

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

**OVĚŘOVÁNÍ VALIDITY 3D SIMULACE
SPLÝVAVOSTI V SYSTÉMU VSTITCHER**

**VERIFICATION OF THE VALIDITY 3D DRAPE
SIMULATION IN THE VSTITCHER SYSTEM**

Bc. JAROSLAVA KOPECKÁ

Vedoucí práce: Ing. Viera Glombíková, Ph.D.

Počet stran: 64

Počet obrázků: 28

Počet tabulek: 7

Počet příloh: 31

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jaroslava Kopecká**
Osobní číslo: **T10000069**
Studijní program: **N3106 Textilní inženýrství**
Studijní obor: **Textilní a oděvní technologie**
Název tématu: **Ověřování validity 3D simulace splývavosti v systému VStitcher**
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. Průzkum mezinárodního trhu systémů pro 3D vizualizaci oděvních výrobků.
2. Rešerše zaměřená na analýzu vztahu mezi parametry textilií, které jsou používány jako vstupní veličiny pro provedení 3D simulace chování oděvu na virtuální figuríně, a "přesností" výsledné simulace.
3. Experiment zaměřený na použití zařízení pro 3D skenování splývavosti (vyvinutého KOD) pro ověření přesnosti simulace splývavého chování oděvu na virtuální figuríně v rámci systému VStitcher.
4. Zhodnocení výsledku experimentu z hlediska vhodnosti použití 3D scanneru splývavosti jako nástroje pro verifikaci správnosti výsledků systému VStitcher.

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace
Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

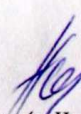
- Wu, Y.Y. et al. An investigation on the validity of 3D clothing simulation for garment fit evaluation, Proceedings of the IMPoVe 2011, Venice - Italy, p.463-468,
- Bye, E. and McKinney, Fit analysis using live and 3D scan models, International of Clothing Science and Technology, 22, 2010, p.88-100
- Fan, J. et al. Clothing Appearance an Fit: Science and Technology, Woodhead Publishing in Textiles, 2004
- Odborné a vědecké časopisy

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Viera Glombíková, Ph.D.**
Katedra oděvnictví

Datum zadání diplomové práce: **12. června 2014**
Termín odevzdání diplomové práce: **8. ledna 2015**


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 12. června 2014

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) 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 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.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Poděkování

Velký dík patří Ing. Vieri Glombíkové, Ph.D., za odborné vedení, cenné připomínky a trpělivost při zpracování této diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala Ing. Marii Nejedlé, Ph.D., za poskytnuté informace při realizaci v počítačovém programu.

Abstrakt

Diplomová práce ověřuje nabídku firem vyrábějících trojrozměrné vizualizace na mezinárodním trhu. Pojednává o schopnostech nabízených počítačových programů a k nim dostupných pracovních nástrojů. První část je zaměřena na články a studie zabývající se danou problematikou a příbuzným odvětvím. Rešeršní část se pak zaměřuje na parametry zadávané do trojrozměrné vizualizace.

Experimentální část popisuje postup práce v 3D simulaci. Dále se zabývá naměřenými vzorky tkanin na 3D skeneru vyvinuté KOD. Závěrem jsou posouzeny snímky trojrozměrné vizualizace a reálných vzorků, které potvrdí či vyvrátí verifikaci správnosti splývavosti. Je také ověřena vhodnost použití 3D zařízení pro hodnocení splývavosti v programu VStitcher.

Klíčová slova: 3D vizualizace, splývavost, 3D skener, mechanické vlastnosti

Abstract

This thesis verifies the offer of companies producing the three-dimensional visualization on the international market. It discusses the capabilities offered by computer programs and their available tools. The first part focuses on the articles and studies dealing with the issue and related industries. Background research part is based on the parameters entered into a three-dimensional visualization.

The experimental part describes how to work in a 3D simulation. It also deals with the measured samples of fabrics on the 3D scanner developed by KOD. The conclusion assesses images and three-dimensional visualization of real samples to confirm or refute the verification of the correctness of drape. It also verified the suitability of the device for 3D assessment of drape in the VStitcher program.

Keywords: 3D visualization, drape, 3D scanner, mechanical properties

Obsah

ÚVOD	11
1 3D VIZUALIZACE ODĚVNÍCH VÝROBKŮ	12
1.1 Browzwear	12
1.1.1 VStitcher	13
1.1.2 VStyler	14
1.1.3 Fabric Testing Kit	14
1.2 OptiTex	15
1.2.1 Virtual Prototyping	15
1.2.2 3D RunwaySuite	15
1.3 CLO virtual fashion Inc	17
1.3.1 CLO 3D	17
1.3.2 Marvelous Designer	18
1.4 Lectra	19
1.4.1 Modaris and DiaminoFashion	19
1.5 Další systémy	20
1.6 Hodnocení 3D vizualizací	21
2 ANALÝZA PARAMETRŮ TEXTILÍ	23
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	27
3.1 Avatar	27
3.2 Charakteristika materiálů	31
3.3 Konstrukce střihu	32
3.4 Konstrukce střihu	33
3.5 VStitcher	34
3.5.1 Definování materiálu	35
3.5.2 Vytvoření 3D vizualizace	38
3.6 Postup 3D skenování	38

4	HODNOCENÍ EXPERIMENTU	41
4.1	Měření 1.....	41
4.2	Měření 2.....	45
4.3	Měření 3.....	48
4.4	Měření 4.....	51
4.5	Měření 5.....	53
	ZÁVĚR	62
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	63

Seznam obrázků

Obrázek 1: Nastavení parametrů [Browzwear]	13
Obrázek 2: Komunikační kanál [4]	14
Obrázek 3: Vyznačení stříhového dílu a přenesení do pracovní plochy [5]	16
Obrázek 4: Výběr textur a barev [5]	17
Obrázek 5: Simulace detailů [6]	18
Obrázek 6: 3D simulace a hotový výrobek [6]	18
Obrázek 7: Ukázka 3D vizualizace [7]	20
Obrázek 8: Čtyř-fázové hodnocení[2]	23
Obrázek 9: Upravený avatar	27
Obrázek 10: Zakřivení páteře [24]	28
Obrázek 11: Avatar – boční a přední pohled	29
Obrázek 12: Definované rozměry dětského avatara	30
Obrázek 13: Náskres kruhové sukně	33
Obrázek 14: Hotový stříh připravený k exportu	34
Obrázek 15: Tabulka pro definování textilního materiálu	36
Obrázek 16: Tabulka pro výpočet ohybu	37
Obrázek 17: Schéma měřících zařízení	38
Obrázek 18: 3D skener splývavosti	39
Obrázek 19: Měření vzorku	40
Obrázek 20: 3D simulace a reálný vzorek	43
Obrázek 21: Vyznačení směrů	44
Obrázek 22: Šablona ve tvaru válce upevněná na měřící zařízení	48

Obrázek 23: Materiál 1 aplikován na šablonu ve tvaru válce	48
Obrázek 24: Počítačová postava.....	51
Obrázek 25: Šablona ve tvaru kužele	51
Obrázek 26: Snímky 3D simulace a reálného vzorku	58
Obrázek 27: Porovnání 3D simulace a reálného vzorku	59
Obrázek 28: Porovnání 3D simulace a reálného vzorku	60

ÚVOD

Pojem virtuální simulace nabírá na významu ve všech průmyslových odvětvích. Není tomu jinak ani v módním průmyslu, kde se trojrozměrné vizualizace stávají dostupným prostředkem a účinným nástrojem výrobního procesu.

Móda má stále zvyšující se nároky na kvalitu a design. Z tohoto hlediska je nutná rychlost pracovního procesu a minimalizace nákladů. Právě pro tyto předpoklady je vhodným nástrojem počítačový program, který dokáže představit hotový výrobek, aniž bychom plýtvaly prostředky na zkušební konfekci, která ani nemusí být odběratelem přijata. Mimo jiné, je to i cesta jak šetřit životní prostředí a nemrhat vlastním časem a financemi.

Cílem této diplomové práce je ověřit splývavost simulovaného textilního materiálu s reálnou tkaninou pomocí 3D skeneru vyvinutého KOD. V práci bude vytvořena trojrozměrná postava na základě rozměrů testovaného vzorku, který je testován na zařízení pro splývavost. Práce ověřuje shodu a zaměřuje se, zda lze tento způsob brát jako vyhovující pro hodnocení.

V teoretické části práce je ověřena nabídka mezinárodního trhu a firem nabízejících trojrozměrné vizualizace a jsou hodnoceny jejich nabízené pracovní nástroje. Okrajově se zmiňuje i myšlenkou, jak si vybrat vhodný počítačový program pro práci.

Rešeršní část se zaměřuje na splývavost a mechanické vlastnosti. Zabývá se vztahem mezi parametry textilií, použité jako vstupní veličiny do vizualizace, a spojitostí parametrů a odkazy na ukázky studií a článků, které se s danou problematikou zprostředkovaně spojují.

Experimentální část popisuje postup práce při realizaci 3D simulace v počítačovém programu VStitcher, kde se definuje potřebná dokumentace pro správný chod vizualizace. V další části jsou naměřeny tři testované vzorky na zařízení vyvinuté katedrou.

Na základě získaných snímků z měření reálných vzorků a snímků 3D simulace, práce vyhodnocuje správnost splývavosti textilií. Ověřuje, zda je tato metoda vhodná pro hodnocení splývavosti v programu.

1 3D VIZUALIZACE ODĚVNÍCH VÝROBKŮ

Termín 3D je zkratkou pro tzv. „trojrozměrný rozměr“. Jedná se o tři dimenze, například šířku, délku a hloubku. Tato zkratka se používá pro zobrazení trojrozměrných objektů na plochém dvourozměrném médiu například na počítačové obrazovce.

V posledních několika desetiletích byla věnována pozornost 3D simulacím, které by mohly urychlit proces vývoje, snížit náklady a v neposlední řadě i zlepšit samotnou přesnost vizualizace. Jedná se především o chování tkaniny, která má značný vliv na tvar oděvu.

V roce 1980 byl zahájen výzkum na 3D modelování pro virtuální lidské oděvy, uplatňován byl především ve filmech a animacích. Softwary poskytující 3D vizualizaci oděvů jsou například Runway 3D od firmy OptiTex, VStitcher od Browzwear nebo Modrias 3D fit Lectra.

Módní průmysl stále váhá v přijetí 3D funkce při navrhování. Ovšem důležitým faktorem ve vývoji je snížení nákladů a okamžitá představa konečného designu. To znamená, že při nákupu, za použití 3D vizualizace, lze usnadnit a urychlit rozhodování zákazníka. Nedostatek simulace spočívá v náročnosti odvození výsledného chování textilních materiálů navrhovaného oděvu. Na druhé straně, výzkum 3D simulace oblečení je na vzestupu a modely můžeme přizpůsobit dle tělesných rozměrů zákazníka.

[1, 2, 3]

Hlavním cílem této kapitoly je prozkoumat trh a ověřit nabízené schopnosti softwarových programů.

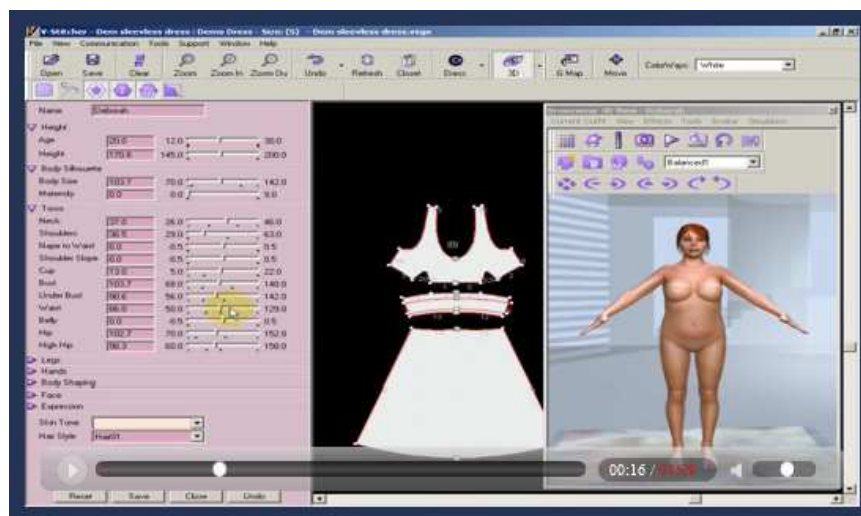
1.1 Browzwear

Mezinárodní značka poskytující revoluční změny v módním designu a výrobě. Díky produktům jako VStitcher, VStyler a FTK, které používají profesionálové po celém světě, umožňuje zlepšení konstrukčních a výrobních procesů. To má za následek šetření času a peněz. Browzwear je pokrokem v 21. století pro oděvní průmysl, ať už pro projektanty, výrobce či nakupující.

1.1.1 VStitcher

3D aplikace pro oděvní design vytváří realistické návrhy. Systém nabízí podrobné 3D modely přizpůsobené podle parametrů jako je věk, pohlaví, tělesné rozměry a držení těla. Mezi další aspekty, které lze v programu upravit, patří barva pleti, účes či fáze těhotenství. Na Obrázek 1 vidíme ukázkou z videa nastavení parametrů, které je umístěné na webových stránkách browzwear v sekci demo, virtuální model.

V levé části obrázku se nachází tabulka parametrů a rozměrů. Všechny změny se okamžitě ukazují na postavě v pravé části obrázku (Obrázek 1).



Obrázek 1: Nastavení parametrů [Browzwear]

Kompatibilitnost 2D vzorů a 3D simulací má za následek okamžité změny při úpravě bodů či přetažení křivek. Při realizaci designu lze snadno měnit barvu, vzor, velikost i materiál. Na základě pokročilých matematických a fyzikálních algoritmů dokáže program nasimulovat splývavost po zadání základních fyzikálních vlastností tkaniny.

Schopnost vývoje výrobku a rychlost při návrhu designu patří mezi výhody. Dozajista to zkracuje dobu před uvedením výrobku na trh a snižuje náklady při vývoji výrobku. Mezi ušetřené náklady můžeme počítat i plýtvání materiálem při výrobě zkušebních oděvů.

1.1.2 VStyler

Aplikace umožňuje návrhářům volnost při navrhování. VStyler má veškeré potřebné znalosti v ohledu textílie a textury, aby vyrobila realistický obraz ve 3D. Designér se věnuje pouze navrhování. Nabízí se tak možnost prozkoumat bezpočet různých barev a vzorů bez nákladů.

Další výhodou je možnost komunikace s odběrateli a dodavateli pomocí komunikačního kanálu viz. Obrázek 2. Lze tak snadno a rychle konzultovat konečný vzhled oděvu.



Obrázek 2: Komunikační kanál [4]

1.1.3 Fabric Testing Kit

Browzwear vyvinula FTK pro podporu uživatelů, aby mohli plně využít realistický obraz. Fabric Testing Kit pomáhá získat co nejpřesnější 3D simulace, na základě informací o textílii.

Výše uvedená firma též nabízí kompletní řadu parametrů jako je objem, hmotnost, pružnost, linearitu a další potřebné informace o materiálu. Uživatel obdrží informace po zaslání tří vzorků o velikosti 10 cm na 22 cm. Vzorky musí být střižené po osnově, útku a kosmo. Zasláné informace parametrů se zadávají do dialogových oken u systému VStitcher a VStyler.

[4]

Díky této možnosti lze získat realistický obraz pro 3D vizualizace, na základě námi zvoleného materiálu, aniž bychom museli vlastnit jakékoli měřicí zařízení.

1.2 OptiTex

Společnost funguje již od roku 1988. Je předním vývojářem 2D a 3D řešení pro textilní, průmyslové tkaniny, oblečení, čalounění, kompozity a jiné další šité výrobky. Společnost poskytuje digitální softwarové řešení pro návrh, simulaci a optimalizaci procesu. OptiTex se pyšní i aktivním elektronickým obchodem, za pomoci online nástrojů.

3D simulace berou v potaz fyzikální vlastnosti materiálů a při použití 3D Suit Tools je schopna vytvořit z 2D vzoru tzv. „3D real-to-life“ simulaci tkanin. Umožňuje to návrhářům vytvářet přesvědčivé návrhy. OptiTex umožňuje zákazníkům snížit náklady, urychlit uvedení výrobku na trh a stát se konkurenceschopnější.

OptiTex využívají módní značky jako Patagonia či Cherokee a v neposlední řadě i spousta předních výrobců automobilového průmyslu, např. BMW, Audi nebo Porsche.

Klíčovým produktem v oděvním průmyslu je 3D Runway Designer, který nabízí snadné užívání, věrné modely a v neposlední řadě, jak zmiňuje Zorana Kozomara (přední módní návrhářka), i šetrnost k životnímu prostředí.

1.2.1 Virtual Prototyping

Virtual Prototyping nabízí ukázkové simulace tzv. „virtuálních tkanin“. Vytváří barevné kompozice, úpravu vzoru, loga nebo jeho velikost a umístění. 3D simulace umožňuje okamžitý náhled navrhovaného výrobku. Figuríny je možné upravovat za pomoci šedesáti parametrů, díky kterým lze získat optimální vizuální znázornění cílové skupiny. Nechybí zde ani doplňky v podobě zdrhovadel, přezek a nýtů, a v neposlední řadě i řasení, sklady a jiné detaily. Padnutí oděvu ověřuje mapování zón s velikostí tlaku, působící na oděv figurínou.

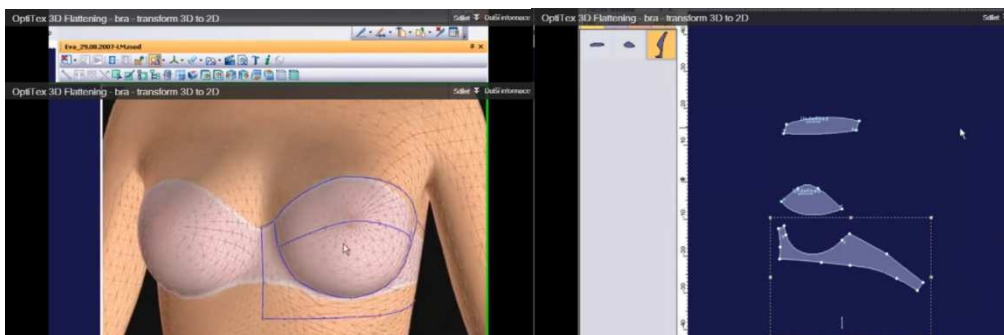
1.2.2 3D RunwaySuite

Jedná se o kolekci aplikací, které vytvoří realistické 3D oděvy. První aplikací je 3D Creator, který má v nabídce širokou škálu figurín. Velikost figuríny lze ještě přizpůsobit pomocí

65 nastavitelných parametrů, samozřejmě i držení těla. V případě zakázkového provozu lze vyrobit figurínu dle předlohy zákazníka a následně prezentovat hotové výrobky na míru.

3D Flattener vytváří členění na hotovém výrobku. Takzvaně převádí 3D povrch do 2D stříhu. Technologie je využívána nejvíce u leteckého a automobilového průmyslu pro čalounění, sedačky a další. V oděvním průmyslu pomáhá při navrhování oděvů přiléhajících na tělo. Příkladem může být spodní prádlo, plavky či neopreny.

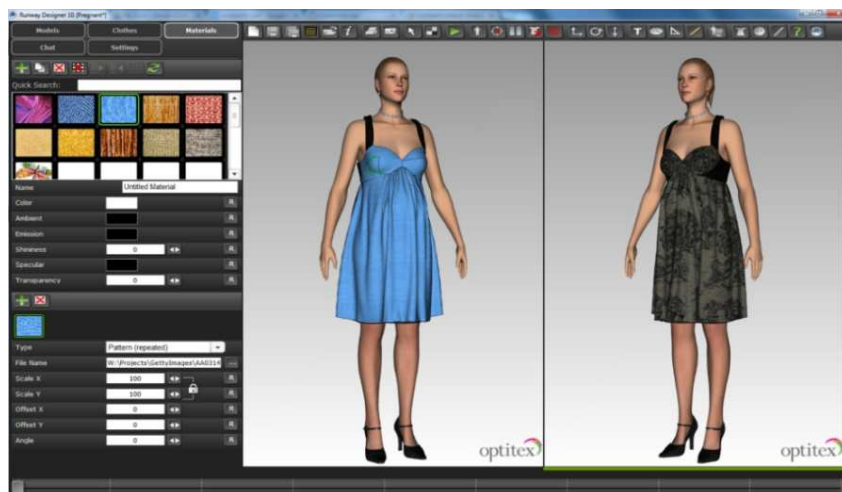
Na Obrázek 3 lze vidět vytyčení bodů a křivek na postavě, které označují členění a tvar oděvu.



Obrázek 3: Vyznačení stříhového dílu a přenesení do pracovní plochy [5]

Obrázek 3 je ukázkou 3D obrazu získaného přímo z virtuální postavy, převedeného do stříhové podoby. Dále je možné upravovat stříhové části, křivky i body, popřípadě provést stříhové modelace.

Další aplikací 3D Runway Suit je 3D Designer. Úprava vzorů, změna textury, vkládání loga, stručně řečeno nepřeborná škála možností s okamžitou ukázkou modelu v reálné vizualizaci (Obrázek 4: Výběr textur a barev [5]).



Obrázek 4: Výběr textur a barev [5]

3D Digitizer je poslední aplikací, která je součástí kolekce 3D Suit. Funguje na principu digitalizace 3D obrazů, které se zpodobní ve stříhové podobě neboli v 2D.

[5]

1.3 CLO virtual fashion Inc

Nezávislá technologická společnost v Koreji nabízí dva softwary CLO 3D a MarvelousDesigner. Hlavním cílem společnosti je snaha pomoci návrhářům při rychlé tvorbě oděvů, které mají reálný vzhled a věrohodnost. Jedná se o nástroje určené pro virtuální zobrazení oděvů, zrychlení úvodu na trh a v neposlední řadě je zde zmíněna i šetrnost k životnímu prostředí.

1.3.1 CLO 3D

CLO 3D nabízí uživatelsky snadný software, který si lze osvojit během jednodenního školení. Okamžité výsledky lze vidět již při návrhu nebo úpravě navrhovaného oděvu. Možnost nastavení parametrů fyzikálních vlastností látek umožňuje simulaci různých materiálů a chování hotového oděvu. Parametry jsou například ohybová tuhost, hustota, pružnost a jiné. Další funkce pro padnutí oděvu mohou být vnitřní pohled nebo tlak vyvíjený na oděv, ať už v pohybu či ve statickém postoji. Figuríny neboli tzv. avatary lze nadefinovat pomocí 27 parametrů. CLO 3D má smysl pro detail, což lze vidět na Obrázek 5. Nasimuluje záhyby způsobené aplikací doplňku v pasové linii, řasení, plisování i zažehlené linky.



Obrázek 5: Simulace detailů [6]

V softwaru nechybí možnost vytvoření vlastního záznamu pro simulaci módní přehlídky s možností střídání oděvů a úpravou prostředí.

1.3.2 Marvelous Designer

Software je určený především pro animace, hry a reklamu. Navrhuje přesné a efektivní vzory bez pomoci ostatních CAD systémů. Jedná se o kombinaci vzorů a 3D splývavosti, vytvářející realizační fáze designu. Na Obrázek 6 je ukázka simulovaného oděvu a skutečného oblečení.



Obrázek 6: 3D simulace a hotový výrobek [6]

Software Marvelous Designer přináší tvorbu základních vzorů a jejich úpravy, vkládání detailů v podobě gumiček, řasení a skládání. Práce se vzory, vytváření log a potisků je možné upravovat velikostí, rotací i uspořádáním. U avatara, který jde mimo jiné velikostně přizpůsobit, lze ovládat i jeho pózy.

CLO 3D s Marvelous Designer vykazuje značnou podobnost a některé funkce jsou pro obě aplikace stejné. Například tvorba detailů, schopnost simulace padnutí oděvu či ztvárnění záznamu módní přehlídky.

[6]

1.4 Lectra

Společnost byla založena v roce 1973 ve Francii. Po třech letech působení předvedla první prodáváný systém CAD. V dnešní době se specializuje na oděvní průmysl (textil, kůže, průmyslové tkaniny), automobilový průmysl, nábytek, letectví a další.

Hlavním cílem je umožnit zákazníkům zjednodušit výrobu a vývoj designu. Za pomoci CAD/CAM softwarů lze v oděvním průmyslu plánovat a řídit celý proces výroby. Lectra je používaná řadou zákazníků i známými značkami jako Louis Vuitton, Diesel nebo Marks & Spencer.

Product Lifecycle Management je jeden z produktů nabízený společností. Jedná se o kombinaci nástrojů pro manažery. Zde nejde pouze o technologický projekt, ale zlepšuje sdílení informací, kvalitu, plánuje a řídí správu výroby. Získání elegantního a inteligentního designu nabízí Lectra Kaledo Suite, jak blíže zmiňují na webových stránkách. Hlavní náplní je odbourat dobu strávenou navrhováním. Návrhář tzv. vytváří koncept, kde kombinuje základní prvky (švy, knoflíky, obruby a jiné) do jednoduchých 2D návrhů. Rozvíjí se zde tisk, vazby i pleteniny a nechybí zde ani nástroje barvy a vzorů.

1.4.1 Modaris and DiaminoFashion

Software je navržen, aby splňoval padnutí oděvu, kvalitu siluet a samozřejmě zkracuje dobu výroby. Zajímavostí je tzv. inteligentní odkaz, kde se při úpravě délky jednoho dílu změna promítne do celého výrobku, tedy jen díly, které jsou propojeny. Snižuje se tak možnost vyskytnutí chyb během úprav. Návrhář všechny změny sleduje ve 3D simulaci. Propojení 2D a 3D umožňuje provádět úpravy, které se okamžitě zakreslují.

Modaris and DiaminoFashion podporuje funkci automatického stupňování, vypočítá spotřebu a zajišťuje minimální odpad materiálu. Program je vyhovující do hromadné výroby, kde

eliminuje počet chyb a vytváří kolekci jako „jeden výrobek“. 3D simulace zde slouží pouze jako ukázka výsledného oděvu nikoli jako prezentace designu a fyzikálních vlastností s přihlédnutím materiálovým parametrům.



Obrázek 7: Ukázka 3D vizualizace [7]

[7]

Na Obrázek 7: Ukázka 3D vizualizace [7] máme ukázku z webových stránek, která věrohodně nasimulovala dámský oděv.

1.5 Další systémy

Autodesk Softimage 3D je další aplikací, podporující počítačovou grafiku, modelování a animaci. Hlavní funkcí softwaru spočívá v animaci postav s možností práce s mimikou, vizuálních efektů i tvorbou prostředí. Jde o grafickou aplikaci používanou převážně ve filmu, videohrách a reklamách.

[8]

3D animace od společnosti Poser je další digitální animace vhodná i pro designéry. Největší pozornost je zaměřena na detaily spočívající i ve vytvoření dynamického chování látky, ovšem nejsou zde udávány parametry látky a simulace tak ztrácí na možnostech faktoru splývavosti.

[9]

Obdobné vlastnosti má software Daz3D. Ovšem je tu mnohem nižší úroveň simulace textur i samotné vlastnosti materiálů. Velký důraz je kladen na prostředí, vozidla a doplňky. Osobně neshledávám simulaci vhodnou pro vytváření reálných vizualizací oděvů.

[10]

1.6 Hodnocení 3D vizualizací

Trh nabízí širokou škálu možností pro 3D simulace. Jedná se o různorodé softwary, které jsou schopny navrhnout avatara pro pc hru s dokonalými detaily prostředí až po reálnou simulaci oděvů.

Důležitým faktorem při výběru softwaru je zaměření naší práce, tedy zohlednit jaký účel má počítačový program plnit a co požadujeme.

V této diplomové práci jde především o získání kvalitního avatara, možnost ovlivnit samotné vlastnosti či chování materiálů.

Pro přehlednost o způsobilosti výše zmíněných počítačových programech bylo vypracováno stručné hodnocení. Jedná se zde o vlastnosti, které požadujeme od programu: úprava avatara a simulace fyzikálních vlastností a dále méně důležité požadavky: tvorba detailů, rychlost výrobního procesu a pohyb avatara. Nároky méně významné byly začleněny z důvodu ověření celkové schopnosti adaptovat se do procesu výroby.

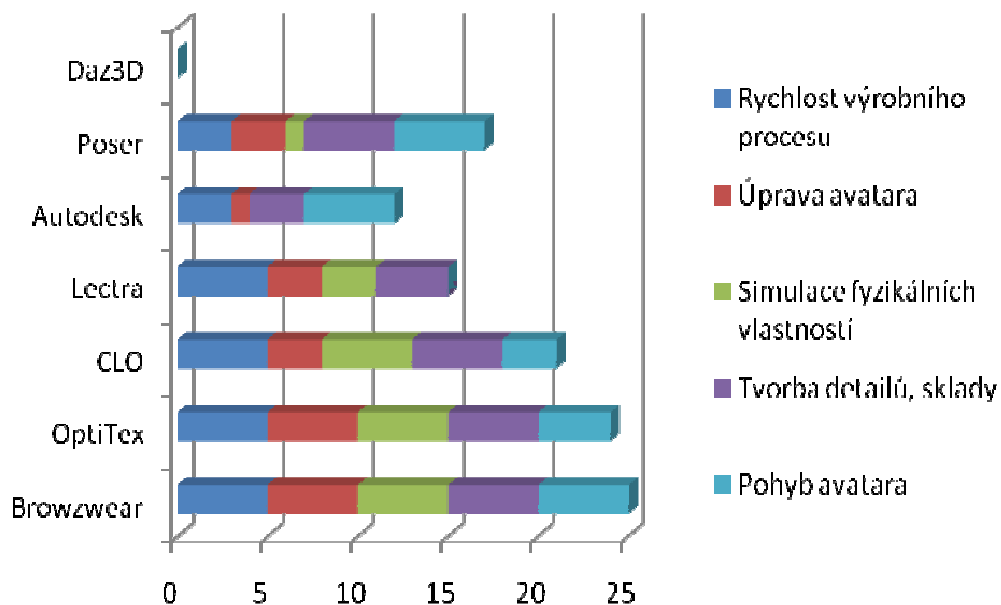
Jednotlivé vlastnosti byly obodovány u každého počítačového programu. Jedná se o číselné hodnocení od 0 do 5, kde 5 je velmi dobré viz. Tabulka 1.

	Rychlost výrobního procesu	Úprava avatara	Simulace fyzikálních vlastností	Tvorba detailů, sklady	Pohyb avatara
Browzwear	5	5	5	5	5
OptiTex	5	5	5	5	4
CLO	5	3	5	5	3
Lectra	5	3	3	4	0
Autodesk	3	1	0	3	5
Poser	3	3	1	5	5
Daz3D	0	0	0	0	0

Tabulka 1: Hodnocení 3D simulací

Průzkum počítačových programů mezinárodního trhu je pouze subjektivní. Hodnocení proběhlo na základě přístupných sekundárních dat či internetových zdrojů. Pro přesnější zhodnocení by bylo vhodné prozkoušet funkce počítačových programů, ale pro tuto práci jsou tyto data dostačující.

V přehlednějším grafickém znázornění (Graf 1: Hodnocení 3D simulací) je vidět, že firma Browzwear splňuje veškeré kladené požadavky a tudíž je i vhodná pro zpracování experimentální části, kde otestujeme přesnost splývavosti v 3D simulaci.



Graf 1: Hodnocení 3D simulací

Další použitelné programy jsou od firmy OptiTex a CLO. Z druhého konce, software Daz3D neuspěl v žádné části hodnocených charakteristik a je shledán za zcela nevyhovující pro hodnocení stěžejní části práce.

2 ANALÝZA PARAMETRŮ TEXTILIÍ

Pro provedení 3D simulace chování oděvu na virtuální figuríně, je nutné zadat vstupní veličiny. V experimentální části se tato práce zabývá programem VStitcher, kde se navolí parametry jako hmotnost tkaniny, tloušťka, ohyb, smyk a jiné. Všechny tyto veličiny ovlivní výsledný efekt splývavého chování oděvu.

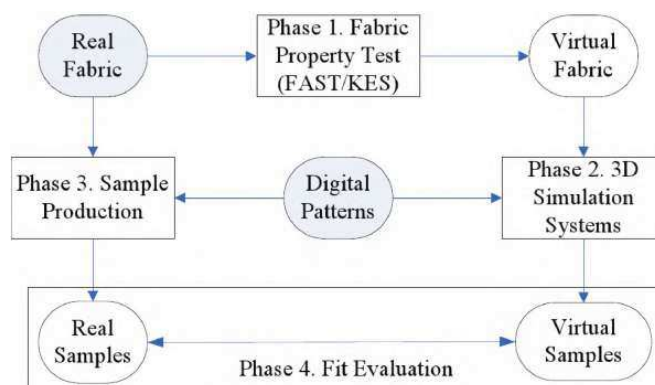
Vlastnosti plošných textilií jsou podmíněny pomocí délkových textilií, konstrukcí a konečnou úpravou, a jsou děleny do několika skupin. Dělíme je na konstrukční parametry, mechanické vlastnosti, stálosti a odolnosti, fyziologické vlastnosti a speciální vlastnosti.

Parametry tkanin určuje plošná hmotnost, materiálové složení, pórovitost, dostava, setkání, vazba a další.

[11]

Vzhledem k tomu, že textilní materiály nevykazují chování jako pevné látky ani jako kapaliny, lze usoudit, že měřený materiál splývající na povrchu těla nebo pevném tělese, bude prokazovat různé druhy chování. Právě samotná splývavost [12,13] ovlivňuje výslednou kvalitu 3D simulace oděvu.

Výše uvedenou problematikou se zabýval i kolektiv autorů z Hong Kongské Polytechnické University v experimentu porovnání skutečné dámské sukně a 3D vizualizace. V článku s názvem „*An investigation on the validity of 3D clothing simulation for garment fit evaluation*” používali čtyř-fázové hodnocení, jak lze vidět na schématu viz Obrázek 8.



Obrázek 8: Čtyř-fázové hodnocení[2]

V experimentu bylo použito měřicí zařízení FAST [14] a systém OptiTex viz. 1.2. Software byl zvolen z důvodu vysoké žádanosti v oděvním odvětví, známý svou kvalitou a všestranností pro 3D simulace i z pohledu možnosti nastavení vlastních parametrů tkaniny. Výsledky byly procentuálním porovnáním zaneseny do krabicových grafů. Kolektiv se dopracoval k třem tkaninám, které vybočovaly z měření.

Kvalita simulace chování tkanin a vhodnost pro použití 3D simulace OptiTex nebyla stanovena jako nevyhovující.

[2]

Vstupní veličiny lze pořídit na výše zmíněném zařízení FAST, dále na KES [15] a další.

Zařízení se zabývá měřením mechanických vlastností, povrchových vlastností a konstrukčních charakteristik textilií. Ovšem FAST a KES se liší v některých postupech měření. Příkladem může být ohyb, kde se můžeme setkat s problémem při zadávání vstupních veličin do počítačového programu VStitcher.

Zmíněnou problematikou se zabývala diplomová práce [16]. Konkrétně se zaměřila i na problematiku nedostatku definovaných mechanických vlastností oděvního materiálu, kde bohužel nebyla nalezena žádná možnost jak přímo propojit měření z KES do programu VStitcher. Pro definování ohybu je tedy nezbytné uskutečnit vlastní měření dle manuálu počítačového programu [17]. Technika měření bude popsána v experimentální části 3.5.1.

Pro vytvoření 3D vizualizace jsou potřebné mechanické vlastnosti. Mechanické vlastnosti se zabývají namáháním plošných textilií. Jedná se o tzv. odezvu na mechanické působení vnějších sil a jde zde o úzkou spojitost mezi splývavostí a dalšími vlastnostmi.

Zajímavá je studie zaměřená na vztah splývavosti a mechanických vlastností, která nese název „*Mechanics of fabric drape*“. Práce je zaměřená na některé vlastnosti, které nejvíce ovlivňují splývavost a zároveň upozorňuje na možnou nepřesnost 3D vizualizace. Bylo i poukázáno na fakt, že tkanina nevykazuje pokaždé stejné chování: „*It was observed in experiments that they do not drape the same way each time.*“¹

¹ *Mechanics of fabric drape* [online]. [vid. 2012-2-16]. Dostupné z WWW: <http://repository.lib.ncsu.edu/ir/bitstream/1840.16/2742/1/etd.pdf>, s.1

Závěrem je skutečnost, že všechny níže zmíněné mechanické vlastnosti mají vliv na splývavost. V rámci studie vytvořili jakýsi pořadník dle důležitosti a míry působení. Největší vliv na splývavost má ohyb, tahová síla, smyk, plošná hmotnost, povrch a na konec stlačení.

[18]

Pokud půjdeme ještě více do detailu, co vše ovlivňuje splývavost, dostaneme se až k samotnému vláknu.

Článek „*Factors Affecting Draping Quality of Fabric and Its Measurement*“ poukazuje na fakt, že splývavost závisí na typu vlákna, příze, struktuře tkaniny, konstrukci i úpravě. Uvádí zde příklad mezi bavlnou a vlnou, vlastnosti vláken a přímý vliv na splývavost tkaniny. Další faktor ovlivňující výsledný efekt oděvu je povrchová úprava, jako jsou například silikonové změkčovače, emulze, škrob a další. Všechny tyto aspekty jsou činiteli při kvalitě splývavosti.

[19]

Víme, že mechanické vlastnosti ovlivňují splývavost. Následující studie se na problematiku podívala z opačného sledu, jak si vytvořit požadované parametry na základě trojrozměrné vizualizace.

Ve studii „*The concept of virtual measurement: 3D fabric drapeability*“ [20] dvojice autorů pojednává, jak předvídat 3D chování oděvu při nošení a možnosti vytvořeného virtuálního materiálu, který může být nápomocen při návrhu a vývoji nových materiálů. Blíže tato myšlenka byla popsána v příspěvku „*Journal of the Textile Institute*“ [21].

Závěrem této studie je navrhnutý systém, jak studovat pružné materiály, aniž by musely být nejprve vyrobené, což je známo z běžné praxe. Může to mít za následek snížení dodací lhůty, plýtvání surovinami a energií a v neposlední řadě to může být krok blíž k požadavkům zákazníka.

[20]

Na webu Fiber2fashion je spousta článků, která podporuje pokrok zvaný 3D vizualizace. Příkladem je „*3D technology in textile software industry*“. Trojrozměrné obrazy umožňují pohled do hloubky, což udává interaktivní zapojení zákazníka do 3D obrazu. Umožňuje to rychle vytvářet digitální oděvy se všemi specifikacemi.

[22]

Geometrické i mechanické vlastnosti úzce souvisí a ovlivňují splývavost textilií, což je zřetelné z výše uvedených studií a článků. Zda se podaří vytvořit kvalitní trojrozměrnou vizualizaci bude ověřeno v experimentální části.

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Hlavním cílem této části je ověřit přesnost simulace splývavého chování oděvu na virtuální figuríně v počítačovém programu VStitcher za pomoci zařízení pro 3D skenování splývavosti, který byl vyvinut na katedře oděvnictví.

Prvním krokem bylo ověřit schopnosti programu VStitcher, do jaké míry lze přizpůsobit nasimulovanou postavu k potřebným rozměrům testovaných vzorků na zařízení pro 3D skenování.

3.1 Avatar

Avatara bylo nutné upravit tak, aby průměr v pasové linii byl 18 cm. To znamená, aby celkový obvod pasu činil přibližně 57 cm. Abychom získali co nejpřesnější informace o splývavosti materiálu, musela se upravit i sedová část, aby nebránila materiálu volně viset směrem dolů a byla získána co nejpřesnější vizualizace v 3D zpracování.

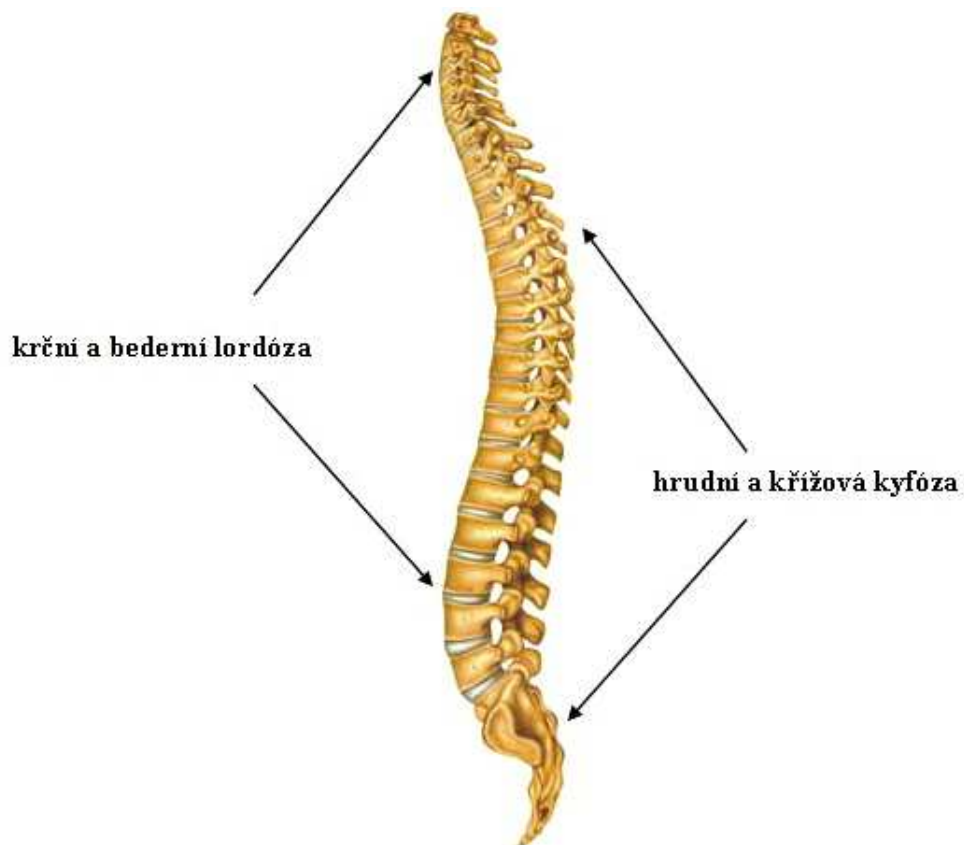
Testovaný avatar ženského pohlaví, jak lze vidět na Obrázek 9, se ukázal jako nevyhovující. Sedová linie má dolní hranici rozměrů 70 cm, tudíž by ovlivnila splývavost textilního materiálu.



Obrázek 9: Upravený avatar

Dalším testovaným avatarem je dítě. Požadované parametry byly docíleny tím, že se postava změnila v oblasti pasové linie a došlo také k znetvoření virtuální postavy.

Dalším aspektem, který do určité míry znemožňuje vytvořit tzv. *válec*, jsou zakřivení páteře. Páteř člověka je dvojnásobně esovitě prohnutá, zakřivení dopředu krční a bederní páteře (lordóza) a zakřivení dozadu hrudní páteře a kosti křížové (kyfóza) viz literatura anatomie [23].



Obrázek 10: Zakřivení páteře [24]

VStitcher má schopnost zachovávat symetrickou postavu, tudíž při extrémní změně rozměru například v pasové linii, automaticky dorovnává všechny linie poblíž. Nevznikají zde tedy rovné ani ostré ukončení a stále si zachovává určitou souměrnost.



Obrázek 11: Avatar – boční a přední pohled

Na Obrázek 11 je vytvořená 3D vizualizace dětského avatara. Sedová linie, vyznačená zelenými křížky, označuje i linii kam se bude kruhová sukň usazovat. Tato oblast splňuje potřebné rozměry a ve směru dolů, neobsahuje žádné překážky, které by mohly ovlivnit splývavost materiálu.

Name	EvaBABY	
▼ Height		
Age	25.4	0.0 — 48.0
Height	88.1	50.0 — 104.0
▼ Body Silhouette		
Body Size	45.5	34.5 — 61.0
▼ Torso		
Neck	23.9	16.0 — 30.0
Shoulders	19.4	12.0 — 26.0
Nape to Waist	20.4	13.0 — 26.0
Bust	46.9	33.5 — 63.0
Waist	41.1	32.0 — 61.0
Belly	0.0	-0.5 — 0.5
Hip	56.5	34.0 — 66.0
▶ Legs		
▶ Hands		
▶ Body Shaping		
▶ Face		
▶ Expression		
Skin Tone	<input type="text" value="Yellow"/>	
Hair Style	<input type="text" value="Baby_Hair"/>	




Obrázek 12: Definované rozměry dětského avatara

Výsledný avatar je upraven dle sedové linie viz Obrázek 12. Otázkou zůstává, zda výsledné hodnocení nebude zkreslené. Jak je patrné i na předchozím obrázku avatara, tvar neodpovídá přesnému kruhu, který má simulovat testovaný vzorek na zařízení.

3.2 Charakteristika materiálů

Pro testování byly vybrány tři materiály, které byly již dříve podrobeny měření pomocí systému KES. Získané mechanické vlastnosti jsou k náhledu v příloze A. Jedná se o jednoduše strukturované tkaniny s různou vazbou i složením viz.

Tabulka 2.

Materiál	Plošná hmotnost	Vazba	Složení
	115 g/m ²	Plátno	WO
	190 g/m ²	Kepr	CO/EA
	101 g/m ²	Atlas	PES/VS

Tabulka 2: Vybrané textilní materiály

Parametry, které jsou nezbytné pro vytvoření vizualizace, budou popsány v části s názvem 3.5.1. Definování materiálu.

3.3 Konstrukce stříhu

Pro konstrukci byla vybrána kruhová sukně, která napodobuje testovaný vzorek na zařízení pro 3D skenování splývavosti. Vzorky pro měření jsou stříženy o průměru 30 cm, upevněné na podložce o průměru 18 cm. Z toho vyplývá, že konstruovaná sukně bude mít tyto náležitosti.

Obvod pasu, v našem případě se jedná o sedovou linii avatara, bude odpovídat průměru 18 cm viz. Rovnice 1.

$$OP = \pi d = 56,549 \text{ cm}$$

Rovnice 1: Výpočet pro obvod pasu

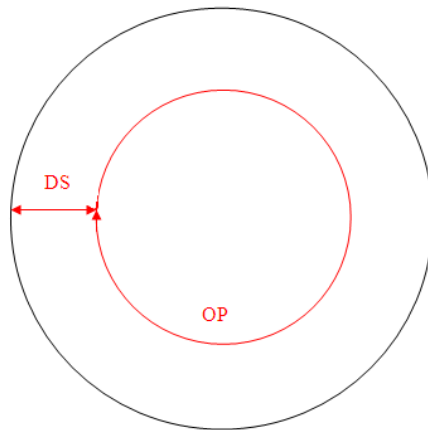
Délka kruhové sukně se odvíjí od celkového obvodu testovaného vzorku, v přepočtu délka odpovídá 6 cm viz

Tabulka 3.

Rozměr	Kruhová sukně
Obvod pasu (OP)	56,55 cm
Délka sukně (DS)	6 cm

Tabulka 3: Parametry pro konstrukci sukně

Pro přehlednost byl vytvořen jednoduchý nákres kruhové sukně viz. Obrázek 13.



Obrázek 13: Náskres kruhové sukně

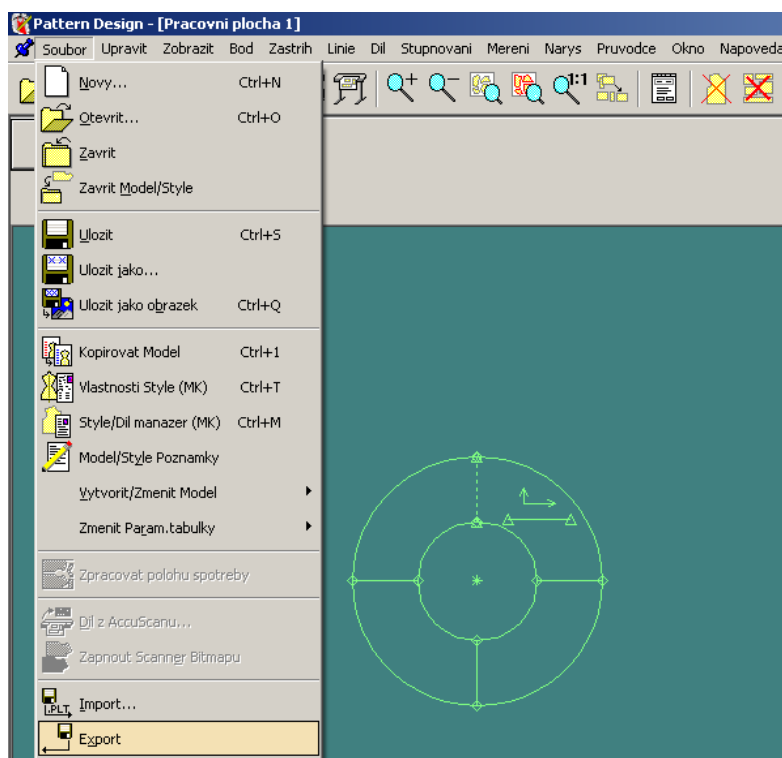
Konstrukce střihu byla vytvořena v systému Accu Mark.

3.4 Konstrukce střihu

Pro tvorbu v systému AccuMark je důležité dodržet postup, aby bylo možné importovat střihové díly do počítačového programu VStitcher.

- Tvorba stupňovací tabulky
- Transformace střihových dílů do systému – vlastní konstrukce
- Stupňování
- Export střihových dílů

Konstrukce sukně byla vytvořena na základě předdefinovaného střihu. V horním menu po kliknutí na díl se rozvine záložka s nabídkou oděvu. Po výběru sukně se zobrazí čtvrtkolová sukně. Zadáním obvodu pasu a délkou oděvu si program sám vykonstruuje požadovaný díl. Aby bylo docíleno kolové sukně, je třeba tuto sukni ještě upravit pomocí příkazu zrcadlový díl, který se následně překlopí.



Obrázek 14: Hotový stříh připravený k exportu

Po dodržení a vytvoření všech náležitostí je možné exportovat stříhové díly příkazem **Export** → ve formátu **AAMA.dxf** (Obrázek 14).

3.5 VStitcher

Tato aplikace umožňuje simulovat oděv na virtuální postavě v trojrozměrném prostředí. VStitcher nabízí možnost propojit naměřené hodnoty s konečnou vizualizací a to bez časové náročnosti a okamžitého výsledku na oděvu.

Postup práce s počítačovým programem lze shrnout do následujících bodů:

- Tvorba podkladů pro vytvoření simulace
- Tvorba velikostního sortimentu
- Vytvoření oděvní tabulky – Gmap
- Definování šitých ploch, přídavky na švy
- Seskupení stříhových dílů
- Definování materiálů

- Nastavení parametrů Avatara
- Ověření na postavě

VStitcher vyžaduje orientaci v programu a alespoň částečnou znalost anglického jazyka, aby nedošlo k chybě při porozumění termínů. V manuálu pro program je doporučeno použít online nápovědu, která je též v anglickém jazyce a má eliminovat chyby při definování podkladové dokumentace.

Důležitou částí při práci v programu je definování textilního materiálu. Zadávají se zde mechanické vlastnosti vzorků, které budou podrobeny měření na 3D zařízení. Z toho důvodu bude v následující části blíže popsána.

3.5.1 Definování materiálu

Parametry materiálu se zadávají do menu v levé části menu. Kliknutím na záložku **Fabric** → **Fabric** → **New**, se zobrazí tabulka viz Obrázek 15, do které je třeba zanást veškeré potřebné parametry.

Obrázek 15: Tabulka pro definování textilního materiálu

Vytvoří se tak vlastní karta i s fotografií textilního materiálu. V horní části tabulky se zadává označení materiálu, dále upravený obrázek vzorku, druh a vazba materiálu a v poslední řadě i složení.

Do druhé části tabulky se vloží naměřené vlastnosti materiálu:

- Plošnou hmotnost
- Koeficient tření
- Tloušťku materiálu

- Ohyb - definovaný kalkulátorem
- Deformační práci pro osnovu a útek
- Tahovou pružnost pro osnovu a útek
- Smyk

Ohyb materiálu, jak bylo již zmíněno v teoretické části, nelze použít z naměřených parametrů systémem Kawabata. Je nutné provést vlastní manuální měření dle návodu VStitcher.

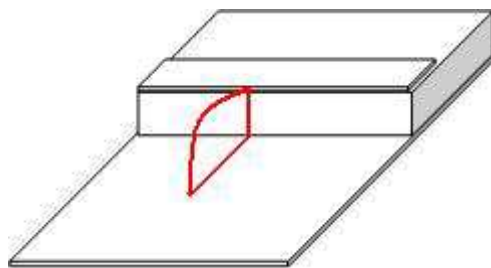
Měřený vzorek odpovídá velikosti 10 x 22 cm střížený po osnově a útku pro všechny materiály. Každý vzorek byl testován pomocí deseti měření a z nich vypočítána průměrná hodnota, která byla zadána do *kalkulátoru ohybu* Obrázek 16.

The image shows a software dialog box titled "Calc Bend". It has a standard Windows-style title bar with a close button (X). The dialog contains five input fields, each with a label and a unit: "Mass:" with "gr/m2", "Length:" with "cm", "Dist:" with "cm", "Height:" with "cm", and "Angle:" with "Deg". The "Angle:" field includes a small square checkbox to its left. At the bottom of the dialog, there are two buttons: "Apply" and "Cancel".

Obrázek 16: Tabulka pro výpočet ohybu

Měřicí zařízení se skládá ze základní desky, vyvýšené části a horního přitlaku, jak lze vidět na jednoduchém schématu viz Obrázek 17. Na základní desku je upevněna vyvýšená část, která vytváří podporu materiálu a zároveň umožňuje měřenému vzorku volně splývat. Horní přitlak zajišťuje materiál proti samovolnému posuvu.

Vzorek se vloží mezi vyvýšenou část a horní přitlak tak, že většina materiálu leží na základní desce. Vzorek je pomalu sunut po střední části až do okamžiku, kdy se okraj měřeného vzorku začíná oddělovat od základní desky. Materiál se musí dotýkat desky, nesmí viset, takové měření by bylo klasifikováno jako špatné.



Obrázek 17: Schéma měřících zařízení

Vzdálenosti, které se zjišťují a zadávají do kalkulátoru ohybu jsou:

- Length – délka od vyvýšené střední části k bodu, kde se materiál dotýká základní desky
- Dist – délka převisu neboli délka materiálu od sevření k dotyku s deskou
- Height – výška vyvýšené části

System VStitcher si sám vypočítá hodnoty ohybu.

3.5.2 Vytvoření 3D vizualizace

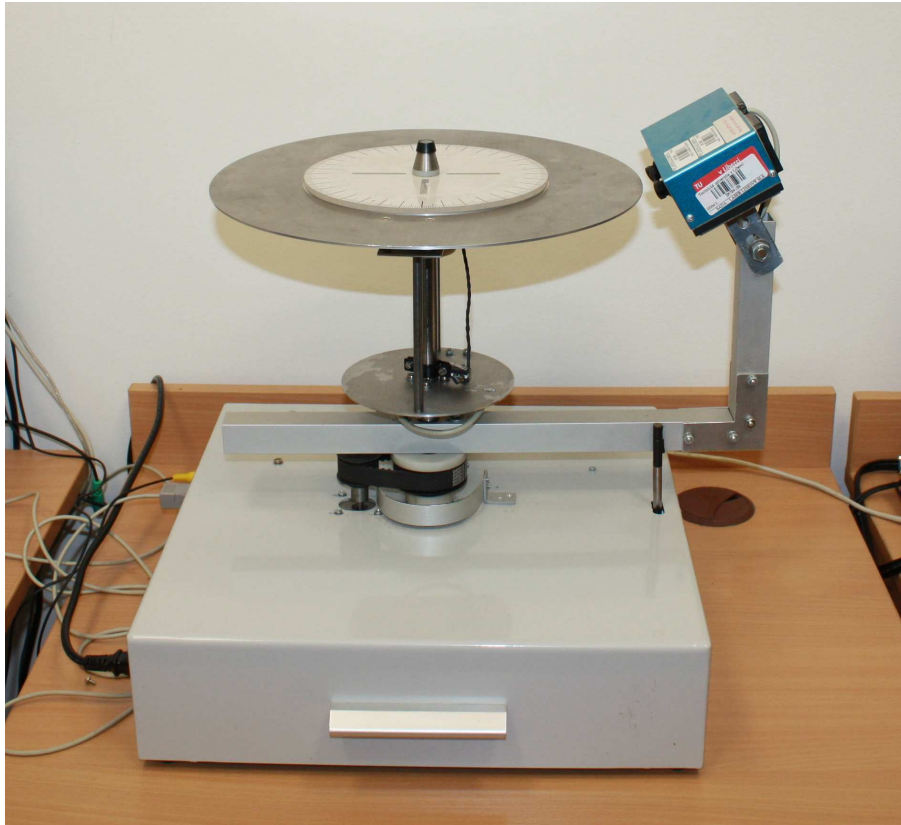
Při dosazení veškerých náležitostí (vytvořená dokumentace, definované požadavky pro stříh, parametry textilie i postavy), se může pokračovat k samotné simulaci. Po kliknutí na ikonu **Dress** v horním menu programu, se stříh převede do 3D pracovní plochy na zvoleného avatara. Klávesa **Ctrl** umožňuje upravit oděv na postavě, aby pokryl požadovanou část těla.

Náhled na avatara je přístupný ze všech stran, je možné přiblížení a ukotvení v jedné pozici, které umožní vytvoření snímků ze stejného pohledu pro všechny materiály. Získají se tak identické snímky, pro další zpracování.

3.6 Postup 3D skenování

Měření reálných vzorků, pro srovnání se simulací, se provádí na zařízení 3D skenování splývavosti vyvinuté na katedře oděvnictví viz. Obrázek 18. Zařízení se skládá z kruhové podložky, kam se vkládá vzorek o průměru 30 cm. V podložce se nachází pevná část, která

zajišťuje materiál na stabilním místě. Další součástí je snímací zařízení a zobrazovací medium (počítačový software pro vyhodnocení).



Obrázek 18: 3D skener splývavosti

Vzhledem k nečekaným komplikacím v podobě nefunkční grafické karty, která převádí obraz do počítače, nebylo možné získat data standartním způsobem.

Proto byla zvolena náhradní metoda, která nijak neztrácí na kvalitě testování. Každý vyžehlený vzorek byl upevněn na podložku a po spuštění pohyblivé části, zaznamenán pomocí fotoaparátu. Pro každý materiál bylo provedeno 10 měření ve směru osnovy materiálu i ve směru útku.

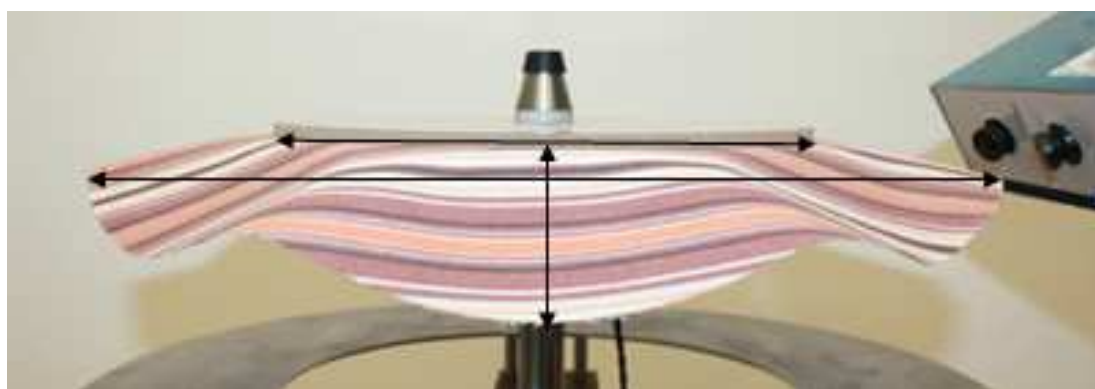
Aby byly získány reálné parametry testovaných vzorků, byly tyto snímky přeměřeny pomocí počtu pixelů. Na základě známého údaje, kterým je pevná část měřícího zařízení o průměru 18 cm, byly přepočítány pixely na nezbytné rozměry v centimetrech pro další vyhodnocování.

Jedná se o jednoduchý vztah výpočtu 1 pixelu, kde oblast o průměru 18 cm (OP) je podělena počtem pixelů měřené oblasti OP na snímku (PP) viz. Rovnice 2.

$$1\text{pixel} = \frac{OP}{PP}$$

Rovnice 2: Výpočet pro převod pixelů na centimetry

Zjišťovány byly tři rozměry, které jsou názorně zakresleny na snímku reálného vzorku viz. Obrázek 19.



Obrázek 19: Měření vzorku

Prvním je již výše zmíněná pevná část zařízení, která simuluje obvod pasu. Pro všechna měření bude tato hodnota stejná. Dále označena zkratkou OP. Druhá vodorovná šipka měří šířku dolního kraje DK, a posledním údajem je délka převisu DS. Ze všech měření byla stanovena průměrná hodnota.

Zjišťované rozměry OP, DK a DS jsou přepočítány na centimetry i pro vytvořenou virtuální sukni v programu VStitcher, aplikované na všechny zkoumané materiály.

4 HODNOCENÍ EXPERIMENTU

Vyhodnocovány byly průměrné hodnoty z naměřených vzorků, tabulka celého měření je k náhledu v příloze B. I přesto, že pasová linie neboli měřená oblast OP, jak lze vidět v Tabulka 4, je pro všechna měření stejná, byla zohledněna v dalších výpočtech a grafech.

4.1 Měření 1

Měření všech materiálů proběhlo vždy v deseti měření, kde vzorek byl orientován ve směru osnovy a ve směru útku. Každý vzorek byl upnutý na 3D skener a po spuštění pohyblivé části zařízení, byl pořízen snímek.

Materiál 1		Měření ve směru osnovy				
	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	24,96	0,09	0,30	0,01	24,60	25,70
DS	5,00	0,03	0,18	0,04	4,70	5,30

Materiál 1		Měření ve směru útku				
	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	24,96	0,09	0,30	0,01	24,60	25,70
DS	5,00	0,03	0,18	0,04	4,70	5,30

Tabulka 4: Statistické zpracování naměřených hodnot - Materiál 1

Zohledněna pro vyhodnocení měření byla konstrukce avatara, kde nebylo docíleno přesné kruhové pasové linie. Měřené oblasti byly hodnoceny jako průměrné hodnoty pro osnovu i útek, aby nedošlo ke zkreslení výsledných dat.

Materiál 1 reálné vzorky	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Avatar	
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	OP	18
DK	25,52	0,09	0,30	0,01	DK	21,8
DS	4,40	0,02	0,15	0,03	DS	4,65
Materiál 2 reálné vzorky	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Avatar	
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	OP	18
DK	29,27	0,30	0,44	0,02	DK	26,25
DS	1,64	0,04	0,18	0,11	DS	4,5
Materiál 3 reálné vzorky	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Avatar	
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	OP	18
DK	28,12	0,48	0,68	0,02	DK	23,15
DS	3,50	0,31	0,48	0,15	DS	4,55

Tabulka 5: Celkové průměrné hodnoty a statistika

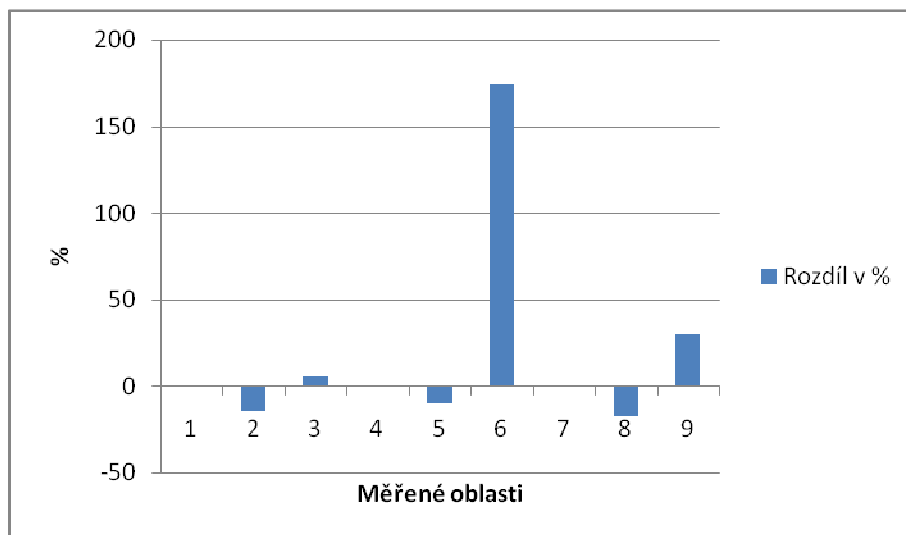
Materiál 1 reálné vzorky	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Avatar	
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	OP	18
DK	25,52	0,09	0,30	0,01	DK	21,8
DS	4,40	0,02	0,15	0,03	DS	4,65
Materiál 2 reálné vzorky	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Avatar	
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	OP	18
DK	29,27	0,30	0,44	0,02	DK	26,25
DS	1,64	0,04	0,18	0,11	DS	4,5
Materiál 3 reálné vzorky	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Avatar	
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	OP	18
DK	28,12	0,48	0,68	0,02	DK	23,15
DS	3,50	0,31	0,48	0,15	DS	4,55

Tabulka 5 ukazuje celkové průměrné hodnoty pro reálný vzorek a 3D simulaci. Pro posouzení rozdílu mezi hodnotami bylo použito procentuální vyjádření R (Rovnice 3).

$$R = \frac{OP_{3D\text{ simulace}} - OP_{\text{reálný vzorek}}}{OP_{\text{reálný vzorek}}} \cdot 100$$

Rovnice 3: Vyjádření procenta z rozdílu měřených hodnot

Nejzásadnější rozdíly hodnot jsou patrné u položky 6 jak lze vidět na Graf 2. Kritická hodnota náleží diferenci rozměrů DS materiálu 2.



Graf 2: Rozdíl měřených hodnot vyjádřený v %

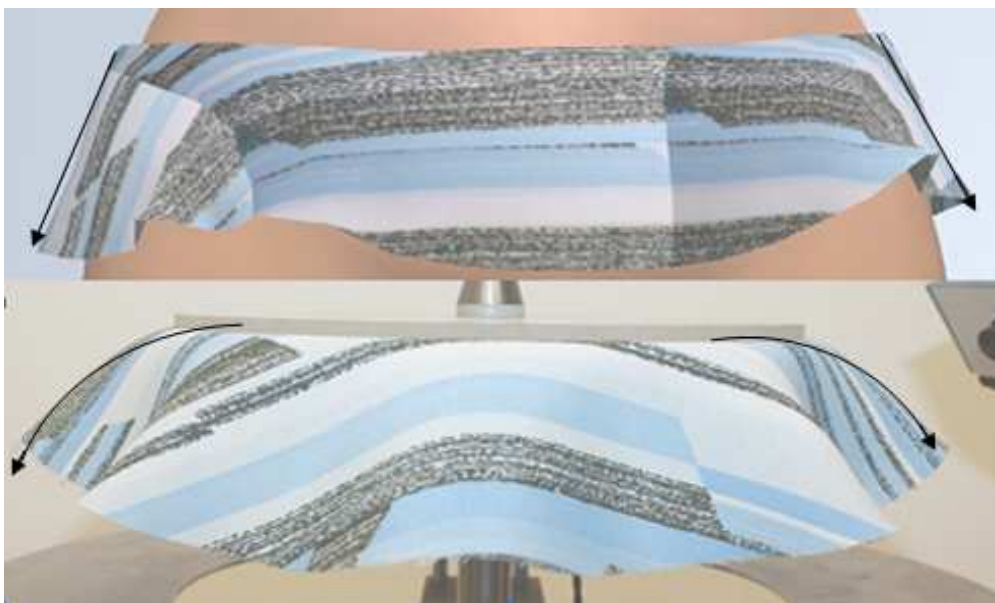
Nejvýraznější rozdíl hodnot je k náhledu na následujícím snímku. Již z prvního pohledu na snímky Materiálu 2 je patrné, že obrázek reálného vzorku a 3D simulace se značně liší (Obrázek 20).



Obrázek 20: 3D simulace a reálný vzorek

Omezením je velikost vzorku tkaniny. Nevzniká příliš velká plocha pro splývavost a není zde prostor pro zjišťování dalších rozměrů. Pro porovnání testovaných oborů bylo měření doplněno o další dva parametry: počet vln po obvodu a úhel tkaniny od pasové linie.

Další možná chyba může být způsobena tvarem vzorku a upevněním. Na virtuální figuríně byla testována kruhová sukně, která byla přiložena na avatara ve svislém směru.



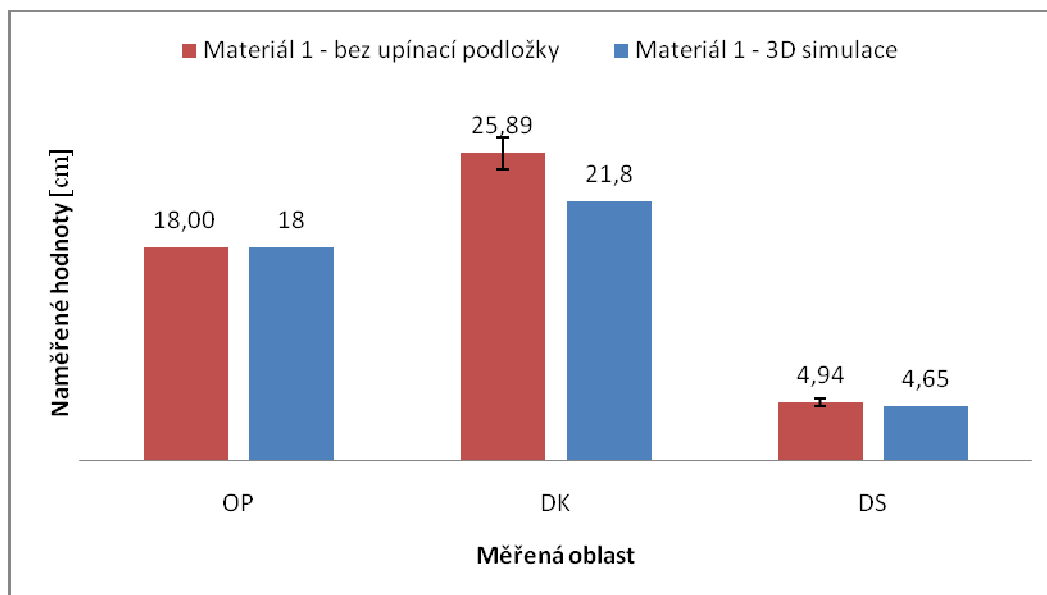
Obrázek 21: Vyznačení směrů

Vzorek upevněný na 3D skeneru je kruh bez chybějící středové části a je upevněn na zařízení ve vodorovném směru. Tkanina upevněná ve svislém tvaru vykazuje jiné chování než tkanina upevněná vodorovně Obrázek 21.

Na základě výše zmíněných rozlišností, byla pořízena další měření, která by měla napomoci lepší shodě počítačové simulace a vzorků, aby bylo možné potvrdit či vyvrátit vhodnost 3D skeneru.

4.2 Měření 2

Prvním krokem, bylo provedeno měření vzorků bez přítlačné kruhové desky. Cílem měření bylo ověřit, zda se materiál prodlouží vlivem gravitace a nakolik se přiblíží hodnoty 3D simulaci.



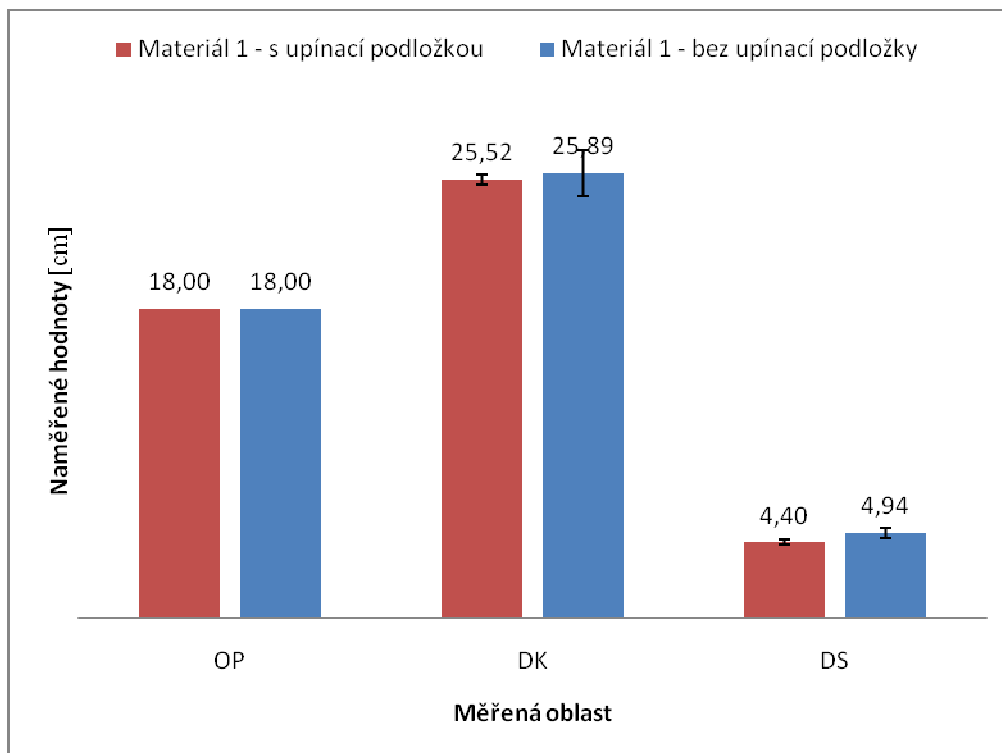
Graf 3: Porovnání hodnot Materiál 1

Při porovnání získaných hodnot se simulací je patrný značný rozdíl. U rozměru DK, neboli dolního kraje, je zde rozdíl až 4 centimetry. V Tabulka 6 jsou k nahlédnutí všechny materiály.

Materiál 1 reálné vzorky	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Avatar	
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	OP	18
DK	25,89	1,83	1,33	0,05	DK	21,8
DS	4,94	0,12	0,32	0,07	DS	4,65
Materiál 2 reálné vzorky	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Avatar	
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	OP	18
DK	30,29	0,91	0,95	0,03	DK	26,25
DS	2,52	0,10	0,32	0,13	DS	4,5
Materiál 3 reálné vzorky	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Avatar	
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	OP	18
DK	30,01	0,80	0,89	0,03	DK	23,15
DS	3,56	0,07	0,27	0,08	DS	4,55

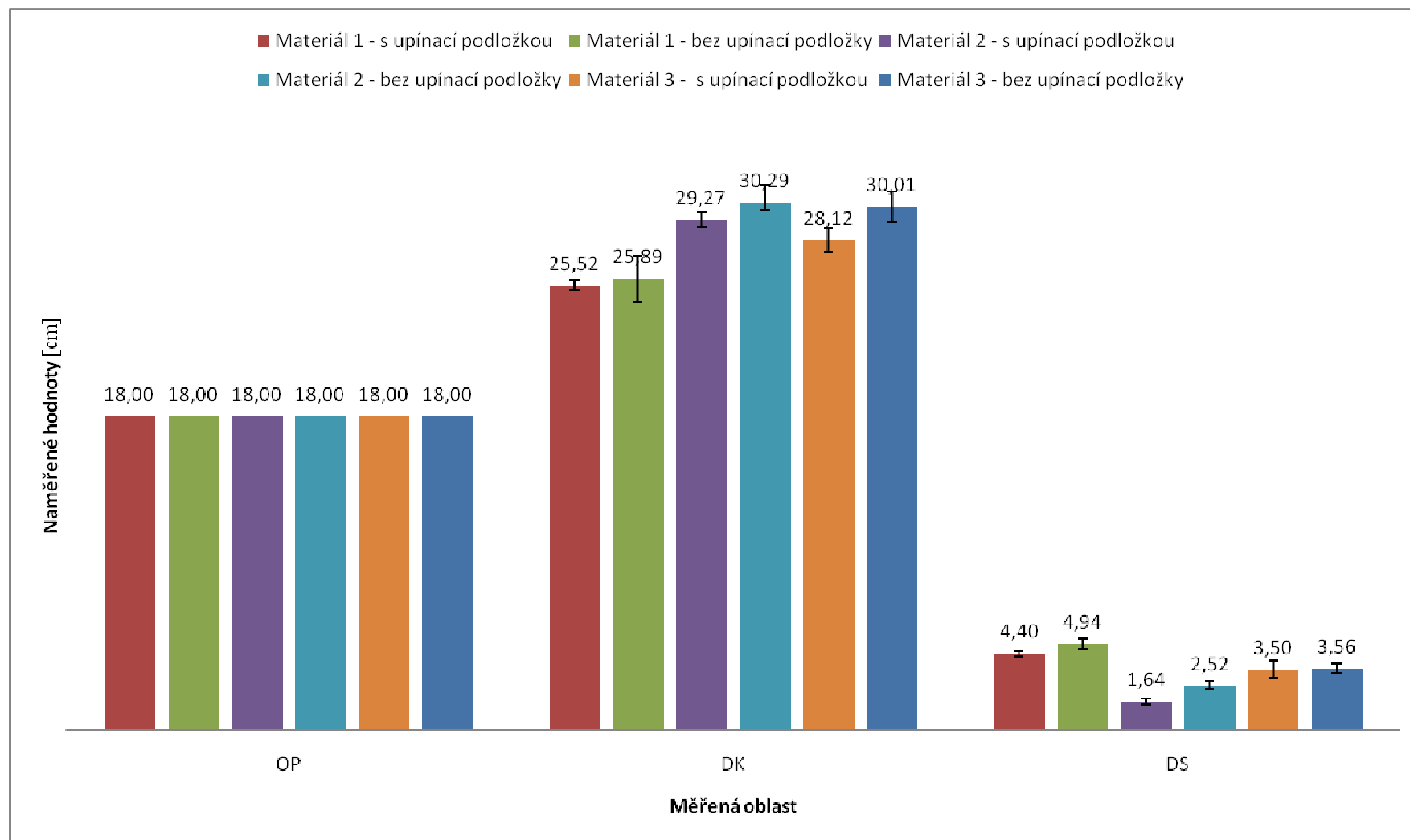
Tabulka 6: Naměřené hodnoty bez upínací podložky a 3D simulace

Ověříme-li hodnoty pro Materiál 1 bez upínací podložky a Materiál 1 - s upínací podložkou, lze vidět na Graf 4, odlišnost hodnot v desetínách centimetrů.



Graf 4: Naměřené hodnoty pro Materiál 1 - bez a s upínací podložkou

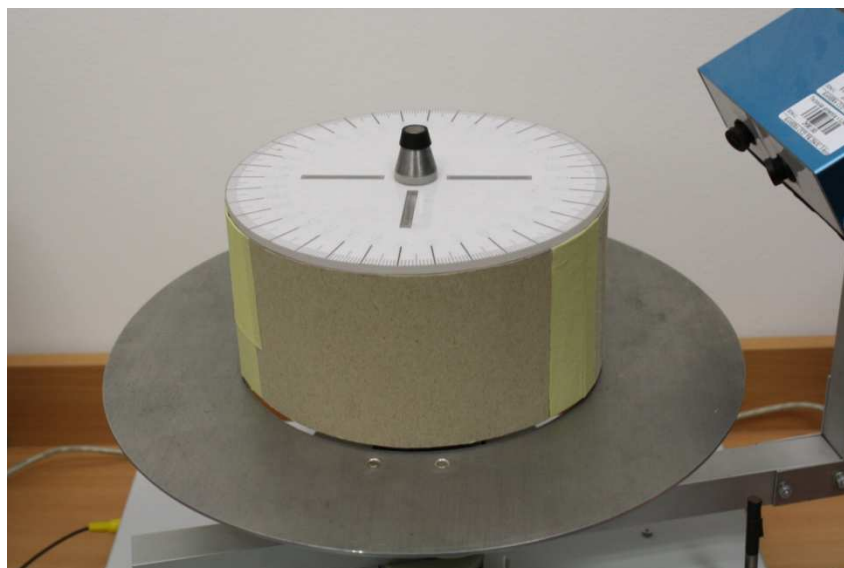
Závěrem tohoto měření lze usoudit, že upínací podložka nevykazuje významný vliv na měřený materiál. Pro úplnost grafického porovnání všech testovaných materiálů viz následující graf.



Graf 5: Porovnání testovaných materiálů - bez a s upínací podložkou

4.3 Měření 3

Měření bylo zaměřeno na tvar testovaného avatara. Vytvořená šablona ve tvaru válce byla upevněná na měřicí zařízení Obrázek 22.



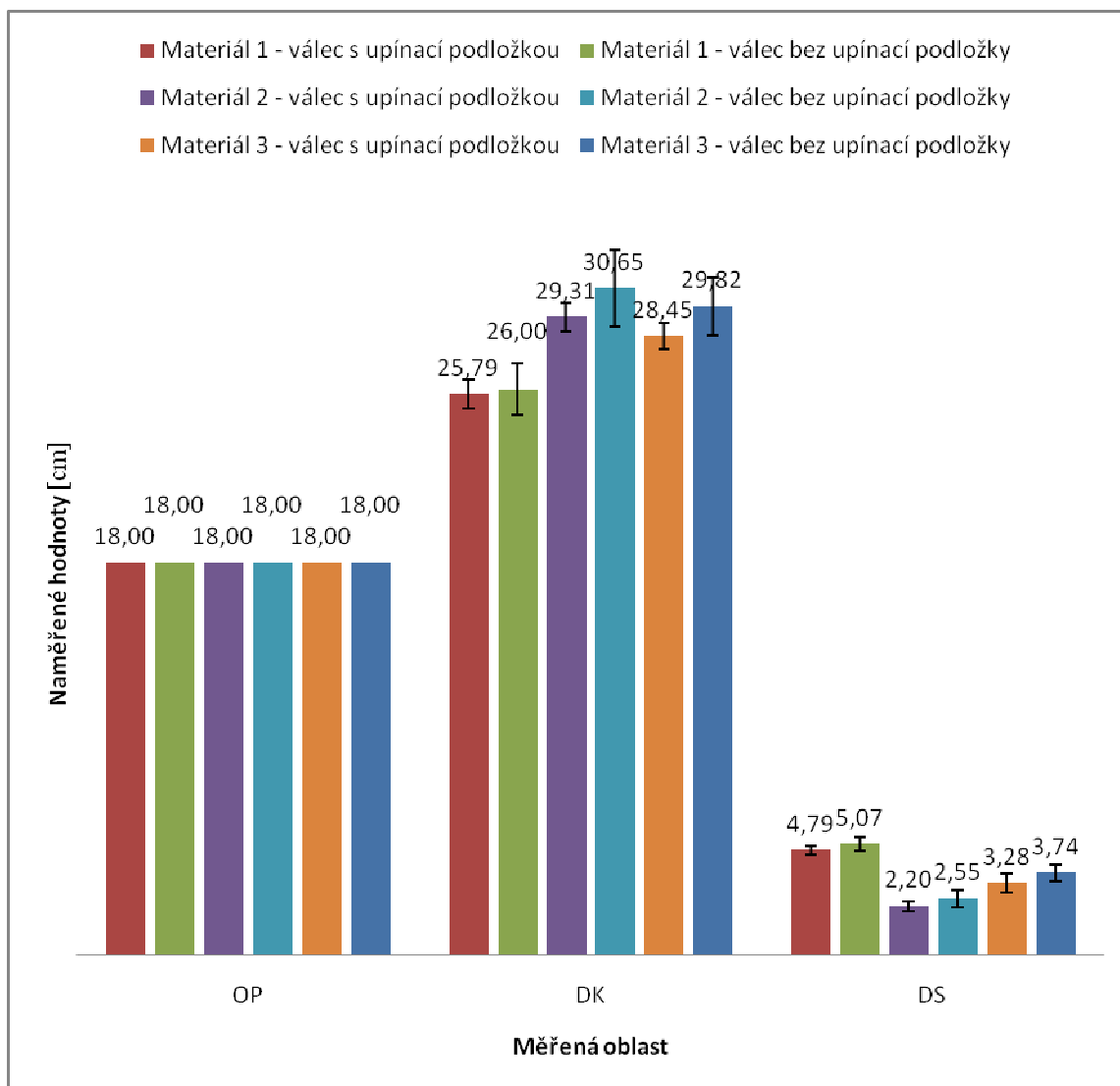
Obrázek 22: Šablona ve tvaru válce upevněná na měřicí zařízení

Šablona má napodobovat tělo simulované postavy a zabránit prověšení materiálu do vnitřního prostoru měřicího zařízení. Měření bylo provedeno opět na vzorcích s přítlačnou deskou i bez přítlačné desky, které bylo aplikováno na deset vzorků od každého materiálu.



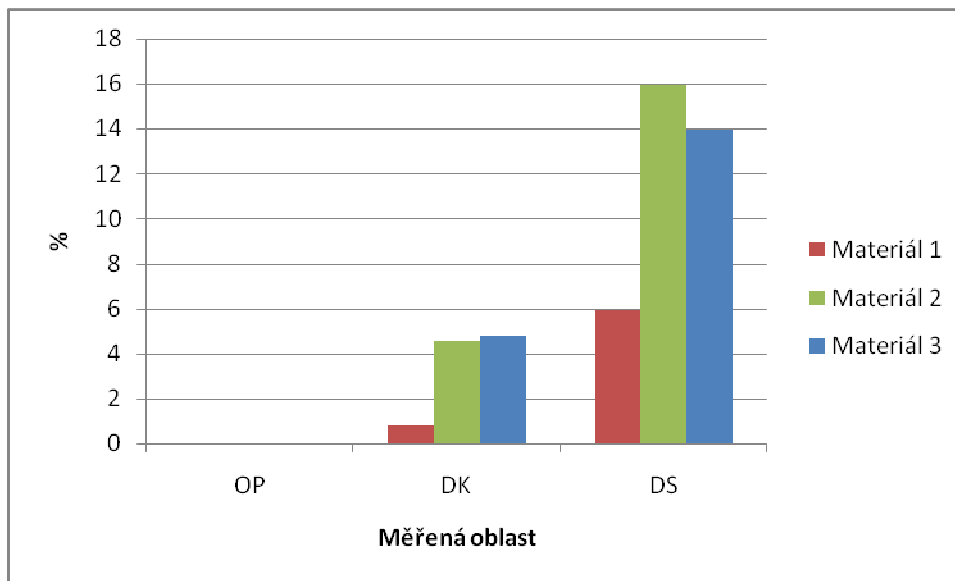
Obrázek 23: Materiál 1 aplikován na šablonu ve tvaru válce

Na Obrázek 23: Materiál 1 aplikován na šablonu ve tvaru válce lze vidět Materiál 1 snímaný ve směru útku. Při důkladném pohledu na snímek, je zřejmé, že testovaný materiál se dotýká šablony připevněné na měřicím zařízení.



Graf 6: Porovnání měření s použitím šablony

Naměřené hodnoty se opět liší o pár desetin centimetrů. Pro zřetelnější rozdíl naměřených rozměrů získaných za pomoci i bez pomoci přítlačné podložky, byly hodnoty porovnány procentuálním rozdílem dle Rovnice 1.



Graf 7: Procentuální rozdíl měření bez a s přítlačnou deskou

Závěrem tohoto měření lze říci, že upínací podložka nevykazuje zásadní přiblížení k hodnotám pro 3D vizualizaci.

4.4 Měření 4

Měření pokračovalo se šablonou na měřícím zařízení, která se tvarem přiblíží simulované postavě. Šablona byla konstruována jako kužel, kde zakřivení boků a zakřivení zadní středové části avatara viz Obrázek 24 níže, byla zohledněna při realizaci šablony.



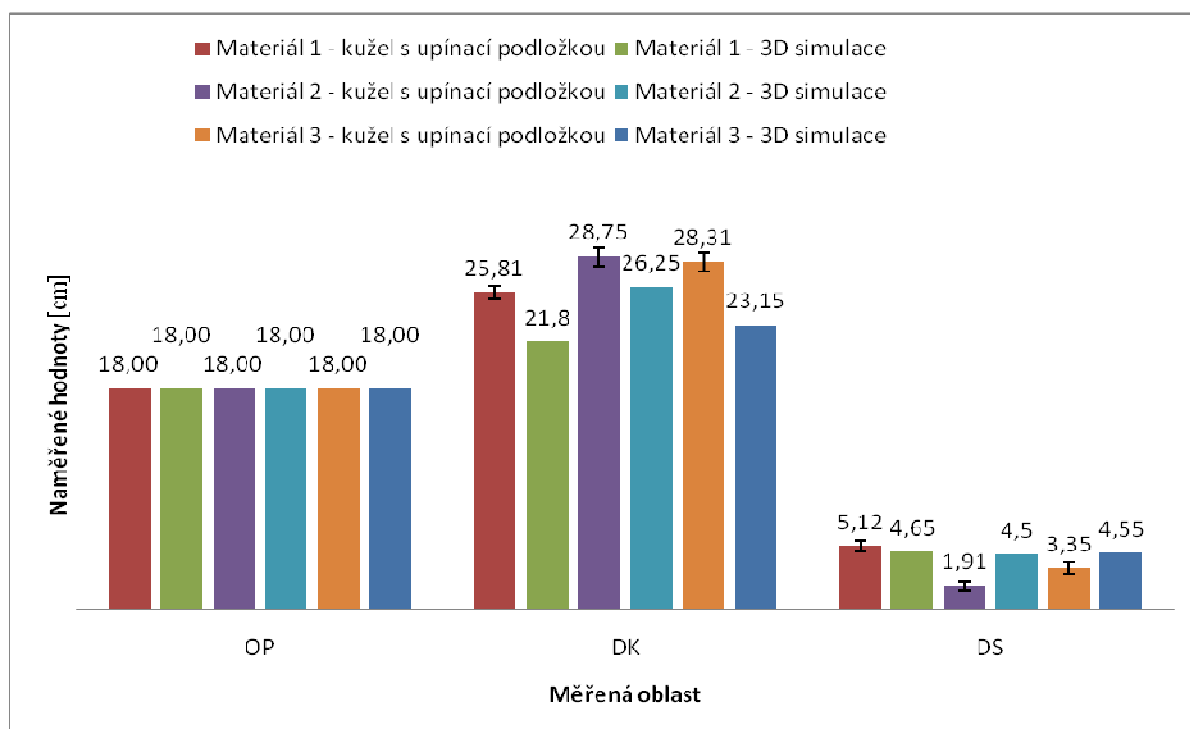
Obrázek 24: Počítačová postava

Po upevnění šablony na zařízení bylo otestováno deset vzorků pro každý materiál. Hodnoty získané z měření jsou k náhledu v příloze B. Pro úplnost měření byl experiment proveden za použití přítlačné desky a i bez její pomoci.



Obrázek 25: Šablona ve tvaru kužele

Porovnání získaných hodnot s počítačovou vizualizací k náhledu Graf 8.



Graf 8: Reálné vzorky a 3D simulace

Na grafu jsou porovnané hodnoty všech materiálů s 3D simulací. Na ose X jsou vyobrazeny testované rozměry a na ose Y jsou vyneseny průměrné hodnoty z měření. Získané hodnoty Materiálu 3 s porovnáním hodnot získaných z počítačové simulace vykazuje rozdíl téměř o 30 %. V Tabulka 7 jsou statistické údaje z měření, celé měření k náhledu v příloze B.

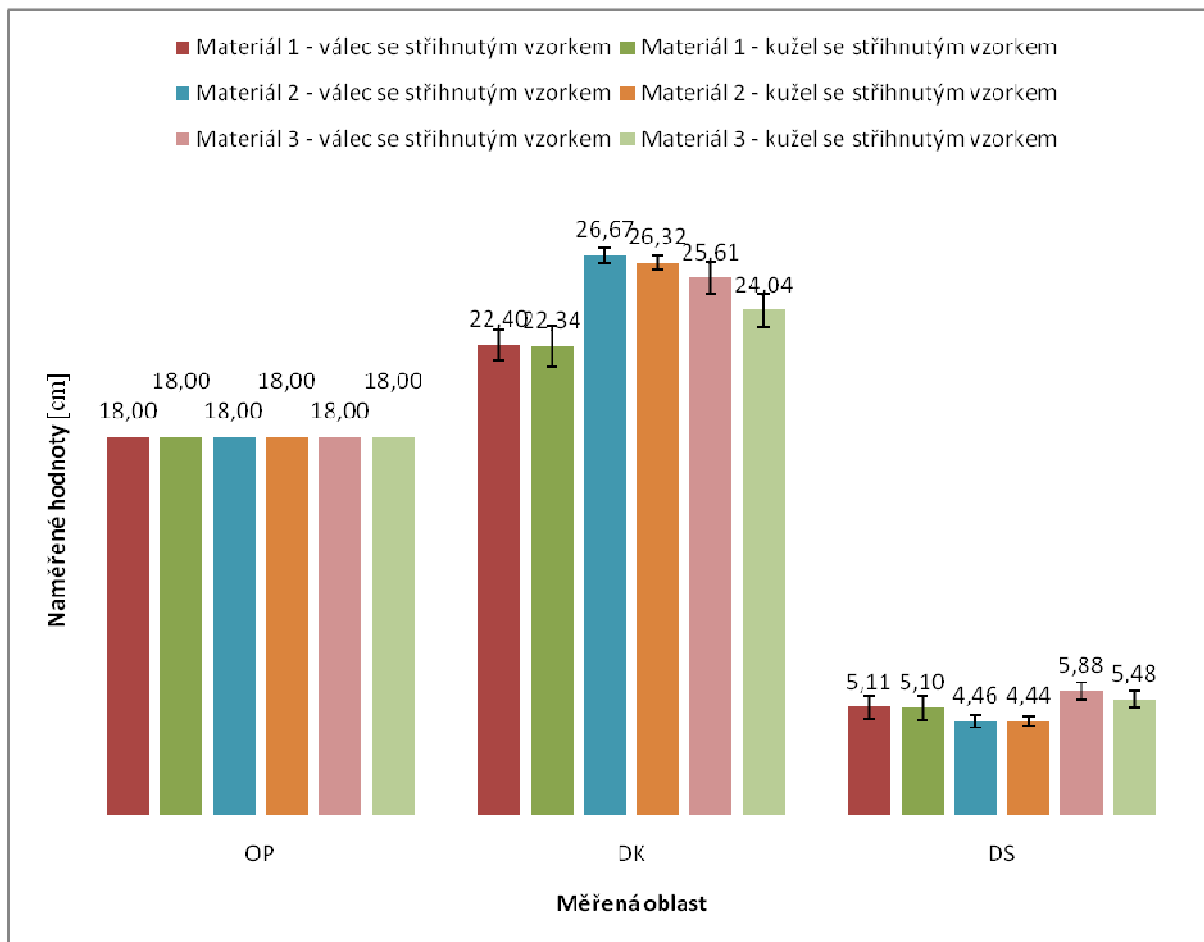
Materiál 1 reálné vzorky	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Avatar	
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	OP	18
DK	25,81	0,23	0,48	0,02	DK	21,8
DS	5,12	0,16	0,40	0,08	DS	4,65
Materiál 2 reálné vzorky	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Avatar	
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	OP	18
DK	28,75	0,67	0,81	0,03	DK	26,25
DS	1,91	0,12	0,35	0,18	DS	4,5
Materiál 3 reálné vzorky	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Avatar	
OP	18,00	0,00	0,00	0,00	OP	18
DK	28,31	0,68	0,75	0,03	DK	23,15
DS	3,35	0,28	0,52	0,16	DS	4,55

Tabulka 7: Naměřené hodnoty pro šablonu kužel a 3D simulace

Následující měření bylo zaměřeno na další problematiku týkající se experimentu.

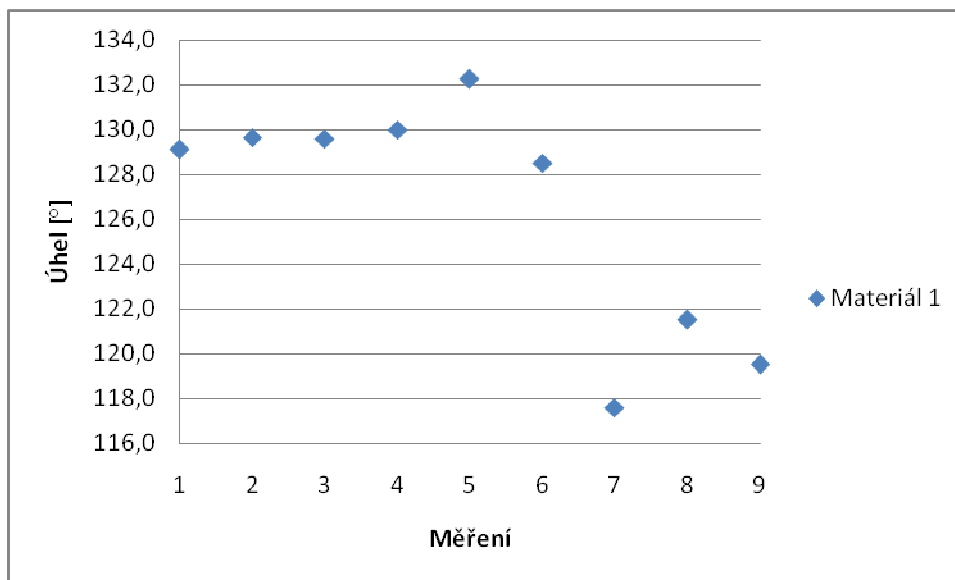
4.5 Měření 5

Poslední měření bylo zaměřeno na uchycení materiálu. Problematika byla zmíněna v kapitole Měření 1. Vzorky pro měření byly upraveny dle 3D simulace. Středová část materiálu byla odstraněna a vznikla "kruhová sukň". Upravené vzorky byly upevněny po obvodu horního okraje šablony, které byly použité v předchozím měření 3 a 4.



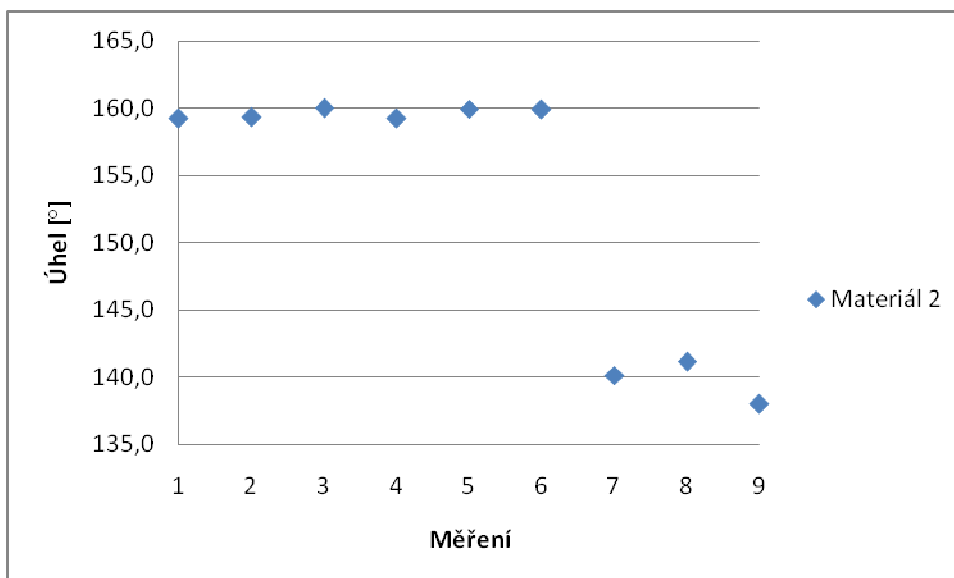
Graf 9: Upravené vzorky aplikované na šablony

V experimentální části byly přidány dva parametry, které byly po celou dobu měření důkladně měřeny. Prvním parametrem byl úhel svírající okraj testovaného vzorku s pasovou linií.

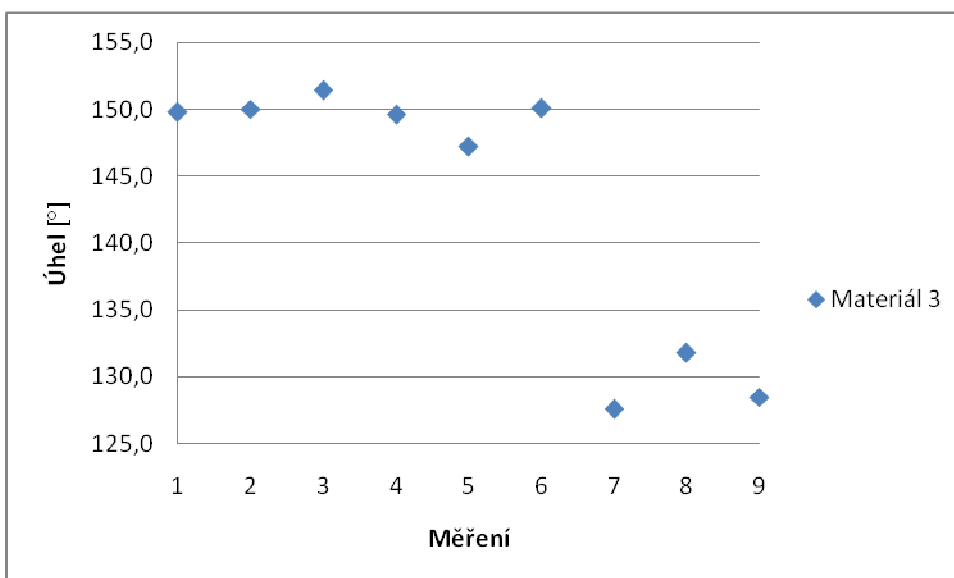


Graf 10: Průměrný úhel pro všechna měření - Materiál 1

Osa Y zaznamenává průměrné hodnoty získané z deseti měření pro každý materiál. Osa X popisuje jednotlivá měření. Jednička vystihuje první měření, vzorek upnutý na skener. Druhé měření bylo provedeno bez upínacího zařízení. Třetí a čtvrté měření bylo za použití šablony ve tvaru válce s upevněním a bez upevnění. Pětka a šestka vystihuje postup kde byla aplikována šablona ve tvaru kužele. Sedmička zastupuje měření, kde středová část vzorku byla odstraněna a následně upevněn na šablonu ve tvaru válce. Pro poslední měření byla zaměněna šablona za kužel. Měření devět zaznamenává zjištěný počet vln v 3D simulaci.



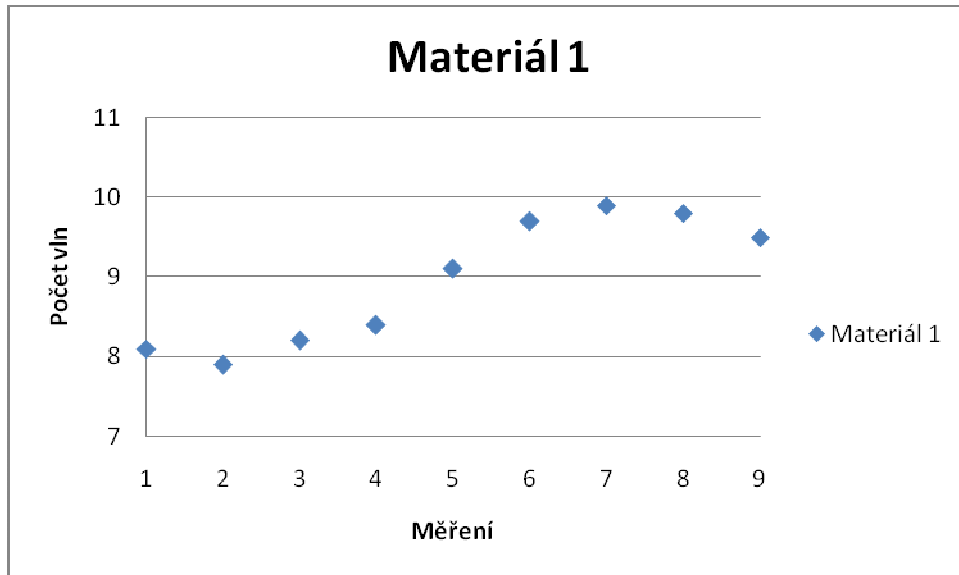
Graf 11: Průměrný úhel pro všechna měření - Materiál 2



Graf 12: Průměrný úhel pro všechna měření - Materiál 3

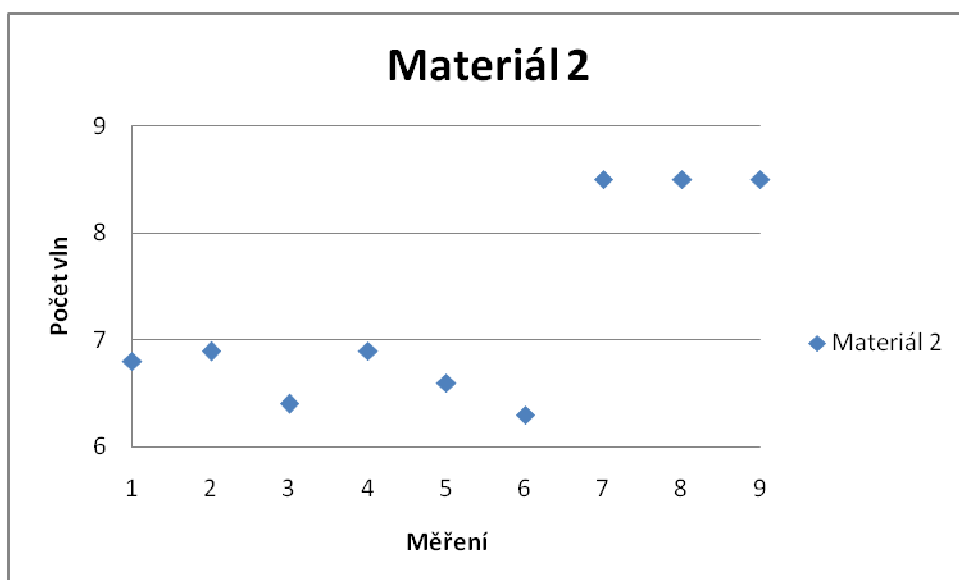
Z Graf 10, Graf 11 a Graf 12 je zřejmé, že prvních šest měření nevykazuje výrazné odchylky. V porovnání s počítačovou simulací, avatar vykazuje nižší úhel. Měření 7 a 8, kde byl upraven vzorek odstraněním středové části, úhel výrazně poklesl. Pro Materiál 3 se jedná o rozdíl více než 25°. Závěrem měření lze potvrdit vliv uchycení vzorků na chování materiálu. Vzorek upravený v měření 7 a 8 se shoduje s 3D vizualizací.

Druhým doplňkovým parametrem, byl počet vln po obvodu. Na měřeném materiálu byly sečteny vlny, které náhodně vznikají na testovaném vzorku. Průměrné hodnoty z měření jsou zaznamenány v následujících grafech.

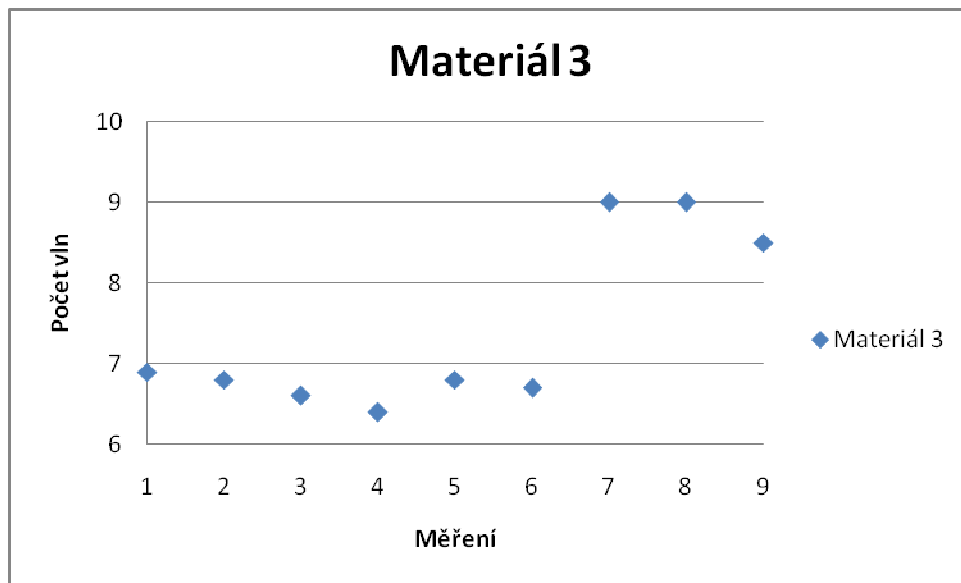


Graf 13: Průměrný počet vln pro všechna měření - Materiál 1

Na ose Y je zaznamenán průměrný počet vln. Na ose X jsou zapsána všechna měření. Měření 1 a 2 vystihuje vzorek upevněný na 3D skeneru s upínací podložkou a bez. Měření 3 a 4 je použita šablona válce. Další dvě měření s šablonou kužele. Měření 7 a 8 zastupuje upravený vzorek na šabloně válce a následně kužele. Poslední údaj označuje počet vln pro avatara.



Graf 14: Průměrný počet vln pro všechna měření - Materiál 2

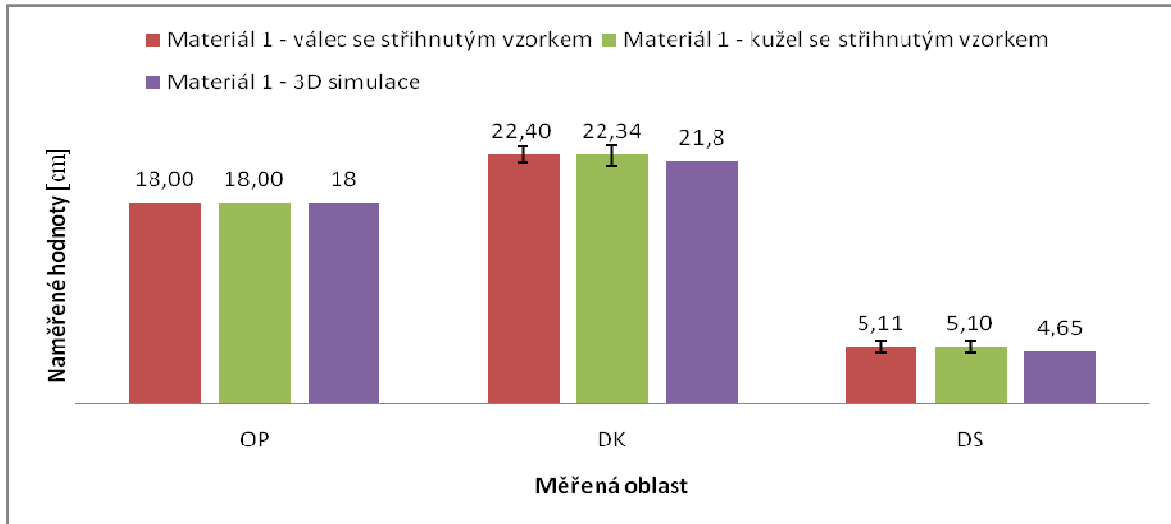


Graf 15: Průměrný počet vln pro všechna měření - Materiál 3

Z Graf 13 je znatelný postupný nárůst počtu vln. Jedná se o splývavou tkaninu, kde šablony ve tvaru válce (údaj v grafu 3 a 4) vytvořili podporu materiálu a zapříčinili vyšší tvorbu vln.

Prvních šest měření v porovnání s avatarem (měření 9) mělo nižší počet vln. Měření s vzorkem bez středové části 7 a 8 potvrzuje vliv upevnění vzorků na chování materiálu a shodné výsledky s počítačovou simulací.

Naměřené hodnoty pro Materiál 1, v porovnání s hodnotami z 3D vizualizace, vykazují velmi příznivé výsledky. V následujícím grafu jsou naměřené hodnoty stříženého vzorku aplikované na šablony válce a kužele v porovnání s počítačovou simulací.



Graf 16: Porovnání upravených vzorků s 3D simulací

Nejvýraznější rozdíl hodnot byl zaznamenán pro oblast DS neboli délku sukně, kde v přepočtu na procenta vychází rozdíl 10 %. Rozdíl je viditelný i ze snímků na následujícím obrázku.



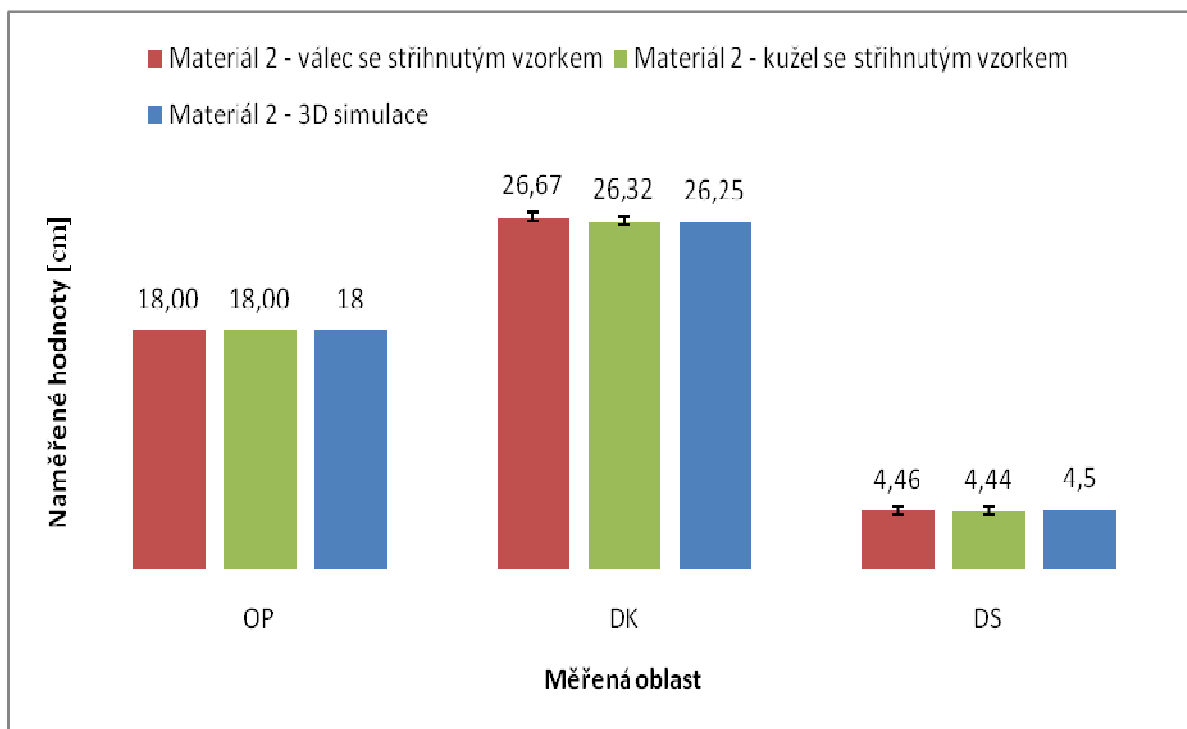
Obrázek 26: Snímky 3D simulace a reálného vzorku

Materiál 2 při prvním měření vykazoval extrémní hodnoty v oblasti DS viz Graf 2. Z obrázku níže je patrná shoda hodnocených vzorků.



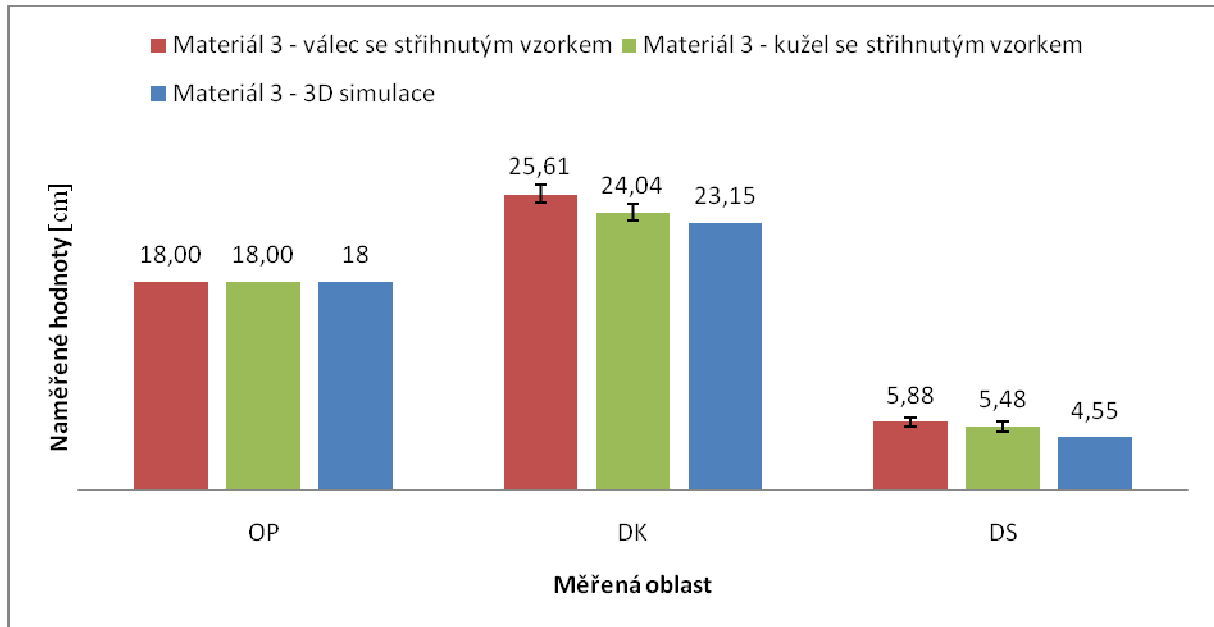
Obrázek 27: Porovnání 3D simulace a reálného vzorku

Při porovnání měřených oblastí v následujícím grafu, si lze povšimnout rozdílu hodnot v milimetrech. Měřený vzorek aplikovaný na šablonu ve tvaru kužele vykazuje lepší shodu pro všechny tři materiály.



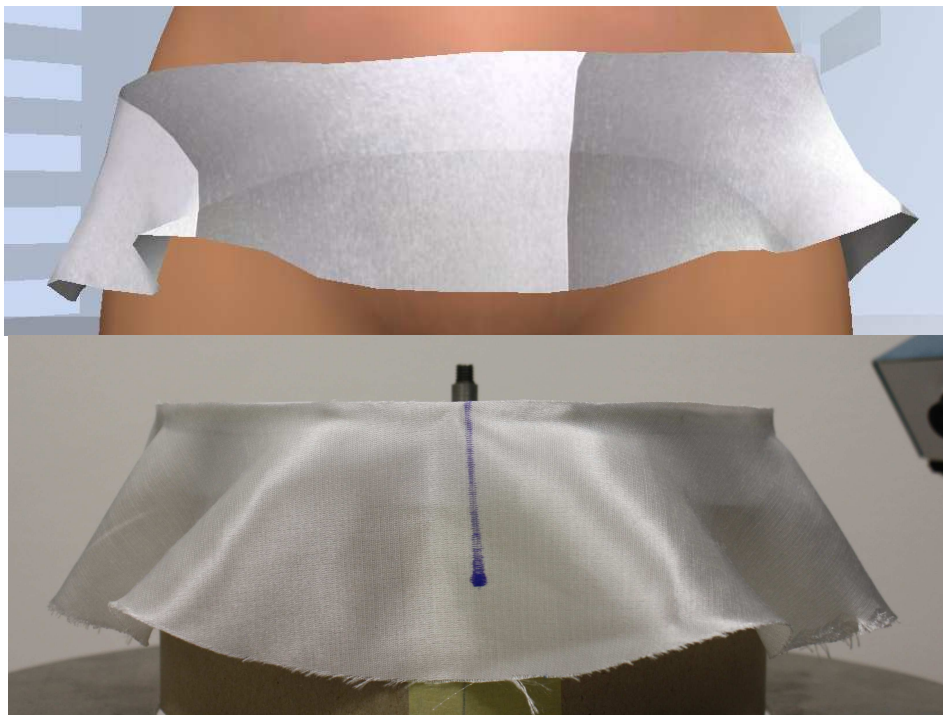
Graf 17: Porovnání upravených vzorků s 3D simulací

Pro Materiál 3 měření nevyšlo tak jednoznačně jako pro předchozí materiál. Avšak vzorek aplikovaný na kužel v porovnání s počítačovou simulací udává rozdíl hodnot do 1 cm viz následující graf.



Graf 18: Porovnání upravených vzorků s 3D simulací

Obrázek 28 porovnává snímky z měření. Zaměříme-li se na rozložení vln, program VStitcher perfektně vystihl počet i umístění.



Obrázek 28: Porovnání 3D simulace a reálného vzorku

Program VStitcher prokázal schopnost na základě zadaných parametrů nasimulovat chování tkanin. Pro experimentální část byly vybrány tři materiály s různými vlastnostmi. Výsledkem měření lze konstatovat kvalitu programu v simulaci splývavosti v porovnání upravených vzorků na 3D skeneru vyvinutého na katedře.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo ověřit, zda lze pro hodnocení splývavosti pro 3D počítačový program VStitcher, použít 3D skener vyvinutý na katedře oděvnictví. Na základě této diplomové práce, shledávám zařízení jako vyhovující pro verifikaci správnosti výsledků systému VStitcher.

Obrazová analýza nabízí virtuální porovnání výsledných obrazů. Představuje nástroj, pomocí kterého je možné převést informace obrazu do numerické podoby.

Na základě porovnání získaných snímků z 3D vizualizace s hodnotami z prvního měření, byly vtypovány kritické body, které v první části ovlivnily výsledky měření.

Nejzásadnější vliv má na splývavost uchycení sukně. Na trojrozměrné figuríně je materiál po celé délce ve svislé poloze. Oproti uložení materiálu do skeneru, kam se materiál vkládá ve vodorovné pozici a následně volně splývá dolů. Orientace vláken přechází z vodorovné polohy do volného splývání.

Další aspekt, který má za následek rozdílné vykreslení, jsou zadávané parametry materiálu. Vlastní definování textilního materiálu nelze propojit s naměřenými hodnotami ze systému KES a je nutné doplnit měření pro ohyb, požadující počítačovým programem VStitcher. Zde se mohou vyskytnout odchylky při zpracování virtuálního obrazu.

Experimentální část diplomové práce svým postupem prokázala vhodnost 3D skeneru pro hodnocení splývavosti v programu VStitcher. Počítačová simulace je schopná reagovat na různé parametry materiálů a simulovat chování tkaniny.

Měření, aplikovaná na tři různé materiály rozdílných vlastností, prokázala shodu.

Pro další práci by bylo vhodné zaměřit se na vstupní data, kde je největší riziko výskytu chyb. Tato práce má svá omezení. Zohlednit musíme i testovanou plochu vzorku. Hodnocení se odvíjí na relativně malé ploše a nízkém počtu testovaných tkanin. Pro další práci by bylo vhodné zohlednit tyto nedostatky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Using 3D Scans for Fit Analysis. In: *College of textile* [online]. 2012 [cit. 2013-12-14]. Dostupné z: http://www.tx.ncsu.edu/jtatm/volume4issue1/articles/Loker/Loker_full_103_04.pdf
- [2] Wu, Y. Y. et al. *An investigation on the validity of 3D clothing simulation for garment fit evaluation*, Proceedings of the IMPoVe 2011, Venice – Italy, p. 463-468.
- [3] [Http://www.human.cornell.edu/fsad/research/upload/S04-CR01-07.pdf](http://www.human.cornell.edu/fsad/research/upload/S04-CR01-07.pdf). In: *Cornell University* [online]. National Textile Center Research Briefs, 2007 [cit. 2013-12-14]. Dostupné z: <http://www.human.cornell.edu/fsad/research/upload/S04-CR01-07.pdf>
- [4] *Browzwear* [online]. 2014 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <http://www.browzwear.com/>
- [5] *Optitex* [online]. 2014 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <http://www.optitex.com>
- [6] *CLO3D* [online]. 2013 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <http://www.clo3d.com>
- [7] *Lectra* [online]. © 2000-2014 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <http://www.lectra.com/en/index.html>
- [8] *Autodesk* [online]. © 2014 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <http://www.autodesk.com/products/autodesk-softimage/overview>
- [9] *Smith Micro Software* [online]. © 2014 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <http://www.poser.smithmicro.com/>
- [10] *DAZ 3D* [online]. © 2011 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <http://www.daz3d.com/>
- [11] KOVÁŘ, Radko. *Struktura a vlastnosti plošných textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003. ISBN 80-7083-676-8.
- [12] STANĚK, J. *Nauka o textilních materiálech: díl I, část 4, Vlastnosti délkových a plošných textilií*. Liberec: VŠST, 1988.

- [13] KOVAČIČ, V. *Textilní zkušebnictví 2*, 1. vydání, Liberec, Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci 2004, ISBN 80-7083-825-6
- [14] FAST. [online]. © 2009 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <http://www.csiro.au/>
- [15] Kato TECH CO., LTD. [online]. © 2007 [cit. 2014-04-18]. Dostupné z: <http://www.keskato.co.jp>
- [16] VRABCOVÁ, I. *Kategorizace oděvních materiálů pro navrhování a konstrukci oděvů v 3D*. Diplomová práce. Liberec, 2011. Technická univerzita v Liberci. Katedra oděvnictví.
- [17] V-STITCHER, *Help vision 4.0*, Browzwear, September 2006.
- [18] *Mechanics of fabric drape* [online]. [vid. 2014-2-16]. Dostupné z WWW: <http://repository.lib.ncsu.edu/ir/bitstream/1840.16/2742/1/etd.pdf>
- [19] *Factors Affecting Draping Quality of Fabric and Its Measurement* [online]. [vid. 2012-2-16]. Dostupné z WWW: <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/25/2412/factors-affecting-draping-quality-of-fabric-and-its-measurement2.asp>.
- [20] STYLIOS, G.K., WAN, T.R. *The concept of virtual measurement: 3D fabric drapeability*. International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 11 Iss: 1, pp.10 – 18, 1999.
- [21] STYLIOS, G.K., ZHU, R. (1997), *The characterisation of the static and dynamic drape of fabrics*. Journal of the Textile Institute, Vol. 88 No.4, pp.465-75.
- [22] *3D technology in textile software industry* [online]. [vid. 2014-4-16]. Dostupné z WWW: <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/46/4591/3d-technology-in-textile-software-industry1.asp>
- [23] DYLEVSKÝ, I.. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
- [24] *Školní a webové informační centrum* [online]. © 2009-2014 [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: http://vyuka.zsjarose.cz/index.php?action=lesson_detail&id=372

PŘÍLOHA A

Naměřené hodnoty systémem KES

								TAH - celkový				
Č.m.	Materiál		Vazba	Dostava [n/1cm]		Plošná hmotnost [kgm ⁻²]	Tloušťka [mm]	Koeficient splyvavosti [%]	Linearita [-]	Deformační práce [N·m/m ²]	Tahová pružnost (zotavení) [%]	Relativní prodloužení [%]
	o	ú		D _o	D _ú	ρ _s	T _o	DC	LT	WT	RT	EM
1.	SLEZAN - "Marocain" - 100% VI		plátno	40	22	0,115	0,407	22,84	0,617	9,653	53,722	6,360
2.	SLEZAN - "Barena" - 96%CO+4%elastan		kepr 2/1S	49	25	0,190	0,667	72,85	0,678	32,878	37,817	21,847
3.	HEDVA - "Odara" - PES/VS		atlas	96	23	0,101	0,313	51,52	0,839	3,675	76,523	1,872
OHYB - celkový			SMYK - celkový			TLAK - celkový			POVRCH - celkový			
Č.m.	Ohybová tuhost [x10 ⁻⁴ N·m ² /m]	Ohybová hystereze [x10 ⁻² N·m/m]	Smyková tuhost [N/m/degree]	Smyková hystereze 0,5° [N/m]	Smyková hystereze 5° [N/m]	Linearita [-]	Kompresní práce [N·m/m ²]	Kompresní pružnost (zotavení)[%]	Střední hodnota koeficientu tření [-]	Střední odchylka koeficientu tření [-]	Střední odchylka geometrické drsnosti [μm]	
	B	2HB	G	2HG	2HG5	LC	WC	RC	MIU	MMD	SMD	
1.	0,039	0,021	0,228	0,262	0,412	0,252	0,090	60,077	0,219	0,029	5,919	
2.	0,103	0,168	2,100	5,745	5,447	0,289	0,170	42,460	0,177	0,017	3,486	
3.	0,115	0,076	0,372	0,515	1,232	0,353	0,073	79,407	0,199	0,012	2,157	
TAH - osnova				OHYB - osnova		SMYK - osnova			TLAK			
Č.m.	Linearita [-]	Deformační práce [N·m/m ²]	Tahová pružnost (zotavení) [%]	Relativní prodloužení [%]	Ohybová tuhost [x10 ⁻⁴ N·m ² /m]	Ohybová hystereze [x10 ⁻² N·m/m]	Smyková tuhost [N/m/degree]	Smyková hystereze 0,5° [N/m]	Smyková hystereze 5° [N/m]	Linearita [-]	Kompresní energie [gf.cm/cm ²]	Kompresní pružnost [%]
	LT	WT	RT	EM	B	2HB	G	2HG	2HG5	LC	WC	RC
1.	0,585	8,363	61,183	5,837	0,061	0,029	0,240	0,300	0,473	0,252	0,090	60,077
2.	0,769	12,543	43,347	6,660	0,142	0,235	1,897	7,017	4,940	0,289	0,170	42,460
3.	0,910	2,077	87,417	0,933	0,197	0,126	0,403	0,597	1,330	0,353	0,073	79,407
TAH - útek				OHYB - útek		SMYK - útek			POVRCH - útek			
Č.m.	Linearita [-]	Deformační práce [N·m/m ²]	Tahová pružnost (zotavení) [%]	Relativní prodloužení [%]	Ohybová tuhost [x10 ⁻⁴ N·m ² /m]	Ohybová hystereze [x10 ⁻² N·m/m]	Smyková tuhost [N/m/degree]	Smyková hystereze 0,5° [N/m]	Smyková hystereze 5° [N/m]	Střední hodnota koeficientu tření [-]	Střední odchylka koeficientu tření [-]	Střední odchylka geometrické drsnosti [μm]
	LT	WT	RT	EM	B	2HB	G	2HG	2HG5	MIU	MMD	SMD
1.	0,649	10,943	46,260	6,883	0,017	0,013	0,217	0,223	0,350	0,252	0,015	3,218
2.	0,586	53,213	32,287	37,033	0,064	0,101	2,303	4,473	5,953	0,186	0,021	3,610
3.	0,767	5,273	65,630	2,810	0,033	0,026	0,340	0,433	1,133	0,248	0,016	2,215

PŘÍLOHA B

Hodnoty získané ze snímků 3D simulace

Avatar osnova [cm]

Materiál 1

OP	18
DK	21,7
DS	5,5
Úhel	119
Vlny	10

Avatar útek [cm]

OP	18
DK	21,9
DS	3,8
Úhel	120
Vlny	9

Celkem [cm]

OP	18
DK	21,8
DS	4,65
Úhel	119,5
Vlny	10

Materiál 2

OP	18
DK	27,9
DS	5,4
Úhel	136
Vlny	9

OP	18
DK	24,6
DS	3,6
úhel	140
vlny	8

OP	18
DK	26,25
DS	4,5
Úhel	138
Vlny	9

Materiál 3

OP	18
DK	23,6
DS	5,4
Úhel	129
Vlny	9

OP	18
DK	22,7
DS	3,7
Úhel	128
Vlny	8

OP	18
DK	23,15
DS	4,55
Úhel	128,5
Vlny	9

Hodnoty získané ze skeneru

Materiál 1

OSNOVA

Měření s upínací podložkou

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	25,7	24,9	24,8	24,9	25,3	24,8	25	24,9	24,7	24,6	24,96	0,09	0,30	0,01	24,60	25,70
DS	5,1	5,2	4,8	5	5,1	4,9	5,3	4,8	4,7	5,1	5,00	0,03	0,18	0,04	4,70	5,30
Úhel	127	123	130	128	126	126	131	134	129	129	128,30	8,41	2,90	0,02	123,00	134,00
Vlny	8	8	7	8	8	7	8	8	8	9	8	0	1	0	7	9

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	25,7	26,4	26,5	26,3	26,1	25,5	26	26,1	26,2	25,9	26,07	0,09	0,29	0,01	25,50	26,50
DS	3,8	3,9	3,9	3,7	4	3,6	3,7	3,9	3,8	3,7	3,80	0,01	0,12	0,03	3,60	4,00
Úhel	130	126	134	133	129	131	133	130	135	129	131,00	6,80	2,61	0,02	126,00	135,00
Vlny	8	8	7	8	8	7	8	8	8	9	8	0	1	0	7	9

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	25,52	0,09	0,30	0,01
DS	4,40	0,02	0,15	0,03
Úhel	129,65	7,61	2,75	0,02
Vlny	8	0	1	0

Materiál 2**OSNOVA****Měření s upínací podložkou**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	27,3	29,4	29,6	27,6	28,5	29,5	28,8	29,3	29,3	28,7	28,80	0,58	0,76	0,03	27,30	29,60
DS	1,8	2,2	2,4	1,7	2,1	2,3	2	2,5	2,2	2,1	2,13	0,06	0,24	0,11	1,70	2,50
Úhel	158	160	159	158	162	159	157	158	154	156	158,10	4,29	2,07	0,01	154,00	162,00
Vlny	7	7	6	8	7	7	6	7		7	7	0	1	0	6	8

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	29,6	29,8	29,9	29,7	29,5	29,8	29,7	29,9	29,6	29,8	29,73	0,02	0,13	0,00	29,50	29,90
DS	1,2	1,1	1	1,2	1,4	1,3	1	1	1,1	1,2	1,15	0,02	0,13	0,11	1,00	1,40
Úhel	159	160	165	159	158	163	162	161	162	157	160,60	5,44	2,33	0,01	157,00	165,00
Vlny	7	7	6	8	7	7	6	7		7	7	0	1	0	6	8

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	29,27	0,30	0,44	0,02
DS	1,64	0,04	0,18	0,11
Úhel	159,35	4,87	2,20	0,01
Vlny	7	0	1	0

Materiál 3**OSNOVA****Měření s upínací podložkou**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	28,4	28	28,5	26,8	26,7	29,1	29,3	27,6	27,8	27,6	27,98	0,68	0,82	0,03	26,70	29,30
DS	3,8	4	4,1	3,9	4,2	3,6	3,5	4	3,7	3,9	3,87	0,04	0,21	0,05	3,50	4,20
Úhel	143	149	157	149	146	148	150	149	145	151	148,70	13,01	3,61	0,02	143,00	157,00
Vlny	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	0	0	0	6	7

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	27,2	27,5	28,6	28,8	28,2	28,6	27,9	28,3	28,5	28,9	28,25	0,28	0,53	0,02	27,20	28,90
DS	3,8	4,3	2,2	2,4	2,1	3,3	3,5	4,1	2,9	2,6	3,12	0,57	0,76	0,24	2,10	4,30
Úhel	151	148	149	157	154	151	153	149	150	151	151,30	6,61	2,57	0,02	148,00	157,00
Vlny	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	0	0	0	6	7

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	28,12	0,48	0,68	0,02
DS	3,50	0,31	0,48	0,15
Úhel	150,00	9,81	3,09	0,02
Vlny	7	0	0	0

Materiál 1**OSNOVA****Měření bez upínací podložky**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	23,86	23,71	26,75	24,13	25,89	21,9	27,1	25,34	26,57	25,84	25,11	2,48	1,57	0,06	21,90	27,10
DS	5,57	4,86	5,17	5,49	5,11	5,38	5,27	5,28	5,31	5,3	5,27	0,04	0,19	0,04	4,86	5,57
Úhel	123	128	124	127	133	129	125	126	128	129	127,20	7,56	2,75	0,02	123,00	133,00
Vlny	8	8	7	8	9	8	9	8	8	8	8	0	1	0	7	9

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	28,45	25,39	27,31	26,45	26,86	27,13	28,06	26,49	24,82	25,72	26,67	1,18	1,09	0,04	24,82	28,45
DS	5,48	4,36	4,89	4,25	4,98	4,13	5,17	4,21	4,35	4,29	4,61	0,20	0,45	0,10	4,13	5,48
Úhel	128	135	127	130	133	129	133	134	130	131	131,00	6,40	2,53	0,02	127,00	135,00
Vlny	8	8	7	8	9	8	9	8	8	8	8	0	1	0	7	9

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	25,89	1,83	1,33	0,05
DS	4,94	0,12	0,32	0,07
Úhel	129,10	6,98	2,64	0,02
Vlny	8	0	1	0

Materiál 2**OSNOVA****Měření bez upínací podložky**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	30,86	30,29	29,18	29,58	30,01	29,8	27,78	28,95	30,16	28,64	29,53	0,74	0,86	0,03	27,78	30,86
DS	3,14	2,43	2,38	3,03	2,54	2,55	2,26	2,13	2,34	2,21	2,50	0,10	0,32	0,13	2,13	3,14
Úhel	157	155	160	159	157	158	159	154	160	158	157,70	3,61	1,90	0,01	154,00	160,00
Vlny	7	7	7	6	7	6	7	7	7	7	7	0	0	0	6	7

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	31,62	31,93	28,59	32,58	30,16	31,39	31,58	30,94	30,69	31,14	31,06	1,08	1,04	0,03	28,59	32,58
DS	2,03	2,35	3,01	2,84	2,51	2,67	2,34	2,09	2,95	2,57	2,54	0,10	0,32	0,13	2,03	3,01
Úhel	160	159	157	164	163	160	162	162	159	162	160,80	4,16	2,04	0,01	157,00	164,00
Vlny	7	7	7	6	7	6	7	7	7	7	7	0	0	0	6	7

Osнова + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	30,29	0,91	0,95	0,03
DS	2,52	0,10	0,32	0,13
Úhel	159,25	3,89	1,97	0,01
Vlny	7	0	0	0

Materiál 3**OSNOVA****Měření bez upínací podložky**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	27,89	29,34	28,67	31,12	29,92	28,63	30,98	29,81	29,35	30,01	29,57	0,94	0,97	0,03	27,89	31,12
DS	3,27	3,69	3,81	4,01	3,16	3,85	3,64	3,4	3,55	3,29	3,57	0,07	0,27	0,07	3,16	4,01
Úhel	144	148	150	149	147	149	151	149	148	147	148,20	3,36	1,83	0,01	144,00	151,00
Vlny	7	7	6	8	7	6	7	7	7	7	7	0	1	0	6	8

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	30,57	31,25	28,95	29,64	30,75	31,48	29,83	30,59	29,84	31,5	30,44	0,66	0,81	0,03	28,95	31,50
DS	3,24	3,86	3,57	3,81	3,21	3,55	3,09	3,92	3,52	3,66	3,54	0,07	0,27	0,08	3,09	3,92
Úhel	149	150	153	152	159	157	147	148	148	151	151,40	14,24	3,77	0,02	147,00	159,00
Vlny	7	7	6	8	7	6	7	7	7	7	7	0	1	0	6	8

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	30,01	0,80	0,89	0,03
DS	3,56	0,07	0,27	0,08
Úhel	149,80	8,80	2,80	0,02
Vlny	7	0	1	0

Materiál 1**OSNOVA****Měření s upínací podložkou**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	25,7	24,9	24,8	24,9	25,3	24,8	25	24,9	24,7	24,6	24,96	0,09	0,30	0,01	24,60	25,70
DS	5,1	5,2	4,8	5	5,1	4,9	5,3	4,8	4,7	5,1	5,00	0,03	0,18	0,04	4,70	5,30
Úhel	127	123	130	128	126	126	131	134	129	129	128,30	8,41	2,90	0,02	123,00	134,00
Vlny	8	8	7	8	8	7	8	8	8	9	8	0	1	0	7	9

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	25,7	26,4	26,5	26,3	26,1	25,5	26	26,1	26,2	25,9	26,07	0,09	0,29	0,01	25,50	26,50
DS	3,8	3,9	3,9	3,7	4	3,6	3,7	3,9	3,8	3,7	3,80	0,01	0,12	0,03	3,60	4,00
Úhel	130	126	134	133	129	131	133	130	135	129	131,00	6,80	2,61	0,02	126,00	135,00
Vlny	8	8	7	8	8	7	8	8	8	9	8	0	1	0	7	9

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	25,52	0,09	0,30	0,01
DS	4,40	0,02	0,15	0,03
Úhel	129,65	7,61	2,75	0,02
Vlny	8	0	1	0

Materiál 2**OSNOVA****Měření s upínací podložkou**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	27,3	29,4	29,6	27,6	28,5	29,5	28,8	29,3	29,3	28,7	28,80	0,58	0,76	0,03	27,30	29,60
DS	1,8	2,2	2,4	1,7	2,1	2,3	2	2,5	2,2	2,1	2,13	0,06	0,24	0,11	1,70	2,50
Úhel	158	160	159	158	162	159	157	158	154	156	158,10	4,29	2,07	0,01	154,00	162,00
Vlny	7	7	6	8	7	7	6	7		7	7	0	1	0	6	8

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	29,6	29,8	29,9	29,7	29,5	29,8	29,7	29,9	29,6	29,8	29,73	0,02	0,13	0,00	29,50	29,90
DS	1,2	1,1	1	1,2	1,4	1,3	1	1	1,1	1,2	1,15	0,02	0,13	0,11	1,00	1,40
Úhel	159	160	165	159	158	163	162	161	162	157	160,60	5,44	2,33	0,01	157,00	165,00
Vlny	7	7	6	8	7	7	6	7		7	7	0	1	0	6	8

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	29,27	0,30	0,44	0,02
DS	1,64	0,04	0,18	0,11
Úhel	159,35	4,87	2,20	0,01
Vlny	7	0	1	0

Materiál 3**OSNOVA****Měření s upínací podložkou**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	28,4	28	28,5	26,8	26,7	29,1	29,3	27,6	27,8	27,6	27,98	0,68	0,82	0,03	26,70	29,30
DS	3,8	4	4,1	3,9	4,2	3,6	3,5	4	3,7	3,9	3,87	0,04	0,21	0,05	3,50	4,20
Úhel	143	149	157	149	146	148	150	149	145	151	148,70	13,01	3,61	0,02	143,00	157,00
Vlny	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	0	0	0	6	7

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	27,2	27,5	28,6	28,8	28,2	28,6	27,9	28,3	28,5	28,9	28,25	0,28	0,53	0,02	27,20	28,90
DS	3,8	4,3	2,2	2,4	2,1	3,3	3,5	4,1	2,9	2,6	3,12	0,57	0,76	0,24	2,10	4,30
Úhel	151	148	149	157	154	151	153	149	150	151	151,30	6,61	2,57	0,02	148,00	157,00
Vlny	7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	0	0	0	6	7

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	28,12	0,48	0,68	0,02
DS	3,50	0,31	0,48	0,15
Úhel	150,00	9,81	3,09	0,02
Vlny	7	0	0	0

Materiál 1**OSNOVA****Měření bez upínací podložky + válec**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	26,19	24,55	23,76	25,45	24,31	24,88	27,55	24,48	26,88	26,89	25,49	1,53	1,24	0,05	23,76	27,55
DS	5,34	5,32	5,47	5,09	5,14	5,39	5,45	4,8	5,35	5,18	5,25	0,04	0,19	0,04	4,80	5,47
Úhel	122	124	125	129	126	124	132	132	130	132	127,60	13,24	3,64	0,03	122,00	132,00
Vlny	8	8	9	8	9	9	8	7	8	8	8	0	1	0	7	9

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	26,85	27	25,92	26,32	25,31	25,2	25,2	26,52	28,3	28,48	26,51	1,27	1,13	0,04	25,20	28,48
DS	4,43	5,41	4,32	4,47	4,5	4,71	4,53	5,28	5,59	5,6	4,88	0,24	0,49	0,10	4,32	5,60
Úhel	126	128	134	135	135	130	132	131	134	131	131,60	8,24	2,87	0,02	126,00	135,00
Vlny	8	8	9	8	9	9	8	7	8	8	8	0	1	0	7	9

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	26,00	1,40	1,18	0,05
DS	5,07	0,14	0,34	0,07
Úhel	129,60	10,74	3,25	0,03
Vlny	8	0	1	0

Materiál 2**OSNOVA****Měření bez upínací podložky + válec**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	29,9	27,66	29,39	30,22	30,76	28,75	28,99	29,14	30,04	36,79	30,16	5,56	2,36	0,08	27,66	36,79
DS	2,76	2,3	3,55	2,23	1,98	2,55	2,91	2,57	2,25	1,95	2,51	0,21	0,46	0,18	1,95	3,55
Úhel	159	154	154	163	163	154	158	158	163	156	158,20	12,76	3,57	0,02	154,00	163,00
Vlny	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	0	0	0	6	7

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	30,86	30,53	30,68	32,48	28,42	30,98	31,37	31,09	31,96	32,95	31,13	1,39	1,18	0,04	28,42	32,95
DS	2,84	3,02	2,18	2,57	2,44	2,21	3,09	2,45	2,09	3,05	2,59	0,13	0,36	0,14	2,09	3,09
Úhel	158	161	163	164	162	163	164	164	163	156	161,80	6,76	2,60	0,02	156,00	164,00
Vlny	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	0	0	0	6	7

Osнова + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	30,65	3,48	1,77	0,06
DS	2,55	0,17	0,41	0,16
Úhel	160,00	9,76	3,09	0,02
Vlny	6	0	0	0

Materiál 3**OSNOVA****Měření bez upínací podložky + válec**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	26,79	27,79	31,11	30,9	27,27	30,46	27,9	30,9	30,22	28,31	29,17	2,60	1,61	0,06	26,79	31,11
DS	3,54	3,46	3,34	2,69	3,68	3,6	3,86	4,16	3,94	4,21	3,65	0,18	0,42	0,12	2,69	4,21
Úhel	143	152	155	157	142	154	142	151	148	143	148,70	30,81	5,55	0,04	142,00	157,00
Vlny	7	6	5	6	8	7	7	7	6	7	7	1	1	0	5	8

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	29,09	29,66	31,77	30,67	30,67	30,48	32,24	30,9	28,6	30,68	30,48	1,12	1,06	0,03	28,60	32,24
DS	3,02	4,46	3,76	3,89	3,33	4,06	4,07	3,83	4,06	3,82	3,83	0,15	0,38	0,10	3,02	4,46
Úhel	156	154	159	154	154	153	152	152	149	158	154,10	7,89	2,81	0,02	149,00	159,00
Vlny	7	6	5	6	8	7	7	7	6	7	7	1	1	0	5	8

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	29,82	1,86	1,34	0,05
DS	3,74	0,16	0,40	0,11
Úhel	151,40	19,35	4,18	0,03
Vlny	7	1	1	0

Materiál 1**OSNOVA****Měření s upínací podložkou + válec**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	24,5	24,87	26	26,07	26,79	25,73	26,61	25,43	25,73	24,5	25,62	0,58	0,76	0,03	24,50	26,79
DS	4,88	5,09	5,18	4,9	5,22	4,82	5,14	5,16	5,32	4,5	5,02	0,05	0,23	0,05	4,50	5,32
Úhel	126	128	128	125	132	129	136	126	128	128	128,60	9,44	3,07	0,02	125,00	136,00
Vlny	9	9	8	9	8	8	7	9	8	9	8	0	1	0	7	9

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	25,7	26,29	26,04	26,33	25,52	26,55	26,53	24,68	25,68	26,27	25,96	0,30	0,55	0,02	24,68	26,55
DS	4,42	4,66	4,34	4,57	4,57	4,27	4,38	4,64	4,91	4,74	4,55	0,04	0,19	0,04	4,27	4,91
Úhel	134	134	133	131	131	134	132	123	129	133	131,40	10,24	3,20	0,02	123,00	134,00
Vlny	9	9	8	9	8	8	7	9	8	9	8	0	1	0	7	9

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	25,79	0,44	0,66	0,03
DS	4,79	0,04	0,21	0,04
Úhel	130,00	9,84	3,14	0,02
Vlny	8	0	1	0

Materiál 2**OSNOVA****Měření bez upínací podložky + válec**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	28,06	28,47	30	28,5	29,3	29,07	29,19	29,58	29,84	29,36	29,14	0,35	0,59	0,02	28,06	30,00
DS	2,38	2,43	2,33	2,25	1,97	2,31	2,44	2,14	1,73	2,05	2,20	0,05	0,22	0,10	1,73	2,44
Úhel	156	154	163	158	162	159	155	155	166	160	158,80	14,16	3,76	0,02	154,00	166,00
Vlny	8	7	7	6	6	7	6	7	7	8	7	0	1	0	6	8

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	28,97	29,34	29,92	29,39	30,21	30,33	29,51	27,5	29,79	29,96	29,49	0,60	0,77	0,03	27,50	30,33
DS	2,17	2,34	2,41	1,84	2,34	2,71	1,84	2,13	1,86	2,31	2,20	0,07	0,27	0,12	1,84	2,71
Úhel	154	155	158	160	162	159	161	160	166	162	159,70	11,01	3,32	0,02	154,00	166,00
Vlny	8	7	7	6	6	7	6	7	7	8	7	0	1	0	6	8

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	29,31	0,48	0,68	0,02
DS	2,20	0,06	0,24	0,11
Úhel	159,25	12,59	3,54	0,02
Vlny	7	0	1	0

Materiál 3**OSNOVA****Měření s upínací podložkou + válec**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	27,39	29,51	27,49	27,62	28,96	28,23	28,91	28,36	26,87	28,11	28,15	0,61	0,78	0,03	26,87	29,51
DS	3,21	3	3,77	4,07	3,39	4,14	3,15	3,45	2,54	3,21	3,39	0,22	0,47	0,14	2,54	4,14
Úhel	152	158	140	138	151	141	148	150	148	148	147,40	33,84	5,82	0,04	138,00	158,00
Vlny	6	7	7	6	6	7	6	6	7	6	6	0	0	0	6	7

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	29,2	28,23	29,46	29,2	28,96	28,61	27,93	28,23	28,59	29,17	28,76	0,24	0,49	0,02	27,93	29,46
DS	3,15	3,58	2,64	3,27	2,48	3,49	2,91	3,1	3,37	3,71	3,17	0,14	0,38	0,12	2,48	3,71
Úhel	158	146	158	152	160	150	152	152	148	142	151,80	29,16	5,40	0,04	142,00	160,00
Vlny	6	7	7	6	6	7	6	6	7	6	6	0	0	0	6	7

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	28,45	0,42	0,63	0,02
DS	3,28	0,18	0,42	0,13
Úhel	149,60	31,50	5,61	0,04
Vlny	6	0	0	0

Materiál 1**OSNOVA****Měření bez upínací podložky + kužel**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	25,99	26,58	27,5	25,39	25,69	26,86	24,99	25,31	25,3	26,35	26,00	0,59	0,77	0,03	24,99	27,50
DS	4,94	4,98	6,2	4,84	4,93	5,2	4,61	4,5	4,96	5,09	5,03	0,19	0,44	0,09	4,50	6,20
Úhel	132	130	122	132	130	130	133	139	132	132	131,20	15,56	3,94	0,03	122,00	139,00
Vlny	10	8	8	10	9	9	9	9	9	10	9	0	1	0	8	10

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	26,71	27,69	26,26	27,71	28,03	25,11	26,92	27,57	26,16	24,94	26,71	1,07	1,03	0,04	24,94	28,03
DS	5,52	4,98	5,61	5,29	5,02	4,94	4,77	4,86	5,2	5,81	5,20	0,11	0,33	0,06	4,77	5,81
Úhel	131	136	131	136	134	130	139	136	130	130	133,30	9,81	3,13	0,02	130,00	139,00
Vlny	10	8	8	10	9	9	9	9	9	10	9	0	1	0	8	10

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	26,35	0,83	0,90	0,03
DS	5,11	0,15	0,38	0,08
Úhel	132,25	12,69	3,54	0,03
Vlny	9	0	1	0

Materiál 2**OSNOVA****Měření bez upínací podložky + kužel**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	29,55	30,15	29,52	29,33	28,06	30,24	31,15	30,04	28,39	30,73	29,72	0,84	0,91	0,03	28,06	31,15
DS	2,72	2,4	2,59	2,4	2,65	2,88	3,05	2,91	2,41	2,83	2,68	0,05	0,22	0,08	2,40	3,05
Úhel	163	163	158	160	157	159	159	158	162	161	160,00	4,20	2,05	0,01	157,00	163,00
Vlny	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	7	0	0	0	6	7

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	30,9	29,28	31,99	28,29	28,27	29,76	32,1	29,12	31,39	28,78	29,99	1,99	1,41	0,05	28,27	32,10
DS	3,12	2,42	2,63	2,83	2,8	2,55	2,85	2,65	3,02	2,94	2,78	0,04	0,21	0,07	2,42	3,12
Úhel	155	159	160	158	162	162	163	162	161	157	159,90	6,09	2,47	0,02	155,00	163,00
Vlny	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	7	0	0	0	6	7

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	29,85	1,41	1,16	0,04
DS	2,73	0,05	0,21	0,08
Úhel	159,95	5,15	2,26	0,01
Vlny	7	0	0	0

Materiál 3**OSNOVA****Měření bez upínací podložky + kužel**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	26,84	30,39	28,35	27,21	27,54	28,06	30,54	27,25	27,16	28,08	28,14	1,55	1,25	0,04	26,84	30,54
DS	4,19	4,7	3,6	3,4	4,16	3,71	3,54	3,99	3,6	4,14	3,90	0,15	0,38	0,10	3,40	4,70
Úhel	142	142	146	150	145	149	150	148	147	144	146,30	8,21	2,87	0,02	142,00	150,00
Vlny	6	7	8	7	7	7	7	6	7	6	7	0	1	0	6	8

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	30,32	29,86	30,1	30,6	31,96	28,83	31,03	28,8	28,91	31,69	30,21	1,18	1,09	0,04	28,80	31,96
DS	3,95	3,43	4,57	3,9	4,04	4,78	4,47	4,32	3,09	3,75	4,03	0,25	0,50	0,12	3,09	4,78
Úhel	146	148	148	149	150	144	146	151	148	151	148,10	4,69	2,17	0,01	144,00	151,00
Vlny	6	7	8	7	7	7	7	6	7	6	7	0	1	0	6	8

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	29,18	1,37	1,17	0,04
DS	3,97	0,20	0,44	0,11
Úhel	147,20	6,45	2,52	0,02
Vlny	7	0	1	0

Materiál 1**OSNOVA****Měření s upínací podložkou + kužel**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	24,82	25,64	25,75	26,07	25,44	25,35	25,75	24,92	25,91	25,52	25,52	0,15	0,40	0,02	24,82	26,07
DS	5,44	4,85	5,03	4,56	5,45	4,33	5,31	5,45	5,24	5,05	5,07	0,14	0,39	0,08	4,33	5,45
Úhel	123	131	139	134	131	124	132	129	128	127	129,80	20,16	4,73	0,04	123,00	139,00
Vlny	10	10	10	10	10	10	9	9	9	10	10	0	0	0	9	10

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	25,85	25,06	26,81	26,51	26,94	25,58	26,25	26,33	25,54	26,09	26,10	0,32	0,56	0,02	25,06	26,94
DS	5,19	5,7	5,09	5,05	5,31	4,74	5,75	4,65	4,5	5,61	5,16	0,18	0,42	0,08	4,50	5,75
Úhel	128	122	131	132	131	128	120	132	120	128	127,20	20,76	4,56	0,04	120,00	132,00
Vlny	10	10	10	10	10	10	9	9	9	10	10	0	0	0	9	10

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	25,81	0,23	0,48	0,02
DS	5,12	0,16	0,40	0,08
Úhel	128,50	20,46	4,64	0,04
Vlny	10	0	0	0

Materiál 2**OSNOVA****Měření s upínací podložkou + kužel**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	28,58	28,6	27,56	29,13	29,51	30,05	29,57	26,74	28,03	28,09	28,59	0,93	0,96	0,03	26,74	30,05
DS	1,57	1,4	1,55	2,01	1,99	1,62	2,19	2,48	1,93	2,55	1,93	0,14	0,38	0,20	1,40	2,55
Úhel	162	163	158	159	162	162	160	154	158	159	159,70	6,61	2,57	0,02	154,00	163,00
Vlny	5	7	6	5	6	6	7	7	7	7	6	1	1	0	5	7

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	28,85	28,22	28,27	27,6	29,01	29,39	28,95	29,52	29,57	29,66	28,90	0,42	0,65	0,02	27,60	29,66
DS	1,37	1,73	2,05	1,44	2,28	1,96	2,01	1,56	2,19	2,28	1,89	0,10	0,32	0,17	1,37	2,28
Úhel	163	160	158	160	152	162	161	162	162	161	160,10	9,09	3,01	0,02	152,00	163,00
Vlny	5	7	6	5	6	6	7	7	7	7	6	1	1	0	5	7

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	28,75	0,67	0,81	0,03
DS	1,91	0,12	0,35	0,18
Úhel	159,90	7,85	2,79	0,02
Vlny	6	1	1	0

Materiál 3**OSNOVA****Měření s upínací podložkou + kužel**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	27,54	26,74	26,45	27,59	29,11	25,36	28,48	28,92	28,05	27,43	27,57	1,21	1,10	0,04	25,36	29,11
DS	3,22	4,5	3	3,15	3,62	3,55	3,49	2,86	4,09	3,55	3,50	0,22	0,47	0,13	2,86	4,50
Úhel	150	134	151	151	148	138	148	152	150	148	147,00	32,80	5,73	0,04	134,00	152,00
Vlny	7	7	7	7	6	7	7	7	6	6	7	0	0	0	6	7

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	28,72	28,85	29,15	29,25	28,85	28,93	28,83	29,35	28,53	30	29,05	0,16	0,40	0,01	28,53	30,00
DS	3,06	2,78	4,31	2,78	3	3,09	4,04	2,63	3,73	2,59	3,20	0,33	0,58	0,18	2,59	4,31
Úhel	159	158	145	150	157	151	148	161	146	156	153,10	30,09	5,49	0,04	145,00	161,00
Vlny	7	7	7	7	6	7	7	7	6	6	7	0	0	0	6	7

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	28,31	0,68	0,75	0,03
DS	3,35	0,28	0,52	0,16
Úhel	150,05	31,45	5,61	0,04
Vlny	7	0	0	0

Materiál 1**OSNOVA****Měření stříhnutého mat. - šablona válec**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	21,86	22,42	22,06	21,79	22,67	22,38	21,48	20,91	22,72	23,54	22,18	0,49	0,70	0,03	20,91	23,54
DS	6,1	4,86	4,82	5,1	5,5	4,21	5,8	4,97	4,61	5,03	5,10	0,28	0,53	0,10	4,21	6,10
Úhel	114	115	120	122	116	119	114	118	116	117	117,10	6,29	2,51	0,02	114,00	122,00
Vlny	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	0	0	0	9	10

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	23,75	22,3	23,57	21,84	22,84	22,94	22,13	22,46	20,84	23,4	22,61	0,71	0,84	0,04	20,84	23,75
DS	4,08	4,56	5,13	4,78	4,65	5,7	5,89	6,1	5,4	4,87	5,12	0,38	0,61	0,12	4,08	6,10
Úhel	115	118	116	120	120	119	118	114	122	119	118,10	5,49	2,34	0,02	114,00	122,00
Vlny	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10	0	0	0	9	10

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	22,40	0,60	0,77	0,03
DS	5,11	0,33	0,57	0,11
Úhel	117,60	5,89	2,43	0,02
Vlny	10	0	0	0

Materiál 2**OSNOVA****Měření stříhnutého mat. - šablona válec**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	27,35	26,94	26,89	26,73	27,17	26,23	26,49	26,54	26,34	26,19	26,69	0,14	0,38	0,01	26,19	27,35
DS	4,56	4,76	4,5	4,58	4,64	4,23	4,09	4,91	4,55	4,23	4,51	0,06	0,24	0,05	4,09	4,91
Úhel	138	139	138	138	132	145	140	141	147	143	140,10	16,09	4,01	0,03	132,00	147,00
Vlny	8	8	9	8	9	9	8	8	9	9	9	0	1	0	8	9

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	26,23	27,22	27,18	26,54	26,79	27,02	26,13	26,54	26,58	26,34	26,66	0,13	0,37	0,01	26,13	27,22
DS	5,14	4,17	4,11	3,99	4,29	4,57	4,68	4,55	4,21	4,5	4,42	0,10	0,32	0,07	3,99	5,14
Úhel	135	143	142	136	142	140	138	141	145	140	140,20	8,76	2,96	0,02	135,00	145,00
Vlny	8	8	9	8	9	9	8	8	9	9	9	0	1	0	8	9

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	26,67	0,14	0,37	0,01
DS	4,46	0,08	0,28	0,06
Úhel	140,15	12,43	3,49	0,02
Vlny	9	0	1	0

Materiál 3**OSNOVA****Měření stříhnutého mat. - šablona válec**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	25,56	25,68	26,16	25,55	26,25	25,73	25,85	25,61	25,38	25,89	25,77	0,07	0,26	0,01	25,38	26,25
DS	6	5,04	5,25	6,39	5,34	6,23	5,54	6,35	5,42	6,1	5,77	0,23	0,48	0,08	5,04	6,39
Úhel	131	129	132	128	125	129	124	125	131	130	128,40	7,24	2,69	0,02	124,00	132,00
Vlny	9	9	9	9	9	9	8	10	9	9	9	0	0	0	8	10

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	25,16	24,83	25,07	24,97	24,85	24,89	25,61	26,52	26,64	26	25,45	0,44	0,66	0,03	24,83	26,64
DS	5,25	6,21	6,3	6,27	6,15	6,28	6,16	5,88	5,78	5,75	6,00	0,10	0,32	0,05	5,25	6,30
Úhel	132	126	127	122	127	121	126	129	130	128	126,80	10,16	3,19	0,03	121,00	132,00
Vlny	9	9	9	9	9	9	8	10	9	9	9	0	0	0	8	10

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	25,61	0,25	0,46	0,02
DS	5,88	0,16	0,40	0,07
Úhel	127,60	8,70	2,94	0,02
Vlny	9	0	0	0

Materiál 1**OSNOVA****Měření stříhnutého mat. - šablona kužel**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	20,58	21,79	23,74	22,39	20,94	21,47	22,64	24,05	22,13	21,41	22,11	1,15	1,07	0,05	20,58	24,05
DS	5,33	4,87	5,27	4,92	6,4	4,57	4,61	4,85	5,13	4,27	5,02	0,31	0,55	0,11	4,27	6,40
Úhel	122	121	121	119	123	120	123	125	118	121	121,30	3,81	1,95	0,02	118,00	125,00
Vlny	10	10	10	9	10	10	9	10	10	10	10	0	0	0	9	10

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	21,86	22,42	22,06	21,79	23,42	23,78	22,22	22,24	21,75	24,16	22,57	0,70	0,84	0,04	21,75	24,16
DS	5,89	5,9	6	5,5	4,97	4,09	4,65	5,16	4,87	4,65	5,17	0,37	0,61	0,12	4,09	6,00
Úhel	119	120	120	123	125	121	122	123	120	124	121,70	3,61	1,90	0,02	119,00	125,00
Vlny	10	10	10	9	10	10	9	10	10	10	10	0	0	0	9	10

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	22,34	0,93	0,95	0,04
DS	5,10	0,34	0,58	0,11
Úhel	121,50	3,71	1,93	0,02
Vlny	10	0	0	0

Materiál 2**OSNOVA****Měření stříhnutého mat. - šablona kužel**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	26,48	26,13	26,42	25,63	26,94	26,25	26,15	26,38	26,32	26,7	26,34	0,11	0,33	0,01	25,63	26,94
DS	4,4	4,52	3,94	4,64	4,72	4,53	4,61	4,58	4,32	4,69	4,50	0,05	0,22	0,05	3,94	4,72
Úhel	136	143	144	136	148	140	141	138	142	141	140,90	12,29	3,51	0,02	136,00	148,00
Vlny	9	9	8	9	8	9	9	8	8	8	9	0	1	0	8	9

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	26,95	25,98	25,64	26,55	26,58	26,43	26,2	25,94	26,48	26,31	26,31	0,13	0,36	0,01	25,64	26,95
DS	3,97	4,45	4,29	3,94	4,76	4,38	4,25	4,59	4,52	4,68	4,38	0,07	0,26	0,06	3,94	4,76
Úhel	146	147	145	144	138	139	141	140	135	139	141,40	13,84	3,72	0,03	135,00	147,00
Vlny	9	9	8	9	8	9	9	8	8	8	9	0	1	0	8	9

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	26,32	0,12	0,35	0,01
DS	4,44	0,06	0,24	0,05
Úhel	141,15	13,07	3,61	0,03
Vlny	9	0	1	0

Materiál 3**OSNOVA****Měření stříhnutého mat. - šablona kužel**

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	23,88	25	23,88	24	23,54	23,56	23,58	23,82	24,27	23,58	23,91	0,18	0,43	0,02	23,54	25,00
DS	5,84	4,6	5,49	5,26	4,91	5,79	4,35	5,07	5,55	5,34	5,22	0,22	0,47	0,09	4,35	5,84
Úhel	133	131	136	130	142	128	145	129	136	132	134,20	28,36	5,33	0,04	128,00	145,00
Vlny	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	0	0	9	9

ÚTEK

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]	Min [cm]	Max [cm]
OP	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,00	0,00	0,00	0,00	18,00	18,00
DK	23,17	23,3	24,8	23,51	23,48	24,16	23,84	23,05	25,74	26,54	24,16	1,25	1,12	0,05	23,05	26,54
DS	6,42	5,92	6,16	5,44	5,96	5,5	5,27	5,38	5,72	5,63	5,74	0,12	0,35	0,06	5,27	6,42
Úhel	128	127	127	128	130	130	129	130	133	132	129,40	3,64	1,91	0,01	127,00	133,00
Vlny	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	0	0	9	9

Osnova + útek

	Průměr [cm]	Rozptyl [cm ²]	Směr. odch. [cm]	Var. koef. [%]
OP	18,00	0,00	0,00	0,00
DK	24,04	0,72	0,77	0,03
DS	5,48	0,17	0,41	0,08
Úhel	131,80	16,00	3,62	0,03
Vlny	9	0	0	0

