

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Katedra: Technologie a řízení konfekční výroby v Prostějově

Bakalářský studijní program: TEXTIL B3107

Studijní obor: Technologie a řízení oděvní výroby – 3107R004

Zaměření: Konfekční výroba

Evidenční číslo bakalářské práce: 428/08

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Název: **Rozvinování povrchu 3D objektů a jejich aplikace při
rozvinování povrchu lidského těla**

Title: **Unfolding surface of 3D objects and their application on
unfolding surface of the human bodies**

Autor:

Kateřina Žáková

.....

Alojzov 31

79804, Určice

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Ing. Marie Nejedlá

Rozsah práce:

Počet stran	Počet obrázků	Počet příloh	Počet zdrojů
61	39	3	22

V Prostějově dne 12. 5. 2008

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

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

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Prostějově, dne 12. 5. 2008

.....

Podpis

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Ing. Marii Nejedlé za odborné vedení a za poskytování mnoha cenných rad při zpracovávání bakalářské práce.

Anotace

Téma: Rozvinování povrchu 3D objektů a jejich aplikace při rozvinování povrchu lidského těla

Autor: Kateřina Žáková

Vedoucí BP: Mgr. Ing. Marie Nejedlá

Bakalářská práce se zabývá rozvinutím povrchu lidského těla do plochy. První část bakalářské práce je věnována metodám rozvinování povrchu 3D objektů a popisem starších způsobů rozvinování povrchu lidského těla. Experimentální část bakalářské práce se zabývá rozvinutím nasnímaného povrchu lidského těla pomocí 2D a 3D počítačových programů.

Klíčová slova

- Rozvinování
- Nasnímaná postava
- Rovina
- Plocha
- Lidské tělo
- 3D

Annotation

Theme: Unfolding surface of 3D objects and their application on unfolding surface of the human bodies.

Author: Kateřina Žáková

Leadership: Mgr. Ing. Marie Nejedlá

Bachelor work is considering about unfolding surface of the human body to the surface. First part of work is dedicated to methods about unfolding surface of 3D objects and description older ways about unfolding surface of the human body. Experimental part of work is dedicated to unfolding scanned surface of human body by the help of 2D and 3D computer programs.

Keywords

- Unfolding
- Scaned stature
- Plane
- Surface
- Human body
- 3D

Seznam použitých zkratk

PD	přední díl
ZD	zadní díl
2D	dvojdimenzionální, dvourozměrný
3D	trojdimenzionální, trojrozměrný
CAD	Computer Aided Design (počítačem podporované navrhování)
CAM	Computer Aided Manufacturing (počítačem podporovaná výroba)
CAE	Computer Aided Engineering (počítačem podporované konstruování)

Obsah

1. ÚVOD	10
2. METODY ROZVINOVÁNÍ POVRCHU TĚLES	12
2.1 POSTUP PŘI ROZVINOVÁNÍ	12
2.1.1 Metoda povrchových přímek	12
2.1.2 Metoda trojúhelníková	13
2.1.3 Metoda rovinných čili obecných řezů	14
2.1.4 Metoda kulových čili kyvadlových řezů	15
3. METODY ROZVINOVÁNÍ POVRCHU LIDSKÉHO TĚLA	17
3.1 ROZVINUTÍ POMOCÍ DĚLENÍ PLOCH	17
3.2 ROZVINOVÁNÍ POMOCÍ ČTYŘÚHELNÍKŮ	18
3.3 LICHOBĚŽNÍKOVÁ METODA ROZVINUTÍ POVRCHU LIDSKÉHO TĚLA	19
3.4 ROZVINOVÁNÍ POMOCÍ SOUSTAVY SFÉRICKÝCH TROJÚHELNÍKŮ	20
3.5 ROZVINOVÁNÍ POMOCÍ SOUSTAVY ŘEZŮ	20
4. LIDSKÉ TĚLO	22
4.1 TVAROTVORNÉ SOUSTAVY ORGÁNŮ	22
4.1.1 Soustava kosterní	22
4.1.1.1 Typické znaky lidské kostry	24
4.1.2 Soustava svalová	25
4.1.3 Soustava kožní	26
4.2 ČLENĚNÍ LIDSKÉHO TĚLA	26
4.2.1 Členění lidského těla pomocí horizontálních a vertikálních přímek	26
4.2.1.1 Základní vertikální přímky	27
4.2.1.2 Základní horizontální přímky	27
4.2.2 Členění těla pomocí rovin	28
4.2.3 Označení směrů na těle	29
4.2.3.1 Označení směrů na trupu	29
4.2.3.2 Označení směrů na končetinách	30
4.2.3.3 Označení směrů na předloktí a na ruce	30
4.2.3.4 Označení směrů na bérce a na noze	31
4.3 ANTROPOMETRICKÉ BODY NA TĚLE	32
4.3.1 Antropometrické body hlavy	32
4.3.2 Antropometrické body trupu	32
4.3.3 Antropometrické body horní končetiny	33
4.3.4 Antropometrické body dolní končetiny	33
4.4 TYPOLOGIE POSTAV	35
5. TĚLESNÉ ROZMĚRY	38
5.1 METODY MĚŘENÍ TĚLESNÝCH ROZMĚRŮ	39
5.1.1 Kontaktní metoda	39
5.1.1.1 Pravidla pro vyměřování tělesných rozměrů	39
5.1.2 Bezkontaktní metoda	39
6. 3D PROGRAMY POUŽÍVANÉ PRO TROJROZMĚRNÉ PROJEKTOVÁNÍ VÝROBKŮ	41
6.1 RHINOCEROS	41

6.2	AUTODESK INVENTOR.....	41
6.3	SOLIDWORKS	42
6.4	SOLID EDGE.....	42
6.5	CATIA	43
6.6	POLYWORKS	43
7.	ROZVINUTÍ NASNÍMANÉ POSTAVY.....	44
7.1	SNÍMÁNÍ POSTAVY	44
7.2	POUŽITÉ NÁSTROJE PRO TVORBU ROZVINUTÉ POSTAVY V 3D PROGRAMU	44
7.3	POSTUP ROZVINUTÍ POSTAVY.....	45
7.3.1	Další dělení předního a zadního dílu	54
7.3.2	Úprava rozvinutých dílů	55
7.4	ZOBRAZENÍ STŘIHOVÉ SÍTĚ PŘEDNÍHO A ZADNÍHO DÍLU V NÁVAZNOSTI NA ROZVINUTÍ V 3D	56
8.	ZÁVĚR	58
9.	POUŽITÁ LITERATURA.....	59
	SEZNAM PŘÍLOH.....	61

1. Úvod

Už na základní škole se žáci v předmětu geometrie učí rozvinout povrch jednoduchých těles jako je krychle, kvádr nebo jehlan. V některých oborech například v strojírenství se však pracuje s mnohem složitějšími tělesy, která musí umět rozvinout, aby je mohli vyrobit. K rozvinování povrchu těles se používají čtyři metody, avšak jen jedna se využívá při rozvinování v oděvnictví.

Lidské tělo je tvarově velmi složitý trojrozměrný útvar negeometrického tvaru. Má spoustu vystoupilých míst, prohlubní a oblín, které jsou dány tvarotvornou soustavou lidského těla. Rozčleněním těla pomocí rovin získáme úseky, které se dají tvarově zjednodušit a přirovnat k základním geometrickým tělesům jako jsou válec, kužel nebo komolý kužel. Již dříve se někteří autoři pokoušeli rozvinout povrch lidského těla pomocí rozčlenění těla na malé úseky, nebo pomocí trojúhelníkové metody.

Cílem bakalářské práce je rozvinutí povrchu těla naskenované postavy zobrazené pomocí 3D CAD programu. Skenování postavy bylo provedeno na laboratorním zařízení MaNeskan na katedře Technologie a řízení konfekční výroby v Prostějově. Data z tohoto systému byla využita při zpracování bakalářské práce v experimentální části v 3D CAD programu.

Zpracování v experimentální části vychází z orientace na lidském těle, které spočívá v definici antropometrických bodů, vytváření rovin a určení míst pro měření, kdy musíme vycházet ze zásad při členění těla a zásad při definici rovin a následném stanovení délek měřených tělesných rozměrů, které vychází z norem majících mezinárodní platnost a z anatomického členění lidského těla. Tyto údaje jsou základem pro zpracování bakalářské práce a napomáhají rozvinutí těla do plochy. Plošný útvar rozvinutého povrchu těla je základem, z něhož doposud vychází všichni konstruktéři a modeláři oděvů, byl získán například trojúhelníkovou metodou, lichoběžníkovou metodou, pomocí čtyřúhelníků nebo metodou řezů většinou z figurín s využitím klasických kontaktních metod.

Bakalářská práce ukazuje postup rozvinutí lidského těla do plochy od načtení 3D dat do 3D CAD programu, a to na základě postavy převedené do 3D bezkontaktním způsobem.

Rozvinováním povrchu lidského těla pomocí 3D systémů se zabývají vědci a výzkumní pracovníci v cizích zemích. V roce 2005 se na katedře Oděvnictví podobným

problémem zabývala diplomová práce studentky Jitky Podzimkové, která však pracovala za odlišných podmínek a rozvinutí dosáhla jiným způsobem, než uvádí tato bakalářská práce.

2. Metody rozvinování povrchu těles

Rozvinutelná plocha je plocha, již lze „rozvinout“ do roviny, například kuželová nebo válcová plocha. Přitom délka každého oblouku křivky na této ploše po jejím rozvinutí zůstává stejná. Rozvinutelnou plochu lze znázornit ohýbáním listu neroztažitelného papíru. Nerozvinutelnou plochou je například kulová plocha.

[1]

2.1 Postup při rozvinování

K určení křivek průniků a stanovení rozvinů lze použít různých metod, např.: metodu pomocných čili povrchových přímek, metodu trojúhelníkovou, metodu rovinných čili obecných řezů a metodu kulových čili kyvadlových řezů.

2.1.1 Metoda povrchových přímek

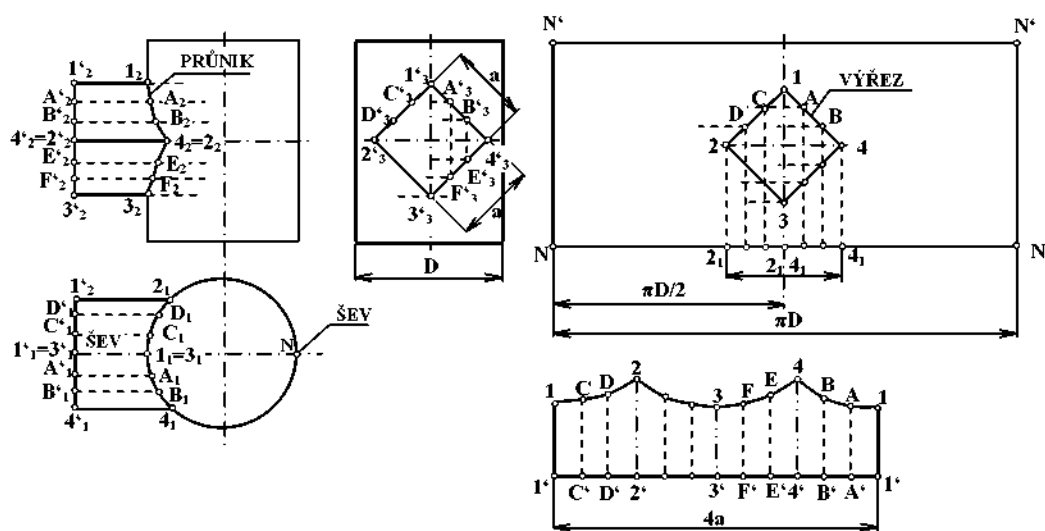
Tato metoda je vhodná pro mnohostěny a jejich průniky s válcovými tělesy i pro průnik válcových těles. Příklad metody je na obrázku 1.

Nejprve se určí křivka průniku. Na této křivce vniká hranol do válce. Body průniku hran 1_1 až 4_1 hranolu (viz půdorys) jsou v nárysu označeny 1_2 až 4_2 . Těmito body musí křivka průniku procházet. Abychom ji mohly narýsovat, musíme určit její další body, např. A_1, B_1, C_1, D_1 , jimž odpovídají v nárysu body A_2, B_2, C_2, D_2 . Těmito body prochází křivka průniku.

K stanovení rozvinu válce se nejprve určí velikost plochy pláště. Válec bude mít spoj v místě $N - N'$. V polovině rozvinuté délky bude umístěn výřez pro vnikající hranol. Vpravo a vlevo od svislé osy rozvinu nanese na základnu rozvinu délky dílku kružnice v půdorysu a v takto určených bodech narýsujeme rovnoběžně se svislou osou pomocné přímky. Z nárysu vedeme pak z bodů 1_2 až 3_2 vodorovné přímky, které protnou svislé nárysové přímky v bodech 1, 2, 3, 4, A, B, C, D, E, F. Tyto body určují velikost výřezu v rozvinutém plášti válce.

Aby se určilo rozvinutí pláště hranolu, rozřízne se plášť na hraně $1 - 1'$, na níž bude šev. Narýsuje se vodorovná úsečka, jejíž délka se rovná obvodu hranolu. Na této úsečce se označí body $1' - 4'$ a body $A' - F'$. Těmito body se vedou pomocné svislé

přímky, na něž nanese délky $|1'1|$ až $|4'4|$ a $|A'A|$ až $|E'E|$. Dostaneme tak body křivky průniku na hranolu.



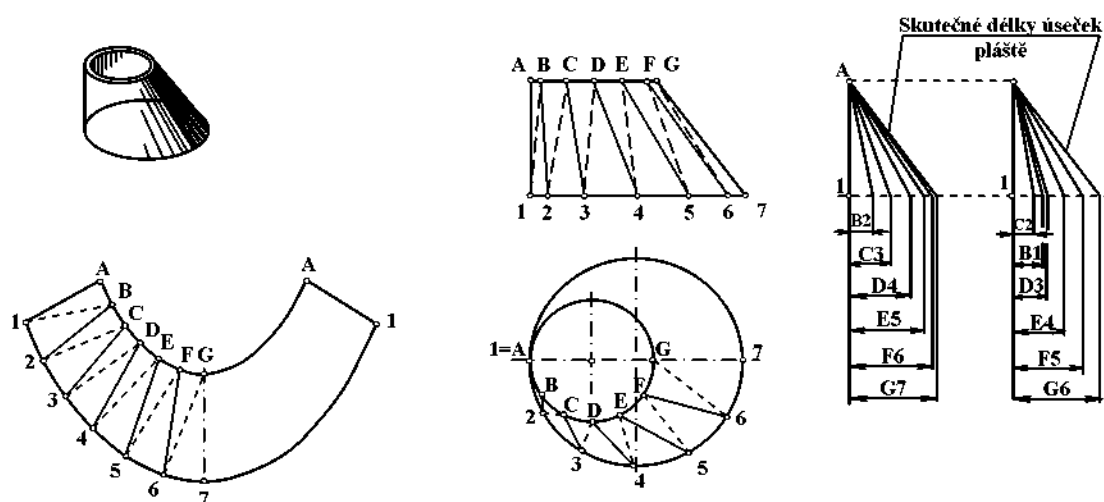
Obr. 1: Metoda povrchových přímek [2]

2.1.2 Metoda trojúhelníková

Používá se při rozvinování takových těles, jejichž tvar nelze odvodit ze základních geometrických těles, tedy u těles se zborcenými plochami a u tzv. přechodových těles. Při tomto postupu se rozdělí plocha na dostatečné množství trojúhelníkových plošek, protože trojúhelníkové plošky se při rozvinování k sobě snadno přikládají. Tato metoda je poněkud nepřesná, protože např. křivé čáry považujeme za rovné strany trojúhelníků. Je proto třeba používat co nejvíce malých plošek a narýsovat co nejvíce trojúhelníků, aby se dosáhlo co největší přesnosti. Příklad metody je na obrázku 2, kde se rozvinuje šikmý komolý kužel.

Obě kružnice se v půdorysu rozdělí na stejné dílky body A až G a 1 až 7, jimi se narýsují průměty povrchových přímek pláště. Aby se zjistily skutečné délky stran trojúhelníků, musí se místo prostorových trojúhelníků narýsovat pomocné rovinné trojúhelníky. Tyto trojúhelníky jsou pravoúhlé, jejich krátké odvěsny mají délky B1 až G7, vzaté z půdorysu, délky dlouhých odvěsen určíme vodorovnými pomocnými přímkami vedenými z nárysu. Přepony trojúhelníku udávají pak skutečné délky průmětů úseček v půdorysu a nárysu.

Skutečné délky dílků na obvodech podstav se odměří pro spodní podstavu půdorysu a pro horní podstavu na pomocné kružnici v nárysu. Přitom považujeme oblouky dílků za úsečky. Pak si představíme, že plášť je podle povrchové přímky A – 1 rozříznut. Rozvinutý plášť se sestojí tak, že narýsujeme úsečku A – 1, jejíž skutečná délka je v nárysu a promítáním oblouků, jejichž poloměry se rovnají rozvinutým vzdálenostem dělicích bodů kružnic půdorysu a skutečným délkám povrchových přímek v pomocné konstrukci.



Obr. 2: Trojúhelníková metoda [2]

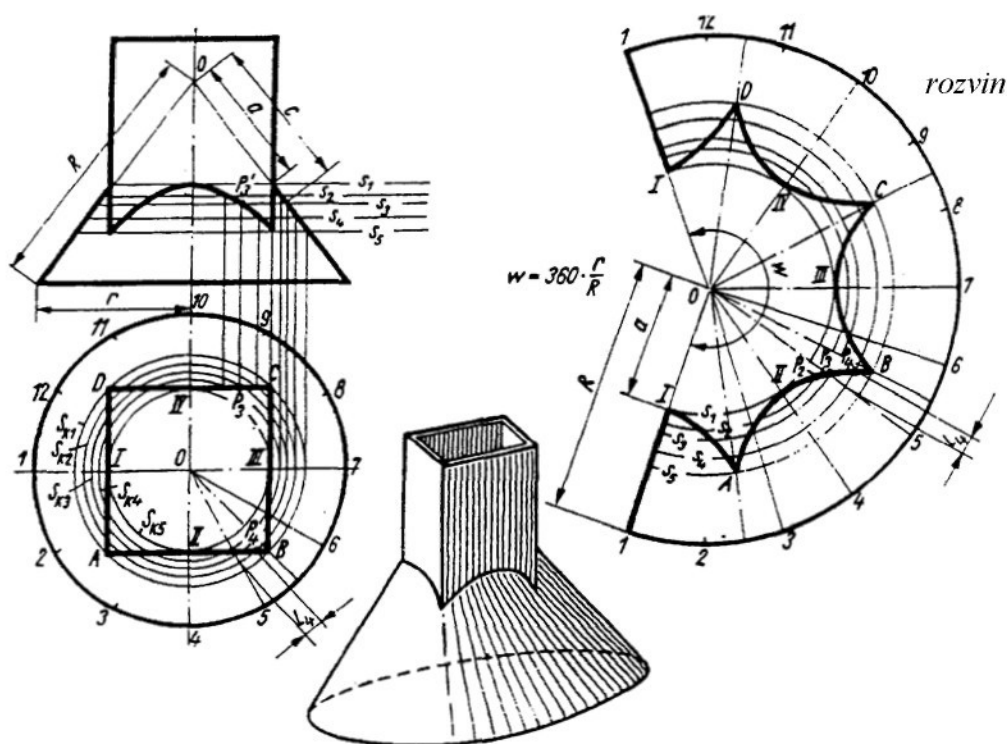
2.1.3 Metoda rovinných čili obecných řezů

Tuto metodu lze vždy použít pro konstrukci křivek průniku; je vhodná také pro přesné určení tvaru velmi složitých dílů. Příklad metody je na obrázku 3.

Narýsuje se nárys a půdorys tělesa. V nárysu se nakreslí roviny řezů S_1 až S_5 ; řezy kužele se v půdorysu promítají jako kružnice S_{k1} až S_{k5} . V průsečících těchto kružnic s hranami hranolu se vedou svislé přímky do nárysu a jejich průsečíky s rovinami S určí body křivky průniku; např. svislá přímka z bodu P_3 protíná v nárysu rovinu řezu S_3 v bodě P_3' , který je bodem křivky průniku.

Při určování rozvinu kužele se narýsuje kruhová výseč o poloměru R a úhlu ω . Její obvod se rozdělí na stejný počet dílků jako kružnice podstavy. Dostanou se tak body 1 až 12 a 1, které se spojí s 0. Dále se v půdorysu narýsují povrchové přímky $0A$ až $0D$, na nichž leží špičky A až D křivek průniku a určí se polohy povrchových přímek

0A až 0D v rozvinu. Pak se v rozvinu nakreslí oblouky odpovídající kružnicím S_{k1} – S_{k5} . Poloměry pro tyto oblouky se odměří v nárysu; např. pro S_{k1} je to délka a, S_{k3} je to délka c. Pak se odměří v půdorysu vzdálenost bodů, např. L_4 pro bod P_4 od povrchové přímky 0 – 5 a nanese se v rozvinu na kružnici S_4 . Tak se dostane bod P_4 křivky výřezu v rozvinu. Body P_2 , P_3 , II a B udávají polovinu křivky průniku jedné stěny hranolu s válcem. Stejným postupem se určí celý výřez v rozvinu.



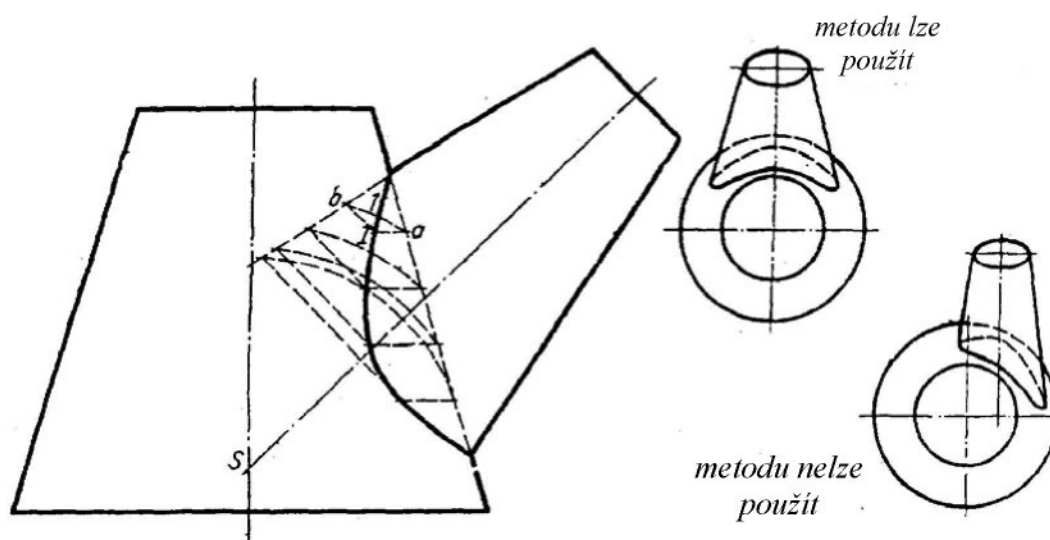
Obr. 3: Metoda rovinných čili obecných řezů [2]

2.1.4 Metoda kulových čili kyvadlových řezů

Výhodou této metody je, že je potřeba pouze jednoho průmětu těles. Aby ji bylo možno použít, platí podmínka, že při průniku dvou těles musí být obě tělesa rotační a symetrická, a osy obou těles se musí protínat. Jsou-li osy mimoběžné, nelze tento postup použít. Symetrickými rotačními tělesy jsou válce, kužely a koule, dále všechna tělesa, která vzniknou otáčením plochy kolem její osy souměrnosti. U pronikajících se těles, která splňují uvedené podmínky, jsou kulové řezy kruhové plochy. Princip konstrukce je uveden na obrázku 4.

Z průsečíku S obou os v nárysu opíšeme libovolnými poloměry oblouky, jež promítají obrysové povrchové přímky obou kuželů (např. oblouk I v bodech a a b). Z těchto průsečíků vedeme kolmice na příslušné osy, jejichž průsečíky (např. bod I) jsou body hledané křivky průniku.

[2]



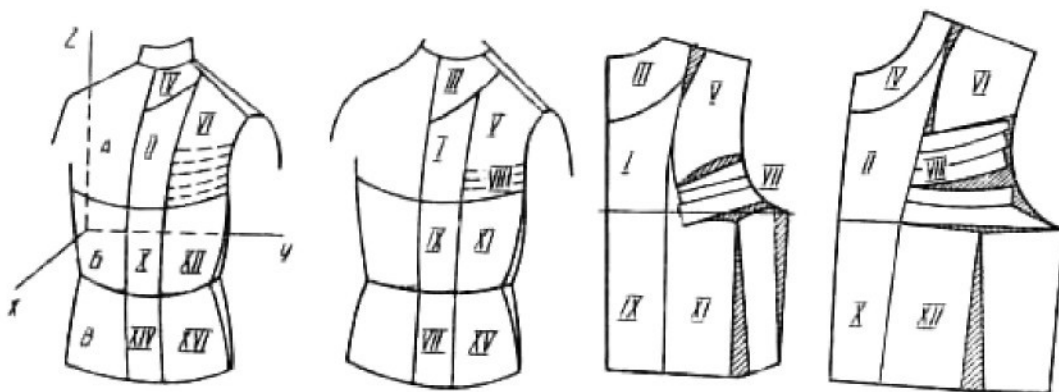
Obr. 4: Metoda kulových čili kyvadlových řezů [2]

3. Metody rozvinování povrchu lidského těla

Rozvinutím plochy rozumíme takové zobrazení plochy na rovinu, které zachovává délky oblouků a úhly křivek. Plastické trojrozměrné modely umožňují nejpřesnější znázornění povrchu těla. Pomocí horizontálních a vertikálních rovin rozčleníme model na jednotlivé úseky, které můžeme tvarově zjednodušit a přirovnat k základním geometrickým tělesům jako jsou kužel, válec, komolý kužel a podobně. Plošné zobrazení pak bude odpovídat pláštům těchto těles, základní rozměry těles odpovídají povrchovým délkám obrysových čar průřezů rovin, jimiž těleso členíme.

3.1 Rozvinutí pomocí dělení ploch

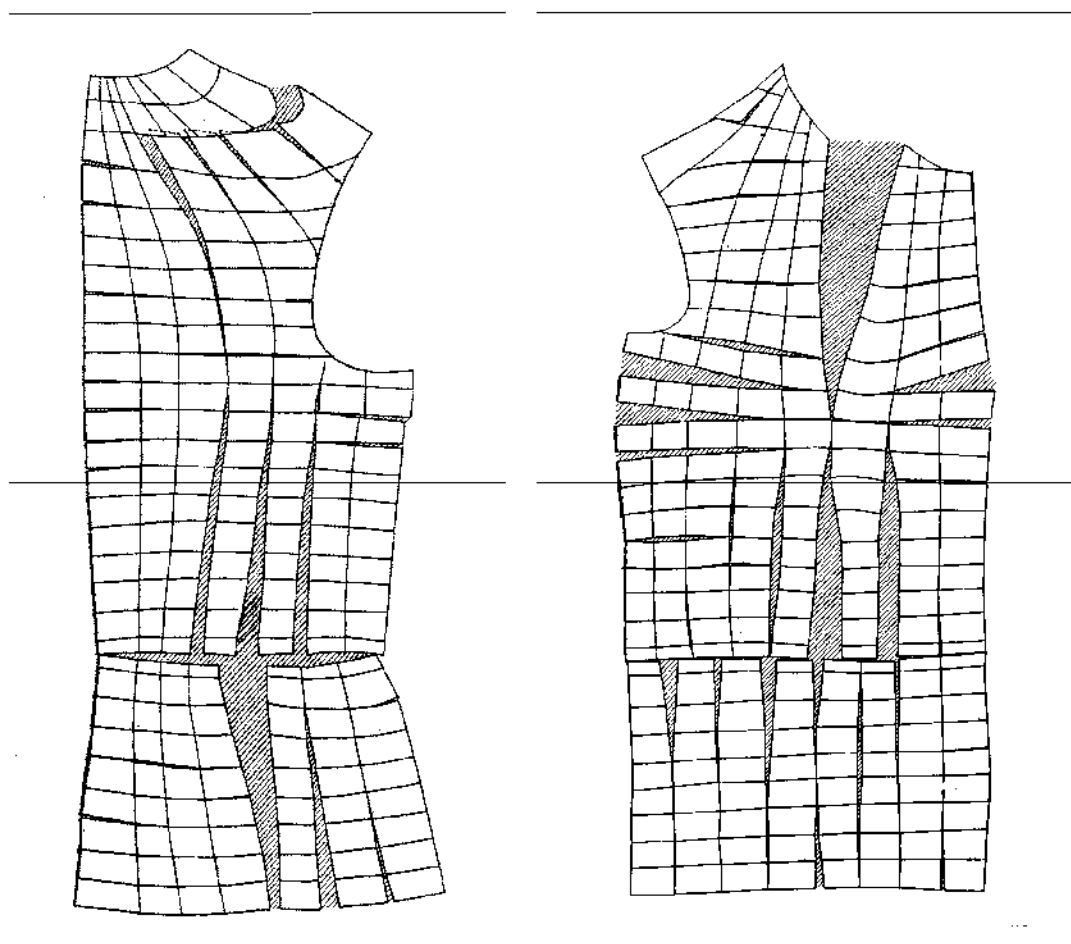
Jak je zobrazeno na obrázku 5, je postava rozdělena pomocí dvou vertikálních rovin a to sagitální na pravou a levou část a dále frontální na přední a zadní část. Dále je postava členěna horizontálními rovinami krční, hrudní, pasovou a sedovou. Tyto roviny rozdělují postavu na tři části. Pro získání přesného rozvinutí se každá část musí rozebrat na ještě menší dílky. Pozdějším zkoumáním povrchu každého dílku získáme rozvin např.: povrch I. úseku A jako válcový, povrch 5 a 6 úseku A jako konusoidy. Povrchy ploch 9, 10, 11 a 12 úseku B jako komolé kužele a tak dále.



Obr. 5: Rozvinutí PD a ZD [3]

3.2 Rozvinování pomocí čtyřúhelníků

U této metody je využito trojrozměrného znázornění pomocí plastického modelu. 3D model dává názornou a přesnou představu o plasticitě povrchu těla. Zobrazení povrchu lidského těla je provedeno systematickým seskupením dílků sejmutých z plastického modelu do plochy. Plastický model má na levé polovině trupu nanesenou síť vertikálních a horizontálních čar. Tato síť dělí celý povrch na soustavu dílků čtyřúhelníkového tvaru, které se následně přenášejí do plochy. Dílky jsou seskupeny tak, aby vybrání směřovala ze všech stran k nejvystouplejším místům a k největším prohlubním. Příklad metody je na obrázku 6.

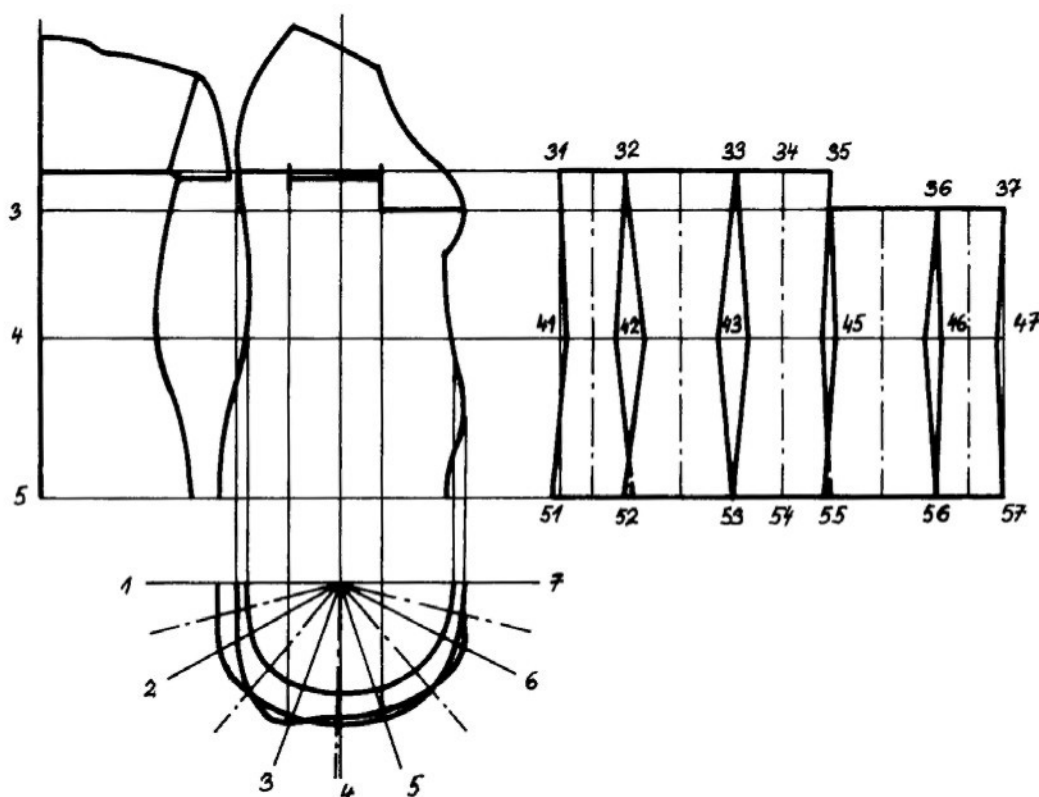


Obr. 6: Přední a zadní levá polovina trupu převedená pomocí dílků do plochy [4]

3.3 Lichoběžníková metoda rozvinutí povrchu lidského těla

Lidské tělo je složitý, trojrozměrný útvar skládající se ze zakřivených a geometricky nerozvinutelných ploch. Prvním krokem při rozvinování povrchu těla je jeho zjednodušení vhodným rozdělením na jednotlivé části pomocí tělesných rovin. Geometrickým útvarem vhodným pro zjednodušení povrchu těla je komolý kužel nebo válec. Tyto tvary pak lze geometricky rozvinout. Pro získání plošného tvaru povrchu těla je nutné rozvinuté dílčí elementy seskupit tak, aby tvořily jeden celek.

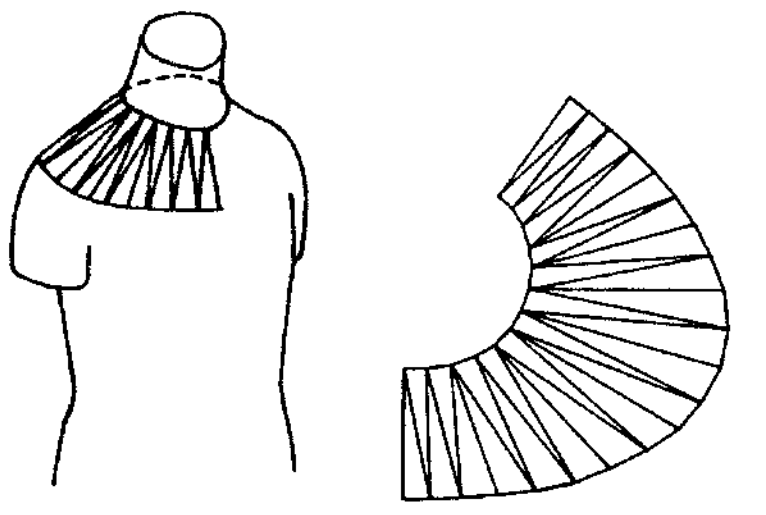
Nejschůdnějším řešením je rozvinutí pláště povrchu těla mezi dvěma horizontálními tělesnými rovinami obr. 7. Tyto tělesné roviny představují v rozvinutí vzájemně rovnoběžné přímky, na něž jsou konstrukčně nanášeny jednotlivé šířkové rozměry povrchu těla.



Obr. 7: Princip rozvinování povrchu těla [5]

3.4 Rozvinování pomocí soustavy sférických trojúhelníků

Rozvinutí průkrčníkové oblasti je provedeno trojúhelníkovou metodou. Metoda je založena na postupném přenášení sférických trojúhelníků z povrchu těla do plochy jak je ukázáno na obrázku 8.

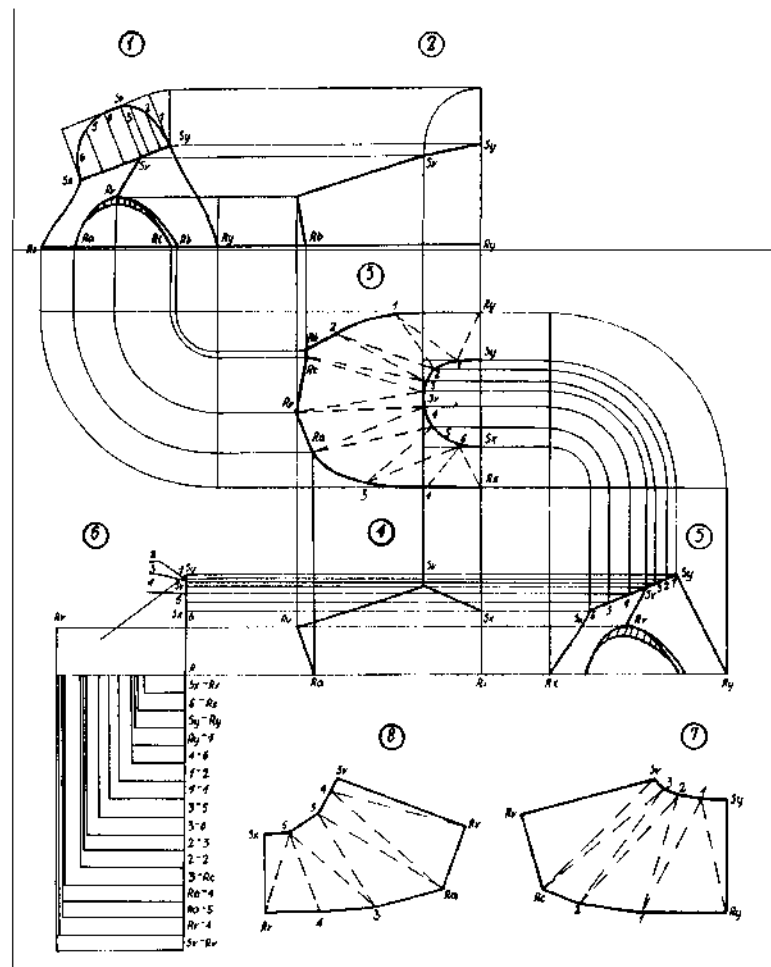


Obr. 8: Rozvinutí pomocí sférických trojúhelníků [6]

3.5 Rozvinování pomocí soustavy řezů

Rozvinutí pomocí výpočetní techniky. Základem je rozdělení lidského těla na segmenty podle krční, nadprsí, hrudní, pasové a sedové přímky. Profily těla v těchto rovinách jsou současně i číselně vyjádřeným objemem. Vstupními daty pro čtecí zařízení křivek jsou profily typových postav ve všech velikostech. Z těchto dat se potom vybere obvod hrudníku, obvod pasu, obvod sedu a výška postavy. Na základě těchto údajů se vykreslí lidské tělo. Pak se pomocí programu část lidského těla rozvine do plochy na základě profilů těla.

Na obrázku 9 je zobrazen postup při využití trojúhelníkové metody rozvinování pomocí pravoúhlých průmětů. Zobrazení nárysu, půdorysu a bokorysu a jejich využití při přenášení jednotlivých délek a následné vytvoření rozvinuté plochy.



Obr. 9: Rozvinutí ramenní oblasti [7]

4. Lidské tělo

4.1 Tvarotvorné soustavy orgánů

Tvar povrchu lidského těla je značně složitý, proto je důležité znát několik prvků lidského organismu, které mají na vnější tvar těla zásadní vliv. Tyto prvky jsou kosterní, svalová a kožní soustava, které dávají rozměry a tvary lidskému tělu. Některé svaly a kosti jsou důležité pro určení antropometrických bodů a měření lidského těla. U kostí je to například sedmý krční obratel, u svalů je to hýžděový sval nebo velký sval prsní.

Nesmíme však také opomenout dynamické hledisko. Při pohybu lidského těla dochází ke změně tvaru, jak z hlediska dlouhodobého, kdy dochází k vývinu nebo stárnutí, tak z hlediska změny krátkodobé, kdy se postava pohybuje.

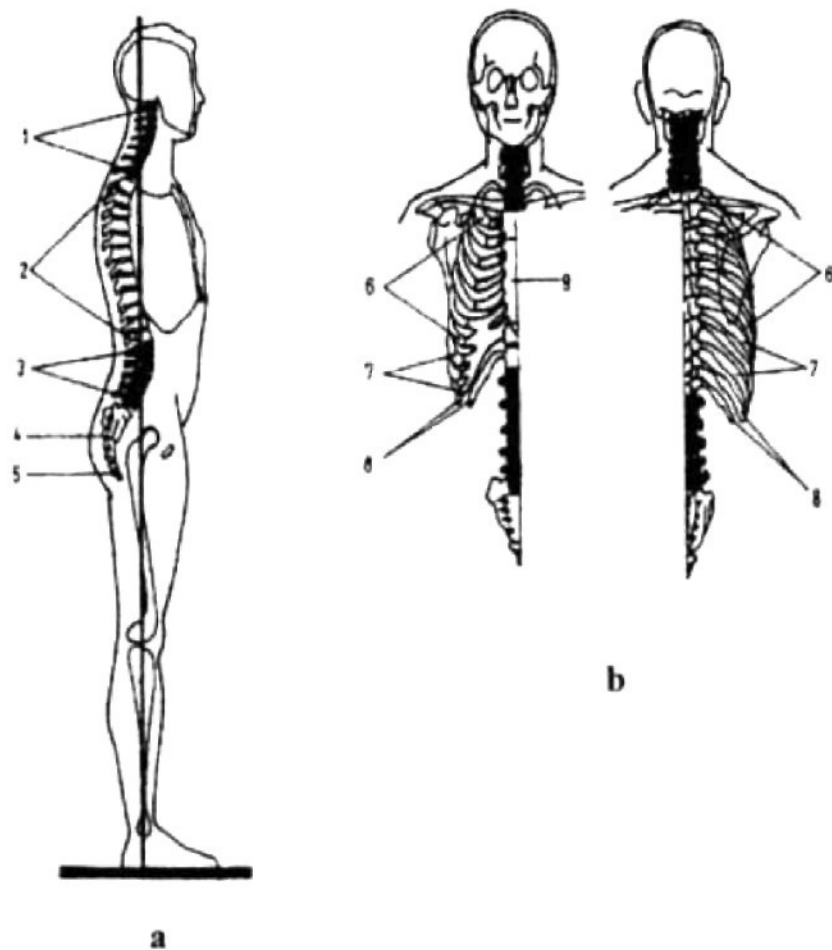
Tvary lidského těla jsou tvořeny soustavami:

- soustavou kosterní
- soustavou svalovou
- soustavou kožní

4.1.1 Soustava kosterní

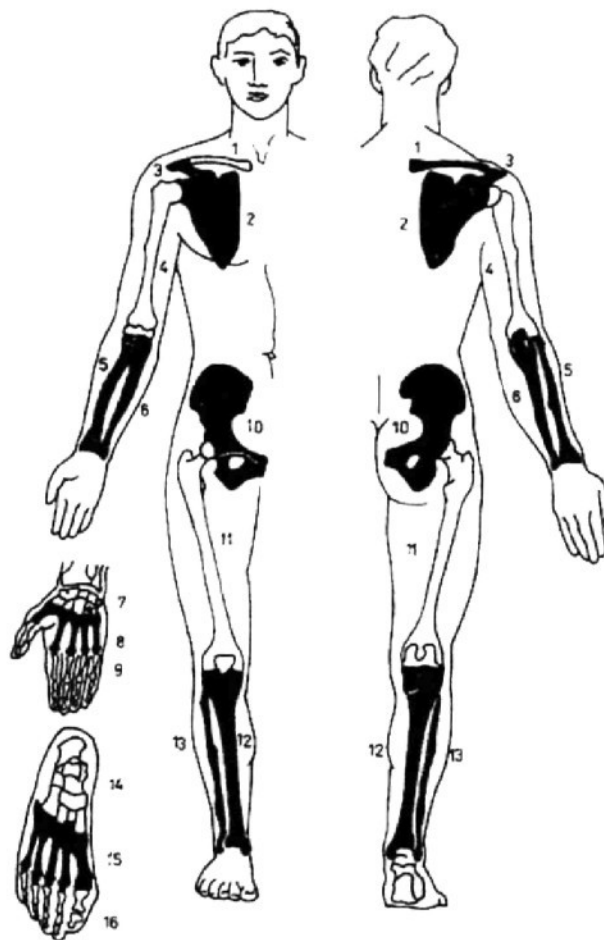
Kostra je soubor kostí, které zajišťují ochranu důležitým orgánům a je oporu pro měkké části těla. Je také pasivním pohybovým aparátem. Určuje základní délkové a šířkové rozměry těla a jeho symetrický tvar.

Spojení jednotlivých kostí je buďto pevné pomocí pojivových tkání, nebo pohyblivé pomocí kloubů. Kosti lze rozdělit podle délky a šířky na kosti dlouhé, krátké a ploché. Kostra se skládá z kostry hlavy, kostry trupu a koster horních a dolních končetin jak je ukázáno na obrázku 10 a 11.



Obr. 10: Kostra trupu;

a) pohled z pravé strany: 1 – obratle krční, 2 – obratle hrudní, 3 – obratle bederní, 4 – obratle křížové, 5 – obratle kostrční; b) pohled zepředu a zezadu: 6 – žebra hrudní (pravá), 7 – žebra nepravá, 8 – žebra volná, 9 – hrudní kost [8]



Obr. 11: Kostra končetin;

1 – klíčnicí kost, 2 – lopatka, 3 – nadpažek, 4 – pažní kost, 5 – vřetení kost, 6 – loketní kost, 7 – kůstky zápěstní, 8 – kůstky záprstní, 9 – články prstní, 10 – pánevní kost, 11 – stehenní kost, 12 – holenní kost, 13 – lýtková kost, 14 – kůstky zánártní, 15 – kůstky nártní, 16 – články prstní na noze [8]

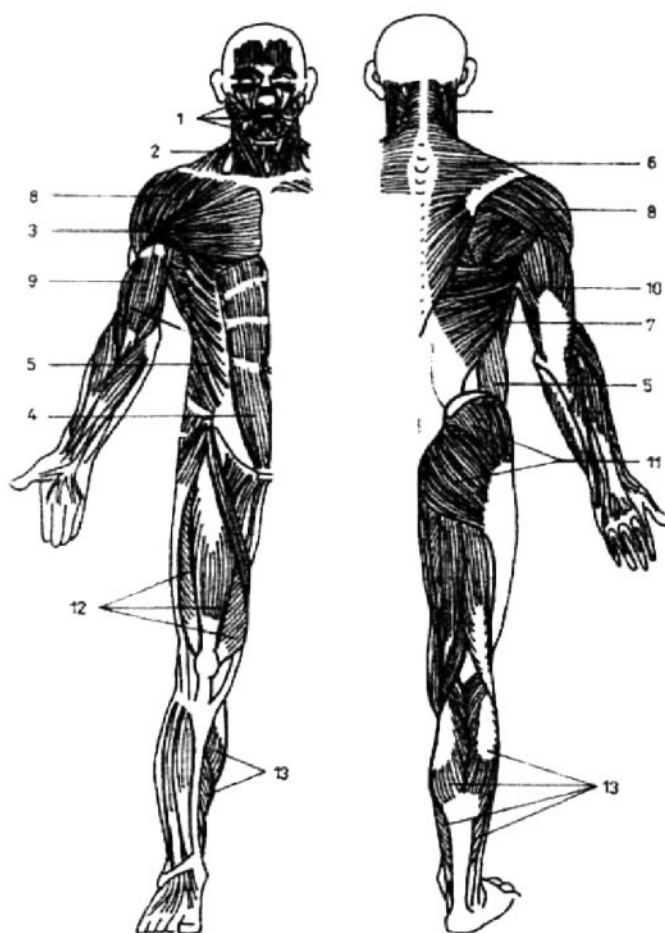
4.1.1.1 Typické znaky lidské kostry

- Dvojitá esovitá prohnutí páteře.
- Předozadní zploštění hrudníku.
- Mohutnost kostí dolní končetiny.
- Velikost mozkovny.
- Tvar a pohyblivost kostí horní končetiny.

[9]

4.1.2 Soustava svalová

Svaly obklopují a vyplňují kostru, což ovlivňuje tvary jednotlivých částí těla. Lidské tělo se skládá asi z 600 svalů a podílí se na 40% hmotnosti těla. Svaly mají mnoho funkcí. Zajišťují klouby v určité poloze a umožňují jejich pohyb, a tím vytvářejí aktivní pohybový aparát. Ochraňují vnitřní orgány, produkují při svém smrštění teplo a napomáhají návratu žilní krve do srdce. V lidském těle jsou tři druhy svalových tkání, svaly hladké, svaly příčně pruhované a srdeční sval. Přehled svalstva je zobrazen na obrázku 12.



Obr. 12: Přehled kosterního svalstva;

1 – svaly mimické, 2 – zdvihač hlavy, 3 – velký sval prsní, 4 – příčný sval břišní, 5 – zevní šikmý sval břišní, 6 – sval trapézový, 8 – sval deltový, 9 – dvojhlavý sval pažní, 10 – trojhlavý sval pažní, 11 – svaly hýžděové, 12 – čtyřhlavý sval stehenní, 13 – trojhlavý sval lýtkový [8]

4.1.3 Soustava kožní

Kůže pokrývá v souvislé vrstvě celý povrch těla, a tím odděluje vnitřní prostředí organismu od vnějšího. Zaobluje tělesné tvary a dává tělu charakteristický vnější vzhled. Také chrání celý organismus proti vniknutí škodlivých látek, pomáhá udržovat stálou tělesnou teplotu, vylučuje odpadní látky a je sídlem smyslů.

Kůže se skládá z pokožky a škáry.

Tvar lidského těla ovlivňují i tukové polštáře. Tuk se neukládá rovnoměrně a s přibývajícím věkem obvykle narůstá i tuková tkáň. Tím se tvary lidského těla zaoblují.

4.2 Členění lidského těla

Při převodu trojrozměrného lidského útvaru na dvojrozměrný musíme zachovat lidské proporce. Je tedy důležité na povrchu těla identifikovat určitý systém rovin, přímek a bodů, které umožní lepší a rychlejší orientaci na lidském těle a následně i v konstrukci oděvu.

4.2.1 Členění lidského těla pomocí horizontálních a vertikálních přímek

Lidské tělo se člení rovinami na určité části, jak je znázorněno na obrázku 13. Roviny, které procházejí lidským tělem shora dolů, jsou roviny svislé (vertikální). Roviny, které procházejí lidským tělem vodorovně a jsou kolmé na roviny vertikální, jsou roviny vodorovné (horizontální).

Orientace na těle je velmi důležitá při skenování postavy, kdy se musí přesně určit zadní střední přímka.

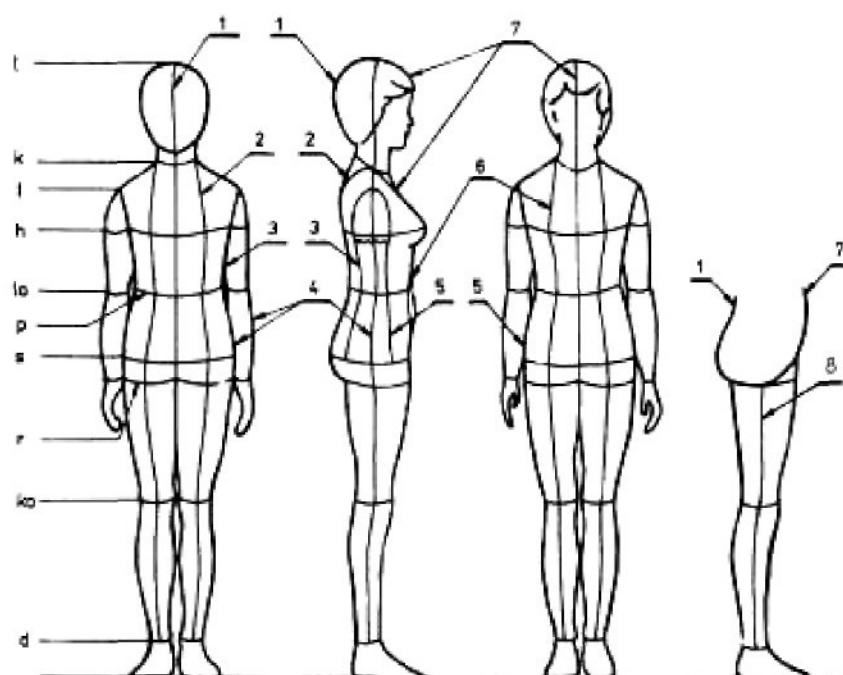
4.2.1.1 Základní vertikální přímky

- 1 – zadní střední přímka
- 2 – boční krční přímka
- 3 – zadní průramková přímka
- 4 – boční přímka
- 5 – přední průramková přímka
- 6 – prsní přímka
- 7 – přední střední přímka
- 8 – kroková přímka

4.2.1.2 Základní horizontální přímky

- T – temenní přímka
- K – krční přímka
- H – hrudní přímka
- P – pasová přímka
- S – sedová přímka
- R – rozkroková přímka
- Ko – kolení přímka
- D – dolní přímka
- N – nadpažková přímka
- Lo – loketní přímka
- Zp – zápěstní přímka

[10]

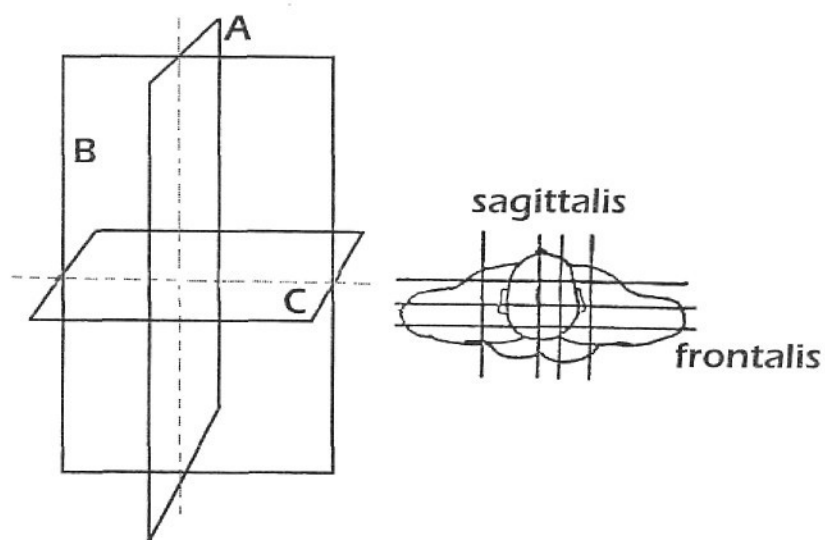


Obr. 13: Horizontální a vertikální členění lidského těla [10]

4.2.2 Členění těla pomocí rovin

Roviny jsou smyšlené pomocné plochy, ve kterých určujeme další směr či polohu. Zde se zabývám jen základními rovinami, jak je patrné z obrázku 14, které jsou důležité pro rozdělení lidského těla. Dále uvádím směry na těle, které jsou zobrazeny na obrázku 15, 16 a 17.

Mediánní	je rovina svislá. Jde zepředu dozadu a dělí tělo na dvě poloviny (levou a pravou). Je jednou z rovin sagitálních.
Sagitální	jsou všechny další roviny rovnoběžné s rovinou mediánní.
Frontální	jsou svislé roviny rovnoběžné s čelem a jsou kolmé na roviny sagitální. Dělí tělo na zadní a přední polovinu.
Transverzální	probíhají tělem napříč a dělí tělo na kraniální a kaudální polovinu. Jsou kolmé na roviny mediánní a sagitální, i na roviny frontální.

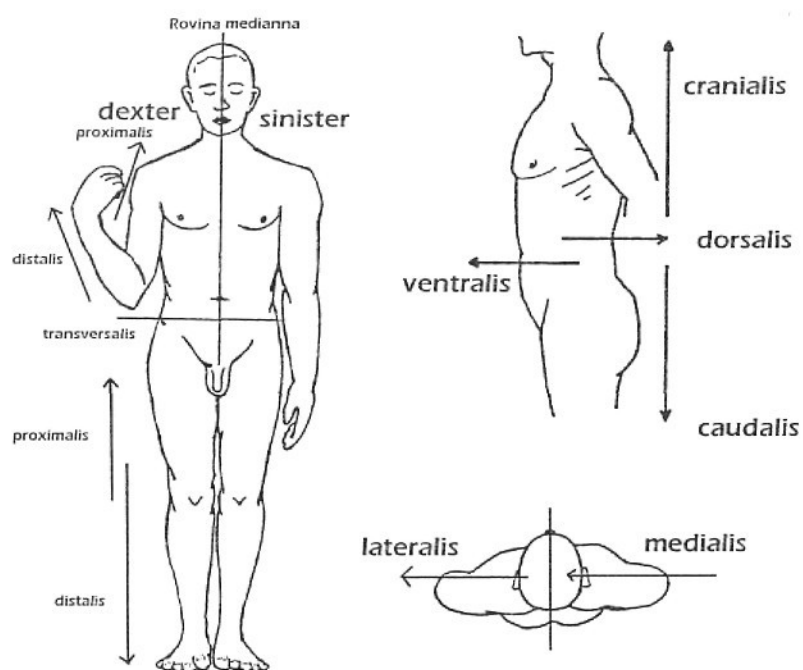


Obr. 14: Roviny těla; A – sagitální, B – frontální, c – transverzální [11]

4.2.3 Označení směrů na těle

4.2.3.1 Označení směrů na trupu

Sinister	levý
Dexter	pravý
Cranialis	směrem k hlavě
Caudalis	směrem k dolnímu konci těla
Anterior / Ventralis	přední
Posterior / Dorsalis	zadní
Medialis	vnitřní (ležící blíže střední rovině)
Lateralis	vnější (ležící dále od střední roviny)
Superficialis	povrchový
Profundus	hluboký



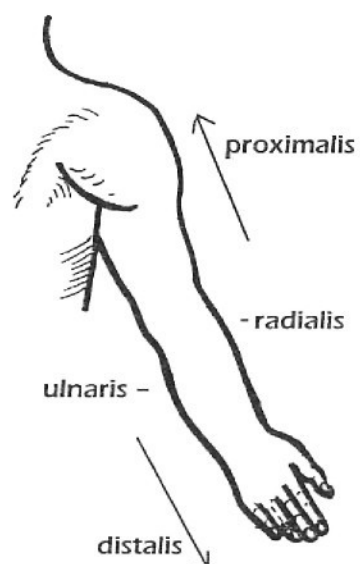
Obr. 15: Označení směrů na trupu [11]

4.2.3.2 Označení směrů na končetinách

Proximalis	bližší k trupu
Distalis	vzdálenější od trupu
Medialis	vnitřní
Lateralis	vnější

4.2.3.3 Označení směrů na předloktí a na ruce

Ulnaris	vnitřní (blíže ke kosti loketní)
Radialis	vnější (blíže ke kosti vřetení)
Palmaris	dlaňový
Dorsalis	hřbetní

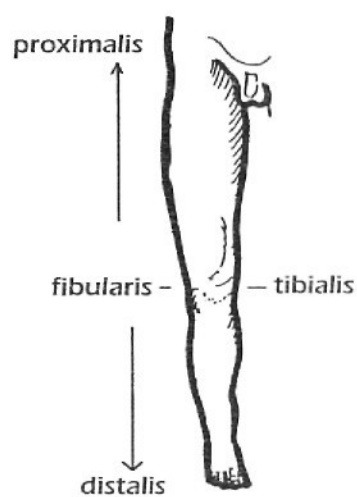


Obr. 16: Označení směrů na horní končetině [11]

4.2.3.4 Označení směrů na bérce a na noze

Tibialis	vnitřní (blíže ke kosti holenní)
Fibularis	vnější (blíže ke kosti lýtkové)
Plantaris	chodidlový
Dorsalis	hřbetní

[11]



Obr. 17: Označení směrů na dolní končetině [11]

4.3 Antropometrické body na těle

Antropometrické body slouží k orientaci na lidském těle a pro stanovení tělesných rozměrů. Dělí se do čtyř oblastí – hlava, trup, horní končetiny a dolní končetiny. Uvedené antropometrické body jsou zobrazeny na obrázku 18 a 19.

4.3.1 Antropometrické body hlavy

Glabella	bod ležící nad nosním kořenem na dolní části čela, nejvíce vpředu v mediální rovině mezi obočím.
Vertex	bod na temeni lebky, který při poloze hlavy v orientační rovině leží nejvíce nahoře.
Trichion	bod na rozhraní vrásčité a hladké kůže čela (přední hranice vlasů před vypadáním).
Nasion	bod kořene nosu.
Prosthion	okraj dolní čelisti.
Stomion	bod na průsečíku horního rtu, dolního rtu a mediální roviny při zavřených ústech.
Gnathion	bod na dolním okraji čelisti.

4.3.2 Antropometrické body trupu

Suprasternale	bod ležící na horním okraji prsní kosti v mediální rovině.
Akromion	nadpažkový bod.
Mesosternale	bod na přední straně hrudníku ve střední čáře v místě úponu 4. žebra, uprostřed hrudní kosti.
Thelion	střed prsní bradavky.
Omphalion	střed pupku v mediální rovině.
Symphysion	bod ležící na horním okraji stydké spony ve střední čáře.
Cervicale	výběžek 7. krčního obratle (vertebra prominens).

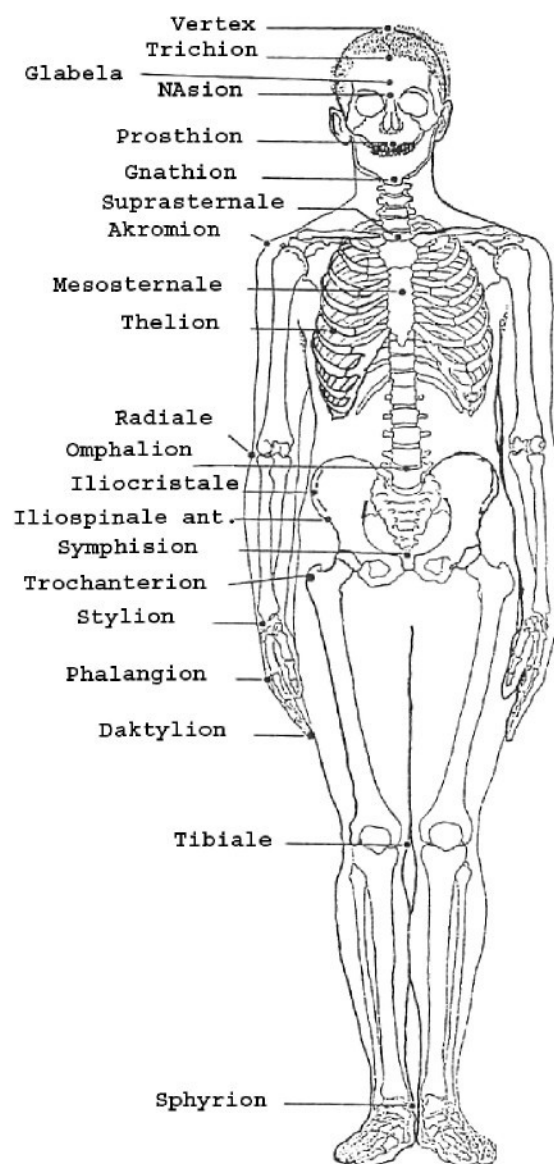
4.3.3 Antropometrické body horní končetiny

Radiale	bod na horním okraji hlavičky kosti vřetení, který na připažené končetině leží nejvýše. Prstem vyhmátneme na zevní straně paže štěrbinu mezi kostí pažní a kostí vřetení.
Stylian	bod, který je na processus styloideus radii připažené končetiny položen nejvíce dole. Nahmátneme jej na palcové straně předloktí.
Daktylion	bod na konci prstu, který na připažené končetině leží nejnižší. Používá se hlavně daktylion 3. prstu.
Phalangion	bod v místech artikulace metakarpofalangeální. Používá se hlavně bod phalangion I. a III.

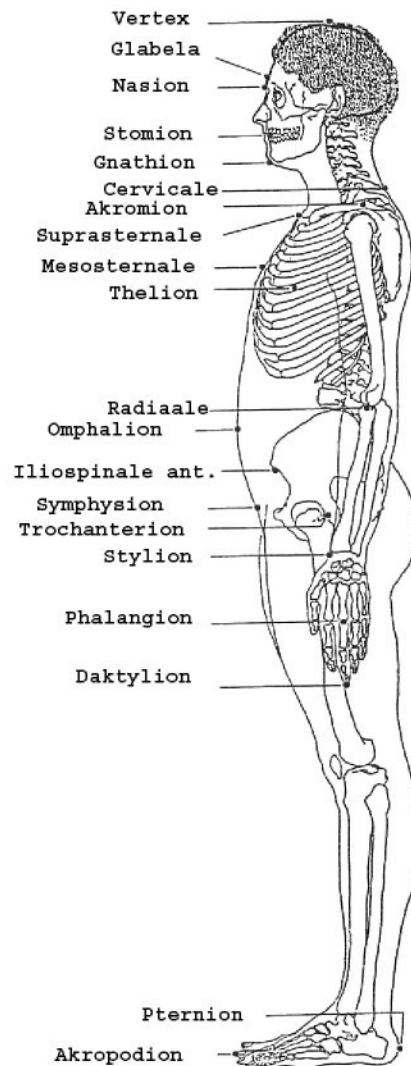
4.3.4 Antropometrické body dolní končetiny

Iliocristale	bod ležící na crista iliaca při vzpřímeném postoji nejvíce nahoře a nejvíce laterálně (na horní zevní hraně crista iliaca).
Iliospinale anterius	bod ležící v místech spina iliaca anterior superior nejvíce vpředu. Nahmatáme jej, jedeme-li po hřebenu kosti kyčelní směrem dopředu.
Trochanterion	nejvýše položený bod na velkém chocholíku. Hmatáme jej poněkud za bočním obrysem v nejširším místě boků.
Tibiale	bod na proximálním konci kosti holenní (tibia), který při vzpřímeném postoji leží nejvíce nahoře a nejvíce laterálně, popř. mediálně.
Sphyrion	bod na hrotu vnitřního kotníku (malleolus), který při vzpřímeném postoji leží nejvíce dole.
Ternion	bod ležící nejvíce vzadu na patě zatížené nohy.
Akropodion	bod ležící na špičce zatížené nohy nejvíce vpředu (na konci 1. nebo 2. prstu).

[12]



Obr. 18: Antropometrické body na těle [12]



Obr. 19: Antropometrické body na těle [12]

4.4 Typologie postav

Typologie postav souvisí s tvarem lidského těla. To znamená, že ji ovlivňuje kosterní, svalová a kožní soustava popsaná v kapitole 4.1. Typologií postav se zabývá řada vědců, kteří vytvořili různé typologie.

V průběhu růstu se postava vyvíjí a vyhraňují se určité tělesné znaky, jako je vytáhlost, plnost, vzájemný poměr jednotlivých částí těla. V dospělosti se tyto znaky dále zvyrazňují a u každého jedince představují souhrn tělesných vlastností, čímž se pak liší od ostatních lidí. Při dlouhodobém studiu velkého okruhu jedinců byly

specifikovány určité kategorie, které jsou charakteristické pro určité skupiny lidí. Tyto kategorie se nazývají somatotypy.

Už v starověkém Řecku se o typologii postav zajímal zakladatel lékařských věd Hippokrates. Zabýval se rozlišením projevů zdravého a nemocného organismu. Zastával názor, že zdraví je závislé na životosprávě a životním prostředí a je dáno rovnováhou tělesných tekutin.

Novodobá typologie postav využívá metod měření lidského těla. Na rozdíl od starších typologií, kdy se lidské tělo pouze pozorovalo. Většina autorů se zabývala typologií mužských postav, teprve v průběhu 20. století se objevují typologie obsahující ženy a mládež.

Výběr autorů a jejich typologických kategorií:

Claud Sigaud

Sigaud rozeznává čtyři konstituční typy postav. Vychází z předpokladu, že u jednotlivých typů převládá jeden tělesný orgán.

- Celebrální typ (mozkový) – velká mozková část hlavy, malá výška postavy, krátké a tenké končetiny, slabé svalstvo.
- Sugestivní typ (zaživací) – větší dolní poloviny hlavy, velké břicho, krátký krk, široký a krátký hrudník, krátké končetiny, slabé svalstvo, velké vrstvy podkožního tuku.
- Respirační typ (dýchací) – velký a široký nos, dlouhý krk, dlouhý a úzký hrudník, dlouhé končetiny, úzká pokleslá ramena, malé hýždě.
- Muskulární typ (svalový) – harmonické tvary a proporce, silná kostra, vypracované svalstvo.

Ernst Kretschmer

Německý psychiatr, který podle svých studií rozeznává tři základní typy postav. Toto rozdělení je využitelné i pro ženské postavy.

- Leptosomní typ – malé šířkové rozměry, malá váha.
- Astenický typ – je vyhraněným typem leptosomního typu. Charakterizuje ho hubená postava, vyzáblé končetiny, slabé svalstvo, dlouhý plochý hrudník.
- Atletický typ – harmonické sladění kostry a svalů, vyvinuté svaly.

- Eurysomní typ – objemná hlava hrudník a břicho, štíhlé končetiny, velká váha, střední výška, velké množství tukové vrstvy.
- Piknický typ – je vyhraněným typem Eurysomního typu. Velká šířka trupu, vyklenuté břicho, krátké končetiny, velké množství tukové vrstvy.

William Herbert Sheldon

Jeho teorie klasifikuje lidi podle tří základních složek. Podle něj nikdo nepředstavuje jeden určitý typ, neboť každý má v sobě něco ze všech tří základních složek. Je možné vytvořit řadu kombinací, a tedy i mnoho tělesných typů. Sheldon zavedl pojem somatotyp, který definuje vztah těchto tří složek, kde se každá složka vyjadřuje v rozmezí 1 – 7. Hodnota 1 představuje minimální podíl dané složky a hodnota 7 maximální podíl dané složky. Vyvážená postava má pak číselnou hodnotu 344, 434 a 443. Jednotlivé somatotypy se vyjadřují pomocí ternárního somatografu, kde vprostřed jsou ideální somatotypy a v rozích leží extrémní typy postav.

Endomorfní složka – silně vytvořené trávicí orgány.

Mezomorfní složka – převaha svalstva, kostí a pojivových tkání.

Ektomorfní složka – velký tělesný povrch.

5. Tělesné rozměry

Tělesné rozměry jsou myšlené čary vedené v horizontálních, vertikálních a diagonálních rovinách na povrchu těla. Jsou to vzdálenosti na lidském těle, vymezené v stanovených tělesných rovinách a nebo mezi jednotlivými antropometrickými body. Rozdělení tělesných rozměrů je na obrázku 20.



Obr. 20: Členění tělesných rozměrů dle normy ČSN 80 0090 (ISO 8559) [13]

Přímé tělesné rozměry – jsou měřené při kontaktní metodě pomocí antropometru. To znamená, že to mohou být jen rozměry, které představují přímé vzdálenosti mezi určitými tělesnými body i rovinami.

Povrchové tělesné rozměry – jsou měřené po povrchu lidského těla, jsou to tedy vzdálenosti křivkové. Pro jejich zjišťování pomocí kontaktní metody se používá měřicí páska.

Výšky – jsou délky od některé horizontální roviny směrem k hlavě. Měří se většinou od základny nebo od pasové roviny.

Šířky – jsou horizontální tělesné rozměry kolmé na podélnou osu tělní.

Povrchové délky – jsou vzdálenosti bodů na obrysových čarách vedených po tělním povrchu, mají přibližně vertikální směr.

Povrchové šířky – jsou vzdálenosti bodů na obrysových čarách, které mají přibližně horizontální směr.

Obvody – jsou vzdálenosti určitého bodu na povrchu těla k témuž bodu měřené kolem určité části těla.

Hloubky – jsou délky měřené od některé horizontální roviny směrem k zemi.

[13]

5.1 Metody měření tělesných rozměrů

5.1.1 Kontaktní metoda

Kontaktní metoda měření je zatím nejpoužívanější metodou k zjišťování tělesných rozměrů. Při této metodě dochází ke kontaktu měřidla s tělem měřeného probanda. Měření se provádí pomocí řady pomůcek jako je antropometr, měřicí páska, pelvimetr, nebo pravoúhlé pravítko. Tato metoda poskytuje dostatečné množství informací o hodnotách tělesných rozměrů, ale nezobrazuje tvar povrchu lidského těla.

5.1.1.1 Pravidla pro vyměřování tělesných rozměrů

1. Postava nesmí stát před zrcadlem, aby svůj postoj nemohla kontrolovat a vědomě upravovat. Musíme dbát na přirozené držení těla.
2. Postava musí být přiměřeně lehce oděna.
3. Rozměry se zjišťují přesným přiložením měřidla (krejčovský metr, pelvimetr, antropometr, úhloměr).
4. Rozměry se zjišťují a zapisují ve stanoveném pořadí.
5. Při měření stojíme na pravé straně postavy.

5.1.2 Bezkontaktní metoda

Bezkontaktní metody měření lidského těla lze charakterizovat jako takové, kdy nedochází k přímému dotyku snímače a těla měřeného probanda. V současné době se používá vyměřovací technologie pracující na základě optických systémů. Odlišnosti v jednotlivých přístrojích jsou v projektovaném světelném zdroji a způsobu jeho zachycení na povrchu těla. Používá se:

- Laser,
- Infračervené světlo,
- Strukturované světlo,
- Metoda fotogrammetrie.

Pro zachycení povrchu lidského těla v 3D rovině jsou různá snímací zařízení mající odlišné rysy a výhody. Skenery se však obecně skládají z těchto částí:

- Jedno nebo více světelných zdrojů, které projektují paprsek, nebo jiný vzor na lidské tělo.
- Kamery, která zachytí obraz světla projektovaného na tělo.
- Softwarového vybavení, které vyhodnotí hloubkovou strukturu povrchu těla.
- Výkonný počítač a obrazovku k 3D zobrazení.

6. 3D programy používané pro trojrozměrné projektování výrobků

6.1 Rhinoceros

Rhinoceros je silný programový nástroj pro 3D modelování a koncepční design. K reprezentaci dokonale hladkých křivek a ploch využívá NURBS geometrii. NURBS (NonUniform Rational B-Splines) je matematická reprezentace 3D geometrie, která umožňuje přesně popsat jakýkoliv tvar od jednoduché 2D čáry, oblouku, kružnice nebo křivky až po nejsložitější 3D plochy a tělesa organických tvarů. Díky jejich flexibilitě a přesnosti se můžou používat NURBS modely v libovolném procesu od ilustrace po animaci nebo sériovou výrobu.

Rhinoceros poskytuje výkonné nástroje pro tvorbu 3D křivek, ploch a těles volného tvaru. Zajišťuje přesnost potřebnou pro návrh, výrobu prototypů, inženýrskou analýzu a výrobu čehokoliv od letadla po šperk.

[14]

6.2 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor je světově nejrozšířenější 3D CAD aplikace pro strojírenskou konstrukci. Inventor využívá metody tzv. „adaptivního modelování“ a nabízí tak velmi jednoduché ovládání. Díky tzv. „segmentované databázi“ sestav poskytuje Inventor vysoký výkon i pro velké sestavy.

Inventor plně pokrývá 3D i 2D navrhování a díky podpoře pravého formátu AutoCadu, DWG (světově nejrozšířenější CAD formát a de-facto standard), je vhodný pro bezproblémový přechod z 2D kreslení do 3D i pro kompatibilitu s okolím. Inventor je i součástí navazujících řešení pro správu dokumentů, publikování 3D modelů, výpočty, analýzy a vizualizace. Snadno lze elektronicky publikovat 3D i 2D CAD data. Inventor obsahuje i funkce aplikace MechSoft a snadnou správu dokumentů Autodesk Vault.

[15]

6.3 SolidWorks

SolidWorks je strojírenský 3D CAD program. Jako parametrický 3D modelář SolidWorks nabízí výkonné objemové i plošné modelování postavené na jádře Parasolid, práci s neomezeně rozsáhlými sestavami a automatické generování výrobních výkresů.

V SolidWorks je k dispozici celá škála základních, specializovaných i rozšiřujících nástrojů – počínaje elementárními nástroji pro vytváření objemových těl a ploch, přes nástroje pro analýzu (úkosů, podřezání, úhlových odchylek, křivosti atd.), produktivní nástroje (pole a zrcadlení prvků, dílů i komponentů, vícetělové prostředí, variantní modelování a tabulky variant, automatické a pokročilé tvarové funkce, podpora přechodu ze 2D do 3D, knihovny materiálů, realistické zobrazení atd.), až po specializované návrhářské nástroje jako jsou nástroje pro plechové díly, formy či svařování. SolidWorks je zajímavou volbou zejména pro plastikáře či nástrojaře.

[16]

6.4 Solid Edge

Solid Edge je 3D CAD systém primárně určený pro návrh strojírenských konstrukcí. Jeho funkce však umožňují vytvářet mnohem více. Od designu nábytku až po 3D modelování komplexních ploch.

Solid Edge nevytváří pouze virtuální prototypy svých výrobků, ale zároveň zakládá, organizuje a třídí zkušenosti celého konstrukčního týmu pro budoucí opětovné použití. Solid Edge byl první mainstreamový 3D CAD systém, jehož součástí je také správa technické dokumentace. Výjimečné modelovací jádro, procesně zaměřené pracovní postupy stejně jako nedostižný komfort a rychlost při vytváření technické dokumentace, umožní dostat výrobek na trh rychleji díky jeho správnému návrhu napoprvé.

[17]

6.5 Catia

Catia (Computer-Graphics Aided Three Dimensional Interactive Application) je software pro 3D počítačové konstruování v oblastech CAD/CAM/CAE. Při vhodné konfiguraci je schopna pokrýt návrhářskou práci od tvorby designu, vlastní konstrukce, přes různé analýzy, simulace a optimalizace až po tvorbu dokumentace a NC programů pro vlastní výrobu. Zachovává plnou provázanost mezi výkresem, modelem a NC programem.

Systém CATIA je používána ve všech oblastech průmyslu. Několik tisíc pracovišť má např. Boening – významný výrobce letadel. Pro konstrukci svých produktů používají tento systém např. IBM nebo LUX. Používá se i pro návrh a konstrukci lodí, či průmyslových provozů. Nejrozšířenější je CATIA v automobilovém průmyslu, používají je velké automobilky jako Chrysler, BMW, VW nebo ŠKODA.

[18]

6.6 PolyWorks

PolyWorks je univerzální softwarové řešení pro zpracování mračen bodů a modelování 3D ploch a objektů. Obsahuje nejrozsáhlejší soubor nástrojů pro práci s mračny bodů zahrnující předzpracování a vyčištění dat, spojení několika mračen, generování polygonového modelu, editaci a optimalizaci polygonového modelu, vytvoření povrchu NURBS, porovnání mračno – mračno nebo mračno – CAD model, měření rozměrů a automatickou 3D vektorizaci.

Také nabízí nástroje pro kontrolu a ověřování provedených procesů. Využití má na celém světě v předních automobilových a strojírenských firmách a od roku 2000 je tento software rozvíjen i pro oblast geodézie a inženýrských oblastí jako jsou důlní inženýrství, stavebnictví, tunelování, dokumentace kulturního dědictví a dalších.

[19]

7. Rozvinutí nasnímané postavy

7.1 Snímání postavy

Postava byla nasnímana laboratorním zařízením MaNeskan. Jde o 2D aktivní triangulační metodou, při které se používá laser II. třídy a fotoaparát. Princip metody spočívá v tom, že se pořídí snímky kalibračního předmětu a následně i postavy. Postava stojí na rotačním podstavci, ten se otáčí a tak se postupně pořizují snímky vertikálních linií zobrazovaných na povrchu lidského těla. Vše probíhá v temné místnosti. Dále se nasnímané linie pomocí speciálního programu přepočítají a tím dosáhneme souřadnic x , y a z pro všechny body, z nichž je složena každá skenovaná linie.

7.2 Použité nástroje pro tvorbu rozvinuté postavy v 3D programu

Plane (rovina)

Funkce umožní vytvořit rovinu. Můžeme vytvořit rovinu v dané vzdálenosti nebo v daném bodě, otočenou o určitý úhel. Vytvořit rovinu pomocí dvou přímek, procházející třemi body nebo bodem a přímkou.

Activate areas (aktivní oblast)

Funkce slouží k vybrání aktivní oblasti. Oblast, kterou nevybereme, zůstane skryta.

Filtr

Funkce slouží k odfiltrování nadbytečných signálů na použitelné množství.

Rectangular pattern (pravoúhlé pole)

Funkce podle zadané rozteče a počtu opakování vytvoří další prvky.

Planar sections (rovinné sekce)

Pomocí této funkce se vytvoří promítnutí bodu do dané roviny a jejich spojení v křivku.

Multi sections surface (víceseční plochy)

Funkce umožní vytvoření plochy mezi předem vytvořenými profily.

Unfold (rozvin)

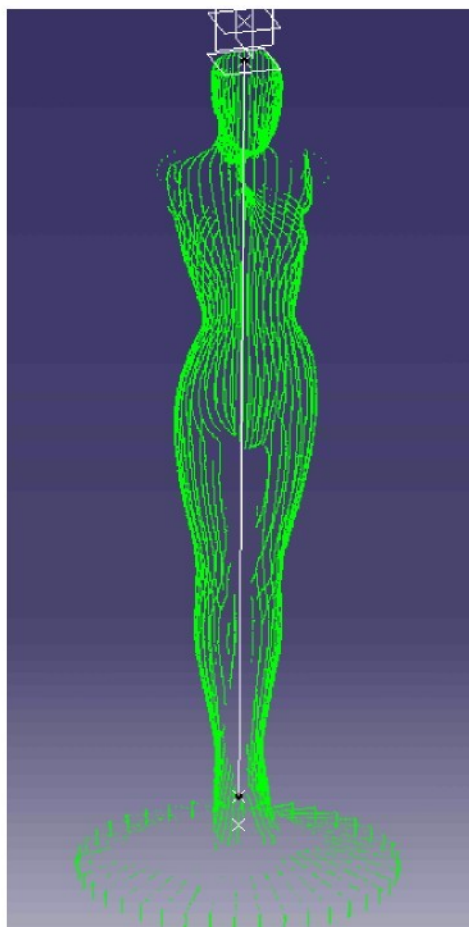
Po aktivaci funkce se díl rozvine a naopak

Split (ořezání tělesa plochou)

Ořízne těleso podle zadané plochy. Část tělesa, která zbude po ořezání, je určena šipkou, jejíž orientaci lze změnit kliknutím myši.

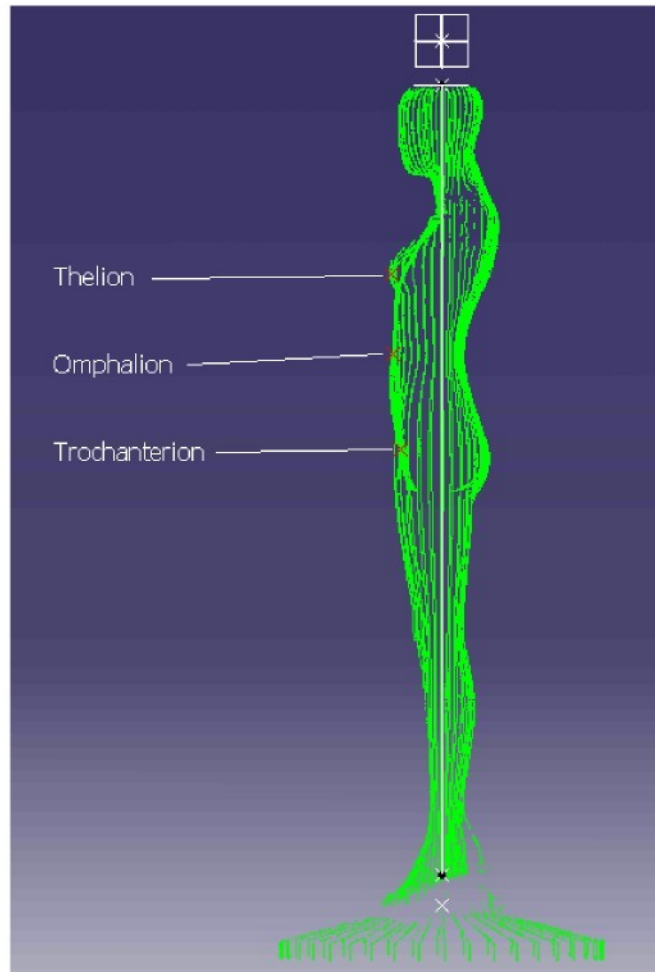
7.3 Postup rozvinutí postavy

- Načtení souřadnic bodů do programu Catia obr. 21.



Obr. 21: Zobrazení nasnímané postavy

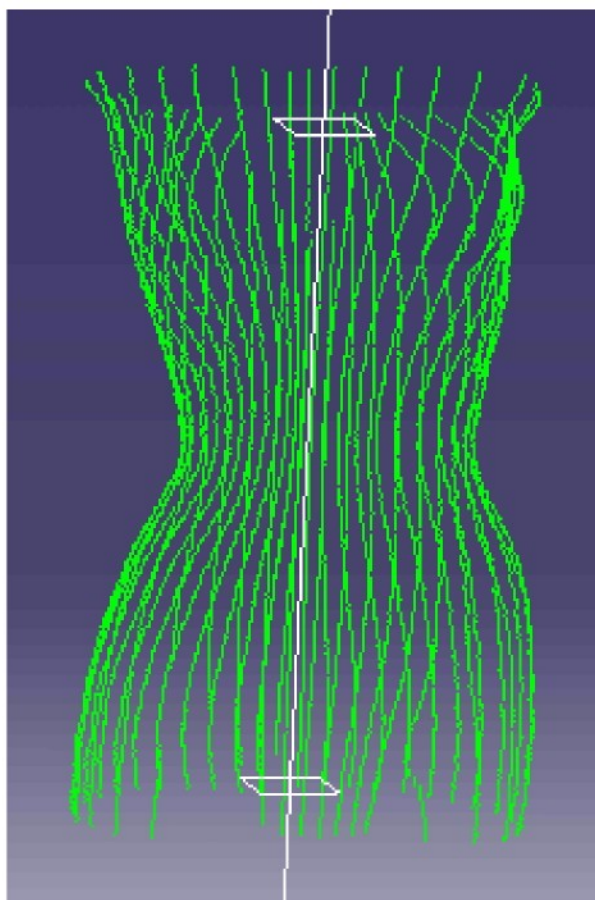
- Na postavě byly nalezeny antropometrické body určující hrudní, pasovou a sedovou rovinu obr. 22.



Obr. 22: Nasnímaná postava s antropometrickými body

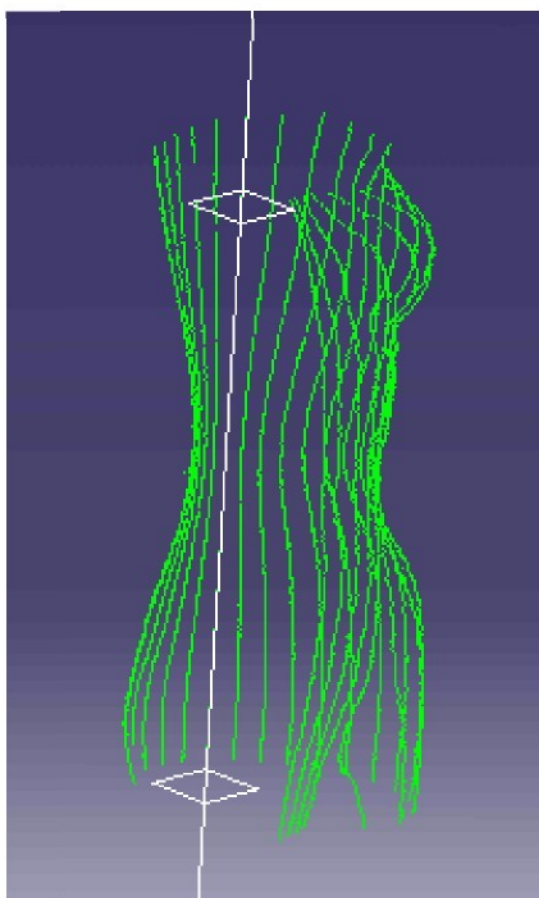
- Vytvoření nadprsí a sedové roviny, mezi nimiž se bude povrch postavy rozvíjet. Nadprsí rovina je od temene hlavy vzdálena 360 mm. Sedová rovina je od nadprsí roviny vzdálená 450 mm. Roviny jsou vytvořeny pomocí příkazu „Plane“. Tyto dvě roviny nám ohraničují oblast, kterou budeme rozvíjet.

- Pomocí příkazu „Activate areas“ vybereme body mezi nadprsí a sedovou rovinou. Tyto body zůstanou zobrazeny, jak je vidět na obrázku 23 a budeme je používat pro rozvinutí. Ostatní body budou skryty.



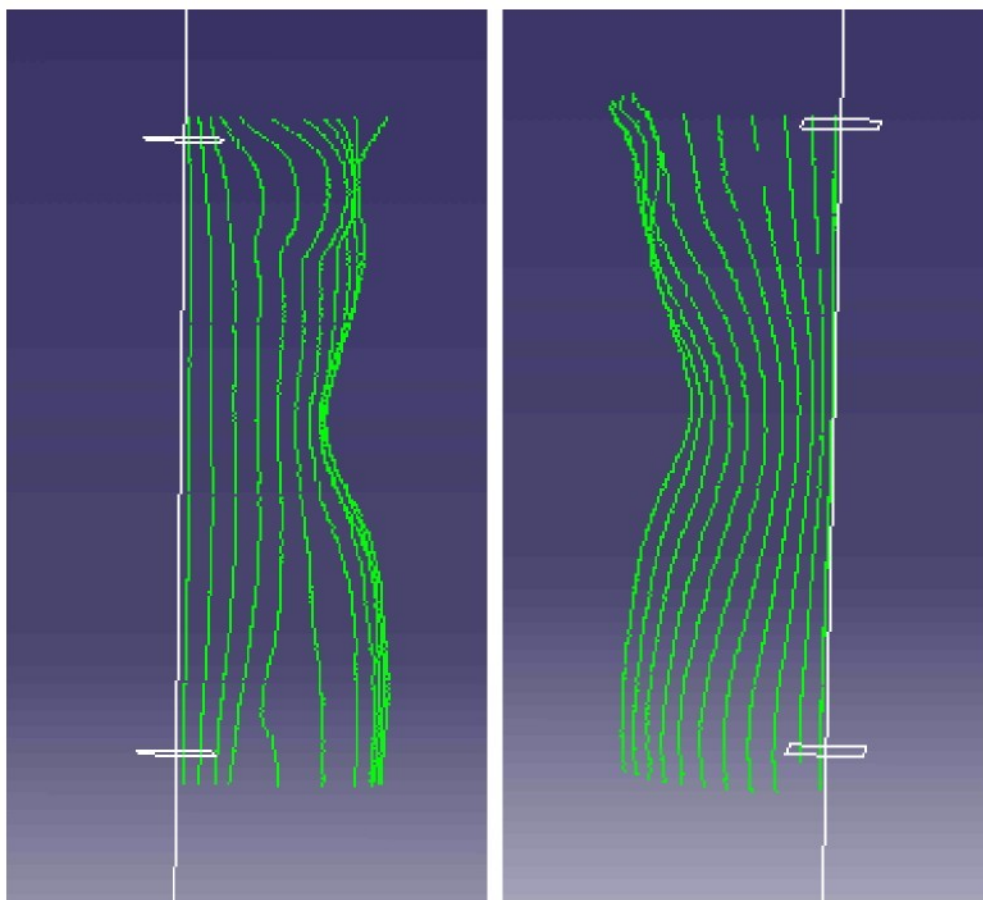
Obr. 23: Zobrazení aktivní oblasti rozvinované části postavy

- Pro rozvinutí stačí pracovat jen s jednou polovinou těla, proto postavu rozdělíme na pravou a levou část. Jak je vidět na obrázku 24, rozdělení je provedeno v sagitální rovině opět pomocí příkazu „Activate areas“, kdy vybereme pouze levou polovinu těla. Levá polovina je lépe naskenovaná a nejsou zde prázdná místa s chybějícími body.



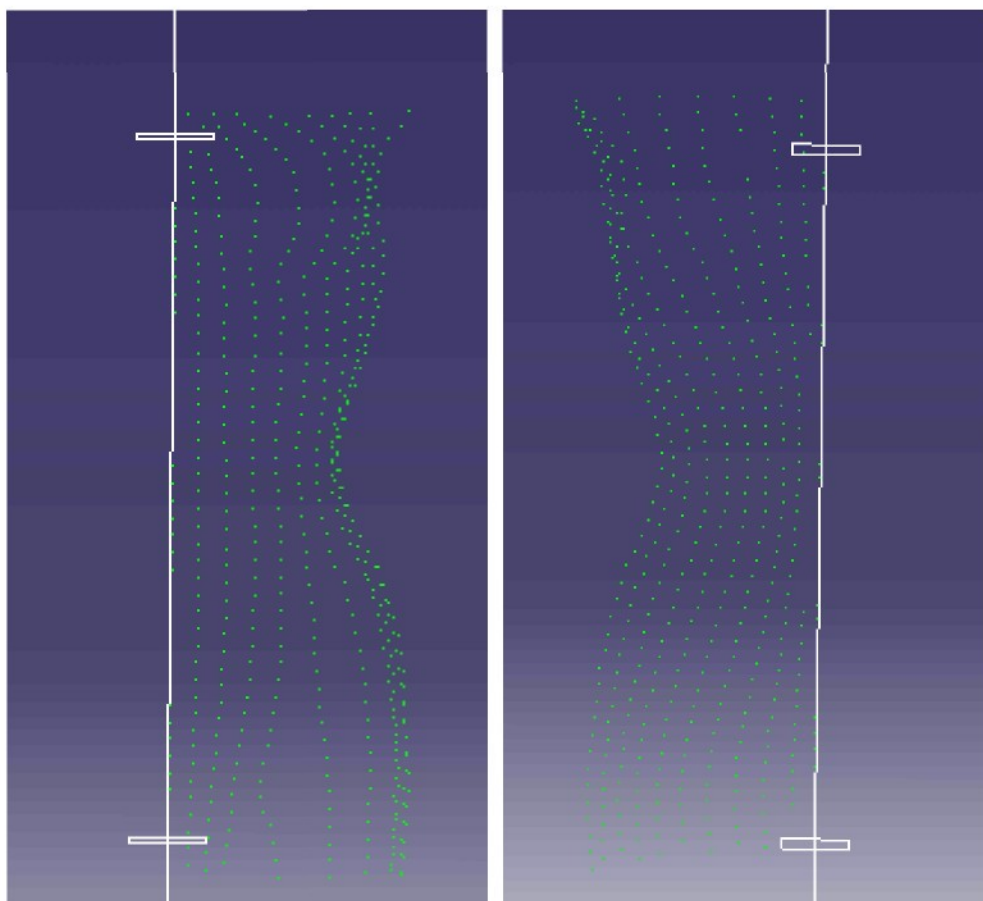
Obr. 24: Zobrazení poloviny rozvinované části postavy

- Postavu rozdělíme na dvě části přední a zadní, neboť i konstrukce střihu se provádí zvlášť pro přední a zadní díl. Rozdělení bylo provedeno ve frontální rovině pomocí příkazu „Activate areas“ obr. 25 a 26.



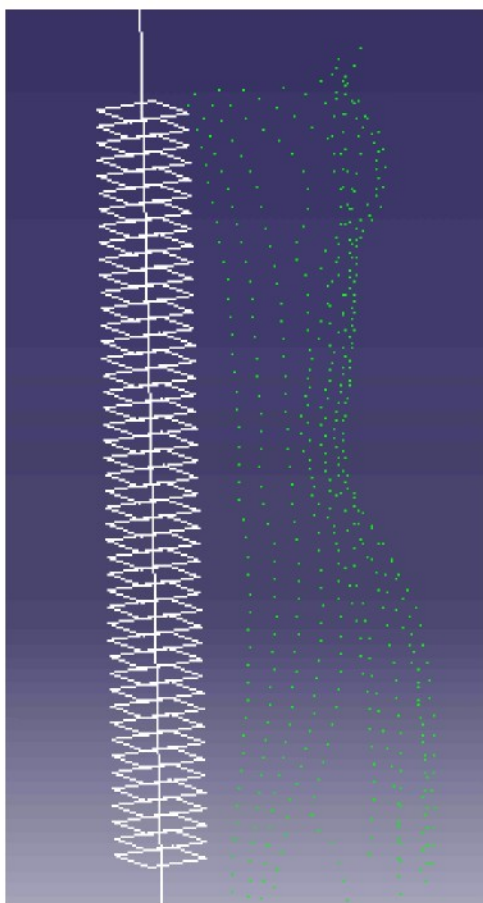
Obr. 25: Zobrazení PD rozvinované části postavy Obr. 26: Zobrazení ZD rozvinované části postavy

- Protože je síť bodů příliš hustá pro vytváření křivek, provedeme jejich redukci pomocí příkazu „Filtr“. Funkce „Filtr“ použila automatické nastavení a na předním díle zredukovala počet bodů na 11,72 % a na zadním na 10,31 % obr. 27 a 28.

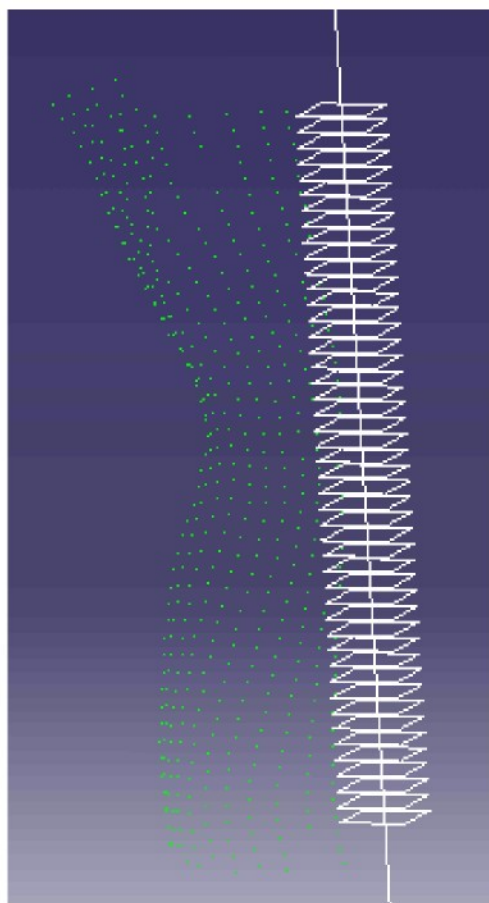


Obr. 27: Zobrazení PD rozvinované části postavy se zredukovánými body Obr. 28: Zobrazení ZD rozvinované části postavy se zredukovánými body

- Pomocí příkazu „Rectangular pattern“ vytvoříme další roviny mezi nadprsní a sedovou rovinou obr. 29 a 30. Tím vzniklo 46 horizontálních rovin vzdálených od sebe 10 mm. Tento počet byl zvolen pro přesnější zobrazení těla do plochy.

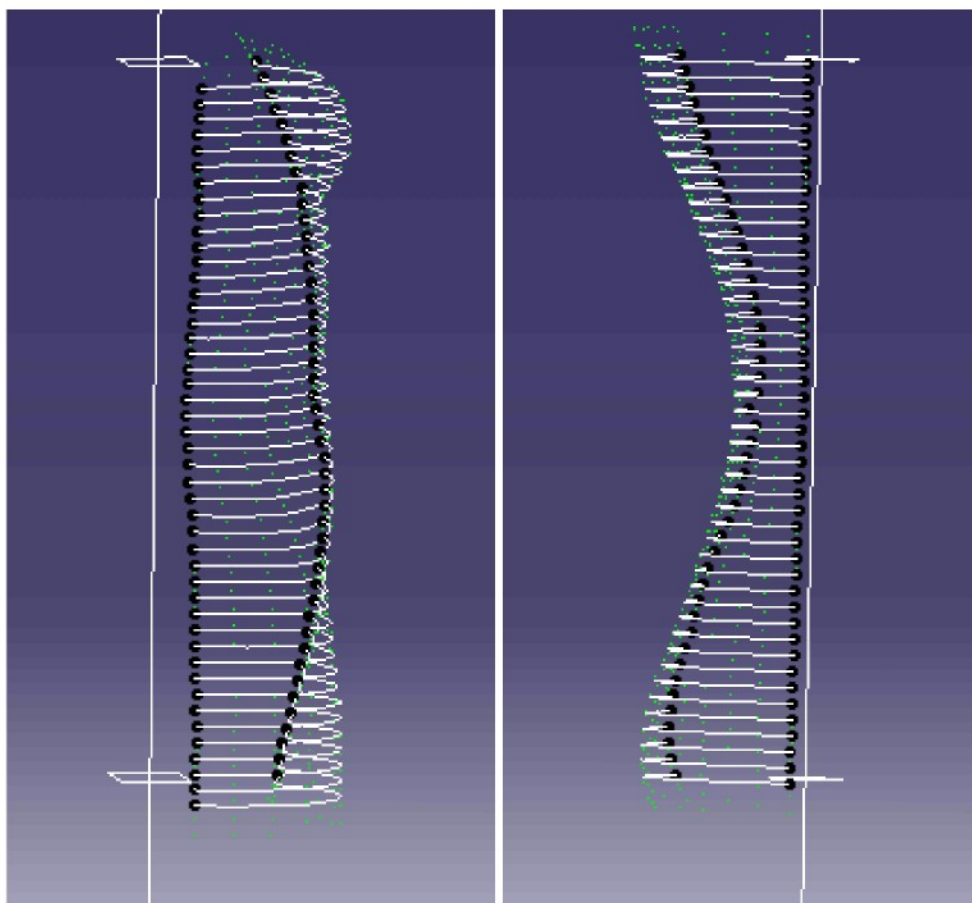


Obr. 29: Zobrazení rovin na PD



Obr. 30: Zobrazení rovin na ZD

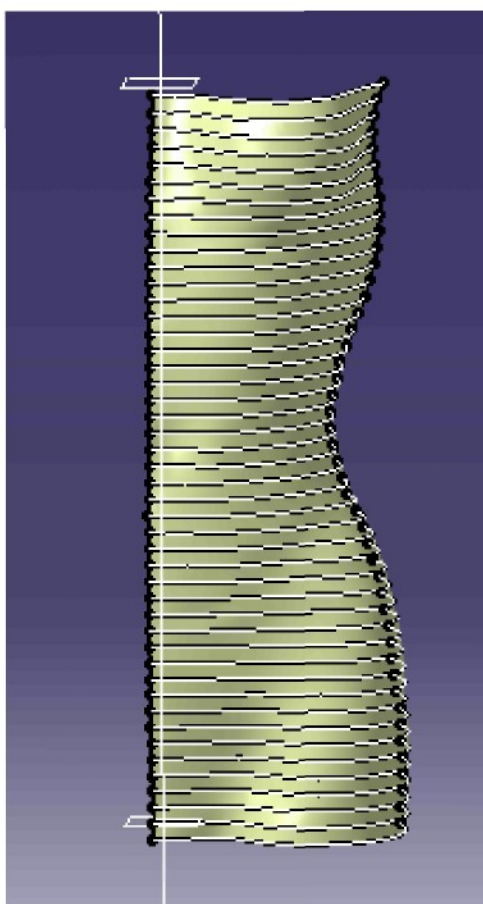
- V každé rovině byla vytvořena křivka kopírující tvar těla obr. 31 a 32. Byla použita funkce „Planar sections“, která nejbližší body promítne do vybrané roviny a z nich automaticky vytvoří křivku.



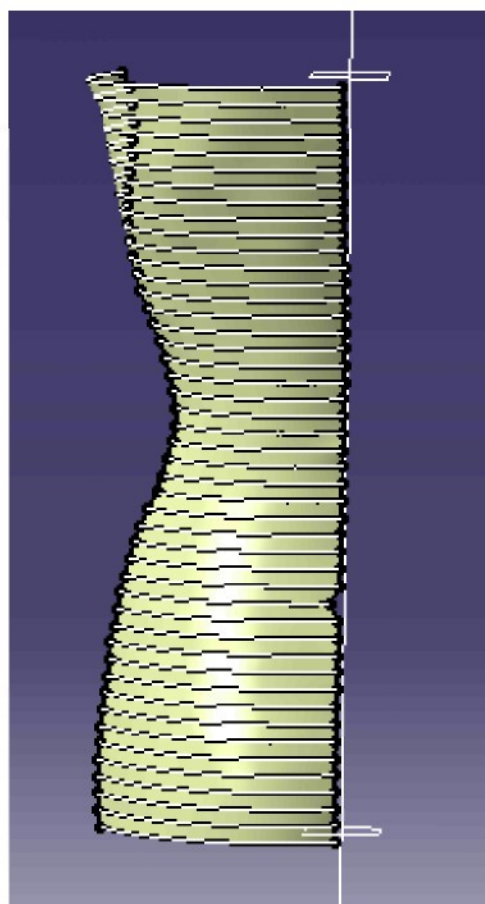
Obr. 31: Zobrazení křivek na PD

Obr. 32: Zobrazení křivek na ZD

- Potažení povrchu postavy souvislou vrstvou ploch pomocí příkazu „Multi sections surface“ obr. 33 a 34. Plocha povrchu musí být vytvářena zvlášť mezi každou křivkou, jinak dochází k problému s rozvinutím.

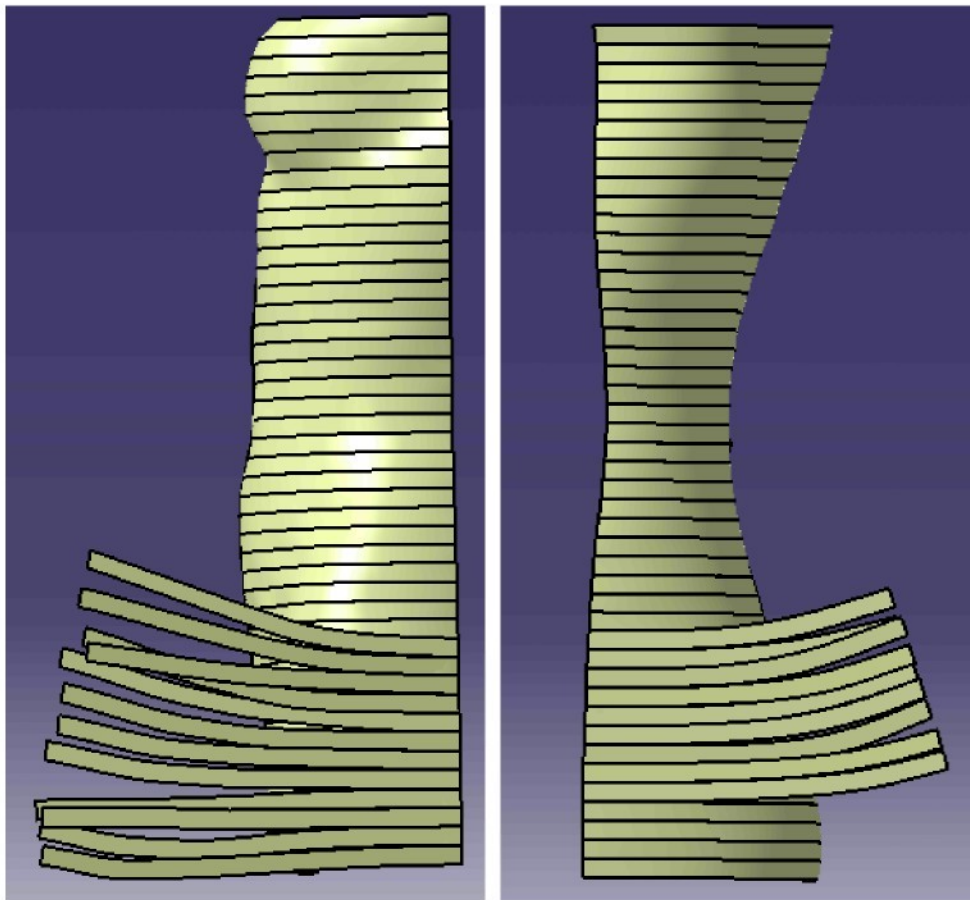


Obr. 33: Zobrazení PD potažené souvislou vrstvou



Obr. 34: Zobrazení PD potažené souvislou vrstvou

- Vytvořený povrch po jednotlivých plochách rozvineme příkazem „Unfold“ obr. 35 a 36.



Obr. 35: Ukázka rozvinu části PD

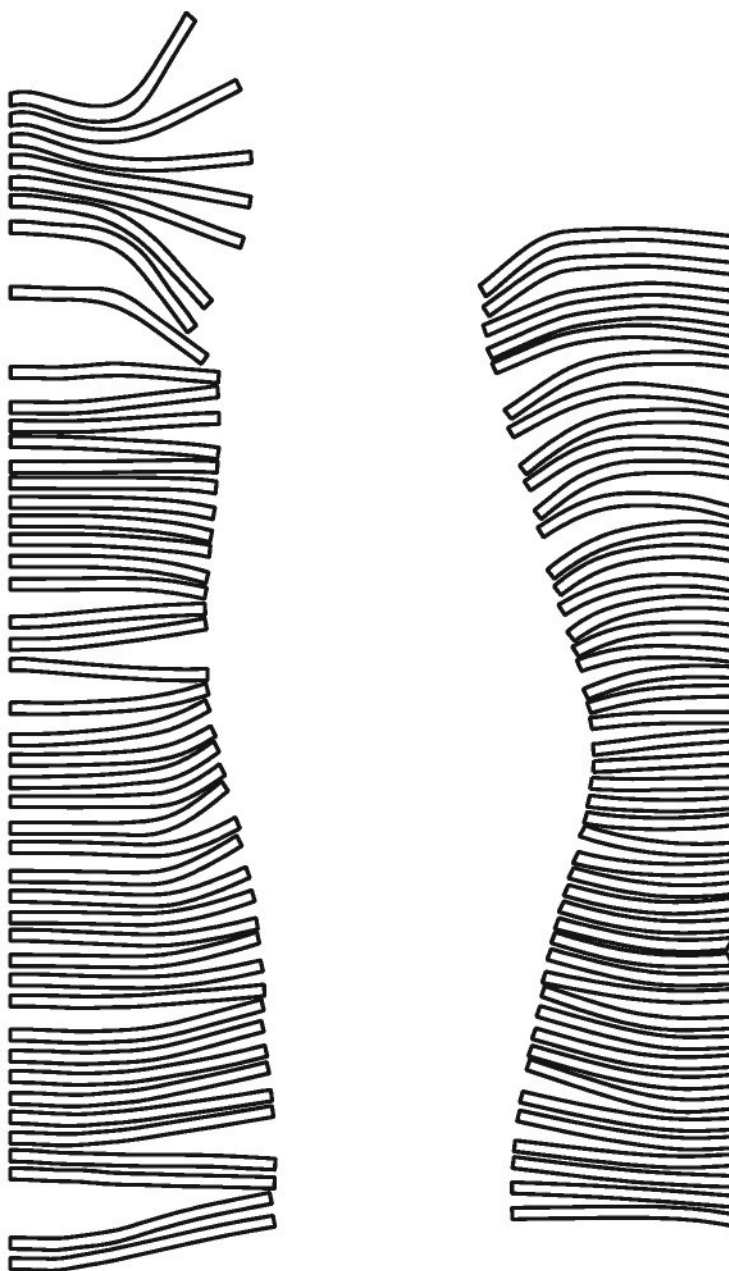
Obr. 36: Ukázka rozvinu části PD

7.3.1 Další dělení předního a zadního dílu

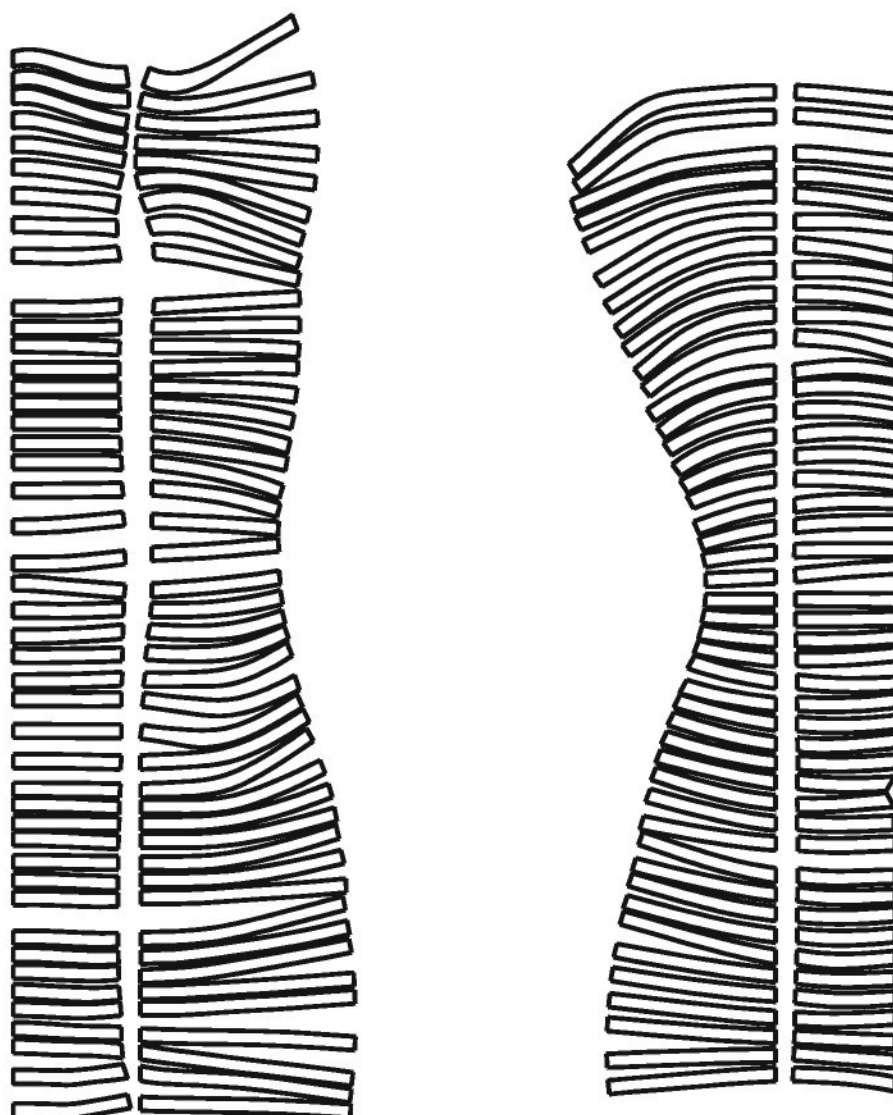
- Přední díl je rozdělen v bodě nejvystouplejšího místa prsu tj. 76 mm od přední střední přímky. Zadní díl je rozdělen v bodě nejvystouplejšího místa na lopatce, tj. 70 mm od zadní střední přímky. Ve vzdálenosti, ve které chceme postavu dělit, vytvoříme pomocí příkazu „Plane“ rovinu. Následně v té rovině všechny dílky rozdělíme pomocí příkazu „Split“.
- Dále rozvineme každou rozdělenou část zvlášť pomocí příkazu „Unfold“.

7.3.2 Úprava rozvinutých dílů

- Rozvinuté dílky vložíme do výkresu a převedeme do formátu dwg.
- Rozvinuté dílky načteme v 2D programu AutoCad. Dílky se navzájem překrývají, a proto se musí každý dílek označit a pomocí nástroje „Posun“ porovnat pod sebe do výsledné podoby obr. 37 a 38.



Obr. 37: Rozvinutý přední a zadní díl

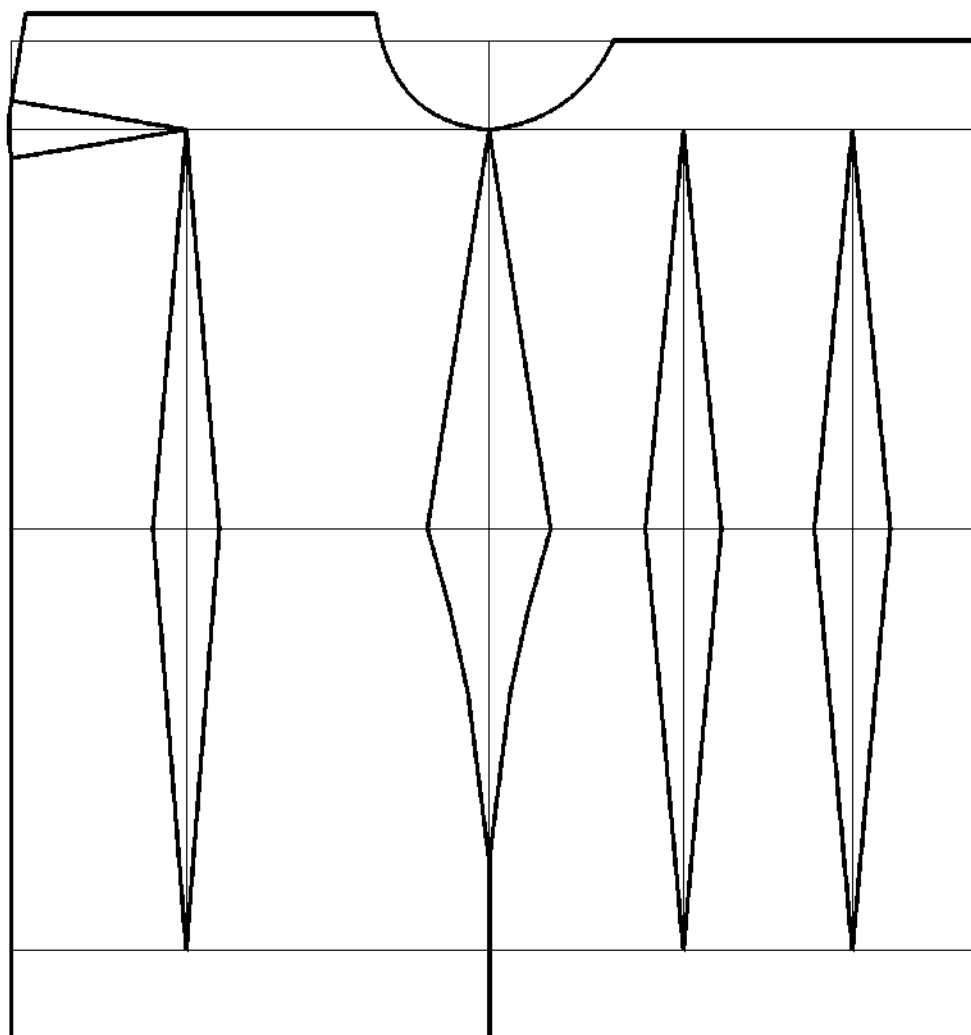


Obr. 38: Rozvinutý rozčleněný přední a zadní díl

7.4 Zobrazení stříhové sítě předního a zadního dílu v návaznosti na rozvinutí v 3D

Pro porovnání rozvinutých dílů je zkonstruován stříh obr. 39 předního a zadního dílu rozvinované části postavy v 2D programu AutoCad. Stříh je zkonstruován na základě 3D nasnímané postavy. V 3D CAD programu byly na postavě změřeny rozhodující údaje pro konstrukci – obvod sedu, obvod hrudníku a další. Pro zjišťování měřených míst byly využity antropometrické body např. Thelion a Trochanterion obr.

22. Byla vytvořena konstrukční síť, která vychází z naměřených hodnot na hrudní přímce. Dále byla konstrukce prováděna standardními postupy prováděnými při konstrukci oděvů horní části těla. V konečné fázi byly vytvořeny záševky, aby se střih co nejvíce přizpůsobil tvaru těla. Konstrukce byla prováděna bez přidání jakýchkoliv přídavků.



Obr. 39: Střih PD a ZD rozvinované části postavy

8. Závěr

Bakalářská práce řeší otázku rozvinutí povrchu lidského těla. Základem pro zpracování se stal výstup dat ze skenovacího systému. Data byla v podobě 3D bodů se souřadnicemi x , y a z , z nichž je složena každá linie povrchu lidského těla v 3D CAD systému načtena do programu Catia, kde získáme tvar postavy v podobě velkého množství bodů. Pro řešení problému jsem se seznámila s postupy rozvinování těles klasickým způsobem viz kapitola 2 a také postupy, které byly využity při rozvinování povrchu lidského těla viz kapitola 3. Pro rozvinování lidského těla jsem si vybrala oblast mezi nadprsní a sedovou rovinou. Tato část těla byla nejlépe naskenovaná, proto bylo vhodné s touto oblastí dále pracovat. Jelikož by lidské tělo mělo být symetrické, rozdělila jsem ho na pravou a levou polovinu a následně na přední a zadní část, se kterými jsem potom pracovala samostatně. Při tomto rozdělení jsem využila znalosti antropometrických bodů a rovin jak je uvedeno v kapitole 4.2 a 4.3. Vzdálenost mezi nadprsní a sedovou přímkou byla rozdělena po 10 mm. V těchto místech byly zhotoveny další roviny, ve kterých se vytvořily křivky opisující horizontálně tvar těla v dané rovině. Mezi těmito křivkami se následně vytvořily plochy, které je možno rozvinout. Tyto rozvinuté dílky se dále načetly do 2D programu AutoCad a byly zde uspořádány do výsledného tvaru. Na základě 3D postavy byla vytvořena konstrukční síť, vycházející z rozměrů naměřených na postavě bez přidání přídavek.

Bakalářská práce navazuje na práci související se snímáním povrchu lidského těla bezkontaktním způsobem. V této práci bylo dosaženo rozvinutí lidského těla použitím 3D a 2D CAD programů, byla vytvořena maketa rozvinované části těla a konstrukční síť vycházející z rozměrů skenované postavy.

Tato práce je podnětem pro další výzkum nejen v oblasti skenování postavy, ale také ve zjištění dalších možností a způsobů rozvinutí povrchu složitějších částí těla jako je ramenní oblast nebo oblast hlavy a dalších.

9. Použitá literatura

- [1] SEZNAM CZ, a.s.: *Encyklopedie* [online] Praha.[cit. 2007-10-18] Dostupný z WWW:< <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/90421-rozvinutelna-plocha>>
- [2] LASKOWSKI, M.; JOHN, G. *Rozvinuté součásti z plechu*. Praha: SNTL, 1969, 126 s.
- [3] SUCHAREV, M. I.; BOJCOV, A. M. *Principy inženýrského projektování oděvy*. Moskva: Legkaja i piščevaja promyšlennost', 1981. 272 s.
- [4] RŮŽIČKA, Č. *Technika střihů dámských oděvů*. Praha: SNTL, 1965. 257 s.
- [5] ZATLOUKAL, L.; PŘIKRYLOVÁ, A. *Konstrukce oděvů pro I. A II. Ročník SPŠ oděvní*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989. 107 s.
- [6] ZATLOUKAL, L. Výpočet a konstrukce průkrčníků pánské košile. *Konfekce*. 1982, č. 1 – 2, s 3 – 13.
- [7] NOWICKI, E. Konstruování střihů za pomoci výpočetní techniky. *Konfekce*. 1984, č. 5 – 6, s 17 – 25.
- [8] PLUHÁČKOVÁ, J.; NEJEDLÁ, M. *Odborné kreslení pro I. Ročník SOU učební obor krejčí (krejčová)*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 81 s.
- [9] ŽÁKOVÁ, K. *Konstrukce oděvů: přednášky*. Prostějov: TUL, 2006/2007
- [10] ZOUHAROVÁ, J. *Výroba oděvů – I. díl*. Liberec: TUL, 2004. 122 s. ISBN 80–7083–781–0
- [11] HALODOVÁ, E.; NECHVÁTALOVÁ, L. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických odborů, 2003. 135 s. ISBN 80–7013–393–7

- [12] RIEGEROVÁ, J.; ULBRICHOVÁ, M. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1998. 177 s.
- [13] TUL – Liberec,: *Skripta* [online] Liberec.
[cit. 2008-04-18] Dostupný z WWW: < <https://skripta.ft.tul.cz/>>
- [14] DIMENSIO s.r.o.: *Rhinoceros* [online] Brno.
[cit. 2008-04-18] Dostupný z WWW: < <http://www.dimensio.cz/rhino> >
- [15] XANADU a.s.: *Solid Edge* [online] České Budějovice.
[cit. 2008-04-18] Dostupný z WWW:<<http://www.xanadu.cz/key/solidedge.asp>>
- [16] SOLIDVISION, s.r.o.: *Solid Works* [online] Brno. [cit. 2008-04-18]
Dostupný z WWW:< <http://solidworks.solidvision.cz/> >
- [17] SIEMENS PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT SOFTWARE (CZ):
Solid Edge [online] Praha. [cit. 2008-04-18] Dostupný z WWW:
< <http://www.ugs.cz/default.aspx?section=10&server=1&article=1249> >
- [18] ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI: *Catia* [online] Plzeň.
[cit. 2008-04-18] Dostupný z WWW:
< <http://www.kks.zcu.cz/podklady/CATIA/studentske/> >
- [19] GEODIS BRNO s.r.o.: *PolyWorks* [online] Brno. [cit. 2008-04-18] Dostupný z
WWW: < <http://www.geodis.cz/www/index.php?page=polyworks.html> >
- [20] ŽÁKOVÁ, K. *Konstrukce a modelování oděvů: zápisky*. Prostějov: SPŠ Oděvní,
2001/2002
- [21] ZRZAVÝ, J. *Anatomie pro výtvarníky*. Praha: Avicenum, zdravotnické
nakladatelství, 1977. 400 s.
- [22] NEJEDLÁ, M. Jak změřit lidské tělo bez použití centimetru. *Atok revue*. 2008,
č. 2, s. 6 – 7.

Seznam příloh

- Příloha č. 1 Rozvinutá přední a zadní část postavy
- Příloha č. 2 Rozvinutá přední a zadní část postavy s členěním
- Příloha č. 3 Maketa rozvinované části postavy (Příloha je samostatná, uložena na
Katedře technologie a řízení konfekční výroby, Olomoucká 25, 796 01,
Prostějov)

