os - 1$
Zvýšení pasové přímky	P11 P12	$0,05os - 1$
Sedová šířka ZD	S12 S4'	$0,25os + 1 + 0$
Šířka na pasové přímce	P1 P42'	$0,25 + 3 + 1$
Šířka sedového výkroje	R8 R81	$0,025os + 2$

Hodnocení metodiky

Jedná se o konstrukční metodiku NVS určenou pro tvorbu dámských kalhot z pevného materiálu. Samotná tato metodika je tedy nevhodná pro využití v experimentální části. To ale neplatí o všech vztazích. Některé konstrukční vztahy jsou vhodné a pro experimentální část důležité.



Obrázek 8 Konstrukční metodika NVS č.1 [12]

1.10.2 Konstrukční metodika č.2

Konstrukční metodika je čerpána z prezentací „Konstrukční metodika tvorby dámských legínových kalhot“. Tato metodika je specifická tím, že je určena pro elastické materiály. Její konstrukce i konstrukční vztahy se mírně liší.

Tato stříhová konstrukce dámských legín podle metodiky Müller & Sohn vychází z osmi vstupních parametrů viz. tab. 5. Metodika je pro oděv plně obepínající lidské tělo, proto je zde potřeba více rozměrů. Do konstrukční metodiky nám přibývá například rozměr ol (obvod lýtky).

Tabulka 5 Vstupní parametry konstrukce č.2

vp	op	os	bdk	kd	bhs	dšk	ol
-----------	-----------	-----------	------------	-----------	------------	------------	-----------

Metodika dále pracuje s osmi konstrukčními úsečkami, jejichž rozměr je dán konstantní hodnotou. Tyto hodnoty jsou stejné pro všechny velikosti. Konstrukční úsečky jsou uvedeny v tab. 6.

Tabulka 6 Úsečky, definované konstantou konstrukce č.2

Rozměr	Konstrukční úsečka	Hodnota konstanty
Zvýšení pasové přímky PD	P4 P41	$k = 1,5 - 2$
Odklonění přední středové přímky	P7 P71	$k = 1$
Zvýšení pasové přímky	P71 P72	$k = 1$
Odklonění zadní středové přímky	P1 P11	$k = 3$
Zvýšení pasové přímky ZD	P11 P12	$k = 4 - 5$
Zkrácení délky	D4 D41	$k = 6 - 8$
Úprava na kolenní přímce		$k = 1,5 - 2$
Úprava na dolní přímce		$k = 0,5$

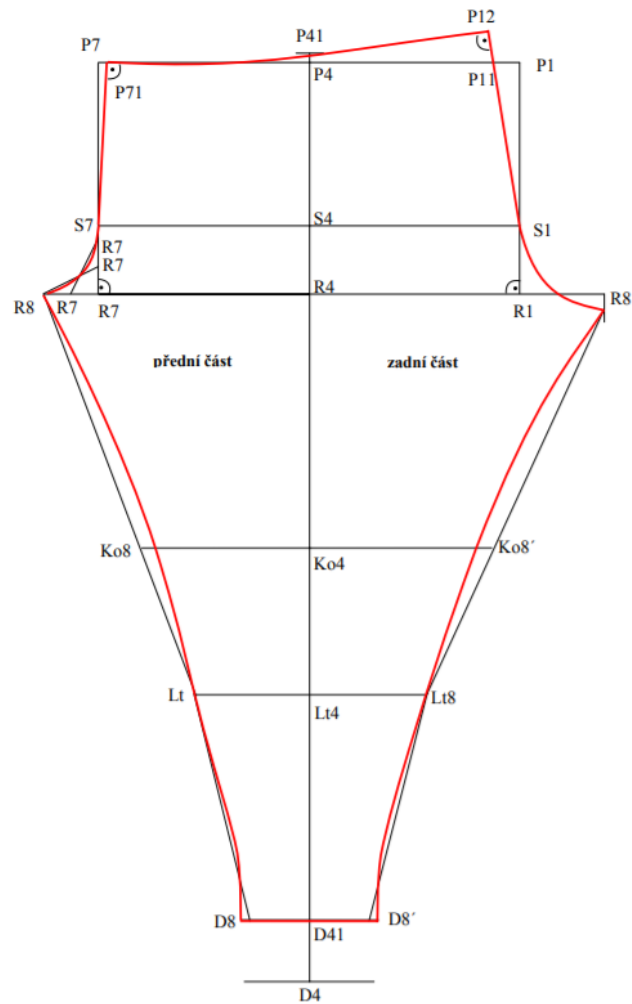
Konstrukční metodika Müller & Sohn pro dámské kalhoty z elastického materiálu dále zahrnuje celkem osmi konstrukčních úseček, které jsou definovány pomocí regresních vztahů. Vzorce těchto úseček jsou uvedeny v tab. 7.

Tabulka 7 Úsečky, definovány regresními vztahy konstrukce č.2

Rozměr	Konstrukční úsečka	Vzorec
Umístění kolenní přímky	D4 Ko4	$0,5 D4 Ko4 + 6$
Výška sedu	R4 S4	$0,05os + 4$
Šířka sedu PD	S4 S7	$0,25os$
Šířka sedu ZD	S4 S1	$0,025os$
Šířka sedového výkroje PD	R7 R8	$0,05os + 1$
Šířka sedového výkroje ZD	R1 R8	$0,1os$
Šířka na lýtkové přímce	Lt4 Lt8 = Lt4 Lt8'	$0,5 ol$

Hodnocení metodiky

Tato metodika je vhodná pro seamless oděv. Jedná se o metodiku Müller & Sohn upravenou pro elastické materiály. Tuto metodiku je tedy možná využít v experimentální části práce.



Obrázek 9 Konstrukční metodika č.2 [13]

1.10.3 Konstrukční metodika č.3

Konstrukční metodika číslo 3 je čerpána z publikace, kterou vypracoval Ústav bytové o oděvní kultury. Jedná se o konstrukci teplákových golfek pro děti a dospělé.

Tato metodika se stejně jako například metodika od Václava Vrby řídí konstrukční tabulkou. Ta zahrnuje celkem devět velikostních skupin. Každá skupina dále nabízí všechny rozměry potřebné pro samotnou konstrukci.

Konstrukce pro teplákové golfky dále vychází z šesti vstupních parametrů.

Tabulka 8 Vstupní parametry konstrukce č.3

os	hb	bd	pd	rpz	dšk
-----------	-----------	-----------	-----------	------------	------------

Hodnoty všech těchto rozměrů jsou uvedeny v konstrukční tabulce, a to pro všechny skupiny. Konstrukční metodika dále předpokládá se přídávky pro velikosti. Ty jsou rozděleny do dvou skupin, a to pro velikosti 47 a velikosti 56-59.

Na této metodice je zajímavé řešení rozkrokové části kalhot. Ta je vyvedena ve formě klínu, který není pevnou součástí předního či zadního dílu kalhot. Rozměry pro konstrukci tohoto klínu vycházejí z os, a jedná se tedy o regresní vztahy.

Tabulka 9 Úsečky, definovány regresními vztahy konstrukce č.3

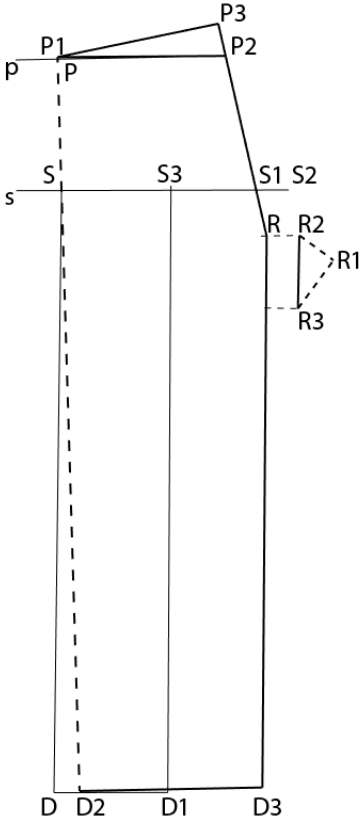
Rozměr	Konstrukční úsečka	Vzorec
Horizontální šířka klínu	$R_2 R_3 = R_2 R_3'$	$1/10 os$
Vertikální výška klínu	$R_2 R_1 = R_2 R_1'$	$1/10 os + 2$

Konstrukční úsečky vycházejí z rozměrů a přídávků uvedených v konstrukční tabulce. Celá konstrukce se tedy řídí jen těmito vstupními rozměry.

Hodnocení metodiky

Metodika pro konstrukci teplákových golfek předpokládá práci s elasticou pleteninou, což je pro výslednou konstrukci výhodou. Na druhou stranu, rozměry dosazované do konstrukce se řídí dle konstrukční tabulky. Rozměry jsou tedy závislé na velikostní skupině a pro tuto skupinu konstantní. Tato konstrukční metodika je důležitá zejména pro využití

odděleného klínu v rozkrokové části. Toto řešení je vhodné pro použití na oděv se sportovním charakterem, a proto bude také využito v experimentální části.



Obrázek 10 Konstrukční metodika č.3

1.10.4 Konstrukční metodika č.4

Konstrukční metodika č. 4 je čerpána z knihy „Střihy prádla, konstrukce a stupňování“ od Václava Vrby. Jedná se o konstrukci dámských volnočasových kalhot.

Konstrukční rozměry se mění podle výšky postavy a obvodu hrudníku. Soubor velikostí je rozdělen do dvou výškových skupin s intervalem 12cm. Toto rozdělení dle velikostních tabulek nám dává konstantní rozměry pro danou skupinu.

Vzorce pro výpočet konstrukčních úseček pracují se čtyřmi základními vstupními rozměry. Těmi jsou:

bhs	bdk	kd	ob
------------	------------	-----------	-----------

Tabulka 10 Vstupní parametry konstrukce č.4

Vzorce, dávající rozměry konstrukčních úseček, pracují s velikostmi uvedenými ve konstrukčních tabulkách. Jedná se tedy o rozměry pro skupinu „vyšší ženy“ se střední hodnotou 170cm výšky postavy. Pro samotnou konstrukci získáváme tedy pět vztahů:

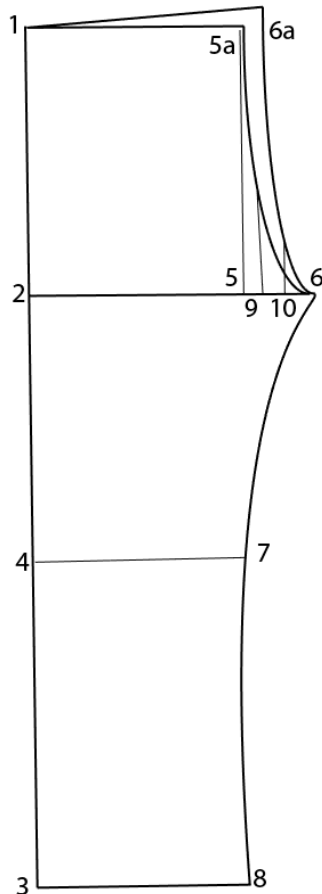
Rozměr	Konstrukční úsečka	Vztah
Boční hloubka sedu	1 – 2	bhs + 4
Boční délka kalhot	1 – 3	bdk + 5
Výška kolena	3 – 4	$\frac{1}{2}$ kd + 4
Přední šířka kalhot	2 – 5	$\frac{1}{2}$ ob
Rozkroková šířka	5 – 6	$1,5/10 + 0,5$

Tabulka 11 Úsečky, definovány vztahy konstrukce č.4

Přední a zadní díl kalhot je rozměrově stejný, konstrukční rozdíly se projevují pouze v pánevní části. Obě dvě strany jsou proto zakresleny do jednoho pohledu. Zadní díl je v pase rozšířen o 3 cm.

Hodnocení metodiky

Metodika je oproti ostatním méně náročná. Pracuje převážně s konstrukčními rozměry odvozenými od velikostních skupin. Rozměry jsou tedy konstantní. Tato metodika tudíž není příliš vhodná pro experimentální část.



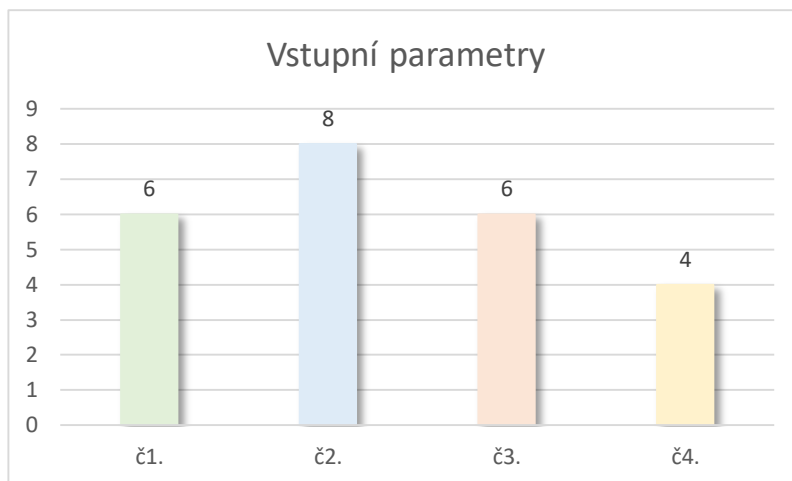
Obrázek 11 Konstrukční metodika č.4

1.11 Hodnocení metodik

1.11.1 Vstupní parametry

Vstupní parametry jsou základem pro konstrukci oděvu a tím také definují jeho velikost. Vstupních parametrů je celá řada a každá z výše uváděných metodik pracuje s jinými. Přesto se primární tělesné rozměry definované pro konstrukci oděvu pro dolní část ženského těla shodují. Jde tedy o obvod pasu a obvod sedu.

Z analýzy vstupních parametrů vyplývá, že s nejmenším počtem pracuje konstrukční metodika č.4 tedy od V. Vrby. Nejvíce jich potom obsahuje metodika č.2 od Müller & Sohn pro dámské legíny. Toto je zapříčiněno tím, že se jedná o konstrukční metodiku pro oděv z elastického materiálu, který má přesně kopírovat lidské tělo. Kvůli tomuto je nutno pracovat s více vstupními parametry.

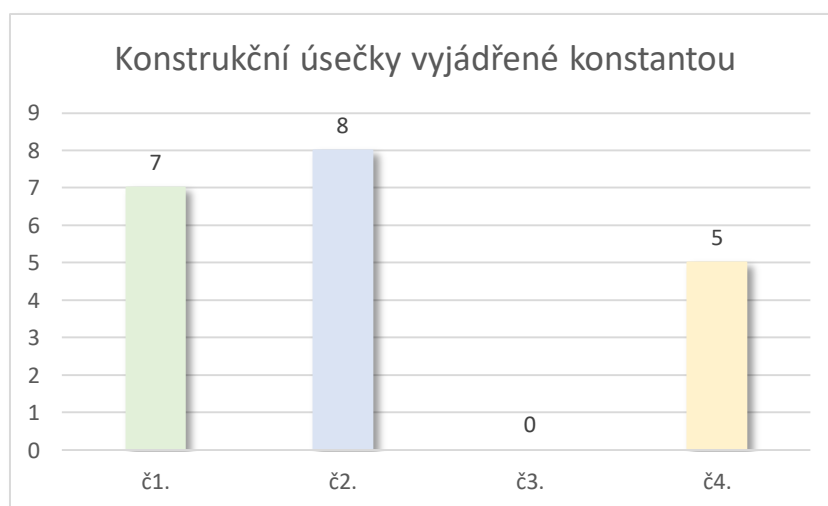


Obrázek 12 graf vstupních parametrů

1.11.2 Konstrukční úsečky vyjádřené konstantou

Každá z námi zkoumaných metodik pracuje s konstrukčními úsečkami vyjádřenými konstantou. Tyto konstanty jsou potom stejné pro všechny velikosti, nebo se jen nepatrně liší. Samotné velikosti konstant, či jejich drobné výchyly, jsou určeny samotnými autory konstrukčních metodik, a to na základě jejich zkušeností. Tyto konstantní rozměry však nemohou nahradit vztahy regresní, které vycházejí přímo z variability postavy. Žádané je najít metodiku využívající konstanty v ideálním počtu k regresním vztahům.

Největší počet konstantních úseček je v metodikách č. 1 a 2. To je dáno komplexností daných metodik.



Obrázek 13 Graf konstrukčních vztahů definovaných konstantou

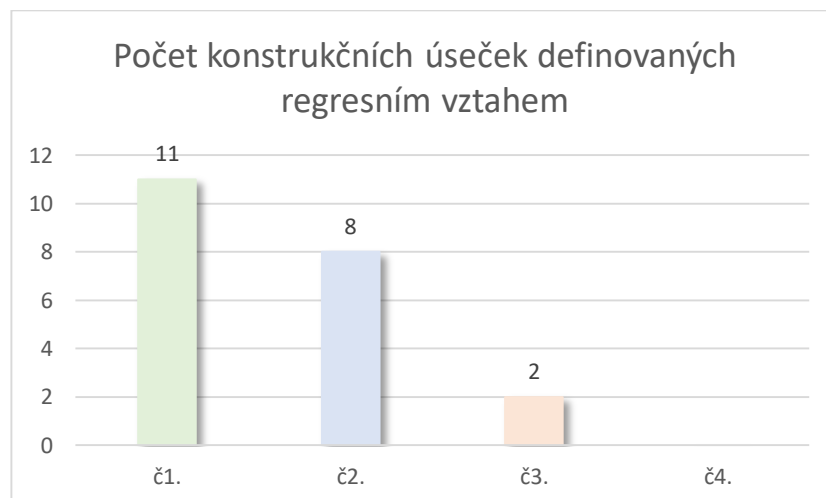
1.11.3 Počet konstrukčních úseček definovaných regresním vztahem

Regrese nám popisuje, jak se změní hodnota závislé proměnné v návaznosti na změnu jedné z nezávislých proměnných. V konstrukčních úsečkách tomu můžeme rozumět tak, že

výsledný rozměr je závislý na rozměru měřeném, který je doplněný o přídavek na volnost či o přídavek technologický. Tímto způsobem je definována například výška sedu u metodiky Müller & Sohn jako $0,05os + 4$.

Tyto regresní vztahy popisují jednotlivé úsečky metodik, které vycházejí ze somatometrického šetření. Regresní analýza zjišťuje závislost mezi jednotlivými tělesnými rozměry. Díky tomu je pak možné popsat variabilitu i těch tělesných rozměrů, které nejdou získat běžným měřením používaným v praxi.

Při zkoumání a analýze konstrukčních úseček, které jsou definovány regresí, bylo zjištěno, že největší počet takto definovaných úseček má metodika č.1 NVS. Ta obsahuje celkem jedenáct takto popsaných úseček. Metodika č.2 Müller & Sohn využívá celkem osm úseček definovaných regresními vztahy. Na rozdíl, od metodiky č.1 NVS regresí vyjadřuje i šíři na lýtkové přímce ($Lt4 Lt8 = Lt4 Lt8'$) 0,5 ol. To hlavně proto, že se jedná o konstrukci pro oděv zhotovený z elastického materiálu. Tento rozměr je žádoucí pro lepší přilehnutí na tělo nositele. Srovnání počtů je znázorněné v Obr. 14.



Obrázek 14 Počet konstrukčních vztahů definovaných regresí

1.12 Shrnutí rešeršní části

Cílem rešeršní části bylo seznámení s metodami bezkontaktního měření lidského těla, konkrétně za použití 3D skeneru. Tyto informace jsou základem a dále nám budou sloužit jako podklad pro experimentální část. Kapitola o bezkontaktním měření v rešeršní části je obecná, následující části se už budou týkat pouze měření za pomoci skeneru 3D Sense.

Další důležitou částí byla analýza konstrukčních metodik. Vybírána byla taková metodika, která by byla pro danou problematiku tou nejvhodnější. Celkem byly zkoumány čtyři metodiky. Důležitým aspektem pro metodiky byla aplikace konstrukce pro elastické materiály. V tomto ohledu měla jasnou výhodu metodika Müller & Sohn pro dámské legíny.

Pro experimentální část jsou důležité poznatky ze všech zkoumaných metodik. Výsledná metodika použitá v experimentální části si bere díl z každé ze zkoumaných metodik a ze znalostí o principech konstrukce oděvu z elastického materiálu.

Ty nejdůležitější vlastnosti potřebné pro vytvoření naší metodiky tedy jsou:

- předpoklad pro konstrukci z elastického materiálu,
- možnost uplatnění konstrukce při použití technologie seamless,
- sportovní charakter oděvu díky všitému klínu.

2. Experimentální část

2.1 Skener a zařízení

Při provádění experimentů byla použita celá řada různých zařízení nezbytných pro zhotovení měření. Následující body tyto předměty uvádějí a popisují.

Stativ:

Byl využíván klasický trojnohý stativ s regulovatelnou výškou a zabudovanou vodováhou. Stativ je osazen univerzální hlavou se závitem o průměru 8mm. Přesné využití a používané vzdálenosti jsou popsány v dalších bodech.

Otočná plošina:

Plošina otáčející se kolem své osy. Průměr plošiny je 40cm. Plošina je usazená na čtvercové základně pro větší stabilitu.

Otočná konstrukce:

Konstrukce s otočným ramenem otáčejícím se kolem své osy. Rozměry konstrukce jsou 2x2 metry. Délka samotného rameny je 100cm.

Fotoaparát:

Panasonic DMC – FZ28 s maximálním rozlišením 10mega pixelů a 18x optickým zoomem.

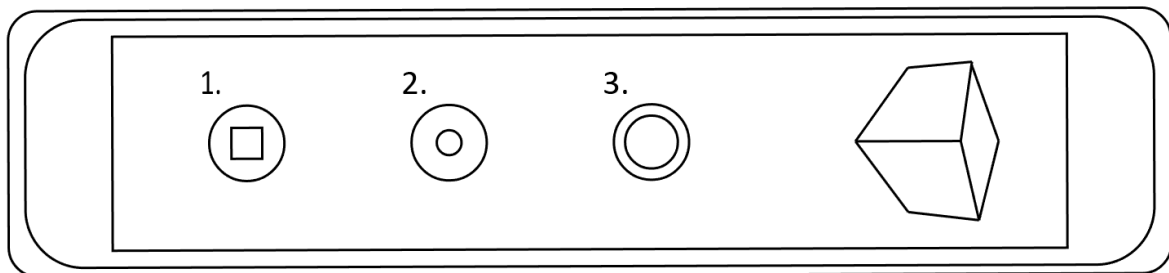
Posuvné měřidlo:

Digitální posuvné měřidlo s přesností na desetinu milimetru.

Sense 3D:

3D ruční skener od firmy Sense. Kompaktní zařízení pro získání 3D záznamu. Rozměry zařízení jsou 12.9(w) x 17.8(h) x 3.3(d) cm. Skener je osazení třemi čočkami, přičemž každá z nich má jinou funkci.

- První senzor slouží k zachycení odraženého laserového paprsku pro vytvoření triangulačního efektu.
- Druhá je kamera pro RGB záznam měřeného předmětu. Rozlišení kamery je 1920x1080p.
- Třetí senzor promítá na měřený předmět laserovou síť.



Obrázek 15 Náčrt skeneru Sense

2.1.1 Technické specifikace skeneru

Obecné technické specifikace samotného zařízení byly již zmiňovány v rešeršní části, avšak je důležité znovu připomenout ty specifikace, od kterých se následující měřicí experimenty odrazely. Tyto specifikace složily jako vstupní parametry pro samotné experimenty:

- **Podpora operačního systému:** 64-bit Windows 8 nebo novější
- **Funkční vzdálenost:** Min: 0.2m
Max: 1.6m
- **Rozlišení snímací čočky (scanner):** 640(w) x 480(h) px
- **Rozlišení zobrazovací čočky (obraz):** 1920(w) x 1080(h) px
- **Pole zobrazení:** Horizontal: 45°
Vertical: 57.5°
Diagonal: 69°

Spolehlivost a funkčnost skeneru je opřena o výkon počítače, který získaný obraz zpracovává. Počítač využívaný ve všech částech experimentální části minimální požadavky uváděné od výrobce splňuje, dokonce je v mnoha ohledech předčí.

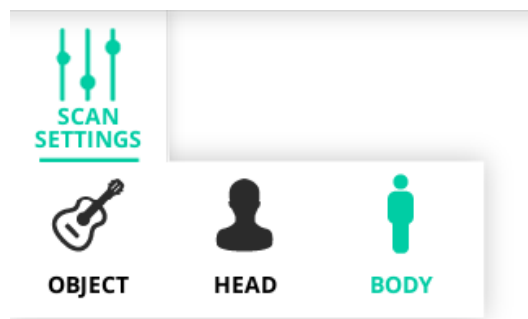
- **Operační systém:** Windows 8.1 x64
- **Procesor:** Intel roce i7- 4700HQ 2,4GHz
- **Operační paměť RAM:** 8GB
- **Grafický čip:** Nvidia Geforce GTX 850m 2GB

Během práce nebyla zjištěna žádná chyba či nedostatek ze strany výkonosti počítače, na němž byly experimenty a měření se skenerem prováděny.

2.1.2 Prostředí Sense

K zařízení je volně ke stažení software, který slouží jako ovládací panel samotného skeneru. V tomto programu je možné provádět veškeré pokročilé nastavení skeneru. Tento program je podporovaný pro 64bit systém Windows 8 a vyšší.

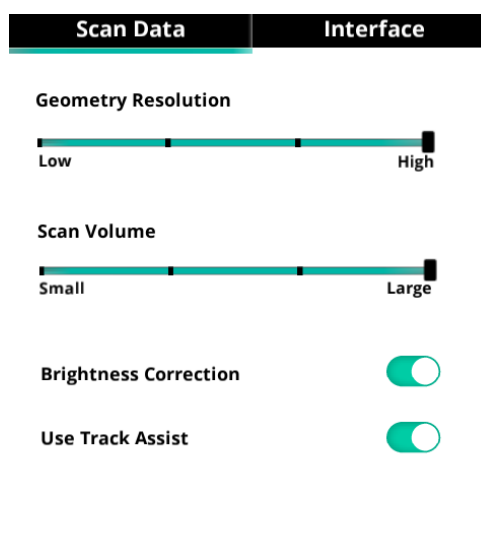
Práce v programu je intuitivní. Nabízí tři předpřipravené mody nastavení. Jedná se o modely, jimiž jsou mody „body“, „head“ a „object“.



Obrázek 16 Základní nastavení skeneru

Tyto mody mění pouze snímaný virtuální „prostor“. Všechna měření prováděná v experimentální části byla uskutečněna za stejného nastavení, a to na mod "body", jak je znázorněno na obrázku č.16.

Program dále umožňuje pokročilejší nastavení zařízení znázorněné na obrázku č.17.



Obrázek 17 Pokročilé nastavení skeneru

První lišta slouží k nastavení „geometrického rozlišení“. To jednoduše znamená, v jak velkém prostoru bude skener fungovat. Druhá posuvná lišta „Scan Volume“ slouží k nastavení citlivosti skeneru. To znamená, s jakou přesností/citlivostí skener pořizuje záznam. Čím je nastavená vyšší citlivost, tím je detail pořizovaného obrazu vyšší. To samozřejmě znamená i větší nároky na výkon počítače. S tím však při experimentech nebyl problém.

Nastavení skeneru zůstává po celou dobu provádění experimentu stejné, a to takové, jaké je znázorněno na obrázcích č. 16 a 17.

2.2 Zjišťování optimálních podmínek měření

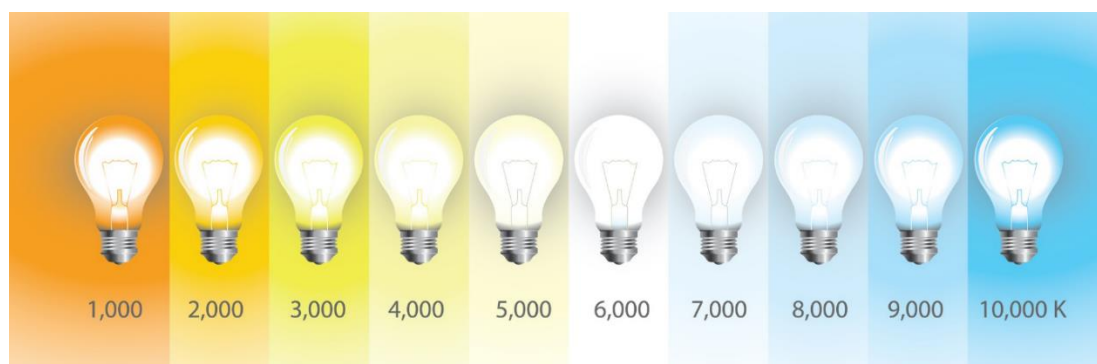
Před zahájením práce byla potřeba zjistit, jak se skener chová v praxi. Při prvních experimentech se skenerem bylo zjištěno, že je velice náchylný na okolní rušivé elementy (světlo, stíny, odlesky, vzdálenosti, pozadí). Dále uvedené body popisují jednotlivé vlastnosti ovlivňující samotné měření.

Místnost:

Bylo zjištěno, že ideálním prostředím pro provádění měření je uzavřená místnost se zastíněnými okny, nebo ještě lépe bez okem, s bílými stěnami. Velice důležité je dobré osvětlení místnosti.

Světlo:

Skener velice dobře reaguje na světlo. Změna osvětlení v místnosti má veliký dopad na přesnost měření. Skener dobře pracuje za stále stejného jasu světla. Ideální světlo je světlo spíše s chladnějším bílým tónem (5 000 - 6 000 kelvinů).



Obrázek 18 Tóny světla [14]

Měřený předmět:

Ideální povrch snímaného předmětu by neměl mít příliš velký lesk. Kvůli lesku dochází k nepřesné kalibraci zařízení. Obraz v místech lesku může být nepřesně prostorově zachycen a měření tak znehodnocuje. Další poznatek během experimentů byl, že skener má problém se zachycením předmětu, jenž má černou barvu. Černé předměty se stávají tedy pro skener „neviditelné“ a skener snímá spíše okolí, nežli samotný předmět. Během experimentů bylo také zjištěno, že skener má problém se záznamem předmětu, jehož tvar se stále opakuje. V tomto případě skener ztrácí záchytné body a chová se zmatečně.

Co se týká záznamu povrchu lidského těla, skener nemá téměř žádný problém a s lidskou kůží si poradí. Záznam je ostrý s věrnými barvami. Nepochází ani k žádným prostorovým nesrovnalostem.



Obrázek 19 Záznam snímání lidské kůže

Na obrázku 19 je ale vidět, že skener měl problém se záznamem vlasů probanda, které mají černou barvu. Tento problém se špatnou detekcí a záznamem ploch s černou barvou byl však uveden již výše v této kapitole. Experimenty však ukázaly, že tento problém nastal jen v případě vlasů. Při snímání části těla s méně hustým ochlupením (nohy) k tomuto problému již nedošlo.

2.3 Experimentální měření

Tato kapitola popisuje samotnou práci se zařízením Sense 3D. Měření byla prováděna na základě poznatků z předchozích kapitol. Úkolem se stává zjištění nejoptimálnějšího a nejméně náročného způsobu, jak získat 3D záznam lidského těla pro vytvoření moiré efektu. Je důležitá přesnost měření, ale zároveň i pohodlnost celého procesu tak, aby se dal využít v praxi. Následující body popisují experimenty, jenž se snaží tento problém řešit. Experimenty jsou řazeny chronologicky od prvních pokusů se skenováním. Dále jsou zde uvedeny poznatky nabyté během provádění samotných experimentů.

2.3.1 Způsob měření č.1

Prvním způsobem a úplně prvním experimentem při práci s 3D skenerem Sense bylo snímání skenovaného objektu pohybem skeneru vůči statickému objektu. Pohyb skeneru byl docílen pouhým pohybem ruky. Tato metoda se ukázala jako ne příliš spolehlivá.

Vzdálenost:

Vzdálenost od měřeného objektu byla určena dle ideálních podmínek uvedených výrobcem zařízení, a to do maximální vzdálenosti 160cm. Jelikož se jednalo o pohyby rukou, tato vzdálenost značně kolísala. Nijace ve vzdálenosti často vedly ke ztrátě kontroly přístroje nad samotným měřením, nebo zapříčinily veliké deformace na výsledném obrazu.

Stabilita:

I přes veškeré úsilí při práci se skenerem v pouhé ruce nikdy nebyla docílena ideální stabilita měřícího přístroje. Stejně jako u vzdálenosti je přístroj na tyto odchylky velice náchylný. Například i menší třas ruky či slabé zaškobrtnutí při obcházení objektu kvalitu měření velice zhoršovalo.

Hodnocení měření:

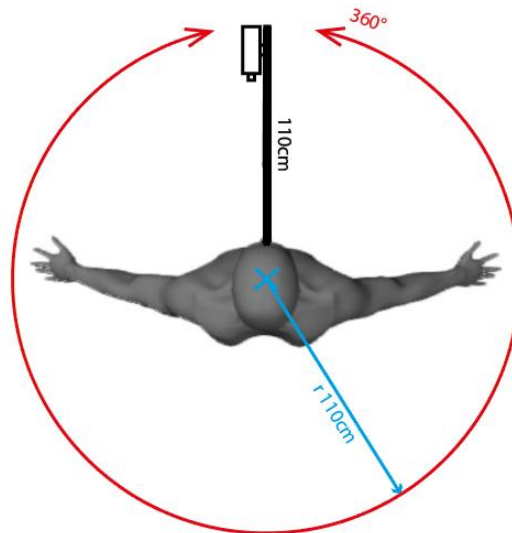
Měření se po pár pokusech ukázalo jako ne příliš použitelné v praxi. Nedostatečná stabilita při držení zařízení v ruce byla pro experiment zlomová. Měření z jednoho úhlu by s velkou opatrností možné bylo, ale kompletní záznam objektu z 360° už nikoli. Experimenty prováděné ručním pohybem skeneru vůči statickému předmětu měly však svůj přínos. Poskytly nám spoustu poznatků o chování skeneru (vnímání světla, okolního šumu), která se

dále mohli, zúročit v dalších měřeních a ve zkoumání ideální metody pro získání přesného 3D obrazu.

Zajímavostí může být, že při experimentech a srovnávání skenerů Sense si při této metodě měření, pohybu ruky vůči statickému předmětu, mnohem lépe vedla starší (1. generace) skeneru. Skener Sense 1. generace byl schopen mnohem lépe udržet snímáný obraz ve své paměti a při přechodu (zabírání předmětu z více stran) dokázal obraz lépe zpracovat a části nasnímaného předmětu z jiné než počáteční strany skenu na sebe přesněji napojit. Tím bylo vždy docíleno přesnějšího obrazového záznamu, než při provádění stejného skenu zařízením 2. generace, využívané pro experimentální část bakalářské práce. Je nutno podotknout, že oba experimenty s různými skenery byly prováděny na počítači se stejnou konfigurací.

2.3.2 Způsob měření č.2

Druhým způsobem měření pomocí 3D skenování byl pokus o sestavení zařízení simulující profesionální měřicí platformy. Princip tohoto zařízení spočíval v rameni, otáčejícím se okolo své osy. Na konci pohyblivého ramene bylo umístěno snímací zařízení. Snímací zařízení/skener bylo možno upnout pod různými úhly pro různé potřeby pohledu na snímáný předmět. Ve středu otáčení ramene byl umístěný náš snímáný předmět.



Obrázek 20 Schéma otočného zařízení

Vzdálenost:

Stejně jako u způsobu měření č.1 se jednalo o pohyb skeneru vůči statickému předmětu. Vzdálenost byla v tomto případě zvolena dle poznatku a zkušenosti z předchozí metody, a to na vzdálenost 110cm. Rameno celého mechanismu bylo však přizpůsobeno i na vzdálenost menší, a to 90cm (vzdálenost skeneru od měřeného předmětu). Funkční vzdálenost tohoto mechanismu je tedy v intervalu od 90 do 110cm.

Stabilita:

Ačkoli byla stabilita měření na otočném mechanismu mnohem jistější než při držení skeneru v pouhé ruce, stále docházelo k menším výchylkám, a to zejména při rozjezdu a zastavení otočného ramene. I když tyto výchylky byly skutečně malé, často měly za důsledek ztrátu měřeného předmětu skenerem.

Hodnocení měření:

Výhodami oproti prvnímu způsobu měření bylo dosažení konstantní vzdálenosti skeneru od snímaného předmětu, v tomto případě už figuríny, po celou dobu měření. Úroveň stability se také značně zvedla, avšak stále ne do dostatečné míry, aby se jednalo o tak ladný chod, který by zajišťoval naprosto ničím nerušený záznam.

Největší nevýhodou celé konstrukce zůstává její prostorová náročnost. Jelikož se jedná o rameno obíhající kolem celé své osy, poloměr kruhu, po němž putoval skener, dosahoval 110cm. Rozměry celé konstrukce činí 2x2 metry.

Největší problém při měření nastal v okamžik, kdy se zorné pole skeneru střetlo s proti ležícím oknem místnosti. I když se okno nacházelo ve veliké vzdálenosti od měřicího zařízení, světlo ve většině případů měření znehodnotilo. Experiment byl opakován několikrát se zataženými závěsy, ale ani jednou se nepodařilo dosáhnout chtěného výsledku.

Za podmínek, ve kterých byl experiment prováděn, se nepodařilo docílit obrazového záznamu v požadované kvalitě. Metoda měření se tedy neosvědčila. Zajímavostí by také mohlo být, zopakovat experiment s 1. generací skeneru Sense 3D, který si při způsobu měření pohybem skeneru vůči stojícímu předmětu vedl o poznání lépe.

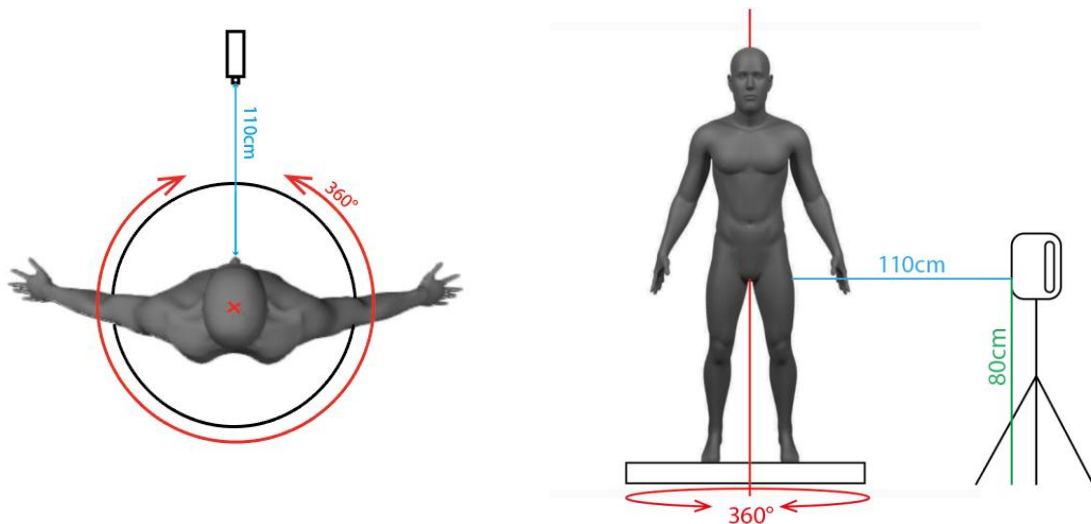


Obrázek 21 Konstrukce měřicího zařízení metody č.2

2.3.3 Způsob měření č.3

Metoda třetí vychází z poznatků získaných z předchozích experimentů, u kterých se ukázalo, že pohyb skeneru vůči stojícímu předmětu není moc spolehlivý. Následující metoda tento princip obrací a místo pohybu skenerem dochází k pohybu přímo snímaného předmětu.

Experiment byl prováděn tak, že samotný skener byl upnutý na stativu v dané vzdálenosti. Snímána byla figurína v životní velikosti, umístěna na otočné podstavě. Pohybem otočné podstavy dochází k otáčení figuríny kolem své osy a skener celý tento pohyb zaznamenává. Otočná plocha i s figurínou je postavená proti bílé zdi ve vzdálenosti cca 100cm. Toto pozadí nevytváří žádné rušivé elementy pro měření.



Obrázek 22 Schéma otočného zařízení metody č.3

Vzdálenost:

Skener je umístěný 110cm od figuríny. Tato vzdálenost je určena tak, aby v zorném poli skeneru byla vidět žádaná část figuríny. Stejně tak to je i s natavením výšky stativu. Ten je postavený tak, aby první čočka skeneru (čočka promítající laserovou síť) byla ve výšce 80cm.

Figurína:

Jedná se o figurínu dámského těla v životní velikosti. Materiál je tvrdý plast a figurína má díky tomu lehký lesk viz obrázek 23. Při experimentech nebyl zaznamenán žádný problém způsobený leskem, který by znevažoval měření.

Stabilita figuríny:

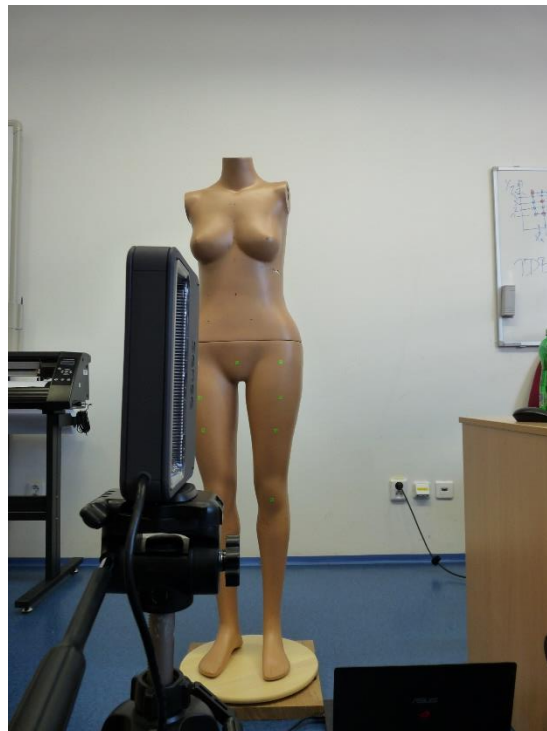
Stabilita figuríny je jedním z největších problémů při experimentech s touto metodikou měření. V prvních pokusech byla figurína umístěna na malém plastovém disku, sloužícím jako cvičební pomůcka. Tento podstavec se však neosvědčil. Figurína měla tendence přepadávat směrem dopředu.

Později byla využita otočná deska s větší základnou. V tomto případě byla stabilita již vyhovující a měření probíhalo hladce. Otočná podstava je vidět na obrázku č. 23.

Hodnocení metodiky:

Tato metodika se osvědčila, co se týče kvality výsledného obrazu. Obraz je ostrý s věrným prostorovým zobrazením. Problém je však při pokusu o záznam figuríny v jednom sledu. Při otáčení figuríny o 360° dochází v místě, kde by měl na sebe obraz navázat, k posunu. Tento posun je zhruba v 10cm délce a výsledný tvar snímané figuríny deformuje. Příčina tohoto problému nebyla objasněna.

Problém byl vyřešen nasnímáním figuríny ze čtyř různých pohledů, a to: zepředu, zezadu, z levého boku, z pravého boku. Tyto záznamy se ukázaly být dostatečné kvalitní pro další zpracování.



Obrázek 23 Příprava způsobu měření č.3

2.4 Příprava naměřených dat a vytvoření moiré efektu

Naměřená data je nutné zpracovat a připravit pro další část práce, obrazovou analýzu. Dalším krokem je vytvoření moiré efektu na získaných obrazech ze samotného měření. Funkci vytvoření efektu na principu moiré umožňuje samotný software od firmy Sense. Nachází se v nastavení pod názvem „Show Wireframe“.

Show Wireframe



Obrázek 24 Nastavení skeneru „show wireframe“

Zapnutí této funkce vytvoří přes nasnímaný 3D obraz kružnicovou mřížku ukazující prostorové rozpínání předmětu jak se vidět v tabulce č.11.

Tabulka 11 Ukázka efektu Wireframe



2.4.1 Obrazová analýza

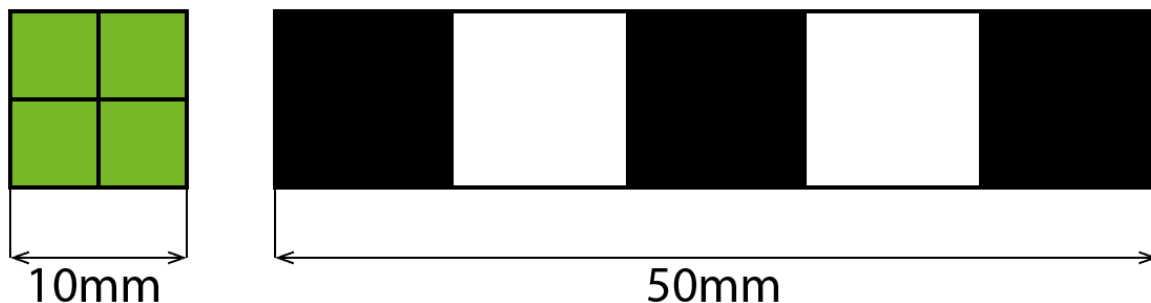
Obrazová analýza byla prováděna v softwaru od společnosti Nikon NIS – Elements. Tento software umožňuje digitální zpracování a vyhodnocení obrazu, konkrétně identifikaci objektů. Popis a princip softwaru byl již shrnut v teoretické části.

Kalibrace:

Po nahrání nasnímaných obrazů figuríny bylo třeba provést kalibrace obrazu. Kalibrace nám slouží k přesnému určení vztahu mezi reálnými rozměry a rozměry daného obrazu nahraného v měřícím softwaru. Toto je možné díky referenčním bodům, umístěným na figuríně, o předem přesně určené velikosti. Velikost referenčních bodů je převedena do velikosti pixelů na obrazu. Kalibrace nám tedy říká, kolik pixelů na obrazu je mm v realitě. Přesnost tohoto měření se odvíjí od přesnosti kalibrace.

Referenční body:

V experimentální části byly použity dva druhy referenčních bodů, a to pro ověření přesnosti kalibrace. Body jsou umístěny na figuríně v různých místech tak, aby byly dobře viditelné ze všech úhlů záznamu obrazu.



Obrázek 25 Náčrt referenčních bodů

Referenční body mají přesně dané rozměry. Barvy byly zvoleny schválně s co nejvíce kontrastním zbarvením, a to z důvodu co nejlepšího viditelnosti a čitelnosti na samotném obrazovém záznamu ze skeneru. Referenční body jsou v této velikosti i zbarvení dostatečně viditelné a jejich dohledání na obrazu nebylo problematické.

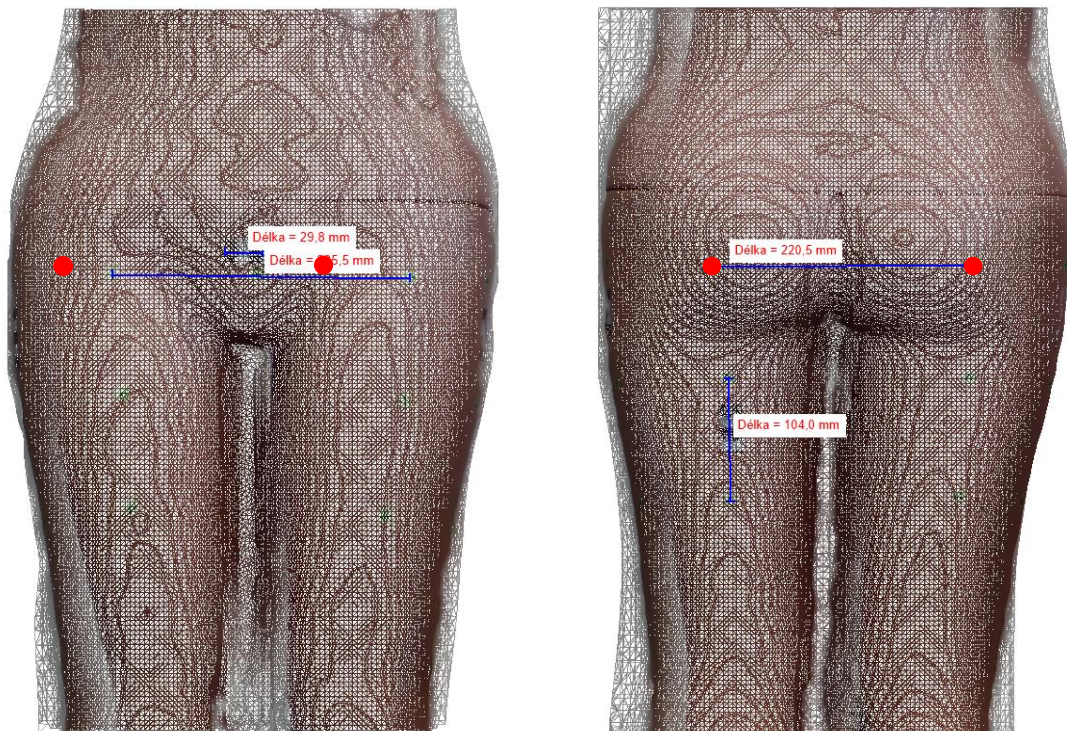
Zatím co referenční bod o velikosti 50mm slouží k přesné kalibraci obrazu, bod zelený o rozměrech 10x10mm slouží ke kontrole přesnosti kalibrace. Zelené body jsou rozmístěny po figuríně v předem určených vzdálenostech. Díky tomu, že tyto vzdálenosti známe, je pak možné ověřit přesnost kalibrace.

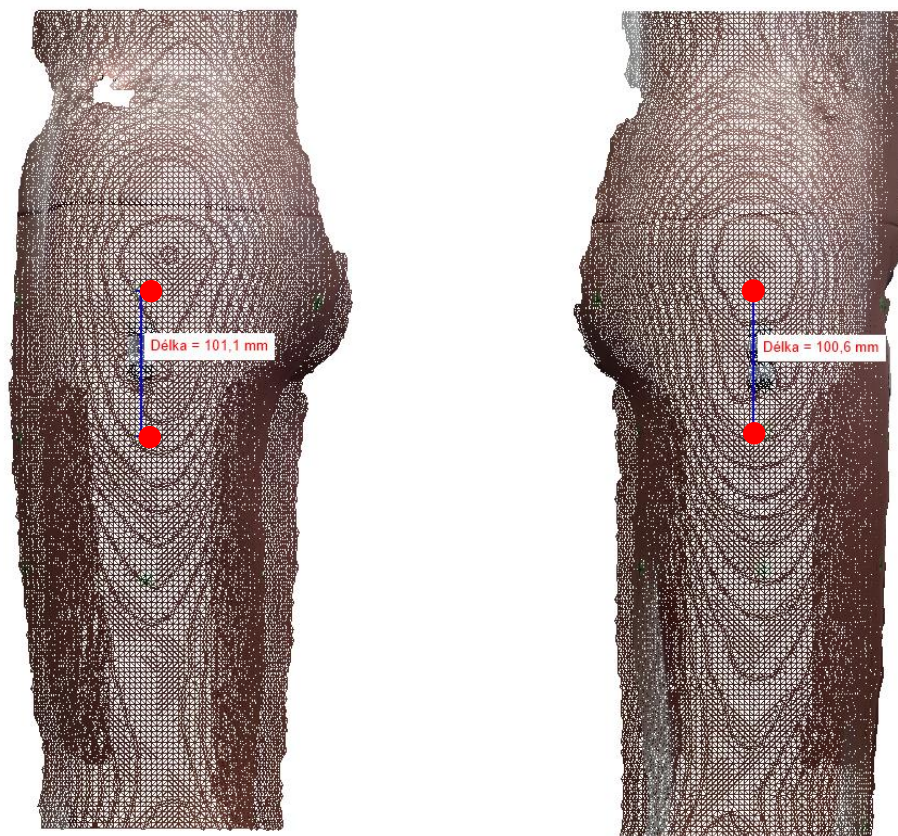
Tabulka 12 Porovnání výsledků obrazové analýzy

	Reálná rozměr [mm]	Rozměr po kalibraci [mm]
Přední pohled	237	235,5
Zadní pohled	222	220,5
Levý bok	100	101,1
Pravý bok	100	100,6

Tato tabulka porovnává reálné vzdálenosti zelených referenčních bodů, získaných z přímého kontaktního měření na figuríně, s rozměry, získanými z obrazového záznamu, na němž byla provedena kalibrace.

Následující obrázky ukazují body, které byly měřeny a následně porovnávány. Body jsou označeny červeným puntíkem. Obrázky jsou přímo z programu NIS – Elements.





Obrázek 26 Pohledy po kalibraci

Z výsledku je jasně vidět, že kalibrace obrazu byla provedena s dostatečnou přesností. Největší rozdíly v rozměrech jsou viditelné u předního a zadního pohledu na figurínu. Jedná se o rozdíl 2.5mm, avšak tato výchylka je tak malá, že ji lze bez problému zanedbat. Výsledky kalibrace jsou tedy naprosto dostatečné. Tato metoda s pomocí softwaru NIS – Elements je spolehlivá a lze ji doporučit.

Kompletní postup kalibrace společně s fotodokumentací je uveden v příloze.

2.5 Určování stříhových bloků

Stříhové bloky jsou důležité pro určení míst, na kterých musí nastat změna v mechanickém charakteru pleteniny. Tyto bloky jsou jednou z největších výhod oděvů vytvořených metodou seamless. Bloky pomáhají k lepšímu padnutí oděvů na tělo.

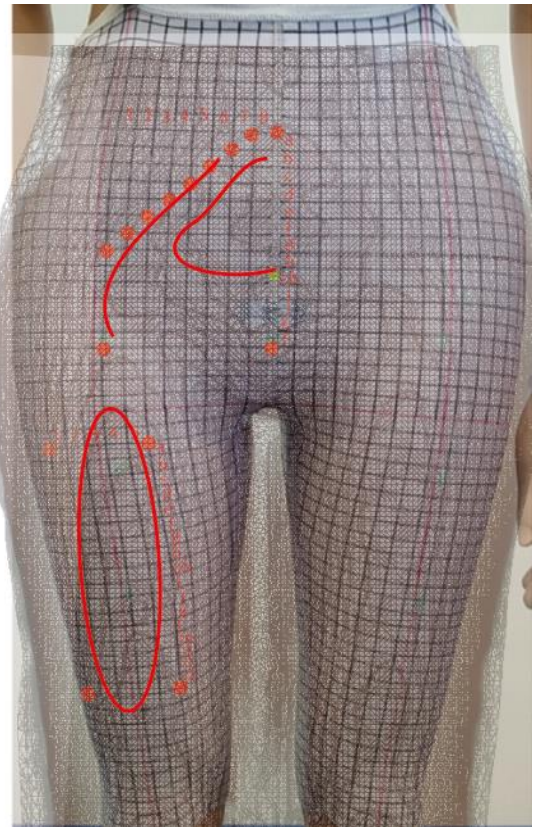
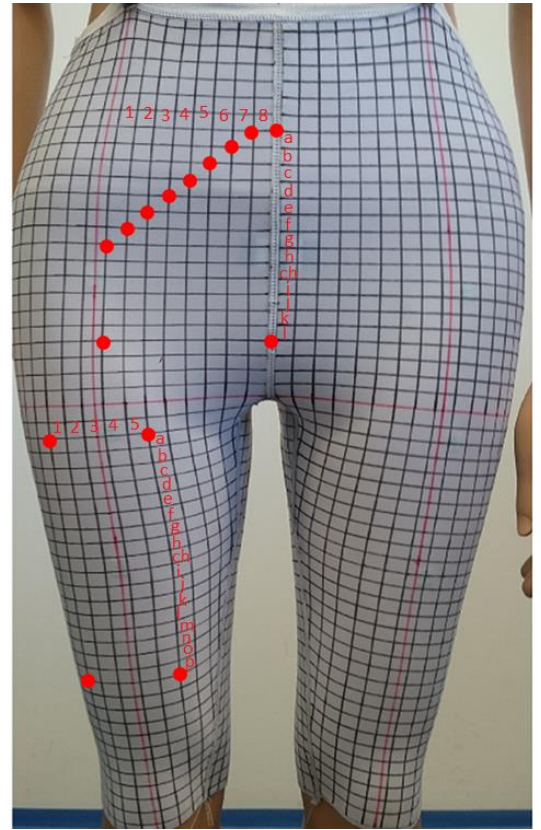
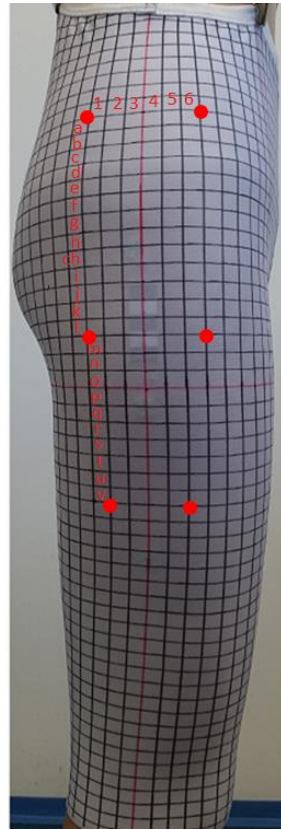
Vytvořením efektu moiré a analýze obrazu pomocí programu NIS – Elements bylo možné určení bloků a jejich ploch.

Pro potvrzení spolehlivosti metody moiré byly zhotoveny kalhoty z pleteného materiálu. Vlastnosti a specifikace materiálu jsou popsány v tabulce č. 13.

Tabulka 13 Specifikace použitého materiálu

Typ	Osnovní
Složení	PA 6- 72 % ELASTAN- 28 %
Hmotnost	310 g/m ²

Konstrukce těchto kalhot byla zhotovená z poznatků a zkoumání metodik popsaných v kapitole 1.10. Konstrukce byla navržena tak, aby její výsledný tvar co nejvíce odpovídal sportovnímu charakteru oděvu, a zároveň tak, aby bylo možné její uplatnění na tubus zhotovený metodou seamless. Roztažnost materiálu byla v horizontálních liniích stanovena na 30 % a vertikálních liniích 10 %. Tyto hodnoty byly stanoveny z poznatků z knihy Nikolajeviče Filanova „Navrhování pružných textilních výrobků“ [12]. Ten ve své knize doporučuje právě tyto hodnoty jako ideální pro elastické prádlo. V případě kompresního prádla by tyto hodnoty musely být vyšší, a to v celé ploše. Levý a pravý díl kalhot je spojen ve středu přeplátovaným švem a stehem třídy 603. Tento spoj nijak neovlivňuje vlastnosti výrobku, navíc při uplatnění konstrukce na pletený tubus metodou seamless tento spoj úplně odpadá. Délka kalhot byla stanovena od pasové linie ke koleni. Na obrázku 27 je znázorněné rozdělní pleteniny na jednotlivé elementy. Velikost těchto elementů, nebo také bodů sítě, je 10x10 mm. Jedná se o stejný rozměr, jaký byl použit u kalibračních bodů.



Obrázek 27 Zhotovený oděv, síť pro měření roztažnosti s vyznačenými body

Změny ve velikosti těchto bodů po oblečení oděvu na figurínu byly měřeny digitálním posuvným měřidlem (šuplerou). Výsledky byly získávány s přesností na setinu milimetru. Na obrázku jsou vidět jednotlivé bloky, které byly měřeny. Tyto bloky byly určeny na základě pozorování moiré efektu vytvořeném na těle figuríny. K přesnému určení bloků jsou přes sebe překryty snímky ze 3D skeneru s vytvořeným moiré efektu a fotografie oblečené figuríny (překrytí snímků a moiré efektu bylo docíleno pomocí softwarů Adobe Illustrator a NIS – Elements). Toto překrytí ukazuje, v jakých místech dochází k největším vystouplostem na povrchu figuríny. Jedná se tedy o bloky, u nichž je předpokládána největší roztažnost materiálu. Měření je z důvodu předpokladu symetrie těla provedeno pouze na polovině těla figuríny.

V tabulkách 14 až 21 jsou výsledky naměřené na předním, zadním i bočním dílu. Body a značení v tabulkách odpovídá značení na obrázku 27. Tabulky jsou dále rozdělené pro horizontální a vertikální směr měření.

Tabulka 14 Hodnoty změn velikosti sítě ZD v horizontálním směru

Roztažnost- Horizontální směr [mm]					
	B1	B1.2	B1.3	B1.4	B1.5
a	1,56	3,2	3,32	3,07	1,91
b	1,58	3,36	3,65	3,59	2,31
c	2,01	3,84	3,79	3,76	2,65
d	2,34	4,01	4,07	3,98	2,78
e	2,97	4,28	4,34	4,31	2,92
f	2,37	4,03	4,12	4,01	2,63
g	2,12	3,29	3,91	3,28	2,59
h	1,97	3,24	3,41	3,15	2,32

Tabulka 15 Hodnoty změn velikosti sítě ZD ve vertikálním směru

Roztažnost- Vertikální směr [mm]					
	B1	B1.2	B1.3	B1.4	B1.5
a	-0,16	-0,08	-0,06	-0,18	-0,2
b	-0,18	-0,45	-0,36	-0,19	-0,06
c	0,01	-0,16	-0,39	-0,2	-0,21
d	-0,29	-0,29	-0,38	-0,23	-0,29
e	-0,32	-0,53	-1	-0,61	-0,27
f	-0,26	-0,5	-0,49	-0,55	-0,14
g	-0,32	-0,42	-0,51	-0,59	-0,12
h	-0,29	-0,39	-0,43	-0,41	-0,1

Body v tabulkách 14 a 15 odpovídají oblasti hýždí, kde je také předpokládána největší roztažnost materiálu. Jak je vidět z hodnot, největší rozdíl ve změně rozměru bodu dochází ve středu měřeného úseků, a to až od 4mm od původního rozměru. Změna roztažností horizontální ku vertikální je zřejmá na první pohled. V místech, kde dochází k větší horizontální roztažnosti, jde vertikální roztažnost do záporných hodnot. Toto provází i všechny nastávající tabulky.

Tabulka 16 Hodnoty změn velikosti sítě bočního dílu v horizontálním směru

Roztažnost- Horizontální směr [mm]						
	B1	B1.2	B1.3	B1.4	B1.5	B1.6
a	2,2	2,25	2,31	2,33	1,99	2,17
b	2,29	2,99	3	2,98	2,49	2,45
c	2,47	3,02	3,1	3,05	2,81	2,99
d	2,88	3,16	3,25	3,18	2,99	3,01
e	3,33	3,4	3,48	3,45	3,21	3,26
f	3,35	3,54	3,57	3,6	3,39	3,3
g	3,44	3,86	3,97	3,87	3,56	3,54
h	3,47	3,9	4,01	3,94	3,76	3,69
ch	3,4	3,74	3,87	3,72	3,69	3,63
i	3,34	3,59	3,63	3,56	3,43	3,39
j	3,26	3,42	3,49	3,4	3,28	3,27
k	3,19	3,31	3,39	3,33	3,08	3
l	3,08	3,24	3,35	3,32	3,06	2,99
m	x	3,23	3,32	3,3	3,12	x
n	x	3,2	3,35	3,33	3,05	x
o	x	3,19	3,34	3,32	3,06	x
p	x	3,21	3,39	3,29	3	x
q	x	3,16	3,34	3,31	3,02	x
r	x	3,14	3,35	3,32	2,99	x
s	x	3,15	3,36	3,3	3,01	x
t	x	3,1	3,29	3,32	2,98	x
u	x	3,13	3,35	3,29	2,97	x
v	x	3,14	3,31	3,26	2,99	x

Tabulka 17 Hodnoty změn velikosti sítě bočního dílu ve vertikálním směru

Roztažnost- Vertikální směr [mm]						
	B1	B1.2	B1.3	B1.4	B1.5	B1.6
a	-0,14	-0,19	-0,32	-0,21	-0,05	-0,17
b	-0,21	-0,35	-0,39	-0,34	-0,28	-0,24
c	-0,24	-0,35	-0,32	-0,35	-0,29	-0,32
d	-0,25	-0,38	-0,39	-0,38	-0,37	-0,37
e	-0,36	-0,39	-0,39	-0,38	-0,34	-0,36
f	-0,37	-0,41	-0,4	-0,42	-0,35	-0,36
g	-0,34	-0,4	-0,39	-0,38	-0,36	-0,36
h	-0,34	-0,38	-0,46	-0,38	-0,37	-0,35
ch	-0,32	-0,33	-0,38	-0,37	-0,34	-0,33
i	-0,21	-0,28	-0,29	-0,28	-0,21	-0,22
j	-0,2	-0,23	-0,24	-0,24	-0,2	-0,19
k	-0,18	-0,2	-0,21	-0,22	-0,2	-0,18
l	-0,17	-0,21	-0,22	-0,21	-0,22	-0,17
m	x	-0,15	-0,16	-0,16	-0,14	x
n	x	-0,1	-0,12	-0,14	-0,11	x
o	x	-0,11	-0,13	-0,14	-0,1	x
p	x	-0,1	-0,12	-0,13	-0,11	x
q	x	-0,1	-0,12	-0,12	-0,11	x
r	x	-0,11	-0,13	-0,12	-0,09	x
s	x	-0,1	-0,12	-0,13	-0,11	x
t	x	-0,09	-0,11	-0,12	-0,08	x
u	x	-0,1	-0,12	-0,11	-0,11	x
v	x	-0,09	-0,11	-0,12	-0,09	x

Body v tabulkách 16, 17 náleží bočnímu dílu, jehož středem vede 4. vertikální přímka. Z hodnot z tabulek je zřejmé, že největší roztažnost nastává ve středu celého stříhového bloku. Tento bod se nachází na nejvyšším místě boků, proto je tato hodnota zřejmá. Dále je také z tabulky vidět, že v oblasti boku stehna je vyšší průměrná roztažnost nad 30 %. Tento jev bude dále možné pozorovat i u přední části stehna v tabulce 20.

Tabulka 18 Hodnoty změn velikosti sítě PD v horizontálního směru

Roztažnost- Horizontální směr [mm]								
	B1	B1.2	B1.3	B1.4	B1.5	B1.6	B1.7	B1.8
a	x	x	x	x	x	x	x	2
b	x	x	x	x	x	x	2,11	2,18
c	x	x	x	x	x	2,22	2,2	2,32
d	x	x	x	x	2,17	2,47	2,66	2,46
e	x	x	x	2,04	2,13	2,85	3,18	2,76
f	x	x	2,34	2,24	2,34	2,78	3,16	3,09
g	x	2,7	2,69	2,3	2,27	2,71	3,12	4,02
h	2,84	2,76	2,54	2,68	2,44	2,92	3,4	4,25
ch	2,86	2,79	2,61	2,81	2,63	2,8	3,18	4,54
i	3,07	2,83	2,7	2,55	2,52	2,92	3,6	3,96
j	3,09	3,02	2,55	3,05	2,59	2,99	3,63	3,51
k	3,12	3,09	2,64	3,18	2,79	3,18	3,82	2,83
l	3,33	3,1	2,05	2,88	2,91	3,25	3,92	2,6

Tabulka 19 Hodnoty změn velikosti sítě PD ve vertikálním směru

Roztažnost- Vertikální směr [mm]								
	B1	B1.2	B1.3	B1.4	B1.5	B1.6	B1.7	B1.8
a	x	x	x	x	x	x	x	-0,11
b	x	x	x	x	x	x	-0,12	-0,26
c	x	x	x	x	x	-0,1	-0,15	-0,66
d	x	x	x	x	-0,05	-0,15	-0,2	-0,16
e	x	x	x	-0,02	-0,09	-0,21	-0,35	-0,57
f	x	x	-0,15	-0,1	-0,12	-0,25	-0,33	-0,1
g	x	-0,31	-0,26	-0,12	-0,21	-0,22	-0,41	-0,47
h	-0,24	-0,3	-0,22	-0,26	-0,29	-0,26	-0,45	-0,38
ch	-0,26	-0,29	-0,25	-0,28	-0,3	-0,25	-0,39	-0,94
i	-0,34	-0,31	-0,29	-0,23	-0,25	-0,29	-0,32	-0,55
j	-0,36	-0,36	-0,28	-0,3	-0,26	-0,31	-0,42	-0,64
k	-0,33	-0,36	-0,3	-0,31	-0,31	-0,33	-0,45	-0,55
l	-0,38	-0,37	-0,1	-0,28	-0,29	-0,35	-0,51	-0,5

Tyto dvě tabulky mapují oblast dolní části břicha. Tabulky jsou vedeny od bodu B1.8, který je také 7. vertikální přímkou na lidském těle. Je vidět že roztažnost je v těchto místech malá a z větší části zanedbatelná. Přesto je důležité mapovat i tuto oblast, jelikož se jedná o velice dynamickou část těla, která je neustále v pohybu.

Při měření vertikální roztažnosti je u bodu B1.8 na první pohled vidět nepřírozně velká roztažnosti. Toto je způsobeno přítomností švu, který spojuje levý a pravý díl kalhot. Vysoké pnutí v daném místě u reálného výrobku nenastane, a to z důvodu nepřítomnosti švu.

Tabulka 20 Hodnoty změn velikosti sítě PD v horizontálního směru





Roztažnost- Horizontální směr [mm]					
	B1	B1.2	B1.3	B1.4	B1.5
a	3,88	3,15	3,96	3,99	3,21
b	3,65	3,44	4,18	4,01	3,45
c	3,99	3,8	4,8	4,33	3,96
d	4,03	4,03	4,89	4,31	3,78
e	4,3	4,41	5,33	4,79	3,81
f	4,45	4,52	5,28	4,68	4,45
g	4,53	4,83	5,67	4,98	4,75
h	4,45	4,77	6,25	5,16	5
ch	4,82	4,84	6,08	4,75	4,7
i	4,41	4,93	6,18	4,76	4,72
j	4,23	4,32	6,12	4,42	4,84
k	4,1	4,63	6,3	4,49	4,3
l	4,03	4,63	5,89	4,35	4,5
m	3,85	4,35	5,69	4,08	4,83
n	3,84	4,63	5,87	4,13	4,51
o	3,82	4,8	5,69	3,8	4,6
p	3,78	4,41	5,57	3,78	4,61

Tabulka 21 Hodnoty změn velikosti sítě PD ve vertikálním směru

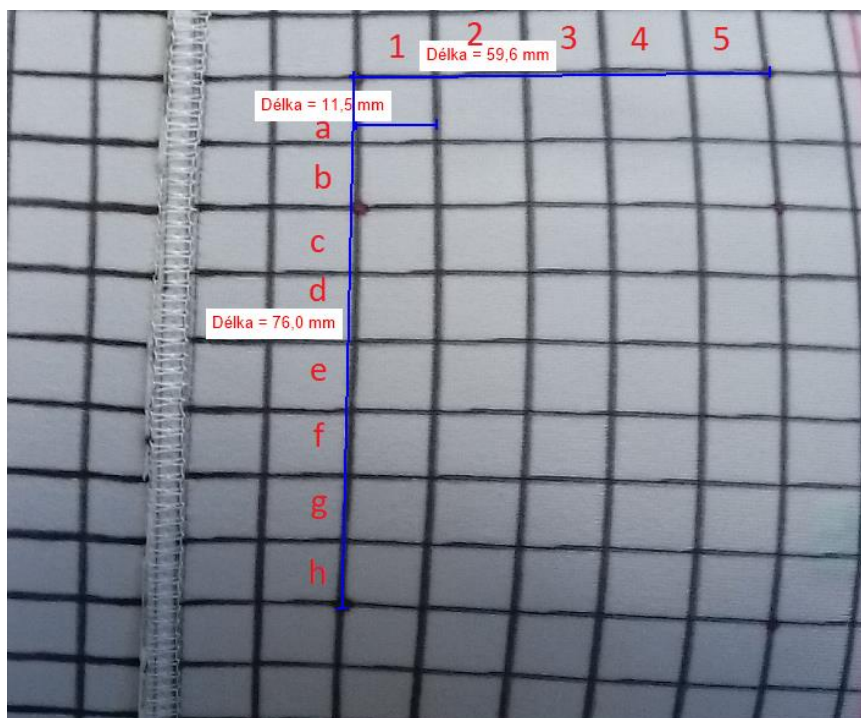
Roztažnost- Horizontální směr [mm]					
	B1	B1.2	B1.3	B1.4	B1.5
a	-0,11	-0,4	-0,62	-0,72	-0,9
b	-0,67	0,1	0,05	0,03	0
c	-0,32	-0,62	-0,38	0,34	0,05
d	-0,36	0,05	0,04	-0,05	0,06
e	-0,35	-0,21	-0,53	-0,58	-0,54
f	-0,57	-0,26	0,12	-0,13	0,19
g	-0,26	-0,48	-0,82	-0,51	-0,47
h	0,16	-0,35	0,1	-0,21	-0,19
ch	-0,3	0,12	-0,29	-0,27	-0,17
i	-0,22	0,45	-0,13	-0,15	-0,14
j	-0,59	-0,32	-0,02	-0,05	-0,04
k	-0,15	-0,26	-0,4	-0,32	-0,29
l	-0,1	-0,18	-0,39	-0,33	-0,41
m	-0,58	-0,74	-0,43	-0,72	-0,86
n	-0,45	-0,49	-0,43	-0,4	-0,57
o	-0,08	-0,21	-0,46	-0,07	-0,05
p	-0,18	-0,2	-0,47	-0,76	-0,54

Tabulky 20 a 21 popisují stehenní oblast předního dílu. Středem této oblasti 6. vertikální přímkou lidského těla. V těchto místech byla naměřená roztažnost nejvyšší ze všech předchozích měření. Roztažnost v jednotlivých elementech se pohybovala průměrně kolem 45 %. Extrémem celé této oblasti zůstává bod s naměřenou roztažností sahající až k 60 %.

V tabulkách 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 a 21 jsou uvedeny difference velikostí sítě. Jednotlivé body jsou barevně rozděleny podle velikosti změny rozměru na:

-  Malé zvětšení rozměru do 2 mm v horizontálním a zmenšení do 0,2mm ve vertikálním směru.
-  Zvětšení nad 2 mm v horizontálním a menšení nad 0,2 mm ve vertikálním směru.
-  Zvětšení nad 3 mm v horizontálním a menšení nad 0,3 mm ve vertikálním směru.
-  Zvětšení nad 4 mm v horizontálním a menšení nad 0,4 mm ve vertikálním směru.

Ověření metody měření elementů a sítě bylo provedeno na obrazové analýze. Kontrola byla prováděna na místě vymezeném pro blok v zadní části kalhot. Zkoumána byla změna ve velikosti v obou dvou směrech roztažnosti materiálu, a to v horizontálním i vertikálním.



Obrázek 28 Ověření difference elementů na obrazové analýze.

Tabulka 22 Ověření difference elementů na obrazové analýze horizontální směr.

	Hodnoty naměřené přímo [mm]	Hodnoty z obrazové analýzy [mm]
B1 až B1.5 (horizontální roz.)	63,03	59,6
A – H (vertikální roz.)	78,19	76,0

Z tabulky je zřejmé, že celkové hodnoty se liší zhruba v rozmezí 2 - 3mm. Rozdíl mohl být způsoben zaokrouhlením hodnot, nebo tloušťkou ohraničení samotného elementu. Hlavním důvodem je však to, že obraz dosazení do obrazové analýzy je dvourozměrný. Obrazová analýza měří na základě přímé vzdálenosti. Díky tomu, že je dosazený snímek „plochý“, program nemůže počítat s reálným zakřivením měřeného povrchu. Tento problém by se dal částečně řešit zvolením menších měřících elementů, například 5x5 mm, nebo dosazením snímku přímo kolmému k měřené ploše. Tato řešení jsou však vhodná pouze pro omezenou měřenou plochu.

2.6 Konstrukční algoritmus pro tvorbu stříhu

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit stříhovou konstrukci dámských kalhot sportovního charakteru vyrobených z tubusové pleteniny s vymezením stříhových bloků.

Pro tuto konstrukci jsou důležité hodnoty: bhs, op, os. Celá konstrukce je sestavená pouze z rozměrů získaných měřeními na lidském těle. Možnosti získání těchto rozměrů jsou popsány v kapitole 1.1 Metodika měření tělesných rozměrů.

Bloky byly určeny:

- z hodnot tabulek 14 až 21,
- z hodnot získaných stínovým moiré (vytvořeného 3D snímáním) a hodnot získaných z obrazové analýzy programu NIS – Elements.

Ke kompletaci celých kalhot je potřeba zhotovení rozkrokového klínu. Ten u tubusové pleteniny nemůže být součástí celé konstrukce a je nutno jej konstruovat zvlášť. Rozkrokový klín je konstruovaný dle metodiky popsané v kapitole 1.10.3




Pro získání hodnoty bhs byly použity velikostní tabulky Müller pro velikost 38.

2.6.1 Základní konstrukce pro dámské seamless kalhoty

Tabulka 23 Základní konstrukce pro dámské seamless kalhoty

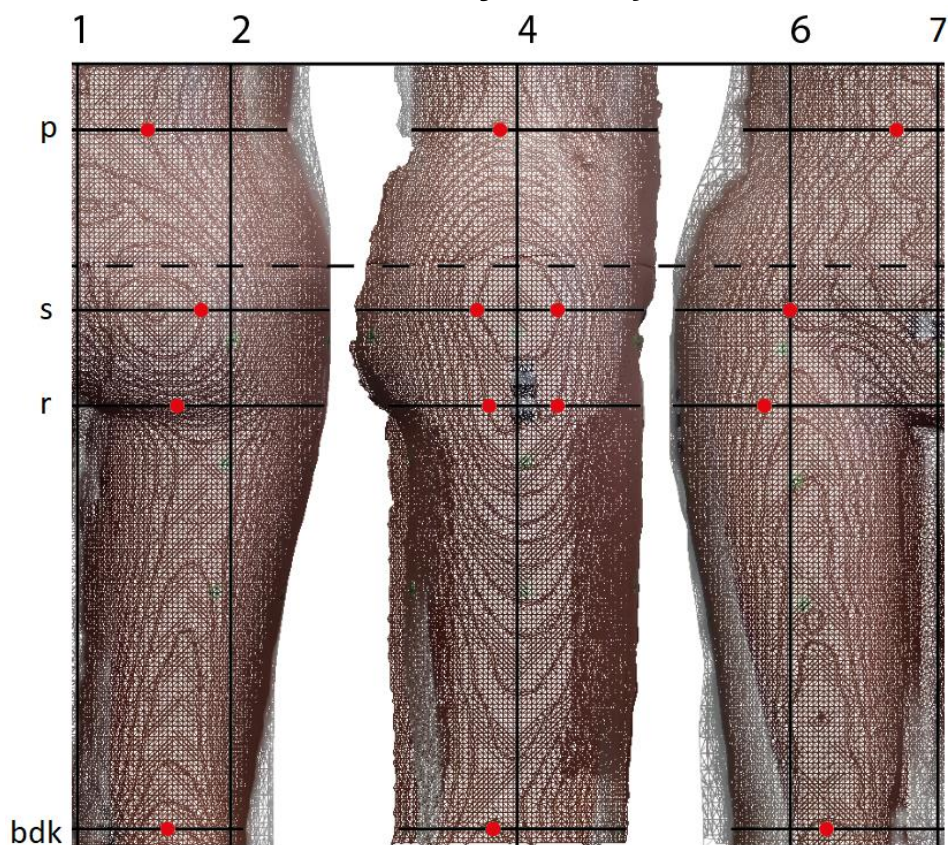
P.č.	Název rozměru	Popis konstrukce	Vztah
1.	Boční přímka	4	Současná pro PD , ZD
2.	Pasová přímka	$p \perp 4 \rightarrow P4$	
3.	Rozkroková přímka	P4 R4	bhs
4.	Délka kalhot	P4 D4	bdk
5.	Výška sedu	R4 S4	$0,05os + 3$
6.	Sedová, rozkroková, dolní přímka	$s, r, d \perp 4$	
7.	Šířka sedu PD	S4 S7	$0,25op$
8.	Šířka sedu ZD	S4 S1	$0,25op$
9.	Přední středová přímka	$7 \perp s$ v bodě S7 \rightarrow P7 R7	
10.	Zadní středová přímka	$7 \perp s$ v bodě S1 \rightarrow P1 R1	
11.	Dolní šířka kalhot	$D4 D8 = D4 D8'$	$0,5 ok$
12.	Zvýšení pasové přímky	P1 P11	$0,05os - 1$
Rozkrokový klín			
13.	Středová přímka	4	
14.	Horizontální přímka	$h \perp 4 \rightarrow R2$	
15.	Horizontální šířka	$R2 R3 = R2 R3'$	$1/10 os * Eš (0,7)$
16.	Vertikální výška	$R2 R1 = R2 R1'$	$(1/10 os + 2) * Ed (0,9)$

Barvy zvýrazněných řádků odpovídají barvám zvoleným u kapitol „Konstrukční metodiky“.

- Konstrukční metodika č.1 
- Konstrukční metodika č.2 
- Konstrukční metodika č.3 

Konstrukce je vhodná pro více velikosti, a to z důvodu použití regresních vztahů. Konečný počet velikostí, na které je možné regresní vztahy uplatnit, by prozradilo až uplatnění stupňovacích pravidel. Touto problematikou by se mohla zabývat práce, která by se soustředila na bližší zkoumání konstrukční metodiky.

2.7 Konstrukce kalhot se stříhovými bloky



Obrázek 29 Části lidského těla, odpovídající konstrukci

Konstrukce kalhot a stříhových bloků v ní umístěných s vyznačenou rozdílnou roztažností je znázorněna na obrázku 30. Tato konstrukce a vyznačené stříhové bloky vychází z tabulek 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 a 21.

Na obrázku 30 je znázorněna celková konstrukce společně se stříhovými bloky. Stříhové bloky jsou ohraničené červenou linií. Tyto hranice byly získány pomocí vytvoření moiré efektu za pomoci 3D snímání povrchu lidského těla. Určení bloků bylo provedeno na základě zpracování dat z obrazové analýzy programu NIS – Elements. Samotné bloky se barevně liší. Různá barevnost bloků symbolizuje rozdílnou roztažnost v daném místě. Podle toho, jakou barvou je určitý bloky znázorněn, musí v tomto místě nastat změna mechanické charakteristiky pleteniny. Jak již bylo zmíněno výše, rozkroková část této konstrukce je řešená formou klínu, který není pevnou součástí, a je nutno zhotovit jej samostatně. Na obrázku je tento klín znázorněn bílou barvou. U klínu se tedy nepředpokládá roztažnost. Celá konstrukce dámských seamless kalhot se sportovním charakterem s vyznačenými stříhovými bloky byla vytvořena v programu Adobe Illustrator CC 2017 v měřítku 1:3 skutečným rozměrům.

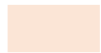
Na obrázku 30 je roztažnost stříhových bloků znázorněna podle barev:



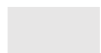
Plocha se zjištěnou roztažností větší než 40 %. Jednotlivé body se změnilo o více než 4 mm.



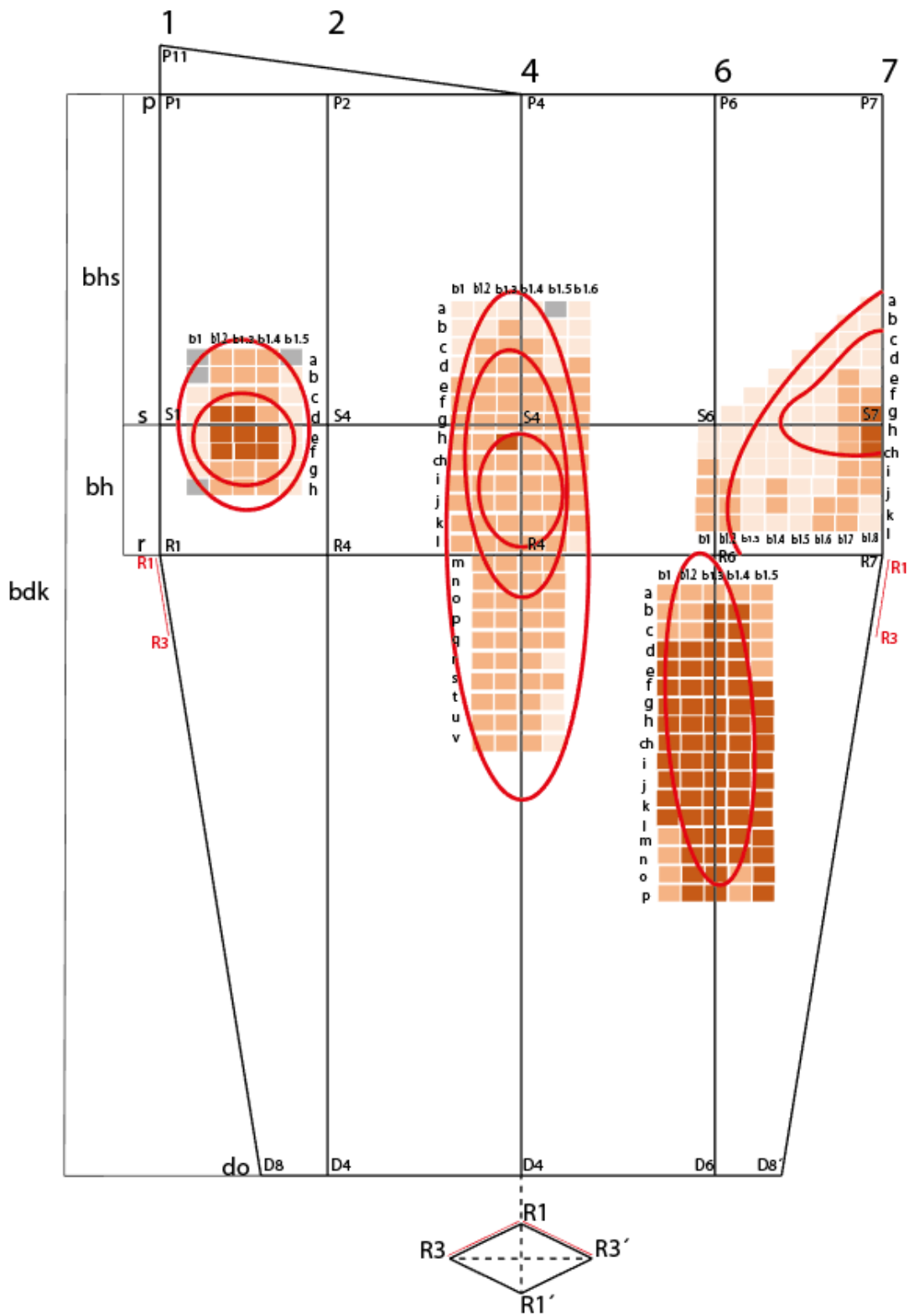
Plocha se zjištěnou roztažností větší než 30 %. Jednotlivé body se změnilo o více než 3 mm.



Plocha se zjištěnou roztažností větší než 20 %. Jednotlivé body se změnilo o více než 2 mm. Tato hodnota je již pro klasický seamless oděv zanedbatelná, jelikož nedosahuje 30 % roztažnosti. 30% roztažnost je doporučená hodnota u bezešvého prádla.



Roztažnost pod hodnotou 20 % je zanedbatelná



Obrázek 30 Konstrukce dámských seamless kalhot se vymezenými stříhovými bloky.

2.8 Shrnutí experimentální části

Experimentální část bakalářské práce se skládá ze dvou hlavních částí.

- Snímání lidského těla metodou 3D skenování a s cílem vytvoření moiré efektu.
- Určování stříhových bloků v konstrukční síti.

První část experimentální práce popisuje jednotlivé kroky vedoucí k optimálnímu rozmístění snímacího zařízení. Jednotlivé kroky jsou obohaceny o poznatky o fungování samotného 3D skeneru. Všechny způsoby měření byly prováděny za stejných podmínek.

Jako ideální se prokázala metoda měření č. 3, která byla při měření nejspolehlivější. Získaný 2D obraz touto metodou je vhodný pro další použití a vytvoření efektu moiré. Výsledný sken byl neostřejší a s co nejuvěrnějším prostorovým zobrazením.

Kromě své spolehlivosti a přesnosti měření tato metoda vynikne svou jednoduchostí, co se týče samotného rozmístění snímacího zařízení. Skener byl umístěn ve statické poloze 110cm ve vzdálenosti od snímané figuríny. Figurína byla umístěna na otočné ploše. Obrazový záznam byl prováděn zepředu, zezadu a z boku.

Efekt moiré byl vytvořen pomocí softwaru dodávaného společně se 3D skenerem Sense. Kalibrace 2D obrazu s vytvořeným moiré efektem byla prováděna v programu NIS – Elements. Jako kalibrační body sloužily značky umístěné přímo na povrchu měřené figuríny.

Pro potvrzení efektu moiré byly zhotoveny krátké kalhoty sportovního charakteru. Konstrukce na tyto kalhoty byla tvořena tak, aby bylo možné její budoucí uplatnění na pleteninový tubus zhotovený technologií seamless. Vytvoření konstrukčního algoritmu bylo provedeno na základě poznatků z rešeršní části. Na hotovém kalhotovém oděvu byla vytvořena síť elementů o rozměru 10x10 mm. Roztažnost materiálu byla v oblasti sedové linie 30% (horizontální směr). V pasové linii roztažnost uplatněna nebyla. Tato roztažnost vychází z literatury [12], kde je 30 % uvedena jako ideální roztažnost pro dámské prádlo. Roztažnost ve vertikálním směru byla stanovena na hodnotu 10 %.

Určení stříhových bloků bylo provedeno překrytím snímku figuríny s vytvořeným moiré efektem a snímku se zhotoveným oděvem se zhotovenou sítí elementů o rozměru 10x10 mm. Data byla zpracována v programech NIS – Elements a Adobe Illustrator. Překrytí snímků prozradilo pozice stříhových bloků.

Měření roztažnosti v oblasti stříhových bloků bylo provedeno za pomoci digitálního posuvného měřidla a zaneseno do tabulky. Při měření bylo zjištěno, že jeden stříhový blok se může skládat z rozdílné roztažnosti. Naměřená data byla ověřována pomocí obrazové analýzy. Ověřování na obrazové analýze přineslo problém v podobě zkreslení naměřených hodnot. Problém je v tom, že snímek dosazený do obrazové analýzy je dvourozměrný. Obrazová analýza měří na základě přímé vzdálenosti a nedokáže předpokládat s reálné zakřivením, které nastává na povrchu těla figuríny.

Konstrukce pro dámské sportovní seamless kalhoty byla doplněna o stříhové bloky s vymezenými jednotlivými elementy roztažnosti. Aby bylo možné konstrukční algoritmus využít pro více velikostí, nejsou v něm použity žádné konstantní hodnoty. Všechny konstrukční parametry jsou nezávislé a lze je dopočítat. Celá konstrukce je sestavená pouze z rozměrů získaných měření na lidském těle.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo sestavit konstrukční stříh pro dámské seamless krátké kalhoty sportovního charakteru s vyznačenými stříhovými bloky. Práce je rozdělena do dvou částí – rešeršní a experimentální.

Rešeršní část bakalářské práce popisuje veškerou teorii, kterou je třeba znát před samotným experimentem. Tato část popisuje zjišťování geometrie lidského těla bezkontaktními metodami měření, seamless technologie pletení a čtyři konstrukční metodiky pro tvorbu dámských kalhot. Zahrnuty jsou například metodiky NVS a Müller.

Pro experimentální část byla vybrána figurína odpovídající přesné velikosti lidského těla. Na této figuríně byl aplikován moiré efekt za pomoci 3D ručního skeneru od firmy Sense. Tato metoda se osvědčila a je vhodná pro určení stříhových bloků dámských seamless kalhot.

Po zhotovení kalhot na základě poznatků z rešeršní části byly zpracovány snímky získané ze 3D skenování a snímky hotového kalhotového výrobku s vyznačenou sítí elementů o velikosti 10x10 mm. Zpracováním těchto dat v programech NIS – Elements a Adobe Illustrator bylo možné určení umístění a rozměrů stříhových bloků. Měření jednotlivých elementů sítě nám poskytuje informace o roztažnosti materiálu v místech vymezených pro stříhové bloky.

Aby bylo možné konstrukční algoritmus využít pro více velikostí, nejsou v něm použity žádné konstantní hodnoty. Všechny konstrukční parametry jsou nezávislé a lze je dopočítat. Celá konstrukce je sestavená pouze z rozměrů získaných měřeními na lidském těle.

Na tuto bakalářskou práci doporučuji navázat v problematice ověřování sítě elementů pomocí obrazové analýzy. Pro takovou práci by bylo vhodné zopakovat měření sítě za pomoci menších elementů, například 5x5 mm, nebo zvolit jiné úhly při focení obrazu pro měření. Zdokonalení tohoto kroku by bylo velice přínosné pro celkovou automatizaci procesu. Měření digitálním posuvným měřidlem je pro použití v praxi až příliš zdlouhavé. Zkoumání konstrukční metodiky vytvořené pro tuto práci by mohlo být také zajímavou prací. Přínosné by zajisté bylo zkoumání chování metodiky při uplatnění na větší či menší velikosti.

Zdroje

- [1] ZOUHAROVÁ, Jana. *Výroba oděvů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN 80-7083-781-0.
- [2] MUSILOVÁ, B. *Konstrukce oděvů: Metody měření tělesných rozměrů* [přednáška]. Liberec: Technická univerzita v Liberci: Fakulta textilní. [cit. 2019-03-27].
- [3] *3D skenování* [online]. [cit. 2019-03-27]. Dostupné z: <https://www.3d-skenovani.cz/>
- [4] *Princip 3D skenování* [online]. [cit. 2019-03-27]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/2851-3d-skenovani.html>
- [5] *Laserová triangulace* [online]. [cit. 2019-03-27]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/mereni-a-regulace/princip-funkce-laserovych-snimacu-vzdalenosti-s-triangulacnim-principem-mereni.html>
- [6] *Specifikace 3D Sense* [online]. [cit. 2019-03-27]. Dostupné z: <https://www.3dsystems.com/3d-scanners/sense-scanner/specifications>
- [7] *Program NIKON NIS* [online]. [cit. 2019-03-27]. Dostupné z: <https://www.hanyko-praha.cz/produkty/metalografie/software-pro-hodnoceni-struktury/nikon-nis-elements/>
- [8] MUSILOVÁ, Blažena, Petra KOMÁRKOVÁ a Viera GLOMBÍKOVÁ. *Základy konstruování oděvů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN 80-708-3783-7.
- [9] MUSILOVÁ, B. *Konstrukce oděvů: Charakteristika konstrukčních stříhů oděvů z elastického materiálu* [přednáška]. Liberec: Technická univerzita v Liberci: Fakulta textilní. [cit. 2019-03-27].
- [10] HAYES, Steven G. a Praburaj VENKATRAMAN. *Materials and technology for sportswear and performance apparel*. Boca Raton, [2016]. ISBN 978-1-4822-2050-6.
- [11] FILATOV, Vladimír Nikolajevič. *Navrhování pružných textilních výrobků*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984.
- [12] MUSILOVÁ, B. *Konstrukce oděvů: Konstrukce stříhu dámských kalhoty metodiky NVS* [přednáška]. Liberec: Technická univerzita v Liberci: Fakulta textilní. [cit. 2019-04-08].
- [13] MUSILOVÁ, B. *Konstrukce oděvů: Stříhová konstrukce legín*. [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci: Fakulta textilní. [cit. 2019-04-08].

[14] *Barva světla* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.t-led.cz/info/barva-svetla.html>