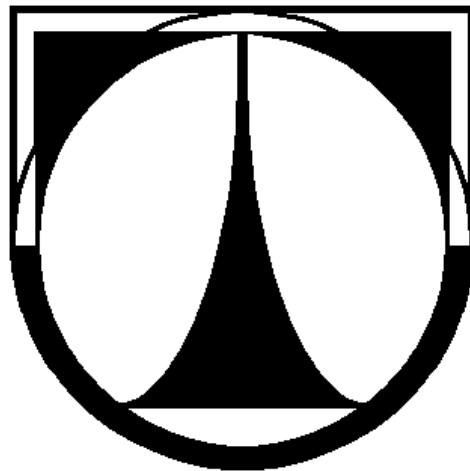


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Blažena Musilová

**PREDIKCE KONSTRUKČNÍCH PARAMETRŮ
STŘIHŮ KORZETOVÝCH VÝROBKŮ**

AUTOREFERÁT DISERTAČNÍ PRÁCE

Název disertační práce: **PREDIKCE KONSTRUKČNÍCH
PARAMETRŮ STŘIHŮ KORZETOVÝCH
VÝROBKŮ**

Autor: **ing. Blažena Musilová**

Obor doktorského studia: textilní technika

Forma studia: kombinovaná

Školící pracoviště: Katedra oděvnictví

Školitel: prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs

Školitel specialista:

Liberec 2012

1. Předmět a cíl práce

Disertační práce se zaměřuje na problematiku predikce konstrukčních parametrů střihů korzetových výrobků (podprsenek, korzetů a plavek s košíčky) určených českým ženám, které jsou vyráběné na mass-customization výrobní platformě.

Pomocí metody statistické analýzy vícerozměrných somatometrických dat českých žen se zabývá hledáním a interpretací vzájemných vztahů mezi tělesnými rozměry mapujícími tu část ženského těla, kterou pokrývají korzetové výrobky. Vychází se z předpokladu, že hodnota jakéhokoli tělesného rozměru T_i se dá vyjádřit funkcí $T_i = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$, kde $x_1 \dots x_m$ představují standardizované primární tělesné rozměry tak, aby bylo na základě takto stanovené závislosti možno s co největší přesností stanovit ostatní tělesné rozměry T_i potřebné pro parametrickou konstrukci střihů korzetových výrobků.

Dále se pak zabývá vymezením skladby somatotypů efektivního velikostního sortimentu korzetových výrobků českých žen v rámci nové standardizované evropské struktury dle normy ČSN EN 13 402 „Označování velikosti oblečení“.

V rámci řešené problematiky této disertační práce byly vymezeny tyto dílčí cíle:

- 1) Provést somatometrické šetření cílové populace českých žen za účelem získání aktuálních somatometrických dat, které budou sloužit těmto účelům:
 - a) umožní definovat typologickou strukturu českých žen;
 - b) umožní poznat proporční vztahy mezi tělesnými rozměry-vstupními konstrukčními parametry potřebnými pro tvorbu konstrukčních algoritmů střihů korzetových výrobků.
- 2) Na základě matematicko statistické analýzy aktuálních somatometrických dat vymežit skladbu velikostí tj. somatotypů českých žen v rámci pravidel nové evropské normy ČSN EN 13402 „Označování velikostí oblečení“ a tak definovat efektivní velikostní sortiment korzetových výrobků pro české ženy.
- 3) Modelovat vztah mezi vstupními proměnnými tj. standardizovanými primárními tělesnými rozměry, které definují velikost korzetového výrobku a výstupními proměnnými tj. podřízenými tělesnými rozměry. Nalézt predikční rovnice, pomocí kterých je možné stanovit hodnoty tzv. podřízených tělesných rozměrů na základě dvou standardizovaných primárních tělesných rozměrů definujících velikost určitého korzetového výrobku.
- 4) Vypracovat tabulky konstrukčních rozměrů potřebných pro parametrickou konstrukci střihů korzetových výrobků v návaznosti na definovaný efektivní velikostní sortiment určený českým ženám
- 5) Spolehlivost experimentálních výsledků ověřit na mass-customization modelu výroby podprsenek u českého výrobního podniku.

2. Přehled současného stavu řešené problematiky

Kvalita oděvního výrobku, zejména jeho tvarového řešení, je závislá na relativně vysokém stupni poznání vztahů mezi tělesnými rozměry tj. vstupními parametry pro konstrukci střihu oděvu. Tyto vztahy jsou často prezentovány jako tzv. tělesné proporce, kdy je jeden tělesný rozměr determinován jako poměrná část jiného rozměru. V rámci jedné referenční populace jsou často patrné velké rozdíly v proporcích vzhledem k existující variabilitě tělesných rozměrů. Z tohoto důvodu je smysluplné studovat tělesné proporce a analyzovat jejich vlastnosti pomocí matematicko statistických metod (Fan et al., 2004; Le Pechoux et al., 2002).

Střihová konstrukce vkreslená do soustavy pravoúhlé konstrukční sítě představuje tvar rozvinutého povrchu těla, kde jednotlivé konstrukční úsečky jsou dány konstrukčními rozměry. Obrys střihového dílu je vymezen postupnými konstrukčními kroky pomocí zdůvodněných algoritmů, které zabezpečují převod prostorového 3D tvaru lidského těla do plošné (rozvinuté) podoby.

Aby zákazníkům oděvy dobře padly, což nezaručí jen dobrá konstrukce střihu a modelová úprava oděvu, nýbrž i srozumitelné označení velikosti a sdělení pro jakou velikost je oděv určen. A právě v tomto místě vznikají časté problémy. Většina výrobních společností má své vlastní interní velikostní normy a nikdo nezaručí, že velikost oděvu od jednoho výrobce je totožná s velikostí oděvu od druhého výrobce.

Jednou ze základních podmínek jednotného evropského trhu je sjednocení označování velikostí oděvů. V současnosti vzniká v rámci Evropského výboru pro normalizaci CEN norma *prEN 13402 „Size designation of clothes“*, vypracovaná technickou komisí *TC 248 Textil a textilní výrobky*. Má již brzy vystřídat dnes obvyklé souběžné uvádění národních velikostních označení např. na etiketách oděvních výrobků (Ashdown, 2007).

Předpokládá se, že výše zmiňovaná norma (*ČSN EN 13402*) vnese řád do dosavadního nepřehledného označování velikostí oblečení, jelikož uvedenou normu byli povinni převzít všichni členové CEN (Evropského výboru pro normalizaci) včetně České republiky.

Nutno dodat, že tato norma není sama o sobě velikostním sortimentem, je pouze referenčním dokumentem použitelným pro označení velikosti oblečení. Stejně jako národní normy členů CEN, do kterých byla převzata, je nezávazná, je ale žádoucí, aby se v zájmu jednotného značení velikostí dodržovala.

Evropský velikostní systém je pružný a flexibilní. Proto se v tomto systému dají zobrazit všechny evropské konfekční velikosti. Informace o podílech jednotlivých konfekčních velikostí na národních trzích však z toho nelze vyvodit. Pro získání těchto informací je nutná série měření ve všech evropských zemích (Ashdown, S.P., 2007).

Z uvedeného plyne, že pro vytvoření odpovídající skladby velikostí pro českou populaci, v souladu s citovanou normou, je potřeba provést aktuální somatometrický průzkum na území ČR. Poslední měření populace na území našeho státu proběhlo již v letech 1990-91 již neexistujícím Výzkumným ústavem oděvním v Prostějově.

Také je nutno dodat, že v minulosti na území našeho státu nebyla žádná získaná somatometrická data cíleně zpracována s výstupem velikostního sortimentu korzetových výrobků.

Z tohoto důvodu je předmětem řešené problematiky této disertační práce právě kategorie korzetových výrobků. Cílová skupina populace jsou české ženy. Tímto výsledky této disertační práce nabývají charakteru jedinečnosti.

2.1 Dostupné výsledky ze somatometrických šetření českých žen

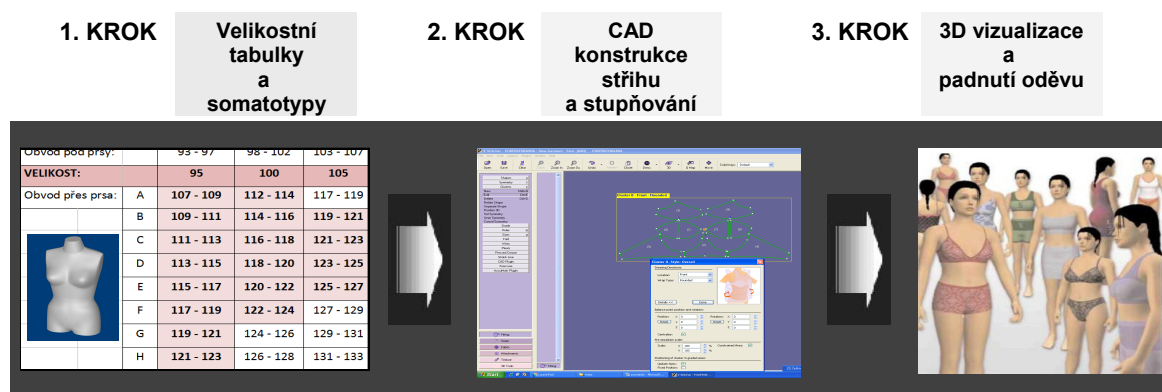
V minulosti na našem území byly somatometrické průzkumy prováděné již neexistujícím Výzkumným ústavem oděvním v Prostějově a výsledky jsou uloženy pouze v zachovalých výzkumných zprávách, které nejsou běžně dostupné.

Některé hodnoty změřených tělesných rozměrů českých žen v rámci těchto průzkumů byly použity pouze pro potřeby studie optimálních podílů velikostí pro kontrakty podprsenek, které byly vyráběny v n.p. Triola, v družstvech a v podnicích místního hospodářství (Kratoška a Zieglerová, 1981).

2.2 Oděvní design budoucnosti na mass-customization principech

V současné době je možné navrhovat oděvy tak, aby mohly svým zhotovením jednak vyhovět individuálním požadavkům konkrétního zákazníka a zároveň tak, aby se náklady na jejich výrobu výrazně nelišily od nákladů na hromadnou výrobu oděvů unifikovaného designu. Jinými slovy, pro mnohé výrobní podniky již není z ekonomického pohledu velký rozdíl mezi výrobou široké škály produktů pro široké spektrum zákazníků a výrobou jednoho druhu produktu pro všechny (Anderson et al., 1999). Tímto fenoménem dnešní doby je mass-customization výrobní koncepce tzv. „velkopřizpůsobování“.

To je ovšem jen část globálního pohledu. Idea mass-customization vyžaduje totiž implementaci modulární struktury výroby na odpovídající technické úrovni, která zajistí kompatibilitu komponentů oděvního produktu (jak vzájemnou, tak vzhledem k vnějším požadavkům), což dále umožní upravovat produkt do všech variant, které si zákazník bude přát. Tedy vytvoření takových flexibilních struktur, které by nám umožnily obměňování komponentů v systému oděvního produktu. Například architektura většiny CAD systémů v procesu konstrukce stříhů oděvů umožňuje uživateli modifikovat tvary stříhových dílů dle přání zákazníka, protože tvar stříhu a jeho velikost byla nadefinována tak, aby bylo možné jeho modifikovanou podobu použít v širokém spektru různých velikostí a tvarů stříhů viz *Obr.1*.



Obr.1 Oděvní design budoucnosti na mass-customization principech

3. Použité metody

3.1 Skladba tělesných rozměrů a jejich měření v rámci somatometrického šetření

Výběr 9-ti tělesných rozměrů (*T14-nadprsní obvod hrudníku*, *T16-obvod hrudníku*, *T17-podprsní obvod hrudníku*, *T18-obvod pasu*, *T34- Délka od zadního krčního bodu po linii nadprsního obvodu hrudníku*, *T35- Délka od zadního krčního bodu k prsu*, *T36- Délka od zadního krčního bodu k pasu*, *T40-Délka zad*, *T46- Meziprsní šířka I*) z celkového počtu 14-ti tělesných rozměrů, vhodných pro somatometrický průzkum, se odvíjel od studie rozsahu vstupních konstrukčních parametrů ve spektru dostupných tuzemských a zahraničních 2D konstrukčních metodik stříhů korzetových výrobků (*Aldrich, 2003; Armstrong, 2005; Bray, 1986; Campbell, 1980; Dunajevskaja et al., 1980; Hagggar, 2004; Kolešková, 1969; Martinova & Andreeva, 2002; Melliar, 1968; Müller & Sohn, 1997; Nakamichi, 2005; Vrba, 1990; Il Modellismo, 2008; Stanley, 1991*).

Za účelem dokonalejšího somatometrického popisu 3D složitěho tvaru ženského poprsí byla vybraná skladba měřených tělesných rozměrů rozšířena o dalších pět rozměrů (*T5a)- Délka od zadního krčního bodu po linii podprsního obvodu hrudníku*, *T35b)- Délka od prsního bodu po*

podprsni bod, T35b1)- Délka od nadprsniho bodu k prsnimu bodu, T35c)- Délka od nadprsniho bodu po podprsni bod, T36a)- Meziprsni širka II).

Tělesné rozměry byly měřeny tradiční kontaktní metodou dle metodiky ČSN EN 80 0090.

3.2 Stanovení velikosti výběrového souboru probandek a jeho reprezentativnost

Co se týče velikosti souboru měřených žen a jeho reprezentativnosti byl náhodný výběr proveden metodou oblastního výběru. Tato metoda spočívala v rozdělení základního souboru dospělé české ženské populace do vzájemně nepřekrývajících se oblastí (krajů, regionů). V rámci těchto oblastí se provedl, výběr (systémem náhodného výběru), souboru určitých jednotek (výrobních firem, škol, státních institucí atd.) a u nich se opět formou náhodného výběru provedl výběr jednotlivých probandek z celé ČR.

Procentuální zastoupení žen v jednotlivých věkových kategoriích bylo stanoveno vždy podle aktuální statistické ročenky Českého statistického úřadu k aktuálnímu roku měření.

3.3 Hodnocení somatotypů českých žen

Na základě matematicko statistické analýzy somatometrických dat, sledováním četnosti somatotypů českých žen v rámci evropského standardizovaného systému pro označování velikostí dle ČSN EN 13 402, byla vymezena skladba velikostí korzetových výrobků českých žen. Somatotyp české ženy byl hodnocen podle tělesných znaků, které daný somatotyp tj. velikost korzetového výrobku definují, a to podle normovaného doporučního vztahu mezi dvěmi primárními tělesnými rozměry T16-obvodem hrudniku a T17-podprsni obvodem hrudniku a podle typu košičku (AA až H) definovaného na základě rozdílu mezi rozměrem T16 a T17.

3.4 Předběžná analýza somatometrických dat pro predikci konstrukčních parametrů střihů korzetových výrobků

Prvním krokem tvorby predikčního modelu byla předběžná analýza somatometrických dat, která kromě charakteristik polohy a proměnlivosti viz Tab.1 obsahovala také korelační analýzu. Podkladem byla datová matice X typu 602 x 14, kde řádky odpovídají jednotlivým probandkám, sloupce jednotlivým zjišťovaným tělesným rozměrům.

Tab.1 Charakteristiky polohy, proměnlivosti a rozsahu somatometrických dat

Rozměr T_j	Průměr \bar{T}_j [cm]	Směr. odchylnka s_j [cm]	Var. koef. v_j [%]	Min. hodnota [cm]	Max. hodnota [cm]	Šikmost [-]	Špičatost [-]
T14	92,1	7,9	8,6	73,6	120,1	0,64	3,10
T16	98,1	10,4	10,6	75,1	136,9	0,73	3,12
T17	84,1	9,6	11,4	66,4	121,2	0,81	3,17
T18	80,9	11,9	14,7	60,9	123,0	0,89	3,29
T46	19,9	2,4	12,1	15,2	27,5	0,53	2,98
T46a)	23,8	3,3	14,1	16,5	35,5	0,63	3,20
T40	39,9	2,4	6,0	33,0	48,0	0,09	3,11
T34	26,3	2,1	8,0	20,5	35,0	0,49	4,02
T35	37,6	3,6	9,5	30,0	53,0	0,62	3,70
T35a)	46,0	4,4	9,6	36,3	63,0	0,58	3,22
T35b)	8,4	1,8	21,5	3,7	22,8	1,7	12,30
T35b1)	11,3	2,7	24,1	3,7	21,7	0,3	3,29
T35c)	19,7	3,7	18,6	11,3	31,6	0,58	3,02
T36	54,0	4,0	7,4	43,7	78,0	0,86	4,87

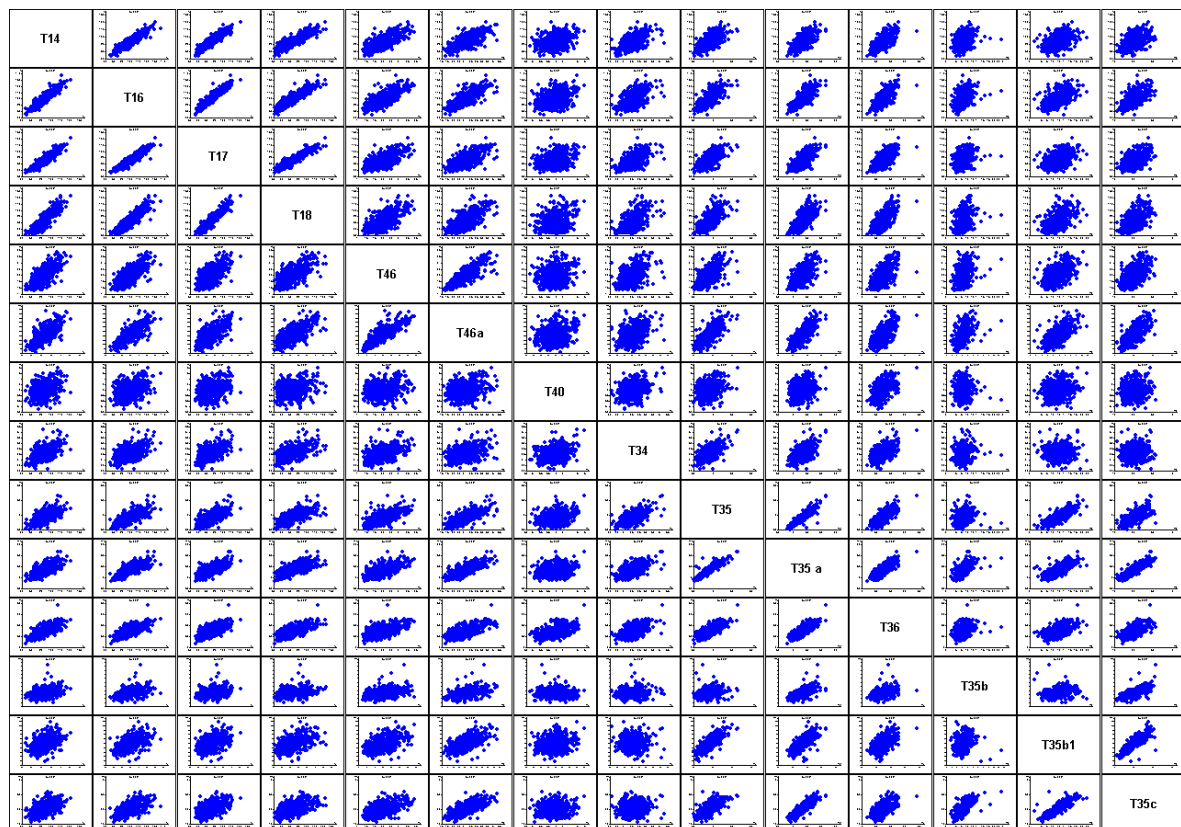
Velikosti párových korelačních koeficientů mezi tělesnými rozměry naznačují orientačně jejich významnost pro tvorbu predikčního modelu viz korelační matice na *Obr.2* sestavená z párových korelačních koeficientů dvojic tělesných rozměrů.

<i>T14</i>	<i>T1</i> 6	<i>T1</i> 7	<i>T1</i> 8	<i>T4</i> 6	<i>T46</i> <i>a</i>	<i>T40</i> 4	<i>T3</i> 5	<i>T3</i> 6	<i>T35a</i> <i>b</i>	<i>T3</i> <i>l</i>	<i>T35</i> <i>l</i>	<i>T35b</i> <i>l</i>	<i>T35c</i> <i>l</i>
1	0.9279	0.9211	0.882	0.7148	0.7252	0.3156	0.5919	0.7075	0.712	0.7038	0.3528	0.4755	0.524
0.9279	1	0.9406	0.9181	0.7621	0.813	0.3135	0.543	0.7893	0.8246	0.7579	0.4685	0.6201	0.6874
0.9211	0.9406	1	0.9437	0.6874	0.7107	0.2893	0.5601	0.7375	0.74	0.7252	0.3621	0.5392	0.5757
0.882	0.9181	0.9437	1	0.6883	0.723	0.2959	0.5518	0.7542	0.7664	0.7331	0.3944	0.5675	0.6124
0.7148	0.7621	0.6874	0.6883	1	0.8477	0.2518	0.4412	0.6422	0.6755	0.5881	0.3927	0.505	0.5653
0.7252	0.813	0.7107	0.723	0.8477	1	0.2559	0.398	0.7555	0.8027	0.6672	0.4819	0.6867	0.7432
0.3156	0.3135	0.2893	0.2959	0.2518	0.2559	1	0.3089	0.3248	0.2876	0.4924	0.0644	0.1899	0.172
0.5919	0.543	0.5601	0.5518	0.4412	0.398	0.3089	1	0.6506	0.5684	0.5564	0.1101	0.089	0.1195
0.7075	0.7893	0.7375	0.7542	0.6422	0.7555	0.3248	0.6506	1	0.9226	0.7647	0.2908	0.8143	0.7448
0.712	0.8246	0.74	0.7664	0.6755	0.8027	0.2876	0.5684	0.9226	1	0.7917	0.6374	0.7756	0.8848
0.7038	0.7579	0.7252	0.7331	0.5881	0.6672	0.4924	0.5564	0.7647	0.7917	1	0.4362	0.5776	0.6402
0.3528	0.4685	0.3621	0.3944	0.3927	0.4819	0.0644	0.1101	0.2908	0.6374	0.4362	1	0.2973	0.7068
0.4755	0.6201	0.5392	0.5675	0.505	0.6867	0.1899	0.089	0.8143	0.7756	0.5776	0.2973	1	0.8856
0.524	0.6874	0.5757	0.6124	0.5653	0.7432	0.172	0.1195	0.7448	0.8848	0.6402	0.7068	0.8856	1

Obr.2 Korelační matice sestavená z párových korelačních koeficientů dvojic tělesných rozměrů

Podle grafického zobrazení rozptylového mraku na *Obr.3* např. při posuzování vztahu rozměru *T17*-podprsňního obvodu hrudníku a *T18*-obvodu pasu ($r_{T17/T18}=0,9437$), který je možno přibližně ohraničit elipsou, lze usuzovat o velké míře závislosti mezi těmito posuzovanými obvodovými tělesnými rozměry. Stejných výsledků bylo dosaženo u dalších obvodových rozměrů *T14*- nadprsňního obvodu hrudníku a *T16*-obvodu pasu.

V případě, že tvar rozptylového mraku je přibližně ohraničen kružnicí jako je tomu ve vztahu např. mezi obvodovými a délkovými tělesnými rozměry u rozměrů *T17*-podprsňního obvodu hrudníku a *T40*-déłky zad ($r_{T17/T40}= 0,2876$), jedná se o nízký vzájemný vztah.



Obr. 3 Matice bodových grafů dvojic tělesných rozměrů

3.5 Výstavba predikčních modelů

Výstavba predikčních modelů byla založená na analýze vzájemného vztahu tělesných rozměrů (dvou primárních rozměrů *T16-obvodu hrudníku*, *T17-podprsního obvodu hrudníku* a jednoho sekundárního rozměru *T18-obvodu pasu*), které definují velikost korzetového výrobku.

Jako predikční nástroj byla využita vícenásobná regresní analýza.

Byly postaveny čtyři „obecné“ predikční modely:

- *Regresní model A*, který byl stanoven aplikací klasické vícerozměrné lineární regresní funkce se dvěma nezávisle proměnnými (*primárními tělesnými rozměry: T16, T17*);

$$T_i = A_{T_i} + K_{T_i X_1} X_1 + K_{T_i X_2} X_2 + \varepsilon_i \quad (1)$$

- *Regresní model B*, který byl stanoven aplikací kvadratické regresní funkce kvadratického Taylorova polynomu se dvěma nezávisle proměnnými (*primárními tělesnými rozměry: T16, T17*) s úvahou možného nelineárního vlivu některých rozměrů;

$$T_i = A_{T_i} + K_{T_i X_1} X_1 + K_{T_i X_2} X_2 + K_{T_i X_1 X_2} X_1 X_2 + K_{T_i X_1^2} X_1^2 + K_{T_i X_2^2} X_2^2 + \varepsilon_i \quad (2)$$

- *Regresní model C*, který byl stanoven aplikací klasické vícerozměrné lineární regresní funkce se třemi nezávisle proměnnými (*primárními tělesnými rozměry: T16, T17 a sekundárním rozměrem T18*).

$$T_i = A_{T_i} + K_{T_i X_1} X_1 + K_{T_i X_2} X_2 + K_{T_i X_3} X_3 + \varepsilon_i \quad (3)$$

- *Regresní model D*, který byl stanoven aplikací kvadratické regresní funkce kvadratického Taylorova polynomu se třemi nezávisle proměnnými (*primárními tělesnými rozměry: T16, T17 a sekundárním rozměrem T18*).

$$T_i = A_{T_i} + K_{T_i X_1} X_1 + K_{T_i X_2} X_2 + K_{T_i X_3} X_3 + K_{T_i X_1 X_2} X_1 X_2 + K_{T_i X_1 X_3} X_1 X_3 + K_{T_i X_2 X_3} X_2 X_3 + K_{T_i X_1^2} X_1^2 + K_{T_i X_2^2} X_2^2 + K_{T_i X_3^2} X_3^2 + \varepsilon_i \quad (4)$$

kde

- T_i je závisle proměnná (hodnota kteréhokoliv tělesného rozměru);
- A_{T_i} je absolutní člen;
- X_1 je nezávisle proměnná (primární tělesný rozměr *T16*);
- X_2 je nezávisle proměnná (primární tělesný rozměr *T17*);
- X_3 je nezávisle proměnná (sekundární tělesný rozměr *T18- obvod pasu*);
- ε_i náhodná veličina.

$K_{T_i X_1}$, $K_{T_i X_2}$, $K_{T_i X_3}$, $K_{T_i X_1 X_2}$, $K_{T_i X_1 X_3}$, $K_{T_i X_2 X_3}$, $K_{T_i X_1^2}$, $K_{T_i X_2^2}$, $K_{T_i X_3^2}$ jsou regresní koeficienty. (např. parametr $K_{T_i X_1}$ je interpretován jako očekávaná změna rozměru T_i při jednotkovém růstu rozměru X_1 v tomto případě *T16-obvodu hrudníku*).

3.6 Hledání nejlepšího lineárního regresního modelu

Po odhadu parametrů „ b “ daných modelů a jejich směrodatných odchylek, které bylo provedeno metodou *MNC* (metoda nejmenších čtverců) a následně rezistentní regresí *BIR* na hladině významnosti $\alpha=0,05$ v prostředí statistického programu *QC.Expert*TM následovalo testování významnosti odhadovaných parametrů.

Na základě teorie regresní diagnostiky byly zmíněné predikční modely hodnoceny ve smyslu tripletu podle „*data - model – ověření modelu*“ (Meloun & Militký, 2004).

Kvalita jednotlivých predikčních modelů byla ověřena kromě základních měřítek jako je koeficient determinace R^2 (větší je lepší), predikovaný koeficient determinace R_p , střední kvadratická chyba predikce *MEP* (menší je lepší) a Akaikeho informační kritérium *AIC* (menší je lepší) také celou řadou testovacích kritérií uvedených v literatuře (Meloun, M a Militký, J., 2004).

Při hledání nejlepšího lineárního regresního modelu se uplatnilo hledisko nejmenšího rozdílu průměrných hodnot tělesných rozměrů T_i naměřených a vypočítaných T_i užitím predikčních modelů *A (1)*, *B(2)*, *C(3)*, *D(4)*.

Uvažovalo se také o tom, že jednodušší modely ve smyslu počtu vysvětlujících proměnných (regresorů) jsou obvykle interpretačně vhodnější než modely složité. Víceparametrové modely jsou citlivější na chyby v datech.

Vedle vícerozměrné lineární regrese *MLR* byla uplatněna metoda neuronových sítí *ANN* jako druhá prediktivní metoda a to srovnávací.

Natrénovaná síť byla využita pro predikci výstupní proměnné T_i (hledaného tělesného rozměru) při zadané kombinaci vstupních proměnných (dvou primárních tělesných rozměrů *T16 – obvodu hrudníku* a *T17 – podprsního obvodu hrudníku*).

Experiment byl postaven na jedné mezivrstvě podle (Kupka, 2011) na základě ověřeného předpokladu lineárních vztahů mezi tělesnými rozměry z výsledků regresní analýzy a se dvěma neurony zastupujícími dva primární tělesné rozměry. Trénovací část dat, nebo-li učící část byla zvolena 70% (volí se typicky kolem $P = 0,7$). Pro každý tělesný rozměr byly experimentálně provedeny 4 pokusy predikce.

Hodnocení spolehlivosti predikce konstrukčních rozměrů jak metodou *MLR*, tak *ANN* bylo provedeno porovnáním vypočítaných hodnot dvanácti hledaných tělesných rozměrů na základě dvou hodnot vysvětlujících proměnných primárních tělesných rozměrů *T16 – obvodu hrudníku* a *T17 – podprsního obvodu hrudníku*.

Jako nejlepší model byl vyhodnocen lineární regresní model „*A*“, který byl stanoven aplikací klasické vícerozměrné lineární regresní funkce dle (1) se dvěma nezávisle proměnnými.

4. Přehled dosažených výsledků

4.1 Realizovaný somatometrický průzkumu českých žen

Stěžejní oblastí experimentální části této disertační práce je realizovaný somatometrický průzkum cílové populace 602 českých žen ve věku od 18 do 60 let (ve třech věkových kategoriích: 18-29 let; 30-44 let; 45-60 let) provedený v letech 2006-09 za účelem získání informací o čtrnácti tělesných rozměrech, které dostatečně metricky popisují tu trupovou část ženského těla, kterou obvykle pokrývají korzetové výrobky. Jsou základem pro stanovení konstrukčních parametrů a algoritmů tvorby 2D tvarů stříhových dílů, které odpovídají rozvinutému 3D povrchu odpovídající části trupu.

Poslední somatometrická akce oděvářsky zaměřená, která se konala v letech 1990 až 1991 na území ČR, byla provedena již neexistujícím Výzkumným ústavem oděvním v Prostějově. Mezi těmito akcemi je značný časový rozdíl. Z výsledků somatometrického šetření je patrné, že se obvodové rozměry (primární a sekundární) českých žen zvětšily viz Tab.2. Rozměr *T16-obvod hrudníku* se zvětšil o 2,7cm, *T17-podprsni obvod hrudníku* o 2,1cm a *T18-obvod pasu* se zvětšil nejvíce o 4,1cm. Hodnoty tělesných rozměrů v jednotlivých věkových kategoriích dokumentují trend zvětšování tělesných obvodů v závislosti na zvyšování věku. Tento trend je patrný jak z výsledků somatometrického šetření v roce 1991, tak v letech 2006-09.

Tab.2 Hodnoty měřených tělesných rozměrů T16, T17 a T18 a jejich přírůstky

Věk/Rok	T16 [cm]			T17 [cm]			T18 [cm]			
	1991	2006-09	Přírůstek	1991	2006-09	Přírůstek	1991	2006-09	Přírůstek	
18-29 let	89	91,9	2,9	77,4	78,3	0,9	70	73,3	3,3	
30-44 let	95,3	98,7	3,4	81,8	83,9	2,1	76,1	80,2	4,1	
45-60 let	102	103,8	1,8	86,8	90,1	3,3	84,3	89,2	4,9	
V celé populaci dospělých žen			2,7				2,1	4,1		

4.2 Četnost somatotypů českých žen v rámci evropského standardizovaného velikostního systému

Analýzou četnostního mraku somatometrických dat českých žen zobrazeném v evropské standardizované struktuře a hodnocením absolutní a relativní četnosti postav českých žen ve skupinách somatotypů definovaných podle *T16- podprsniho obvodu hrudníku* a podle tzv. plnostní skupiny tj. *typu košíčku* byla vymezena skladba velikostí efektivního velikostního sortimentu korzetových výrobků pro české ženy viz Obr.4.

Košíček	Rozdíl T16-T17	Velikosti podle podprsniho obvodu hrudníku T17														Četnost absolutní	Četnost relativní (%)	
		60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125			
0 až 5,9					1		1	2	1			1		1			7	1,3
AAAA	6 až 7,9	0	0	0	7	3	7	4	1	4	1	0	0	0	0	0	27	4,4
		0	0	0	1,1	0,5	1,2	0,6	0,2	0,6	0,2	0	0	0	0	0		
AAA	8 až 9,9	0	0	1	12	19	14	12	3	8	3	1	0	0	0	0	73	12,2
		0	0	0,2	2	3,2	2,3	2	0,5	1,3	0,5	0,2	0	0	0	0		
AA	10 až 11,9	0	1	8	24	30	19	12	10	4	4	6	0	0	0	118	19,6	
		0	0,2	1,3	4	5	3,2	2	1,7	0,6	0,6	1	0	0	0	0		
A	12 až 13,9	0	1	11	27	38	24	7	11	5	3	0	0	0	0	127	21	
		0	0,2	1,8	4,4	6,3	4	1,2	1,8	0,8	0,5	0	0	0	0	0		
B	14 až 15,9	0	0	6	33	15	15	13	7	3	7	2	0	0	0	101	16,8	
		0	0	1	5,5	2,5	2,5	2,1	1,2	0,5	1,2	0,3	0	0	0	0		
C	16 až 17,9	0	0	2	21	25	14	3	8	5	2	1	0	0	0	81	13,4	
		0	0	0,3	3,5	4,2	2,3	0,5	1,3	0,8	0,3	0,2	0	0	0	0		
D	18 až 19,9	0	0	4	5	4	6	7	3	3	1	1	0	0	0	34	5,6	
		0	0	0,6	0,8	0,6	1	1,2	0,5	0,5	0,2	0,2	0	0	0	0		
E	20 až 21,9	0	0	3	3	4	4	2	2	1	0	0	0	0	0	19	3	
		0	0	0,5	0,5	0,6	0,6	0,3	0,3	0,2	0	0	0	0	0	0		
F	22 až 23,4	0	0	0	1	1	2	3	1	1	0	0	0	0	0	9	1,6	
		0	0	0	0,2	0,2	0,3	0,5	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0		
G	24 až 25,9	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0,5	
		0	0	0	0	0	0,3	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0		
H	26 až 27,8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0,4	
		0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0		
	28 až 29,9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,2	
		0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0		
Celkem																602	100	

Poznámka:
 somatotypy s relativní četností 0,5% a více
 somatotypy s relativní četností 1,0% a více
 somatotypy s relativní četností 0,5% a více, které nespádají do standardizovaného velikostního systému ČSN EN 13420
 struktura velikostního systému podle ČSN EN 13420

Obr.4 Absolutní a relativní četnost postav českých žen ve velikostních skupinách podle rozměru *T17-podprsniho obvodu hrudníku* a rozdílu mezi *T16-obvodem hrudníku* a *T17*

Celková relativní četnost skupin somatotypů českých žen se zastoupením nad 1% viz Obr.4 je 80,73% a pak těchto skupin je 34 s počtem 486 probandek. Se zastoupením nad

0,5% je celková relativní četnost 93,1% a pak těchto skupin je 55 s počtem 563 probandek. Se zastoupením menším než 0,5% je 6,9% s celkovým počtem 39 probandek.

Bylo zjištěno, že normovaný rozsah velikostí podle nové evropské normy (ČSN EN 13402-3, 2005) zcela nevyhovuje velikostem tj. somatotypům českých žen. Nezahrnuje potřebné somatotypy českých žen co se týče menších typů košíčků definovaných rozdílem mezi primárními rozměry *T16* a *T17* v rozmezí 6cm až 10cm, naopak velikostní řady typů košíčků „G“ a „H“ nejsou zastoupené. Z tohoto důvodu byly v navrženém velikostním sortimentu zařazeny velikosti typu košíčku „AAAA“ s tolerančním intervalem 6,0cm až 7,9cm a typu košíčku „AAA“ s tolerančním intervalem 8,0cm až 9,9cm mezi rozměrem *T16* a *T17* a odebráním velikostní řady typu košíčku „H“ s tolerančním intervalem od 26cm do 28cm mezi rozměrem *T16* a *T17*.

Nejčtenější velikost tj. somatotyp české ženy je velikost je *80A*; poté *75B*; *80AA* atd.

4.3 Výsledné predikční rovnice pro stanovení konstrukčních parametrů stříhů korzetových výrobků

Z výsledků korelační a regresní analýzy somatometrických dat 602 českých žen čítajících 14 tělesných rozměrů, které metricky popisují horní část ženského trupu byly zjištěny predikční rovnice viz *Tab.3* pro výpočet dalších 12 hledaných tělesných rozměrů potřebných pro parametrickou konstrukci stříhu korzetových výrobků odpovídajících somatotypům českých žen.

(*T14-nadprsní obvod hrudníku, T18-obvod pasu, T34-Délka od zadního krčního bodu po linii nadprsního obvodu hrudníku, T35-Délka od zadního krčního bodu k prsu, T5a)-Délka od zadního krčního bodu po linii podprsního obvodu hrudníku, T35b)-Délka od prsního bodu po podprsní bod, T35b1)-Délka od nadprsního bodu k prsnímu bodu, T35c)-Délka od nadprsního bodu po podprsní bod, T36-Délka od zadního krčního bodu k pasu, T46-Meziprsní šířka I, T46a)-Meziprsní šířka II, T40-Délka zad*)

Definované konstrukční parametry lze efektivně využít pro automatizované konstrukční algoritmy stříhů korzetových výrobků a automatické stupňování stříhových šablon.

Tab.3 Výsledné predikční rovnice pro výpočet hledaných konstrukčních rozměrů

T_i	=	$\pm A_{Ti}$	$\pm K_{Ti T16}$	$*T16$	$\pm K_{Ti T17}$	$*T17$	$+ \varepsilon_i$
T14	=	+ 22,9368 ($\pm 1,0609$)	+ 0,4076 ($\pm 0,0316$)	T16	+ 0,3469 ($\pm 0,0343$)	T17	(5)
T18	=	- 21,9850 ($\pm 1,479$)	+ 0,3047 ($\pm 0,0441$)	T16	+ 0,8681 ($\pm 0,0478$)	T17	(6)
T46	=	+ 2,3566 ($\pm 0,5883$)	+ 0,2518 ($\pm 0,0180$)	T16	- 0,0847 ($\pm 0,0194$)	T17	(7)
T46a)	=	- 2,5782 ($\pm 0,7203$)	+ 0,4327 ($\pm 0,0220$)	T16	- 0,1913 ($\pm 0,0237$)	T17	(8)
T40	=	+ 32,7673 ($\pm 0,8945$)	+ 0,0834 ($\pm 0,0267$)	T16	- 0,0121 ($\pm 0,0289$)	T17	(9)
T34	=	+ 15,7456 ($\pm 0,6717$)	+ 0,0278 ($\pm 0,0201$)	T16	+ 0,0931 ($\pm 0,0217$)	T17	(10)
T35	=	+ 11,2099 ($\pm 0,8995$)	+ 0,2779 ($\pm 0,0268$)	T16	- 0,0101 ($\pm 0,0291$)	T17	(11)
T35a)	=	+ 10,3314 ($\pm 0,9535$)	+ 0,5223 ($\pm 0,0293$)	T16	- 0,1848 ($\pm 0,0313$)	T17	(12)

T35b)	=	+	0,3031 (±0,6068)	+	0,1902 (±0,0181)	T16	-	0,1260 (±0,0196)	T17	(13)
T35b1)	=	-	4,5357 (±0,8583)	+	0,2500 (±0,0256)	T16	-	0,1031 (±0,0278)	T17	(14)
T35c)	=	-	5,0009 (±0,9934)	+	0,4655 (±0,0297)	T16	-	0,2492 (±0,0319)	T17	(15)
T36	=	+	24,9946 (±1,0272)	+	0,2570 (±0,0306)	T16	+	0,0453 (±0,0332)	T17	(16)

4.4 Tabulky konstrukčních parametrů potřebných pro konstrukci stříhů korzetových výrobků

Potřebné konstrukční rozměry lze tedy vypočítat užitím výsledných regresních rovnic (5až16) dosazením hodnot primárních tělesných rozměrů *T16-obvodu hrudníku* a *T17-podprsního obvodu hrudníku*, pomocí kterých je definovaná velikost korzetového výrobku tj. somatotyp dle zákonitostí nové evropské normy *ČSN EN 13 402 „Označování velikosti oblečení“*.

Tabulky konstrukčních parametrů byly sestaveny v rozsahu vymezeného jádra velikostního sortimentu korzetových výrobků určených českým ženám, které tvoří skladbu velikostí tj. somatotypů s relativní dvourozměrnou četností 0,5 % a více. V úvahu je tedy bráno celkem 55 velikostí. Jako příklad jsou v *Tab.4* uvedeny konstrukční rozměry odpovídající velikostem *80 AAAA až E*, která zahrnuje také nejčtenější velikost *80A* tj. somatotyp české ženy.

Tab.4 Konstrukční rozměry odpovídající velikostem podprsenek 80 AAAA až E

Rozměry v centimetrech									Velikost Interval
T17	80	80	80	80	80	80	80	80	
T16	87	89	91	93	95	97	99	101	
Košiček	AAAA	AAA	AA	A	B	C	D	E	
T14	86,3	87,1	87,9	88,7	89,5	90,3	91,0	91,9	0,8
T18	74	74,6	75,2	75,8	76,4	77,0	77,6	78,2	0,6
T46	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	0,5
T46a)	19,5	20,4	21,3	22,2	23,1	24,0	24,9	25,8	0,9
T40	39	39,2	39,4	39,6	39,8	40	40,2	40,4	0,2
T34	25,6	25,7	25,7	25,8	25,8	25,9	25,9	26,0	0 až 0,1
T35	34,6	35,1	35,7	36,2	36,7	37,2	37,7	38,2	0,5
T35a)	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	1,0
T35b)	6,6	7,0	7,4	7,8	8,2	8,6	9,0	9,4	0,4
T35b1)	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	0,5
T35c)	15,6	16,5	17,4	18,3	19,2	20,1	21,0	21,9	0,9
T36	51,0	51,5	52	52,5	53,0	53,5	54,0	54,5	0,5

5. Zhodnocení výsledků a nových poznatků

Přínos této práce lze formulovat do následujících bodů, které odpovídají vymezeným cílům.

- V rámci realizovaného somatometrického průzkumu českých žen v letech 2006-09 byla získána aktuální somatometrická data 602 českých žen v rozsahu 14 tělesných rozměrů, které metricky popisují horní část ženského trupu.
- Dle zákonitostí nové technické normy *ČSN EN 13402- Část 1,2,3 „Označování velikostí oblečení“*, s celoevropskou působností, byl definován efektivní velikostní sortiment korzetových výrobků (podprsenek, korzetů a plavek s košíčky), který odpovídá typové skladbě české ženské populace.

- Byly nalezeny regresní rovnice pro výpočet potřebných rozměrů pro parametrickou konstrukci stříhu korzetových výrobků určených českým ženám.
- V rámci této disertační práce byly historicky poprvé sestaveny tabulky konstrukčních rozměrů korzetových výrobků odpovídající somatotypům českých žen tj. velikostem efektivního velikostního sortimentu, který je vytvořen s respektem zákonitostí nové evropské normy *ČSN EN 13402 „Označování velikostí oblečení“*.
- Za účelem ověření experimentálních výsledků v praxi a na základě výše uvedených informací byl navržen a ověřen model racionalizace úseku konstrukční přípravy výroby podprsenek na mass-customization platformě v českém podniku TIMO.s.r.o. Litoměřice.

6. Publikační aktivity autorky se vztahem ke studované problematice

Časopisy

- MUSILOVÁ, B. & ZAVADILOVÁ, V. (2009), „Prediction of construction dimensions of upper body block drafting“. *Vlákna a textil* (4) 2009, Bratislava 2009, ISSN 1335- 0617, pp. 3.-6. (database SCOPUS)
- MUSILOVÁ, B. KOMÁRKOVÁ, P. & KŮS, Z. „Project on Assessment Methods of Constructional allowances for looseness of clothing“. *Vlákna a textil* (2) 2003. Bratislava. ISSN 1335-0617, pp. 18.-22. (database SCOPUS)

Mezinárodní a tuzemské konference

- MUSILOVÁ, B. et al. (2011), *Individual body measurements scanned by BodyFit3D and sizing system*, Strutex 2011, TUL Liberec, ISBN: 978-80-7372-786-4, pp. 451-456.
- MUSILOVÁ, B. et al. (2010), *InCoTex project-contactless determination of body dimensions by a special measuring unit*, Strutex 2010. TU Liberec, pp.43-52.
- MUSILOVÁ, B. et al. (2010), *Computerised Made to Measure system for customisation*, TEXSCI 2010, pp. 63-70, ISBN: 978-80-7372-765-9.
- MUSILOVÁ, B. et al. (2008), *Tight-fit Sportswear clothing construction*. Strutex 2008. TU Liberec, pp. 453 – 458, ISBN 978-80-7372-418-4.
- MUSILOVÁ, B. et al. (2007), *Proposal of minimum Easy allowance to be added to the constructional abscissa*. Strutex 2007. TU Liberec, pp. 279-286, ISBN 978-80-7372-271-5.
- MUSILOVÁ, B. et al. (2007), *Anthropometric survey and clothing sizing system*. Texsci 2007. TU Liberec 2007, pp. 203-204, ISBN 978-80-7372-207-4.
- KOMÁRKOVÁ, P. MUSILOVÁ, B. & KŮS, Z. (2006) „*Optimisation of the clothing assembly line*“. The 20th scientific conference Hanoi university of technology.
- MUSILOVÁ, B. KOMÁRKOVÁ, P. & KŮS, Z. (2006) „*Assessment of the input parameters for garment construction in relation to mechanical properties*“. The 20th scientific conference Hanoi university of technology.
- MUSILOVÁ, B. ZATLOUKAL, L. & KŮS, Z. (2006) „*Somatometric survey of the Czech adult population in relation to the standard EN 13 402*“. Strutex 2006. TU Liberec, pp. 139-144, ISBN 80-7372-135-x.
- ZELOVÁ, K. & MUSILOVÁ, B. (2005), „*Relationship between fabric mechanical properties and seam formation*“. Strutex 2005. TU Liberec, pp.169-174. ISBN 80-7372-002-7.
- MUSILOVÁ, B. & KŮS, Z. (2004), *Unrolled human body surface in relation of clothing construction*. Strutex 2004. TU Liberec, . pp. 355-360, ISBN 80-7083-891-4.
- MUSILOVÁ, B. KŮS, Z. & ŠULC, M. (2002), *Instrumental design for capturing 3D moiré images of human body*. Strutex 2002. TU Liberec, pp. 282-290 ISBN 80-7083-668-7.

Workshopy pro doktorandy

- MUSILOVÁ, B. (2011), *Predikce konstrukčních rozměrů korzetových výrobků pro výrobní koncepci "Mass customization"*, TUL, Workshop pro doktorandy FS a FT TUL – sborník, pp. 73-79. ISBN 978-80-7372-765-9.
- MUSILOVÁ, B. (2010), *Predikce konstrukčních rozměrů korzetových výrobků*, TUL, Workshop pro doktorandy FS a FT TUL – sborník, pp.69-73. ISBN 978-80-7372-642-3.

Přednášky vedené v anglickém jazyce tématicky související se studovanou problematikou v rámci projektu CTFL SETA

Témata přednášek: *Metric Pattern Cutting, Pattern Designing, Pattern Grading, CAD in pattern making and marker making, Fabric Form and Flat pattern cutting.*

Stát (rok), místo: JAR (2007), Durban, Cape Town
JAR (2009), Johannesburg, Lady Smith, Durban, Cape Town

7. Seznam literárních zdrojů

- [1] AIDRICH, W. (2003), *Metric Pattern Cutting*. Manchester: Blackwell Publishing, ISBN-1-4051-0278-0.
- [2] ALDRICH, W. (1996), *Fabric, Form and Flat Pattern Cutting*, Wiley-Blackwell Publishing ISBN-10: 14051-3620-0.
- [3] ALVANON, *Collect Body Data in Relevant Markets* (2009), available at: <http://www.alvanon.com>, (accessed 14 October 2011).
- [4] ANDĚL, J. , (1978), *Matematická statistika*. SNTL Praha.
- [5] ANDERSON, L. et al (1999), *Discovering the Process of Mass Customization: A Paradigm Shift for Competitive Manufacturing*, American Apparel Manufacturers Association, Auburn, AL, dostupné z: www.auburn.edu/mcrp.html
- [6] ARMSTRONG, H.J., (2005), *Patternmaking for Fashion Design*, Prentice Hall; 4th edition, ISBN-13: 978-0131112117.
- [7] ASHDOWN, S.P. & DELONG, M. (1995), "Perception testing of apparel ease variation", *Applied Ergonomics*, Vol. 26 No. 1, pp. 47-54.
- [8] ASHDOWN, S.P. (1998), "An investigation of the structure of sizing systems: a comparison of three multidimensional optimized sizing systems generated from anthropometric data with the ASTM standard D5585-94", *International Journal of Garments Science and Technology*, Vol. 10 No. 5, pp. 324-41.
- [9] ASHDOWN, S. P. (2007) *Sizing in Clothing: Developing Effective Sizing Systems for Ready-To-Wear Clothing*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- [10] ASHDOWN, S.P. & LOKER, S., (2010) „Mass customized target market sizing: Extending the sizing paradigm for improved apparel fit“, *Design Practice*, Vol.2 No.2, pp. 147-173, dostupné z: <http://www.ingentaconnect.com>
- [11] Availability of Swiss serial measurement data in iSize, (2010) [online], Newsletter Issue No. 5 (11/2010), available at: http://www.human-solutions.com/apparel/current_newsletter_category_en.php?id=137, (accessed 14 April 011).
- [12] BOYES, K. (1996), Buying the perfekt bra, *Good Housekeeping* No 8, pp.50.
- [13] BOND, T. (2003), *Computer-Aided Pattern Design and Product Development*, Blackwell publishing, ISBN 1405102837.
- [14] BRAY, N., (1986), *More Dress Pattern Designing*, 4th edn, Collins Professional and Technical Books, ISBN 87005-105-9.
- [15] CAESAR: The most comprehensive source for body measurement data (2009), [online], available at: <http://www.sae.org/technicalcommittees/caesarhome.htm>, (accessed 14 October 2011).
- [16] CARTER, L. et al (1999), *Somatotyping: Development and Applications*, Cambridge University Press, ISBN 0521351170.
- [17] CAMPBELL, H., (1980), *Designing Patterns: A Fresh Approach to Pattern Cutting*, Publisher: Nelson Thornes, ISBN-10: 0859504042.
- [18] ČSN 80 0090, ISO 8559 (1993), "Metodika měření tělesných rozměrů mužů, žen, chlapců a dívek", Praha, Český normalizační institut.
- [19] ČSN EN 13402-1 (2001), „Označování velikostí oblečení- Část 1: Pojmy, definice a postup měření tělesných rozměrů“, Praha, Český normalizační institut.
- [20] ČSN EN 13402-2 (2002), „Označování velikostí oblečení- Část 2: Primární a sekundární rozměry“, Praha, Český normalizační institut.
- [21] ČSN EN 13402-3 (2005), „Označování velikostí oblečení- Část 3: Rozměry a intervaly“ Praha, Český normalizační institut.
- [22] DELONG, M., ASHDOWN, S., BUTTERFIELD, L. AND TURNBLADH, K.F. (1993), "Data specifications needed for apparel production using computers", *Garments Textile Research Journal*, Vol. 11 No. 4, pp. 1-7.
- [23] DUNAJEVSKAJA, T., KOBJAKOVA, E., ILBEVA, T., (1980), *Razmernaja tipologija naselenija s osnovami anatomii i morfologii*, Moskva, ISBN 687.016.5.
- [24] EBERLE, H. (2008), *Clothing technology*. Europa Lehrmittel Verlag ISBN-13: 978- 3808562246.

- [25] FAN, J., YU, W. & HUNTER, L. (2004), *Clothing appearance and fit: Science and technology*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd., ISBN 1855737450.
- [26] FRALIX, M.T. (2000), "Mass customization using the internet", *Proceedings of the 80th World Conference of the Textile Institute*, Manchester, 16-19 April.
- [27] GFK PRAHA A INCOMA CONSULT et al, (2004), *Modely měření a zlepšování spokojenosti zákazníků – Od teorie k praxi*. Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, ISBN 80-02-01686-6.
- [28] GAZZUOLO, E., DELONG, M., LOHR, S., LABAT, K. AND BYE, E. (1992), "Predicting garment pattern dimensions from photographic and anthropometric data", *Applied Ergonomics*, Vol. 23, pp. 161-71.
- [29] GOLDSBERRY, E., SHIM, S. and REICH, N. (1996), "Women 55 years and older: overall satisfaction and dissatisfaction with the fit of ready-to-wear: Part II", *Garments and Textile Research Journal*, Vol. 14 No. 2, pp. 121-31.
- [30] *GRÖSSENTABELLEN FÜR DAMEN- OBERBEKLEIDUNG MIT MÄDCHEN-GRÖSSEN* (1995), „System M.Müller&Sohn“, Rundschau – Verlag Otto G. Königer, München, ISBN 3-929305-04-6.
- [31] GUPTA, D. & GANGADHAR, B. R. (2004), „A Statistical Model For Developing Body Size Charts For Garments“, *Journal of Clothing Science. and Tech.*, Vol.16 No 5, pp. 458-469.
- [32] GUPTA, D. et al (2006), „Developing body measurement charts for garment manufacture based on a linear programming approach“, *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, Vol. 5 No 1, pp. 1-13.
- [33] *IL MODELLISMO* (2008), „The pattern making book for the pattern makers“, Publisher: IST. DI MODA BURGO, Italian, ISBN-10: 8890010150.
- [34] HAGGAR, A.(2004), *Pattern cutting for lingerie, beachwear and leisurewear*. 2. vydání. Oxford, Blackwell Publishing Ltd. ISBN: 1-4051-1858-X.
- [35] HEBÁK, P. HUSTOPECKÝ, J. Malá.I.(2005), *Vícerozměrné statistické metody(2)*. Praha, informatorium. ISBN: 80-7333-036-9.
- [36] HU, J.L. et al (2006), „Garment pattern design based on artificial neural network“ *Journal of Textile Research*, Vol. 27, pp. 49-52.
- [37] ISTOOK, C., LITTLE, T., HONG, H. AND PLUMLEE, T. (2003), "Automated garment development from body scan data", NTC Project S00-NS15, National Textile Center Annual Report, November (formerly I00-S15).
- [38] KARABULUT, A.B. et al (2007), „A Nomogram for Predicting the Degree of Breast Augmentation According to Implant Size“, *Aesthetic Plastic Surgery*, Vol. 32, No. 2, pp. 298-300.
- [39] KLEMENTA, J. a kol. (1981), *Somatologie a antropologie*. 1. vydání. Praha, SPN.
- [40] KOLEŠKOVÁ, J. BROŽOVÁ, M. SLEZÁKOVÁ, L. (1969), *Konstrukce střihů základy*. 2. vydání. Praha, Státní pedagogické nakladatelství. ISBN: 14-224-76.
- [41] KOMÁRKOVÁ, P. MUSILOVÁ, B. (2010), "Pattern constructions of maternity wear", *TEXSCI 2010*, p.p. 120-128, ISBN: 978-80-7372-638-6.
- [42] KOTHA, S. (1995), "Mass customization: implementing the emerging paradigm for competitive advantage", *Strategic Management International*, Vol. 16, pp. 21-42.
- [43] KRÁTOŠKA, J. ZIEGLEROVÁ, H. (1964), „Přestavba velikostního sortimentu oděvních výrobků“, výzkumná zpráva, Prostějov, Výzkumný ústav oděvní.
- [44] KRÁTOŠKA, J. ZIEGLEROVÁ, H. (1981), „Somatometrie“, výzkumná zpráva, Výzkumný ústav oděvní Prostějov.
- [45] KUNZE, L. (2010), „Optical measurement of preselected individual body parameters, 3D curves and belt position for garment manufacturing and sales with BodyFit 3D“ paper presented at 3D Body Scanning Technologies International Conference on Lugano, Switzerland, 19-20 October 2010, available at: www.3dbodyscanning.org, (accessed 20 December 2010).
- [46] KUPKA, K. (2010), „QCEXPERT™ verze 3.2 Uživatelský manuál“, TriloByte Statistical Software, Pardubice.
- [47] KUPKA, K. (2011), „Vícerozměrná analýza a prediktivní metody“, pracovní sešit k interaktivnímu semináři QCEXPERT Professional, Trilobite Statistical Software, Pardubice.
- [48] LABAT, K.L. & DELONG, M.R. (1990), "Body cathexis and satisfaction with fit of apparel", *Garments and Textile Research Journal*, Vol. 8 No. 2, pp.42-8.

- [49] LANENEGGER, R. AND VAN OSCH, R. (2002), "One size for Europe: a garment size system for Europe", Avantex Frankfurt, 13 May.
- [50] LE PECHOUX, B. ;GHOSH,T,K. (2002) *Apparel Sizing and Fit*. The textile institut Manchester, ISBN 187037250 6.
- [51] INCOTEX (2011), „Mass customization“, available at: <http://www.in-co-tex.eu>, (accessed 12 september 2011).
- [52] ISTOOK, C. (2002), "Enabling mass customization: computer-driven alteration methods", *International Journal of Clothing Science & Technology*, Vol. 14 No. 1, pp. 61-76.
- [53] HANSON, L. et al (2009), *Swedish anthropometrics for product and workplace design*, Applied Ergonomics, Volume 40, Issue 4, July 2009, [online], available at: <http://discover-decouvrir.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/dcvr/eng/article/?aid=9017823>, (access. 14 April 2010).
- [54] HENDL, J., (2004), *Přehled statistických metod zpracování dat*, Portál Praha, ISBN 80-7178-820-1
- [55] MARTIN, R. (1957), *Lehrbuch der Anthropologie*, 3. ed. Jena, Fischer.
- [56] MARTINOVA, A.I. A ANDREEVA, E.G. (2002), *Konstruktivnoe modelirovanie odejdi*. Moskevskaja gosudarstvennaja akademija lehkoj promyšlennosti Moskva, ISBN: 5-9012-1301-7.
- [57] MAŘÍK, V., et al (2003), *Umělá inteligence (4)*, Praha, Academia, ISBN 80-200-1044-0.
- [58] MELLIAR, M., (1968), *Pattern Cutting*, London, B.T. Batsford Ltd.
- [59] MELOUN, M. a MILITKÝ, J. (2002), *Kompendium statistického zpracování dat*. Academia, Praha, ISBN: 80-200-1008-4.
- [60] MELOUN, M. a MILITKÝ, J. (2004), *Statistické zpracování experimentálních dat*. East Publishing, Praha, ISBN: 80-7219-003-2.
- [61] MELOUN, M. et al (2005), *Počítačová analýza vícerozměrných dat v příkladech*. Academia, Praha, ISBN: 80-200-1335-0.
- [62] MELOUN, M. A MILITKÝ, J. (2006): *Kompendium statistického zpracování dat. Metody a řešené úlohy*, Academia Praha, 985 stran, ISBN 80-200-1396.
- [63] MELOUN, M. a MILITKÝ, J. (2009) *Statistické testování parametrů polohy a rozptýlení*, available at: <http://meloun.upce.cz/docs/publication/082.pdf>, (accessed 14 december 2009).
- [64] MPAMPA, M.L. et al (2010), „A new methodology for the development of sizing system for the mass customization of garments“, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 22 No.1, pp. 49-68.
- [65] MUSILOVÁ, B. ZATLOUKAL, L. KŮS, Z. (2006) , „Somatometric survey of the Czech adult population in relation to the standard EN 13 402“, *STRUTEX. TU Liberec*, ISBN 80-7372-135-x, p. 139-144.
- [66] MUSILOVÁ, B. LOSHCYTSKA,O. (2007), „Anthropometric survey and clothing sizing system“, *Texsci 2007*, TU Liberec, ISBN 978-80-7372-207-4. pp. 203-204.
- [67] MUSILOVÁ, B., ZAVADILOVÁ,V. (2009), „Prediction of construction dimensions of upper body block drafting“, *Vlákna a textil*, Vol. 2009 No. 4, pp. 3-6.
- [68] MUSILOVÁ, B. NEMČOKOVÁ, R. a KOMÁRKOVÁ, P.(2010), „Computerised Made to Measure system for customisation“, *TEXSCI 2010*, pp. 63-70, ISBN: 978-80-7372-765-9.
- [69] MUSILOVÁ, B., REINKE, M. a NAUMANN, R. (2010), "InCoTex project-contactless determination of body dimensions by a special measuring unit", *Strutex 2010*, pp.43-52.
- [70] MÜLLER & SOHN (1997) „*Schnittkonstruktionen nach Müller & Sohn*“, Rundschau, München, ISBN:3-29305-12.
- [71] NAKAMICHI, T.(2005), *Pattern Magic*. YesAsia Catalog, ISBN: 4579110714.
- [72] NATIONAL SIZING SURVEY OF MEXICO [TC]²® 3D Body Scanner Selected for SizeMX, (2004) [online], available at: http://www.tc2.com/news/news_mexico.html, (accessed 14 April 2010).
- [73] NOVÁK, M. a KOL. (1998), *Umělé neuronové sítě. Teorie a aplikace*. 1. vydání. Praha, C. H. Beck, ISBN 80-7179-132-6.
- [74] PECHTER. E.A. (1998), A new method for determining bra size and predicting post augmentation breast size. *Plastic and Reconstructive Surgery*, Vol. 102 No. 4, pp. 1259-1265.
- [75] PINE, B.J. (1993), *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*, Harvard

Business School Press, Boston, MA.

- [76] PYTELA, O. (2003), „*Chemometrie pro organické chemiky*“, skripta, Univerzita chemicko-technologická, Katedra organické chemie, Pardubice.
- [77] ROBINETTE, K. et al (1999), *The Caesar Project: A 3-D Surface Anthropometry Survey* [online], available at: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=00805368>, (accessed 20 December 2010).
- [78] SALUSSO-DEONIER, C.J. (1989), „Gaining a competitive edge with top quality sizing“, *Quality Congress Transactions*, Vol. 43, American Society of Quality Control, Toronto, pp.371-6.
- [79] ŠÍMA, J., a NERUDA, R. (1996) *Teoretické otázky neuronových sítí*. Praha, MATFYZPRESS, ISBN 80-85863-18-9.
- [80] SizeGERMANY - *The German serial measurement program*, Newsletter Issue No. 3 (8/2011), [online], available at: http://www.human-solutions.com/apparel/current_newsletter_category_en.php?id=137, (accessed 14 October 2011).
- [81] *SIZE UK.National Sizing Survey Informational Document* [online]. available at: <http://www.size.org/SizeUKInformationV8.pdf>, (accessed 10 March 2009).
- [82] SIZE USA- *The US National Size Survey* [online]. available at: <http://www.sizeusa.com>, (accessed 18 September 2010).
- [83] SCHLOMSKI. I. (2001), Every second woman wears the „wrong“ bra-no wonder, *Maschen-Industrie* No7, pp. 38-40.
- [84] ŠNOREK, M., JIŘINA, M. (1998) *Neuronové sítě a neuropočítače*. Praha, Vydavatelství ČVUT, ISBN 80-01-01455-X.
- [85] STANLEY, H., (1991), *Flat Pattern Cutting and Modelling for Fashion*, 3rd edn, UK, Nelson, Thornes Publishers Ltd, ISBN 0 7487 0427 2, first published in 1972.
- [86] TRIEB, R. (2010), „iSize - The international Sizing Portal for Garment,“, paper presented at 3. HTW-symposium“Textilie für Bekleidung und Technik, 29. Oktober, Berlin, available at: <http://btk.htw-berlin.de/archiv/50.html> (accessed 20 February 2010)
- [87] UJEVIČ, D., et al. (2006), Croatian anthropometric system meeting the European Union, [online]. Zagreb: Emerald Group Publishing Limited, [cit.2009-11-17], Dostupný z WWW: <<http://www.emeraldinsight.com>
- [88] VRBA, V.(1990), *Stříhy prádla- konstrukce a stupňování*. 2. vydání. Praha, SNTL. ISBN: 80-03-00355-5.
- [89] WACOAL CORP (1995), *Golden Canon*, Japan.
- [90] WALTER, L. (2002), “Will the “e-Tailor” become reality?”, *Mass-customization, Industrial Customisation, Industrial MtM and Personalised On-Line Shopping in the European Fashion Business – Project Results & Future Perspectives*, Euratex, The EU Apparel Business Goes High-Tech, Brussels, 15 October
- [91] WALTER, L. (2006), “The textile & clothing industry in Europe”, *Textile Asia*, Vol. 37 No.4, pp.46.
- [92] WINKS.J, (1997), *Clothing Sizes: International Standardization*, The Textile Institute Manchester M3 5DR, UK, ISBN 10: **1870812727**
- [93] WORKMAN, J.E. (1991), “Body measurement specifications for fit models as a factor in garments size variation”, *Garments and Textile Research Journal*, Vol. 10 No. 1, pp. 31-6.
- [94] YOUNG, V.L. (1995), The efficacy of breast augmentation: Brest size increase, patient satisfaction, and psychological effects, *Plastic and Reconstructive Surgery* 96, pp. 1237.
- [95] YU, W. & FAN, J. et al, (2006), *Innovation and Technology of Women's Intimate Apparel*, CRC Press: 1 edition, ISBN-13: 978-0849391057.
- [96] ZATLOUKAL, L. ZIEGLEROVÁ, H. (1992), „Somatometrie 1990-91“, výzkumná zpráva, Prostějov, Výzkumný ústav oděvní.
- [97] ZHENG, R. et al, (2007), „Development of a new chinese bra sizing system based on breast anthropometric measurements“ *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol 37 No8, August, pp. 697-705.

8. Summary

The purpose of this dissertation thesis is to find predictive equations for determining the corsetry pattern constructional parameters through statistic analysing the anthropometrical data of the Czech females and defining the construction parameters that are corresponding with the proposed efficient sizing chart.

Anthropometric survey of the target Czech female population of 602 women aged from 18 to 60 was carried out in 2006-2009. It was target to obtain the anthropometric data that included 14 body dimensions as the input parameters for patternmaking of corsetry products (bras, corsets, swimwear with cups). Body dimensions were measured using traditional contact method.

The developed sizing range of Czech women somatotypes was defined using two dimensions frequency of the primary dimensions: bust circumference and under bust circumference in the context of the new European Standard ČSN EN 13 402 „Size designation of clothes“.

Multiple linear regression (MLR) and artificial neural networks (ANN) were used as predicting tool.

Set of Czech women somatotypes were defined into framework of the European standard size structure. Regression equations were found for computing the values of others twelve constructional dimensions of corsetry using only two standardized primary body dimensions. The corsetry construction parameters of the cuts were completed in relation to the efficient sizing system with respect of the proportional relationship.

Using the discovered pattern parameters we can create 2D shape of corsetry cuts that are matching shape with 3D body surface.

The first time ever as a part of this thesis the set of corsetry pattern construction parameters was created for Czech women. It was designed to respect laws of the new ČSN EN 13 402 „Size designation of clothes“.

Discovered design parameters can be effectively used for the automated pattern shape designing of the corsetry and for master shape automatic pattern grading.

Vydala Textilní fakulta, Technické univerzity v Liberci
jako interní publikaci pod pořadovým číslem
DFT/3/2012 v počtu 20 výtisků