

Realizacja badań

**mających na celu opracowanie systemu optymalnej
zautomatyzowanej technologii umożliwiającej realizację zleceń
wykonania małych partii lub pojedynczych egzemplarzy odzieży
dedykowanej pod indywidualne zamówienia użytkownika końcowego**

w ramach projektu

**„Opracowanie optymalnej, zautomatyzowanej technologii
umożliwiającej realizację zleceń wykonania małych partii lub
pojedynczych egzemplarzy odzieży dedykowanej pod indywidualne
zamówienia użytkownika końcowego”**

PODSUMOWANIE.

Opracowano na podstawie materiałów i wyników badań zgromadzonych przez:

- 1) Małgorzatę Krzysztoń,**
- 2) Pawła Dmitruka,**
- 3) Floriana Kapicę,**
- 4) Dariusza Pałubskiego,**
- 5) Edwarda Polaka,**
- 6) Grzegorza Pukało.**

Spis treści

1. Proces produkcyjny w firmie po przeprowadzeniu badań przemysłowych	- str. 3
2. Cel prac wdrożeniowych	- str. 6
3. Opis prototypowego systemu zarządzania całym procesem produkcyjnym	- str. 7
4. Metoda znakowania elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny	- str. 25
5. Optymalny prototypowy system produkcji narzędzi	- str. 39
6. Opis optymalnego systemu transportu międzystanowiskowego	- str. 53
7. Efekty wdrożenia systemu optymalnej zautomatyzowanej technologii – w zakresie zmniejszenia ilości odpadów	- str. 62
8. Efekty wdrożenia systemu optymalnej zautomatyzowanej technologii – w zakresie skrócenia czasu znakowania materiałów.	- str. 67
9. Efekty wdrożenia systemu optymalnej zautomatyzowanej technologii – w zakresie skrócenia czasu przygotowania zlecenia do produkcji	- str. 70
10. Efekty wdrożenia systemu optymalnej zautomatyzowanej technologii – w zakresie skrócenia czasu wykonywania oprzyrządowania do maszyn szwalniczych	- str. 72
11. Wyniki testów przeprowadzonych w warunkach rzeczywistych na podstawie wybranego modelu spodni	- str. 75
12. Wyniki produkcji eksperymentalnej	- str. 83
13. Podsumowanie wyników prac wdrożeniowych	- str. 89

1. Proces produkcyjny w firmie po przeprowadzeniu badań przemysłowych.

Badania przeprowadzone przez poszczególnych specjalistów w ramach badań przemysłowych pozwoliły na dokładne poznanie procesu produkcyjnego odzieży w firmie Beneficjenta oraz na wprowadzenie istotnych zmian w tym procesie będących rezultatem tych badań.

Przeprowadzone badania objęły następujące zagadnienia:

- 1) opracowanie nowej metody znakowania materiału do procesu produkcji,
- 2) opracowanie założeń automatycznego transportu międzystanowiskowego z systemem logowania pracowników i elementów odzieży,
- 3) opracowanie szybkiej i taniej metody produkcji narzędzi do maszyn szwalniczych (dedykowanych do zleceń),
- 4) przygotowanie założeń IT dla całego procesu produkcji.

Proces produkcyjny w Przedsiębiorstwie Produkcyjno-Handlowym „Kapica Market” Florian Kapica z wykorzystaniem wyników badań przemysłowych składa się z następujących etapów:

Numer etapu produkcyjnego	Nazwa etapu produkcyjnego	Stosowana technologia	Elementy oprogramowania
1	Pozyskanie zlecenia produkcyjnego	- kontynuacja współpracy z dotychczasowym klientem, - poprzez reklamę swoich usług na stronie internetowej, prasie itp. - poprzez odpowiedź na zamieszczone przez klientów ogłoszenia o poszukiwaniu producentów odzieży (prasa, internet, itp.).	Nie dotyczy
2	Uzyskanie i wprowadzenie do systemu produkcji danych dotyczących nowego zlecenia	Dane dotyczące zlecenia pochodzą od klienta i są pozyskiwane w następujący sposób: - wprowadzane bezpośrednio przez klienta poprzez udostępnioną mu opracowaną aplikację do wprowadzania zleceń, - wprowadzane danych uzyskanych od klienta do aplikacji przez pracowników Beneficjenta.	Opracowana aplikacja umożliwiająca zbieranie i wprowadzanie do systemu produkcji pozyskanych od klientów danych na temat nowych zleceń oraz gromadzenie ich na serwerze.
3	Kompletowanie odpowiedniej ilości i rodzaju tkaniny oraz wszystkich niezbędnych dodatków do wykonania zlecenia jak: nici, guziki, zamki, podszywka, kieszeniówka itp.	Zamawianie tkaniny oraz niezbędnych dodatków u sprawdzonych dostawców drogą e-mailową lub telefoniczną.	Program magazynowy WAPRO -MAG pozwalający na sprawdzenie stanu magazynowego tkanin i niezbędnych dodatków.

4	Przygotowanie oprzyrządowania do maszyn i automatów szwalniczych niezbędnego do realizacji zlecenia.	Wykonywanie niezbędnego do produkcji oprzyrządowania za pomocą urządzeń sterowanych numerycznie w technologii: - druk 3D, - frezowanie frezarką sterowaną numerycznie, - cięcie wodą urządzeniem WaterJet	Programy sterujące poszczególnymi urządzeniami CNC opracowane przy wykorzystaniu wyodrębnionej linii szycia danego elementu odzieży z programu do konstrukcji odzieży Accumark firmy Gerber.
5	Planowanie produkcji zlecenia na linii produkcyjnej	Określenie w systemie zarządzania produkcją kolejności wykorzystania zgodnie z procesem technologicznym poszczególnych maszyn i automatów szwalniczych poprzez zaprogramowanie automatycznego transportu międzystanowiskowego realizowanego za pomocą autonomicznych robotów jezdnych AGV oraz wgranie do odpowiednich automatów szwalniczych plików sterujących szyciem tych automatów (obecnie producenci automatów nie wyrażają zgody na przesyłanie plików siecią wewnętrzną).	- system zarządzania produkcją, - programy sterujące jazdą autonomicznych robotów jezdnych AGV, - programy sterujące szyciem automatów szwalniczych.
6	Nadawanie każdemu egzemplarzowi odzieży unikatowego kodu oraz numeracji poszczególnych jego elementów.	Na podstawie danych zawartych w systemie zarządzania produkcją dotyczących zlecenia automatyczne nadawany jest każdemu egzemplarzowi odzieży unikatowy kod tego egzemplarza oraz numeracja poszczególnych jego elementów.	Program komputerowy „Auto kez” do nadawania egzemplarzom odzieży unikatowych kodów oraz numeracji poszczególnych ich elementów.
7	Tworzenie układów wykroju elementów odzieży	Automatyczna optymalizacja układów wykroju elementów odzieży dla pojedynczych sztuk odzieży lub krótkich serii.	Program komputerowy służący do optymalizacji układów wykroju elementów odzieży dla pojedynczych sztuk odzieży lub krótkich serii.
8	Znakowanie elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny	Na podstawie danych zawartych w systemie zarządzania produkcją dotyczących zlecenia automatyczne: - drukowanie etykiet z odpowiednimi oznaczeniami poszczególnych elementów odzieży, - nanoszenie w sposób rotacyjny etykiet na elementy odzieży przed rozkrojem tkaniny.	Program do drukowania etykiet Nice Label Desinger 2019 oraz program komputerowy „Znakowanie” służący do: - wyznaczania na podstawie projektu linii rozkrojów tkaniny miejsc nanoszenia etykiet z oznakowaniem elementów odzieży, - synchronizowania pracy drukarki drukującej etykiety z urządzeniem nanoszącym je na tkaninę i pracą lagowarki warstwuującą

			tkaninę, - rotacyjnego nanoszenia na elementy odzieży przez urządzenie etykietujące etykiet w celu unikania znacznego pogrubienie nakładu tkaniny i zniekształcania wymiarów wykrawanych elementów.
9	Rozkrój tkaniny	Automatyczne wykrawanie elementów odzieży dzięki danym przesłanym z systemu zarządzania produkcją	Program firmy Gerber do rozkroju odzieży.
10	Pakowanie wykrojonych elementów odzieży w pakiety	- ręczne pakowanie wykrojonych elementów odzieży w pakiety, umieszczanie ich w pojemnikach zamocowanych do samojezdnych wózków AGV, - przekazanie poprzez terminal stanowiskowy informacji o gotowości pakietów do transportu w celu ich obróbki na stanowiskach roboczych.	System zarządzania produkcją.
11	Szycie odzieży	- automatyczny transport elementów odzieży realizowany za pomocą autonomicznych robotów mobilnych AGV do poszczególnych stanowisk roboczych zgodnie z procesem technologicznym - przewożenie elementów odzieży pogrupowanych w paczkach (podczas początkowego etapu produkcji) oraz na wysięgniku, do którego zawieszono obrabiane elementy odzieży (w dalszym procesie produkcji odzieży), - ręczne szycie na maszynach szwalniczych, - automatyczne szycie na automatach szwalniczych, - wykonywanie innych czynności obróbkowych w zależności od rodzaju obróbki ręczne lub automatycznie (dziurkowanie, prasowanie, pranie, oczyszczanie itp.), - automatyczne monitorowanie przebiegu procesu produkcji,	- system zarządzania produkcją, - system monitorowania przebiegu procesu produkcyjnego, - programy sterujące jazdą autonomicznych robotów jezdnych AGV, - programy sterujące szyciem automatów szwalniczych.
12	Kontrola jakości	- organoleptyczna kontrola brakarska kompletności i jakości produktu końcowego, - przekazanie poprzez terminal stanowiskowy informacji o gotowości do pakowania.	System zarządzania produkcją.

13	Pakowanie	- ręczne pakowanie gotowych wyrobów na wieszaki, wkładanie w worki foliowe i wieszanie na wózkach, - przekazanie poprzez terminal stanowiskowy informacji o gotowości do transportu do magazynu.	System zarządzania produkcją.
14	Magazynowanie	automatyczny transport wózków z zawieszoną odzieżą do magazynu za pomocą robotów AGV.	Program magazynowy.
15	Wysyłka wykonanej odzieży do klienta	Wysyłanie gotowych wyrobów do klienta za pomocą: - własnego transportu samochodowego, - kuriera, - odbiór transportem klienta	Program księgowy.

2. Cel prac wdrożeniowych.

Zadaniem prac wdrożeniowych jest połączenie w jedną całość i zsynchronizowanie ze sobą uzyskanych wyników wszystkich badań przemysłowych (badań cząstkowych w poszczególnych zakresach) w celu stworzenia zautomatyzowanej technologii umożliwiającej realizację zleceń wykonania małych partii lub pojedynczych egzemplarzy odzieży dedykowanej pod indywidualne zamówienia użytkownika końcowego i wykorzystania jej w procesie produkcyjnym.

Wprowadzenie do firmy Beneficjenta zautomatyzowanej technologii pozwoli na:

- 1) wyeliminowanie manualnego znakowania półfabrykatów i zastąpienie go procesem automatycznym,
- 2) wyeliminowanie manualnego systemu transportu i zastąpienie go automatycznym systemem uwzględniającym szereg czynników i zmiennych całego procesu produkcyjnego,
- 3) utworzenie szybkiej i efektywnej kosztowo produkcji narzędzi do maszyn szwalniczych,
- 4) stworzenie systemu zarządzania wszystkimi etapami produkcji pozwalający na efektywne zarządzanie produkcją, zwiększenie wydajności pracy i zmniejszenie kosztów produkcji odzieży.

Celem prac badawczych jest połączenie w jedną całość poszczególnych wyników prac badawczych oraz elementów procesu produkcyjnego by tworzyły jeden sprawny, wydajny i niezawodny proces produkcyjny oraz dopracowanie współpracy tych elementów ze sobą, by wspólnie spełniały następujące wymagania:

- a) wykorzystywały w całym procesie produkcji dane wejściowych dotyczące zamówień pochodzące od klienta,
- b) automatyzowały w maksymalnym stopniu proces produkcji,
- c) automatycznie zarządzały kolejnymi etapami procesu produkcji (w tym równoległa realizacja kilku różnych zleceń, dostosowanie ścieżki realizacji każdego zlecenia w zależności od aktualnej sytuacji (obecność pracowników na poszczególnych stanowiskach, wykorzystywane programy/ustawienia w maszynach szwalniczych, filmiki instruktażowe, inne),
- d) realizowały zlecenia indywidualne w koszcie nie większym niż dotychczasowy koszt jednostkowy zleceń seryjnych.

3. Opis prototypowego systemu zarządzania całym procesem produkcyjnym.

W trakcie realizacji projektu prowadzono badania przemysłowe i prace rozwojowe mające na celu opracowanie optymalnego dla firmy Beneficjenta systemu zarządzania całym procesem produkcyjnym.

W pierwszej kolejności podjęto działania pozwalające na tworzenie na serwerze bazy służącej do gromadzenia danych związanych z produkcją, gdyż jest to podstawą do działania całego systemu zarządzania.

Jako serwer baz danych wybrano rozwiązanie firmy Microsoft, a konkretnie Microsoft SQL Server w wersji Express, które można wykorzystywać bezpłatnie nawet w firmie. Głównymi ograniczeniami wybranego oprogramowania jest maksymalna wielkość bazy danych, która wynosi 10 GB oraz maksymalnie 1410 MB użycia pamięci RAM. Do pracy wymagane są wersje aktualnie wspierane przez firmę Microsoft, czyli 2012, 2014, 2017 oraz 2019. Zdecydowano się na wybór tego serwera baz danych ze względu na jego najlepszą znajomość przez jednego ze specjalistów – Pawła Dmitruka, który między innymi tym się zajmował.

W strukturze bazy danych zlokalizowanej na serwerze stworzono tabele główne dotyczące:

- każdego stanowiska roboczego,
- pracowników,
- wykonywanych czynności,
- produkowanych modeli,
- kontrahentów współpracujących z Beneficjentem,
- nagłówków i pozycji zamówień,
- egzemplarzy produktów,
- historii wykonanych operacji

Ponadto w bazie danych stworzono również tabele pomocnicze pozwalające określić, jakie czynności mogą być (w przypadku stanowisk) lub muszą być (w przypadku modeli) wykonywane oraz do jakich stanowisk posiadają uprawnienia konkretni pracownicy.

W trakcie badań doskonalono oprogramowanie do kontroli procesu produkcji za pomocą terminali stanowiskowych, które składa się z następujących programów:

- usługa systemowa pracująca na systemie Microsoft Windows. Usługa pracuje jako serwer TCP dla pracowników łączących się z urządzeń opartych o mikrokomputer Raspberry Pi. Głównym zadaniem usługi jest rejestrowanie wszystkich podłączonych urządzeń, przesyłanie na urządzenia (terminale stanowiskowe) danych zapisanych w bazie oraz rejestracja operacji wykonywanych na terminalach. Dane do i z terminali są przesyłane za pomocą protokołu TCP. Dane te składają się z:
 - „nagłówka” - w którym zapisany jest symbol komendy, symbol stanowiska klienta, numer komunikatu na danym urządzeniu,
 - głównego polecenia, które jest przesyłane w formacie JSON.

Po otrzymaniu poleceń od pracownika usługa łączy się za pomocą wybudowanej sieci komputerowej (początkowo sieć WiFi, później po badaniach zmieniono ją na sieć LAN) z serwerem baz danych i pobiera lub/i zapisuje dane w bazie.

- pracownik kontroli produkcji pracujący na systemie Raspbian (linux) pracującym na terminalu

opartym o mikrokomputer Raspberry Pi, wyświetlacz dotykowy 7", czytnik NFC oraz RFID 125kHz. Oprogramowanie za pomocą klienta TCP łączy się do serwera TCP (wyżej opisanej usługi) oraz prowadzi z nim komunikację. Oprogramowanie w całości jest napisane w środowisku Lazarus, ale do pobrania danych z tagu NFC wykorzystuje skrypt napisany w języku Python. Skrypt ten korzysta z bibliotek (SimpleMFRC522, MFRC522, spidev) opartych o licencję GNU GPL. Aplikacja wstępnie kontroluje poprawność wykonywanych kroków, np. czy przed wczytaniem egzemplarza na stanowisku zalogował się pracownik i jeżeli wstępna kontrola zakończy się powodzeniem, to na serwer jest wysyłany komunikat potrzebny do przeprowadzenia konkretnej operacji. Wtedy serwer na podstawie danych zapisanych w bazie określa czy dana operacja może być przeprowadzona (np. czy dany pracownik posiada stosowne uprawnienia, czy wczytany egzemplarz nie jest w tym samym czasie robiony na innym stanowisku, itp.),

- panel zarządzający działający na komputerach z systemem operacyjnym Microsoft Windows. Panel służy do wprowadzania danych do systemu, ustawiania uprawnień dla pracowników, definiowania czynności dla modeli, wprowadzania zamówień oraz do podglądu historii operacji wykonywanych przy produkcji, a przede wszystkim na jakim etapie są konkretne egzemplarze, jaki czas zajmują poszczególne czynności.

Wszystkie 3 powyżej wymienione programy prawie w całości są napisane w języku Pascal w środowisku programistycznym Lazarus.

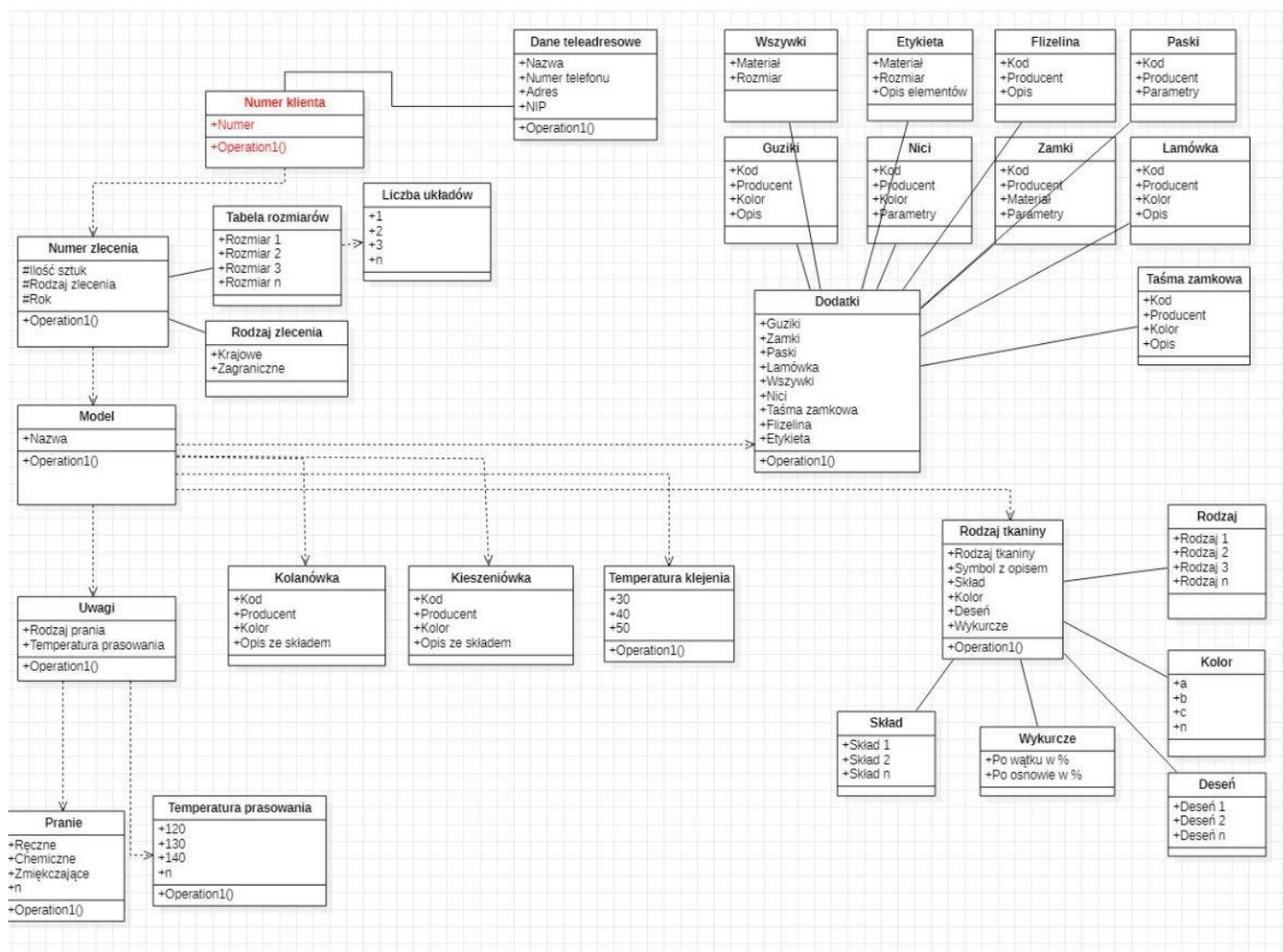
Proces produkcyjny rozpoczyna się od otrzymania zlecenia produkcyjnego. W związku z tym już od tego momentu powinien działać system zarządzania całym procesem produkcyjnym, aby maksymalnie skrócić czas realizacji zlecenia, a tym samym wykonać go po maksymalnie najniższych kosztach. W związku z tym zautomatyzowano proces zbierania zleceń od klientów, by następnie przekształcać je w zlecenia produkcyjne, co zdecydowanie skraca czas na przygotowanie danego zlecenia do produkcji, a następnie ułatwia sam proces produkcji. Wszystkie zgromadzone dane o zamówieniu wykorzystywane są w trakcie procesu produkcyjnego przyczyniając się w ten sposób do jego skrócenia.

Jest to konieczne usprawnienie przy wprowadzaniu pozyskanych zleceń od klientów do systemu produkcji, w którym muszą być podane niezbędne i dokładne dane dotyczące nowego zlecenia w zakresie tkaniny, dodatków, ilości w poszczególnych rozmiarach, szablonów i innych danych. Dane dotyczące nowego zlecenia dostarcza sam kontrahent.

Dane te może wprowadzić do systemu produkcji pracownik Beneficjenta lub bezpośrednio kontrahent za pomocą opracowanej i udostępnionej mu specjalnej aplikacji. W ramach prac wdrożeniowych przetestowano wprowadzanie nowego zlecenia do bazy danych firmy przez pracownika firmy Beneficjenta oraz poprzez internet (w przypadku wprowadzania danych przez samego klienta) na podstawie wskazówek programu. Testy wypadły pozytywnie. Nie stwierdzono żadnych problemów z tym związanych. Średni zmierzony czas potrzebny do wprowadzenia nowego zamówienia do bazy danych wyniósł 15 minut.

Na podstawie całości danych przekazanych przez kontrahenta Beneficjent przy wydatnej pomocy opracowanej aplikacji może rozpocząć kompletowanie odpowiedniej ilości i rodzaju tkaniny oraz wszystkich niezbędnych dodatków do wykonania zlecenia jak: nici, guziki, zamki, podszewka, kieszeniówka itp. poprzez zamawianie ich u poszczególnych dostawców oraz podejmuje kroki w celu przygotowania oprzyrządowania do maszyn i automatów szwalniczych niezbędnego do produkcji zlecenia.

Dopiero po zgromadzeniu całości oprzyrządowania i asortymentu niezbędnego do wykonania zamówienia, Beneficjent może planować produkcję zlecenia na linii produkcyjnej – zgodnie z procesem technologicznym na poszczególnych maszynach i urządzeniach będących w jego dyspozycji.



Schemat wprowadzania zleceń do systemu zarządzania produkcją.

Najbardziej optymalny system budowania zleceń produkcyjnych posiada następujące możliwości:

1. Automatycznie nadaje numer zlecenia w formacie zawierającym:

- kod kontrahenta,
- zlecenie krajowe(KR) / zagraniczne (Z),
- rok realizacji,
- kolejny numer zlecenia – jest on nadawany automatycznie przez system, ale jest możliwość jego korekty manualnej.

Aby to osiągnąć należy w systemie dokonać wyboru:

- kontrahenta - z listy rozwijanej lub dodać nowego kontrahenta,
- modelu (nazwy i symbolu) - z listy rozwijanej lub dodać nowy model.

Po wprowadzeniu w/w danych system budowania zleceń produkcyjnym we współpracy z programem WF MAG automatycznie przedstawia dla wprowadzonych wcześniej modeli listę dodatków wraz z podaniem zużycia jednostkowego na sztukę, określa czas wykonania modelu, podaje jego cenę na podstawie normominut.

2. Przyjmuje dane dotyczące wzoru odzieży – wybór z listy lub poprzez dodanie nowego wzoru z automatycznym nadaniem jego symbolu – w zakresie:

a) informacji dotyczącej tkaniny:

- kod (symbol z opisem) tkaniny zasadniczej wybranej z listy:
 - informacja o szerokości – szerokość tkaniny - wybierana z listy lub wprowadzana manualnie,
 - kurczliwości - po wątku, po osnowie - wybierana z listy lub wprowadzana manualnie,
 - długość wałka,
 - skład tkaniny – np. bawełna,
 - deseń - np. krata,
- kod (symbol z opisem) tkaniny podszewki wybranej z listy:
 - informacja o szerokości – szerokość tkaniny - wybierana z listy lub wprowadzana manualnie,
 - kurczliwości - po wątku, po osnowie - wybierana z listy lub wprowadzana manualnie,
 - długość wałka,
 - skład tkaniny,
- kod (symbol z opisem) tkaniny kieszeniówki wybranej z listy:
 - informacja o szerokości – szerokość tkaniny - wybierana z listy lub wprowadzana manualnie,
 - kurczliwości - po wątku, po osnowie - wybierana z listy lub wprowadzana manualnie,
 - długość wałka,
 - skład tkaniny,

b) informacji dotyczących dodatków (w przypadku kontynuacji produkcji wybiera się je z listy, gdyż odpowiednie dodatki są już przypisane do danego modelu, należy tylko wybrać kolor i kod dodatku, a w przypadku nowego modelu – należy dodatki dodać manualnie i są one automatycznie zapisywane w bazie informacji w programie WF MAG):

- nici - kod/producent – wybór z listy:
 - do wewnątrz,
 - do obrzucania,
 - do rygielków,
 - inne,
- guzików - kod/producent – wybór z listy:
 - kieszeń,
 - pasek,
 - inne,
- taśmy zamkowe - kod/producent – wybór z listy,
- flizelina - kod/producent – wybór z listy,
- lamówka - kod/producent – wybór z listy,
- wszywki - kod/producent – wybór z listy,
- etykiety - kod/producent – wybór z listy,
- inne,

c) czy spodnie będą prane ? – wybór z listy.

3. Przyjmuje dane dotyczące liczby sztuk w odpowiednich rozmiarach (program sam wyliczy łączną liczbę sztuk).

4. Przyjmuje dane dotyczące liczby układów i nadaje im numery – program sam zaproponuje układy na podstawie liczby sztuk w poszczególnych rozmiarach przy następujących założeniach:

- liczba warstw tkaniny jest zależna od grubości tkaniny, łączna grubość nakładu po skompensowaniu nie może być większa niż 25 mm,
- optymalne połączenie rozmiarów w układzie:
 - duży z małym,
 - określenie ilości rozmiarów w układzie,
- długość układu nie może być większa niż 568 cm (dane wyjściowe uwarunkowane możliwością edycji).
- w tabeli z propozycją układów kolumna z liczbą sztuk będzie podzielona na dwie kolumny, tj. ilość sztuk zaproponowana (ustalona automatycznie) i ilość sztuk rzeczywiście wykrojona (edytowalna manualnie).

5. Przyporządkowuje numery egzemplarzowe w pakietach produkcyjnych.

Po zatwierdzeniu danych dotyczących danego zlecenia system budowania zleceń produkcyjnych przekazuje dane dotyczące tego zlecenia w postaci wydruku zawierające:

1) opis techniczny produktu (pobrany z katalogu wzorów/ modeli) zawierający informacje o:

- numerze zlecenia, numerze produkcyjnym, asortymencie (np. spodnie męskie, damskie), nazwie kolekcji, sezonie, sylwetce, wzorze,
- rodzaju kieszeni i ich mocowaniu,
- zaszewkach,
- szerokości paska i sposobie jego wykończenia,
- rodzaju zapięcia paska,
- listewkach,
- rodzaju wykończenia,
- uwagach,

2) zestawienie dodatków niekrojonych wraz z ich zużyciem na zlecenie (zużycie na sztukę, liczbę sztuk),

3) zestawienie dodatków krojonych wraz z ich zużyciem na zlecenie (zużycie na sztukę, liczbę sztuk),

4) procentówkę,

5) propozycję układów do krojenia,

6) zestawienie pakietów produkcyjnych z przyporządkowanymi numerami egzemplarzowymi:

- pakiet uporządkowany od **1 do n,
- pakiety będące wynikiem optymalizacji układów z podziałem na ilość sztuk w nakładzie, rozmiar, wzrost,
- przyporządkowanie numerów egzemplarzowych - następuje od nadania numeru początkowego przez operatora (cyfry 8 w numerach 801-899 lub cyfry 4 w numerach od 401-499 – cyfry dziesiątek i jedności będą nadawane automatycznie – z zachowaniem kolejności. W przypadku układu z 3-ma warstwami w jednym pakiecie znajdują się 3 egzemplarze (np. 801- 803 kolejny pakiet 804 - 806, kolejny 807 - 809, kolejny 810 - 812, kolejny pakiet jest tworzony z układu z 17- ma warstwami i zawiera numery egzemplarzowe od 813 - 820, itd.)

Należy podkreślić, że na każdym z wydruków w jego dolnej części znajdzie się informacja o dacie utworzenia, osobie opracowującej, dacie modyfikacji i osobie modyfikującej zapisy, przy czym w przypadku dokonania modyfikacji osoba modyfikująca będzie musiała podać kod/pin dostępu.

TKANINA (*)

KOD I NAZWA HANDLOWA: (**)

- ☐ ...
 - ☐ ...
 - ☐ ...
 - ☐ ...
- [DODAJ NOWY]

SKŁAD SUROWCOWY: (***)

BAWEŁNA [] %
WEŁNA [] %
LYCRA [] %
.... [] %

...

...

...

...

[DODAJ NOWY]

KOLOR: (**)

- ☐ CZARNY
 - ☐ SZARY
 - ☐ GRANAT
 - ☐
 - ☐
- [DODAJ NOWY]

WYKURCZE: (***)

PO WĄTKU [] %
PO OSNOWIE [] %

DESEŃ: (**)

- ☐ KRATA
 - ☐
 - ☐
 - ☐
- [DODAJ NOWY]

{****}

(*) Podobne listy powinny zostać utworzone dla :

- podszewki
- kieszeni spodni
- guzików
- innych dodatków

(**) W celu wybrania np. koloru użytkownik zaznaczy pożądaną kolor, deseń itp.

(***) W celu podania składu tkaniny lub wykurczy należy manualnie wpisać wartość w odpowiednie rubryki

{****} Listy powinny być importowane z bazy WF-MAG, a dodanie nowych elementów powinno pociągnąć za sobą uaktualnienie danych w bazie WF – MAG - i odwrotnie – dodanie nowych elementów w WF – MAG powinno pociągnąć za sobą uaktualnienie bazy danych w APLIKACJI

Dane dotyczące tkaniny.

DODAJ ROZMIAR I ILOŚĆ SZTUK

PODAJ WZROST: użytkownik wpisze wzrost

PODAJ PAS: użytkownik wpisze pas

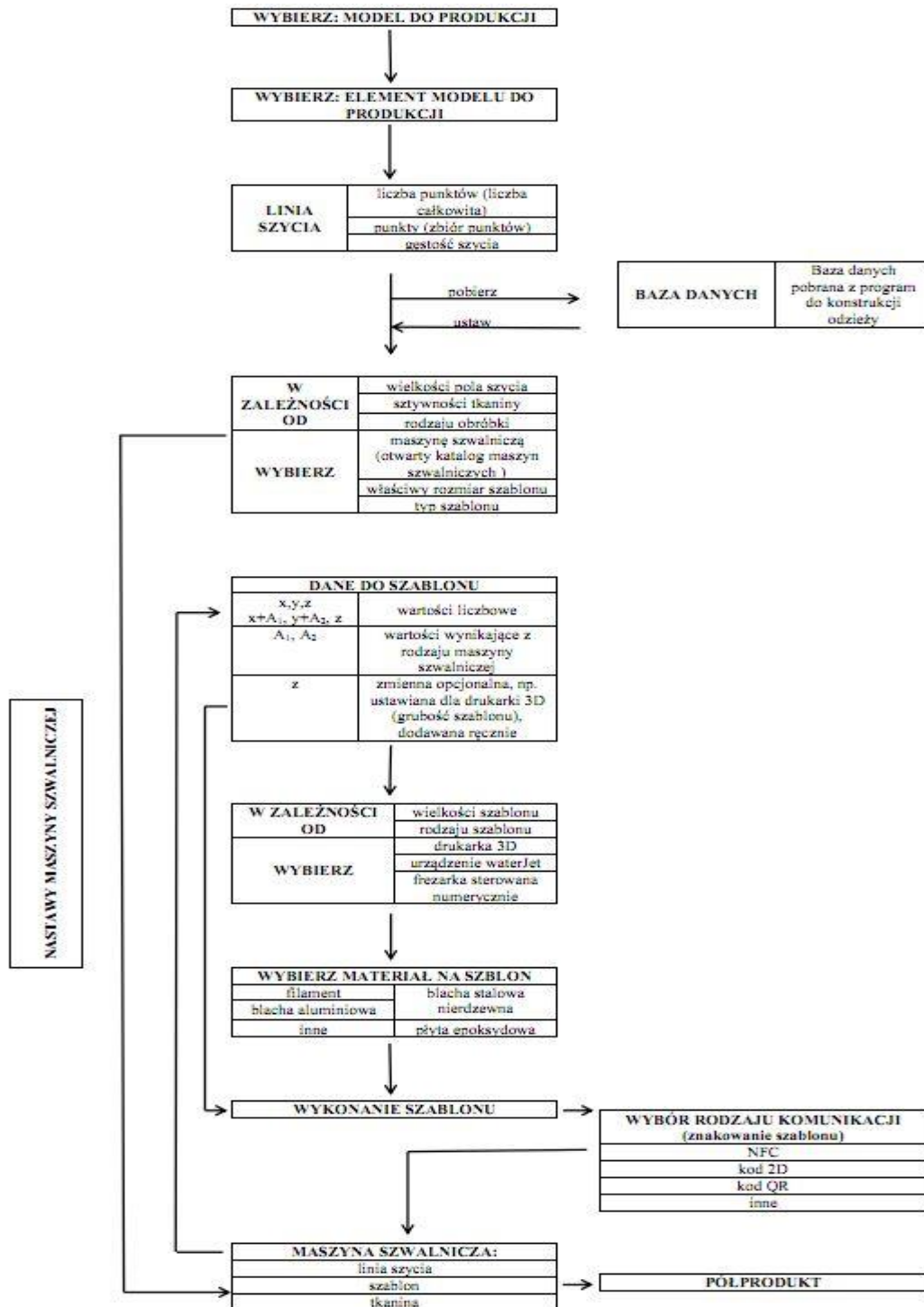
PODAJ ILOŚĆ SZTUK W DANYM ROZMIARZE : użytkownik wpisze ilość sztuk

[ZATWIERDŹ]

Dane dotyczące rozmiarów i ilości.

Dokładnej analizie pod kątem wykonania poddaje się model odzieży, który będzie produkowany. Rozpatruje się możliwości i sposób wykonania poszczególnych jego elementów. Planuje się na jakich maszynach i automatach szwalniczych będą one wykonywane i czy do ich wykonania będą potrzebne odpowiednie narzędzia przytrzymujące elementy obrabianej odzieży. Jeżeli stwierdzi się, że żadne narzędzia nie będą potrzebne, to czeka się na dostawę niezbędnej tkaniny i dodatków, aby zlecenie wpisać do planu produkcji.

Natomiast, jeżeli okaże się, że jednak oprzyrządowanie będzie potrzebne do wykonania zlecenia, to najpierw sprawdza się, czy w magazynie narzędzi jest takie oprzyrządowanie z poprzednich produkcji, czy też nie. Jeżeli nie ma to podejmowane są kroki w celu wyprodukowania odpowiednich narzędzi do maszyn i automatów szwalniczych niezbędnych do produkcji zlecenia.



Schemat systemu produkcji narzędzi.

Do wyprodukowania narzędzi wykorzystuje się urządzenia sterowane komputerowo w celu zapewnienia szybkiego i dokładnego wykonania narzędzia, gdyż do opracowania programów sterujących tymi urządzeniami wykorzystuje się dane pobrane z programu do konstrukcji odzieży. Takie działanie pozwala na wierne odwzorowanie linii szycia niezbędnej do wykonania narzędzia i znacznie skraca czas na opracowanie programu sterującego urządzeniem, które będzie wykorzystane do produkcji narzędzia niezbędnego do odszywania konkretnego elementu odzieży.

Taki system produkcji narzędzi pozwala w krótkim czasie i przy dość niskich kosztach wytworzyć narzędzie do dowolnego automatu szwalniczego, co jest bardzo istotne przy produkcji niewielkich partii odzieży lub nawet pojedynczych sztuk. Przeprowadzone prace wdrożeniowe wykazały, że średni czas potrzebny do wyprodukowania nowego narzędzia wynosi około 14,5 godziny i dzięki zastosowaniu nowej technologii został on znacznie skrócony, gdyż wcześniej wynosił on około 98,5 godziny. Dzięki temu jest możliwość szybkiego wdrożenia do produkcji danego modelu odzieży i obniżenia jego kosztów. Uzyskane efekty z tego tytułu opisane są w pkt. 10 niniejszego opracowania.

Po zgromadzeniu całości oprzyrządowania i asortymentu niezbędnego do wykonania zamówienia planuje się produkcję zlecenia na linii produkcyjnej zgodnie z procesem technologicznym na poszczególnych maszynach i urządzeniach będących w dyspozycji Beneficjenta.

Optymalny system zarządzania produkcją ma możliwość niezawodnego bieżącego monitorowania przepływu elementów odzieży w trakcie trwania procesu produkcyjnego. Dzięki niemu można obserwować na jakim etapie procesu technologicznego znajduje się poszczególne elementy lub egzemplarz odzieży, czy proces ten działa bez zakłóceń, czy też pojawiły się jakieś problemy w czasie produkcji, np. awaria maszyny, zakłócenia w transporcie międzystanowiskowym itp.

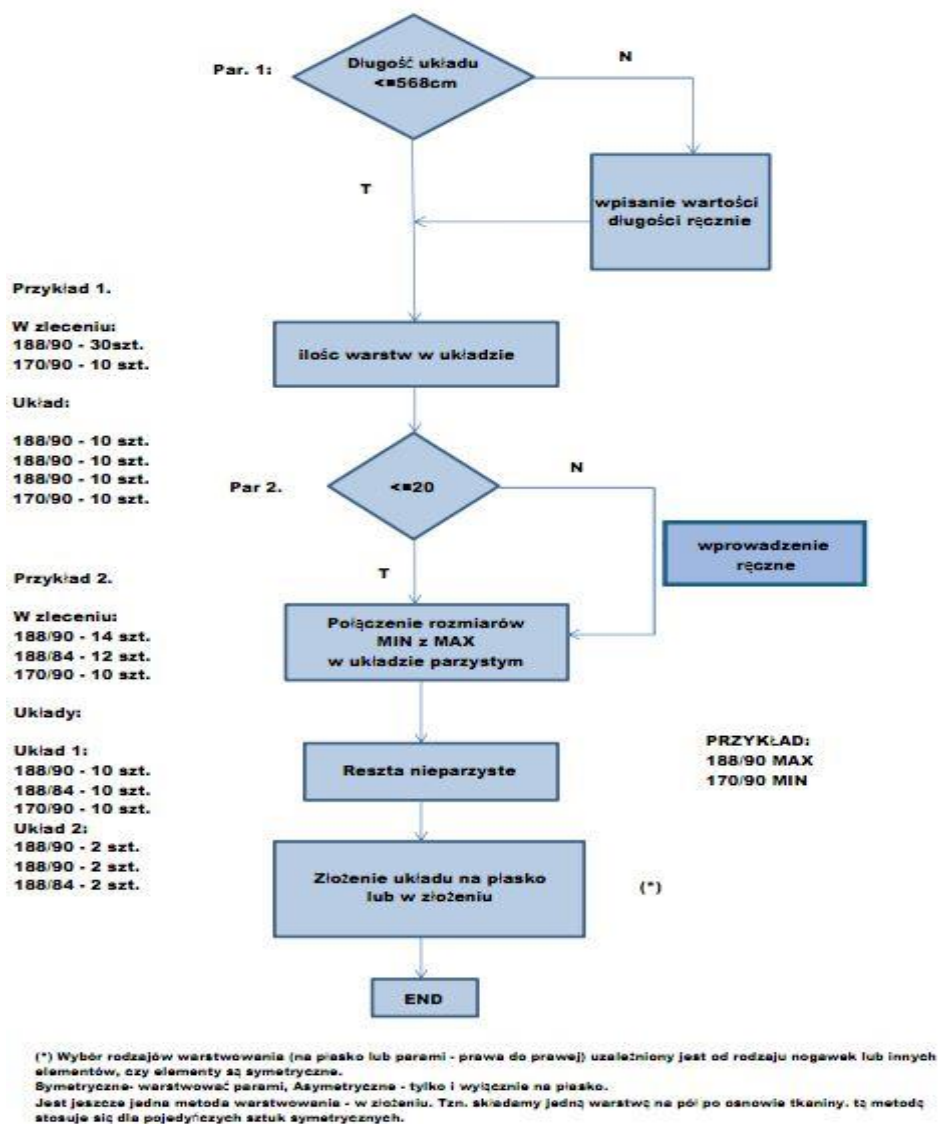
Dlatego też w tym celu zbudowano system monitoringu umożliwiający bieżącą obserwację, na którym stanowisku roboczym znajduje się wybrany element odzieży i pozwalający na natychmiastową reakcję na wszelkie nieprawidłowości zaistniałe podczas produkcji – występujące zarówno podczas transportu elementów odzieży jak i podczas ich obróbki na stanowiskach roboczych.

Posiadanie takich informacji jest niezbędne do lepszego planowania produkcji oraz kontroli wydajności pracy pracowników. Dane takie pozwalają sprawnie zorganizować system produkcji, czyli zapewnić na czas dostawę niezbędnych materiałów/półproduktów, zapewnić wykonanie narzędzi oraz zoptymalizować koszty produkcji, a tym samym przewidzieć termin zakończenia produkcji zlecenia.

Aby monitoring przepływu elementów odzieży w trakcie trwania procesu technologicznego był wiarygodny należy ten proces zacząć jeszcze przed rozkrojem tkaniny. Wtedy ma się pełny obraz procesu produkcji i praktycznie wyklucza to popełnienie jakiegokolwiek błędu przy znakowaniu elementów odzieży.

Jednakże zanim dojdzie do rozkroju tkaniny na podstawie danych zwartych w systemie zarządzania produkcją jest tworzona optymalizacja układów wykroju elementów odzieży przyczyniającą się do obniżenia ilości odpadów tkaniny rozkrawanej. Optymalizację wykonuje się za pomocą programu CUTview (nazwa pliku: CUTview.exe) – program do przeglądania plików z rozkładem wykroju z plików z rozszerzeniem .CUT – pliki takie są generowane m. in. przez program do projektowania wykrojów: AccuMark.

Efekty optymalizacji układów wykroju elementów odzieży są opisane w pkt. 7 niniejszego opracowania.



Schemat tworzenia układów.

Po wykonanej optymalizacji układów wykroju elementów odzieży następuje nadawanie każdemu egzemplarzowi odzieży unikatowego kod tego egzemplarza oraz numeracji poszczególnych jego elementów.

Dokonuje tego opracowany program komputerowy Auto kez (nazwa pliku: auto_kez.exe), który z programu WAPRO Mag z danych dotyczących zlecenia wybiera niezbędne informacje dotyczące wykonywanego zlecenia i nadaje każdemu egzemplarzowi odzieży unikatowy kod tego egzemplarza oraz numerację poszczególnych jego elementów i przekazuje te dane do drukarki drukującej etykiety. Plik ten jest wykorzystywany do wydruku etykiet z tagami NFC z aplikacji NiceLabel.

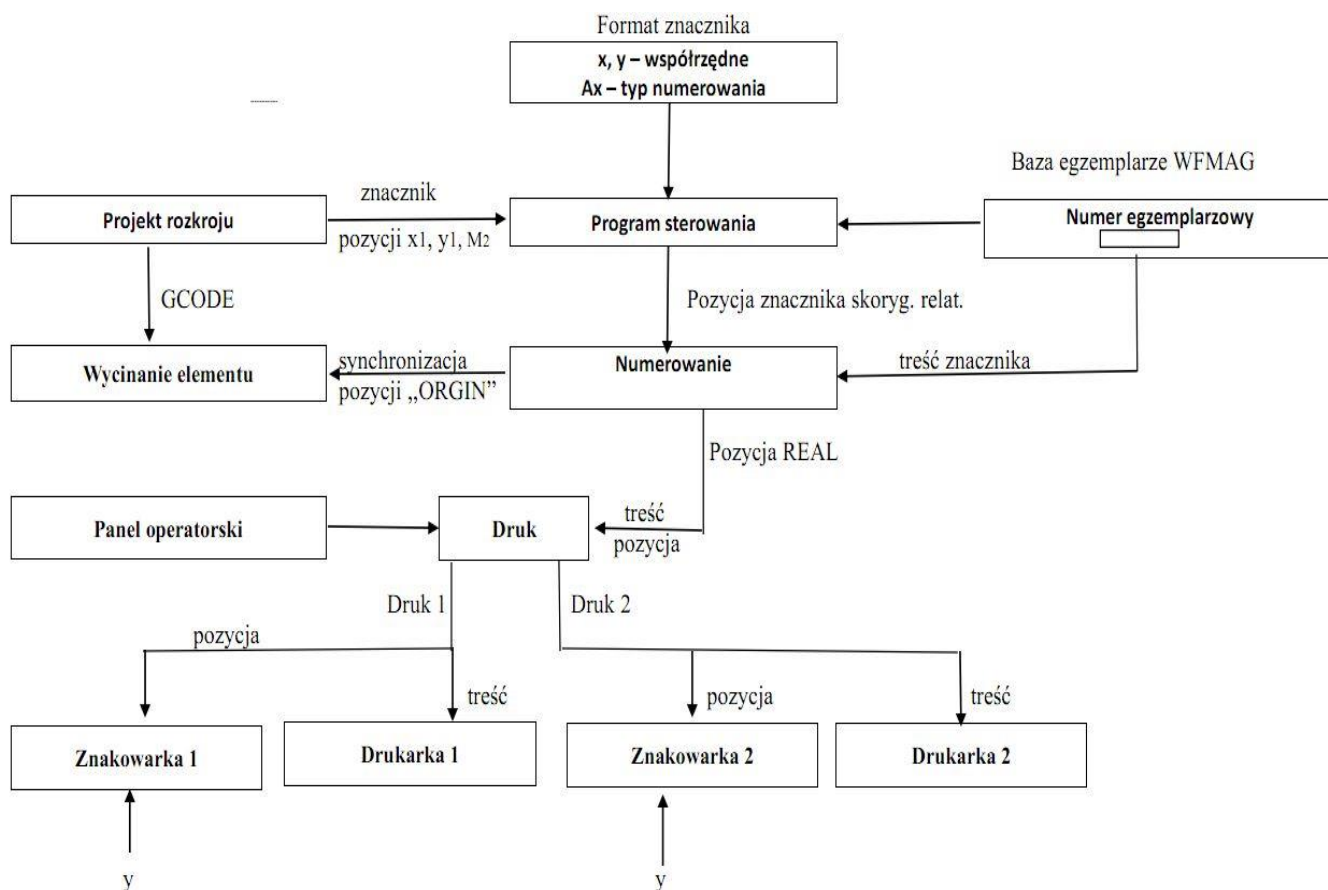
Następnie następuje znakowanie elementów odzieży. Odbyna się ono przy wykorzystaniu samoprzylepnych etykiet z tagami NFC RFID w częstotliwości 13,56 MHz zastępujące dotychczasowe etykiety brakarskie nanoszone na jeden egzemplarz odzieży lub poprzez zwykłe etykiety zawierające cztery ostatnie cyfry numeru egzemplarzowego w celu rozpoznania, które elementy tworzą ze sobą jedną całość danego egzemplarza (produktu). Etykiety otrzymuje się przy pomocy drukarki, która w zależności od potrzeb może drukować kody egzemplarzowe lub programować tagi znajdujące się na etykietach przy wykorzystaniu aplikacji pomostowej nadającej

każdemu egzemplarzowi odzieży unikatowy kod tego egzemplarza oraz numerację poszczególnych elementów danego egzemplarza odzieży.

Natomiast do nanoszenia tych etykiet na elementy odzieży jeszcze przed rozkrojem tkaniny służy urządzenie drukujące – etykietujące umieszczone przy stole do warstwowania tkaniny, które jednocześnie drukuje lub programuje samoprzylepne etykiety z numerami egzemplarzowymi lub tagami i za pomocą aplikatora ustawianego w odpowiednich pozycjach za pomocą silników krokowych nanosi etykiety na tkaninę oznaczając w ten sposób każdy z elementów odzieży.

Najbardziej wydajne jest umieszczenie zespołu aplikującego etykiety na wózkach jezdnych poruszających się na zasadzie układu współrzędnych XOY, co pozwala na znaczne przyspieszenie całego procesu znakowania elementów odzieży, gdyż lagowarka i zespół aplikujący etykiety mogą wtedy pracować jednocześnie. Ponadto taki sposób nanoszenia etykiet jest bardzo precyzyjny.

Etykiety są nanoszone przy wykorzystaniu programu komputerowego, który na podstawie dostarczonego projektu linii rozkrojów tkaniny wskazuje miejsca nanoszenia etykiet oznaczającej dany wykrój elementu odzieży na kolejnych warstwach i przekazuje te dane do urządzenia etykietującego. Etykiety są nanoszone z pewną rotacją w tym celu, aby w kolejnych warstwach nie były one nałożone dokładnie w tym samym miejscu. Nałożenie w tym samym miejscu spowodowałoby znaczne pogrubienie nakładu tkaniny, co wpływałoby na zniekształcenie wymiarów wykrawanych elementów.



Typ numerowania

Axy – A – numerowanie w pionie
zakres + – x
krok y

Bxy – B – numerowanie w poziomie
zakres + – y
krok y

Cxy – C – numerowanie po okręgu
x – średnica okręgu
y – krok w stopniach

Dx – numerowanie w punkt

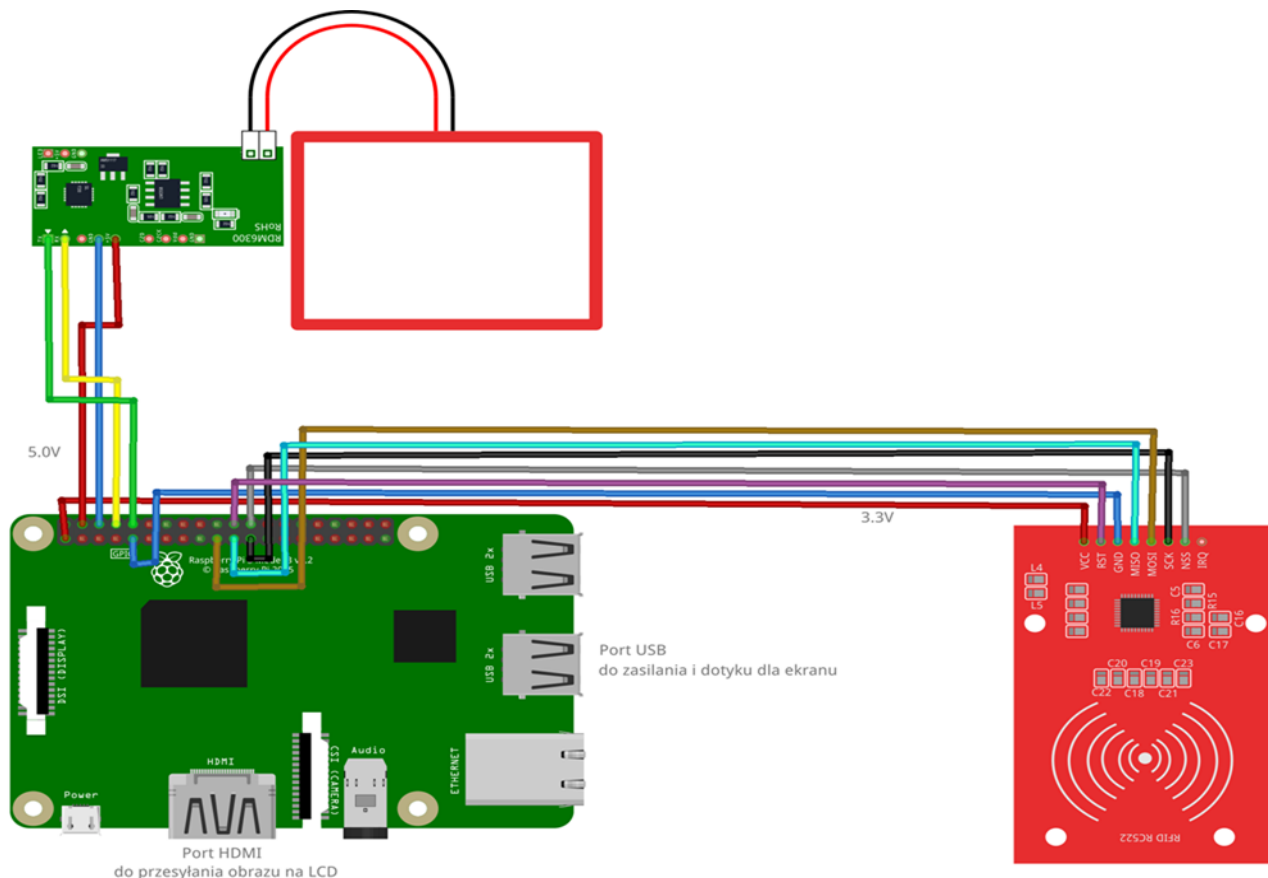
Schemat działania urządzenia do drukowania i nanoszenia etykiet.

Przeprowadzone testy wykazały, że tylko aplikator składający się z 4 ssawek i tworzących blok 4 x 1 ssawek do nanoszenia wydrukowanych etykiet na elementy odzieży właściwie spełnia swoją rolę, gdyż w przypadku aplikatora etykiet składającego się z większej ilości ssawek pneumatycznych zespół ssawek poprawnie pobiera rząd tylko 4 pierwszych etykiet, natomiast kolejnych rzędów 4 etykiet nie może pobrać, gdyż w momencie ich zassania przez ssawki nie są one jeszcze oddzielone przez separator od taśmy, na której się znajdują. Z tego powodu podciśnienie występujące w ssawkach nie jest w stanie ich odkleić od taśmy.

Ponieważ nie udało się znaleźć drukarki, która mogłaby drukować więcej niż 4 etykiety na szerokości taśmy zawierającej etykiety, to z konieczności pozostano z aplikatorem składający się z 4 ssawek. Tak oznakowane na kolejnych warstwach tkaniny elementy odzieży są wykrawane, a następnie przekazywane do poszczególnych stanowisk roboczych. Przeprowadzone w ramach prac wdrożeniowych testy wykazały, że na wszystkich elementach odzieży etykiety zostały prawidłowo naniesione, nie odklejają się samoczynnie, a po ich odklejeniu na pozostawiają żadnego śladu na tkaninie, umieszczone etykiety nie mają wpływu na dokładność wykonanych wykrojów, czyli zostały spełnione wszelkie oczekiwania w tym względzie.

Od tego momentu bardzo ważne jest bieżące monitorowanie przepływu elementów odzieży w trakcie trwania procesu produkcyjnego. Do tego celu służą terminale stanowiskowe wraz czytnikami tagów NFC umieszczone na poszczególnych stanowiskach roboczych podłączone do wykonanej wewnętrznej sieci internetowej doprowadzonej do każdego stanowiska roboczego.

Terminale zbudowano w oparciu o mikrokomputer Raspberry Pi, co pozwala na jego wielką funkcjonalność, bo oprócz odczytywania danych z tagów RFID oraz kart pracowniczych, umożliwiają pracownikowi również podgląd pomocy dotyczącej wykonywanej czynności w postaci schematów, opisów jak wykonywać daną czynność i krótkich filmów.



Schemat terminala opartego o mikrokomputer Raspberry Pi 3B+.

W terminalach zastosowano wyświetlacz dotykowy 7", który w razie potrzeb może być większy np. 10", ale ze względu na ograniczone miejsce na stanowiskach roboczych zdecydowano się na wyświetlacz 7". Wyświetlacz stwarza możliwość wyświetlania wielu wiadomości istotnych dla pracowników podczas produkcji. Zastosowano rozbudowaną klawiaturę dotykową zlokalizowaną na wyświetlaczu. Zastosowano moduł czytnika RFID HF (13,56 MHz) oraz czytnika RFID LF (125 kHz).

Mikrokomputer pracuje pod kontrolą systemu Raspbian – system GNU/Linux (oparty o dystrybucję Debian) dla procesorów ARM. Do celów testowych aplikacja serwerowa została napisana w języku pascal w środowisku programistycznym Lazarus. Jedynie do pobierania tagów NFC został napisany skrypt w języku Python – w tym celu wykorzystano biblioteki: spidev oraz MFRC522-python – w tym przypadku konieczne było wprowadzenie zmian pozwalających na prawidłowy odczyt tekstu z tagów NFC w pliku SimpleMFRC522.py.

Czytnik RFID LF – do uwierzytelniania pracownika – został podpięty pod piny UART oraz z napięciem 5V i GND, natomiast czytnik RFID HF – do skanowania produktów – pod piny SPI, z napięciem 3,3V, GND oraz pin nr 22.

Terminale te umożliwiają gromadzenie w bazie danych informacji o pracownikach i obrabianych elementach odzieży, które następnie można wykorzystywać w celu wykonywania różnych analiz, np. wyliczania łącznego czasu pracy dla danego modelu, a tym samym jego kosztów produkcji, wydajności produkcji każdego pracownika, a nawet naliczania płac itp.

Praca terminala rozpoczyna się od zalogowania pracownika na konkretnym stanowisku roboczym poprzez włożenie pracowniczej karty RFID do czytnika terminala. Aplikacja terminala zainstalowana na tym terminalu wysyła informacje do bazy danych, a system sprawdza, czy pracownik posiada uprawnienia do logowania się na tym stanowisku, a jeżeli tak, to dopuszcza go do pracy na danym stanowisku wysyłając do terminala informacje o poprawności zalogowania. W przypadku przemieszczenia się do innej strefy pracownik jest zmuszony wylogować się ze stanowiska roboczego poprzez zabranie karty z czytnika, która jest mu potrzebna, aby opuścić tę strefę przez system ewidencji ruchu pracowników przez bramkę obrotową z czytnikiem RFID.

Pracownik przed przystąpieniem do obrabiania danego elementu odzieży odczytuje tag NFC zawierający unikatowy numer egzemplarzowy przypisany obrabianemu elementowi będący na etykiecie znajdującej się na każdej paczce lub pojedynczym egzemplarzu poprzez zbliżenie tej etykiety do czytnika tagów.

Po sczytaniu danych przez czytnik aplikacja zainstalowana na terminalu stanowiskowym wysyła je do bazy danych, w której znajdują się wszystkie informacje dotyczące danego numeru egzemplarzowego. Na podstawie przesłanych danych program wybiera z tej bazy odpowiednie informacje i wyświetla je na terminalu. Wtedy pracownik ma obowiązek wybrać odpowiednią czynność, którą będzie wykonywać spośród listy czynności przypisanych przez administratora danych do poszczególnych stanowisk roboczych w zależności od rodzaju stanowiska oraz aktualnie szytego modelu odzieży.

Po zakończeniu danej czynności pracownik sczytuje etykietę z następnego elementu odzieży co jest traktowane jako zakończenie czynności dokonywanej na poprzednim elemencie odzieży.

Program rejestruje wszystkie informacje o czynnościach, tj. rodzaj wykonywanych czynności, godziny ich wykonywania i czas ich trwania. W przypadku przerwania wykonywanej czynności należy podać powód jej przerwania wybierając odpowiednią opcję z listy wybieranej oraz czas przerwy.

Dodatkowo pracownik ma możliwość za pomocą terminala stanowiskowego komunikowania się z bazą danych i menadżerem. Może on przesłać wiadomość do menedżera, przekazać informację o przerwaniu wybranej czynności, prośbę o pomoc brygadzysty lub prośbę o zapoznanie się z rysunkami technicznymi dotyczącymi danego modelu odzieży, jego opisem itp.

Dokładny sposób użytkowania systemu do kontroli produkcji dokładnie opisany jest w instrukcji stanowiącej załącznik do niniejszego opracowania.

Podczas testów sprawdzano na kilku stanowiskach roboczych właściwe działanie terminali stanowiskowych. Okazało się, że w kilku przypadkach wystąpiły problemy z nawiązaniem łączności z bazą danych zlokalizowaną na serwerze. Było to związane z zakłóceniami w pracy sieci WiFi. Aby wyeliminować stwierdzony problem, który w znaczący sposób może rzutować na przebieg całego procesu produkcyjnego, postanowiono wykonać się wewnętrzną sieć komputerową przewodową LAN, do której podłączono przewodami terminale stanowiskowe. Poprzez takie działanie zupełnie wyeliminowano stwierdzony problem.

Dzięki opracowanej aplikacji menedżer może wygenerować pliki z odpowiednimi statystykami dla danego stanowiska, wybranych lub wszystkich stanowisk roboczych, natomiast sam pracownik dla własnej wiedzy może wygenerować statystyki dla własnego stanowiska roboczego.

Dane pozyskane w wyniku logowania się pracowników na swoich stanowiskach roboczych i monitoringu produktów wykorzystywane są w oprogramowaniu księgowo – płacowym WAPRO używanym w firmie.

Dane te najpierw zbierane są w zestawieniach poszczególnych czynności produkcyjnych wykonywanych w firmie w danym miesiącu wraz z podaniem czasu wykonania tej czynności. Przy każdej czynności są wykazywane nazwiska osób, które wykonywały daną czynność i ilość sztuk, w których dana osoba konkretną czynność wykonała oraz numer zlecenia produkcyjnego, w którym ta czynność została wykonana. Automatycznie jest zliczana łączna ilość normominut wykonanych przez daną osobę przy tej czynności w okresie miesiąca.

OS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W								
1																			Sztuki	Czas	Nazwisko	czas x sztuki									
2	Czynność: Dosz. "łącznika" do worka kiesz 2 do szt.-James Stev Czas: 0,450																	0,45													
3	Imię i nazwisko 30337 WYKROJE VIPO																	0													
4	Solak A 310																	0		310	0,45	Solak A		139,5							
5	Kyc T 29																	0		29	0,45	Kyc T		13,05							
6																		0			0,45										
7																		0			0,45										
8																		0			0,45										
9																		0			0,45										
10	Suma 339																	0			0,45										
11																		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Czynność: Dosz. pateczki do zapięcia guzika przy okrążku Czas: 0,580																	0,58													
13	Imię i nazwisko 30337 WYKROJE VIPO																	0													
14	Różańska H 28																	0		28	0,58	Różańska		16,24							
15	Głodowska S 311																	0		311	0,58	Głodowska		180,38							
16																		0			0,58										
17																		0			0,58										
18																		0			0,58										
19																		0			0,58										
20	Suma 339																	0			0,58										
21																		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Czynność: Doszycie bileterki do boczka II igł. Czas: 0,650																	0,65													
23	Imię i nazwisko 42 roy 43 roy 44 roy 45 roy 46 A n 46 B n 46 C n 46 D n 46 roy 47 Roy 48 A R 48 B n 48 ROY																	0													
24	Kozyna R 17 57 14 16 15																	0		119	0,65	Kozyna R		77,35							
25	Rak J 79 43 22 52																	0		196	0,65	Rak J		127,4							
26																		0			0,65										
27																		0			0,65										
28																		0			0,65										
29																		0			0,65										
30	Suma 38 49 72 71 17 57 14 16 15 79 43 22 52																	0			0,65										
31																		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Czynność: Doszycie etykiety kartonowej do paska Czas: 0,200																	0,2													

marzec_karty do wydruku
marzec
marzec_przezt

Przykładowe zestawienie poszczególnych czynności produkcyjnych wykonywanych w firmie.

Następnie są tworzone zestawienia pracowników wraz z łączną ilością normominut wykonanych przez danego pracownika w okresie miesiąca we wszystkich czynnościach produkcyjnych i zleceniach przez niego wykonanych. W podsumowaniu tego zestawienia uzyskuje się całkowitą ilość normominut wykonanych przez wszystkich pracowników produkcyjnych w okresie miesiąca.

	A	B	C	D	E	F
1	Marzec 2019					
2	Etykiety wierszy ▾	Suma z czas x sztuki				
3		0				
4	Burdzan M	109,52				
5	Burdań M	4683,8				
6	Bzowska M	3922,15				
7	Bździuch K	3388,14				
8	Charkot D	663,3				
9	Dziwa D	2273,78				
10	Gil B	3839,61				
11	Głodowska S	3947,68				
12	Górecka B	1377,87				
13	Hejzner E	3402,918				
14	Kapka E	2727,2				
15	Kmieć A	3800,9				
16	Kościelska J	4415,38				
17	Kowalik G	5374,77				
18	Kozyra R	2549,83				
19	Kucharska K	4203,1				
20	Kyc T	2806,03				
21	Łuczyn T	3036,05				
22	Małyszek D	940,5				
23	Małyszek J	722,6				
24	Myszak A	4582,15				
25	Myszak I	2242,5				
26	Obszańska G	7159,36				
27	Pawłoszek T	2146,6				
28	Radawska B	1471,064				
29	Rak J	1350,56				
30	Różańska H	4634,21				
31	Sędlak M	5384,29				
32	Solak A	5370,05				
33	Sprysak E	2918,13				
34	Stadnicka A	7851,45				
35	Tujaka A	1256				
36	Zyń A	2562,295				
37	Suma końcowa	107113,787				
38						

Przykładowe zestawienie normominut wypracowanych przez danego pracownika w okresie miesiąca rozliczeniowego.

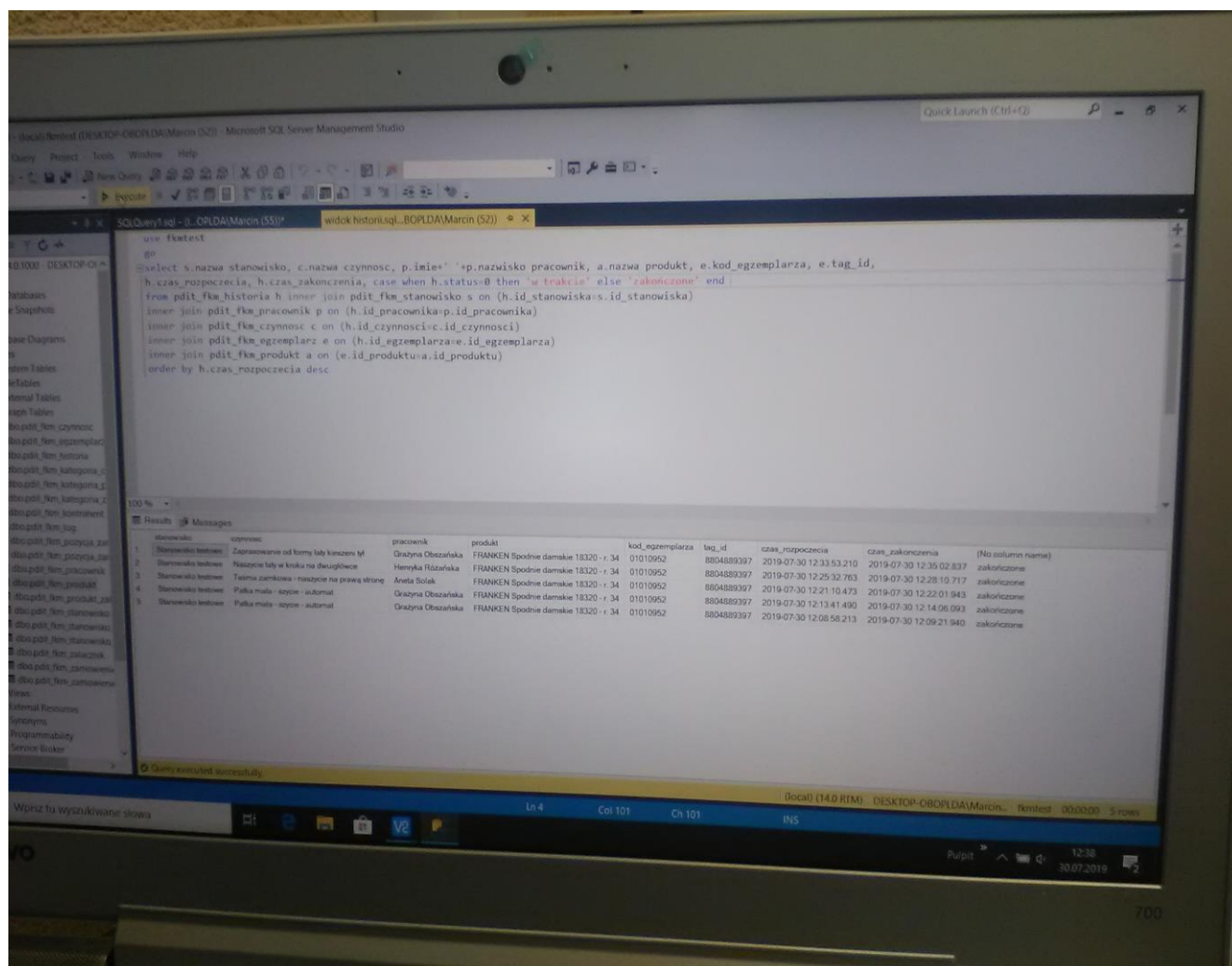
	A	B	C	D	H	J	K	
1								
2	lp.	nazwisko i imię	Razem	Styczeń 2019	Luty 2019	Marzec 2019		
3								
4		Agata uczennica	0					
5		Bednarz A	0					
6		Bochniak G	0					
7		Burdzań M	5356,52		563,2	4793,32		
8		Bzowska M	5800,35		1878,2	3922,15		
9		Bździuch K	4205,04		816,9	3388,14		
10		Ciosmak A	0					
11		Charkot D	875		211,7	663,3		
12		Dziewa D	3721,38		1447,6	2273,78		
13		Gil B	3839,61		0	3839,61		
14		Głodowska S	4801,08		853,4	3947,68		
15		Górecka B	4279,47		2901,6	1377,87		
16		Hejzner E	3402,918		0	3402,918		
17		Kapka E	4082,6		1355,4	2727,2		
18		Kimak E	0					
19		Kita R	0					
20		Kmieć A	4218,9		418	3800,9		
21		Kościelska J	5295,8		880,42	4415,38		
22		Kowalik G	5646,27		271,5	5374,77		
23		Kozyra R	4539,63		1989,8	2549,83		
24		Kucharska K	4989,55		786,45	4203,1		
25		Kyc T	4943,542		2137,512	2806,03		
26		Łuczyn T	3861,35		828,3	3036,05		
27		Malec P	0					
28		Małyśzek D	2670,9		1730,4	940,5		
29		Małyśzek J	983		260,4	722,6		
30		Maria Ukrainka	0					
31		Myszak A	6280,05		1697,9	4582,15		
32		Myszak I	3401,9		1159,4	2242,5		
33		Nizio D	0					
34		Obszańska G	9620,46		2461,1	7159,36		
35		Pawłoszek T	3535,5		1388,9	2146,6		
36		Radawska B	1471,064		0	1471,064		
37		Rak J	4947,748		3597,188	1350,56		
38		Różańska H	5703,41		1069,2	4634,21		
39		Sędłak K	0					
40		Sędłak M	6301,17		916,88	5384,29		
41		Solak A	6336,95		966,9	5370,05		
42		Sprysak E	3464,13		546	2918,13		
43		Stadnicka A	8284,55		433,1	7851,45		
44		Tujaka A	3681,6		2425,6	1256		
		plące	karty	dane	lista dodatkowa	Czop Alfred	Myszak I	Starchak T.

Przykładowe zestawienie normominut wypracowanych przez danego pracownika w okresie dwumiesięcznym.

Na podstawie informacji uzyskanych o ilościach normominut wypracowanych przez danego pracownika w okresie miesiąca rozliczeniowego jest naliczane mu wynagrodzenie. Jednakże ze względu na ochronę danych osobowych nie można ujawnić zestawienia przedstawiającego wysokość wypłacanego wynagrodzenia.

System pozwala na wykorzystanie danych pozyskanych w wyniku logowania się pracowników na swoich stanowiskach roboczych i monitoringu produktów nie tylko w oprogramowaniu księgowo – płacowym WAPRO używanym w firmie, ale przede wszystkim w zarządzaniu produkcją mając pełną kontrolę procesu produkcyjnego łącznie z zaopatrzeniem w niezbędne materiały oraz pełen obraz wydajności produkcji i wydajności poszczególnych pracowników.

Zgromadzone dane pozwalają kadrze zarządzającej firmą na sprawne zarządzanie produkcją, by jej wydajność była jak największa.



The screenshot shows a SQL query in Microsoft SQL Server Management Studio. The query is a complex JOIN statement involving tables for workstations, tasks, employees, products, and production orders. The result set displays a list of production orders with columns for workstation, task, employee, product, order ID, task ID, start time, and end time. The status of each order is indicated as 'w trakcie' (in progress) or 'zakończono' (completed).

stanowisko	czynnosc	pracownik	produkt	kod_egzemplarza	task_id	czas_rozpoczecia	czas_zakonczenia	(No column name)
1. Stanowisko testowe	Zaprawianie od formy łyki kamieniem łył	Gracyna Obozarska	FRANKEN Spodnie damskie 18320 - r. 34	01010952	8804889397	2019-07-30 12:33:53.210	2019-07-30 12:35:02.837	zakończono
2. Stanowisko testowe	Naszywanie łył w kółko na dwugłowie	Henryka Różarska	FRANKEN Spodnie damskie 18320 - r. 34	01010952	8804889397	2019-07-30 12:25:32.763	2019-07-30 12:28:10.717	zakończono
3. Stanowisko testowe	Taśma zarkłasy - maszynę na prawą stronę	Aneta Solak	FRANKEN Spodnie damskie 18320 - r. 34	01010952	8804889397	2019-07-30 12:21:10.473	2019-07-30 12:22:01.943	zakończono
4. Stanowisko testowe	Półka moda - szycie - automat	Gracyna Obozarska	FRANKEN Spodnie damskie 18320 - r. 34	01010952	8804889397	2019-07-30 12:13:41.490	2019-07-30 12:14:06.093	zakończono
5. Stanowisko testowe	Półka moda - szycie - automat	Gracyna Obozarska	FRANKEN Spodnie damskie 18320 - r. 34	01010952	8804889397	2019-07-30 12:08:58.213	2019-07-30 12:09:21.940	zakończono

System zarządzania produkcją - dane o produkowanym zleceniu

Pozyskane dane z systemu monitorowania przepływu elementów odzieży w procesie produkcyjnym są niezbędne do zorganizowania optymalnego automatycznego transportu międzystanowiskowego. Aby go sprawnie zorganizować należy dokładnie znać przepływ elementów odzieży w procesie produkcyjnym pomiędzy poszczególnymi stanowiskami roboczymi, wydajności tych stanowisk oraz zapotrzebowanie na tych stanowiskach na dane elementy odzieży. Wykonany system właśnie na to pozwala.

Jak wykazały badania transport wewnętrzny powinien opierać się na autonomicznych robotach mobilnych sterowanych systemem laserowego mapowania terenu poruszających się po podłożu hali produkcyjnej, gdyż jest on najbardziej przydatny, najbardziej elastyczny, który łatwo przystosować do szybko zmieniających się potrzeb produkcyjnych Beneficjenta. Roboty takie mogą transportować pomiędzy stanowiskami roboczymi wózki z elementami odzieży w postaci pakietów lub w stanie zawieszonym.



Wózek do przewożenia paczek z wykrojonymi elementami odzieży i obrabianych elementów w stanie zawieszonym wraz z transportującym go robotem.

W przypadku zmiany produkcji na inny model wymagającej przestawienia stanowisk roboczych roboty mobilne bez żadnego problemu mogą niektóre stanowiska robocze pominąć (na którym dany model nie wymaga obróbki) i skierować się do właściwych stanowisk. Odbywa się to bardzo szybko i praktycznie w sposób bezkosztowy. Gdy występują tzw. „wąskie gardła” na niektórych stanowiskach roboczych, można te stanowiska zdublować, aby przyspieszyć proces produkcji. Wtedy taki rodzaj transportu szybko dostosowuje się do nowych potrzeb. Przeprowadzone testy w warunkach rzeczywistych przy wykonywaniu różnych zamówień produkcyjnych wykazały, że doskonale spełnia on swoją rolę. Największą jego zaletą jest jego wielka elastyczność. Przestawienia go do nowych zadań trwa bardzo krótko i wymaga tylko zmiany kolejności przypisanych mu czynności.

Tylko transport oparty na autonomicznych robotach mobilnych zapewnia niezawodny transport obrabianych elementów odzieży do poszczególnych stanowisk roboczych na określony czas i w określonych ilościach. Transport powinien być tak zorganizowany, aby dostawy na stanowiska robocze zawsze były na czas, by nie było przestojów na tych stanowiskach, a jednocześnie nie za duże, by nie zakłócały pracy tych stanowisk. Ten system transportu spełnia te warunki.

Obserwując logowanie się półproduktów na poszczególnych stanowiskach roboczych łatwo jest sprawdzić, czy transport działa prawidłowo, czy roboty przemieszczają się właściwie po kolei do poszczególnych stanowisk roboczych zgodnie z procesem technologicznym. W przypadku zatrzymania się robota pomiędzy stanowiskami roboczymi jest to łatwo zauważyć, gdyż wtedy brak jest logowania się półproduktów na kolejnym stanowisku. Podobnie łatwo stwierdzić poruszanie się robota do niewłaściwych stanowisk. Wtedy należy szybko sprawdzić jaka jest tego przyczyna lub

skorygować trasę przemieszczania się robotów, aby nie wpłynęło to znacząco na wydajność produkcji. Sprawdza się czy nastąpiła awaria robota transportowego, czy też stało się to z innej przyczyny.

Dzięki opracowanej aplikacji uzyskuje się dane na temat logowania się danego półproduktu na poszczególnych stanowiskach roboczych i czas jego obróbki na danym stanowisku. Dzięki takim danym jest możliwość dostosowania wewnętrznego transportu automatycznego do potrzeb produkcji poprzez określenie czasu dostawy do danego stanowiska roboczego elementu obrabianego, ich ilości, kolejności poruszania się robota mobilnego pomiędzy poszczególnymi stanowiskami roboczymi itp.

Aplikacja zarządzania procesem produkcyjnym umożliwia kierowanie procesem produkcji odzieży od chwili pozyskania zlecenia od klienta, zamawianie niezbędnych tkanin i dodatków do jego produkcji oraz opracowanie potrzebnego oprzyrządowania do automatów i maszyn szwalniczych, oznakowanie elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny, a później śledzenia przepływu elementów odzieży w trakcie trwania procesu produkcyjnego oraz czasu pracy pracowników na poszczególnych stanowiskach roboczych, zarządzanie produkcją oraz automatycznym transportem międzystanowiskowym.

Przeprowadzone testy w warunkach rzeczywistych potwierdziły, że jest to optymalny dla Beneficjenta system zarządzania produkcją przyczyniający do zwiększenia wydajności i jakości pracy oraz organizacji zaopatrzenia, a więc do optymalizacji kosztów produkcji, co jest nadrzędnym celem Beneficjenta, co pozwoli mu na posiadanie przewagi konkurencyjnej na obecnym rynku odzieżowym w stosunku do innych producentów odzieży.

4. Metoda znakowania elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny.

Na podstawie przeprowadzonych badań opracowano metodę oraz prototyp urządzenia ściśle współpracującego z systemem zarządzania produkcją służącego do znakowania poszczególnych elementów odzieży jeszcze przed rozkrojem tkaniny za pomocą etykiet z numerami egzemplarzowymi lub tagów (zastępujących dotychczasową metkę brakarską) oraz nanoszenia ich na elementy odzieży na kolejnych warstwach tkaniny nakładanych na stole maszyny do rozkroju. Nanoszenie etykiet odbywa się w tym samym czasie co rozkładanie kolejnych warstw materiału i ich odcinanie.

Istotą opracowanego urządzenia do znakowania elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny wykorzystującego stół lagowarki, posiadającego drukarkę, podajnik i aplikator etykiet jest to, że korzysta on ze stołu lagowarki o prostokątnym zarysie blatu, na którego dłuższych bokach zamocowane są prowadnice. Z każdą z prowadnic zintegrowana jest platforma. Platformy połączone są za pomocą belki konstrukcyjnej. Na każdej z platform znajduje się drukarka oraz do każdej z platform zamocowana jest para rolek współpracujących z drukarką: rolka wydająca taśmę z etykietami i rolka nawijająca pustą taśmę po pobraniu etykiet. Do każdej z platform zamocowany jest separator etykiet, a pomiędzy platformami znajduje się mechanizm podnoszący i przesuwający ssawki wzdłuż linii belki konstrukcyjnej.

Mechanizm przesuwający ssawki składa się z zamocowanej do belki konstrukcyjnej prowadnicy ślizgowej oraz zamocowanego równolegle do niej pasa zębatego przenoszącego napęd z silnika krokowego. Z prowadnicą ślizgową i z pasem zębatym współpracuje siłownik pneumatyczny z zamocowanymi do jego końca ssawkami.

Drukarka do etykiet posiada antenę programowania tagu znajdującego się na etykietach. Tag służy do przenoszenia informacji zawartych w numerze egzemplarzowym w procesie identyfikacji

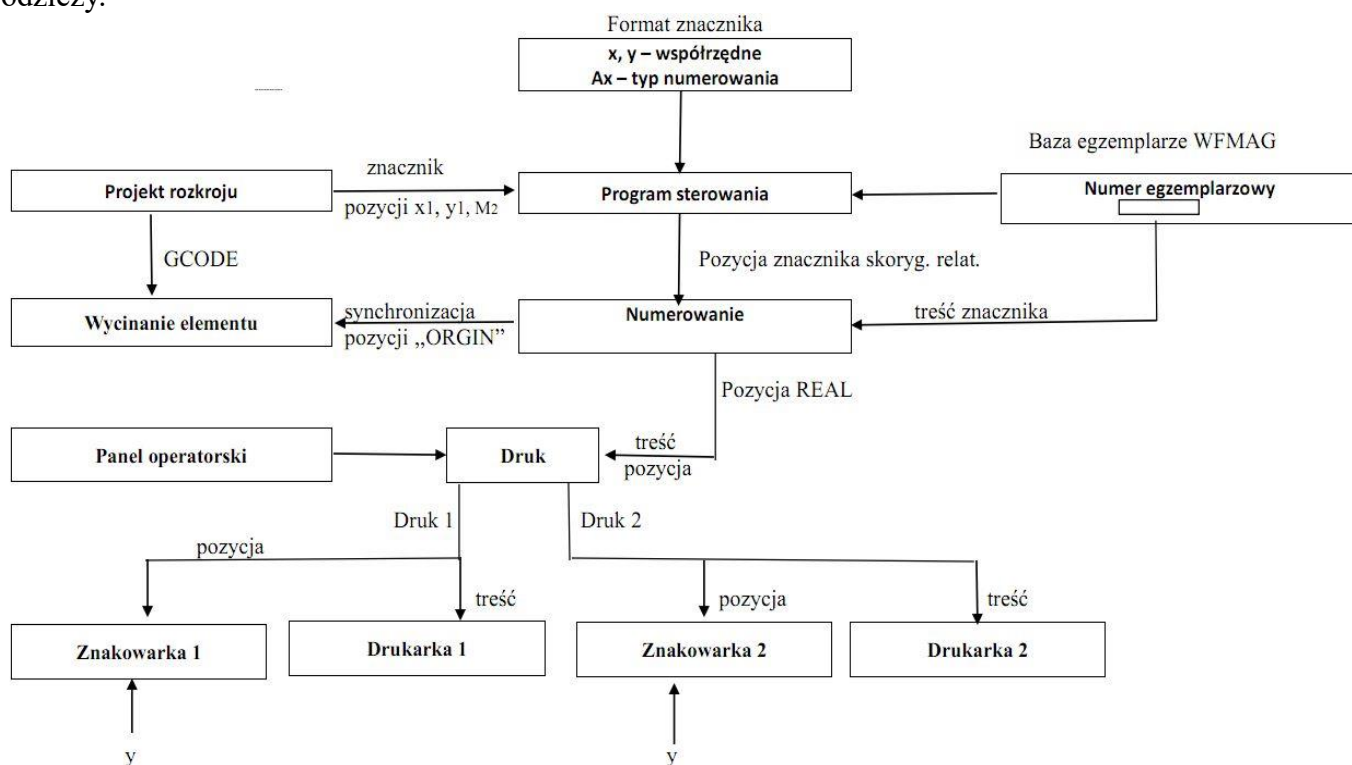
produktu. Przy obecnej dostępnej technologii najkorzystniej jest, gdy tag posiada moduł NFC w technologii RFID o częstotliwości 13,56 MHz.

Istotą sposobu znakowania elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny za pomocą etykiet jest to, że za pomocą drukarki nanosi się oznakowanie w postaci znaków na etykiety rozmieszczone kolejno na taśmie lub programuje tagi, w zależności od potrzeb. W dalszej kolejności fragment taśmy z zadrukowanymi etykietami przewija się do separatora, za pomocą którego oddziela się etykiety od taśmy i transportuje się etykiety za pomocą mechanizmu podnoszącego i przesuwającego ssawki nad materiał w wybranym położeniu, po czym przykleja się etykiety do materiału.

Opracowany program komputerowy Auto kez (nazwa pliku: auto_kez.exe) z programu WAPRO Mag z danych dotyczących zlecenia wybiera niezbędne informacje dotyczące wykonywanego zlecenia i nadaje każdemu egzemplarzowi odzieży unikatowy kod tego egzemplarza oraz numerację poszczególnych jego elementów i przekazuje te dane do drukarki drukującej etykiety, plik ten jest wykorzystywany do wydruku etykiet z tagami NFC z aplikacji NiceLabel,

Za pomocą drukarki w zależności od potrzeb drukuje się kody kreskowe lub numery egzemplarzowe wyrażone znakami graficznymi, zwłaszcza cyframi arabskimi lub literami albo opcjonalnie za pomocą anten programowania tagu programuje się etykiety z tagami.

Należy podkreślić, że program komputerowy do realizacji sposobu znakowania elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny „Znakowanie” na podstawie dostarczonego projektu linii rozkrojów tkaniny wskazuje miejsca naniesienia etykiet oznaczającej dany wykrój elementu odzieży na kolejnych warstwach i przekazuje te dane do urządzenia etykietującego i drukarki. W programie możliwe jest, aby wskazanie miejsca naniesienia etykiet wykonywane było przez konstruktora odzieży.



Typ numerowania

Axy – A – numerowanie w pionie
zakres + – x
krok y

Bxy – B – numerowanie w poziomie
zakres + – y
krok y

Cxy – C – numerowanie po okręgu
x – średnica okręgu
y – krok w stopniach

Dx – numerowanie w punkcie

Schemat działania urządzenia do drukowania i nanoszenia etykiet.

Ponieważ przeprowadzone badania wykazały, że nakładanie etykiet w tych samych miejscach powoduje punktowe zwiększenie wysokości nakładu w miejscach aplikacji etykiet, co wpływa na zmianę kształtu wykrawanych elementów w zależności od wielkości elementu, w elementach o niewielkich rozmiarach pobranych z najwyższych warstw nakładu zmiana wymiarów w miejscu nałożenia etykiety była największa, program to uwzględnia i nakłada etykiety z pewną rotacją.

Przeprowadzone badania pogrubień i zniekształceń wymiarów przy różnych rozmiarach etykiet, różnych tkaninach i różnej ilości warstw, bez rotacji i z rotacją dały następujące wyniki:

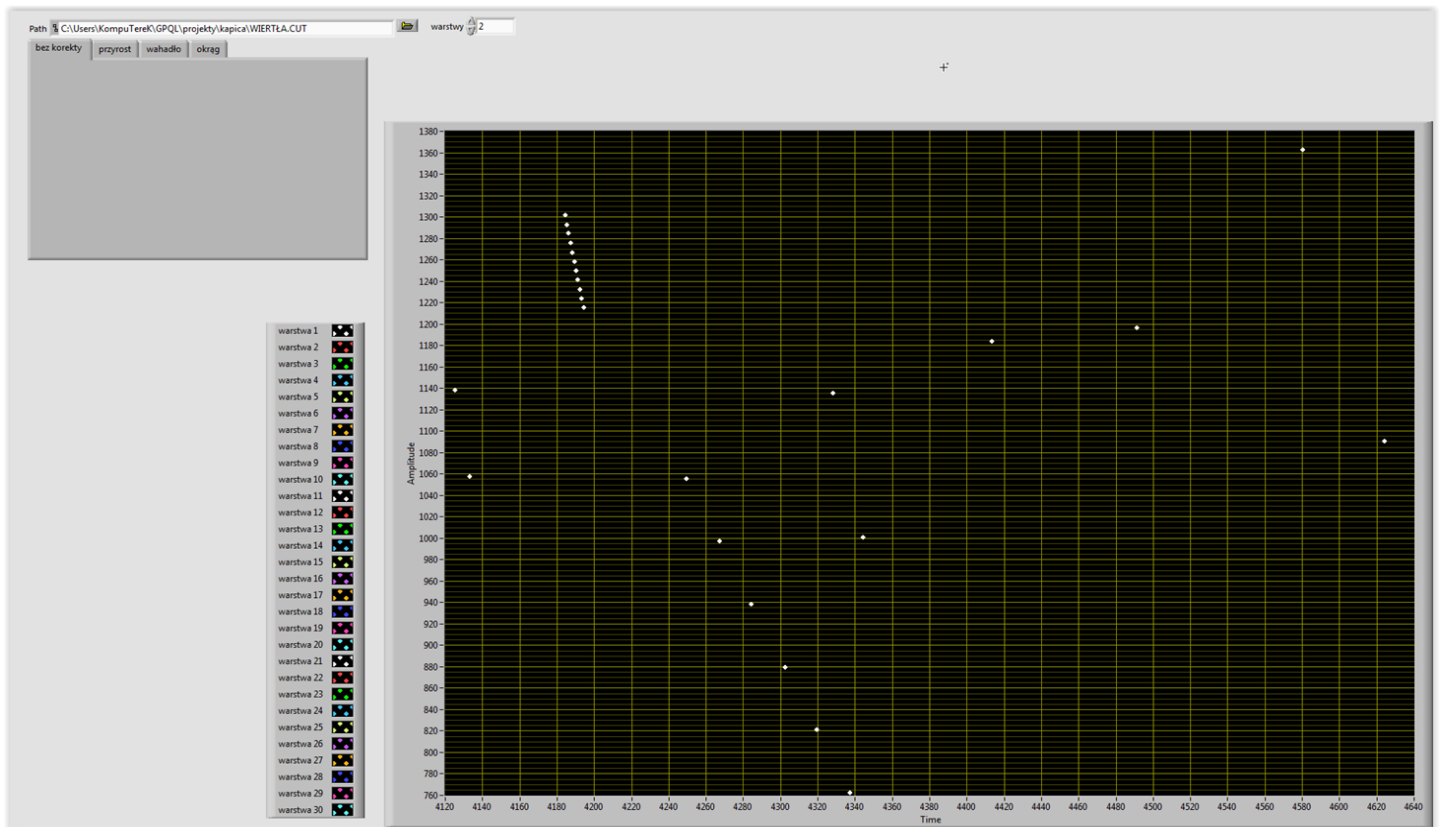
Rodzaj badania	Rodzaj tkaniny	Ilość warstw	Rozmiar etykiety	Nakładanie etykiet bez rotacji	Stopień zniekształcenia (zmiany wymiarów) bez rotacji	Nakładanie etykiet z rotacją	Stopień zniekształcenia (zmiany wymiarów) z rotacją
Badanie pogrubienia tkaniny w miejscu aplikacji etykiet	tkanina zasadnicza	26	20 x 30 mm	Różnica w wysokości nakładu wyniosła od 2,24 mm do 3,01 mm	Pasek do spodni męskich - szerokość po wątku dla elementu z 26 warstwy bez zmian, długość po osnowie dla elementu z 26 warstwy bez zmian	Występują nieznaczne pogrubienia nakładu nie wpływające na zniekształcenie wymiarów wykrawanych elementów	Wszystkie wymiary wykrawanych elementów są w granicach normy
			22 x 12 mm	Różnica w wysokości nakładu wyniosła od 1,90 mm do 2,55 mm	Pasek do spodni męskich - szerokość po wątku dla elementu z 26 warstwy bez zmian, długość po osnowie dla elementu z 26 warstwy bez zmian		
		42	20 x 30 mm	Różnica w wysokości nakładu wyniosła od 1,65 mm do 3,13 mm	Nogawka przednia spodni męskich - szerokość po wątku dla elementu z 42 warstwy jest większa od pierwotnej o 0,92 mm, długość po osnowie dla elementu z 42 warstwy jest większa od pierwotnej o 0,21 mm		
			22 x 12 mm	Różnica w wysokości nakładu wyniosła od 1,10 mm do 2,63 mm	Nogawka przednia spodni męskich - szerokość po wątku dla elementu z 42 warstwy jest większa od pierwotnej o 0,51 mm, długość po osnowie dla elementu z 42 warstwy jest większa od pierwotnej o 0,1 mm		

	tkanina kieszeniow a	47	20 x 30 mm	Różnica w wysokości nakładu wyniosła od 2,24 mm do 3,65 mm.	Rozporek do spodni męskich - szerokość po wątku dla elementu z 47 warstwy minimalnie większa o 0,15 mm, długość po osnowie dla elementu z 47 warstwy bez zmian.	Występują nieznaczące pogrubienia nakładu nie wpływające na zniekształceni e wymiarów wykrawanych elementów	Wszystkie wymiały wykrawanych elementów są w granicach normy
			22 x 12 mm	Różnica w wysokości nakładu wyniosła od 1,63 mm do 2,98 mm.	Rozporek do spodni męskich - szerokość po wątku dla elementu z 47 warstwy bez zmian, długość po osnowie dla elementu z 47 warstwy bez zmian		

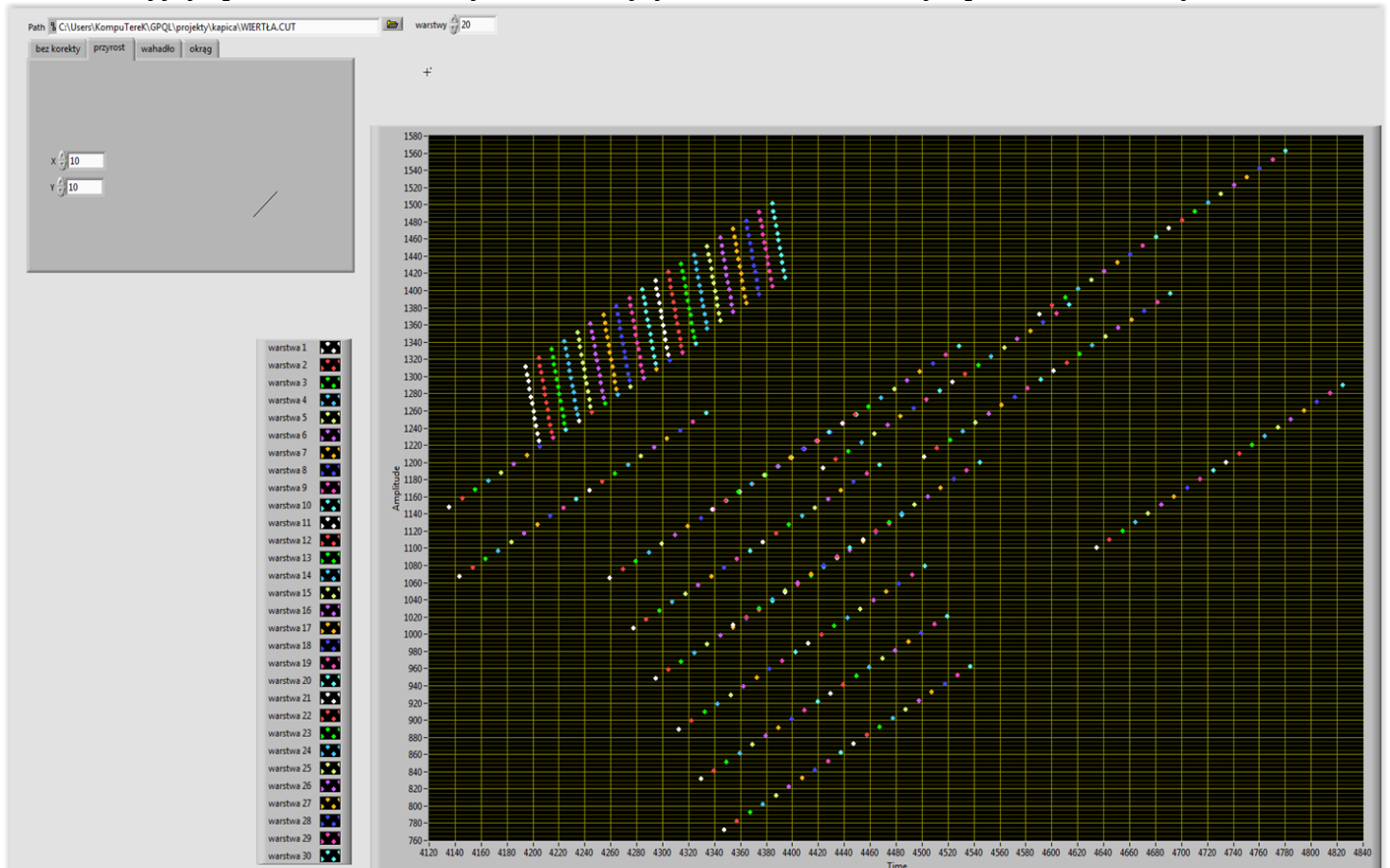
W związku z powyższym program posiada funkcję ustalenia przesunięcia (rotacji) położenia etykiety nanoszonej na kolejnych warstwach oznaczającej analogiczny wykrój na kolejnej warstwie, aby uniknąć pogrubienia nakładów, a tym samym zniekształcenia wykrojów.

	warstwy	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x20	x21	x22	x23	x24	x25
By																										
Operator :																										
generator																										
KompuTerek																										
	0	1197	1091	1363	1104	1136	1001	1302	1269	1285	1278	1267	1259	1250	1242	1233	1224	1216	1056	999	939	880	822	763	1139	1059
	1	1209	1102	1375	1106	1140	1013	1314	1305	1297	1289	1279	1271	1262	1254	1245	1236	1228	1068	1010	951	892	834	775	1151	1070
	2	1219	1112	1385	1206	1159	1023	1304	1315	1307	1299	1289	1280	1272	1264	1255	1246	1238	1078	1020	961	902	844	785	1161	1080
	3	1227	1121	1393	1214	1166	1031	1332	1323	1315	1305	1297	1289	1280	1272	1263	1254	1246	1086	1028	969	910	852	793	1169	1089
	4	1231	1125	1397	1218	1170	1035	1336	1327	1319	1310	1301	1293	1284	1276	1267	1259	1250	1090	1032	973	914	856	797	1172	1092
	5	1233	1127	1399	1220	1172	1037	1339	1329	1321	1312	1303	1295	1286	1278	1269	1260	1252	1092	1034	975	916	858	799	1175	1094
	6	1229	1123	1395	1216	1168	1033	1334	1325	1317	1308	1299	1291	1282	1274	1265	1256	1248	1088	1030	971	912	854	795	1171	1090
	7	1223	1117	1389	1210	1162	1027	1329	1319	1311	1302	1293	1285	1276	1268	1259	1250	1242	1082	1024	965	906	848	789	1165	1084
	8	1215	1109	1381	1202	1154	1019	1320	1311	1303	1294	1285	1277	1269	1260	1251	1242	1234	1074	1016	957	898	840	781	1157	1076
	9	1203	1097	1369	1190	1142	1007	1309	1299	1291	1282	1273	1265	1256	1248	1239	1230	1222	1062	1004	945	886	828	769	1145	1064
	10	1191	1085	1357	1178	1130	995	1296	1287	1279	1270	1261	1253	1244	1236	1227	1218	1210	1050	992	933	874	816	757	1133	1052
	11	1179	1073	1345	1166	1118	983	1284	1275	1267	1259	1249	1241	1232	1224	1215	1206	1198	1038	980	921	862	804	745	1121	1040
	12	1171	1065	1337	1158	1110	975	1276	1267	1259	1250	1241	1233	1224	1216	1207	1198	1190	1030	972	913	854	796	737	1113	1032
	13	1165	1059	1331	1152	1104	969	1270	1261	1253	1244	1235	1227	1218	1210	1201	1192	1184	1024	966	907	848	790	731	1107	1026
	14	1161	1055	1327	1148	1103	965	1266	1257	1249	1240	1231	1223	1214	1206	1197	1188	1180	1020	962	903	844	786	727	1103	1022
	15	1163	1057	1329	1150	1102	967	1268	1259	1251	1242	1233	1225	1216	1208	1199	1190	1182	1022	964	905	846	788	729	1105	1024
	16	1167	1061	1333	1154	1106	971	1272	1263	1255	1246	1237	1229	1220	1212	1203	1194	1186	1026	968	909	850	792	733	1109	1028
	17	1175	1069	1341	1162	1114	979	1280	1271	1263	1254	1245	1237	1228	1220	1211	1202	1194	1034	976	917	858	800	741	1117	1036
	18	1185	1079	1351	1172	1124	989	1290	1281	1273	1264	1255	1247	1238	1230	1221	1212	1204	1044	986	927	868	810	751	1127	1046
	19	1197	1091	1363	1184	1136	1001	1302	1293	1285	1278	1267	1259	1250	1242	1233	1224	1216	1056	999	939	880	822	763	1139	1059
	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11	y12	y13	y14	y15	y16	y17	y18	y19	y20	y21	y22	y23	y24	y25	
punkty druku	0	4527	4660	4616	4448	4364	4380	4220	4221	4222	4223	4224	4225	4226	4227	4228	4229	4230	4236	4303	4320	4338	4355	4373	4391	4169
	1	4525	4658	4614	4447	4362	4378	4219	4219	4220	4221	4222	4223	4224	4225	4226	4227	4228	4233	4301	4318	4336	4353	4371	4389	4167
	2	4519	4652	4608	4441	4356	4372	4212	4213	4214	4215	4216	4217	4218	4219	4220	4221	4222	4227	4295	4312	4330	4347	4365	4353	4161
	3	4511	4644	4600	4433	4348	4364	4204	4205	4206	4207	4208	4209	4210	4211	4212	4213	4214	4269	4287	4304	4322	4339	4357	4345	4153
	4	4499	4632	4588	4421	4336	4352	4192	4193	4194	4195	4196	4197	4198	4199	4200	4201	4202	4257	4275	4292	4310	4327	4345	4333	4141
	5	4489	4622	4578	4411	4325	4342	4182	4183	4184	4185	4186	4187	4188	4189	4190	4191	4192	4247	4265	4282	4300	4317	4335	4323	4131
	6	4477	4610	4566	4399	4314	4330	4171	4172	4173	4174	4175	4176	4177	4178	4179	4180	4235	4253	4270	4288	4305	4323	4311	4119	
	7	4467	4600	4556	4389	4304	4320	4161	4162	4163	4164	4165	4166	4167	4168	4169	4170	4225	4243	4260	4278	4295	4313	4301	4109	
	8	4459	4592	4548	4381	4296	4312	4152	4153	4154	4155	4156	4157	4158	4159	4160	4161	4215	4233	4250	4267	4285	4303	4291	4097	
	9	4455	4589	4544	4377	4292	4309	4149	4149	4150	4151	4152	4153	4154	4155	4156	4157	4158	4213	4231	4248	4266	4283	4301	4089	4097
	10	4455	4589	4544	4377	4292	4309	4149	4149	4150	4151	4152	4153	4154	4155	4156	4157	4158	4213	4231	4248	4266	4283	4301	4089	4097
	11	4459	4592	4548	4381	4296	4312	4152	4153	4154	4155	4156	4157	4158	4159	4160	4161	4215	4233	4250	4267	4285	4303	4291	4097	
	12	4467	4600	4556	4399	4304	4320	4160	4161	4162	4163	4164	4165	4166	4167	4168	4169	4170	4225	4243	4260	4278	4295	4313	4301	4109
	13	4477	4610	4566	4399	4314	4330	4170	4171	4172	4173	4174	4175	4176	4177	4178	4179	4180	4235	4253	4270	4288	4306	4323	4311	4119
	14	4489	4622	4578	4411	4326	4342	4182	4183	4184	4185	4186	4187	4188	4189	4190	4191	4192	4247	4265	4282	4300	4317	4335	4323	4131
	15	4499	4632	4588	4421	4336	4352	4192	4193	4194	4195	4196	4197	4198	4199	4200	4201	4202	4257	4275	4292	4310	4327	4345	4333	4141
	16	4511	4644	4600	4433	4348	4364	4204	4205	4206	4207	4208	4209	4210	4211	4212	4213	4214	4269	4287	4304	4322	4339	4357	4345	4153
	17	4519	4652	4608	4441	4356	4372	4212	4213	4214	4215	4216	4217	4218	4219	4220	4221	4222	4227	4295	4312	4330	4347	4365	4353	4161
	18	4525	4658	4614	4447	4362	4378	4219	4219	4220	4221	4222	4223	4224	4225	4226	4227	4228	4233	4301	4318	4336	4353	4371	4359	4167
	19	4527	4660	4616	4448	4364	4380	4220	4221	4222	4223	4224	4225	4226	4227	4228	4229	4230	4236	4303	4320	4338	4355	4373	4391	4169
nazwy punktów	0	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11	a12	a13	a14	a15	a16	a17	a18	a19	a20	a21	a22	a23	a24	a25
	1	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11	a12	a13	a14	a15	a16	a17	a18	a19	a20	a21	a22	a23	a24	a25
	2	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11	a12	a13	a14	a15	a16	a17	a18	a19	a20	a21	a22	a23	a24	a25
	3	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11	a12	a13	a14	a15	a16	a17	a18	a19	a20	a21				

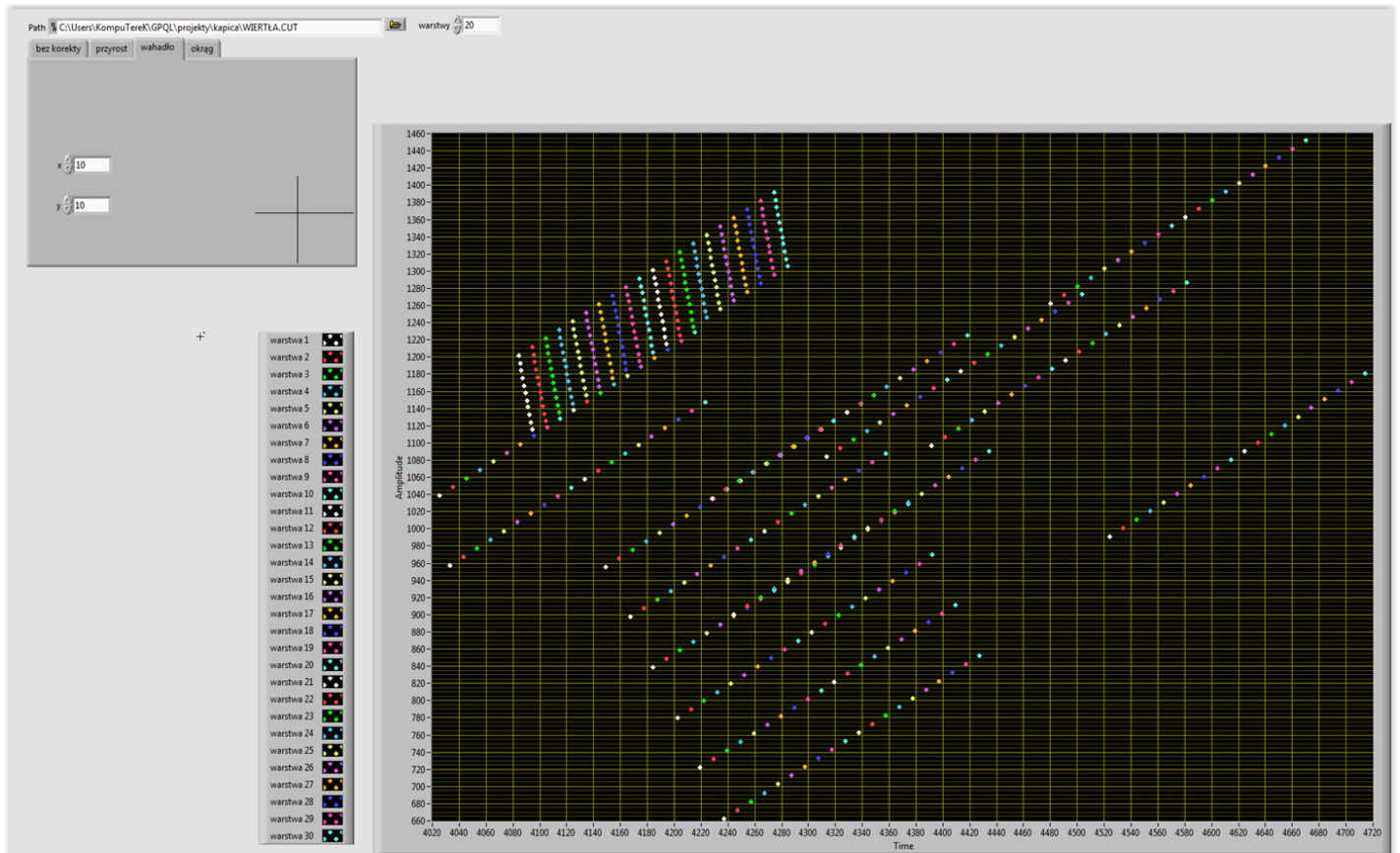
Przykładowe punkty wejściowe naniesienia etykiet na elementy odzieży na pierwszej warstwie tkaniny.



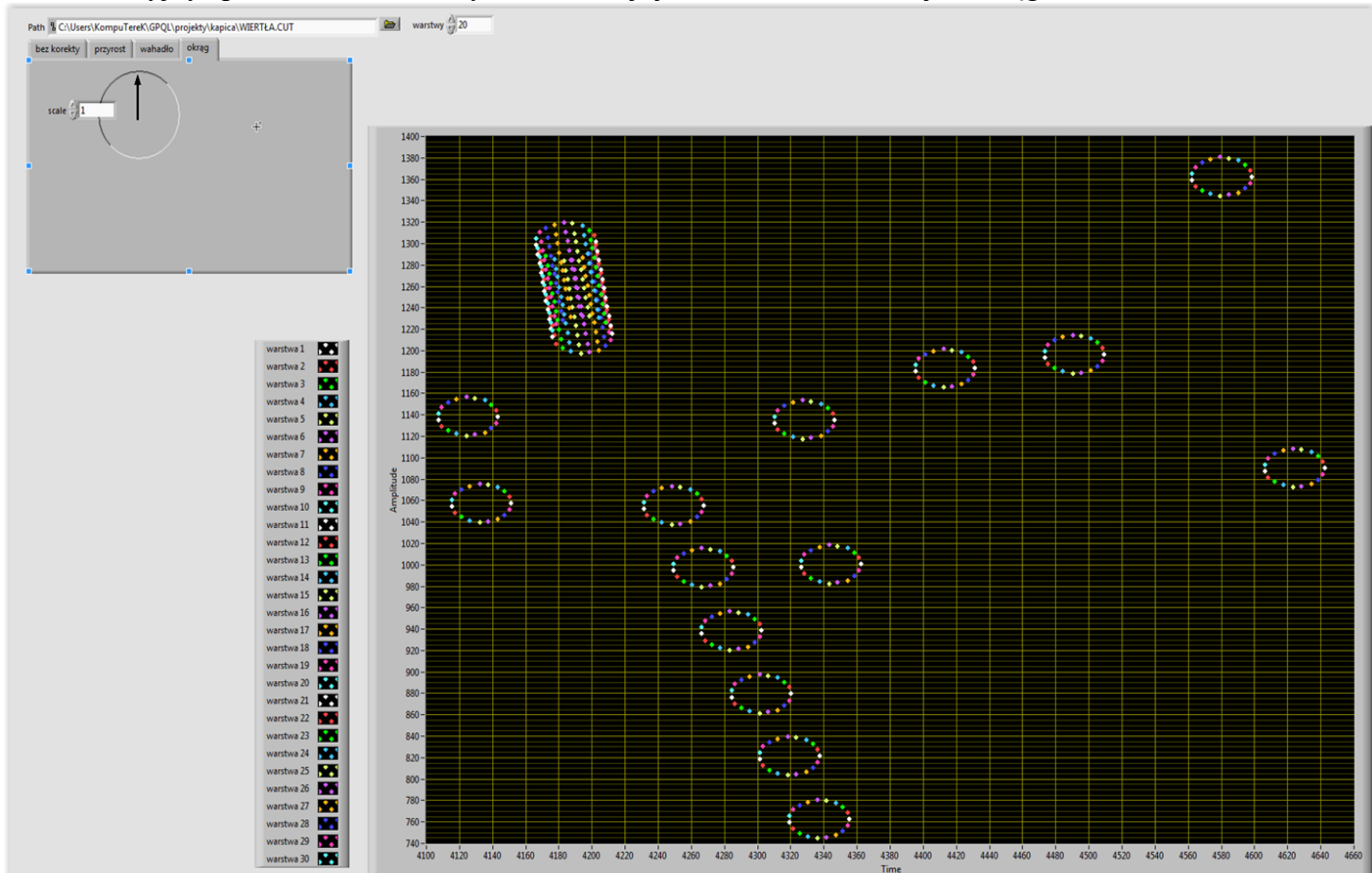
Rotacyjny sposób nanoszenia etykiet na kolejnych warstwach tkaniny - przesuniecie x10 y10



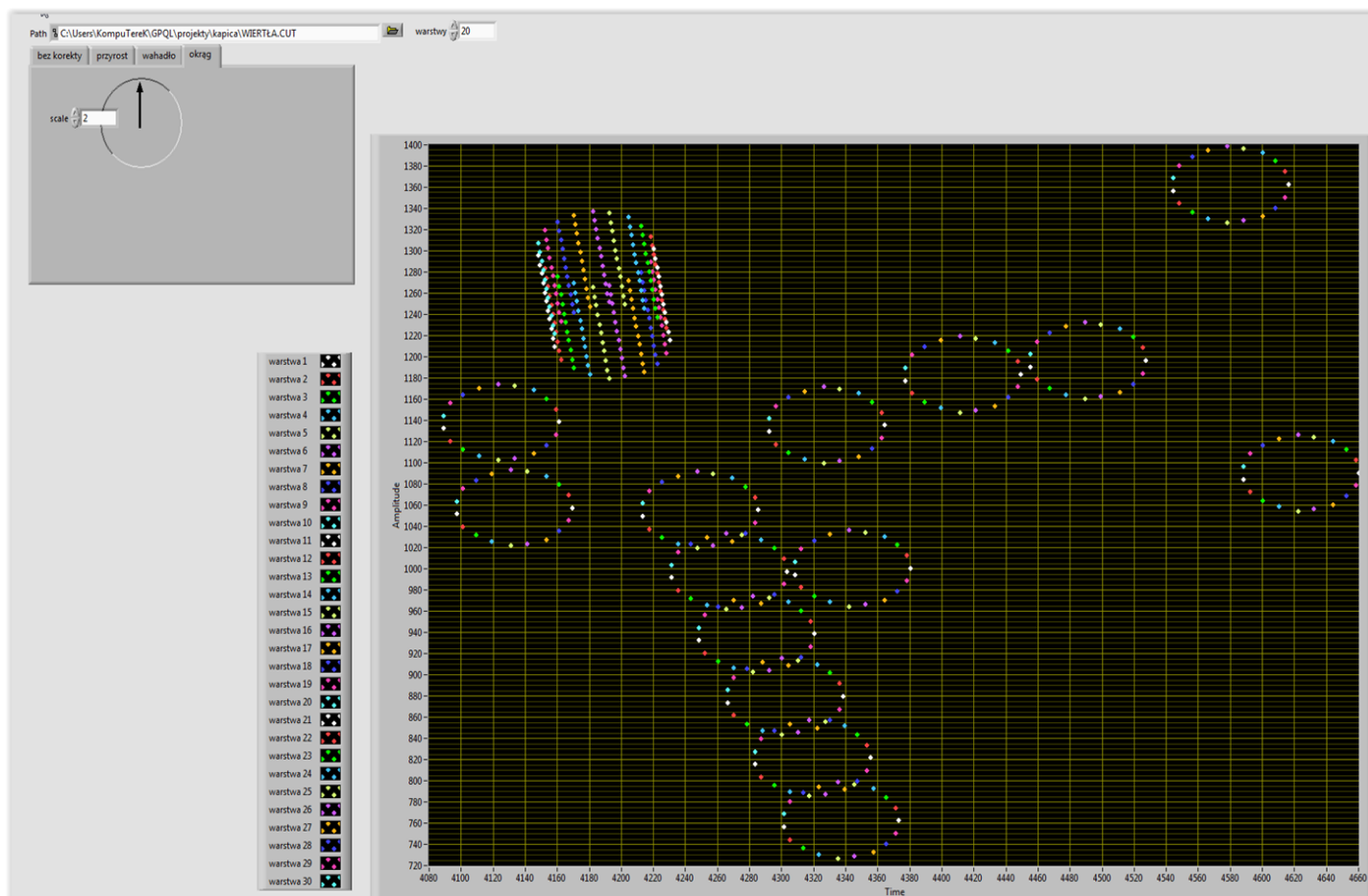
Rotacyjny sposób nanoszenia etykiet na kolejnych warstwach tkaniny - wahadło X+-10 Y+-10



Rotacyjny sposób nanoszenia etykiet na kolejnych warstwach tkaniny – okrag skala 1,0



Rotacyjny sposób nanoszenia etykiet na kolejnych warstwach tkaniny – okrąg skala 2,0.



Program komputerowy oblicza optymalne miejsca naniesienia etykiet na kolejnych warstwach w oparciu o rozmieszczenie poszczególnych wykrojów minimalizując czas potrzebny na naniesienie etykiet na całym rozkładanym materiale oraz minimalizując zużycie energii. Pozwala również wybrać sposób rotacji nanoszenia etykiet. Podczas testów badano wszystkie opcje rotacyjnego nanoszenia etykiet. Dla wszystkich opcji testy wypadły pozytywnie. Podczas badań jednakże stwierdzono, że nie w każdym przypadku da się zastosować każdą opcję, np. przy wąskich elementach odzieży jak szlufki, paski nie da się zastosować rotacji w postaci koła, gdyż wtedy etykiety nie zmieściłyby się na tym elemencie. W tych przypadkach należy zastosować rotację tzw. „przesunięcie”.

Korzystnym efektem zastosowania urządzenia jest możliwość szybkiego znakowania elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny. Jest to szczególnie ważne przy masowej produkcji. Automatyczne znakowanie elementów wykroju umożliwia szybkie oznaczanie konkretnych elementów pochodzących z konkretnej warstwy i łączenie ich przez operatora w zestawy do zszycia. Poza tym wykluczony zostaje błąd mogący powstać przy ręcznym znakowaniu elementów, np. ominięcie jednego elementu, co skutkuje złym oznakowaniem całej serii wycinanych elementów.

Połączenie urządzenia ze stołem operatorskim maszyny do lagowania, czyli do rozkładania materiału, umożliwia kontrolę jakości rozkładanego materiału oraz faktycznego przyklejenia etykiet przez jednego operatora. W ten sposób praca pracownika obsługującego etykietarkę ręczną zostaje przejęta przez maszynę, a jej nadzór przekazany operatorowi lagowarki.

Zastosowanie dwóch drukarek zamocowanych po przeciwległych stronach stołu i dwóch równolegle pracujących mechanizmów podnoszących i przesuwających ssawki zamocowanych po

dwóch stronach belki konstrukcyjnej zdecydowanie przyspiesza proces znakowania elementów odzieży przed rozkrojem, dzięki czemu nieznacznie wydłuża się czas jednoczesnego rozłożenia materiału przez lagowarkę i znakowania elementów.

Należy podkreślić, że urządzenie do znakowania elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny (etykieciarka) składające się z zespołów aplikujących oraz drukarek musi być zintegrowane z napędem lagowarki, aby zapewnić bezpieczeństwo oraz poprawną pracę obsługi i bezkolizyjność pracy obydwu urządzeń poruszających się wzdłuż stołu, a jednocześnie maksymalnie przyspieszyć proces nanoszenia etykiet. Wymagało to opracowania programu komputerowego, który synchronizuje pracę drukarki drukującej etykiety z urządzeniem nanoszącym je na tkaninę i pracą lagowarki warstwującą tkaninę.

Maksymalna szybkość nanoszenia etykiet jest zapewniona w ten sposób, że w odległości 70 cm od lagowarki rozkładającej tkaninę podąża etykieciarka. Ta odległość jest niezbędna, aby operator obsługujący jednocześnie pracę lagowarki i etykieciarki mógł zauważyć wady i defekty tkaniny oraz jej nieprawidłowe rozłożenie i w razie potrzeby mógł odpowiednio zareagować. Utrzymanie założonej odległości jest zapewnione w podwójny sposób, a mianowicie:

- a) za pomocą enkoderów umieszczonych na lagowarce,
- b) za pomocą fotokomórki zapewniającej utrzymanie zadanej odległości pomiędzy urządzeniami.

Te systemy uniemożliwią zbliżenie się etykieciarki do lagowarki na mniejszą odległość niż założona.

Budowa i schemat działania urządzenia do znakowania elementów odzieży.

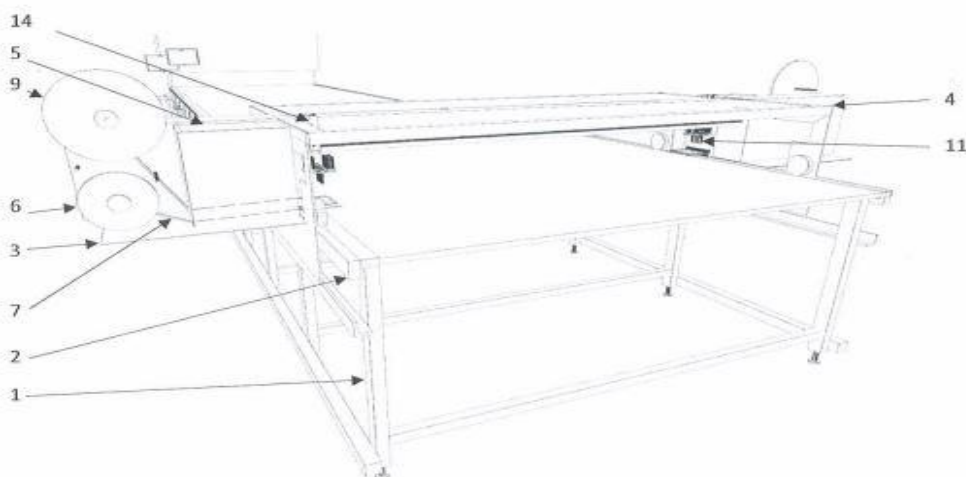


Fig. 1

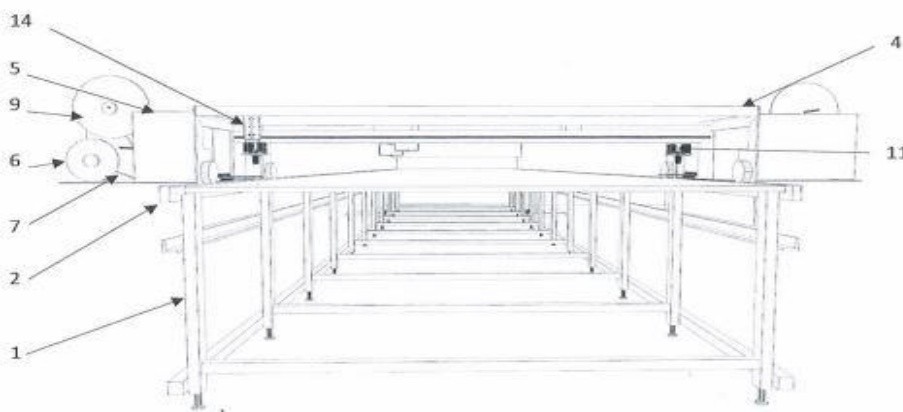


Fig. 2

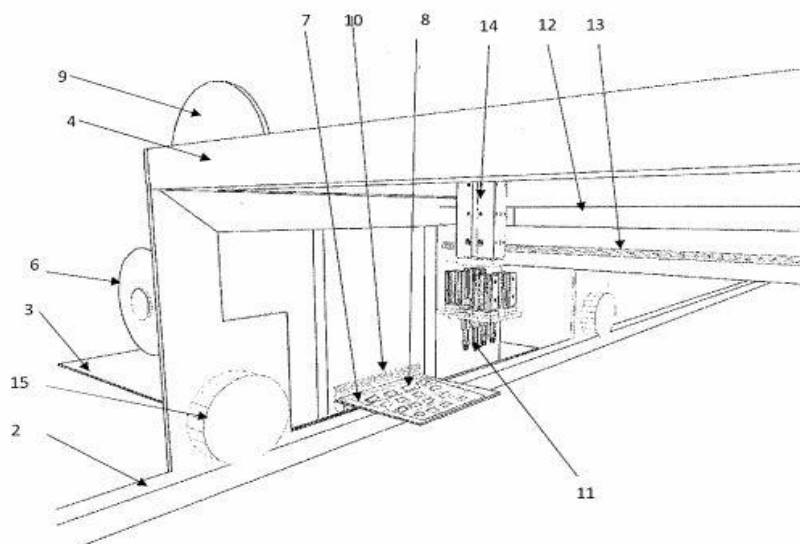


Fig. 3

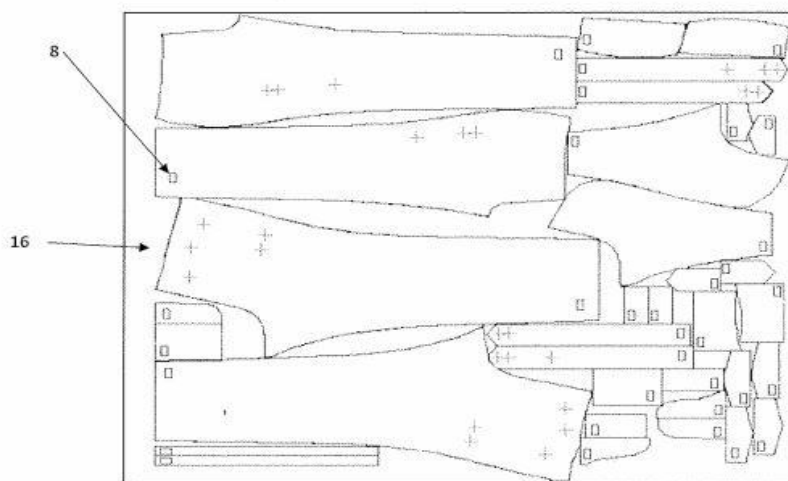


Fig. 4

Budowa prototypu urządzenia do znakowania elementów odzieży.

Opis rysunków:

- fig. 1 – urządzenie do znakowania elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny w widoku perspektywicznym,
- fig. 2 – urządzenie w widoku z przodu,
- fig. 3 – szczegół urządzenia,
- fig. 4 – fragment materiału z zaznaczonymi liniami rozkroju tkaniny oraz z naniesionymi etykietami.

Wykaz oznaczeń na rysunkach:

- 1 stół
- 2 prowadnica
- 3 platforma
- 4 belka konstrukcyjna
- 5 drukarka
- 6 rolka nawijająca
- 7 taśma

- 8 etykieta
- 9 rolka wydająca
- 10 separator
- 11 ssawki
- 12 prowadnica ślizgowa
- 13 pas zębaty
- 14 siłownik pneumatyczny
- 15 koła prowadzące
- 16 materiał

W chwili rozpoczęcia przez lagowarkę rozkładania materiału (początek układu współrzędnych) etykieciarka jest w pozycji wyjściowej pozwalającej na wykonanie przez lagowarkę tej czynności. Po przebyciu przez lagowarkę odległości 70 cm za nią zaczyna podążać etykieciarka nanosząc etykiety za pomocą 2 niezależnych aplikatorów na rozłożoną tkaninę w wirtualnie wyznaczonych miejscach.

Po naniesieniu wszystkich etykiet na całej szerokości stołu (na osi OY) cały układ do nanoszenia etykiet wraz z drukarkami przesuwają się wzdłuż stołu (na osi OX) na odległość niezbędną do naniesienia kolejnych etykiet na całej szerokości stołu.

W celu przyspieszenia procesu nanoszenia etykiet zastosowano dwa aplikatory, aby przy konkretnym położeniu całego układu na długości stołu (na osi OX) mogły w tym samym czasie nanosić równolegle etykiety na 2 różnych szerokościach stołu (przesuniętych względem siebie – położenie X1 i X2). W drugim wariancie każdy aplikator nanosi etykiety na połowie szerokości stołu leżącego po stronie jego drukarki.

Współrzędne punktów naniesienia etykiet (w układzie OXY) są określone w aplikacji, która te dane przesyła do odpowiednich zespołów aplikujących etykiety.

Po rozmieszczeniu wszystkich pobranych etykiet zespół aplikujący ponownie pobiera z drukarki kolejną porcję wydrukowanych etykiet i ponownie rozmieszcza je w wyznaczonych miejscach (elementach odzieży), które do tej pory nie zostały oznaczone.

Po zakończeniu rozkładania tkaniny lagowarka „odjeżdża” na odległość min 70 cm umożliwiając w ten sposób etykieciarce naniesienie etykiet na całej rozłożonej warstwie tkaniny.

Po rozmieszczeniu wszystkich etykiet na danej warstwie tkaniny obydwa zespoły aplikujące wracają do pozycji wyjściowej, a następnie cały układ (etykieciarka) wraca do położenia wyjściowego, a za nią w odległości 70 cm podąża lagowarka w celu rozłożenia kolejnej warstwy tkaniny. Etykieciarka przyjmuje pozycję wyjściową, a lagowarka rozpoczyna rozkładanie kolejnej warstwy tkaniny. Cały cykl się powtarza, aż do rozłożenia wszystkich warstw tkaniny.

Układanie etykiet na kolejnych warstwach materiału w tych samych miejscach może powodować jego zgrubienie, co skutkuje nierównym wycięciem elementów odzieży i zmianą ich rozmiarów, dlatego też zaproponowane urządzenie eliminuje te błędy poprzez nakładanie etykiet na kolejnych warstwach z przesunięciem w stosunku do etykiety znajdującej się poniżej (w sposób rotacyjny).

Po rozłożeniu wszystkich warstw tkaniny i po naniesieniu etykiet na wszystkie elementy odzieży następuje krojenie tkaniny – wszystkich rozłożonych warstw jednocześnie.

Zaproponowany sposób znakowania elementów odzieży przed rozkrojem po przeprowadzeniu dokładnych badań i prób w ramach realizacji drugiego etapu projektu, czyli prowadzenia prac rozwojowych, okazał się najefektywniejszy, bo jest najszybszy i niezawodny.

Etykieta zawierająca informacje zapisane w numerze egzemplarzowym w procesie identyfikacji produktu umożliwia odczytanie konkretnego wykroju w procesie produkcyjnym w celu połączenia go z innym konkretnym elementem na stanowisku szwalniczym.

Opis wykonania i działania urządzenia do znakowania elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny.

Urządzenie do znakowania elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny składa się ze stołu 1 o prostokątnym zarysie blatu, na którego dłuższych bokach zamocowane są prowadnice 2. Stół 1 jest stołem lagowarki Serkon makina MTT1 master nr seryjny 108. Z każdą z prowadnic 2 zintegrowana jest platforma 3. Obydwie platformy 3 połączone są za pomocą belki konstrukcyjnej 4 znajdującej się nad stołem 1. Platformy 3 osadzone są na stole 1 za pomocą dwóch kół prowadzących 15 poruszających się po prowadnicach 2. Jedno z pary kół prowadzących 15 każdej platformy 3 jest napędzane poprzez silnik krokowy. Na każdej z platform 3 znajduje się drukarka 5. Do każdej z platform 3 zamocowana jest para rolek: rolka wydająca 9 taśmę 7 z etykietami 8 i rolka nawijająca 6 pustą taśmę 7. Taśma 7 przesuwana jest stopniowo pomiędzy rolkami za pomocą silnika krokowego zamocowanego do rolki nawijającej 6. Na szerokości taśmy 7 znajduje się rząd czterech etykiet 8. Do każdej z platform 3 zamocowany jest również separator 10 etykiet 8, który wstępnie oddziela przyklejone etykiety 8 od taśmy 7. Pomiedzy platformami 3 po każdej stronie belki konstrukcyjnej 4 znajduje się osobny mechanizm podnoszący i przesuwający cztery ssawki 11 wzdłuż linii belki konstrukcyjnej 4. Każdy z tych mechanizmów obsługuje pracę na połowie szerokości stołu 1 znajdującego się po stronie danej drukarki. Każda ze ssawek 11 połączona jest z niezależną pompą powietrza. Każdy mechanizm przesuwający ssawki 11 składa się z zamocowanej do belki konstrukcyjnej 4 prowadnicy ślizgowej 12 oraz zamocowanego równolegle do niej pasa zębatego 13 przenoszącego napęd z silnika krokowego. Z mechanizmem przesuwającym ssawki 11 połączony jest siłownik pneumatyczny 14 z zamocowanymi do jego końca czterema ssawkami 11. Siłownik pneumatyczny 14 połączony jest z pompą pneumatyczną. W zespole każdej drukarki znajdują się anteny programowania tagu - antena RFID UHF A2 M12.

Etykieta 8 znajdująca się na taśmie 7 posiada tag NFC w technologii RFID o częstotliwości 13,56 MHz, który służy do przenoszenia informacji zawartych w numerze egzemplarzowym w procesie identyfikacji produktu.

Drukarki, silniki krokowe, pompy ssawek 11, pompa siłownika pneumatycznego 14 podłączone są do jednostki sterującej, która podłączona z systemem zarządzania produkcją. Do tego samego systemu podłączone są drukarki i anteny programowania tagu.

Sposób znakowania elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny za pomocą etykiet 8 odbywa się podczas rozkładania warstw materiału 16 przez lagowarkę. Polega on na tym, że za pomocą drukarki 5 nanosi się kody kreskowe i numery egzemplarzowe na etykiety 8 rozmieszczone kolejno na taśmie 7, po czym fragment taśmy 7 z zadrukowanymi etykietami 8 przewija się do separatora 10, za pomocą którego oddziela się etykiety 8 od taśmy 7. Następnie etykiety 8 przysysa się do ssawek 11 i transportuje się etykiety 8 za pomocą mechanizmu podnoszącego i przesuwającego ssawki 11 nad materiał 16 w wybranym położeniu. W dalszej kolejności etykiety 8 przykleja się do materiału 16 wypychając je ze ssawek 11. Dodatkowo w trakcie procesu nadruku za pomocą anteny programowania tagu NFC w technologii RFID o częstotliwości 13,56 MHz programuje się etykiety 8.

Program komputerowy do realizacji sposobu znakowania elementów odzieży przed rozkrojem tkaniny w przykładzie wykonania został zsynchronizowany z programem AccuMark 8.3 i na podstawie dostarczonego projektu linii rozkrojów tkaniny, wskazuje on miejsca naniesienia etykiet 8 oznaczającej dany wykrój na kolejnych warstwach i przekazuje te dane do urządzenia

etykietującego i drukarki 5. Program ten posiada funkcję wskazania przez konstruktora odzieży miejsca naniesienia etykiet 8. Program ten posiada również funkcję ustalenia przesunięcia położenia etykiety 8 nanoszonej na kolejnych warstwach oznaczającej analogiczny wykrój na kolejnej warstwie. Program oblicza optymalne miejsca naniesienia etykiet 8 na kolejnych warstwach w oparciu o rozmieszczenie poszczególnych wykrojów minimalizując czas potrzebny na naniesienie etykiet 8 na całym rozkładanym materiale 16 oraz minimalizując zużycie energii.

Po rozłożeniu wszystkich warstw następuje na stole krojącym krojenie tkaniny zgodnie z programem rozkroju dla danego zamówienia. Po dokonaniu rozkroju każdy element odzieży posiada nałożoną wcześniej etykietę produktu.

Należy podkreślić, że zastosowanie mniejszych etykiet pozwala na większą rotację aplikowania etykiet, a tym samym na rozszerzenie pola aplikacji. Z tego też względu wskazane jest zastosowanie etykiet do aplikacji na tkaninę przed rozkrojem jeszcze mniejszych niż 22 x 12 mm, np. o wielkości 10 x 10 mm.

Trzeba również mieć na względzie umieszczenie etykiety w pewnej odległości od krawędzi danego elementu. Etykieta taka musi znajdować się w odległości minimum 12 mm od krawędzi elementu aby uniknąć zaszycia etykiety w procesie produkcji.



Wykrojone elementy odzieży z naniesionymi numerami egzemplarzowymi.

Gdy występują mniejsze elementy odzieży, np. szlufki, należy umieszczać etykiety centralnie pośrodku elementu z rotacją po wтку lub po osnowie w celu uniknięcia umieszczania etykiet poza krawędzią elementu oraz nakładania etykiet bezpośrednio jedna nad drugą w kolejnych warstwach – co minimalizuje punktowe pogrubienie nakładu i zmianę wymiaru elementów.

Przeprowadzone testy znakowania elementów odzieży w warunkach rzeczywistych wykazały, że opracowany prototyp urządzenia do automatycznego nanoszenia etykiet z numerami egzemplarzowymi spełnia swoje zadania. Pozwala on na automatyczne oznakowanie poszczególnych elementów odzieży za pomocą etykiet z numerami egzemplarzowymi jeszcze przed rozkrojem tkaniny w sposób rotacyjny unikając w ten sposób znacznego pogrubienia nakładu w miejscu naniesionych etykiet wpływającego na zniekształcenie wymiarów wykrawanych elementów.



Paczki z elementami odzieży i naniesionymi etykietami z tagami.



Etykieta z tagiem naniesiona na element odzieży.

5. Optymalny prototypowy system produkcji narzędzi.

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań przemysłowych i prac rozwojowych w zakresie produkcji narzędzi do maszyn i automatów szwalniczych można stwierdzić, że najbardziej optymalny prototypowy system produkcji narzędzi składa się z:

- 1) drukarki 3D RAISE 3D N2 PLUS,
- 2) frezarki sterowanej numerycznie GRAND CENTRAL 1530BATC,
- 3) urządzenia do cięcia wodą WaterJet.

Wszystkie w/w urządzenia są sterowane numerycznie. Do ich sterowania wykorzystuje się dane pobrane z programu do konstrukcji odzieży, dzięki czemu uzyskuje się wierne odwzorowanie linii szycia niezbędne do wykonania narzędzia oraz zdecydowanie skraca się czas na przygotowanie programu sterującego urządzeniem, które będzie wykorzystane do wyprodukowania narzędzia niezbędnego do odszywania konkretnego elementu odzieży.

Badana technologia	Typ urządzenia	Zdjęcie urządzenia	Dane techniczne			Parametry pracy	
			waga	gabaryty	zasilanie	moc	hałas
druk 3D	urządzenie do wytwarzania trójwymiarowych, fizycznych obiektów na podstawie komputerowego modelu.		50 kg	616 x 590 x 760 mm	100 - 240 V 50/60 Hz	500 W	20 dB
frezowanie	frezarka sterowana numerycznie		1500 kg	b.d.	3 x 400 V	12 kW	b.d.
water jet	wycinarka wodna DWJ 2040 - FB		b.d.	b.d.	380 V, 3 fazy, 50 Hz	33,2 kW	b.d.

Zestawienie urządzeń tworzących optymalny prototypowy system produkcji narzędzi.

Przed wdrożeniem do produkcji przyjętego zamówienia dokładnej analizie pod kątem wykonania poddaje się model odzieży, który będzie produkowany. Rozpatruje się możliwości i sposób wykonania poszczególnych jego elementów. Analizuje się, na jakich maszynach i automatach szwalniczych będą one wykonywane i czy do ich wykonania będą potrzebne odpowiednie narzędzia przytrzymujące elementy obrabianej odzieży. Należy podkreślić, że niekiedy wykonane narzędzia wyznaczają automatowi szwalniczemu linię szycia dla danego elementu. Jeżeli stwierdzi się, że narzędzia nie będą potrzebne do produkcji, to zlecenie wpisuje się do planu produkcji.

Natomiast, jeżeli wnikliwa analiza wykonania modelu wykaże, że do jego produkcji niezbędne będą specjalistyczne narzędzia, to sprawdza się, czy posiadane już narzędzia do maszyn szwalniczych będą przydatne do nowej produkcji. W przypadku braku takich narzędzi, niezbędne narzędzie trzeba zaprojektować i wytworzyć dla konkretnego zlecenia, aby można było je zrealizować.

Przeprowadzone badania wykazały, by w celu zmniejszenia kosztów wytwarzania narzędzi (w przypadkach, gdy jest to możliwe) projektować je i wykonywać w ten sposób, aby składały się one ze:

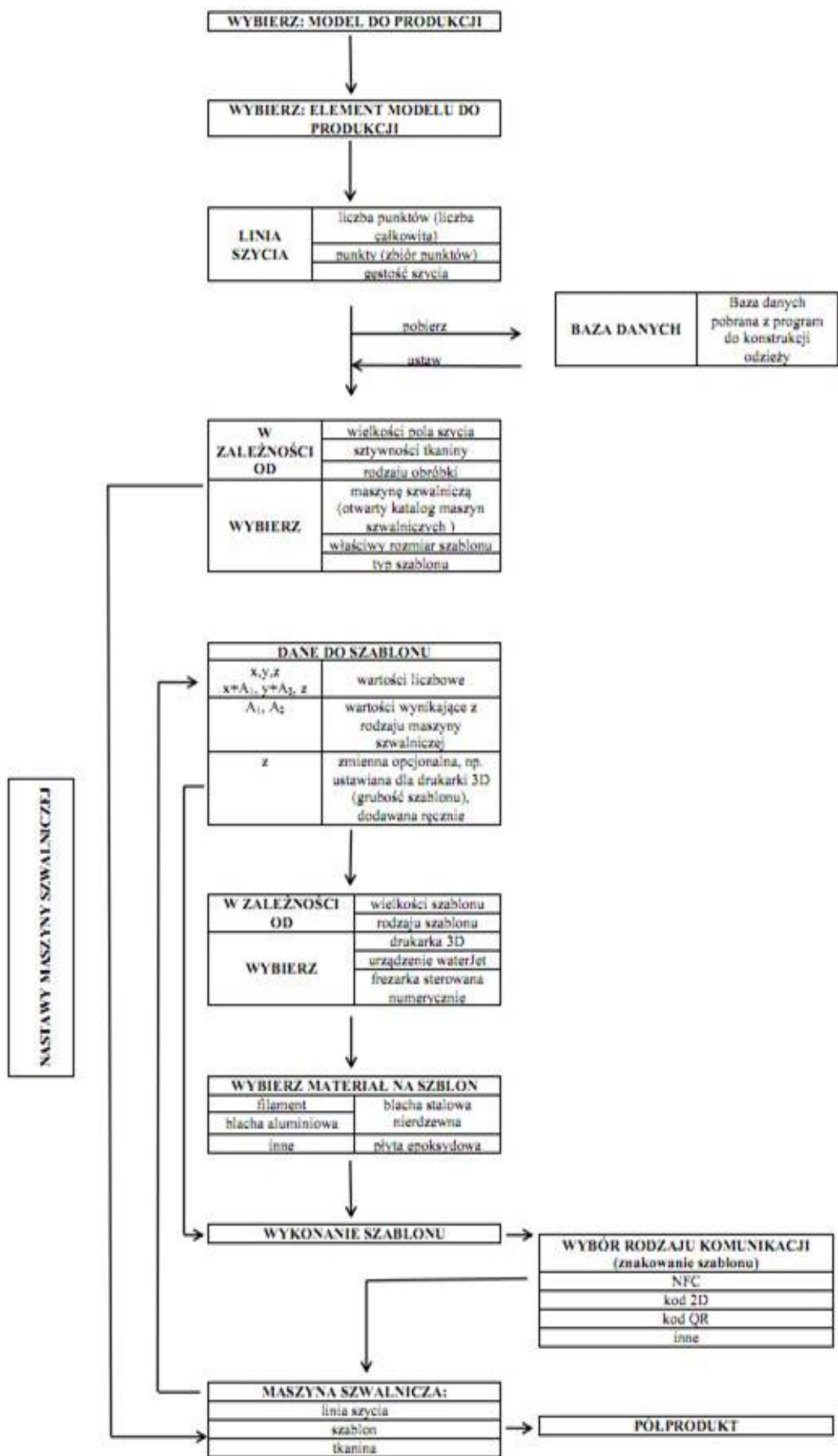
- 1) stałych elementów dostosowanych do mocowania do stołu roboczego lub ramion roboczych konkretnej maszyny czy automatu szwalniczego i umożliwiających łatwą i szybką wymianę szablonu. Można je wielokrotnie wykorzystywać, z tego względu wykonuje się je na ogół z blachy metalowej,
- 2) elementów wymiennych (szablonów) wykonanych z filamentu PLA 1,75 mm za pomocą drukarki 3D, które odwzorowują linię szycia konkretnego elementu odzieży, które można łatwo i szybko zamocować w stałych elementach narzędzia oraz je wymienić, koszty ich wytworzenia są niewielkie.

Cały proces produkcji narzędzi do maszyn i automatów szwalniczych rozpoczyna się od ustalenia, dla którego modelu i elementu odzieży należy wyprodukować narzędzie. Jednocześnie kształt tego elementu wymusza kształt danego narzędzia, które dokładnie ma odwzorowywać linię szycia danego elementu.

Przed zaprojektowaniem i zbudowaniem narzędzia należy najpierw dokładnie wyznaczyć linię szycia tego elementu, do wykonania którego narzędzie ma służyć. W tym celu korzysta się z bazy danych z programu do konstrukcji odzieży Accumark firmy Gerber, w którym jest zapisany dany model odzieży oraz szablonów pomocniczych wykonanych dla poszczególnych elementów tego modelu.

Cała procedura przygotowania projektu narzędzia wygląda następująco. Najpierw ustala się nazwę części modelu odzieży, której dane chcemy uzyskać by wyprodukować narzędzie. W tym celu należy otworzyć edytor szablonu i wyszukać interesującą nas część odzieży. Następnie tworzy się nowy model wskazując jako składową tylko jedną, wcześniej wybraną część modelu. Po zapisaniu nowego modelu, za pomocą konwertera szablonu nowo utworzony model zostaje eksportowany do pliku DXF.

Wyeksportowany z programu Accumark plik DXF należy odpowiednio obrobić, gdyż zawiera on oprócz szkicu także inne niepotrzebne dane do produkcji narzędzi jak ciągi znaków opisujące model, nazwę elementu, rozmiar, datę i czas utworzenia, nazwę i producenta oprogramowania, numery punktów, itp.



Schemat systemu produkcji narzędzi.

Z tego też względu koniecznością jest skorzystanie z aplikacji przetwarzającej wyeksportowany plik w taki sposób, aby pozbyć się wszystkich niepotrzebnych przy dalszych pracach części rysunku.

Kolejnym etapem jest import przetworzonego pliku do programu FreeCAD umożliwiającego odwzorowanie linii szycia w budowanym narzędziu i będącym podstawą do jego wykonania. Następnie przekształca się wyodrębnioną linię szycia w sposób możliwy do sterowania maszyn sterowanych numerycznie i służących do wytwarzania narzędzi do maszyn szwalniczych.

W tym celu dokonuje się jej przesunięcia o określony skok tworząc tzw. „cień” linii szycia, dzięki czemu możliwe jest wykonanie szablonu narzędzia, po którym prowadzona jest igła w automatach szwalniczych. Wielkość tego „cienia” jest uzależniona między innymi od grubości szablonu narzędzia. W ten sposób wygenerowany plik można już wykorzystywać w maszynach sterowanych numerycznie do wytwarzania narzędzi.

W zależności od wielkości wybranego elementu odzieży (pola szycia), sztywności tkaniny z której jest on wykonany i rodzaju obróbki tego elementu, wybiera się rodzaj maszyny lub automatu szwalniczego, na którym ten element będzie obrabiany, a to wymusza wyprodukowanie właściwego narzędzia, tj. o właściwym rozmiarze, dostosowanego do danej maszyny lub automatu szwalniczego i o odpowiedniej zasadzie jego działania (typu narzędzia).

Z kolei rozmiar i rodzaj narzędzia wymusza wybór odpowiedniego materiału do jego wyprodukowania, aby spełniało ono swoją funkcję. Następnie rodzaj materiału wymusza wybór odpowiedniego urządzenia do wyprodukowania narzędzia. Wybrane urządzenie musi dysponować stołem roboczym o odpowiedniej wielkości i odpowiednią technologią obróbki, np. frezarka, cięcie wodą lub drukowanie w technologii 3 D.

Przy wykonywaniu narzędzi należy wyeliminować materiały i metody powodujące odbarwianie tkaniny, jej trwałe zagniecenia lub zaciąganie przy pomocy danego narzędzia, czyli po prostu niszczenie tkaniny.

Dlatego też przy wyborze poszczególnych materiałów do wykonania narzędzi do maszyn szwalniczych należy zawsze brać pod uwagę ich: obojętność chemiczną, sztywność, czas manipulacji, powtarzalność odkształcenia, uniwersalność. Szczególną uwagę należy zwracać na możliwe reakcje przytrzymywanej tkaniny w kontakcie z wybranym materiałem oraz metodę wykonania narzędzi.

Z powyższych względów do produkcji szablonów (narzędzi) używa się tylko sprawdzonych materiałów spełniających te właściwości, czyli filamentu do produkcji szablonów za pomocą drukarki 3D, blachy aluminiowej, blachy stalowej oraz płyty epoksydowej i z plexiglasu.

Po wyprodukowaniu narzędzia zostaje ono odpowiednio oznakowane. W zależności od potrzeb oznakowanie to może być za pomocą tagów NFC, kodów 2D, kodów QR lub w inny skuteczny sposób, np. grawerowanie.

Po wyprodukowaniu narzędzia zostaje ono przekazane do magazynu skąd zostanie pobrane, gdy dane zlecenie będzie w produkcji, a wyprodukowane narzędzie będzie niezbędne do produkcji tego modelu odzieży.

Prototypowy system produkcji narzędzi polega na tym, że wykorzystuje się odpowiednio przekształconą linię szycia do sterowania urządzeń sterowanych numerycznie w celu wykonania

niezbędnych do produkcji poszczególnych elementów narzędzi. Dzięki temu można wyprodukować każde narzędzie do maszyn i automatów szwalniczych. Jest to najbardziej optymalny prototypowy system produkcji narzędzi na potrzeby własne Beneficjenta.

Wszystkie w/w urządzenia są sterowane numerycznie, produkują elementy narzędzi dzięki wykorzystaniu odpowiednio przekształconej linii szycia pochodzącej z programu konstrukcji odzieży, dlatego też wytworzone przez nie narzędzia dokładnie odwzorowują zaprojektowaną linię szycia.

Jak wykazały badania najczęściej wykorzystywanym i najbardziej przydatnym urządzeniem do produkcji narzędzi jest drukarka 3D RAISE 3D N2 PLUS. Dzięki temu urządzeniu można drukować w krótkim czasie i z dużą dokładnością z filamentu 1,75 mm całe narzędzia lub różne elementy wymienne do narzędzi, tj. szablony i matryce, o bardzo skomplikowanych nieraz kształtach.

Wykorzystując drukarkę 3D już po kilkunastu godzinach można uzyskać potrzebny element narzędzia lub całe narzędzie. Należy dodać, że po zaprogramowaniu drukarki i uruchomieniu drukowania nie potrzebuje ona żadnej innej obsługi. Z tego względu może ona pracować nawet nocą przygotowując narzędzie na ranną zmianę znacznie skracając okres przygotowania produkcji danego modelu odzieży. Dlatego też jest ona podstawowym elementem prototypowego systemu produkcji narzędzi.

Pozwala w krótkim czasie i przy dość niskich kosztach wytworzyć szablon do narzędzia lub całe narzędzie do dowolnego automatu szwalniczego, co jest bardzo istotne przy produkcji niewielkich partii odzieży lub nawet pojedynczych sztuk. Dzięki temu jest możliwość szybkiego wdrożenia do produkcji danego modelu odzieży i obniżenia jego kosztów. To wszystko przekłada się na możliwość pozyskiwania zleceniodawców, którzy oczekują takiej usługi. Efekty wprowadzenia takiego systemu produkcji narzędzi do maszyn szwalniczych dokładnie opisane są w pkt. 10 niniejszego opracowania.

Przeprowadzone testy wykazały, że dzięki tej technologii produkcji narzędzi średni czas wykonania narzędzia dla potrzeb produkcji skrócił się z 98,5 godziny do 14,5 godziny, czyli aż o 85,28 %, co jest bardzo istotne i w bezpośredni sposób przekłada się na konkurencyjności produktu Beneficjenta.

Natomiast przy wykorzystaniu frezarki sterowanej numerycznie GRAND CENTRAL 1530BATC i urządzenia do cięcia wodą WaterJet na ogół produkuje się stałe metalowe elementy narzędzi, chociaż zdarzają się przypadki, gdy produkowane są całe narzędzia. W szczególności ma to miejsce wtedy, gdy element narzędzia odwzorowujący linię szycia danego elementu odzieży jest większy od pola roboczego drukarki 3D RAISE 3D N2 PLUS. Wtedy z konieczności do produkcji narzędzia należy wykorzystać pozostałe powyżej wymienione urządzenia.

Należy przy tym podkreślić, że elementy narzędzi lub całe narzędzia o bardzo skomplikowanych kształtach wykonuje się na ogół przy pomocy urządzenia do cięcia wodą WaterJet, które pozwala takie kształty uzyskać przy dość niskich kosztach ich wytworzenia.

Wcześniejsze doświadczenie Beneficjenta wykazało, że zlecanie firmom zewnętrznym wykonywania narzędzi często o skomplikowanych kształtach jest drogie i długo trwa, z tego względu, że mało jest firm, które takie narzędzia wykonują. Ponadto takich narzędzi jest dużo, niejednokrotnie jest potrzeba posiadania kilku narzędzi do produkcji jednego modelu odzieży, co przy zlecaniu ich wykonania firmom zewnętrznym zwiększałoby znacząco koszty produkcji odzieży, a tym samym zmniejszało konkurencyjność firmy. Dlatego też niewielu zleceniodawców

godziło się na tak wysoki koszt i długi okres realizacji złożonego zamówienia, co skutkowało ich rezygnacją.

Uzyskany w wyniku przeprowadzonych badań przemysłowych i prac rozwojowych prototypowy system produkcji narzędzi pozwala na produkcję narzędzi we własnym zakresie, co jest atutem firmy i pozwala jej uzyskać przewagę nad konkurencją poprzez niższe koszty produkcji i skrócenie okresu przygotowania produkcji.

Przy produkcji narzędzi we własnym zakresie czas ich produkcji jest krótki, a koszt ich wytworzenia jest niewielki, czyli zostały osiągnięte te elementy, które są bardzo ważne i bezpośrednio wpływają na konkurencyjność produktu końcowego.

Poniżej przykładowe narzędzia do maszyn szwalniczych wytworzonych z wykorzystaniem optymalnego prototypowego systemu produkcji narzędzi wyprodukowane podczas prowadzenia prac wdrożeniowych:

- 1) prototyp narzędzia do jednoczesnego odmierzania długości rzepa, odcinania go na odpowiednią długość oraz naszywania w ściśle określonym miejscu na elemencie umundurowania.**

Cel przeznaczenia prototypu.

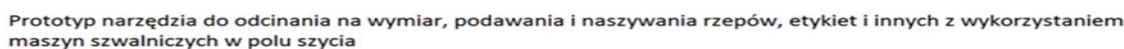
Prototyp narzędzia został wykonany do automatu szwalniczego VI.BE.MAC w celu jednoczesnego odmierzania długości rzepów, etykiet i in. elementów, odcinania ich na odpowiedniej długości oraz naszywania w ściśle określonym miejscu na elemencie odzieży.



Widok automatu szwalniczego VI.BE.MAC.

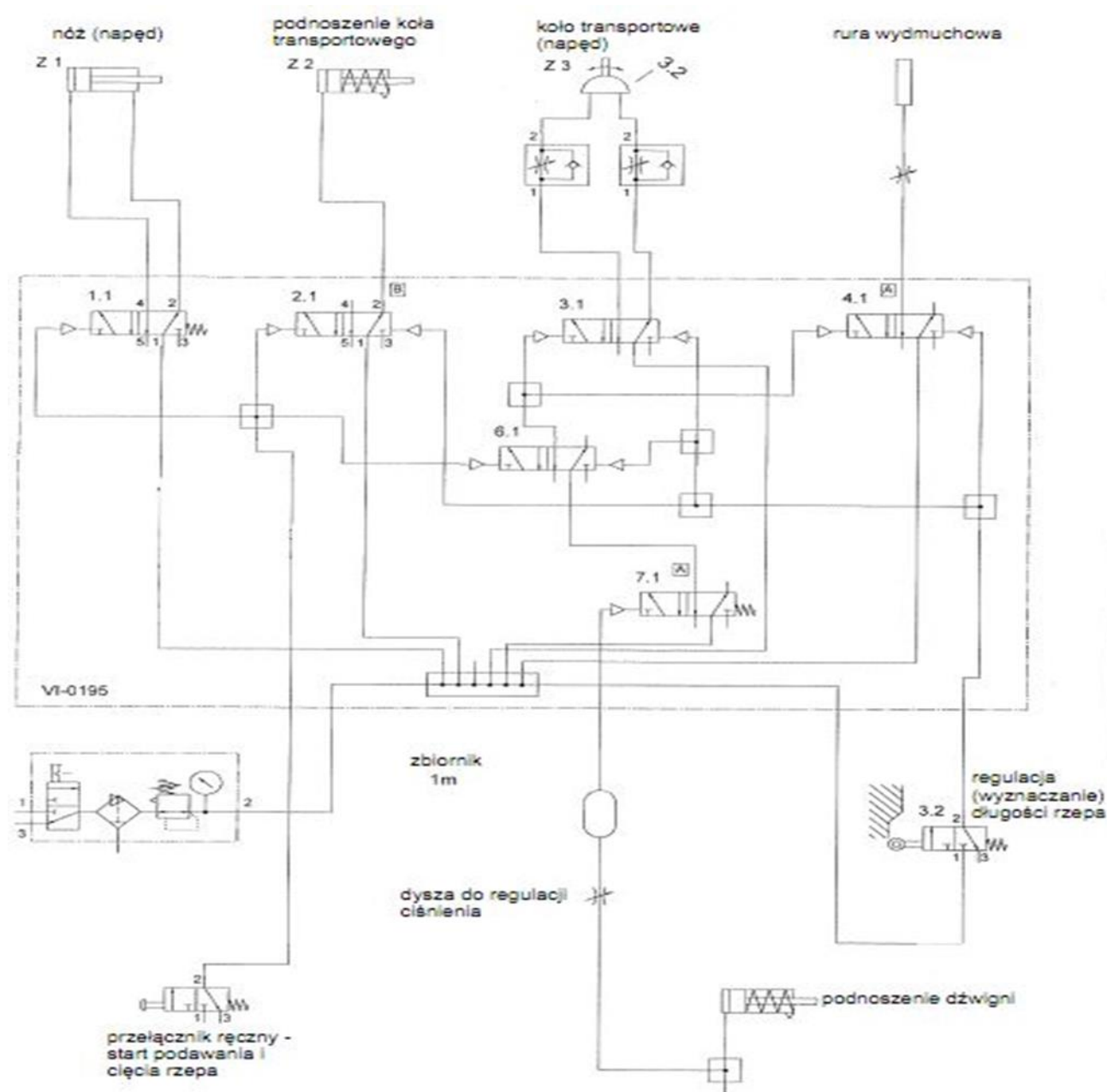
Budowa narzędzia.

- 1) elementu narzędzia odmierzającego długość rzepa za pomocą koła dociskającego i wciągającego rzep do narzędzia oraz odcinającego go za pomocą urządzenia tnącego z ostrzem 100 mm na odpowiedniej długości,
- 2) elementu narzędzia przytrzymującego element umundurowania (na którym ma zostać naszyty rzep), ustalającego położenie odciętego elementu rzepa względem tego elementu umundurowania, wyznaczający linię szycia oraz służący do przytrzymywania rzepa przy jego przyszywaniu, zamocowany do ramion automatu w ten sposób, że:
 - a) część zewnętrzną tego elementu wykonaną na drukarce 3 D, mającą w środku otwór w kształcie przyszywanego odcinka rzepa, zamocowano do dwuwspornikowego ramienia automatu za pomocą 2 śrub z elastycznymi kompensatorami gumowymi regulującymi siłę docisku tej części do obrabianego elementu odzieży i służącą do przytrzymywania elementu umundurowania na którym będzie naszywany rzep oraz do ustalania położenia naszywanego rzepa względem tego elementu,
 - b) wewnętrzną część tego elementu mającą zmniejszony nieco kształt przyszywanego rzepa, również wykonaną na drukarce 3 D, zamocowano za pomocą śruby do ramienia automatu składającego się z jednego wspornika i służącą do przytrzymywania tego rzepa podczas jego naszywania.



Sposób działania narzędzia.

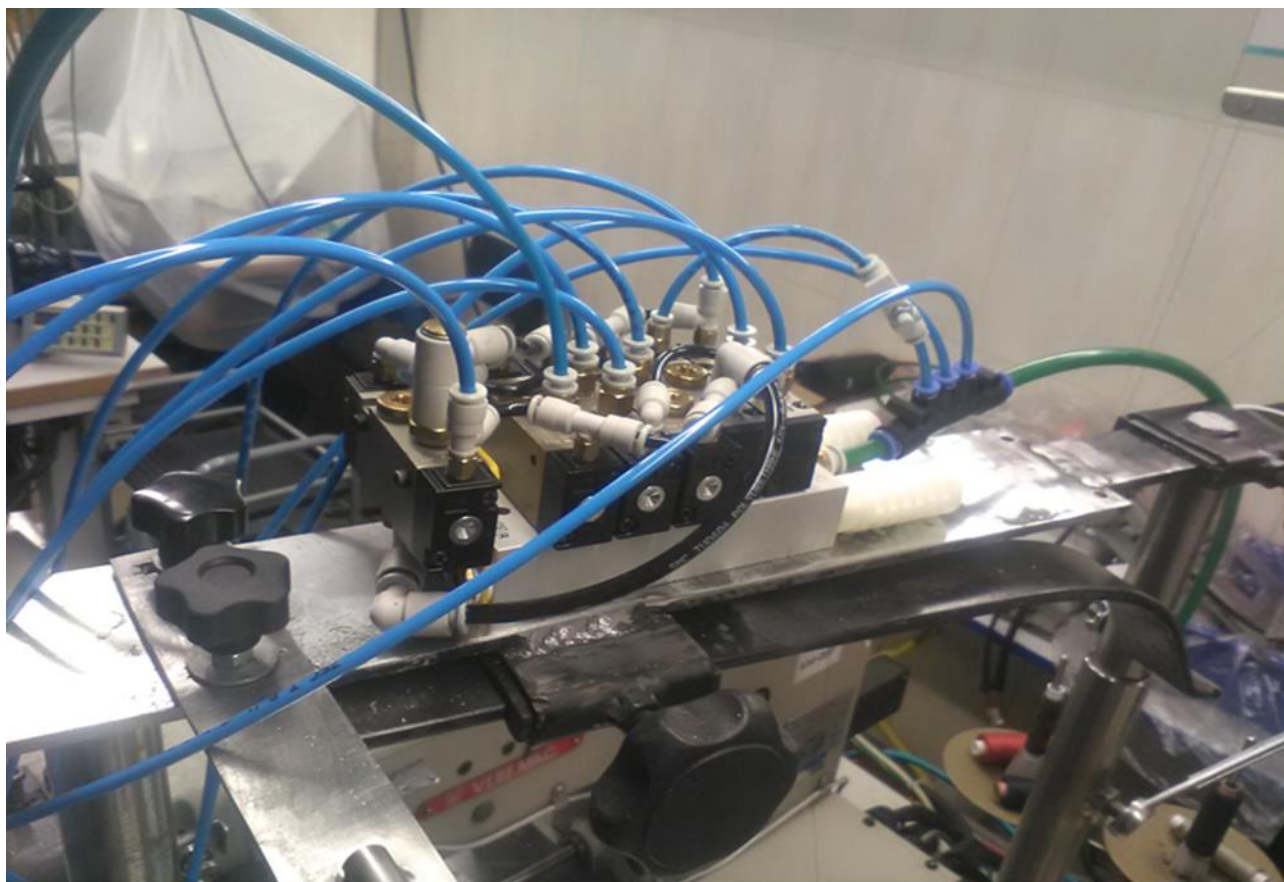
Wszystkie 3 elementy narzędzia ściśle ze sobą współpracują i działają w trybie automatycznym sterowanym automatem i za pomocą wyspy zaworowej i są napędzane pneumatycznie.



Schemat połączeń pneumatycznych narzędzia do obcinania rzepów.

Po włożeniu taśmy z rzepem do elementu pobierającego i odmierzającego narzędzia operator uruchamia narzędzie poprzez użycie włącznika. Wtedy przestaje działać pneumatyczny siłownik, który do tej chwili odsuwał od rzepa ruchomy koniec dźwigni wraz z kołem dociskającym i wciągającym rzep do narzędzia, co umożliwia sprężynie zamontowanej przy drugim ramieniu dźwigni dwustronne przesunięcie jej, powodując dociśnięcie koła do taśmy z rzepem. Koło dociska swoim obwodem taśmę z rzepem do podstawy narzędzia i obracając się wokół swej osi wciąga go do narzędzia jednocześnie rozwijając go z rolki. Po przesunięciu rzepa na wyznaczoną długość automatycznie zostaje uruchomiony nóż napędzany również pneumatycznie i odcina go na odpowiedni odcinek. Po odcięciu wyznaczonego odcinka rzepa włącza się automatycznie siłownik, który ponownie odsuwa od rzepa ruchomy koniec dźwigni wraz z zamocowanym na jej końcu

kołem dociskającym. Wtedy koło automatycznie obraca się i wraca do swojego ustawienia wyjściowego tym samym będąc gotowe na odmierzenie kolejnego odcinka rzepa.



Podłączona wyspa zaworowa odcinającego elementu narzędzia (sterująca pracą tego elementu).

Odpowiednią długość odcinka rzepa ustawia się poprzez regulację kąta obrotu koła za pomocą zmiany ustawienia wyłącznika jego obrotu, który obracając się na wspólnej osi razem z kołem w danym momencie naciska na wyłącznik obrotów koła powodując w ten sposób zatrzymanie obracania się koła, a tym samym zakończenie wciągania taśmy rzepa i uruchomienie noża odcinającego.

Zmiana ustawienia wyłącznika kąta obrotu koła, a tym samym ustawienie długości odcinanego odcinka rzepa odbywa się poprzez poluzowanie 3 wkrętów, obrót wyłącznika na osi o żądany kąt α oraz ponowne jego zablokowanie poprzez dokręcenie wcześniej poluzowanych wkrętów.

Wartość kąta obrotu wyłącznika α w zależności od żądanej długości odcinka odcinanego rzepa oblicza się w następujący sposób:

$$\alpha = \frac{d}{\pi r} \times 180^\circ$$

gdzie:

d – długość żadanego odcinka rzepa,

r – promień koła dociskającego i wciągającego rzep do narzędzia,

π – liczba Pi = 3,14

Dodatkowo długość odcinanego elementu w pewnym zakresie można ustawiać poprzez ustawienie siłownika wahadłowego napędzającego koło wciągające element do narzędzia.

Odcięty kawałek rzepa wpada w wewnętrzny otwór drugiego ustalającego elementu narzędzia w kształcie odcinanego kawałka rzepa ustalając w ten sposób swoje położenie w stosunku do elementu umundurowania, na którym ma być on naszyty. Wtedy wewnętrzna część tego elementu narzędzia się opuszcza i przytrzymuje odcięty rzep w ustalonej pozycji. Cały element narzędzia ustalający względem siebie i przytrzymujący dwa elementy odzieży (rzep i element umundurowania) zgodnie z programem szycia automatu wycofuje się od elementu odcinającego rzepy i następuje proces ich zszywania (przyszywania rzepa do elementu umundurowania). Po ich zszyciu obydwie części tego elementu narzędzia powracają do pozycji wyjściowej i podnoszą się umożliwiając operatorowi wyjęcie z narzędzia elementu umundurowania z naszytym rzepem. Proces odmierzania, odcinania i naszywania rzepa został zakończony.



Zdjęcie wyprodukowanego prototypu narzędzia.

Po ponownym podłożeniu elementu umundurowania i naciśnięciu przez operatora przycisku uruchamiającego narzędzie cały cykl pracy się powtarza, tj. pneumatyczny siłownik odsuwający do tej chwili ramię dźwigni wraz z kołem dociskającym i wciągającym rzep do narzędzia przestaje działać, a zamontowana sprężyna przesuwająca drugie ramię dźwigni jednocześnie dociskając ramię dźwigni wraz z kołem do taśmy z rzepem, które obracając się wokół swej osi wciąga ją do narzędzia. Po przesunięciu rzepa na wyznaczoną długość automatycznie zostaje uruchomiony nóż, który go odcina, wtedy załącza się siłownik pneumatyczny, który cofa ramię dźwigni wraz z kołem

do położenia początkowego, a koło przestając dociskać swoim obwodem rzepa jednocześnie obraca się i wraca do położenia początkowego. Rzep wpada do drugiego elementu narzędzia itd.

Element narzędzia przytrzymującego element umundurowania (na którym ma zostać naszyty rzep), ustalającego położenie odciętego elementu rzepa względem tego elementu umundurowania, wyznaczający linię szycia oraz służący do przytrzymywania rzepa przy jego przyszywaniu jest mocowany do ramion automatu szwalniczego.

Natomiast element odmierzający długość rzepa za pomocą koła dociskającego i wciągającego rzep do narzędzia oraz odcinający go na odpowiedniej długości jest mocowany na stałe do stołu automatu szwalniczego za pomocą wspornika, który ustala jednoznacznie położenie tego elementu względem stołu roboczego automatu oraz drugiego elementu narzędzia elementu narzędzia (ustalającego dokładne położenie odciętego elementu rzepa względem elementu umundurowania itd.). Jest możliwa zmiana położenia tego elementu względem stołu po poluzowaniu śrub blokujących zmianę jego położenia.

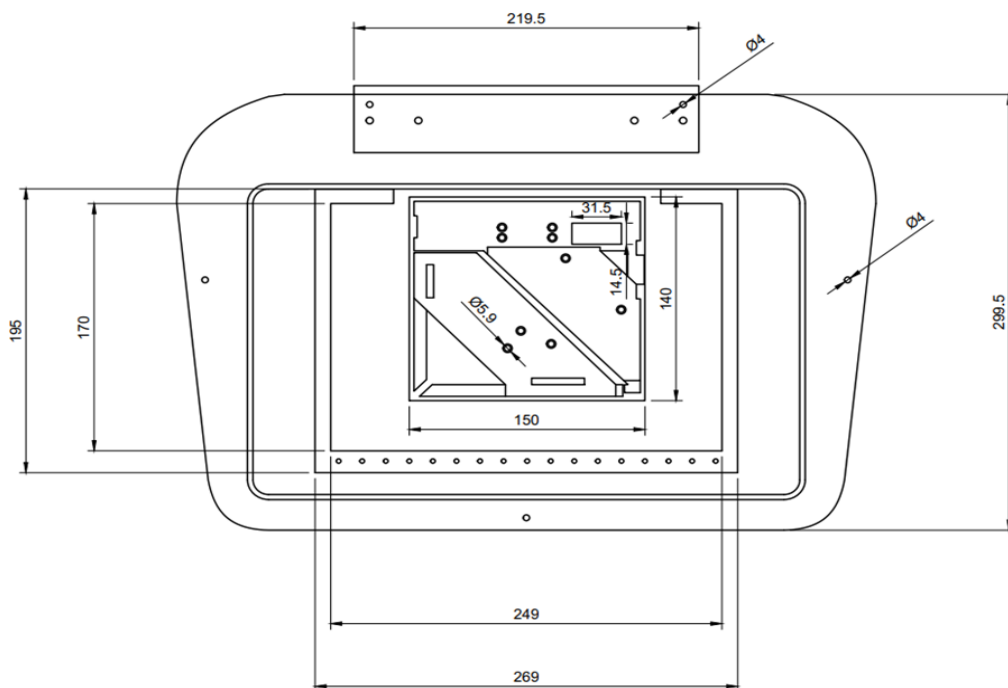
Automat jest odpowiednio programowany, aby ustalić ścieżkę szycia oraz sterować ruchy odpowiednich elementów narzędzia - za pomocą sprężonego powietrza unosić je i opuszczać.

2) Prototyp narzędzia do naszywania kieszeni bocznej na rękaw.

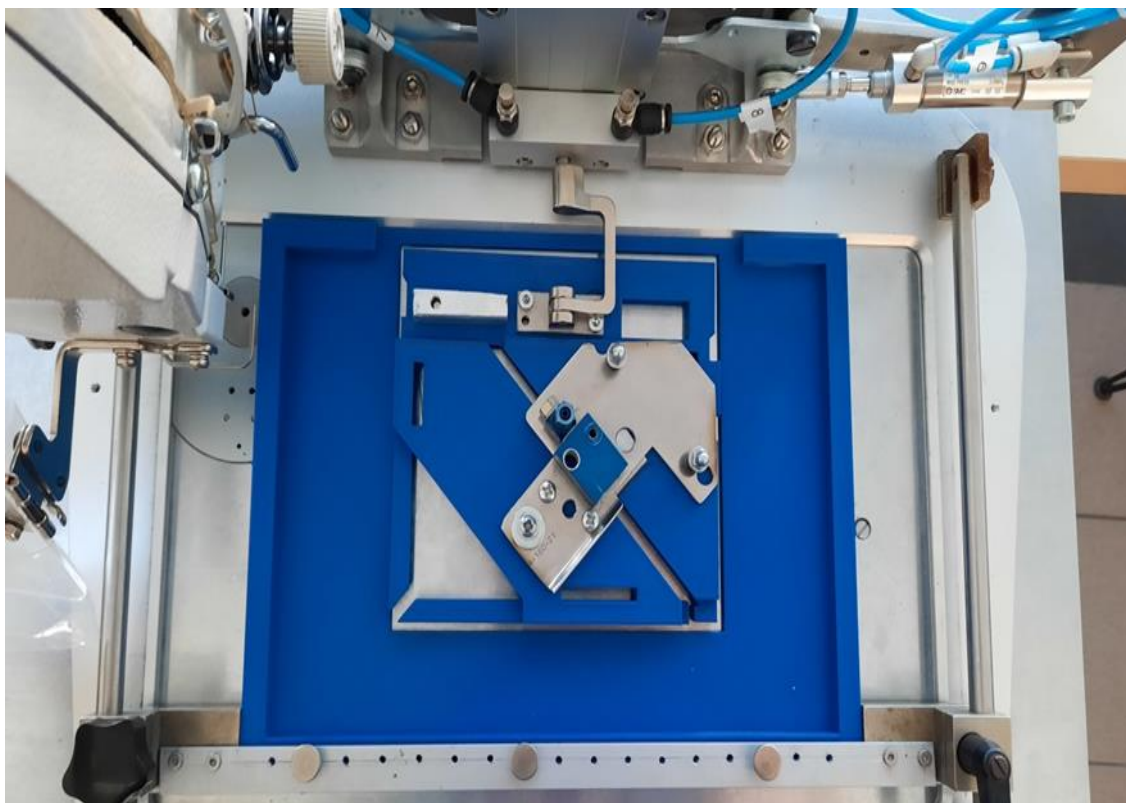
Narzędzie składa się z aluminiowej bazy – część zewnętrzną oraz części wewnętrznej z filamentu PLA, wydrukowanej na drukarce 3D. Służy do precyzyjnego naszywania kieszeni na rękaw bluzy z uwzględnieniem rygli, mieszka oraz przerwy w szyciu. Narzędzie znacznie przyspieszyło czas wykonania tej czynności i ograniczyło konieczność zaangażowania operatora automatu szwalniczego do odpowiedniego umiejscowienia tkaniny pod narzędziem i bieżącej kontroli pracy maszyny.

Sposób działania.

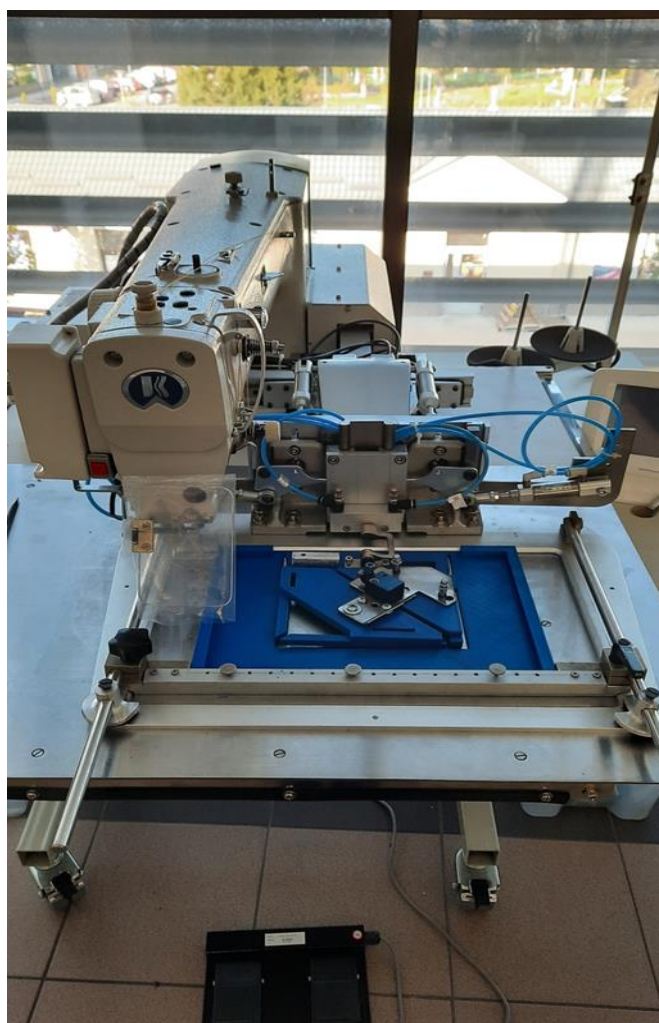
Aluminiowa baza przymocowana jest nieruchomo do automatu szwalniczego za pomocą wkrętów M4. Elementy wykonane z filamentu poruszają się dzięki zastosowaniu dwóch siłowników pneumatycznych, podłączonych do przewodów pneumatycznych, które unoszą i opuszczają poszczególne elementy.



Prototyp narzędzia do naszywania kieszeni bocznej na rękaw.



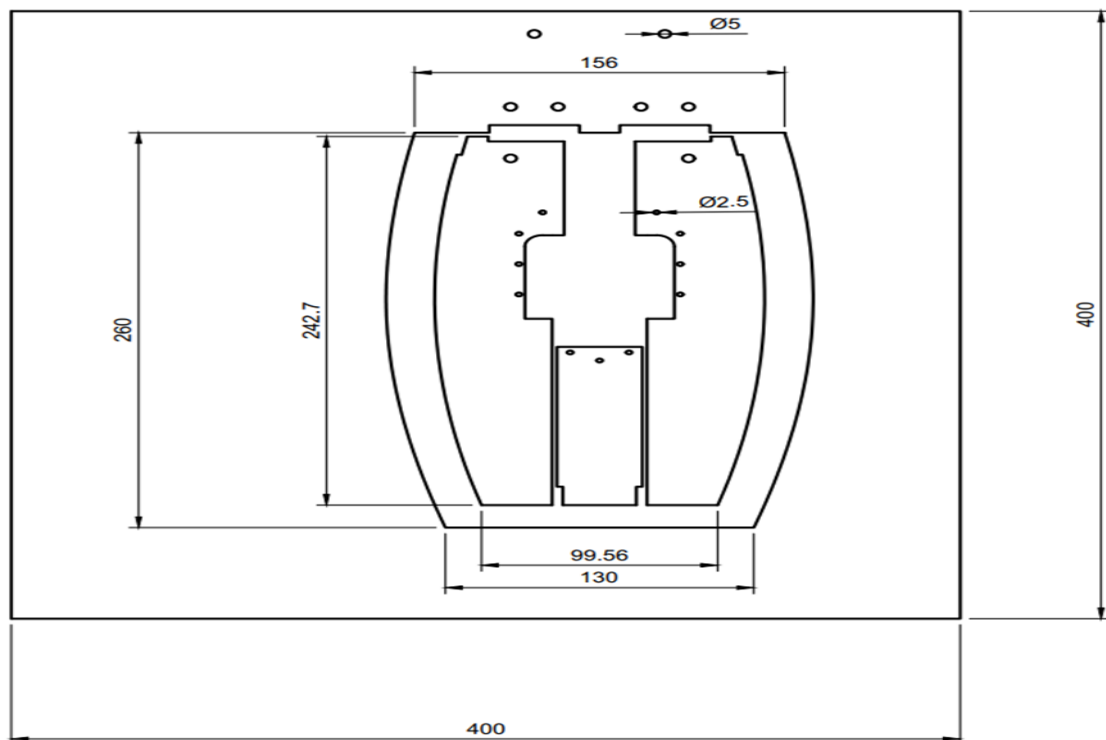
Wykonany prototyp narzędzia zamocowany na automacie.



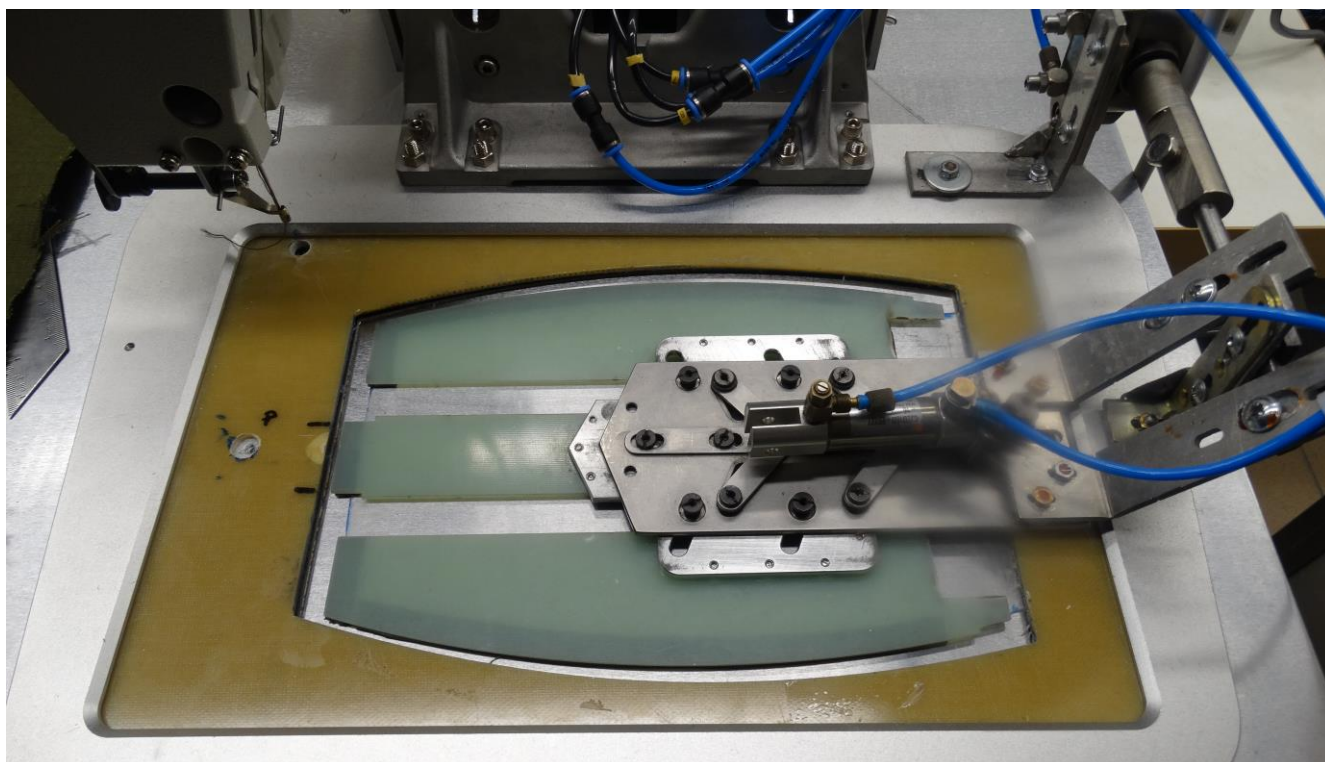
Wykonany prototyp narzędzia zamocowany na automacie.

3) prototyp narzędzia do naszywania łąty na ochraniacz – część łokciowa.

Narzędzie do naszywania łąty na ochraniacz na łokieć składa się z bazy z poliwęglanu 1 mm o wymiarach 400 x 400 mm przymocowanej części stałej narzędzia oraz części wewnętrznej, regulowanej w zakresie szerokości o długości, przytwierdzonej do wspornika ruchomego automatu. Regulacja jest niezbędna z powodu szycia łąt o różnych rozmiarach; jej zastosowanie zredukowało koszty tworzenia kolejnych kopii dopasowanych do elementu w zależności od linii szycia. Część wewnętrzna utworzona jest z płyty epoksydowej zbrojonej o grubości 3 mm.



Prototyp narzędzia do naszywania łąty na ochraniacz na rękaw – część łokciowa bluzy.



Wykonany prototyp narzędzia zamocowany na automacie.

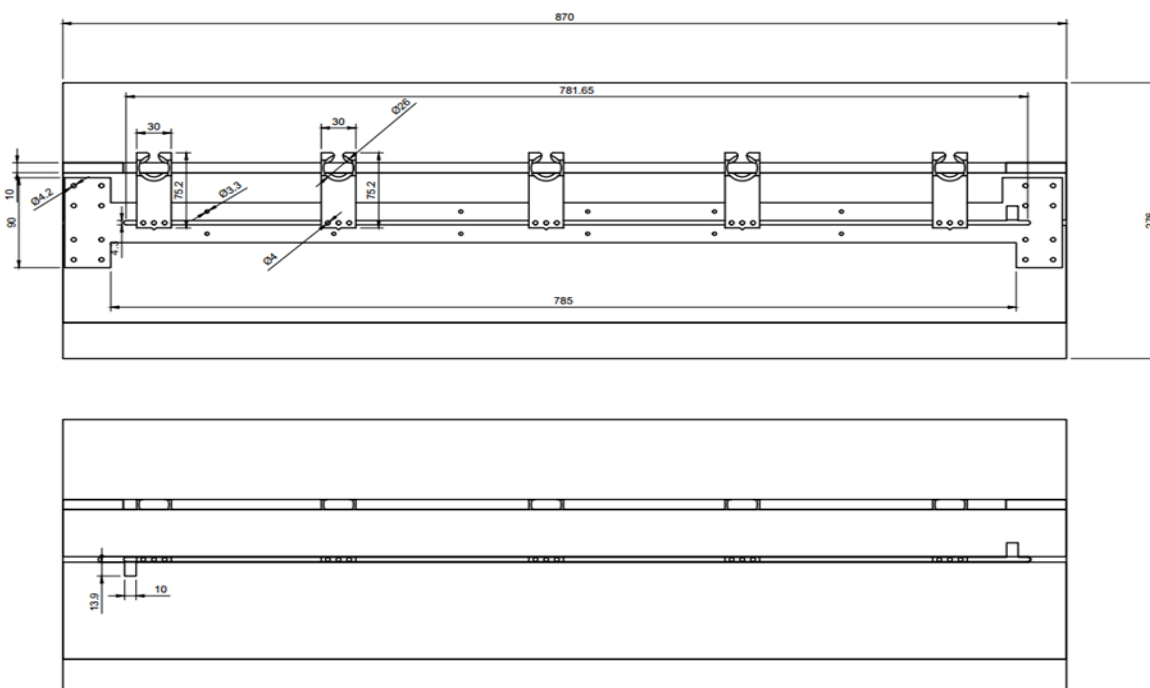


Wykonany prototyp narzędzia zamocowany na automacie.

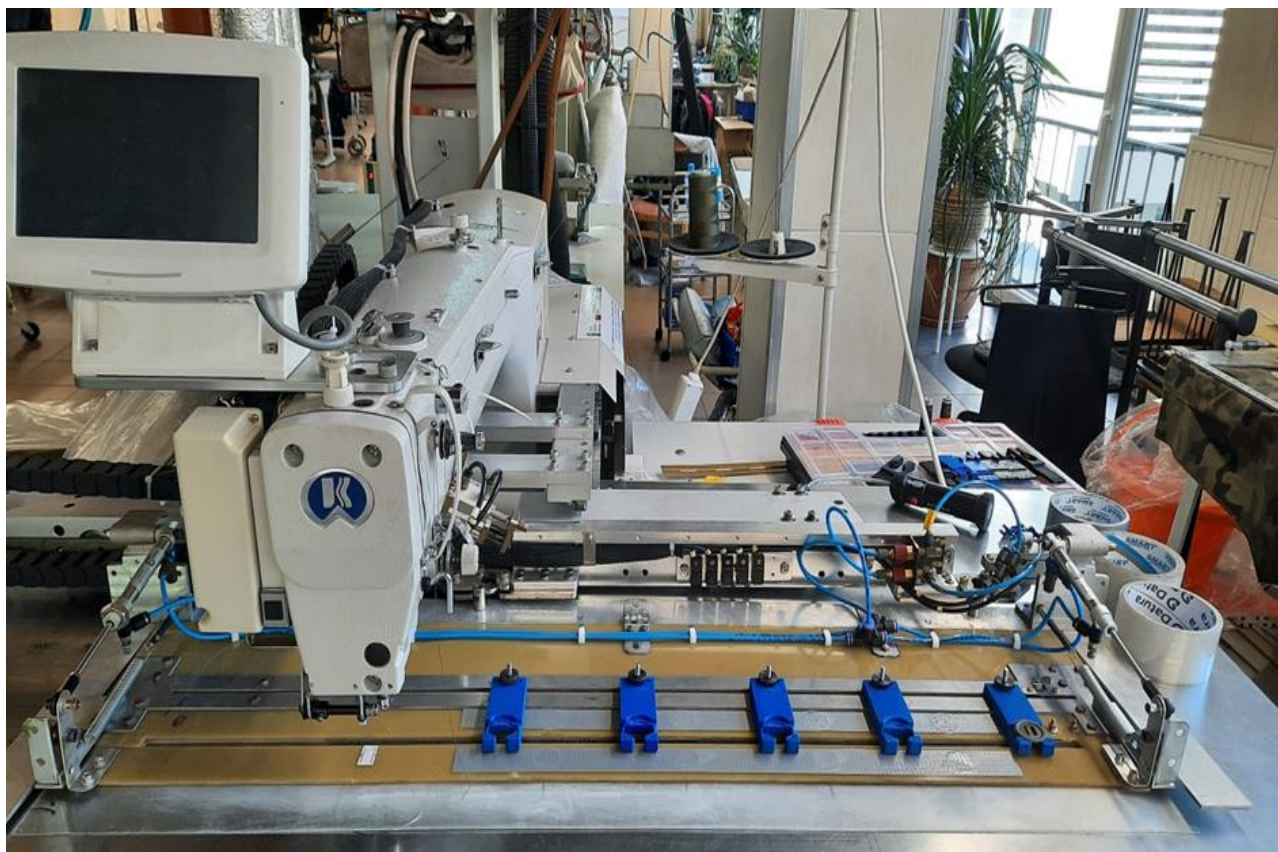
4) prototyp narzędzia do naszywania guzików występujących w serii w równych odstępach na element odzieży.

Narzędzie do naszywania guzików na fragment odzieży w równych odstępach składa się z:

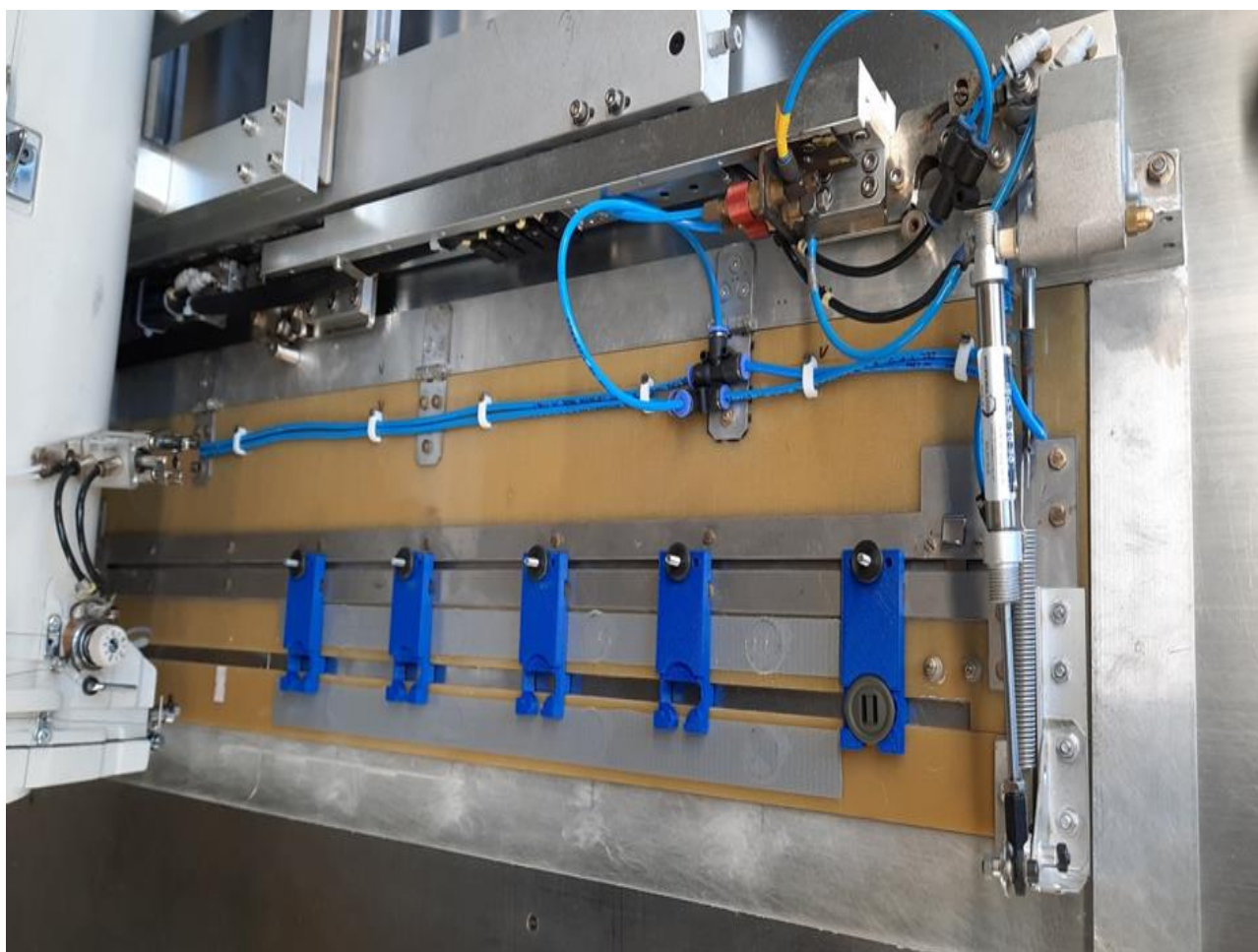
- bazy: poliwęglan o gr. 1mm, płyta epoksydowa zbrojona szkłem, blacha nierdzewna 1.5 mm
- uchwytów na guziki: składają się z tworzywa sztucznego, wydrukowane zostały na drukarce 3D z filamentu PLA.



Prototyp narzędzia do naszywania guzików na fragment odzieży w równych odstępach.



Wykonany prototyp narzędzia zamocowany na automacie.



Wykonany prototyp narzędzia zamocowany na automacie.

6. Opis optymalnego systemu transportu międzystanowiskowego.

Automatyczny transport międzystanowiskowy w swej konstrukcji i idei działania powinien być niezawodny, elastyczny i bezbłędny, a przy tym precyzyjnym w dostarczaniu półproduktów.

Między innymi od niego zależy przyspieszenie procesu produkcji, czy elementy odzieży są dostarczone do poszczególnych stanowisk roboczych na określony czas i w określonych ilościach, czyli bezpośrednio wpływa na wydajność produkcji. W związku z tym musi być on zsynchronizowany z całym procesem produkcyjnym poprzez system zarządzania produkcją.

W celu sprawnego działania automatycznego transportu międzystanowiskowego należy zapewnić system monitorowania przepływu elementów odzieży w procesie produkcyjnym oraz ich obróbki na stanowiskach roboczych, gdyż dostarcza on niezbędne dane do zapewnienia prawidłowego funkcjonowania systemu transportu. Pozwala on odpowiednio zorganizować transport półproduktów. Bez systemu monitorowania transport automatyczny nie byłby efektywnie działać.

Dzięki zainstalowanemu systemowi monitorowania przepływu elementów odzieży w procesie produkcyjnym na bieżąco widać, na którym stanowisku roboczym znajduje się dany element odzieży i jak długo trwa wykonanie konkretnej czynności w procesie technologicznym na tym stanowisku. Widząc, że czas wykonywania czynności jest długi od razu można stwierdzić, że jest to tzw. „wąskie gardło”, które można łatwo zlikwidować dublując to stanowisko pracy, dzięki czemu efektywność produkcyjna zakładu się poprawia.

Oczywiście, aby zdublować takie stanowisko, należy jednocześnie zapewnić transport półproduktów na nowe stanowisko wspomagające daną czynność. Dlatego też konieczny jest transport wewnętrzny, który spełni ten warunek. Należy również podkreślić, że praktycznie każda zmiana produkowanego modelu odzieży wymaga częściowej zmiany stanowisk pracy. W związku z tym transport międzystanowiskowy powinien mieć możliwość szybkiej, łatwej i najlepiej bezkosztowej adaptacji do takich zmian.

Przeprowadzone prace rozwojowe udowodniły, że do produkcji krótkich serii odzieży, czy pojedynczych egzemplarzy doskonale nadaje się transport realizowany za pomocą autonomicznych robotów mobilnych, tzw. AGV poruszających się na kołach po posadzce hali produkcyjnej i sterowanych systemem laserowego mapowania terenu.

Podczas testów wykonywanych w ramach prac rozwojowych wynikły niekiedy problemy ze sprawnym działaniem systemu monitorowania przepływu elementów odzieży. Wielokrotnie zdarzało się, że terminale stanowiskowe traciły połączenie z serwerem i nie mogły wysyłać do niego danych czytanych z tagów RFID umieszczonych na elementach odzieży oraz pobierać danych z serwera. Po dokładnym zbadaniu przyczyn powstałych problemów okazało się, że powodem przerw w połączeniu z serwerem jest sieć WiFi, która nie jest stabilna i ulega różnym zakłóceniom.

Z tego względu, że takie problemy wpływają bezpośrednio na przebieg i wydajność produkcji postanowiono wyeliminować ten problem poprzez zlecenie wykonania projektu i wybudowanie stabilnej sieci kablowej LAN, do której przewodami podłączono terminale stanowiskowe.



Zdjęcia fragmentu wybudowanej instalacji elektrycznej i teletechnicznej.

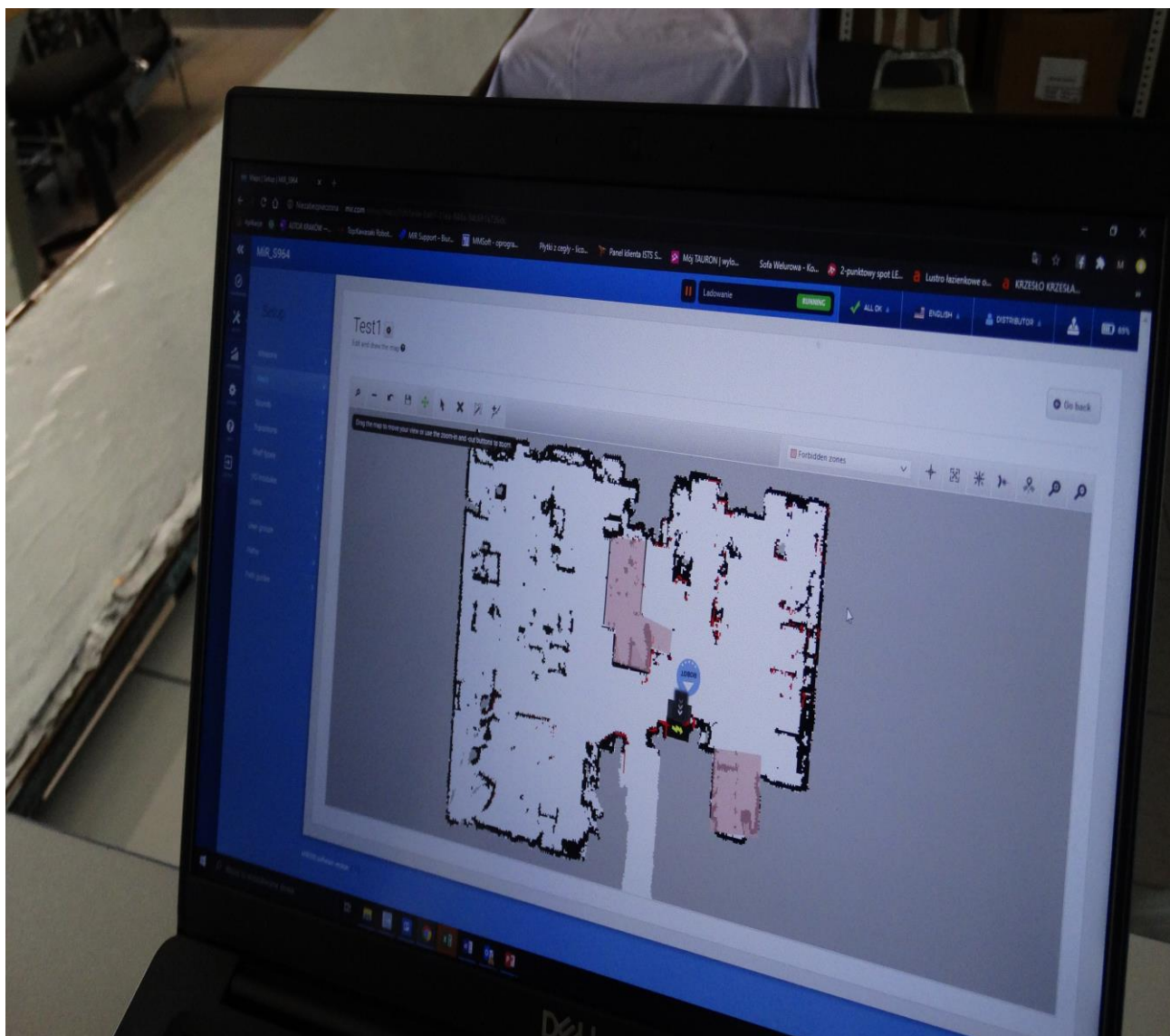
Po zapewnieniu niezawodnego działania systemu monitorowania przepływu elementów odzieży podjęto prace w celu sprawnego działania podczas procesu produkcji automatycznego transportu międzystanowiskowego realizowanego za pomocą robotów autonomicznych poruszających się na kołach po posadzce hali produkcyjnej.

W przypadku firmy Beneficjenta roboty takie powinny zapewnić transport pomiędzy stanowiskami roboczymi elementów odzieży w zależności od etapu produkcji - w postaci pakietów lub w stanie

zawieszonym. Na potrzeby badań wykorzystano 2 roboty mobilne MiR 100 i MiR 200, w celu zsynchronizowania ich z całym procesem produkcji, które posiadają bardzo dobrze rozbudowany system bezpieczeństwa zapewniający pełne bezpieczeństwo pracowników podczas produkcji.

Na początku badań postanowiono sprawdzić skuteczność tego systemu poprzez stawianie różnych przeszkód na drodze poruszania się robota. Okazało się, że system działa skutecznie zatrzymując robota w bezpiecznej odległości od przeszkody.

Przed użyciem robota do zapewnienia transportów elementów odzieży w procesie produkcji należy na samym początku stworzyć dobrą i precyzyjną mapę terenu, po którym będzie się on poruszał, czyli mapę hali produkcyjnej. W tym celu sterując go manualnie przy użyciu joysticka należy dokładnie przeprowadzić robota przez pomieszczenie, które chcemy zmapować.



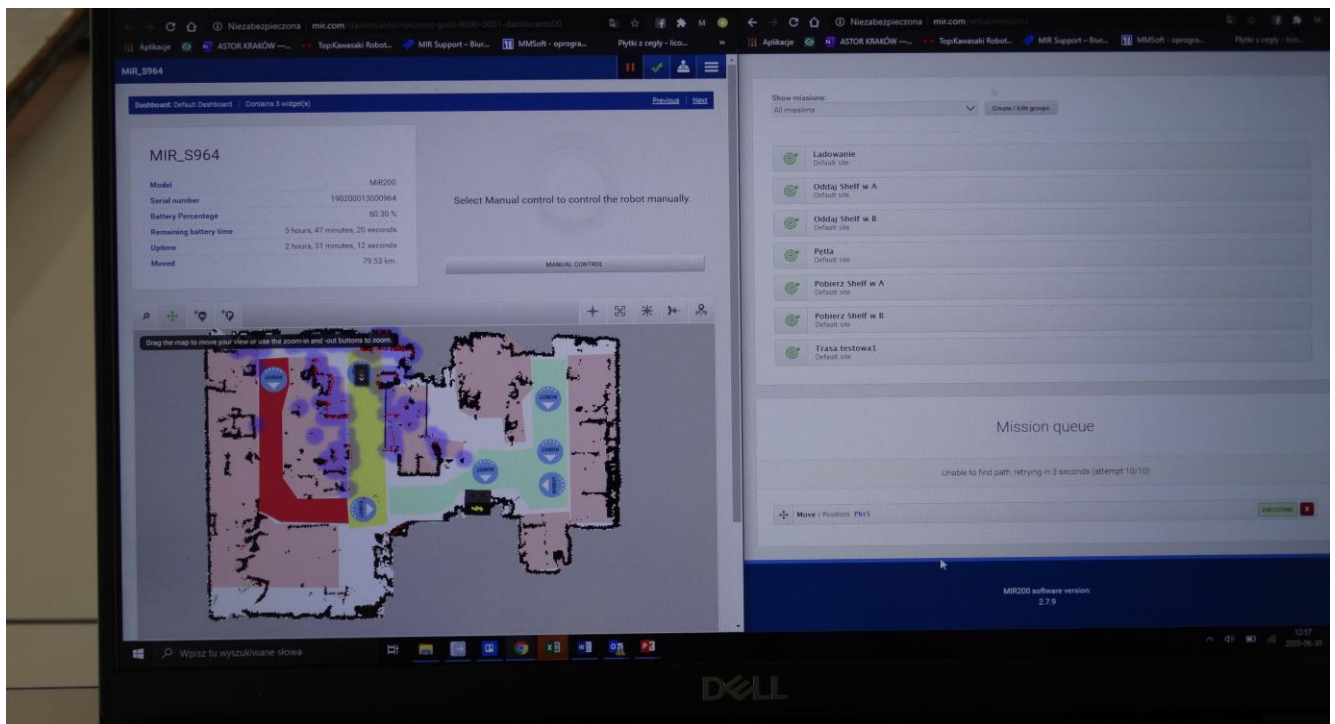
Mapa hali produkcyjnej po jej zeskanowaniu podczas jej obróbki.

Następnie mapę hali produkcyjnej utworzoną dzięki odczytom z czujników robota poddaje się obróbce, która polega na jej uaktualnieniu poprzez usunięcie niechcianych odczytów oraz tymczasowych obiektów. Jednocześnie dodaje się wirtualne ściany, preferowane ścieżki poruszania się robota oraz zaznacza się strefy zagrożenia oraz inne strefy, np. strefa zwolnionego przejazdu, sygnalizacji dźwiękowej itp. Dzięki takiej obróbce otrzymuje się mapę, która pozwoli robotowi precyzyjnie i płynnie się poruszać w danym terenie.



Mapa hali produkcyjnej po obróbce i przypisaniu poszczególnych stanowisk roboczych.

Następnie po wykonaniu ostatecznej mapy robotowi przypisuje się po kolei czynności, które będzie musiał wykonać. Czynnościami tymi mogą być proste zadanie transportowe polegające na przejeździe pomiędzy poszczególnymi stanowiskami roboczymi lub zadania bardziej złożone, które oprócz przejazdu pomiędzy stanowiskami roboczymi obejmuje również jak wykonywanie innych działań, np. przejazd windą, automatyczne otwieranie drzwi, dźwięk klaksonu po przybyciu na wybrane stanowisko robocze itp. Czynności przypisane robotowi można na bieżąco zmieniać poprzez dodawanie nowych zadań lub zmniejszanie już zapisanych. Jeżeli zajdzie potrzeba można zmieniać kolejność ich wykonywania.



Przypisywanie robotowi AGV kolejnych czynności do wykonania.

Podczas prowadzonych testów okazało się, że robot mobilny bardzo dobrze sprawuje się podczas sporządzania map i wyznaczania stanowisk roboczych. Zawsze podąża zgodnie z wyznaczoną dla niego trasą, dobrze lokalizuje stanowiska robocze, zatrzymuje się na nich na wyznaczony z góry okres czasu lub też na czas określony przez operatora.

Podczas prowadzonych prac rozwojowych robot transportował w pojemniku elementy odzieży pogrupowane w paczkach, co ma miejsce podczas początkowego etapu produkcji oraz na wysięgniku, do którego zawieszono obrabiane elementy odzieży, co ma miejsce w dalszym procesie produkcji odzieży.



Transport elementów odzieży w paczkach.



Transport elementów odzieży w stanie zawieszonym.

Prowadzono testy zmieniając trasę przejazdu robota z elementami odzieży poprzez zmianę kolejności stanowisk roboczych, dodawanie nowych stanowisk roboczych i ich zmniejszanie. Okazało się, że gdy zmiana stanowisk roboczych nie wiązała się z ich fizyczną zmianą pozycji, to taka zmiana trasy przejazdu robota przebiega bardzo szybko, gdyż polega tylko na zmianie kolejności czynności zadanych robotowi, dodania na mapie nowego stanowiska lub z zakresu czynności robota usunięcie danego stanowiska. Praktycznie można tego dokonać w każdej chwili, gdy zajdzie taka potrzeba. Zmierzono czasy jakie są potrzebne na zmianę 1 stanowiska pracy w liście czynności zadanych robotowi. Średni czas na wykonanie tej czynności wyniósł 1 minutę.

Natomiast w przypadku zmiany trasy przejazdu robota spowodowanej zmianą rozmieszczenia stanowisk roboczych w linii technologicznej, np. poprzez dokupienie nowych maszyn lub automatów ewentualnie poprzez wycofanie niektórych maszyn ze względu na awarię lub wiek należy koniecznie uaktualnić tę część mapy hali produkcyjnej, w której nastąpiła zmiana tych stanowisk. W przypadku, gdy zmiana rozmieszczenia stanowisk jest znaczna najlepiej przeprowadzić ponowne mapowanie hali produkcyjnej z nowo rozmieszczonymi stanowiskami roboczymi oraz nanieść poprawki do tak otrzymanej mapy.

Przeprowadzone badania wykazały, że taki typ transportu dostarcza poszczególne elementy odzieży do właściwych stanowisk roboczych i na czas w celu ich obróbki, jednakże na danym stanowisku

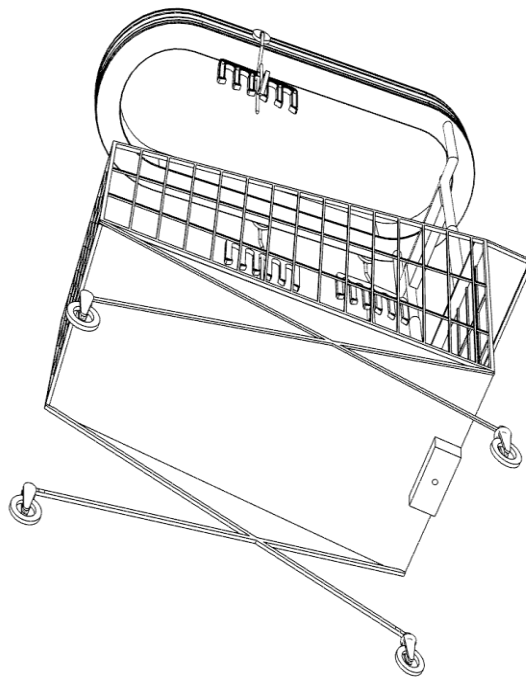
musi on pozostać do czasu zakończenia ich obróbki, co uniemożliwia jego wykorzystanie w tym czasie do dalszego transportu.

W związku z tym postanowiono wyeliminować ten problem poprzez zaprojektowanie i wykonanie wózka do jednoczesnego przewożenia paczek z wykrojonymi elementami odzieży i obrabianych elementów w stanie zawieszonym, który byłby podczepiany do robota, transportowany przez niego pomiędzy poszczególnymi stanowiskami roboczymi i odczepiany przy właściwym stanowisku. Dzięki temu robot może udać się po następny wózek i go przetransportować do następnego stanowiska roboczego.

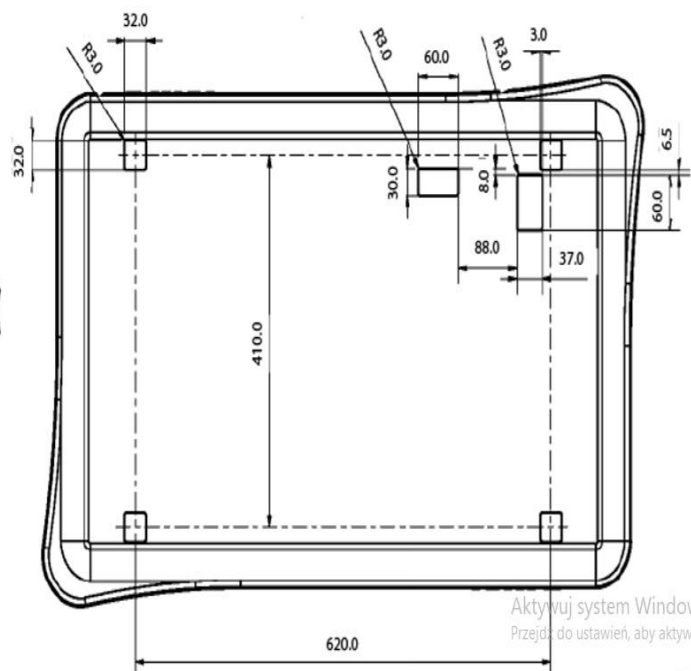
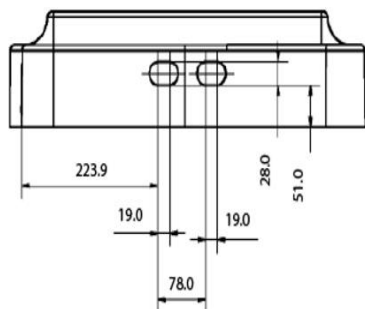
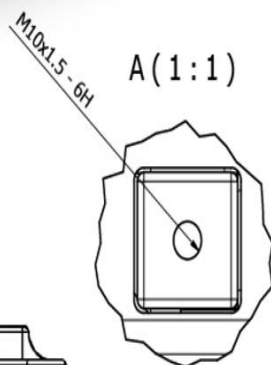
Dzięki takiemu rozwiązaniu efektywnie wykorzystuje się posiadane roboty mobilne, gdyż eliminuje się ich zbędne przestoje.



Wózek do przewożenia paczek z wykrojonymi elementami odzieży i obrabianych elementów w stanie zawieszonym.



Zaczep transportowy do robota mobilnego AGV.



Wymiary robota mobilnego AGV wykorzystywanego do transportu wózków.

Przeprowadzone badania wykazały, że taki typ transportu jest najbardziej optymalny w przypadku firmy Beneficjenta, gdyż jest bardzo elastyczny, a to umożliwia w łatwy i szybki sposób dostosować do nowych wymagań produkcyjnych, które występują w przypadku produkcji nowego modelu odzieży. Warte podkreślenia jest to, że takie przestawienie transportu jest praktycznie bezkosztowe, gdyż wymaga tylko niewielkiego zaangażowania operatora systemu, a przestój produkcji z tym związany jest niewielki i wynosi około 1 minuty na każde stanowisko robocze.

Z powyższych względów można stwierdzić, że przedstawiony system transportu międzystanowiskowego oparty na autonomicznych robotach mobilnych poruszających się na kołach po posadzce hali produkcyjnej, sterowanych systemem laserowego mapowania terenu oraz transportujących wózki z elementami odzieży jest najbardziej optymalny dla firmy Beneficjenta, bo spełnia wszystkie jego oczekiwania.



Robot mobilny AGV wykorzystywany do transportu wózków przy stacji ładowania.

7. Efekty wdrożenia systemu optymalnej zautomatyzowanej technologii – w zakresie zmniejszenia ilości odpadów.

Wdrożony w firmie Beneficjenta system zarządzania produkcją obejmujący między innymi optymalizację układów wykroju elementów odzieży w zdecydowany sposób przyczynia się do obniżenia ilości odpadów tkaniny rozkrawanej, co przekłada się na zmniejszenie kosztów produkcji.

Przed rozkrojem tkaniny na podstawie danych o realizowanym zamówieniu system optymalizuje układy wykroju poszczególnych elementów odzieży w ten sposób, aby na danej powierzchni tkaniny zagęścić jak największą ilość elementów w celu jej maksymalnego wykorzystania co przekłada się na mniejszą ilość odpadów.

Efektywność realizacji projektu w firmie Beneficjenta polegającą na zmniejszeniu ilości odpadów tkaniny podczas wykrawania elementów odzieży dla małych serii lub pojedynczych egzemplarzy odzieży w wyniku wdrożenia nowej technologii wykazano na przykładzie trzech modeli spodni, tj. spodnie Drol, 302022 i LORD Sport.

Przed wdrożeniem wyników przeprowadzonych badań w tym zakresie, gdy nie było pełnej optymalizacji układów kroju dla małych serii lub pojedynczych egzemplarzy, średnia ilość odpadów powstałych podczas rozkroju w przypadku w/w spodni wyniosła 34,87 %.

Natomiast po wdrożeniu wyników badań wpływających na zbudowanie systemu zarządzania produkcją nastąpiła pełna optymalizacja układów kroju, co pozwoliło na efektywniejsze wykorzystanie tkaniny i zdecydowane zmniejszenie ilości powstałych odpadów podczas jej rozkroju.

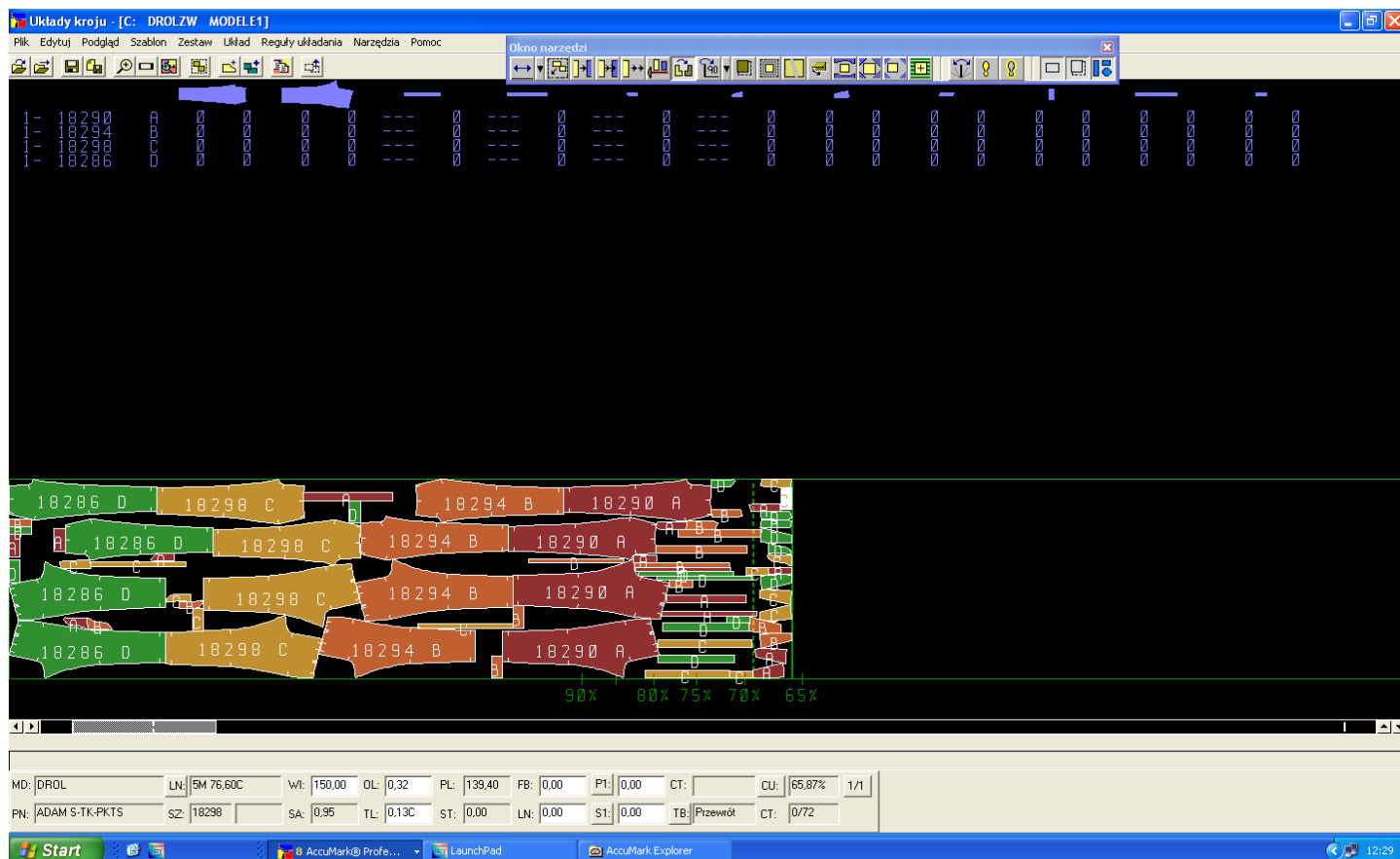
W wyniku przeprowadzonych testów w warunkach rzeczywistych okazało się, że średnia efektywność wykorzystania tkaniny dla tych samych modeli wzrosła z 65,13 % do 83,91 %, czyli wzrosła o 18,79 %, a tym samym ilość powstałych odpadów zmniejszyła się z 34,87 % do 16,09 %, co jednoznacznie wynika z poniższego zestawienia oraz układów rozkroju dla w/w modeli spodni przed i po realizacji projektu.

Zestawienie efektywności wykrojów

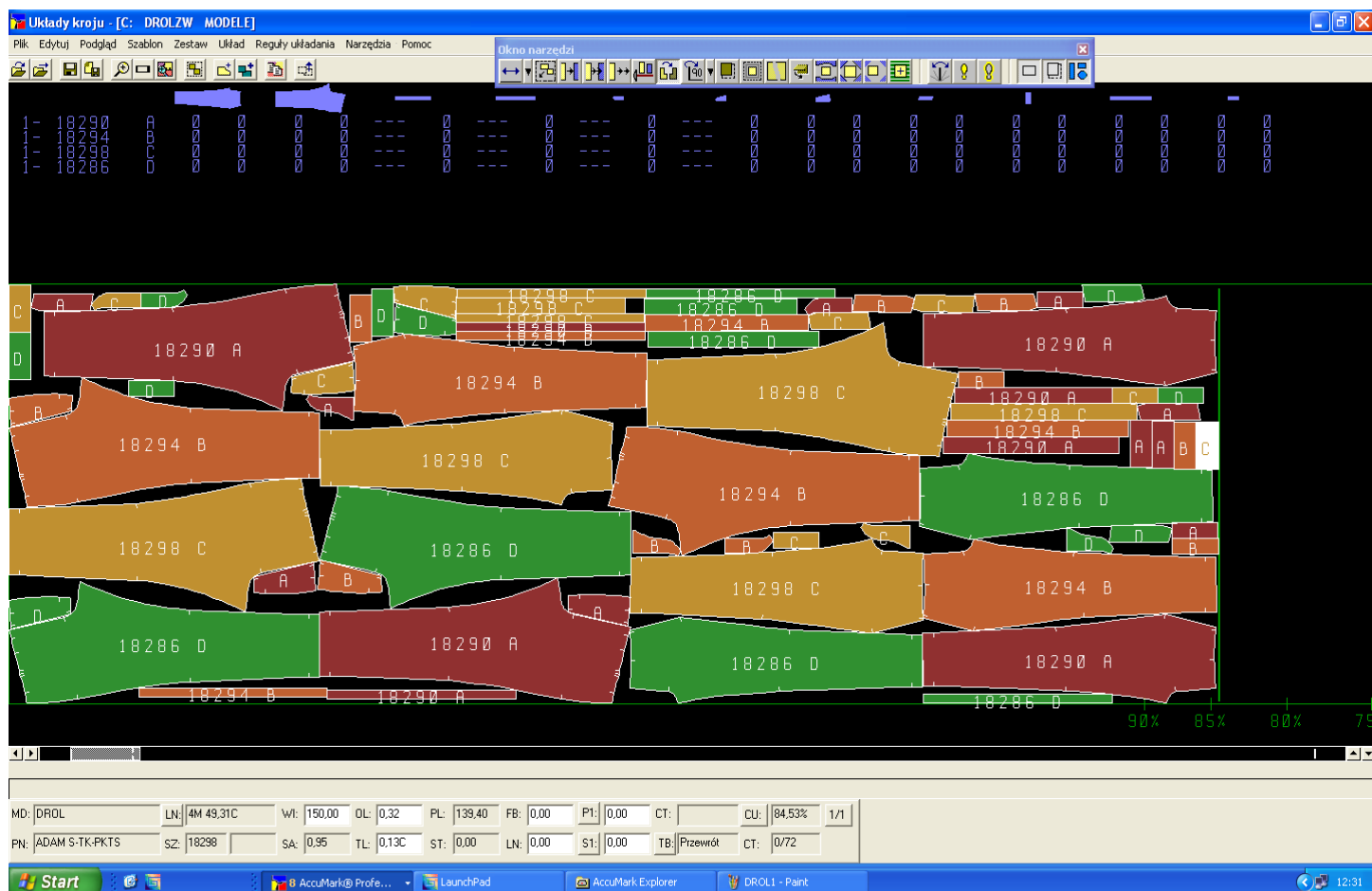
Lp.	Nazwa modelu odzieży dla którego zostały wykonane układy kroju	Przed realizacją projektu		Po realizacji projektu (wdrożenie nowej technologii)		Zwiększenie efektywności wykorzystania tkaniny w wyniku wdrożenia nowej technologii (w %)
		Efektywność wykorzystania tkaniny (w %)	Wartość odpadu (w %)	Efektywność wykorzystania tkaniny (w %)	Wartość odpadu (w %)	
1	Spodnie Drol	65,87	34,13	84,53	15,47	18,66
2	Spodnie 302022	69,48	30,52	84,85	15,15	15,37
3	Spodnie LORD Sport	60,03	39,97	82,36	17,64	22,33
Wartość średnia		65,13	34,87	83,91	16,09	18,79

Wyniki testów:

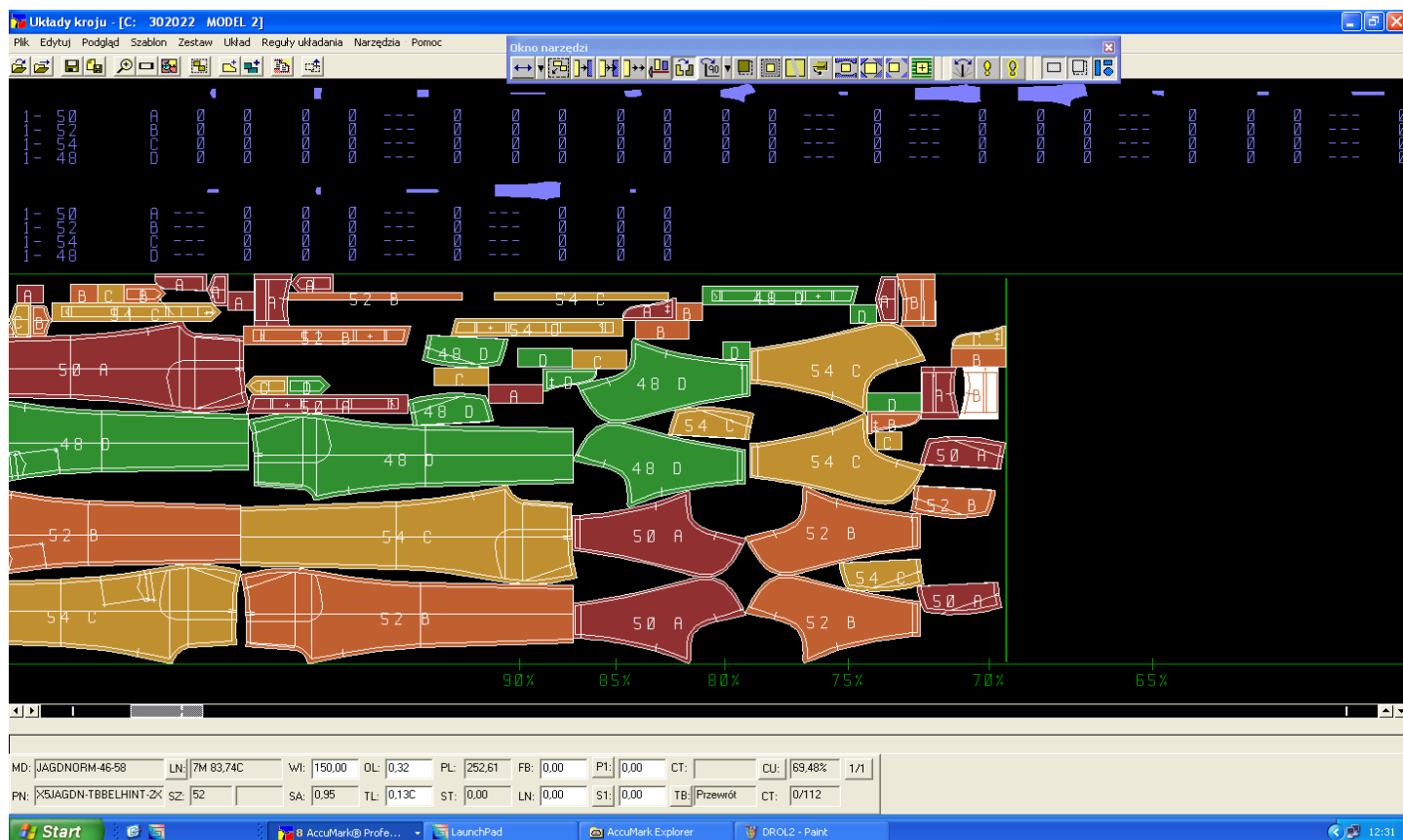
- zwiększenie efektywności wykorzystania tkaniny w wyniku wdrożenia nowej technologii - 18,79 %,
- zmniejszenie się ilości odpadu w wyniku wdrożenia nowej technologii w odniesieniu do ilości odpadów przed realizacją projektu – 53,87 %.



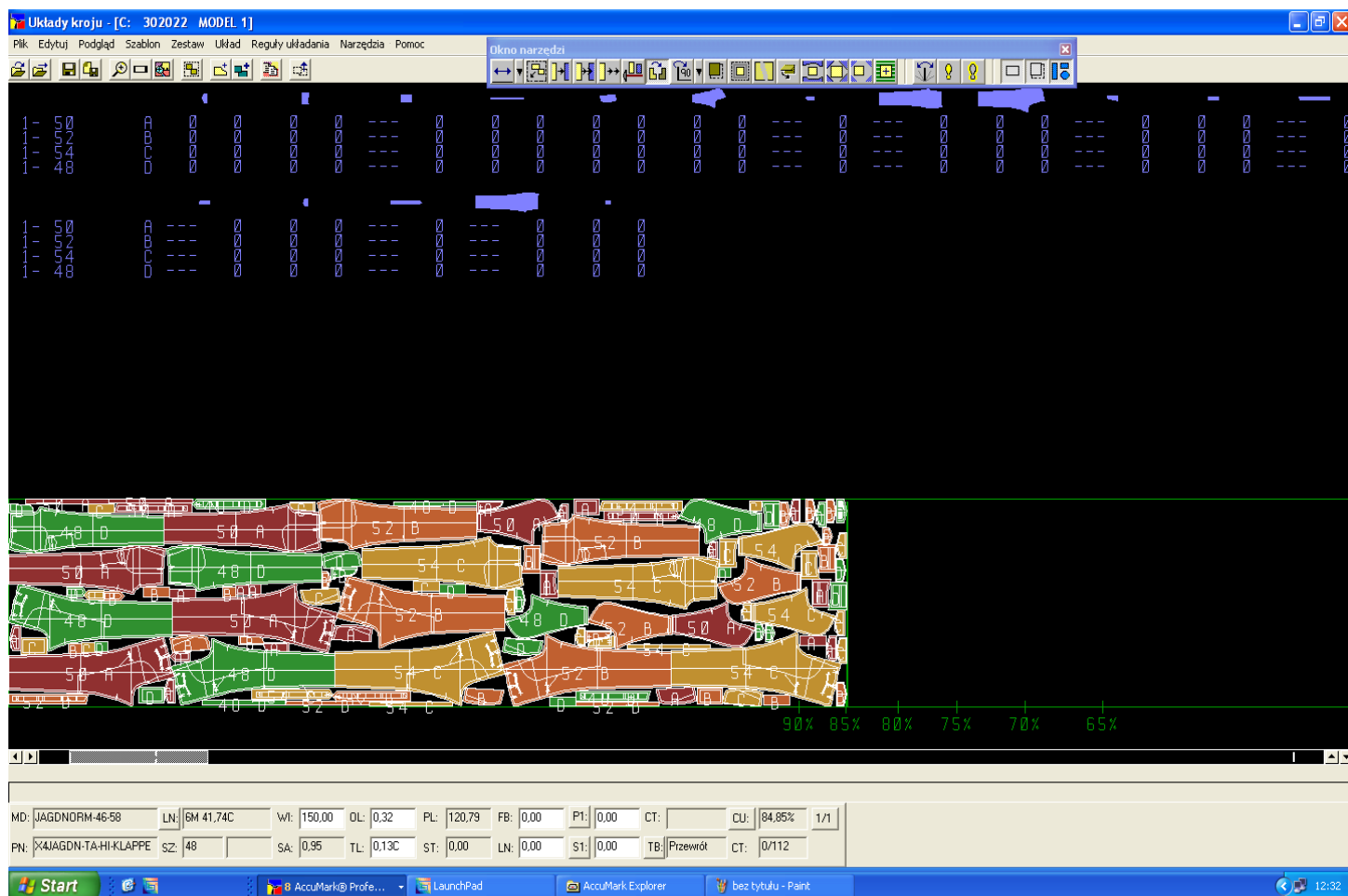
Układy - spodnie DROL - przed wdrożeniem optymalizacji układów kroju.



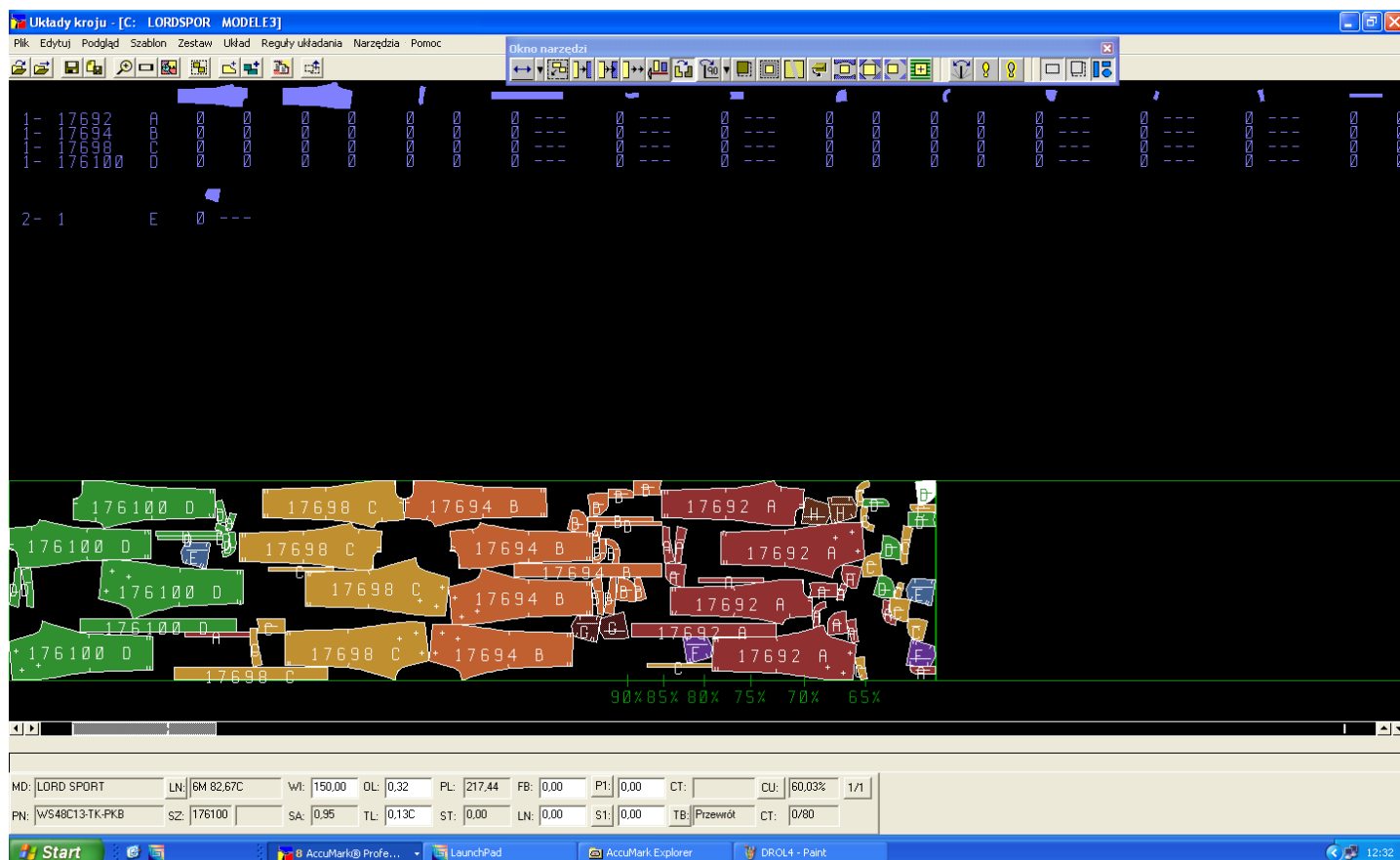
Układy - spodnie DROL - po wdrożeniu optymalizacji układów kroju.



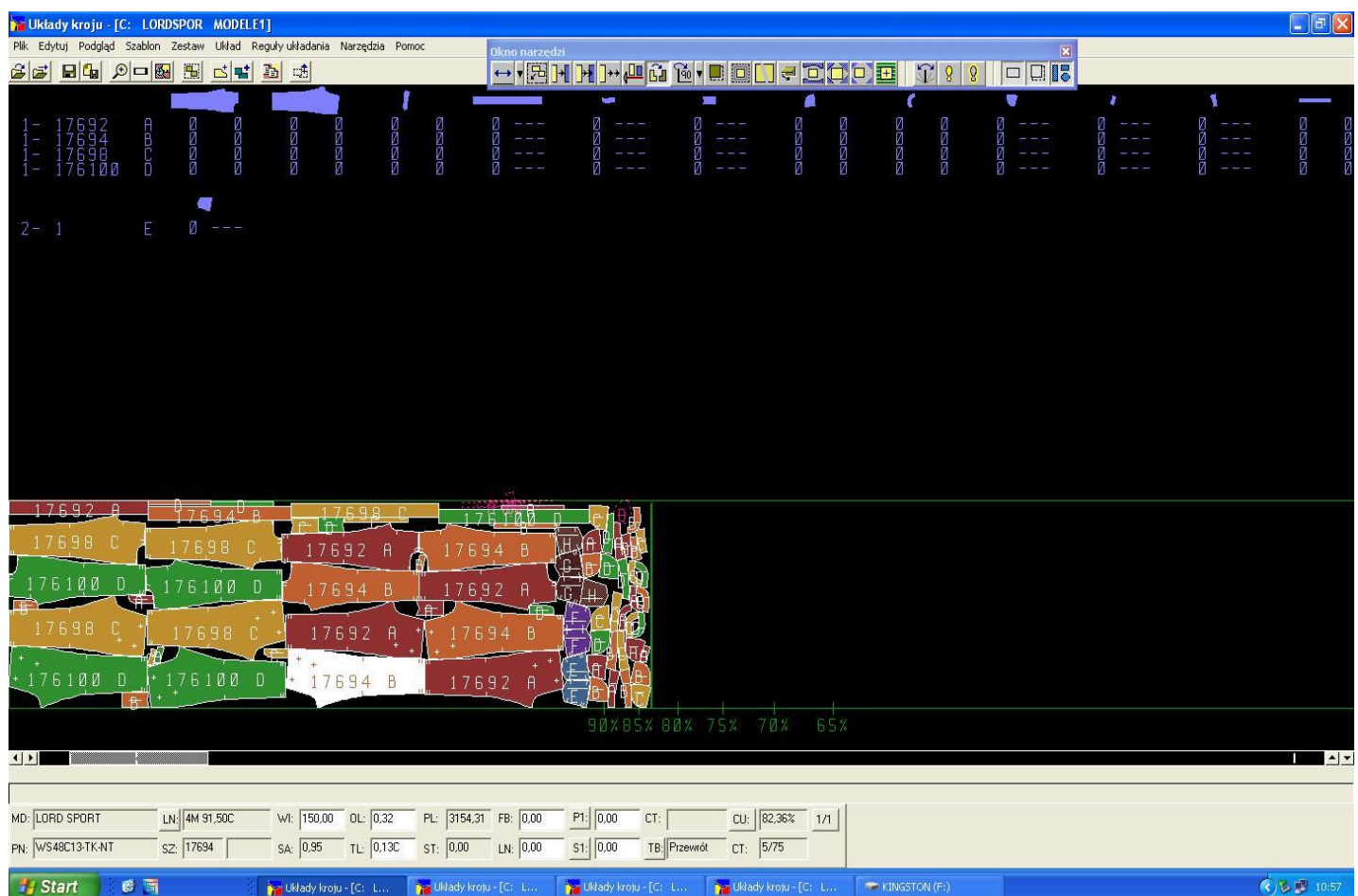
Układy - spodnie 302022 - przed wdrożeniem optymalizacji układów kroju.



Układy - spodnie 302022 - po wdrożeniu optymalizacji układów kroju.



Układy – spodnie LORD Sport - przed wdrożeniem optymalizacji układów kroju.



Układy – spodnie LORD Sport - po wdrożeniu optymalizacji układów kroju.

Z powyższego zestawienia jednoznacznie wynika, że dzięki realizacji projektu i wdrożeniu nowej technologii, w tym systemu optymalizacji układów kroju, ilość opadów zmniejszyła się o 53,87 % w odniesieniu do ilości odpadów tkaniny przed jego realizacją.

8. Efekty wdrożenia systemu optymalnej zautomatyzowanej technologii – w zakresie skrócenia czasu znakowania materiałów.

Przed realizacją projektu w firmie Beneficjenta numerowanie poszczególnych elementów odzieży odbywało się manualne za pomocą metkownicy i miało to miejsce już po ich wykrojeniu. Wyglądało to w następujący sposób. Pracownik pobierał paczkę z elementami odzieży do oznakowania i przygotowywał ją do oznakowania poprzez rozwiązanie jej. Ta czynność zajmowała mu około 10 sekund.

Przed rozpoczęciem znakowania danej paczki ustawiał oznakowanie na metkownicy i kolejno znakował wszystkie elementy w paczce. Po zakończeniu znakowania zawiązywał paczkę i ją odkładał. Ta czynność znów zajmowała około 10 sekund. Następnie pobierał następną paczkę i czynności się powtarzały.

Beneficjent przed wdrożeniem nowej technologii posiadał czasy wykonywania wszystkich czynności dla poszczególnych modeli odzieży ustalone na podstawie pomiarów czasów ich faktycznego wykonywania (normominut). Czasy te były potrzebne do wyliczenia kosztów wyprodukowania danego modelu niezbędnych do ustalenia jego ceny z kontrahentem oraz do naliczenia wynagrodzenia pracownikom. Z tego też względu zmierzone czasy musiały być wiarygodne. W przeciwnym przypadku pracownicy protestowaliby, że zostały one zaniżone i z tego powodu mało zarabiają. Natomiast w przypadku ich zawyżenia kontrahenci nie podpisywaliby kontraktów, bo u innych producentów zamawiana usługa byłaby tańsza.

Dla wyliczenia skrócenia czasu znakowania materiałów przyjęto czasy numerowania dla następujących modeli spodni męskich: Sartorial, Lord Droll, Vipo L039 - 3S i Vistula Urban DUO, które wynoszą odpowiednio:

- | | |
|------------------------------|---------------|
| 1) spodnie Sartorial | – 2,5 minuty, |
| 2) spodnie Lord Droll | – 1,2 minuty, |
| 3) spodnie Vipo L039 - 3S | – 1,0 minuty, |
| 4) spodnie Vistula Urban DUO | – 2,0 minuty. |

Ponieważ taki sposób znakowania elementów odzieży pochłaniał dużo czasu, to postanowiono ten proces usprawnić.

Na podstawie przeprowadzonych badań zbudowano prototyp urządzenia służącego do znakowania poszczególnych elementów odzieży jeszcze przed rozkrojem tkaniny. Istotą tego urządzenia jest to, że jednocześnie drukuje ono etykiety z numerami egzemplarzowymi i nanosi je na poszczególne warstwy tkaniny na elementy odzieży, które dopiero zostaną wykrojone.

Przedmiotem badań było opracowanie prototypu urządzenia, które w zależności od potrzeb nanosiło etykiety o wielkości 22 x 12 mm na tkaninę przed rozkrojem, które zawierają jedynie cztery ostatnie cyfry numeru egzemplarzowego lub etykiety zawierające tagi RFID.

Drukarkę do drukowania etykiet i tagów RFID umieszczono przy stole do warstwowania materiału i połączoną ją z systemem informatycznym firmy. Na podstawie danych zaczerpniętych z bazy danych systemu i dotyczących realizowanego zlecenia drukuje ona zmniejszone etykiety w odpowiednim rozmieszczeniu z niezbędnymi informacjami dotyczącymi wykonywanego zlecenia

lub programuje tagi RFID.

Do nanoszenia wydrukowanych etykiet zastosowano zespół ssawek pneumatycznych tworzących blok 4x1 ssawek i połączonych z wyspą zaworową zarządzaną modulem sterowania. Zastosowano ssawki dwufunkcyjne mające możliwość zasysania oraz wydmuchu powietrza w zależności od ustawienia wyspy zaworowej na podstawie otrzymanego sygnału z modułu sterowania.

Zespół ssawek pneumatycznych (zespół aplikujący etykiety) przemieszcza się nad stołem do warstwowania tkaniny i może umieścić etykietę w dokładnie wyznaczonym miejscu stołu zgodnie z danymi programu rozkroju tkaniny dla danego zamówienia. Dzięki temu jest możliwość zlokalizowania położenia każdego elementu odzieży jeszcze przed rozkrojem tkaniny.

Współrzędne punktów naniesienia etykiet są określone w aplikacji i pobierane są z serwera. Po rozmieszczeniu wszystkich pobranych etykiet zespół aplikujący etykiety ponownie pobiera z drukarki kolejną porcję wydrukowanych etykiet i ponownie rozmieszcza je w wyznaczonych miejscach (elementach odzieży), które do tej pory nie zostały oznaczone.

Po rozmieszczeniu wszystkich etykiet na danej warstwie tkaniny aplikator etykiet przyjmuje pozycję wyjściową umożliwiającą rozłożenie przez lagowarkę na stole kolejnej warstwy tkaniny. Po jej rozłożeniu znowu następuje proces nanoszenia etykiet na poszczególne elementy odzieży.

Zespół aplikujący etykiety ponownie poprzez podciśnienie pobiera (przysysa) z drukarki wydrukowane etykiety i przytrzymując je nakłada w ściśle określonym miejscu poszczególną etykietę poprzez jej wydmuch. Jednakże tym razem na elementy odzieży o takich samych kształtach zespół aplikujący nakłada je z pewną rotacją, aby w kolejnych warstwach etykiety nie były nałożone dokładnie w tym samym miejscu, by nie następowało znaczne pogrubienie nakładu wpływające na zniekształcenie wymiarów wykrawanych elementów. Czynności się powtarzają dla kolejno rozkładanych na stole warstw tkaniny.

Po rozłożeniu wszystkich warstw następuje na stole krojczym krojenie tkaniny zgodnie z programem rozkroju dla danego zamówienia. Po dokonaniu rozkroju każdy element odzieży posiada nałożoną wcześniej etykietę produktu.

Przy tak wypracowanym rozwiązaniu znakowania poszczególnych elementów odzieży nastąpiło zdecydowane skrócenie czasu znakowania. Czas potrzebny do oznakowania elementów odzieży dla danego modelu, to czas niezbędny do przygotowania urządzenia do znakowania (etykieciarki), tj. włączenia drukarki do druku etykiet oraz zespołu aplikującego etykiety, na co potrzeba średnio około 5 sekund. Natomiast czas potrzebny na wydrukowanie 4 etykiet, pobranie ich przez aplikator oraz naniesienie ich na ściśle wyznaczone miejsca na tkaninie na podstawie pomiaru czasu faktycznie wykonanych czynności wynosi średnio 1 sekundę na każdy element odzieży.

Należy podkreślić, że przy nowym sposobie znakowania elementów odzieży (przed jej rozkrojem) nie ma możliwości, aby jakikolwiek element odzieży pozostał bez oznakowania. Natomiast przy znakowaniu manualnym zdarzało się, że pracownik pozostawiał element bez oznakowania, co stwarzało później problemy podczas produkcji, gdy nie wiadomo było do którego egzemplarza odzieży powinien być użyty nieoznakowany element.

Poprzez zastosowanie opracowanego w wyniku przeprowadzonych badań nowego sposobu znakowania elementów odzieży czas potrzebny na oznakowanie wszystkich elementów odzieży składających się na jeden egzemplarz danego modelu odzieży oszacowany na podstawie w/w modeli spodni został skrócony o około 82,84 %, co zostało dokładnie wykazane w poniższym zestawieniu.

Zestawienie czasów znakowania materiałów

Lp.	Nazwa wykonywanej czynności związanej ze znakowaniem elementów odzieży	Czas wykonywania czynności (w sekundach)	
		Przed realizacją projektu	Po realizacji projektu (wdrożenie nowej technologii)
Spodnie Sartorial - ilość elementów 12			
1	Pobranie paczki z elementami odzieży i rozwiązanie jej	10	0
2	Przygotowanie metkownicy do znakowania	5	0
3	Znakowanie elementów odzieży	125	0
4	Zawiązanie i odłożenie paczki	10	0
5	Włączenie drukarki i urządzenia do nanoszenia etykiet,	0	5
6	Nanoszenie etykiet na elementy odzieży.	0	12
Razem		150	17
Spodnie Vistula Urban DUO - ilość elementów 13			
1	Pobranie paczki z elementami odzieży i rozwiązanie jej	10	0
2	Przygotowanie metkownicy do znakowania	5	0
3	Znakowanie elementów odzieży	95	0
4	Zawiązanie i odłożenie paczki	10	0
5	Włączenie drukarki i urządzenia do nanoszenia etykiet,	0	5
6	Nanoszenie etykiet na elementy odzieży.	0	13
Razem		120	18
Spodnie Lord Droll - ilość elementów 12			
1	Pobranie paczki z elementami odzieży i rozwiązanie jej	10	0
2	Przygotowanie metkownicy do znakowania	5	0
3	Znakowanie elementów odzieży	47	0
4	Zawiązanie i odłożenie paczki	10	0
5	Włączenie drukarki i urządzenia do nanoszenia etykiet,	0	5
6	Nanoszenie etykiet na elementy odzieży.	0	12
Razem		72	17
Spodnie Vipo L039 - 3S - ilość elementów 12			
1	Pobranie paczki z elementami odzieży i rozwiązanie jej	10	0
2	Przygotowanie metkownicy do znakowania	5	0
3	Znakowanie elementów odzieży	35	0
4	Zawiązanie i odłożenie paczki	10	0
5	Włączenie drukarki i urządzenia do nanoszenia etykiet,	0	5

6	Nanoszenie etykiet na elementy odzieży.	0	12
Razem		60	17
Razem dla wszystkich modeli		402	69

Wynik testów:

- skrócenie czasu znakowania elementów odzieży po wdrożeniu nowej technologii wynosi 82,84 %.

9. Efekty wdrożenia systemu optymalnej zautomatyzowanej technologii – w zakresie skrócenia czasu przygotowania zlecenia do produkcji.

Przed wdrożeniem w firmie Beneficjenta wyników badań przemysłowych i prac rozwojowych praktycznie wszystkie czynności związane z przygotowaniem zlecenia do produkcji należało wykonywać manualnie, a oprzyrządowanie do automatów szwalniczych niezbędne do odszycia niektórych elementów odzieży zlecano firmom zewnętrznym. Do tych czynności należały:

- 1) tworzenie układów na tkaninę zasadniczą, kolanówkę, klejonkę, podszewkę i kieszeniówkę,
- 2) wprowadzanie zleceń w komputer i drukowanie kodów kreskowych,
- 3) rozpisanie zlecenia w zeszycie i nadanie numerków,
- 4) przygotowanie oprzyrządowania do automatów szwalniczych niezbędnych do odszycia niektórych elementów odzieży.

Dzięki wdrożeniu zautomatyzowanej technologii umożliwiającej realizację zleceń wykonania małych partii lub pojedynczych egzemplarzy odzieży dedykowanej pod indywidualne zamówienia użytkownika końcowego czynności wymienione w punktach 1 – 3 zostały zupełnie wyeliminowane, gdyż program zarządzania produkcją wykonuje je automatycznie.

Poprzez zautomatyzowanie procesu zbierania zleceń od klientów i przekształcanie je w zlecenia produkcyjne zdecydowanie skraca się czas na przygotowanie danego zlecenia do produkcji. Ułatwia to także sam proces produkcji. Przyczynia się to do maksymalnego skrócenia czasu realizacji zlecenia, a tym samym do wykonania go po maksymalnie najniższych kosztach.

Podczas wprowadzania pozyskanych zleceń od klientów do systemu produkcji należy podać niezbędne i dokładne dane dotyczące nowego zlecenia w zakresie tkaniny, dodatków, ilości w poszczególnych rozmiarach, szablonów i innych danych. Dane dotyczące nowego zlecenia dostarcza sam kontrahent.

Dane te może wprowadzić do systemu produkcji pracownik Beneficjenta lub bezpośrednio kontrahent za pomocą opracowanej i udostępnionej mu specjalnej aplikacji.

Na podstawie całości danych przekazanych przez kontrahenta Beneficjent może rozpocząć kompletowanie odpowiedniej ilości i rodzaju tkaniny oraz wszystkich niezbędnych dodatków do wykonania zlecenia jak: nici, guziki, zamki, podszewka, kieszeniówka itp. poprzez zamawianie ich u poszczególnych dostawców oraz podejmuje kroki w celu przygotowania oprzyrządowania do maszyn i automatów szwalniczych niezbędnego do produkcji zlecenia.

Część pozyskanych danych bezpośrednio jest wykorzystywana w procesie produkcji bez udziału człowieka, np. optymalizacja układów krojów poszczególnych tkanin, rozmiary, nadawanie numerów egzemplarzowych, drukowanie etykiet z tymi numerami i nanoszenie je na elementy odzieży przed rozkrojem.

Dzięki opracowanemu prototypowemu systemowi produkcji narzędzi wykorzystuje się odpowiednio przekształconą linię szycia do sterowania urządzeń wytwarzających oprzyrządowanie do poszczególnych automatów szwalniczych. Dzięki temu można szybko i na miejscu w firmie Beneficjenta wyprodukować narzędzia niezbędne do odszywania elementów narzędzi bez konieczności zlecenia go do wykonania firmie zewnętrznej.

Dopiero po zgromadzeniu całości oprzyrządowania i asortymentu niezbędnego do wykonania zamówienia, Beneficjent może planować produkcję zlecenia na linii produkcyjnej – zgodnie z procesem technologicznym na poszczególnych maszynach i urządzeniach będących w jego dyspozycji.

Skrócenie czasu przygotowania zlecenia do produkcji w wyniku wdrożenia nowej technologii wykazano na przykładzie trzech modeli odzieży tj. kamizelki PRAVIN, spodni ANDREMATEX i spodni Sartorial.

Okazuje się, że wprowadzenie systemu zarządzania produkcją przyniosło znaczne skrócenie czasu przygotowania zlecenia do produkcji, które wyniosło 88,17 % i znacznie przerosło oczekiwania Beneficjenta, który przed realizacją projektu szacował, że oszczędności z tego tytułu wyniosą około 30 %. Skrócenie czasu pracy zostało dokładnie wykazane w poniższym zestawieniu.

Zestawienie czasów przygotowania zlecenia

Lp.	Nazwa wykonywanej czynności związanej z przygotowaniem zlecenia do produkcji	Czas wykonywania czynności (w minutach)	
		Przed realizacją projektu (określono na podstawie pomiarów)	Po realizacji projektu (wdrożenie nowej technologii)
Kamizelka PRAVIN			
1	Tworzenie układów na tkaninę zasadniczą przód	0,5	0
2	Tworzenie układów na tkaninę zasadniczą tył	0,5	0
3	Tworzenie układów na podszewkę	0,2	0
4	Tworzenie układów na klejonkę	0,1	0
5	Wprowadzanie zleceń w komputer i drukowanie kodów kreskowych	0,3	0
6	Rozpisanie zlecenia w zeszycie i nadanie numerków	0,05	0
7	Przygotowanie oprzyrządowania do automatów szwalniczych	7350	870
Razem		7351,65	870
Spodnie ANDREMATEX			
1	Tworzenie układów na tkaninę zasadniczą	0,5	0
2	Tworzenie układów na kieszeniówkę	0,3	0
3	Tworzenie układów na klejonkę	0,2	0
4	Wprowadzanie zleceń w komputer i drukowanie kodów kreskowych	0,3	0
5	Rozpisanie zlecenia w zeszycie i nadanie numerków	0,05	0

6	Przygotowanie oprzyrządowania do automatów szwalniczych	7350	870
Razem		7351,35	870
Spodnie Sartorial			
1	Tworzenie układów na tkaninę zasadniczą	0,35	0
2	Tworzenie układów na kolanówkę	0,2	
3	Tworzenie układów na kieszeniówkę	0,2	0
4	Tworzenie układów na klejonkę	0,2	0
5	Wprowadzanie zleceń w komputer i drukowanie kodów kreskowych	0,3	0
6	Rozpisanie zlecenia w zeszycie i nadanie numerków	0,05	0
7	Przygotowanie oprzyrządowania do automatów szwalniczych	7350	870
Razem		7351,3	870
Razem dla wszystkich modeli		22054,3	2610

Wyniki testów:

- skrócenie czasu przygotowania zlecenia do produkcji po wdrożeniu nowej technologii wynosi 88,17 %.

10. Efekty wdrożenia systemu optymalnej zautomatyzowanej technologii – w zakresie skrócenia czasu wykonywania oprzyrządowania do maszyn szwalniczych.

Przed realizacją projektu Beneficjent wykonywanie narzędzi o skomplikowanych kształtach zlecał firmom zewnętrznym. Okazało się, że takie wykonywanie narzędzi jest drogie i długo trwa. Było to spowodowane tym, że mało jest firm, które takie narzędzia wykonują. Beneficjent zlecał wykonywanie narzędzi firmom z Lublina, Świdnika, Zamościa, Kolbuszowej i Mielca w zależności od stopnia złożoności narzędzia i materiału, z którego mają być one wykonane oraz czasu ich wykonania.

W związku z tym, że odległości tych firmy od siedziby Beneficjenta była znaczna, to przesyłanie wszelkich materiałów i gotowych już narzędzi odbywało się za pomocą poczty lub kuriera, co wydłużało czas oczekiwania na narzędzia. Na ogół przesłanie przesyłki w jedną stronę trwało 1 dobę. Żadna z tych firm nie zgodziła się na wykonanie narzędzia w terminie krótszym niż 2 dni robocze. Praktycznie rzadko się zdarzało, aby termin 2 dni robocze był dochowany. Na ogół były to dłuższe terminy. Narzędzia były wykonywane przez te firmy na podstawie przesłanych szablonów i uzgodnień czynionych na drodze telefonicznej. Średnio uzgodnienia zajmowały około 1 godziny. Szablony były wykonywane przez Beneficjenta na podstawie rysunków konstrukcyjnych odzieży, co trwało łącznie około 30 minut. Po otrzymaniu przesyłki z gotowym narzędziem montaż mechaniczny tego narzędzia do automatu szwalniczego trwał około 1 godziny.

Ponieważ Beneficjent nie miał praktycznie żadnego wyboru musiał się zgadzać na takie warunki wykonania narzędzi.

Po realizacji projektu i wdrożeniu zautomatyzowanej technologii Beneficjent dzięki wynikom uzyskanym podczas badań przemysłowych i prac rozwojowych wykonuje wszelkie nawet bardzo skomplikowane narzędzia we własnym zakresie wykorzystując dostępne mu urządzenia sterowane numerycznie tj.:

- 1) drukarkę 3D RAISE 3D N2 PLUS,
- 2) frezarkę sterowaną numerycznie GRAND CENTRAL 1530BATC,
- 3) wycinarkę wodną DWJ 2040 – FB (urządzenie do cięcia wodą WaterJet),

Należy podkreślić, że praca drukarki 3D może odbywać się bez nadzoru (udziału człowieka) i pozwala na to jej instrukcja użytkowania, dlatego też może ona pracować w nocy i dni wolne od pracy zdecydowanie zmniejszając dzięki temu koszty narzędzia i czas jego wykonania.

Aby wykonać potrzebne narzędzie należy najpierw dokładnie wyznaczyć linię szycia tego elementu odzieży, do wykonania którego narzędzie ma służyć. W tym celu korzysta się z bazy danych z programu do konstrukcji odzieży Accumark firmy Gerber, w którym jest zapisany dany model odzieży oraz szablonów pomocniczych wykonanych dla poszczególnych elementów tego modelu.

Najpierw ustala się nazwę części modelu odzieży, której dane chcemy uzyskać by wyprodukować narzędzie. W tym celu należy otworzyć edytor szablonu i wyszukać interesującą nas część odzieży. Następnie tworzy się nowy model wskazując jako składową tylko jedną, wcześniej wybraną część modelu. Po zapisaniu nowego modelu, za pomocą konwertera szablonu nowo utworzony model zostaje eksportowany do pliku DXF.

Wyeksportowany z programu Accumark plik DXF należy odpowiednio obrobić, gdyż zawiera on oprócz szkicu także inne niepotrzebne dane do produkcji narzędzi jak ciągi znaków opisujące model, nazwę elementu, rozmiar, datę i czas utworzenia, nazwę i producenta oprogramowania, numery punktów, itp.

Z tego też względu koniecznością jest skorzystanie z aplikacji przetwarzającej wyeksportowany plik w taki sposób, aby pozbyć się wszystkich niepotrzebnych przy dalszych pracach części rysunku.

Kolejnym etapem jest import przetworzonego pliku do programu FreeCAD umożliwiającego odwzorowanie linii szycia w budowanym narzędziu i będącym podstawą do jego wykonania. Następnie przekształca się wyodrębnioną linię szycia w sposób możliwy do sterowania maszyn sterowanych numerycznie i służących do wytwarzania narzędzi do maszyn szwalniczych.

W tym celu dokonuje się jej przesunięcia o określony skok tworząc tzw. „cień” linii szycia, dzięki czemu możliwe jest wykonanie szablonu narzędzia, po którym prowadzona jest igła w automatach szwalniczych. Wielkość tego „cienia” jest uzależniona między innymi od grubości szablonu narzędzia. W ten sposób wygenerowany plik można już wykorzystywać w maszynach sterowanych numerycznie do wytwarzania narzędzi.

W zależności od wielkości wybranego elementu odzieży (poła szycia), sztywności tkaniny z której jest on wykonany i rodzaju obróbki tego elementu, wybiera się rodzaj maszyny lub automatu szwalniczego, na którym ten element będzie obrabiany, a to wymusza wyprodukowanie właściwego narzędzia, tj. o właściwym rozmiarze, dostosowanego do danej maszyny lub automatu szwalniczego i o odpowiedniej zasadzie jego działania (typu narzędzia).

Z kolei rozmiar i rodzaj narzędzia wymusza wybór odpowiedniego materiału do jego wyprodukowania, aby spełniało ono swoją funkcję. Następnie rodzaj materiału wymusza wybór odpowiedniego urządzenia do wyprodukowania narzędzia. Wybrane urządzenie musi dysponować stołem roboczym o odpowiedniej wielkości i odpowiednią technologią obróbki, np. frezarka, cięcie wodą lub drukowanie w technologii 3 D.

Przy wykonywaniu narzędzi należy wyeliminować materiały i metody powodujące odbarwianie

tkaniny, jej trwałe zagniecenia lub zaciąganie przy pomocy danego narzędzia, czyli po prostu niszczenie tkaniny.

Z powyższych względów do produkcji szablonów (narzędzi) używa się tylko sprawdzonych materiałów spełniających te właściwości, czyli filamentu do produkcji szablonów za pomocą drukarki 3D, blachy aluminiowej, blachy stalowej oraz płyty epoksydowej i z plexiglasu.

Dzięki wprowadzeniu przez Beneficjenta nowego systemu produkcji narzędzi następuje zdecydowane skrócenie czasu pracy. W tym systemie czas jest potrzebny tylko na wygenerowanie z projektu do konstrukcji odzieży wydzielonej linii szycia danego elementu odzieży, dla wykonania którego potrzebne jest narzędzie, co zajmuje około 15 minut. Następnie tę linię szycia przekształca się w program sterujący urządzeniem CNC. W zależności od potrzeb opisanych powyżej jest to frezarka, wycinarka wodna lub drukarka 3 D. Trwa to około 1 godziny.

Gdy program sterujący jest już gotowy na wybranym urządzeniu (za wyjątkiem drukarki 3 D) mocuje się materiał, z którego narzędzie będzie wykonywane. Po jego zamocowaniu uruchamia się program sterujący narzędziem. Po zakończeniu pracy urządzenia należy wyjąć wykonane narzędzie oraz pozostałe odpady po jego wykonaniu. Czas trwania tej czynności wraz z mocowaniem materiału do obróbki trwa około 15 minut.

Należy podkreślić, że przy wykonywaniu narzędzia za pomocą drukarki 3D praktycznie nie ma żadnych odpadów. Z tych właśnie względów, gdy jest to możliwe, narzędzia wykonuje się za pomocą tej drukarki. Zmierzony średni czas wykonania narzędzia wynosi około 14,5 godziny. Po wykonaniu narzędzia następuje jego montaż mechaniczny do wybranego automatu szwalniczego, co zajmuje około 1 godziny.

Poprzez zastosowanie opracowanego w wyniku przeprowadzonych badań systemu produkcji narzędzi czas potrzebny na wyprodukowanie niezbędnego narzędzia został skrócony o około 85,28 %, co zostało dokładnie wykazane w poniższym zestawieniu.

Zestawienie czasów wykonania narzędzia

Lp.	Nazwa wykonywanej czynności związanej z wykonaniem narzędzia	Czas wykonywania czynności (w godz.)	
		Przed realizacją projektu	Po realizacji projektu (wdrożenie nowej technologii)
1	Wygenerowanie z projektu do konstrukcji odzieży wydzielonej linii szycia danego elementu odzieży	0	0,25
2	Wykonanie papierowych szablonów elementu odzieży na podstawie dokumentacji konstrukcyjnej	0,5	0
3	Wysyłka do wykonawcy wykonanych szablonów	24	0
4	Konsultacje w sprawie sposobu wykonania narzędzia	1	0

5	Wykonanie projektu narzędzia (w 2D lub 3D) oraz eksportowanie go, a następnie importowanie do programu sterującego urządzeniem CNC	0	1
6	Wykonanie narzędzia w sposób dotychczasowy (minimalny czas wykonania ustalony z wykonawcą 2 dni robocze)	48	0
7	Prace pomocnicze (importowanie programu sterującego do urządzenia i wykonywanie innych niezbędnych czynności z tym związanych, mocowanie materiału do obróbki, przygotowanie urządzenia do pracy, prace po wykonaniu narzędzia)	0	0,25
8	Wykonanie narzędzia przy wykorzystaniu urządzeń CNC	0	12
9	Wysyłka wykonanego narzędzia	24	0
10	Montaż mechaniczny narzędzia	1	1
Razem		98,5	14,5

Wyniki testów:

- skrócenie czasu wykonania narzędzia dla potrzeb produkcji wynosi 85,28 %.

11. Wyniki testów przeprowadzonych w warunkach rzeczywistych na podstawie wybranego modelu spodni.

Po wdrożeniu zautomatyzowanej technologii umożliwiającej realizację zleceń wykonania małych partii lub pojedynczych egzemplarzy odzieży dedykowanej pod indywidualne zamówienia użytkownika końcowego w Przedsiębiorstwie Produkcyjno-Handlowym „Kapica Market” Florian Kapica przeprowadzono testy w warunkach rzeczywistych podczas produkcji konkretnego zlecenia, tj. spodni męskich, aby sprawdzić jak wprowadzona technologia przyczyniła się do skrócenia czasu produkcji od chwili wprowadzenia danych dotyczących danego zlecenia do systemu produkcji aż do chwili jego wysłania do klienta.

Otrzymane wyniki badań w zupełności potwierdzają zasadność jej wprowadzenia do produkcji w branży odzieżowej.

W wyniku przeprowadzonych testów otrzymano następujące wyniki:

Lp.	Nazwa czynności	Czas wykonania (w minutach)		Uwagi
		Przed wdrożeniem technologii	Po wdrożeniu technologii	
1	Wprowadzanie zleceń do systemu produkcji	0,15	0,00	Po wdrożeniu technologii dane dotyczące zlecenia do systemu produkcji wprowadza sam klient za pomocą udostępnionej mu aplikacji. W wyjątkowych sytuacjach dane udostępnione przez klienta wprowadza pracownik. Ponieważ są to wyjątkowe sytuacje czas wprowadzania zlecenia przez pracownika nie został uwzględniony.
2	Akceptacja danych wprowadzonych przez klienta do systemu produkcji	0,10	0,10	
3	Rozpisanie zlecenia w zeszycie i nadanie numerków	0,15	0,00	Po wdrożeniu technologii nie występuje
4	Drukowanie kodów kreskowych	0,15	0,00	Po wdrożeniu technologii nie występuje
5	Drukowanie tagów lub numerów egzemplarzowych	0,00	0,05	Po wdrożeniu technologii drukowanie etykiet z tagami RFID jest automatyczne na podstawie danych pobranych z systemu, czas potrzebny jest tylko na uzupełnienie materiałów eksploatacyjnych
6	Wytwórca układów kroju tkaniny zasadniczej	0,77	0,00	Dzięki wdrożeniu technologii aplikacja sama optymalizuje układy rozkroju tkaniny
7	Wytwórca układów kroju klejonki	0,15	0,00	
8	Wytwórca układów kroju podszewki	0,14	0,00	
9	Wytwórca układów kroju kieszeniówki	0,07	0,00	
10	Lagowacz tkaniny zasadniczej	2,24	0,85	Jednoczesna kontrola jakości (oznaczanie błędów w tkaninie)
11	Lagowacz klejonki	0,44	0,10	
12	Lagowacz podszewki	0,42	0,12	
13	Lagowacz kieszeniówki	0,20	0,15	
14	Wykrawacz tkaniny zasadniczej	1,16	0,50	Po wdrożeniu technologii wykrawanie jest automatyczne na podstawie danych pobranych z systemu, czas jest potrzebny tylko na wykrojenie danego elementu przez nóż krojczy
15	Wykrawacz klejonki	0,14	0,05	
16	Wykrawacz podszewki	0,30	0,15	
17	Wykrawacz kieszeniówki	0,19	0,06	
18	Kompletowacz paczek wykrojonych elementów odzieży	0,50	0,35	
19	Numerowanie tkaniny	1,58	0,05	Po wdrożeniu technologii numerowanie jest

	zasadniczej			automatyczne na podstawie danych
20	Numerowanie podszewki	0,24	0,05	pobranych z systemu, czas potrzebny jest tylko na uzupełnienie materiałów eksploatacyjnych
21	Manipulantka. Przyniesienie, rozpakowanie, skontrolowanie wykroi, powiązanie po 10 szt., dostarczenie do grup obróbkowych, po zakończeniu obróbki w paczkach wieszanie pojedynczych egzemplarzy na wieszakach	3,21	0,25	
22	Transport automatyczny	0	0,50	Transport międzystanowiskowy zapewniony przez roboty jezdne AGV
23	Oznaczenie patek tyłu wg szablonów	0,78	0,48	
24	Oznaczenie patek bocznych wg szablonów	0,78	0,48	
25	Odszycie patek tyłu	1,70	1,40	
26	Odszycie patek bocznych	1,70	1,40	
27	Wycięcie i wywrócenie patek tyłu	0,81	0,10	Po wdrożeniu technologii wszystkie elementy odzieży są wykrawane jednocześnie
28	Sprasowanie patek tyłu z wyrobieniem	0,81	0,51	
29	Wycięcie i wywrócenie patek bocznych	0,1	0,10	Po wdrożeniu technologii wszystkie elementy odzieży są wykrawane jednocześnie
30	Sprasowanie patek bocznych z wyrobieniem	0,81	0,51	
31	Przestębnowanie patek tyłu 2 x	1,35	1,05	
32	Przestębnowanie patek bocznych 2 x	1,45	1,15	
33	Oznaczenie 4-ch dziurek w patkach tyłu	0,50	0,20	
34	Wyszycie 4-ch dziurek w patkach tyłu	1,34	1,04	
35	Oczyszczanie 4-ch dziurek w patkach tyłu	0,50	0,20	
36	Oznaczenie 4-ch dziurek w patkach bocznych	0,50	0,20	
37	Wyszycie 4-ch dziurek w patkach bocznych	1,34	1,04	

38	Oczyszczanie 4-ch dziurek w patkach bocznych	0,50	0,20	
39	Obrzucenie odszycia łąt kieszeni	0,50	0,20	
40	Obrzucenie odszycia kieszeni bocznych	0,50	0,20	
41	Obrzucenie boczaków	0,50	0,20	
42	Obrzucenie podkroju przodów	0,70	0,40	
43	Obrzucenie prawego podkładu rozporka w złożeniu	0,50	0,20	
44	Ułożenie i zszywanie łąt kieszeni przez środek wg. szablonów	0,70	0,40	
45	Ułożenie szablonu i zaprasowanie kontry w łątach kieszeni	0,80	0,50	
46	Odszycie góry łąt kieszeni	0,60	0,30	
47	Sprasowanie góry łąt kieszeni z wyrobieniem w kancie i zaprasowaniem łąt wokół wg. szablonu	3,27	2,97	
48	Podwinięcie i przestębnowanie łąt kieszeni górą 1 x	0,60	0,30	
49	Zaprasowanie paska 2 części na przyrządzie	0,85	0,55	
50	Oznaczenie paska 2 części na długości	0,50	0,20	
51	Oznaczenie końcówki paska do odszycia	0,55	0,25	
52	Pocięcie gurtu i nastębnowanie paska 2 części górą	2,10	1,80	
53	Odszycie końca paska wg oznaczeń	0,70	0,40	
54	Wycięcie i wywrócenie paska ze sprasowaniem i wyrobieniem w kancie	1,10	0,50	Po wdrożeniu technologii wszystkie elementy odzieży są wykrawane jednocześnie
55	Oznaczenie nabicia zapinki	0,40	0,10	
56	Nabicie zapinki na końcówce paska	0,58	0,28	
57	Wylamowanie lewego podkładu rozporka	0,50	0,20	
58	Odszycie prawego rozporka	1,10	0,80	
59	Przewrócenie i przestębnowanie prawego rozporka po spodzie	1,10	0,80	
60	Sprasowanie prawego rozporka z wyrobieniem	0,65	0,35	

61	Oznaczenie kieszeni przodu do odszycia	1,10	0,80	
62	Odszycie kieszeni odszyciem z podłożonych worków	1,80	1,50	
63	Naszycie odszycia kieszeni na worki	1,20	0,90	
64	Naszycie boczaków na worki	1,20	0,90	
65	Wycięcie i wywrócenie kieszeni z nacięciem na owalach	0,25	0,10	Po wdrożeniu technologii wszystkie elementy odzieży są wykrawane jednocześnie
66	Sprasowanie kieszeni z wyrobieniem w kancie	1,10	0,80	
67	Przestębnowanie kieszeni w przodach 2 x	1,80	1,50	
68	Ułożenie i zamocowanie boczaków w górze i boku	1,10	0,80	
69	Zszycie worków z pocięciem i podłożeniem taśmy	1,30	1,00	
70	Obrzucenie nogawek przodu i tyłu wraz z podkrojami	2,90	2,60	
71	Uszycie 12 szlufek	1,30	1,00	
72	Sprasowanie 12 szlufek	0,54	0,24	
73	Naszycie zamka na podkład	0,70	0,40	
74	Doszycie podkładu z zamkiem do nogawki	1,10	0,80	
75	Zszycie spodni po kroku	0,90	0,60	
76	Przewrócenie i przestębnowanie po kroku x 2	1,20	0,90	
77	Doszycie zamka do lewej nogawki	0,90	0,60	
78	Ułożenie i przestębnowanie rozporka po wierzchu wg szablonu	1,10	0,80	
79	Obrzucenie wypustki kieszeni tyłu	0,50	0,20	
80	Obrzucenie podkładu kieszeni tyłu	0,50	0,20	
81	Oznaczenie odszycia kieszeni tyłu	1,30	1,00	
82	Odszycie kieszeni na automacie z podłożeniem worków	2,00	1,70	
83	Doszycie kieszeni w końcach z nacięciem wypustek od spodu	1,94	1,64	

84	Zamocowanie kieszeni w końcach od spodu	1,60	1,30	
85	Doszywanie patek	1,20	0,90	
86	Przestębnowanie kieszeni górą z podłożeniem worków	1,45	1,15	
87	Naszycie obsadzeń na worki	1,20	0,90	
88	Naszycie wypustek na worki	0,70	0,40	
89	Zszywanie worków z podłożeniem taśmy i podcięciem	1,30	1,00	
90	Zszywanie szwów zewnętrznych	2,77	2,47	
91	Oznaczenie naszywania łat kieszeniowych i patek wg szablonu	1,58	1,28	
92	Ułożenie i następnowanie łat kieszeni bocznych 2 x	5,00	4,70	
93	Oznaczenie patek na szerokości	0,61	0,31	
94	Naszycie patek nad kieszeniami	1,15	0,85	
95	Wycięcie patek	0,52	0,05	Po wdrożeniu technologii wszystkie elementy odzieży są wykrawane jednocześnie
96	Przewrócenie i przestębnowanie patek 2 x	1,65	1,35	
97	Zaprasowanie dołu wg szablonu	0,70	0,40	
98	Sprasowanie łat kieszeni i patek	0,70	0,40	
99	Zszywanie szwów wewnętrznych	1,92	1,62	
100	Zszywanie spodni po kroku	1,65	1,35	
101	Przewrócenie i przestębnowanie spodni po kroku 2 x	0,90	0,60	
102	Obrzucenie dołu	1,30	1,00	
103	Podwinięcie i przestębnowanie dołu	1,80	1,50	
104	Pocięcie 6 szlufek	0,60	0,30	
105	Oznaczenie i zamocowanie 6 szlufek	0,60	0,30	
106	Wszycie paska do spodni z odszyciem końca	2,97	2,67	
107	Pocięcie i zamocowanie wszywki	0,72	0,42	
108	Wycięcie i wywrócenie paska	0,68	0,10	Po wdrożeniu technologii wszystkie elementy odzieży są wykrawane jednocześnie
109	Sprasowanie do stębnowania	0,88	0,58	

	paska z wyrobieniem			
110	Rozprasowanie szwów zewnętrznych	0,80	0,50	
111	Rozprasowanie szwów wewnętrznych	0,70	0,40	
112	Sprasowanie spodni po kroku	0,55	0,25	
113	Przestębnowanie paska w szwie doszycia	2,72	2,42	
114	Oznaczenie i zamocowanie 6 – ciu szlufek w górze	1,38	1,08	
115	Ułożenie i zamocowanie kieszeni tyłu 4 x, rygielek kieszeni w przodzie 4 x, z oznaczeniem rozporka 2 x, szlufek 12 x	3,12	2,82	
116	Ułożenie spodni i oznaczenie nabicia 2 – giej części zapinki	0,53	0,23	
117	Nabicie 2 – giej części zapinki	0,58	0,28	
118	Ułożenie spodni i oznaczenie wyszycia 1 -ej dziurki	0,53	0,23	
119	Wyszycie 1 -ej dziurki	0,56	0,26	
120	Oczyszczenie 1 -ej dziurki	0,35	0,05	
121	Ułożenie spodni i oznaczenie przyszycia 9 guzików	0,93	0,63	
122	Przyszycie 10 guzików	1,80	1,50	
123	Okręcenie 9 guzików	1,20	0,90	
124	Oczyszczenie 10 guzików	0,80	0,50	
125	Oczyszczanie z nici	1,01	0,71	
126	Prasowanie spodni z zaprasowaniem kantów i zapięciem zamka i guzików	4,8	4,5	
127	Kontrola brakarska	1,50	1,20	
128	Kompletowanie spodni wg rozmiarów z wypełnieniem karty zdawczej	0,73	0,43	
129	Etykietowanie (etykiety klienta)	0,69	0,59	
130	Złożenie spodni	0,42	0,32	
131	Włożenie spodni w worek i zawieszenie na wieszaku	0,55	0,45	
132	Transport do magazynu	0,08	0,08	
133	Wydanie do transportu	0,20	0,10	
Razem		136,48	95,56	

Należy podkreślić, że po wdrożeniu zautomatyzowanej technologii umożliwiającej realizację zleceń wykonania małych partii lub pojedynczych egzemplarzy odzieży dedykowanej pod indywidualne zamówienia użytkownika końcowego praktycznie czas każdej czynności wykonywanej przez szwaczkę, operatora automatów szwalniczych lub pracownika innego stanowiska uległa skróceniu. Zostało to osiągnięte poprzez wprowadzenie systemu kontroli produkcji, który wymaga, aby pracownik przed przystąpieniem do obrabiania danego elementu odzieży odczytał tag NFC zawierający unikatowy numer egzemplarzowy przypisany obrabianemu elementowi będący na etykiecie znajdującej się na każdej paczce lub pojedynczym egzemplarzu poprzez zbliżenie tej etykiety do czytnika tagów.

Po zakończeniu danej czynności pracownik czytuje etykietę z następnego elementu odzieży co jest traktowane jako zakończenie czynności dokonywanej na poprzednim elemencie odzieży. Wszystkie dane są przesyłane do serwera, na którym są przechowywane i które można odpowiednio obrabiać w zależności od potrzeb.

Przed wdrożeniem tego rozwiązania każdy z pracowników posiadał własny notatnik, w którym po wykonaniu każdej czynności zapisywał dane dotyczące tej czynności – numer zlecenia, nazwę czynności. Te dane stanowiły podstawę do przygotowania raportów tygodniowych oraz miesięcznych na podstawie których naliczano mu wynagrodzenie. Badania wykazały, że ta czynność zajmowała każdemu pracownikowi około 6 sekund na każdy element odzieży (0,10 minuty). Po wdrożeniu nowych rozwiązań wszystkie dane dotyczące produkcji w tym dla konkretnego pracownika w każdej chwili są dostępne w systemie zarządzania produkcją dzięki odczytywaniu na bieżąco tagów z elementów odzieży za pomocą terminali stanowiskowych. Pozwala to na wykorzystanie tego czasu na wykonywanie czynności produkcyjnych, a tym samym na zwiększenie wydajności produkcji.

Należy także zaznaczyć, że wprowadzenie transportu międzystanowiskowego opartego na robotach jezdnych AGV odciążało pracowników wszystkich stanowisk roboczych, którzy do czasu jego wprowadzenia sami przynosili elementy odzieży z poprzedniego stanowiska roboczego na swoje, aby poddać je obróbce. Średni czas, który musieli poświęcić na tę czynność, wynosił 12 sekund (0,20 minuty) w przeliczeniu na 1 element odzieży.

Dzięki wprowadzonej nowej technologii wiele czynności wykonywanych dotychczas przez pracowników jest wykonywanych automatycznie, np. wprowadzanie zlecenia do systemu produkcji, automatyczne nadawanie numerów egzemplarzowych, drukowanie etykiet, optymalizacja układów kroju na podstawie danych z programu do konstrukcji odzieży, nanoszenie etykiet na elementu odzieży, krojenie tkaniny itp.

Podsumowując wyniki testów przeprowadzonych w warunkach rzeczywistych po wdrożeniu nowej technologii ewidentnie widać, że jej wprowadzenie pozwoliło skrócić czas produkcji badanego modelu spodni męskich o 29,98 %, co potwierdza, że warto było ją wprowadzić. Skrócenie czasu produkcji automatycznie przekłada się na wzrost wydajności produkcji oraz zmniejszenie kosztów produkcji, co przekłada się na zwiększenie konkurencyjności wyrobów w Beneficjenta na rynku odzieżowym.

12. Wyniki produkcji eksperymentalnej.

W ramach prowadzonych badań rozwojowych prowadzono testy opracowanej optymalnej, zautomatyzowanej technologii umożliwiającej realizację zleceń wykonania małych partii lub pojedynczych egzemplarzy odzieży dedykowanej pod indywidualne zamówienia użytkownika końcowego w Przedsiębiorstwie Produkcyjno-Handlowym „Kapica Market” Florian Kapica na przykładzie produkcji eksperymentalnej prowadzonej dla konkretnego zleceniodawcy, w tym przypadku była to niemiecka firma FRANKEN&CIE, która zleciła uszycie partii 60 szt. spodni damskich model 18320 oraz partii próbnej 50 szt. mundurów polowych niezbędnej do uzyskania dla nich certyfikatu w ramach przygotowania Beneficjenta do produkcji dla wojska.

Specjalnie do produkcji eksperymentalnej zostały wybrane krótkie zlecenia, aby obiektywnie przetestować opracowaną technologię do produkcji małych partii oraz dodatkowo w przypadku wykrycia jakiegoś błędu w wyprodukowanych zleceniach można było szybko powtórzyć ich produkcję naprawiając popełniony błąd bez ponoszenia większych kosztów.

Proces produkcyjny w Przedsiębiorstwie Produkcyjno-Handlowym „Kapica Market” Florian Kapica zaczyna się od pozyskania zlecenia produkcyjnego. W przypadku niemieckiej firmy FRANKEN&CIE zlecenie na uszycie spodni zostało pozyskane dzięki dotychczasowej doskonałej współpracy oraz bardzo dobrej opinii klienta dotyczącej jakości wykonanej odzieży. Natomiast produkcja mundurów polowych wiązała się z udziałem firmy w przetargu nieograniczonym na dostawę umundurowania dla wojska i spodziewanym podpisaniem kontraktu. Miała na celu uzyskanie certyfikatu niezbędnego dla jej produkcji oraz wyrobienie doświadczenia załogi i przygotowania maszyn i oprzyrządowania do ich produkcji.

W obydwu przypadkach dane o modelach odzieży wprowadzane były przez pracownika Beneficjenta pomimo posiadania aplikacji, którą można było udostępnić firmie niemieckiej, by sama wprowadziła niezbędne dane dotyczące zlecenia. Jednakże ze względu na opracowanie aplikacji do wprowadzania zleceń w języku polskim, firma niemiecka odmówiła samodzielnego wprowadzania danych, aby nie popełnić błędów spowodowanych brakiem znajomości języka polskiego. Natomiast partia próbna mundurów była własną inicjatywą Beneficjenta.

Na podstawie posiadanych danych o obydwu zleceniach wprowadzonych do systemu zarządzania produkcją skompletowano odpowiednią ilość i rodzaj tkanin oraz wszystkich niezbędnych dodatków do ich wykonania takich jak: nici, guziki, zamki, podszewka, kieszeniówka, rzepy itp.

Jednocześnie rozpoczęto działania mające na celu przygotowanie odpowiedniego oprzyrządowania do automatów szwalniczych niezbędnego do realizacji zleceń wykorzystując do sterowania urządzeń wytwarzających narzędzia odpowiednio przekształcone linie szycia obydwu zleceń pobrane z programów do konstrukcji odzieży.

W przypadku produkcji spodni damskich należało przygotować narzędzie do szybkiego odszywania patki dla tego zlecenia na automacie szwalniczym VI.BE.MAC. Wykonane narzędzie miało za zadanie dokładnie wyznaczać linię szycia oraz skutecznie przytrzymywać 2 zszywane elementy obrabianej odzieży, a następnie przytrzymywać zszyte już elementy podczas ich stębnowania. Składało się one z dwóch części wydrukowanych z filamentu na drukarce 3D:

- 1) wewnętrzna część narzędzia mająca kształt odszywanej patki zamocowana za pomocą śruby z łbem walcowym do ramienia automatu składającego się z jednego wspornika i służąca do przytrzymywania elementów patki podczas ich zszywania oraz do przytrzymywania zszytych już elementów patki podczas ich stębnowania,

- 2) część zewnętrzna narzędzia mająca w środku otwór w kształcie odszywanej patki zamocowana do dwuwspornikowego drugiego ramienia automatu za pomocą 2 śrub z elastycznymi kompensatorami gumowymi regulującymi siłę docisku tej części do elementu obrabianego i służąca do przytrzymywania zszywanych elementów patki oraz do ustalania położenia zszytych już elementów patki podczas ich stębnowania.



Franken - narzędzie do odszywania patki zamontowane do automatu.

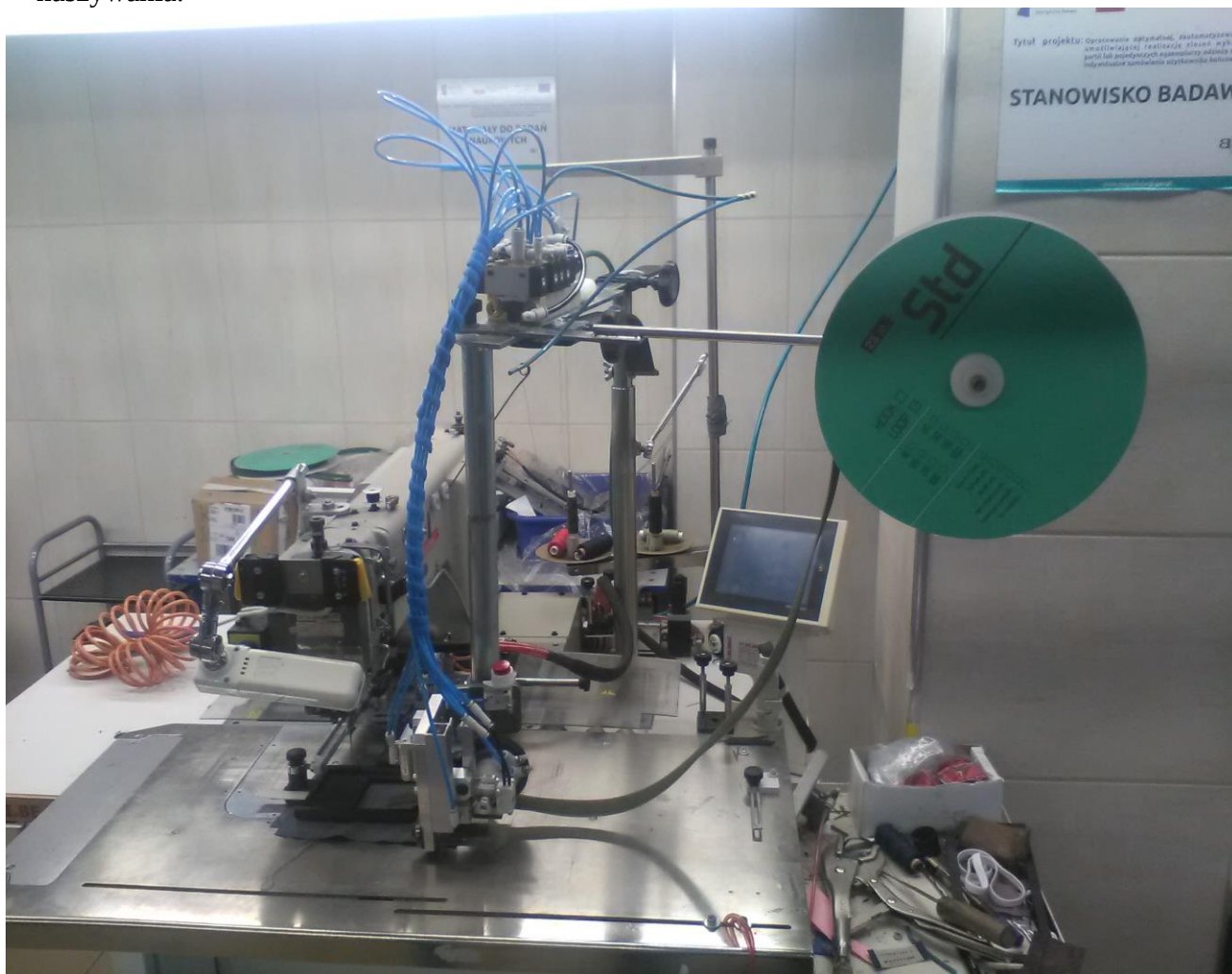
W przypadku produkcji mundurów należało wyprodukować narzędzie do automatu szwalniczego VI.BE.MAC, które służyłoby do jednoczesnego odmierzania długości rzepa, odcinania go na odpowiedniej długości oraz naszywania w ściśle określonym miejscu na elemencie umundurowania.

Udało się wyprodukować narzędzie spełniające te wszystkie funkcje składające się z 2 elementów ściśle ze sobą współpracujących, działających w trybie automatycznym sterowanym za pomocą wyspy zaworowej, napędzanych pneumatycznie tj.:

- 1) elementu narzędzia odmierzającego długość rzepa za pomocą koła dociskającego i wciągającego rzep do narzędzia oraz odcinającego go na odpowiedniej długości,
- 2) elementu narzędzia przytrzymującego element umundurowania (na którym ma zostać naszyty

rzep), ustalającego położenie odciętego elementu rzepa względem tego elementu umundurowania, wyznaczający linię szycia oraz służący do przytrzymywania rzepa przy jego przyszywaniu, zamocowany do ramion automatu w ten sposób, że:

- a) część zewnętrzną tego elementu wykonaną na drukarce 3 D, mającą w środku otwór w kształcie przyszywanego odcinka rzepa, zamocowano do dwuwspornikowego ramienia automatu za pomocą 2 śrub z elastycznymi kompensatorami gumowymi regulującymi siłę docisku tej części do obrabianego elementu odzieży i służącą do przytrzymywania elementu umundurowania na którym będzie naszywany rzep oraz do ustalania położenia naszywanego rzepa względem tego elementu,
- b) wewnętrzną część tego elementu mającą zmniejszony nieco kształt przyszywanego rzepa, również wykonaną na drukarce 3 D, zamocowano za pomocą śruby do ramienia automatu składającego się z jednego wspornika i służącą do przytrzymywania tego rzepa podczas jego naszywania.



Mundur polowy - narzędzie do odmierzania, odcinania i naszywania rzepa.

Po skompletowaniu odpowiedniej ilości i rodzaju tkanin, wszystkich niezbędnych dodatków oraz po wyprodukowaniu odpowiednich narzędzi do obydwu zleceń zaplanowano ich produkcję na linii produkcyjnej poprzez określenie w systemie zarządzania produkcją kolejności wykorzystania zgodnie z procesem technologicznym poszczególnych maszyn i automatów szwalniczych poprzez zaprogramowanie automatycznego transportu międzystanowiskowego realizowanego za pomocą autonomicznych robotów jezdnych AGV, przyporządkowanie stanowiskom roboczym odpowiednich czynności do wykonania oraz przygotowanie do odpowiednich automatów

szwalniczych plików sterującym szyciem tych automatów i wgranie ich do automatów. W pierwszej kolejności rozpoczęto produkcję eksperymentalną spodni damskich.

Typowa produkcja zlecenia rozpoczyna się od rozkroju tkaniny na krojowni. Jednak zanim dojdzie do rozkroju, na podstawie danych zawartych w systemie zarządzania produkcją dotyczących zlecenia system nadaje każdemu egzemplarzowi odzieży wchodzącemu w skład zlecenia unikatowy kod i numerację poszczególnych jego elementów oraz tworzy optymalne układy wykroju elementów odzieży.

Następnie na podstawie danych zawartych w systemie zarządzania produkcją następuje:

- drukowanie etykiet z odpowiednimi oznaczeniami poszczególnych elementów odzieży,
- nanoszenie w sposób rotacyjny etykiet na elementy odzieży przed rozkrojem tkaniny.



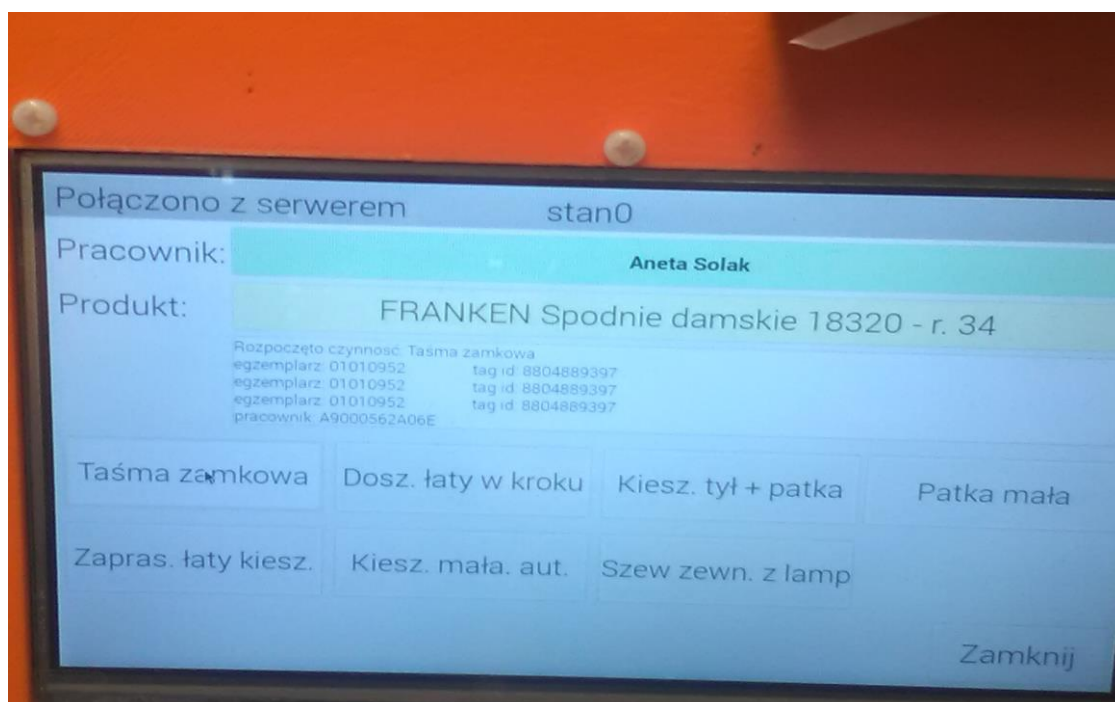
Franken - paczki z elementami odzieży i naniesionymi etykietami z tagami.

Dopiero po naniesieniu etykiet na tkaninę następuje jej rozkrój zgodnie z przygotowanymi układami, a po rozkroju następuje ręczne pakowanie wykrojonych elementów odzieży w pakiety, umieszczanie ich w pojemnikach zamocowanych do samojezdných wózków AGV i automatyczny ich realizowany za pomocą autonomicznych robotów mobilnych AGV do poszczególnych stanowisk roboczych, na których następuje ich obróbka zgodnie z procesem technologicznym dla danego zlecenia - przewożenie elementów odzieży pogrupowanych w paczkach (podczas początkowego etapu produkcji) oraz na wysięgniku, do którego zawieszono obrabiane elementy odzieży (w dalszym procesie produkcji odzieży).



Mundur polowy - transport elementów odzieży w stanie zawieszonym.

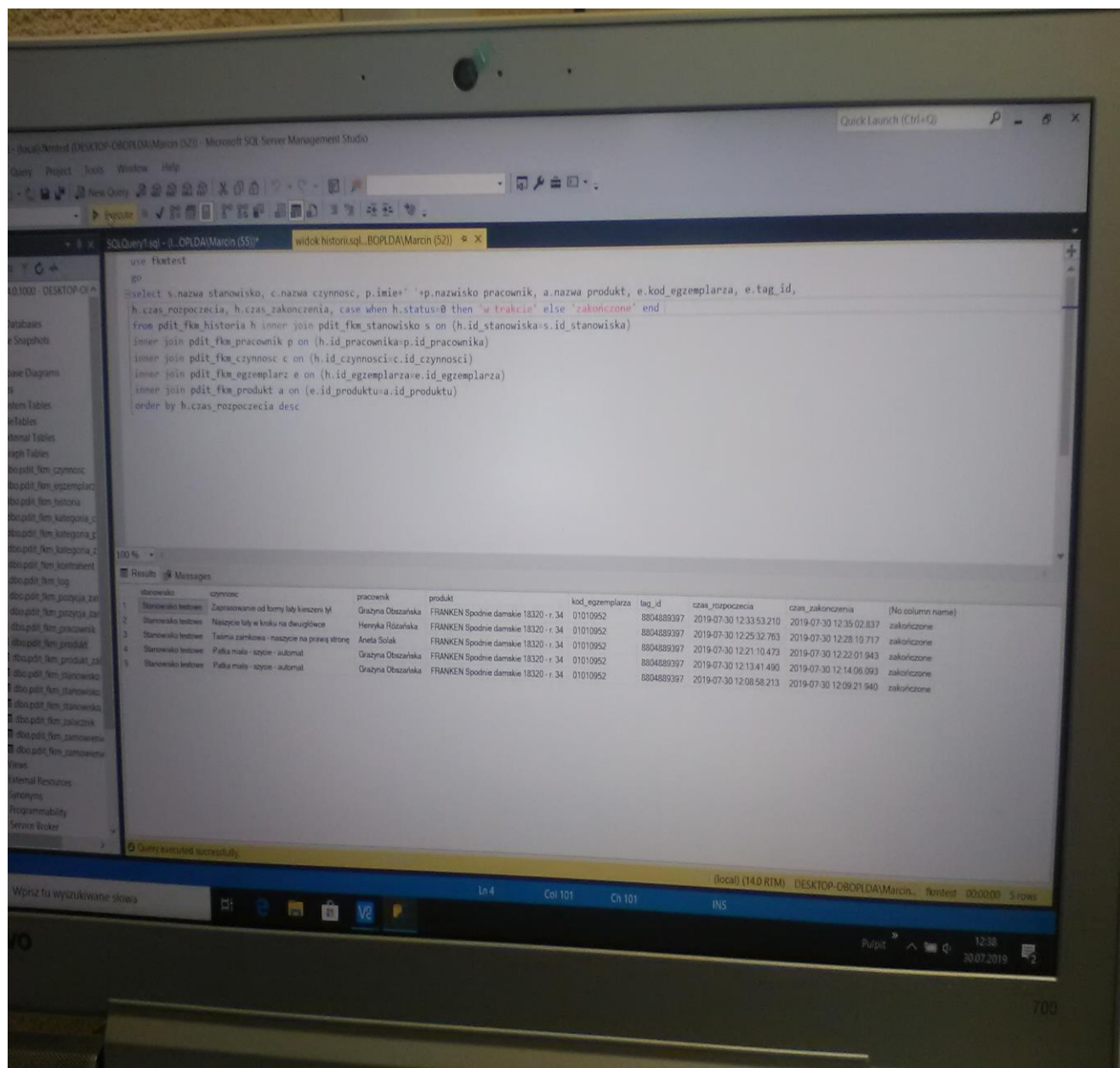
Na stanowiskach roboczych wykonywane było szycie ręczne na maszynach szwalniczych lub szycie automatyczne na automatach między innymi z wykorzystaniem wykonanego narzędzia.



Franken - dane dotyczące czynności na danym stanowisku roboczym.

Dodatkowo były wykonywane inne czynności obróbkowe takie jak: dziurkowanie, prasowanie, pranie, oczyszczanie itp. Przed wykonaniem obróbki danego elementu odzieży pracownik miał obowiązek sczytania przy wykorzystaniu terminala stanowiskowego etykiety z tagiem umieszczonej na elemencie odzieży.

Dzięki temu wszystkie wykonywane czynności podczas produkcji były automatycznie monitorowane, a dane zapisywane w systemie zarządzania produkcją.



Franken - dane z systemu zarządzania produkcją o produkowanym zleceniu.

Po uszyciu wszystkich egzemplarzy zleconego modelu spodni nastąpiła kontrola jakości ich wykonania. Wszystkie prawidłowo wykonane egzemplarze spodni zostały ręcznie zawieszane na wieszakach, włożone do foliowych worków i zawieszane na wózkach.

Następnie zostały przewiezione do magazynu, w którym czekały na wysyłkę do niemieckiego klienta. Po zamówieniu kuriera zostały zapakowane do 6 paczek i wysłane do klienta. W ramach produkcji eksperymentalnej wyprodukowano 60 szt. spodni w następujących rozmiarach:

Rozmiar - ilość

34	4
36	8
38	20
40	18
42	6
44	4

Po zakończeniu produkcji spodni przystąpiono do produkcji mundurów polowych. Cały proces produkcyjny przebiegał podobnie do poprzedniego z tą tylko różnicą, że niemalże wszystkie zapięcia wykonane były z rzepa. Dlatego też w produkcji wykorzystano wyprodukowane narzędzie do jednoczesnego odmierzenia długości rzepa, odcinania go na odpowiedniej długości oraz naszywania w ściśle określonym miejscu na elemencie umundurowania.

W wyniku produkcji eksperymentalnej mundurów polowych wyprodukowano ich 50 szt., w następujących rozmiarach:

Rozmiar - ilość

L/R	17
XL/R	17
XL/S	16

Po dokładnym sprawdzeniu wszystkich egzemplarzy wyprodukowanej odzieży nie stwierdzono żadnych błędów powstałych podczas ich produkcji. Procesy produkcji obydwu zleceń dzięki wprowadzonej nowej technologii szycia przebiegały szybko i sprawnie i pozwoliły na skrócenie o około 25 % dotychczasowego czasu produkcji wykonywanej w sposób tradycyjny.

13. Podsumowanie wyników prac wdrożeniowych.

Po przeprowadzeniu pomyślnych testów w warunkach rzeczywistych z całą odpowiedzialnością można stwierdzić, że opracowanie i wdrożenie optymalnej i zautomatyzowanej technologii umożliwiającej realizację zleceń wykonania małych partii lub pojedynczych egzemplarzy odzieży dedykowanej pod indywidualne zamówienia użytkownika końcowego w Przedsiębiorstwie Produkcyjno-Handlowym „Kapica Market” Florian Kapica było trafionym i właściwym działaniem umożliwiającym zmniejszenie kosztów produkcji odzieży, a tym samym znaczne zwiększającym konkurencyjności produktów firmy na rynku produkcji odzieży.

Opracowana i wdrożona w firmie Beneficjenta w ramach realizacji projektu nowoczesna technologia produkcji odzieży umożliwia znaczną poprawę efektywności produkcji, gdyż przyczynia się do:

- zwiększenia efektywności wykorzystania tkaniny średnio o 18,79 %,
- zmniejszenia ilości odpadu w odniesieniu do ilości odpadów przed realizacją projektu średnio o 53,87 %,
- skrócenia czasu znakowania elementów odzieży średnio o 82,84 %,
- skrócenia czasu przygotowania zlecenia do produkcji średnio o 88,17 %,
- skrócenia czasu wykonania narzędzia dla potrzeb produkcji średnio o 85,28 %,
- skrócenia procesy produkcji zamówień średnio o około 25 %.

***fKM* – Kontrola produkcji**

Instrukcja



Spis treści

1. Wymagania sprzętowe.....	3
1.1. Serwer	3
1.2. Klient panelu zarządzającego	3
1.3. Klient rejestracji pracy	3
2. Przygotowanie systemu do pracy.....	4
2.1. Serwer	4
2.1.1. Baza danych	4
2.1.2. Usługa fKM	4
2.2. Panel zarządzający	5
2.3. Rejestrator pracy.....	6
2.3.1. Sprzęt.....	6
2.3.2. System operacyjny	7
2.3.3. Oprogramowanie i konfiguracja	8
2.3.3.1. Przygotowanie interfejsów	8
2.3.3.2. Ustawienia wyświetlacza dotykowego Waveshare C 7” 1024x600	10
2.3.3.3. Instalacja oprogramowania do obsługi czytnika NFC.	11
2.3.4. Klient kontroli produkcji	11
3. Obsługa oprogramowania do kontroli produkcji	13
3.1. Panel zarządzający	13
3.1.1. Stanowiska	13
3.1.2. Pracownicy.....	14
3.1.3. Powiązanie pracownika ze stanowiskiem.....	14
3.1.4. Czynności	14
3.1.5. Powiązanie czynności ze stanowiskiem	15
3.1.6. Modele	15
3.1.7. Historia	15
3.1.8. Podsumowanie	15
3.1.9. Rozpoczęcie pracy.....	16
3.2. Klient kontroli produkcji.....	17

1. Wymagania sprzętowe

1.1. Serwer

Komputer klasy PC z zainstalowanym systemem operacyjnym Microsoft Windows 7 lub wyższym. Ze względu na ilość połączeń zalecane jest jednak używanie na serwerze z zainstalowanym systemem operacyjnym, Microsoft Windows Server 2008 lub wyższym.

Na serwerze (komputerze) musi być zainstalowane oprogramowanie Microsoft SQL Server w wersji 2012 lub nowszej – serwer MSSQL nie musi być zainstalowany na tym samym komputerze/serwerze, na którym będzie uruchomiona usługa fKM.

1.2. Klient panelu zarządzającego

Komputer klasy PC z zainstalowanym systemem operacyjnym Microsoft Windows 7. Zalecana minimalna rozdzielczość to 1366 x 768.

1.3. Klient rejestracji pracy

Urządzenie składające się z:

- mikrokomputera Raspberry Pi 3B+
- karty micro SD o wielkości minimum 8GB
- zasilacza micro USB o parametrach wyjściowych 5V i 2,5A
- czytnika RFID 125KHz: RDM6300
- czytnika RFID 13,56MHz: RC522
- ekranu dotykowego o rozdzielczości 1024 x 600px. W projekcie został zastosowany ekran z panelem dotykowym firmy WAVESHARE model C o wielkości 7”.
- zainstalowany system Raspbian Stretch

2. Przygotowanie systemu do pracy

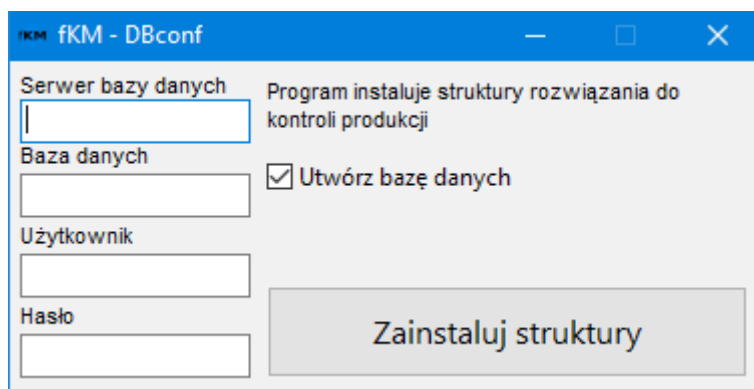
2.1. Serwer

Należy utworzyć folder fKM na dysku C, w którym to folderze należy umieścić pliki:

- fKM_DBconf.exe
- fKMSrv.exe
- fKM_konfig.ini

2.1.1. Baza danych

Należy uruchomić program do instalacji struktur **fKM_Dbconf.exe** wpisać dane serwera MSSQL (nazwę/adres, login oraz hasło), do którego będziemy instalować struktury oraz nazwę bazy danych, w której będą znajdować się dane rozwiązania fKM – domyślnie program zakłada bazę danych o nazwie podanej w polu Baza danych, ale można też zainstalować struktury do bazy już istniejącej.



Po wpisaniu danych należy kliknąć przycisk Zainstaluj struktury

2.1.2. Usługa fKM

Na początku należy w notatniku otworzyć plik konfiguracyjny fKM_konfig.ini i odpowiednio skonfigurować parametry:

[Parametry]

```
adres_ip=192.168.0.100  
;adres IP komputera/serwera w sieci firmowej  
port=5682  
;numer portu, na którym usługa będzie komunikowała się z aplikacjami klienckimi
```

[Baza]

```
serwer=.  
;adres lub nazwa serwera MSSQL  
baza=fkm  
;nazwa bazy danych ze strukturami fkm  
login=sa  
;login do serwera MSSQL  
haslo=haslosa  
;hasło do serwera MSSQL
```

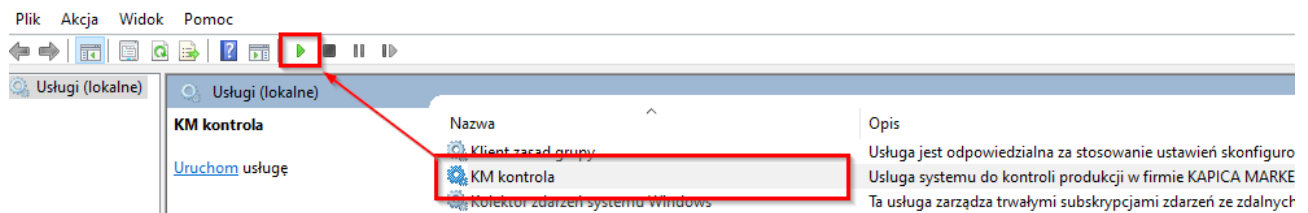
Następnie należy uruchomić Wiersz polecenia (cmd.exe) jako administrator i z poziomu wiersza poleceń przejść do folderu z usługą systemową fKM:

```
> c:  
> cd \fKM
```

oraz zainstalować usługę w systemie:

```
> fKMSrv.exe -i
```

Po wszystkim należy uruchomić usługę w systemie, np. za pomocą Start > Narzędzia administracyjne > Usługi



2.2. Panel zarządzający

Należy utworzyć folder fKM_Panel na dysku C, do którego należy skopiować pliki:

- fKMMen.exe
- fKM-men.ini

W notatniku edytujemy plik fKM-men.ini wstawiając prawidłowe parametry podłączenia do usługi fKM oraz serwera MSSQL z bazą danych programu:

[Parametry]

```
serwer=192.168.0.100  
;adres IP serwera z usługą fKM  
port=5682  
;numer portu, na którym usługa nasłuchuje
```

[Baza]

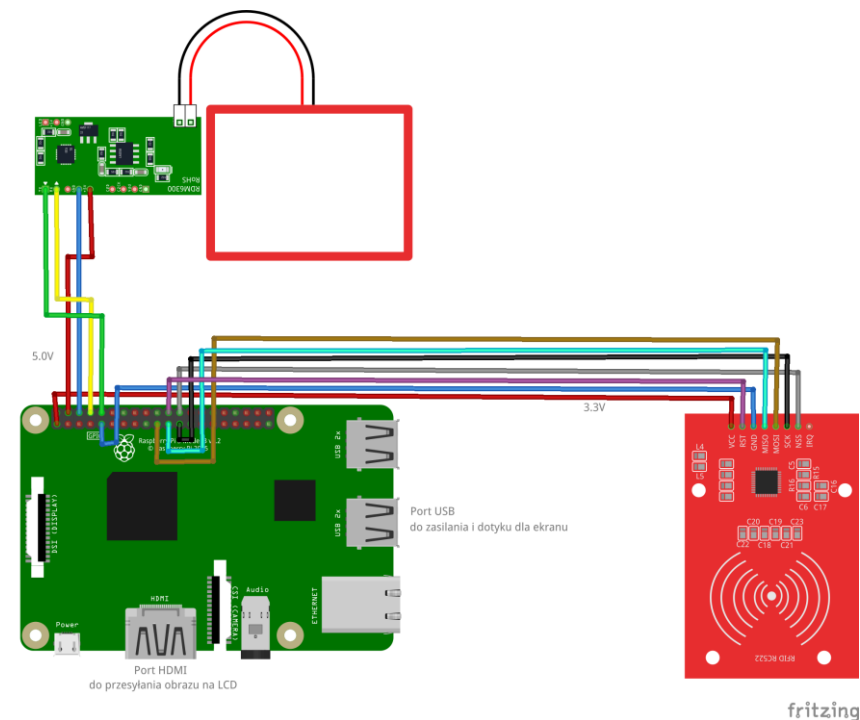
```
serwer=192.168.0.100  
;adres lub nazwa serwera MSSQL  
baza=fkm  
;nazwa bazy danych ze strukturami fKM  
login=sa  
;login do serwera MSSQL  
haslo=haslosa  
;hasło do serwera MSSQL
```

Po wprowadzeniu zmian zapisujemy plik konfiguracyjny, a następnie na pulpicie tworzymy skrót do programu klikając prawym klawiszem myszy na pliku fKMMen.exe i wybierając: **Wyślij do > Pulpit (utwórz skrót)**

2.3. Rejestrator pracy

2.3.1. Sprzęt

Komponenty łączymy ze sobą wg poniższego schematu:



Podłączenie czytnika RFID

Raspberry Pi 3B+	RFID RDM6300
5V (Pin 4)	+5V
GND (Pin 6)	GND
TXD (Pin 8)	RX
RXD (Pin 10)	TX

Podłączenie czytnika NFC

Raspberry Pi 3B+	RFID RC522
3,3V (Pin 1)	VCC
GND (Pin 9)	GND
MOSI (Pin 19)	MOSI
MISO (Pin 21)	MISO
GPIO 25 (Pin 22)	RST
SCLK (Pin 23)	SCK
GPIO 8 (Pin 24)	NSS

Ekran podłączamy do portu HDMI (kabel sygnałowy) oraz do portu USB (zasilanie i dotyk).

2.3.2. System operacyjny

Należy pobrać obraz systemu Raspbian Stretch:

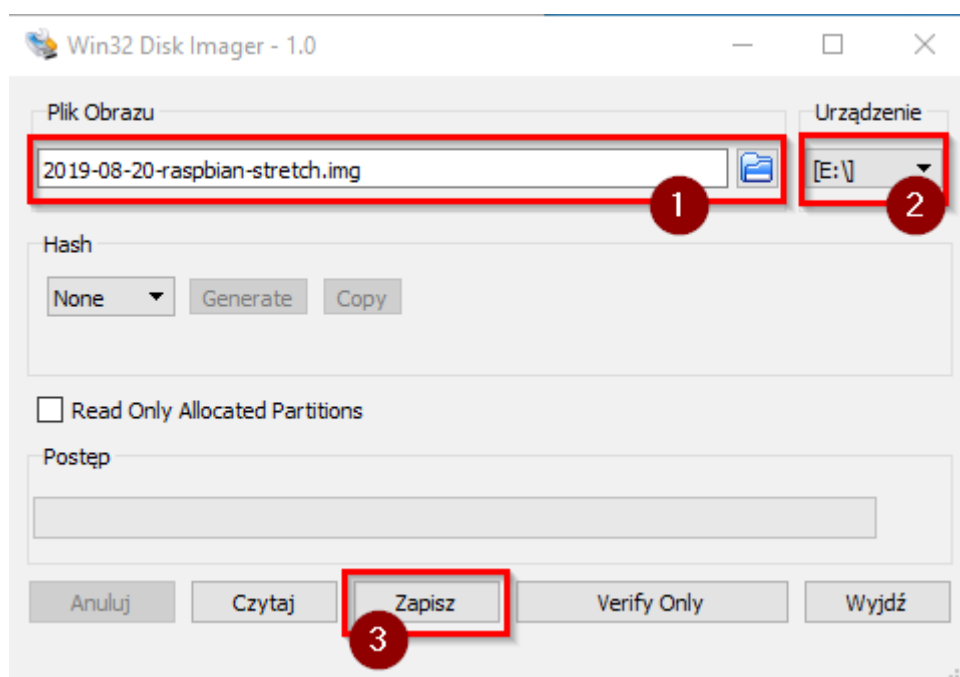
<https://downloads.raspberrypi.org/raspbian/images/raspbian-2019-04-09/2019-04-08-raspbian-stretch.zip>

Po pobraniu rozpakowujemy archiwum zip w celu uzyskania pliku IMG.

Kartę micro SD podłączamy do komputera z systemem Windows. Pobieramy i uruchamiamy oprogramowanie do zapisywania plików obrazów IMG na nośniki zewnętrzne:

<https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/files/Archive/Win32DiskImager-1.0.0-binary.zip/download>

Po uruchomieniu wskazujemy plik obrazu systemu Raspbian oraz identyfikator karty SD w systemie i wciskamy **Zapisz**:

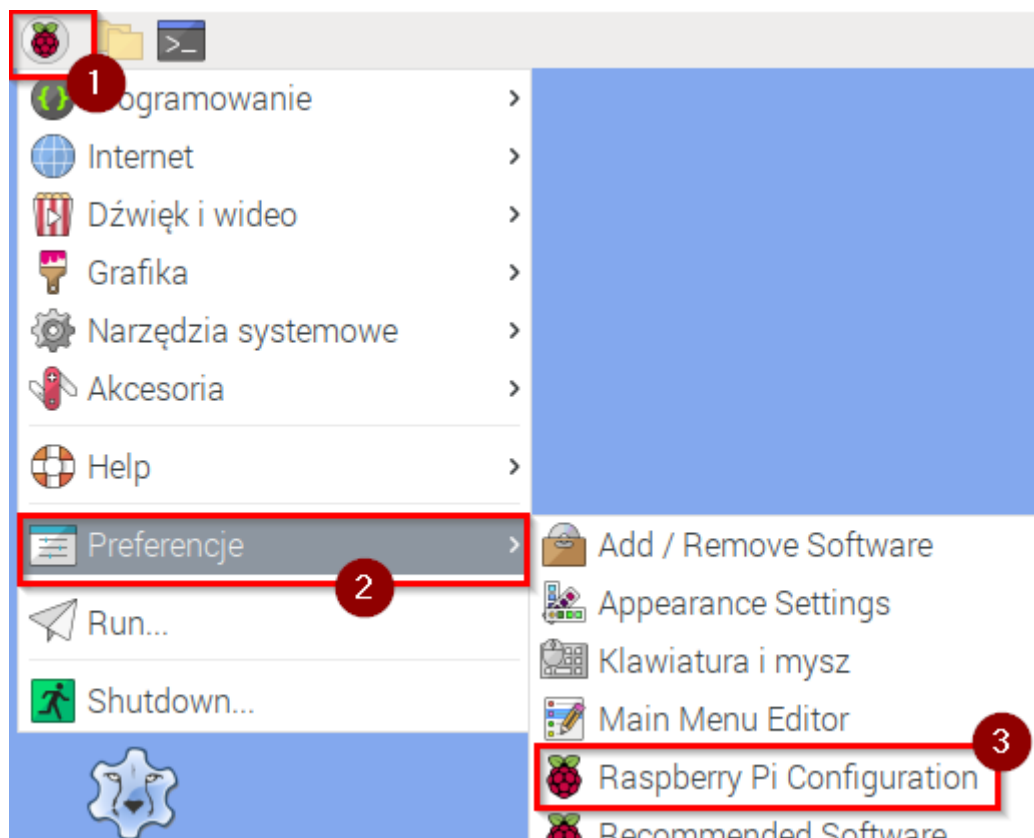


Po zakończeniu zapisywania obrazu na kartę micro SD wyjmujemy kartę z komputera i wkładamy do Raspberry Pi, do którego wpinamy wtyczkę zasilacza i podłączamy do prądu. Po chwili na wyświetlaczu powinniśmy zobaczyć pulpit systemu Raspbian.

2.3.3. Oprogramowanie i konfiguracja

2.3.3.1. Przygotowanie interfejsów

Uruchamiamy `Raspberry Pi Configuration` znajdujące się w menu `Start > Preferencje`.



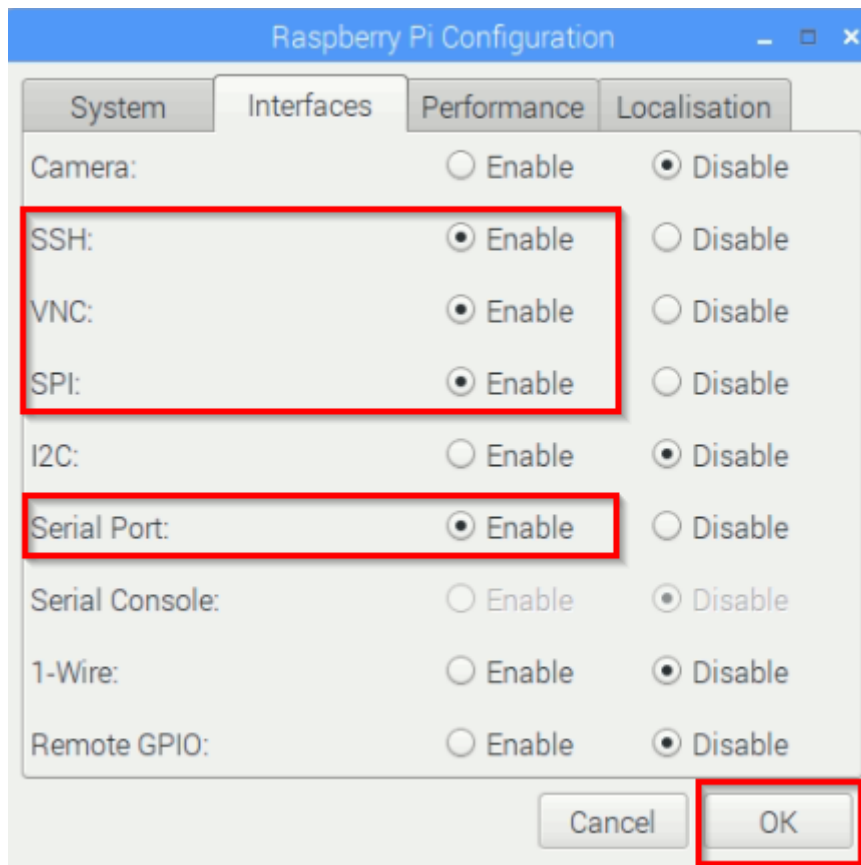
Przechodzimy na zakładkę Interfaces i włączamy:

- SSH
- VNC
- SPI
- Serial Port

oraz wyłączamy:

- Serial Console

a następnie zatwierdzamy zmiany wciskając OK



2.3.3.2. Ustawienia wyświetlacza dotykowego Waveshare C 7" 1024x600

Otwieramy **Menadżer plików** i znajdujemy plik `/boot/config.txt`

Otwieramy plik w edytorze tekstowym (np. Geany znajdujący się pod prawym klawiszem myszy) i komentujemy (wstawiamy na początku linii znak #) linie dotyczące HDMI oraz na końcu pliku dodajemy:

```
#HDMI Waveshare C 7"  
max_usb_current=1  
hdmi_group=2  
hdmi_mode=87  
hdmi_cvt 1024 600 60 6 0 0 0  
hdmi_drive=1
```

2.3.3.3. Instalacja oprogramowania do obsługi czytnika NFC.

Uruchamiamy Terminal i w konsoli wklejamy lub przepisujemy:

```
sudo apt-get install python3-dev python3-pip
sudo pip3 install spidev
cd Downloads
git clone https://github.com/paweld/MFRC522-python
cd MFRC522-python
sudo python3 setup.py install
```

2.3.4. Klient kontroli produkcji

Otwieramy Menadżer plików i tworzymy katalog fKM, do którego kopiujemy pliki:

- fkm
- fkm-cli.ini
- fkm.png

W edytorze tekstu (np. Geany dostępnym pod prawym klawiszem myszy) otwieramy plik fkm-cli.ini wpisując unikalną pięcio-znakową nazwę stanowiska oraz adres IP i port serwera fKM:

```
[Parametry]
stanowisko=stan1
;unikalna w obrębie firmy nazwa stanowiska - musi składać się z 5 alfanumerycznych znaków
ip_serwera=192.168.0.100
;adres ip aplikacji serwera
port_serwera=5682
;port, na którym nasłuchuje aplikacja serwera
serial_port=/dev/ttyS0
;identyfikator portu szeregowego w systemie raspbian, domyślnie /dev/ttyS0
```

Po zapisaniu zmian należy utworzyć skrót do programu na pulpicie oraz dodać program do autostartu, tak aby automatycznie uruchamiał się wraz z uruchomieniem urządzenia.

W tym celu na pulpicie tworzymy nowy plik o nazwie fKM.desktop i jako zawartość wklejamy:

```
[Desktop Entry]
Type=Application
Name=fKM Klient
Categories=Produkcja;
```

```
Exec=/home/pi/fKM/fkm
```

```
Terminal=false
```

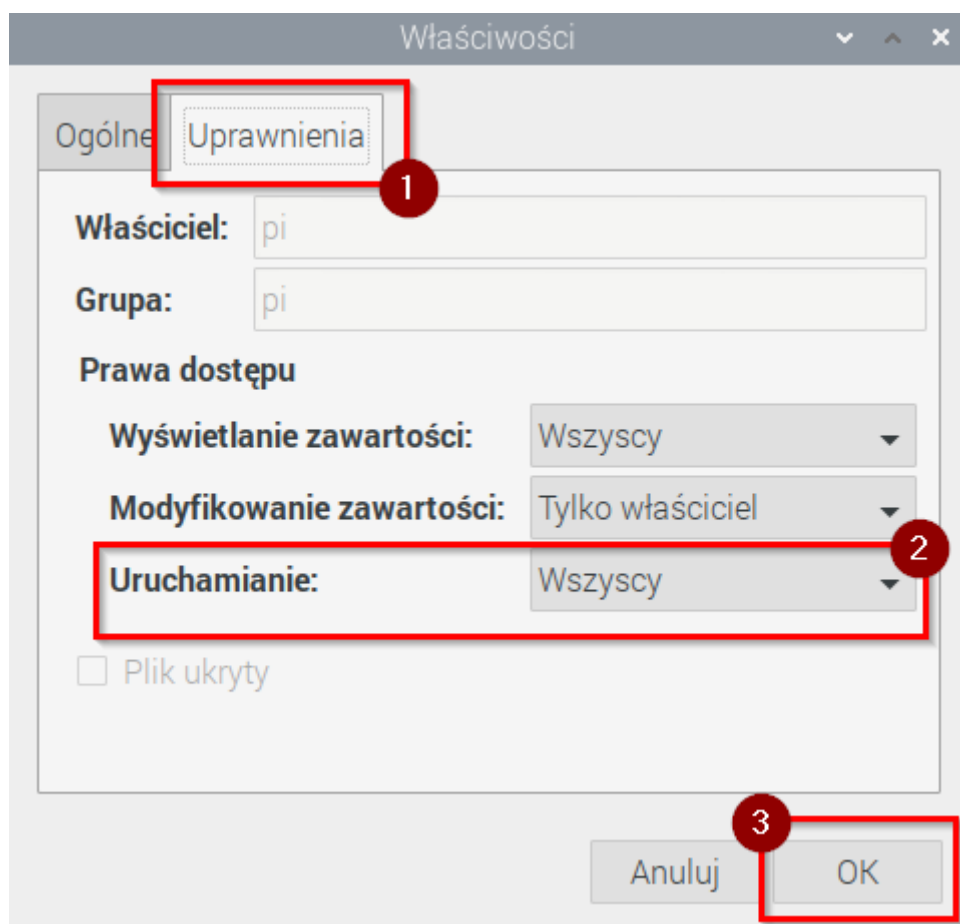
```
Icon=/home/pi/fKM/fkm.png
```

```
Name[pl_PL]=fKM Klient
```

Zapisujemy zmiany i zamykamy edytor tekstowy. Następnie utworzony plik kopiujemy do lokalizacji `/etc/xdg/autostart/`

Ważne:

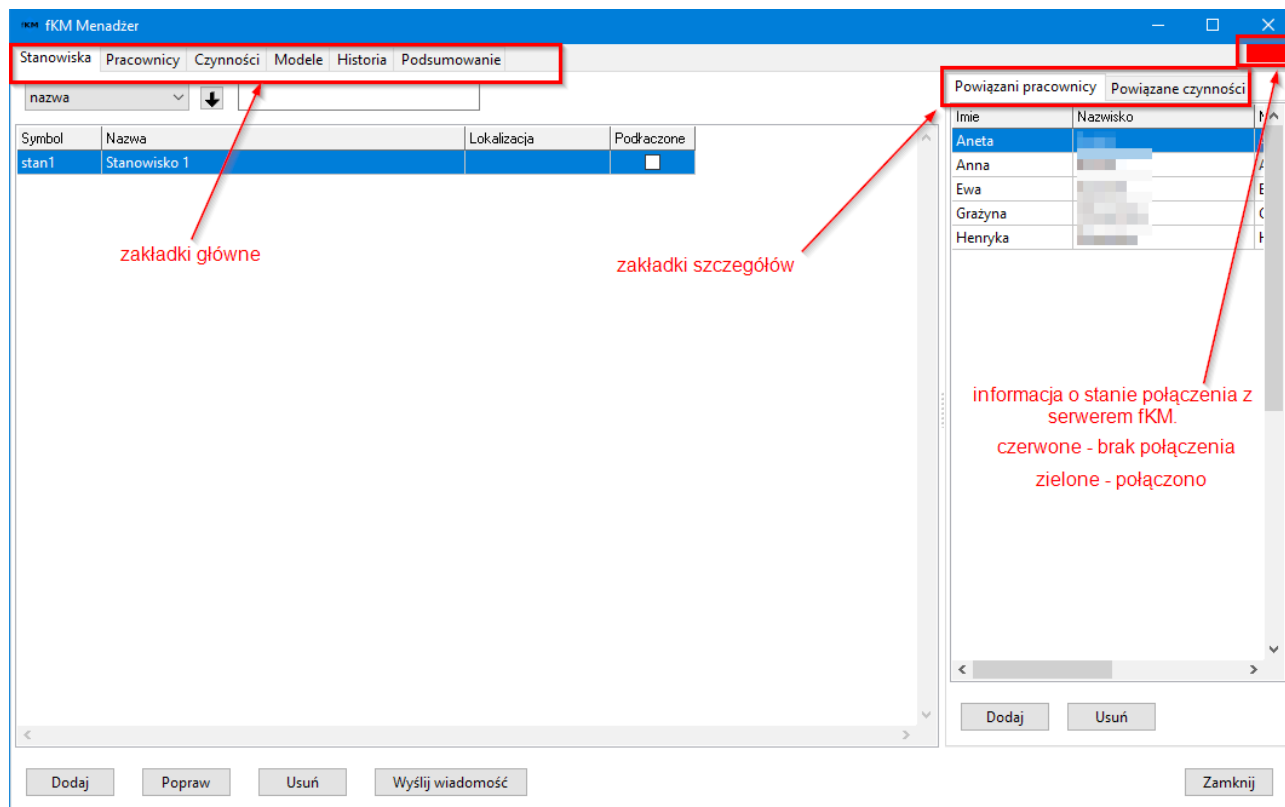
Dla pliku `fkm` należy dodać uprawnienia do uruchomienia – można to zrobić stając na pliku `fkm` i klikając prawy klawisz myszy wybrać `Właściwości`, następnie przejść na zakładkę `Uprawnienia` i wybrać `Wszyscy` w opcji uruchamianie oraz zatwierdzić wciskając `OK`



3. Obsługa oprogramowania do kontroli produkcji

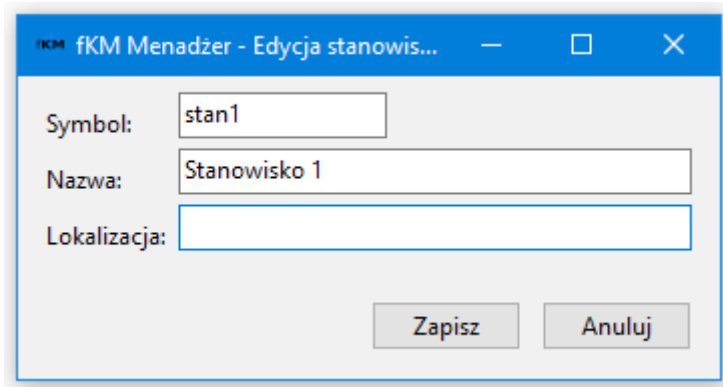
3.1. Panel zarządzający

Program składa się z kilku zakładek, z poziomu których zarządzamy kontrolą produkcji. Na większości zakładek po prawej stronie jest „okno” szczegółów również składające się z zakładek:



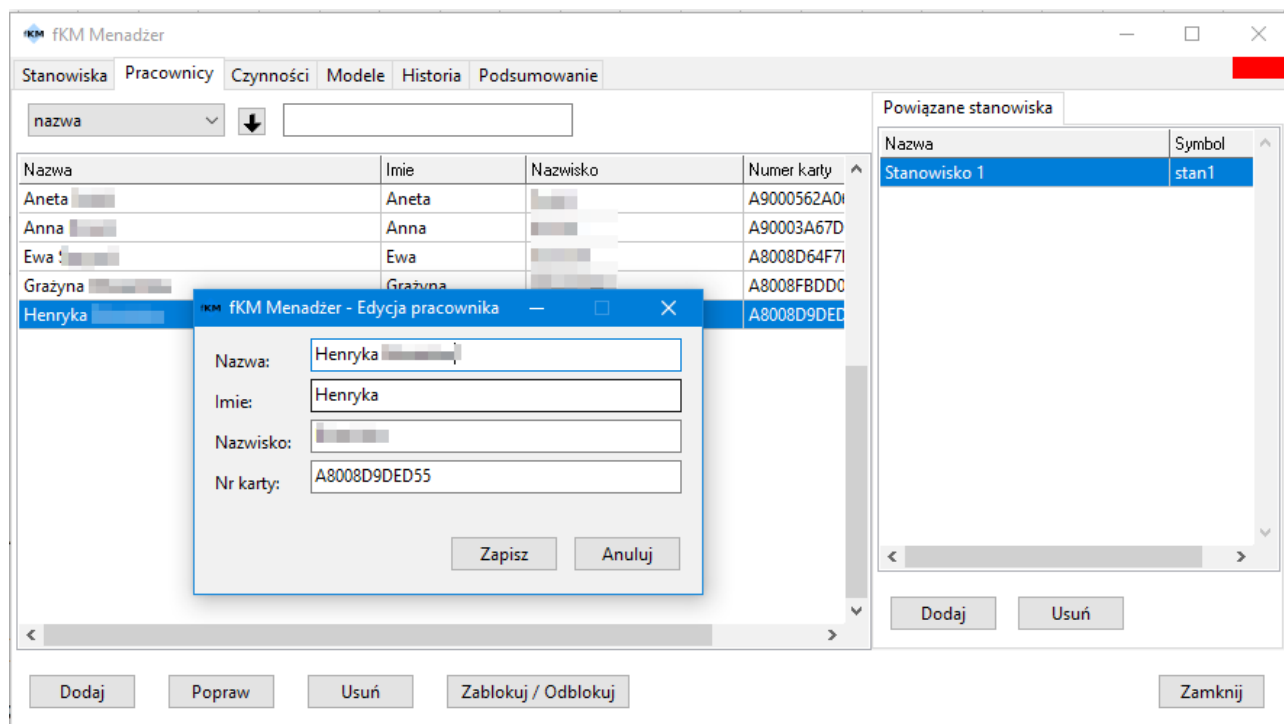
3.1.1. Stanowiska

Na zakładce dodajemy wszystkie stanowiska, które uruchomiliśmy, i na których ma odbywać się praca. Dodając stanowisko musimy wpisać jego unikalny identyfikator zapisany w pliku ini na urządzeniu, a także nazwę stanowiska. Dodatkowo możemy wpisać lokalizację.



3.1.2. Pracownicy

Następnym krokiem jest zdefiniowanie w programie wszystkich pracowników, którzy będą pracować na stanowiskach. Przy dodawaniu podajemy ich imiona, nazwiska, numery kart RFID 125KHz oraz nazwy wyświetlane w systemie.



3.1.3. Powiązanie pracownika ze stanowiskiem

Jednym z założeń programu jest to, że pracownik może pracować tylko na stanowiskach do których został upoważniony, tak więc po zdefiniowaniu stanowisk i pracowników należy powiązać pracowników z odpowiednimi stanowiskami – pracownicy bez powiązania ze stanowiskiem nie będą mogli zalogować się do systemu. Powiązanie możemy dodać na zakładkach szczegółów zarówno od strony stanowiska, jaki i pracownika.

3.1.4. Czynności

Lista czynności wykonywanych w firmie na stanowiskach, na których będzie wykorzystywany program do kontroli produkcji. Przy definiowaniu podajemy nazwę czynności, jej skrócony unikalny kod oraz czas czynności w normominutach. Czas czynności jest czasem wzorcowym, ale w zależności od produktu może być ustawiany indywidualnie.

3.1.5. Powiązanie czynności ze stanowiskiem

Podobnie jak ma to miejsce w przypadku pracowników, czynność też musi być powiązana ze stanowiskiem – będzie mogła być wykonywana tylko na skojarzonych stanowiskach. I podobnie jak przy pracownikach skojarzenie można dodać zarówno od strony stanowiska jak i czynności.

3.1.6. Modele

Produkty wykonywane w firmie po zdefiniowaniu modelu (symbol, nazwa, kod kreskowy i ewentualnie opis) należy przypisać czynności, które są wykonywane w trakcie całego etapu produkcji danego modelu.

3.1.7. Historia

Na zakładce wyświetlana jest historia pracy na wszystkich stanowiskach – widoczne są informacje o stanowisku, pracowniku, modelu, czynności, dacie rozpoczęcia i dacie zakończenia oraz statucie czynności. Historia jest odświeżana automatycznie.

Istnieje również możliwość eksportu historii do pliku MS Excel.

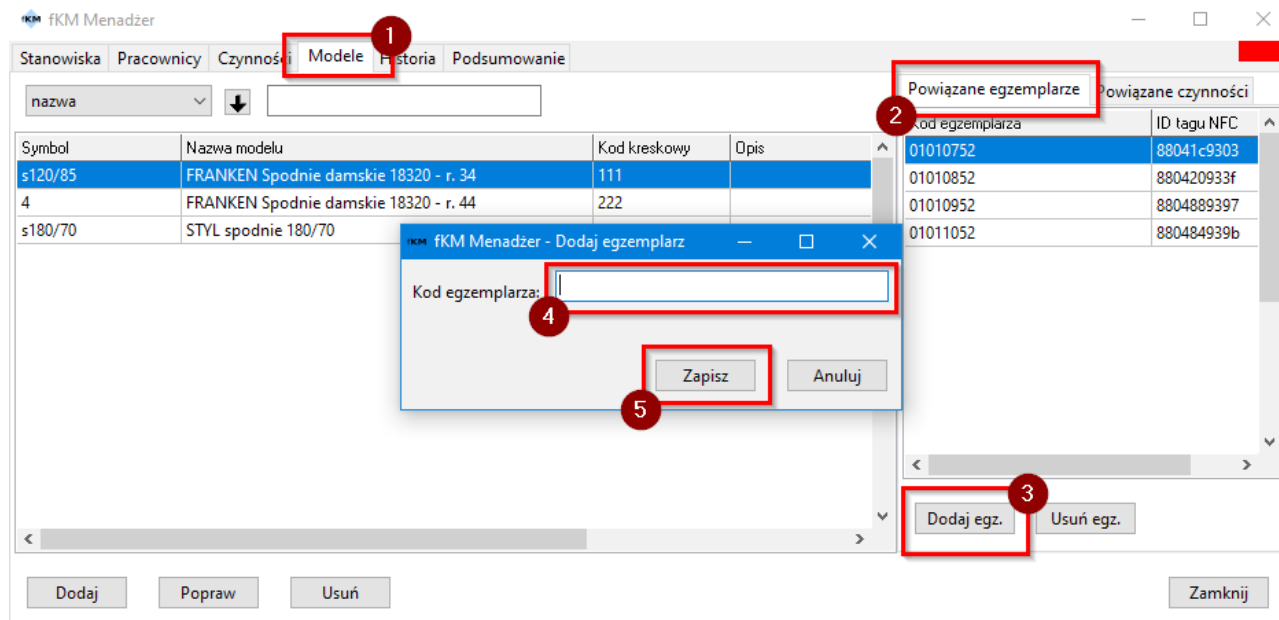
3.1.8. Podsumowanie

Na tej zakładce znajdują się statystyki pracy zebrane ze stanowisk za wybrany przez operatora okres. Statystyki można filtrować w obrębie pracownika.

fKM Menadżer	
Stanowiska	Pracownicy
Czynności	Modele
Historia	Podsumowanie
Pracownik: W X Zakres dat: pełny zakres (1900-01-01 - 9999-12-31)	
Czynności zakończone	44
Czas (w Nm) czynności zakończonych	20,67
Czynności anulowane	16
Czas (w Nm) czynności anulowanych	0,39
Czas (w Nm) wszystkich czynności	21,06
Czynności zakończone w normie	28
Czynności zakończone z przekroczoną normą	11
Średni % przekroczenie normy	687,79
Maksymalny % przekroczenie normy	4530
Średni % poniżej normy	-76,37
Maksymalny % poniżej normy	-98,33
Czynności zakończone z normą przekroczoną o mniej niż 5%	0
Czynności zakończone z normą przekroczoną od 5% do 10%	0

3.1.9. Rozpoczęcie pracy

Mając już zdefiniowane wszystkie niezbędne dane, tj. stanowiska, pracowników, czynności i modele można rozpocząć pracę rozwiązywania do kontroli produkcji. W tym celu na zakładce modeli należy zdefiniować kody egzemplarza, które przy pierwszym skanowaniu etykiety na stanowisku zostaną uzupełnione o tag RFID odczytany poprzez czytnik NFC.



W naszej firmie etykiety są drukowane i programowane za pomocą drukarki SATO CL4NX oraz oprogramowania NiceLabel. Dane do etykiet są generowane za pomocą programu Autonumeracja_ke, który współpracuje z programem WAPRO Mag.

Autonumeracja_ke

Generuj (F9) Drukuj (F8) Plik wszywek (F7)

Generuj, Drukuj, Zapisz plik wszywek (F10)

Drukarka: 

Program do automatycznego generowania kodów egzemplarzowych do zamówienia oraz wydruku tych kodów na etykietach.

Paweł Dmitruk, paweld.it, 2018

☒ Dodaj numer zam. przed prefiksem

Długość numeru zamówienia

Prefiks

Długość autonumeracji

Ostatni numer

Sufiks

Minimalna liczba etykiet

☐ Sprawdzaj unikalność kodów

☒ Drukuj kod egz. nad kodem kr.

☒ Drukuj kod egz. pod kodem kr.

☒ Drukuj cyfrę kontrolną (13 cyfrę)

☐ Generuj liczbę kontrolną dla EAN-13

Wyliczanie liczby kontrolnej EAN-13 dla kodów egzemplarzowych w celu prawidłowego czytania przez czytniki kodów kreskowych. Kod egzemplarzowy musi składać się z 12 cyfr.

3.2. Klient kontroli produkcji

Aplikację obsługuje się za pomocą ekranu dotykowego.

Okno programu wyświetla następujące informacje:

The screenshot shows a software interface for a workstation. At the top, a grey header bar contains the text 'Połączono z serwerem' (1), 'stan0' (2), and '51.0°C' (3). To the right of the header is a small grey box (4). Below the header is a green bar with the text 'Pracownik:' (5) and 'Anna K...' (5). Below that is a yellow bar with the text 'Model:' (6). Below the yellow bar is a large white area (7) for tasks. Below the white area is a large yellow area (8) for buttons. At the bottom, there is a grey bar with three buttons: 'Statystyka' (9), 'Pomoc' (10), and 'Zamknij' (11).

- 1) status połączenia z serwerem
- 2) unikalny kod stanowiska
- 3) temperatura urządzenia
- 4) pojawia się ilość wykonanych czynności bieżącego dnia
- 5) informacja o pracowniku, jeżeli pracownik niezalogowany pole jest koloru czerwonego
- 6) informacja o modelu, jeżeli został wczytany
- 7) pojawia się informacja o wykonywanej czynności
- 8) pojawiają się przyciski umożliwiające wybór wykonywanej czynności dla zeskanowanego egzemplarza
- 9) pojawia się informacja o (o rzeczywistym i w normominutach) czasie wykonanych czynności przez zalogowanego pracownika w dniu bieżącym
- 10) wezwanie kierownika – w aplikacji do zarządzania pojawia się komunikat, które stanowisko prosi o pomoc
- 11) zamknięcie aplikacji