

BOOT 3D MODELLING AND PATTERN MAKING USING CAD TECHNOLOGY

MODELAREA 3D ȘI PROIECTAREA CIZMEI CU AJUTORUL TEHNOLOGIEI CAD

Mariana PASTINA*, Aura MIHAI, Stan MITU

"Gheorghe Asachi" Technical University of Iasi, Faculty of Textile, Leather and Industrial Management, 53 D. Mangeron Blvd., 700050 - Iasi, Romania, email: mariana.pastina@yahoo.com, amihai@tex.tuiasi.ro, smitu@tex.tuiasi.ro

BOOT 3D MODELLING AND PATTERN MAKING USING CAD TECHNOLOGY

ABSTRACT. The aim of this paper is to present a method for obtaining women's boots using CAD technology currently available in the leather industry. Design of the last, so that it will match the anthropometric parameters of the foot, has always been a challenge, especially in 2D drawing. Using a 3D modelling software, a boot last can be obtained with accuracy, so that the foot shape is transposed into the last shape and into the footwear shape respectively. The article proposes a modern approach to boot design, compared with the classical design, resulting in a virtual prototype that can be visualized and analyzed before manufacturing the final product, and thus minimizing the production costs. Automatic transition from 3D modelling to 2D design and pattern making, only through a simple correction of model lines, extensively reduces the production time.

KEY WORDS: footwear, last, 3D modelling, design.

MODELAREA 3D ȘI PROIECTAREA CIZMEI CU AJUTORUL TEHNOLOGIEI CAD

REZUMAT. În cadrul acestei lucrări se prezintă modul de obținere a unui produs de încălțăminte pentru femei de tip cizmă folosind tehnologia CAD disponibilă la momentul actual în cadrul industriei de confecții din piele. Proiectarea calapodului astfel încât să corespundă parametrilor antropometrici ai piciorului a fost mereu o provocare, mai ales în desenul 2D. Folosind un soft de modelare 3D, se poate obține cu acuratețe un calapod de cizmă, astfel încât forma piciorului să fie transpusă cât mai fidel în forma calapodului, și respectiv a încălțăminteii. Lucrarea propune o abordare modernă a proiectării cizmelor în comparație cu metoda clasică de proiectare, rezultând astfel un prototip virtual care poate fi vizualizat și analizat înainte de obținerea produsului final, reducându-se astfel costurile de producție. Trecerea automată de la modelarea 3D la proiectarea 2D și obținerea tiparelor de model doar printr-o simplă corecție a liniilor micșorează considerabil timpul de producție.

CUVINTE CHEIE: încălțăminte, calapod, modelare 3D, proiectare.

LA MODÉLISATION 3D ET LA CONCEPTION DES BOTTES À L'AIDE DE LA TECHNOLOGIE CAO

RÉSUMÉ. Dans cet article on présente la manière d'obtenir des bottes femme en utilisant la technologie CAO actuellement disponible dans l'industrie du cuir. La conception de la forme pour chaussures qui doit correspondre aux paramètres anthropométriques du pied a toujours été un défi, surtout dans le dessin 2D. En utilisant un logiciel de modélisation 3D on peut obtenir une forme pour les bottes avec une bonne précision, afin de transposer au plus près le pied en la forme et puis en les chaussures. L'article propose une approche moderne de la conception des bottes par rapport à la conception classique, résultant en un prototype virtuel qui peut être consulté et analysé avant d'obtenir le produit final, réduisant ainsi les coûts de production. Le passage automatique à partir de la modélisation 3D envers la conception 2D et l'obtention des modèles simple par une simple correction des lignes réduisent considérablement le temps de production.

MOTS CLÉS: chaussures, forme, modélisation 3D, conception.

INTRODUCTION

Footwear is more than a foot protective wrapper. Although it is sometimes described as the intersection between the environment and the human body, enabling movement and experimenting the world, it also has a strong influence on the social and emotional aspects of our lives. Thereby, footwear has acquired different roles and has different meanings depending on the taste of individuals, on their national and professional identity, on their social status and so on [1].

INTRODUCERE

Încălțăminte este mult mai mult decât un ambalaj de protecție pentru picioare. Deși uneori este descrisă ca fiind intersecția dintre mediul înconjurător și corp, care permite deplasarea și experimentarea lumii în care trăim, are, de asemenea, o puternică influență asupra aspectelor sociale și emoționale din viața noastră. În acest sens, încălțăminte dobândește roluri diferite și are semnificații diferite în funcție de gustul unei persoane, de identitatea națională și profesională, de statutul social etc. [1].

* Correspondence to: Mariana PASTINA, "Gheorghe Asachi" Technical University of Iasi, Faculty of Textile, Leather and Industrial Management, 53 D. Mangeron Blvd., 700050 - Iasi, Romania, email: mariana.pastina@yahoo.com

The design activity, pattern making and footwear product development have to meet market requirements expressed at a given time. Lately it was found that the level of comfort is prior to other shoe characteristics for the consumers, followed closely by high demands on quality and aesthetic functions. However, shoes must also fulfil orthopaedic, defence, physiology and hygiene functions.

Given the increased, refined and specifically defined requirements of more and more consumers, the footwear industry had to resort to the automation of most sectors. Thus, from design to manufacturing, footwear producers have turned to various software that can produce quality products in terms of aesthetics as well as comfort, in a shorter period of time [2].

Revolutionary CAD/CAM systems are the next generation of solutions for computer-aided design and engineering for the shoe industry. Designed exclusively for use with the latest operating systems and environments, they provide the full range of utilities in dedicated packages which are among the most intuitive and easy to use, compared to the current products on the market.

Whether he uses 3D or 2D CAD systems, the user must take into account the criteria arising from the functions that footwear must meet. Following a comparative study, the analysis technique used in product design, of all the parameters that could be followed throughout the product life cycle, those specific to the creation and design activity are distinguished: concept and design parameters [3].

For a long period of time manual methods were used to retrieve the foot and the shoe parameters respectively, but the development of 3D scanning devices and the possibility of 3D visualization and modelling, automatic analysis, finding and interpreting patterns made it possible to develop different models of footwear, depending on the foot conformation [4].

METHOD

3D computer aided design techniques (CAD 3D) enable direct modelling of footwear on the last, so even

Activitatea de design, proiectare și realizare de noi produse de încălțăminte trebuie să răspundă unor cerințe exprimate pe piață la un anumit moment. S-a constatat că în ultimul timp consumatorii doresc un produs la care nivelul de confort are întâietate, urmat îndeaproape de cerințe ridicate privind calitatea și funcțiile estetice. Cu toate acestea, încălțăminte trebuie să îndeplinească și funcțiile ortopedice, de apărare, fiziologice și igienice.

Odată cu cerințele din ce în ce mai rafinate și mai precis definite ale consumatorilor, domeniul încălțăminteii a trebuit să apeleze la automatizarea a tot mai multe sectoare. Astfel, de la proiectare până la procesul de fabricație, producătorii de încălțăminte au apelat la diverse soft-uri care să permită obținerea unui produs calitativ, atât din punct de vedere estetic, cât și al confortului, într-un timp cât mai redus [2].

Sistemele revoluționare CAD/CAM reprezintă noua generație de soluții de proiectare și inginerie asistată de calculator în industria încălțăminteii. Construite în mod exclusiv pentru a fi folosite în cele mai noi sisteme și medii de operare, acestea furnizează întreaga gamă de utilități în pachete dedicate care sunt printre cele mai intuitive și ușor de folosit în comparație cu produsele existente în acest moment pe piața de profil.

Indiferent că sunt sisteme CAD 3D sau 2D, utilizatorul acestora trebuie să țină cont și de criteriile ce decurg din funcțiile pe care trebuie să le îndeplinească încălțăminteii. În urma unei analize comparative, folosită ca tehnică de analiză în designul de produs, din totalitatea parametrilor ce ar putea fi urmăriți pe tot parcursul ciclului de viață al produsului se deosebesc cei specifici pentru activitatea de creație-proiectare: parametri de concept și parametri de proiectare [3].

Pentru o perioadă lungă de timp au fost folosite metode manuale pentru preluarea dimensiunilor piciorului și respectiv a încălțăminteii, dar dezvoltarea de dispozitive de scanare 3D și posibilitatea vizualizării modelării 3D, analizarea în mod automat, căutarea și interpretarea modelelor au făcut posibilă realizarea diferitelor modele de încălțăminte în funcție de conformația piciorului [4].

METODĂ

Tehnicile 3D de proiectare asistată de calculator (CAD 3D) oferă posibilitatea modelării încălțăminteii

before the product is made it can be analyzed in terms of aesthetic, functional, technological and economical criteria. Considering all these criteria and sub criteria in a hierarchical, structured way, will allow for the development of new collections, under the conditions of rapid production and meeting the needs and aspirations of consumers [5, 6].

3D Shoe Design module of Delcam-Crispin integrated design system is a software solution designed for virtual models, starting from a 3D predefined shape, namely the last shape from the data base. The shoe model proposed can be obtained in a great variety of colour combinations, textures, and panels. The work facilities (sessions) of this software are made of useful instruments available to the designer who has the possibility of manipulating any model in the virtual space, for example: establishing the positioning lines and control points, flattening the three-dimensional surface of the model to obtain the patterns, visualizing the model by rotating it in various angles, the simultaneous view of two-dimensional designs (patterns, basic design) and the 3D model, the simultaneous opening of windows-work sessions.

The last is the basic instrument for the footwear constructive design and for the footwear manufacturing process. The lasting process is done with the uppers on the last, so, the shape and dimensions of the last will determine the shape and dimensions of the footwear. Dimensional comfort when wearing a footwear product is determined by this correspondence between the foot and the interior space of the shoe [7].

Regardless of the chosen design method, for a boot, in this case, the anthropometrical parameters that characterize the foot, the ankle, the calf and the knee (Figure 1) always have to be considered, as presented in Table 1.

direct pe calapod, astfel încât, chiar înainte de a fi confecționat, produsul poate fi analizat prin prisma criteriilor estetice, funcționale, tehnologice și economice. Aceste criterii decurg din funcțiile pe care produsul trebuie să le îndeplinească, evidențiindu-se mai multe subcriterii. Considerarea tuturor acestor criterii și subcriterii într-o manieră ierarhică, structurată, va permite dezvoltarea unei noi colecții, în condițiile unei producții rapide și adaptate necesităților și aspirațiilor consumatorului [5, 6].

Modulul 3D Shoe Design al sistemului de proiectare integrat Delcam-Crispin este o soluție software destinată realizării de modele virtuale, plecând de la o formă 3D predefinită, respectiv forma calapodului din banca de date. Modelul de încălțăminte propus poate fi obținut într-o mare diversitate de combinații de culori, texturi, componente. Facilitățile (sesiunile) de lucru ale acestui program se constituie în tot atâtea instrumente utile aflate la dispoziția designerului care are astfel posibilitatea să manevreze în spațiul virtual orice nou model, cum ar fi, de exemplu: stabilirea unor linii de poziționare și puncte de control, aplatizarea suprafeței tridimensionale a modelului în vederea obținerii tiparelor plane, vizualizarea modelului prin rotirea acestuia sub diverse unghiuri, posibilitatea urmării simultane a formelor bidimensionale (tipare, desen de bază) și modelului 3D, deschiderea simultană a mai multor ferestre-sesiuni de lucru.

Calapodul reprezintă instrumentul de bază, atât pentru activitatea de proiectare constructivă a încălțăminte, cât și pentru cea de confecționare a acesteia. Pe calapod se realizează formarea spațială a ansamblului superior, iar forma și dimensiunile calapodului determină forma și dimensiunile interioare ale încălțăminte. Confortul dimensional la purtarea unui produs de încălțăminte este determinat de această corespondență dintre dimensiunile piciorului și spațiul interior al încălțăminte [7].

Indiferent de metoda de proiectare aleasă, trebuie să se țină cont de parametrii antropometrici care caracterizează piciorul și gamba piciorului, prezentați în Tabelul 1.

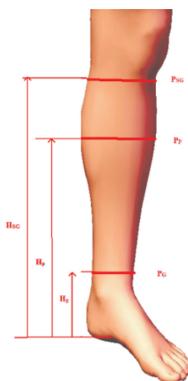


Figure 1. Foot anthropometrical parameters
 Figura 1. Parametrii antropometrici ai piciorului

Table 1: Values of anthropometrical parameters for a boot
 Tabelul 1: Valorile parametrilor antropometrici pentru cizme

Dimension <i>Dimensiune</i>	Code <i>Cod</i>	Values, in mm <i>Valoare, mm</i>
Foot length <i>Lungimea piciorului</i>	L	245
Ankle girth <i>Perimetrul la gleznă</i>	P _G	228
Calf girth <i>Perimetrul peste pulpă</i>	P _P	360
Knee girth <i>Perimetrul sub genunchi</i>	P _{SG}	338
Ankle height <i>Înălțimea la gleznă</i>	H _G	124
Calf height <i>Înălțimea peste pulpă</i>	H _P	294
Knee height <i>Înălțimea sub genunchi</i>	H _{SG}	385

These measurements are for the average size of 37 (in French/European system). They are subject to changes depending on the consumer sizing requirements.

Acești parametri corespund mărimii medii, 37 (în sistem francez). Dimensiunile pot fi schimbate în funcție de cerințele consumatorului.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Classic 2D Design Method

When designing boots the mean forme will be used and placed in the reference system. The pattern making process is based on both the mean forme type

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Varianta clasică de proiectare 2D

La proiectarea cizmelor se va folosi copia medie a calapodului poziționată în sistemul de coordonate. Obținerea tiparelor pentru cizme se bazează atât pe

and the geometrical construction, where the specific dimensions for the foot heights and girths are taken from measurements tables.

For footwear types such as boots and high boots, designing the 3D model directly on the last is not possible, since there are no last specially made for manual modelling. Therefore, when designing boots, the mean forme is the starting point and the 2D model is built using a geometrical construction. Thus, in this case, we recommend carrying out the following stages:

- producing the mean forme;
- positioning the mean forme into the referential system;
- drawing the standard 2D design of the model (Master Pattern) by considering leg measurements at ankle, calf and knee (girths and heights);
- sectioning, modifying and obtaining the working patterns.

The particularity of the high boot design comes from the fact that the surface of the quarter covers the entire calf and, as a result, in the process of lasting, they are not subjected to supplementary stretching requirements. The dimensions of the quarter will have to correspond to the dimensions of the calf, supplemented by allowances depending on the lining thickness. A tolerance is also given because of the necessity to ensure a free movement of the leg within the ankle joint.

The high boot for women can be built, as mentioned above, in two constructive variants: with or without a fastening system (zip, buckles, straps, laces). The selected model of high boot to be designed has the vamp applied over the quarter. It is a zipped type of high boot, with collar and decorative buckled strap.

The mean forme is placed into the referential system and the basic and model lines are drawn according to the boot design criteria.

copia medie, cât și pe construcția geometrică, în care dimensiunile specifice pentru înălțimile și perimetrele piciorului sunt preluate din tabelele de mărimi.

Pentru aceste tipuri de încălțăminte, ghete sau cizme, nu există calapoade special realizate pentru modelarea manuală. Prin urmare, la proiectarea cizmelor, se pornește de la copia medie și se construiește modelul 2D folosind o construcție geometrică. În acest caz, se recomandă urmărirea pașilor:

- obținerea copiei medii;
- poziționarea copiei medii în sistemul de coordonate;
- trasarea desenului de bază 2D al modelului luând în considerare dimensiunile piciorului în zona gleznei, a pulpei și a genunchiului (perimetre și înălțimi);
- secționarea, modificarea și obținerea tiparelor.

Particularitățile construcției cizmelor constau în aceea că cea mai mare pondere a suprafeței carâmbilor acoperă gamba piciorului și, ca urmare, în procesul formării spațiale nu sunt supuși solicitării de întindere. De aceea, dimensiunile carâmbilor de cizmă vor trebui să corespundă dimensiunilor gambei, suplimentate cu rezerva dependentă de grosimea căptușelilor exterioare și rezerva necesară asigurării mișcării libere a piciorului în articulația gambă-picior (articulația tibio-astragaliană).

Cizma poate fi obținută în două variante constructive: cizme cu sau fără sistem de fixare pe picior (fermoar, cataramă, curele, șiret). Modelul ales pentru a fi proiectat are căputa aplicată peste carâmbi. Este o cizmă cu fermoar, cu guler și curelușă decorativă închisă printr-o cataramă.

Se poziționează copia medie în sistemul de referință XOY și se trasează liniile de bază și liniile de model conform criteriilor de proiectare a cizmelor.

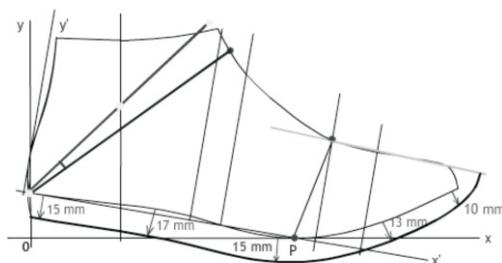


Figure 2. Placing the mean forme into de referential system and basic line drawing

Figura 2. Amplasarea copiei medii în sistem și trasarea liniilor de bază

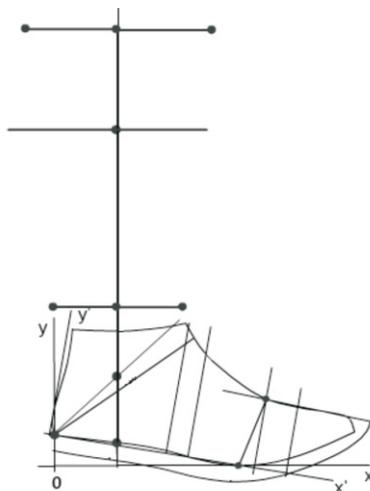


Figure 3. Drawing the construction system for the boot quarters
 Figura 3. Trasarea sistemului pentru construcția carâmbilor de cizmă

The quarter will be made of three pieces: two pieces on the inside and one piece on the outside. The interior quarter pieces will be joined with zipper, and with the outside quarter by a face to face stitch, thus a sewing allowance of 2 mm will be added. On the separation lines between vamp and quarter/counter patterns, sewing allowances of 6-8 mm are necessary. The quarter shape is presented in Figure 4. The two patterns of the counter will be sewed on the back line by a face to face stitch, a 2 mm allowance being necessary. The collar is obtained by mirroring on the front line of the quarter. The elastic pattern is 50-70 mm long and 15-20 mm wide.

The separation lines between the quarter and other patterns are identified and necessary sewing allowances are added (6-8 mm). The quarter shape is presented in Figure 4. The decorative strap is drawn, 20 mm wide. The strap has two pieces, one with the buckle and the other one that passes through the buckle. All the necessary technological marks are given in order to join the uppers by stitching. Working patterns for vamp, quarters, counter, collar, decorative straps and elastic will be obtained.

Carâmbul va fi alcătuit din 3 piese: două piese la partea interioară și o piesă la partea exterioară. Piesa interioară a carâmbilor va fi unită printr-un fermoar și printr-o cusătură față la față pe linia posterioară și anterioară, fiind necesară adăugarea unei rezerve de 2 mm. Pe linia de separație dintre căpută și carâmbi/ștaif, se adaugă rezerve de 6-8 mm. Forma carâmbilor este ilustrată în Figura 4. Cele două piese ale ștaifului se vor îmbina pe linia posterioară printr-o cusătură față la față, fiind necesară adăugarea unei rezerve de 2 mm. Gulerul se obține prin oglindire față de linia frontală a carâmbilor. Tiparul elasticului este de lungime 50-70 mm și lățime 15-20 mm.

Se identifică linia de separație dintre carâmb și celelalte repere și se adaugă rezervele necesare (6-8 mm). Forma carâmbului este prezentată în Figura 4. Se trasează bareta decorativă, de lățime 20 mm. Bareta are două piese, una pe care este catarama și una care trece prin cataramă. Se marchează rezervele de coasere, semnele și toate detaliile tehnice ale reperelor. Se vor obține tiparele pentru căpută, carâmbi, ștaif, guler, barete decorative și elastic.



Figure 4. Boot's basic design (inside and outside)
 Figura 4. Desenul de bază al cizmei (interior și exterior)

3D Modelling and 2D Design

Crispin-Delcam Design System

Crispin Delcam CAD/CAM integrated system has some software modules that allow the following operations:

- last preliminary processing, establishing position lines;
- transforming the shoe last into boot or high boot last;
- 3D model drawing, directly on the last, and visualizing the model from different angles;
- shoe model development accordingly to reality (colour, textures, seams, logos, accessories, ornaments);
- basic model development in order to obtain a collection of models which will be presented to the beneficiary before being manufactured;
- sole and heel design directly on the last, in harmony with the designed model;
- 3D model flattening to obtain 2D design;
- pattern particularization;
- leather practical assessments;
- pattern making.

Starting from a last, a complete footwear model can be rapidly designed, in any colour or texture combination. The result is a 3D realistic view of the product, ideal for presenting it to the customers, buyers or producers. The advantage consists in:

- a fast way to design a model;
- operating changes directly on the model;
- applying or eliminating new components;
- visualizing the model from different angles by interactively rotating the last;

Modelarea 3D și proiectarea 2D

Sistemul de proiectare Crispin-Delcam

Sistemul integrat CAD/CAM Crispin Delcam include mai multe module de software care permit utilizatorului mai multe operațiuni:

- procesarea preliminară a calapodului, stabilirea liniilor de poziționare;
- transformarea calapoadelor pentru pantofi în calapoade de ghete, cizme;
- desenarea modelului 3D direct pe calapod, și vizualizarea modelului creat din mai multe unghiuri;
- dezvoltarea modelului conform realității (culoare, texturi, cusături, embleme, ornamente);
- dezvoltarea modelului de bază în vederea obținerii unei colecții de modele care să fie prezentate beneficiarului înainte ca acestea să fie realizate efectiv;
- realizarea designului tălpilor și tocurilor direct pe calapod, și în armonie cu modelul creat;
- aplatizarea modelului 3D și obținerea unui model 2D;
- detalierea tiparelor;
- realizarea așezărilor practice la tiparele din piele;
- gradarea tiparelor.

Pornind de la un calapod, se poate realiza rapid modelul unui produs de încălțăminte complet, în orice combinație de culori sau texturi. Rezultatul este o vizualizare 3D realistă a produsului, ideală pentru prezentări adresate cumpărătorilor și producătorilor. Avantajul constă în:

- rapiditatea realizării unui model;
- operarea modificărilor dorite direct pe model;
- eliminarea sau adăugarea de noi componente;
- vizualizarea modelului din unghiuri cât mai diferite prin rotirea interactivă a calapodului;

- displaying the lines on the last and, at the same time, the mean forme;
- importing the flattening model in a 2D module and pattern making.

For these designs two of Crispin software modules were used, ShoeDesign module (for 3D modelling) and Engineer (for 2D pattern making), which also have 3 modules each.

Last Editing

The last represents the basic tool for the constructive design activity and for the manufacturing activity. The lasting process is done on the last, so the last shape and dimensions determine the interior shape and dimensions of the footwear, therefore, the comfort in wearing. The comfort is determined by the correspondence between the foot dimensions and the interior space of the footwear, so great attention is paid to the design and manufacturing process of the last.

For the chosen model, a 3D scanned last was introduced in the existing database of the software. The last was processed using the Last Process submodule. The scanned last has a primary shape with asperities and imperfections (Figure 5), and that is why it has to be processed to obtain the correct shape.

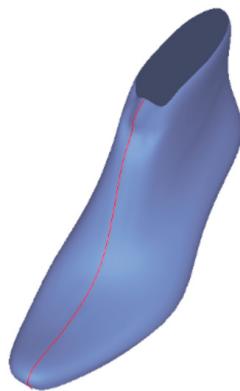


Figure 5. Scanned last
Figura 5. Calapodul scanat

In the last process phase the exact definition of last's platform was not emphasized because it will be modified later. Last modelling is done with the Last

- vizualizarea liniilor atât pe calapod, cât și pe o copie medie aplatizată a acestuia;
- importarea modelului aplatizat în modulul 2D și definirea tiparelor.

Pentru realizarea modelului s-au folosit modulele Shoe Design (pentru modelarea 3D) și Engineer (pentru proiectarea 2D), care cuprind la rândul lor câte 3 submodule.

Prelucrarea calapodului

Calapodul reprezintă instrumentul de bază pentru activitatea de proiectare constructivă a încălțămintei, cât și pentru cea de confecționare a acesteia. Pe calapod se realizează formarea spațială a ansamblului superior, iar forma și dimensiunile calapodului determină forma și dimensiunile interioare ale încălțămintei și deci, confortul la purtare a acesteia. Confortul este determinat de corespondența dintre dimensiunile piciorului și spațiul interior al încălțămintei, și de aceea se acordă o mare atenție activității de realizare și modelare a calapoadelor.

Pentru modelul ales, s-a introdus prin scanare cu un scanner 3D un nou calapod în baza de date deja existentă a programului. Prelucrarea acestuia se realizează în cadrul submodulului Last Process. Calapodul scanat apare într-o formă brută cu denivelări și neregularități (Figura 5), și de aceea trebuie prelucrat pentru a i se conferi forma finală dorită.

În faza de procesare a calapodului scanat nu s-a pus accent pe definirea exactă a platformei calapodului pentru că ulterior aceasta urmează să fie modificată. Această modelare a calapodului se face cu ajutorul

Extension function. This function allows the increase of the platform so that it would have the proper shape and dimension (Figure 6).

comenzii Last Extension. Aceasta permite ridicarea platformei calapodului astfel încât acesta să capete o formă corespunzătoare (Figura 6).

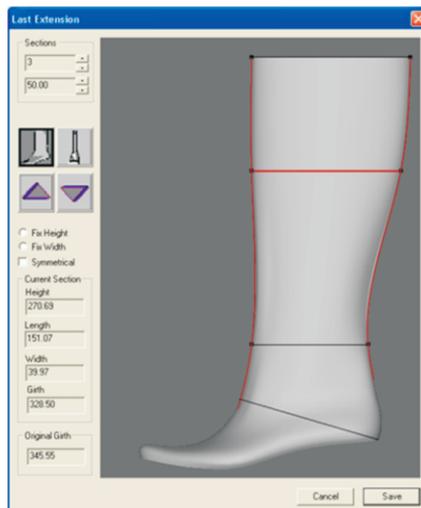


Figure. 6. Defining the last platform
 Figura 6. Definirea platformei calapodului

Three sections are established on the platform, corresponding to the anthropometrical parameters needed to design the boot:

- ankle height;
- ankle girth;
- calf height;
- calf girth;
- knee height;
- knee girth.

By modifying the section separation lines, the mentioned anthropometrical parameters will be established, considering the values that characterize the representative average foot of Romanian women in terms of dimensions.

The changes are made interactively, by moving and elongating the section lines, considering the values of height and girth parameters. Once these values are established, the final shape of the last is saved.

Base Lines Drawing

To begin the base lines drawing, one has to consider the designing restrictions for this type of footwear. Generally, the drawing is made just on one side of the last (on the outside, for example), and then

Se stabilește un număr de trei secțiuni de ridicare a platformei, corespunzătoare parametrilor antropometrici necesari construcției modelului de cizmă:

- perimetrul la gleznă;
- înălțimea la gleznă;
- perimetrul la pulpă;
- înălțimea la pulpă;
- perimetrul sub genunchi;
- înălțimea sub genunchi.

Prin modificarea liniilor de delimitare a secțiunilor, se vor stabili parametrii antropometrici precizați, la valorile ce caracterizează sub raport dimensional piciorul mediu reprezentativ la populația de sex feminin din România.

Modificările se fac interactiv, prin mutarea și alungirea liniilor ce delimitează secțiunile, urmărindu-se modificările valorilor parametrilor Height (înălțime) și Girth (perimetru). Odată stabilite aceste valori, se salvează forma finală a calapodului.

Trasarea liniilor de bază

Se începe trasarea liniilor de bază necesare la conturarea liniilor de model ținându-se cont de restricțiile de proiectare aferente acestui model. În general se lucrează doar pe o parte (partea exterioară,

the lines are mirrored on the other side, and where necessary, changes are made on the mirrored lines. When the panels are asymmetrical, the desired lines are drawn over the entire surface of the last. Line examination is made by interactively rotating the last.

de exemplu) iar apoi se oglindesc liniile și pe partea cealaltă, iar unde este cazul, se operează modificări asupra liniilor oglindite. În cazul în care reperele nu sunt simetrice, se trasează liniile dorite conform poziționării reperelor pe întreaga suprafață a calapodului. Verificarea liniilor se face rotind interactiv calapodul.



Figure. 7. Base and model lines drawing
Figura 7. Trasarea liniilor de bază și a liniilor de model

Moreover, the software gives the possibility of viewing the flattened lines and their positioning on the mean forme, thus enabling the user to modify them, and a 2D change will be simultaneously seen in 3D and 2D, and vice versa. The changes are done by moving, deleting and adding points from the model lines. These lines will be the pattern edges, and that is why they need to be drawn following the shape of the panels that build the model.

În plus, programul oferă posibilitatea de a vizualiza liniile aplatizate și poziționarea lor pe copia medie, având posibilitatea de a le modifica, iar o modificare în 2D va putea fi vizualizată simultan și în 3D, și vice-versa. Modificările se fac prin mutarea, ștergerea sau adăugarea de puncte ce aparțin liniilor de model. Este o etapă importantă, pentru că pe baza acestor linii se vor construi în continuare reperele modelului. Aceste linii vor reprezenta marginile de delimitare a reperelor și de aceea este necesar să fie trasate după conturul reperelor componente ale modelului.

Material Panels and Features Design

In this stage, the panels that make the model will be represented based on the model lines earlier created, and these panels will be modelled considering the shape, the aspect and their thickness. This modelling will be made for each panel separately, establishing the colour, texture, thickness and the position it will be occupying when attaching with the other model panels.

The order of making the panels is not a strict one, these can be created in any desired order, as the application offers the possibility of later modifications, for each panel, and modifying a line will lead to an automatic change of the panel (Figure 8).

Crearea panel-urilor de material și a accesoriilor

Această etapă constă în crearea reperelor componente ale modelului pe baza liniilor de model trasate anterior și modelarea acestor repere din punctul de vedere al formei, aspectului și grosimii. Această modelare se va face pentru fiecare reper în mod individual, stabilindu-i culoarea, textura, grosimea și poziția pe care o va ocupa în îmbinările cu celelalte repere ale modelului.

Ordinea de creare a reperelor nu este una strictă, acestea se pot crea în orice ordine dorită, programul oferind posibilitatea modificării ulterioare a fiecărui panel în parte, în ceea ce privește culoarea, textura, grosimea, iar modificarea unei linii pe care s-a construit reperul va conduce la modificarea automată a reperului (Figura 8).



Figure. 8. Panels building
Figura 8. Crearea reperelor

Once the panels are created, seams, features, and ornaments can be added to the panel (Figure 9). These are created using the Features function that allows to choose different types of seams (simple, 2 stitches, zigzag), features (zippers, laces) or ornaments from the list given by the software. The user dialog window will allow editing these elements, like the colour, position, density, thickness, and so on. When choosing these, the design aspects, the esthetical aspects, and the utility of placing these elements in the selected area have to be taken into account.

Odată create panel-urile, modelului i se pot adăuga și cusături, accesorii, ornamente (Figura 9). Acestea se creează cu ajutorul comenzii Features, care permite alegerea din lista oferită de program a diferitelor tipuri de cusături (simple, cu 2 tigele, zig-zag), a accesoriilor (fermoare, șnururi) sau a ornamentelor. Fereastra de dialog cu utilizatorul va permite acestuia și editarea elementelor alese, în ceea ce privește culoarea, poziționarea, pasul, desimea, grosimea, etc. În alegerea acestora se va ține cont de detaliile de design, de caracteristicile estetice, și de utilitatea plasării de accesorii și ornamente în zonele alese.

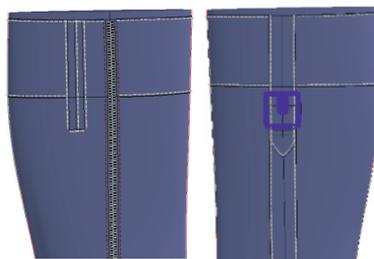


Figure. 9. Seam and features positioning
Figura 9. Aplicarea cusăturilor și a accesoriilor

The software will automatically insert a sole with a heel (Figure 10) considered a basic one (Basic Sole), and then, it will allow the user, through a dialog window, to modify the dimensions, the aspect, colour, thickness and different elements of the sole (frame and reinforcement). Moreover modification is allowed by inserting / moving / deleting the points that define the sole profiles.

Programul va insera automat o talpă cu toc (Figura 10) considerată de bază (Basic Sole), iar apoi va permite utilizatorului, prin intermediul unei ferestre de dialog, să modifice dimensiunile, aspectul, culoarea, grosimea și diferitele elemente ale tălpii (rama, galoșarea). În plus, este permisă modificarea prin inserare / mutare / ștergere a punctelor ce definesc diferite profile ale tălpii.



Figure 10. Chromatic variant and sole design
 Figura 10. Definirea variantei cromatice și realizarea tălpii

With the Flatten function, the designed model will be flattened so that pattern making would continue in the Engineer module (Figure 11). This function allows not just flattening the last and model lines, but also, where necessary, interior and exterior contour averaging and axes positioning.

Cu ajutorul comenzii Flatten se va aplatiza modelul, pentru a continua proiectarea în modulul Engineer (Figura 11). Această comandă permite nu doar aplatizarea calapodului și a liniilor de model, dar și medierea conturilor exterior și interior acolo unde este necesar, precum și adăugarea axelor.

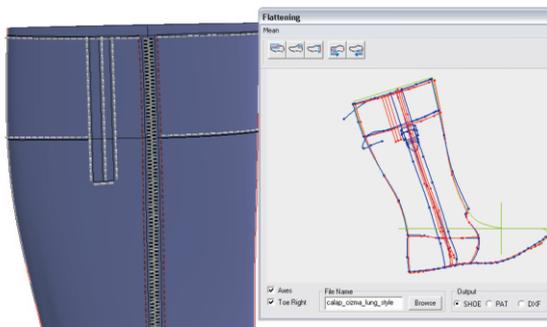


Figure 11. Basic boot flattening
 Figure 11. Aplatizarea modelului de cizmă

2D Design with Engineer Module

The flattened design made in Shoe Design is opened in Engineer. This model is the draft one (Figure 12 a), with all the lines drawn on the last for the 3D design, and that is the reason for making a series of changes in what concerns the patterns. Some of the lines are not necessary, so they are eliminated, the contours are adjusted so as to be smooth, and thus, only those lines that will help define patterns remain.

Technological allowances are drawn using the Margins function, which makes a copy of selected line at a distance established by the user (Figure 12 b),

Proiectarea 2D a produsului în modulul Engineer

Se deschide modelul aplatizat din Shoe Design în modulul Engineer. Acest model aplatizat este modelul brut (Figura 12 a), ce conține toate liniile trasate pe calapod pentru proiectarea produsului în modulul 3D și, de aceea, este necesar să se efectueze o serie de modificări în vederea obținerii tiparelor. Se elimină liniile care nu sunt necesare, se ajustează contururile astfel încât să fie cât mai line și astfel să rămână doar acele linii care vor ajuta la definirea tiparelor.

Trasarea rezervelor se face cu funcția Margins, care realizează o copie a liniei selectate la distanța

allowing its change with different values in selected points (at the heel, toes and so on).

stabilită de către utilizator (Figura 12 b), dar permite modificarea acestei distanțe cu valori diferite în punctele alese (la toc, la vârf etc.).

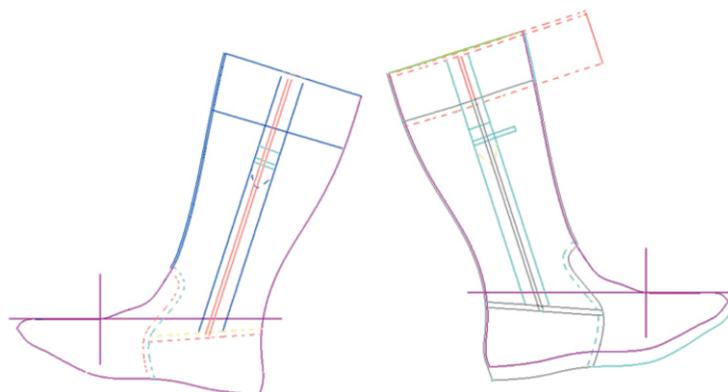


Figure. 12. a, b. Boot 2D design in Engineer module
Figura 12. a, b. Proiectarea cizmei în modulul 2D, Engineer

After developing the model's basic design it is necessary to obtain detailed patterns, averaging, component parts separation and technological allowances drawing. The differences arising between the inside and the outside of the product should be taken into account, detailing each item separately or, on the contrary, detailing a single item when it is symmetrical. Parts which are drawn only in half should also be detailed by mirroring.

Patterns are obtained in work sequences with the Boundary function, which allows selection of parts' borders in a successive order, concatenating these lines, and obtaining a closed contour with the same shape and size as the desired pattern. Boundary provides the facility to apply a radius with different values or chamfer the pattern's lines on selected intersections. This is important because these patterns will be used later to make cutting templates and cutting knives. In addition, with the Markers function, one can insert marker signs for overlapping parts.

Regardless of the design method used, the final patterns obtained must have the same dimensions and configurations (Figure 13).

După elaborarea desenului de bază al modelului este necesară detalierea acestuia pentru obținerea tiparelor, adică separarea în reperi componente și trasarea rezervelor tehnologice. Trebuie ținut cont și de diferențele ce apar între partea interioară și cea exterioară a produsului, detaliind fiecare reper în parte sau din contră, detaliind un singur reper atunci când acesta este simetric. Este necesară, de asemenea, și detalierea reperelor care au fost trasate doar pe jumătate pe desen, prin oglindire.

Tiparele se obțin în secvențe de lucru cu ajutorul funcției Boundary, care permite selectarea granițelor reperelor, în ordine succesivă, concatenarea acestor linii și obținerea unui contur închis de formă și dimensiunile reperului dorit. Funcția Boundary permite și rotunjirea colțurilor formate de liniile reperului, prin racordarea acestora cu raze de curbura de diferite valori. Acest lucru este important, întrucât aceste tipare vor servi ulterior la realizarea șabloanelor de croit, respectiv a cuțitelor de croit. În plus, cu funcția Markers, se pot insera semne de marcare pentru suprapunerea reperelor.

Indiferent de metoda de proiectare folosită, în final, tiparele obținute trebuie să aibă aceleași dimensiuni și configurații (Figura 13).

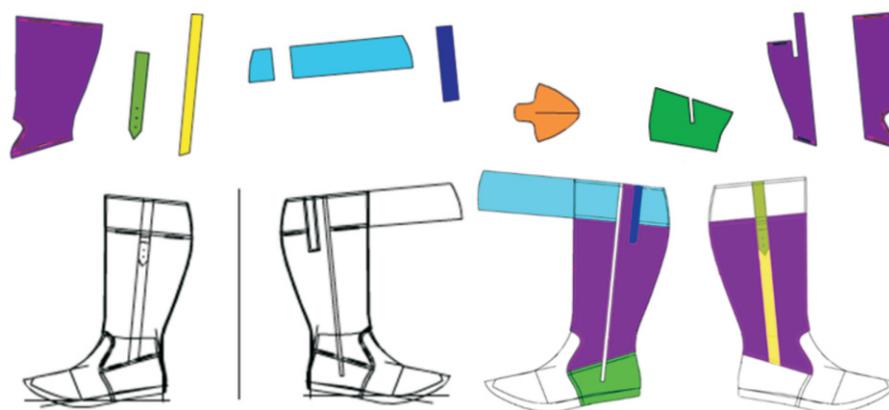


Figure 13. Boot's patterns and the two basic models obtained by different design techniques
 Figura 13. Tiparele cizmei și cele două modele de bază obținute prin tehnici de proiectare diferite

Patterns obtained using Delcam Crispin software are at 1:1 scale and can be sent directly to the cutting device, where cutting knives templates are made or to a laser or water jet cutting device where the leather patterns of the boot model can be automatically cut. Engineer module allows the automatic assessment of patterns and calculation of consumption norms; provides automatic grading accordingly to the series' numbers; elaborates, upon users' request, model chart and production cost chart, based on the configuration and size of patterns previously obtained.

Tiparele obținute cu ajutorul softului Crispin Delcam sunt la scară 1:1 și pot fi trimise direct la mașina de tăiat, unde sunt realizate șabloanele pentru obținerea cuțitelor, sau la o mașină de tăiat cu laser sau cu jet de apă unde pot fi decupate în mod automat reperele din piele ale modelului de cizmă. Modulul Engineer permite încadrarea automată a tiparelor și a calculului normei de consum, asigură gradarea automată în funcție de seria de mărimi dorită, elaborează la cererea utilizatorului fișa de model sau fișa costurilor de producție plecând de la configurația și dimensiunile tiparelor obținute anterior.

CONCLUSIONS

- In the classical version of design, boot pattern making is based on the mean forme and geometric construction, where specific dimensions for height and leg perimeters are taken from tables of sizes.
- Regardless of the design method chosen, the anthropometric parameters that characterize the foot and leg must be taken into account.
- The last is the basic instrument for the footwear constructive design and for the footwear manufacturing process. The lasting process is done with the uppers on the last, so the shape and dimensions of the last will be given by the shape and dimensions of the footwear. Dimensional comfort when wearing a footwear product is determined by this correspondence between the foot and the interior space of the shoe.

CONCLUZII

- În varianta clasică de proiectare, obținerea tiparelor pentru cizme se bazează atât pe copia medie, cât și pe construcția geometrică, unde dimensiunile specifice pentru înălțimile și perimetrele piciorului sunt preluate din tabelele de mărimi.
- Indiferent de metoda de proiectare aleasă, trebuie să se țină cont de parametrii antropometrici care caracterizează piciorul și gamba piciorului.
- Calapodul reprezintă instrumentul de bază, atât pentru activitatea de proiectare constructivă a încălțămintei, cât și pentru cea de confecționare a acesteia. Pe calapod se realizează formarea spațială a ansamblului superior, iar forma și dimensiunile calapodului determină forma și dimensiunile interioare ale încălțămintei. Confortul dimensional la purtarea unui produs de încălțămintă este determinat de această corespondență dintre dimensiunile piciorului și spațiul interior al încălțămintei.

- The virtual last can be obtained by scanning and digitizing a real one and data are saved in program's data base for their later use. The program also gives the opportunity of a rapid adjustment of the last's size number and other features (heel height, toes girth and so on), without the need of preparing a new last.
- Construction boots peculiarities are that the largest area of the quarters covers the entire calf and therefore, quarter's boot size should correspond to the calf size.
- 3D computer aided design techniques (3D CAD) enable direct modelling of footwear on the last, so even before the product is made, it can be analyzed in terms of aesthetic, functional, technological and economical criteria.
- Starting from a certain type of last, a complete model of footwear can be quickly achieved, which can be produced in any combination of colours or textures. The benefits include: rapid development of a model, operating desired changes directly on it, deleting or adding new components, viewing the model from different angles by interactively rotating the last.
- A 3D model of the product can be created in a manner consistent with reality (seam lines, ornaments, materials, colours), the lines can be flattened in order to obtain their patterns and grading it according to batch size.
- Viewing and analyzing possibility of this virtual prototype, provided by the software, reduces necessary costs for verifying different prototypes.
- Calapodul virtual poate fi obținut prin scanare sau digitizare și salvat în baza de date a programului pentru o ulterioară folosire a acestuia. De asemenea, programul permite modificarea rapidă a numărului de mărime al calapodului și a altor caracteristici ale acestuia (înălțime toc, perimetru la degete etc.) fără a fi nevoie pregătirea unui nou calapod.
- Particularitățile construcției cizmelor constau în aceea că cea mai mare pondere a suprafeței carâmbilor acoperă gamba piciorului și, ca urmare, dimensiunile carâmbilor de cizmă vor trebui să corespundă dimensiunilor gambei.
- Tehnicile 3D de proiectare asistată de calculator (CAD 3D) oferă posibilitatea modelării încălțămintei direct pe calapod, astfel încât, chiar înainte de a fi confecționat, produsul poate fi analizat prin prisma criteriilor estetice, funcționale, tehnologice și economice.
- Pornind de la un anumit tip de calapod, se poate realiza rapid modelul unui produs de încălțămintă complet, în orice combinație de culori sau texturi. Avantajele constau în: rapiditatea realizării unui model; operarea modificărilor dorite direct pe acesta; ștergerea sau adăugarea de noi componente; vizualizarea modelului din unghiuri diferite, prin rotirea interactivă a calapodului.
- Poate fi realizat modelul 3D al produsului într-o manieră conformă cu realitatea (linii de cusătură, ornamente, materiale, culori) și, de asemenea, pot fi aplatizate liniile în vederea obținerii tiparelor și gradarea acestora conform seriei de mărimi.
- Posibilitatea vizualizării și analizării prototipului virtual conduce la reducerea costurilor necesare la verificarea diferitelor prototipuri.

REFERENCES

1. Williams, A., Nester, C., Evolution of Footwear Design and Purpose, *Pocket Podiatry: Footwear and Foot Orthoses*, **2010**, 57-67, www.sciencedirect.com, accessed 21.12.2010.
2. Mihai, A., Sahin, M., Pastina, M., Harnagea, M.C., *Footwear Design (in Romanian)*, Performantica Publishing House, Iasi, **2009**.
3. Mihai, A., Curteza A., *Leather Product Design (in Romanian)*, Performantica Publishing House, Iasi, **2005**.
4. Savadkoobi, B.T., De Amicis, R., A CAD System for Evaluating Footwear Fit, *Multimedia, Computer Graphics and Broadcasting Communications in Computer and Information Science*, **2009**, Volume 60, www.springerlink.com, accessed 12.12.2010.
5. Farrell, R.S., Simpson, T.W., Product Platform Design to Improve Commonality in Custom Products, *J. Intell. Manuf.*, **2003**, 14, 6, 541-556, www.springerlink.com, accessed 20.12.2001.

6. Fujita, K., Yoshida, H., Product Variety Optimisation Simultaneously Designing Module Combination and Module Attributes, *Concurrent Eng.*, **2004**, 12, 2, <http://cer.sagepub.com>, accessed 4.01.2011.
7. Harnagea, M.C., Mihai, A., Approaches towards Designing Customised Foot Orthoses, Annals of the Oradea University, Fascicle of Textile-Leatherwork, Volume 1, **2010**.