

Innowacyjna technologia obuwia sportowego z wykorzystaniem dzianych cholewek knit and wear

Innovative technology of sports footwear with knit & wear uppers

Zbigniew Mikołajczyk*, Aleksandra Prążyńska, Patrycja Kaziur

Katedra Technologii Dziewiarskich i Maszyn Włókienniczych, Wydział Technologii Materiałowych
i Wzornictwa Tekstyliów, Politechnika Łódzka

Abstrakt

W nowoczesnych technologiach obuwia sportowego stosowane są coraz częściej materiały tekstylne zwłaszcza na elementy cholewki, wyściółki i wkładki. Jednym z nowatorskich materiałów są dzianiny dystansowe i wielowarstwowe, dla których możliwe jest programowanie hydrofobowości, sprężystości poprzecznej, komfortu cieplno-fizjologicznego oraz właściwości antygrzybiczych i antybakteryjnych. Innowacyjnym rozwiązaniem jest wytwarzanie cholewki obuwia bez potrzeby operacji wycinania, konfekcjonowania, podklejania. Według opracowanego algorytmu sterowania na komputerowej szydełkarce płaskiej wytworzono cholewkę obuwia sportowego o budowie anizotropowej. Autorzy publikacji starają się propagować niniejszą technologię wśród polskich producentów obuwia sportowego.

Abstract

In modern technologies of sports footwear textile materials are frequently applied, especially for some elements of the upper, lining and insert. One of such innovative materials are spacer and multilayer knitted fabrics with programmable hydrophobicity, transverse elasticity, thermophysical comfort and anti-fungal and antimicrobial properties. The proposed innovative solution concerns manufacturing shoe uppers without cutting, making-up and gluing. According to the developed control algorithm for a computerized flat knitting machine, an upper part of a sports shoe with anisotropic structure was developed. The authors of this publication attempt to promote this technology among polish manufacturers of sports footwear.

Słowa kluczowe: obuwie sportowe, cholewka obuwia, dzianina wielowarstwowa, technologia knit and wear, szydełkarka komputerowa;

Keywords: sports footwear, shoe upper, multilayer knitted fabric, knit and wear technology, flat knitting machine;

1. Wstęp

W ostatnich latach odnotowuje się duży wzrost świadomości społecznej w kontekście wdrażania i prowadzenia zdrowego trybu życia, co w efekcie prowadzi do znacznego powiększania się rynku odzieży i akcesoriów sportowych – zwłaszcza obuwia [1]. Potrzeba innowacyjności w tym kierunku stworzyła nowe możliwości dla przemysłu dziewiarskiego,

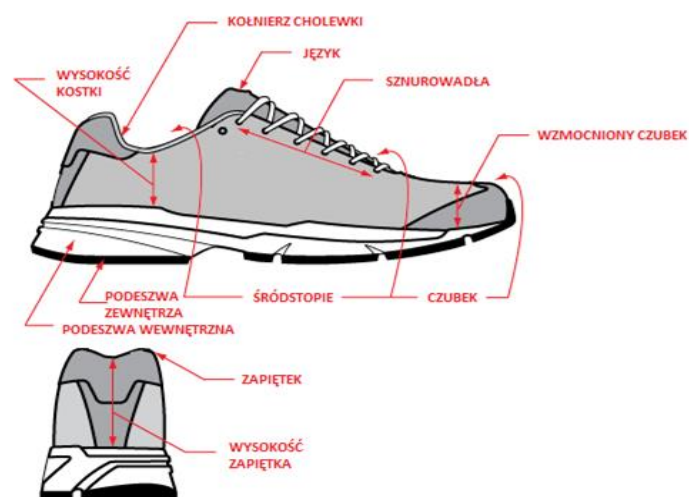
* autor korespondencyjny: Zbigniew Mikołajczyk: zbigniew.mikolajczyk@p.lodz.pl

które dzięki najnowszym osiągnięciom pozwalają na zwiększenie wydajności, zmniejszenie kosztów oraz skrócenie czasu produkcji butów.

Jak wiadomo, stopa jest ważnym elementem narządu ruchu człowieka i składa się aż z 26 kości, dziesiątek stawów oraz setek gruczołów potowych, dlatego też w trakcie wysiłku potrzebuje odpowiedniego zabezpieczenia przed urazami. Od obuwia sportowego wymaga się, zatem by było odpowiednio dobrane do wielkości stopy i wagi właściciela oraz by zapewniało mu jak najwyższy komfort użytkowania. Powinno także charakteryzować się odpowiednią lekkością, przewiewnością i przyczepnością do powierzchni, a w trakcie wysiłku fizycznego stwarzać stopie odpowiedni mikroklimat by zapobiegać jej przegrzewaniu się oraz zapewnić amortyzację, by zabezpieczać ją przed wszelkimi wstrząsami. Nieodpowiednio dobrane obuwie może skutkować skręceniem kostki, zerwaniem ścięgien, czy nawet złamaniem kości. Można więc stwierdzić, że dzisiejsze buty sportowe to nie tylko funkcjonalność, technologia i logo – to „skomplikowane urządzenia”, odgrywające istotną rolę w zabezpieczeniu ludzkich kości i stawów.

W produkcji obuwia sportowego bardzo ważne jest jego dostosowanie do anatomicznych i fizjologicznych właściwości stopy, dlatego tak istotne jest zbieranie danych na ten temat już na pierwszym etapie tworzenia konstrukcji. Dopiero na podstawie zgromadzonych informacji o strukturze i funkcji stopy można przystąpić do wytworzenia specjalnych form, które są jej trójwymiarowym odwzorowaniem.

Uproszczoną budowę buta sportowego przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Podstawowa budowa buta sportowego, źródło: [6].

Obuwie składa się z dwóch najważniejszych części - cholewki i podeszwy [2]. Mniejsze elementy mają głównie na celu podnoszenie komfortu użytkowania oraz ułatwianie jego wkładania. Są to m.in. znane wszystkim sznurówki oraz język, ale też mostki w podeszwie, czy systemy amortyzujące.

Cholewka w najprostszym ujęciu jest górną częścią buta obejmującą stopę. Odpowiada za jej odpowiednie utrzymanie i termoregulację oraz odprowadzanie wilgoci z jego wnętrza. Zazwyczaj wykonywana jest z miękkich, przewiewnych i oddychających siatek, uzupełnianych często plastikowymi elementami pozwalającymi na utrzymanie stopy w ryzach podeszwy.

Podeszwa jest elementem budowy buta ściśle związanym z amortyzacją. Można ją podzielić na: podeszwę zewnętrzną (bieżnik), międzypodeszwę oraz wkładkę.

Podeszwa zewnętrzna to ta część buta, która odpowiada za odpowiednią przyczepność do powierzchni. Często jako bieżnik wykorzystuje się ciężko ścieralne gumy oraz pianki, gdyż to właśnie od niego zależy „trzymanie” buta. Międzypodeszwa usytuowana pomiędzy wkładką a podeszwą zewnętrzną odpowiada za tłumienie wstrząsów oraz kontrolę ruchów stopy. Wkładka jest zintegrowaną warstwą o anatomicznym kształcie, którą można wyjmować z wnętrza obuwia. W dużym stopniu wpływa na ukształtowanie oraz wzmocnienie łuku stopy. W obuwiu sportowym stosuje się również wkładki z chłonnych wkładów celulozowych o właściwościach antybakteryjnych i przeciwgrzybiczych, by zapobiegać powstawaniu przykrego zapachu.

2. Materiały tekstylne w technologiach obuwia sportowego

Wygląd dzisiejszego obuwia sportowego nie jest do końca sprecyzowany - akceptowane są zarówno tradycyjne konstrukcje, jak i te o innowacyjnym, nowoczesnym „designie”. Producenci ciągle prześcigają się w przyciąganiu klientów przeróżnymi kolorami i stylami projektów oraz coraz lepszymi właściwościami użytkowymi swoich produktów, stąd przemysł ten nieustannie ewoluje, owocując nowymi zaskakującymi technologiami [3]. Ostatnie innowacje dotyczą nie tylko konstrukcji podeszwy i ulepszania komfortu fizjologicznego obuwia, ale również nowych metod, pozwalających na wytworzenie bezszwowych wierzchnich części obuwia sportowego.

Dzianiny osnowowe nadają obuwiu sportowemu zarówno styl, jak i funkcjonalność. Obecnie wiodącym trendem w budowie cholewek są gładkie, zwarte materiały o strukturze

siatki oraz wszelkiego rodzaju konstrukcje z dzianin dystansowych. Przykład stanowią mogą elementy wykonane z monofilamentowej dzianiny typu „mesh” przypominające perforowaną piankę oraz dzianiny wykonane z użyciem przędz teksturowanych. Dzianiny dystansowe w zestawieniu ze stale wykorzystywaną skórą mogą stanowić stylowy, oddychający dodatek, albo pełnić ozdobną rolę poprzez dekoracyjne efekty, na przykład pikowanie.

Wśród najróżniejszych kombinacji i projektów wciąż niegasnącą popularnością cieszą się cholewki butów o prostych liniach, wykonane wyłącznie z dzianin pojedynczych. Jako przykład może posłużyć model „Wildfire GTX” marki „Salewa” (rys. 2a), który łączy w sobie wiele zaawansowanych technologii. Kolejny przykład to model „The Nilo” firmy „Vaude” (rys. 2b) przeznaczony do wspinaczki górskiej, który charakteryzuje się stosunkowo gęstą wierzchnią częścią w pełni hydrofobową oraz oddychającą.



Rys. 2. Modele butów: a) „Wildfire GTX” marki „Salewa”, źródło: [8], b) „The Nilo” marki „Vaude”, źródło: [3].

W konstrukcjach obuwia coraz częściej wykorzystuje się również dzianiny dystansowe (3D). Firma „Wolfskin” w modelu „Coast Liner Woman” przeznaczonym do uprawiania sportów wodnych, wykorzystowała szybkooschnącą, wytrzymałą dzianinę 3D o siatkowej strukturze („Air Flow Mesh”) umożliwiającą swobodne odprowadzanie wody oraz cyrkulację powietrza. W modelach linii „Riverstone” firma zastosowała natomiast ażurową dzianinę dystansową wzmocnioną mocnymi, wąskimi wiązaniami, podążającymi za konturami boku stopy. Połączenie dzianin dystansowych ze skórą naturalną lub syntetyczną w obuwiu sportowym jest swego rodzaju „mostem” pomiędzy światem high-tech, a tradycyjnymi rozwiązaniami. Przykładowo w projekcie firmy „Wolfskin” - „Express Trail Texapore” (rys. 3a) wykorzystano obok hydrofobowej, syntetycznej skóry, miękką dzianinę dystansową, zapewniającą swobodny przepływ powietrza oraz szybkie wysychanie.



Rys. 3. Modele butów: a) „Express Trail Texapore” marki „Wolfskin”, *źródło:* [10], b) „Biom Evo” marki „Ecco”, *źródło:*[9].

Zestawienie dzianin dystansowych ze skórą wykorzystwały także firmy „Ascent” w modelu „5Ten” oraz firma „The North Face” w „The Verto Plasma” oraz firma „Ecco” w swoim projekcie „Biom Evo” (rys. 3b).

Do produkcji obuwia sportowego wykorzystywane są również najnowsze szydełkarki cylindryczne. Opatentowane przez firmę „Cesare Colosio” innowacje dają możliwość stworzenia bezszwowej wierzchniej części cholewki [4]. Proponowana przez firmę maszyna S-1 może produkować cholewki do wszelkiego rodzaju zastosowań - od technicznych po sportowe. W zależności od pożądanego efektu końcowego, pozwala na wykonanie różnorodnych wzorów i kombinacji kolorów. Podczas procesu produkcyjnego, maszyna może tworzyć trójwymiarowe powierzchnie, a oczka sznurowadeł tworzone są razem z warstwą wierzchnią.



Rys. 4. Zdjęcia modeli butów otrzymanych technologią S-1, *źródło:* [7].

W odpowiedzi na potrzeby entuzjastów sportu, którzy pragnęliby wymienić swoje ciężkie specjalistyczne obuwie na lżejszą, wygodniejszą alternatywę, europejski start-up „Skinners” opracował koncepcję butów w formie skarpetek, które można łatwo zwinąć i schować do plecaka lub kieszeni [5]. Nieskomplikowany konstrukcyjnie produkt, wykonany jest z

wodoodpornego polimeru oraz odpornej na zapach lycry. Dodatkowym ułatwieniem jest możliwość prania skarpet w pralce.

W technologiach obuwia sportowego wykorzystuje się również szydełkarki płaskie sterowane numerycznie. Innowacyjnym rozwiązaniem jest sposób jednoetapowego wytwarzania cholewki obuwia bez potrzeby jakichkolwiek operacji wycinania, konfekcjonowania, podklejania i innych. Technologia ta wykorzystywana jest przez producentów światowych marek obuwia sportowego.

Niniejsza publikacja przedstawia technologię wytwarzania w pełni odpasowanej, wierzchniej części obuwia sportowego na szydełkarce płaskiej sterowanej numerycznie firmy Stoll.

3. Technologia odpasowanej cholewki buta sportowego

3.1. Projekt cholewki

Założono wytworzenie cholewki z zastosowaniem technologii dzianin rządowych żakardowych. Projekt wyrobu opracowano w programie operacyjnym M1plus[®] na podstawie wytycznych firmy Stoll. Na rysunku 5 przedstawiono schemat algorytmu projektowania.

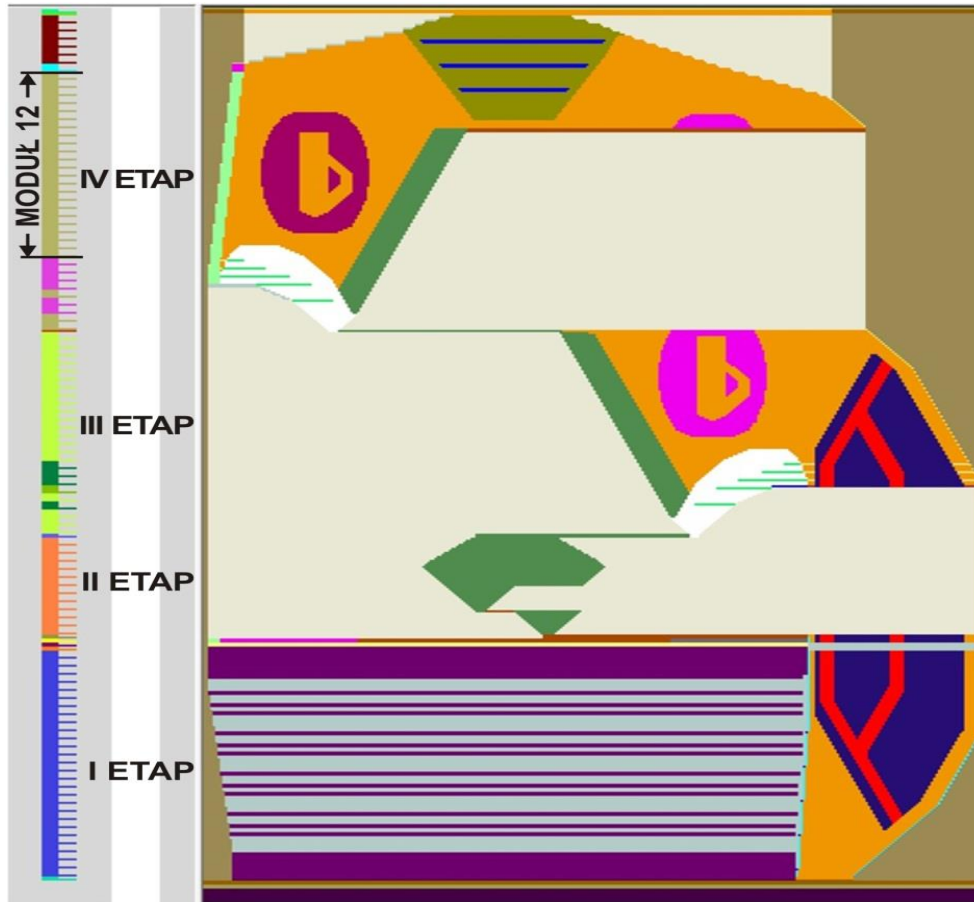
W pierwszym etapie wykonano rysunek formy geometrycznej kształtu cholewki. Program wytworzenia cholewki podzielono na cztery etapy. Poszczególne rodzaje splotów zastosowane w celu uzyskania zamierzonych efektów wzorniczych i strukturalnych, kształtu tworzonego elementu, czy wykonania otworów na sznurowadła opisano innymi umownymi kolorami. Uzyskano barwny obraz cholewki buta, który poprzez wykorzystanie w programie funkcji Color Arrangement (CA) pozwolił na podzielenie procesu dziania na szereg mniejszych, indywidualnych sekwencji dziewiarskich (modułów) przyporządkowanych wprowadzonym do formy geometrycznej kolorom (rys. 6). W każdym z utworzonych modułów (rys. 7) zdefiniowano poszczególne rzędkie projektowanego elementu, uwzględniając budowę splotu, poszerzenia lub zwężania kolejnych fragmentów cholewki w celu nadania jej formy wyrobu odpasowanego, wytworzenie otworów na sznurowadła. Funkcja CA pozwala również na rozpisanie pracy wdzików w kolejnych rzędkach wytwarzanej dzianiny.



Rys. 5. Schemat algorytmu projektowania.

Wykonany projekt wymagał utworzenia osiemnastu modułów CA, z czego w I etapie dziania części zabezpieczającej i struktury palców, zastosowano 2 moduły. Etap II tworzenia obszaru pięty wymagał zastosowania 6 modułów. III etap, czyli wykonanie prawej strony ze strukturą i otworami na sznurówkę oraz końcówki palców, rozpisano na 4 moduły. W ostatnim - IV etapie dziania lewej strony ze strukturą i otworami oraz dolnej części pięty zastosowano 5 modułów CA. Ostatni z modułów został wykorzystany do zakończenia procesu dziania.

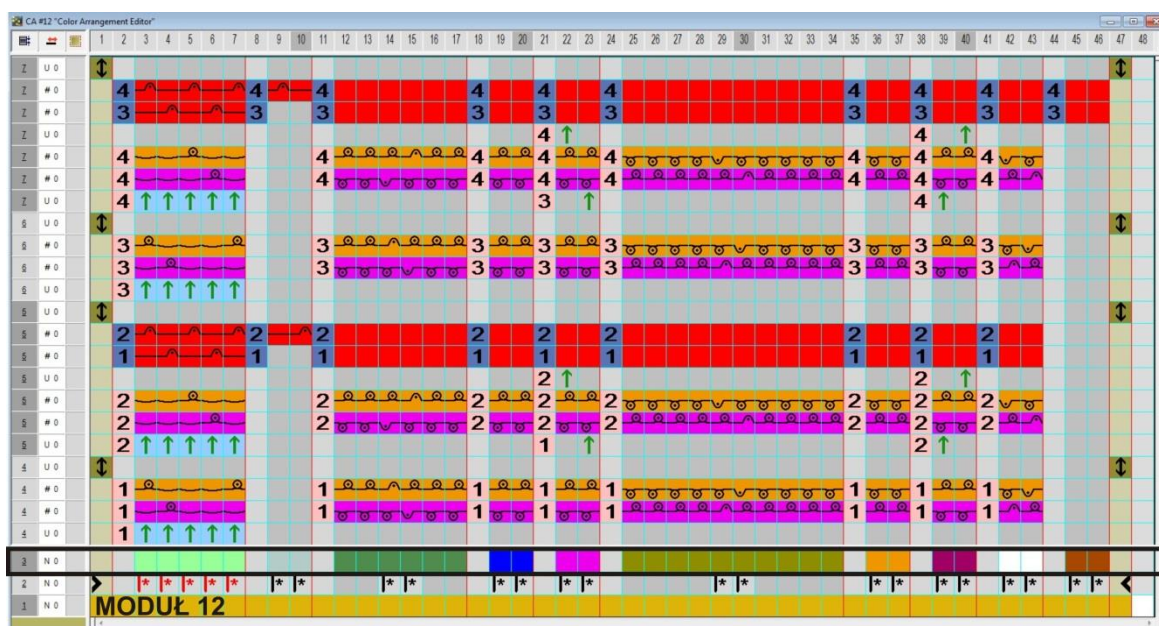
Po wykonaniu drugiego kroku projektowania wzoru kolejne kolory z rysunku podstawowego zamieniane są przez odpowiadające im moduły stworzone przy wykorzystaniu funkcji Color Arrangement. Kolory zdefiniowanych modułów przyporządkowanych do każdego wiersza w rysunku formy geometrycznej tworzenia cholewki widoczne są w kolumnie po prawej stronie (rys. 6).



Rys. 6. Rysunek formy geometrycznej cholewki z uwzględnieniem funkcji CA.

Na rysunku 7 przedstawiającym moduł 12 (oznaczony kolorem oliwkowym) nad każdym kolorem zastosowanym w rozpatrywanej części projektowanego elementu, wrysowano strukturę splotu wymaganą do wykonania poszczególnych fragmentów cholewki. Kolory zastosowane na rysunku formy geometrycznej omawianej części projektu zaznaczono ramką.

Zatem każdy kolor w rzędki rysunku formy geometrycznej, do którego przyporządkowano moduł 12 zostanie zamieniony na zdefiniowaną w nim strukturę. W efekcie stworzony na pierwszym etapie projekt wykonany splotem nabraniowym, przyjmuje bardziej skomplikowaną formę z rozpisaniem na kolejne rzędki programu dziania tworzonej cholewki. Na każdy wiersz rysunku stworzonego na pierwszym etapie może przypadać różna liczba rzędków dzianiny w utworzonym module. Po określeniu parametrów procesu dziania oraz wykonaniu weryfikacji poprawności wykonania programu przystąpiono do realizacji projektu na maszynie.



Rys. 7. Sposób zdefiniowania budowy splotów na przykładzie modułu 12 w funkcji CA.

3.2. Realizacja projektu

Dzianinę wykonano na szydełkarce płaskiej firmy Stoll typu CMS 530 HP o numerze uiglenia E16 (rys. 8). Zdeklarowano podstawowe parametry procesu dziania, w tym: prędkość dziania 0,8 m/s, ścisłość warstwy zewnętrznej i wewnętrznej cholewki NP = 11,1, ścisłość warstwy środkowej wykonanej splotem nabraniowym NP = 7,0, wartość obciążu WM = 6,6.

Zaprojektowaną cholewkę wytworzono w kolorze czarnym i pomarańczowym z przędzy poliestrowej o masie liniowej 11 tex – kolor czarny i 19 tex - kolor pomarańczowy (rys. 9).

Maszyna, na której odbywał się proces dziania cholewki nie posiada systemu wałków odbierających Stoll-multiflex®, gdzie odległość wałków do łożyska igłowego dla maszyn o numerach uiglenia E12-E18 wynosi 21 mm (możliwość regulacji wysokości do 28 mm).

W wykorzystanej maszynie jest ona znacznie większa, a początkowy proces odbioru dzianiny odbywa się przy pomocy grzebienia igłowego. Wprowadzono zatem dodatkowy fragment zabezpieczający (rys. 9), a cykl wykonanych w tej części rzędków ustawiono na taką wartość, aby zasadniczy proces dziania cholewki odbywał się przy odbiorze elementu przez główne wałki odbierające.



Rys. 8. Widok szydełkarki sterowanej numerycznie typu CMS firmy Stoll.



Rys. 9. Fotografia wytworzonej cholewki z częścią zabezpieczającą.

Po oddzieleniu dzianiny zasadniczej od części „nadróbki 1” otrzymano gotowy element wierzchniej części obuwia sportowego, który nie podlegał procesowi wycinania (rys. 10).



Rys. 10. Fotografia wytworzonej cholewki obuwia sportowego na modelu stopy.

4. Podsumowanie

But sportowy jest na dzień dzisiejszy w ujęciu technologicznym produktem złożonym, posiadającym w swej budowie połączenie różnych materiałów. Są nimi zarówno skóra, tkaniny, dzianiny jak również włókniny o podwyższonych cechach funkcjonalnych z zachowaniem nieograniczonych możliwości wzorniczych. Innowacyjnym rozwiązaniem jest sposób jednoetapowego wytwarzania cholewki obuwia bez potrzeby jakichkolwiek operacji wycinania, konfekcjonowania, podklejania i innych. Technologia ta oparta jest na nowoczesnych rozwiązaniach szydełkarek płaskich sterowanych numerycznie, które wytwarzają strukturę wyrobu bezszwowego (odpasowanego) typu knit and wear.

Według opracowanego algorytmu sterowania maszyną zaprojektowano i wytworzono cholewkę obuwia sportowego. Znamioną cechą otrzymanej cholewki jest jej budowa anizotropowa różniąca się nie tylko wzorniczo w poszczególnych elementach wyrobu, ale także strukturą splotu i właściwościami. Opisana technologia daje możliwości wytworzenia różnych rozmiarów wierzchniej części buta na tym samym typie i numerze uiglenia maszyny.

W ramach postawionego celu w prezentowanej pracy wytworzono cholewkę buta, która jako półprodukt wykorzystywana jest w technologii produkcji obuwia sportowego.

Literatura

- [1] Dyson J.: *Sporting chance*, Knitting International, 2, 2017, str. 8.
- [2] Motawi W.: *How shoes are made: a behind the scenes look at a real shoe factory*, Paperback – 18 listopad, 2015r. <http://sneakerfactory.net/sneakers/2015/01/shoe-last/>, dostęp 20.11.2017 r.
- [3] Mayer K.: *Suitable for all terrains and everyday wear – outdoor shoes get into their stride*, Kettenwirk Praxis Textilinformationen, 3, 2012, str. 11– 15.
- [4] *New advancements in sock knitting technology*, Knitting Trade Journal Listopad/Grudzień 2016 r.,

str. 30 – 31.

[5] <https://new.skinners.cc/>, dostęp 20.11.2017 r.

[6] <https://air-maxy.com/budowa-nike-air-max/>, dostęp 20.11.2017 r.

[7] <http://www.colosio.it/en/sl.php>, dostęp 20.11.2017 r.

[8] <https://www.salewa.com/men/footwear/approach-shoes/147/wildfire-vent-men-s-shoes?number>,
dostęp 20.11.2017 r.

[9] <https://www.runnersworld.com/shoe/ecco-biom-evo-racer-lite-mens>, dostęp 20.11.2017 r.

[10] <http://www.widermag.com/chaussures-trail-jack-wolfskin-express-trail-texapore>, dostęp
20.11.2017 r.