

Opis wyników badań przemysłowych prowadzonych w Przedsiębiorstwie Produkcyjno - Handlowym „KAPICA MARKET” Florian Kapica

Badania przemysłowe prowadzone były w ramach projektu „Opracowanie optymalnej, zautomatyzowanej technologii umożliwiającej realizację zleceń wykonania małych partii lub pojedynczych egzemplarzy odzieży dedykowanej pod indywidualne zamówienia użytkownika końcowego” nr projektu POIR.01.02.00-00-0059/16 realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój Poddział. 1.2 - Sektor. INNOTEXTILE.

Badania przemysłowe prowadzili specjaliści wyłonieni w trybie zapytania ofertowego i spełniający postawione wymagania w poniżej wymienionych specjalności:

- 1) Specjalista ds. badania automatycznego transportu międzystanowiskowego,
- 2) Specjalista ds. badania maszyn umożliwiających produkcję narzędzi do maszyn szwalniczych,
- 3) Specjalista ds. badania nowych metody znakowania materiału w procesie produkcji,
- 4) Specjalista ds. badania procesu wytwarzania we własnym zakresie narzędzi do maszyn szwalniczych,
- 5) Specjalista ds. badania procesu znakowania materiału przed rozkrojem,
- 6) Specjalista ds. badania systemu zarządzania całym procesem produkcyjnym.

Najważniejsze wnioski wynikające z przeprowadzonych badań:

I. Specjalista ds. badania automatycznego transportu międzystanowiskowego.

Po wstępnej analizie uwarunkowań w przedsiębiorstwie i potrzeb produkcji wydawało się, że najbardziej optymalnym systemem transportu międzystanowiskowego będzie transport podwieszany, który ma wiele zalet w porównaniu z dotychczas stosowanym transportem ręcznym oraz transportem za pomocą ciągnionych wózków jezdnych.

Jego główną zaletą jest brak konieczności korzystania z podłoża, gdyż wszystkie jego elementy są mocowane do sufitu hali produkcyjnej, a więc ten system transportu nie ogranicza powierzchni produkcyjnej. Ponadto umożliwia on transport pojedynczych sztuk/półproduktów do stanowisk roboczych rozmieszczonych zgodnie z procesem technologicznym eliminując w ten sposób konieczność wyjmowania/wkładania dużych ilości sztuk.

Taki rodzaj transportu powinien jednocześnie zapewnić łatwość logowania półproduktów w systemie zarządzania produkcją, co ułatwiłoby monitorowanie produkcji i jej wydajność.

Na początku badań przemysłowych w zakresie opracowania automatycznego transportu międzystanowiskowego postanowiono zbadać możliwości logowania się półproduktu na poszczególnych stanowiskach roboczych i czas jego pobytu na danym stanowisku, aby w ten sposób dostosować transport automatyczny do potrzeb produkcji.

Pozyskanie takich danych było niezbędne w celu opracowania i zorganizowania właściwego i wydajnego transportu w procesie produkcji, aby nie było tzw. „wąskich gardeł”, by wszystkim stanowiskom roboczym na czas dostarczyć stosowne półprodukty do obróbki, aby z powodu braku półproduktów nie miały one przestojów.

W tym celu przeprowadzono badania przemysłowe dotyczące procesu monitorowania przepływu elementów odzieży w procesie produkcyjnym w celu wykorzystania otrzymanych wyników badań do opracowania automatycznego transportu międzystanowiskowego.

Do monitorowania przepływu półproduktu na hali produkcyjnej wykorzystano etykietę zawierającą kod kreskowy umieszczoną na etapie rozkroju tkaniny na każdym elemencie odzieży lub pakiecie z elementami odzieży z danej partii produkcyjnej zawierającą dane o tym elemencie lub pakiecie, a poszczególne stanowiska robocze wyposażono w czytniki kodów kreskowych podłączone do programu współpracującego z tymi czytnikami.

Pracowników na stanowiskach roboczych zobowiązano do skanowania kodów kreskowych umieszczonych na elementach obrabianej odzieży zarówno przed rozpoczęciem jak i po zakończeniu obróbki danego elementu na danym stanowisku, aby w ten sposób pozyskać dane, na którym stanowisku roboczym znajduje się w określonej chwili dany element (półprodukt) i jak długo trwa jego obróbka.

Przeprowadzone badania potwierdziły, że tak zorganizowany system daje możliwość bieżącej identyfikacji danego elementu odzieży w procesie produkcyjnym, jednakże jego stosowanie przyczynia się do spowolnienia produkcji. Jest to spowodowane tym, że na każdym stanowisku roboczym pracownik musi poświęcić czas na wczytanie kodu kreskowego potwierdzającego przybycie elementu odzieży na dane stanowisko, a po zakończeniu procesu obróbki tego elementu ponownie poświęcić czas na wczytanie kodu kreskowego potwierdzającego opuszczenie przez dany element odzieży tego stanowiska.



Etykieta z kodem kreskowym do nanoszenia na elementy obrabianej odzieży.



Skanowanie kodu kreskowego.

Oprócz czasu poświęconego na skanowanie kodu kreskowego każdy z pracowników musi odszukać etykietę z kodem kreskowym na elemencie odzieży, co wydłuża cały proces skanowania kosztem czasu produkcji. Zdarzały się również przypadki, że kodu w ogóle nie udawało się odczytać ze względu na złą jakość wydrukowanego kodu kreskowego, wtedy należało wszystkie dane wpisać ręcznie, co zdecydowanie wydłużyło całą procedurę identyfikacji danego elementu odzieży.

W związku z powyższym okazuje się, że pomimo tego, że system związany ze skanowaniem kodów kreskowych daje dane dotyczące dokładnej lokalizacji danego elementu odzieży w procesie produkcyjnym, to jednak pochłania on dużo czasu pracownikom i w ten sposób powoduje on spadek wydajności produkcji.

Z tego też względu należało poszukać innej możliwości identyfikacji półproduktu w procesie produkcyjnym. Najlepiej, gdyby się ona odbywała samoczynnie bez udziału pracowników produkcji.

W celu opracowania najbardziej optymalnego automatycznego transportu międzystanowiskowego elementów odzieży w procesie produkcyjnym oprócz przeprowadzonych badań z wykorzystaniem transportu podwieszanego przeprowadzono również badania przemysłowe przy wykorzystaniu wózków jezdnych poruszających się po posadzce hali produkcyjnej, aby sprawdzić który z badanych sposobów transportu jest lepszy i dogodniejszy.

Monitorowano przepływ elementów odzieży w trakcie procesu produkcyjnego realizowany za pomocą tego transportu. Pozwoliło to na zbadanie możliwości logowania się danego półproduktu na poszczególnych stanowiskach roboczych i czas jego pobytu na danym stanowisku. Dzięki takim danym jest możliwość dostosowania transportu automatycznego do potrzeb produkcji.

Tym razem do tego celu postanowiono wykorzystać fale radiowe wysyłane przez czujniki umieszczone na poszczególnych wózkach transportowych, na których przemieszczane są poszczególne elementy odzieży lub ich pakiety. Taki sposób monitorowania pozwala na uniknięcie angażowania w ten proces pracowników, dzięki czemu ich wydajność w żaden sposób nie spada.

Zbudowano system składający się z anten umieszczonych na ścianach hali produkcyjnej pozwalających na odbiór fal radiowych wysyłanych przez poszczególne czujniki położenia. Na stanowiskach roboczych umieszczono stacjonarne czujniki przypisane odpowiednio tym stanowiskom, natomiast do poszczególnych wózków zawierających elementy lub pakiety odzieży zamocowano czujniki mobilne przemieszczające się wraz z tymi wózkami.

Anteny odbierają sygnały z czujników umieszczonych na poszczególnych wózkach jezdnych i za pomocą routera WiFi odebrane dane z czujników przekazują do komputera, w którym jest zainstalowane oprogramowanie pozwalające na bieżąco śledzić położenie danego czujnika, a tym samym położenie wózka z danym elementem czy też pakietem odzieży w stosunku do poszczególnych stanowisk roboczych. Można również monitorować czas przebywania na konkretnym stanowisku roboczym, a tym samym czas obróbki danego elementu.

Tak zbudowany system pozwala na lokalizację w czasie rzeczywistym konkretnego wózka zawierającego konkretny element lub pakiet odzieży, pozwala na szybkie i precyzyjne określenie jego położenia w stosunku do stanowisk roboczych oraz w stosunku do całej hali produkcyjnej, a także na śledzenie jego drogi podczas całego procesu produkcyjnego.



Jedna z zamontowanych na hali produkcyjnej anten odbiorczych.

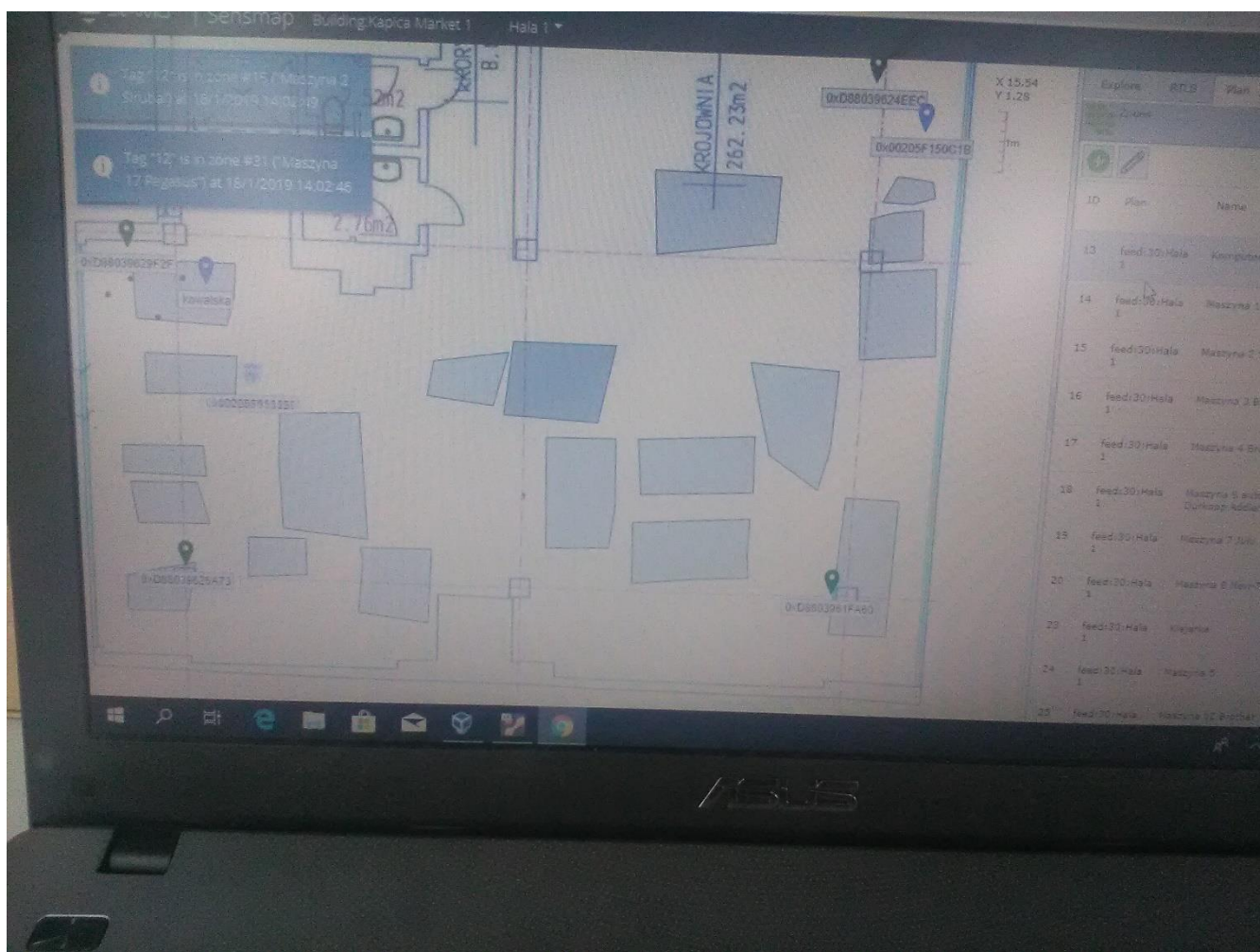


Czujniki lokalizacyjne.

W zależności od zamówienia i wykonywanego modelu nie wszystkie stanowiska robocze są wykorzystywane. Niektóre z nich są przez wózki pomijane, gdy elementy, które one przewożą nie wymagają obróbki na tym stanowisku.

Na komputerze można również zaobserwować stanowiska robocze, na których obróbka trwa długo tzw. „wąskie gardło” w procesie technologicznym, co uwidacznia się w postaci zagęszczenia czujników przy konkretnym stanowisku roboczym. Wtedy należy podjąć konkretne działania, aby przez to stanowisko nie spadała efektywność produkcyjna zakładu. Można wtedy np. wykonanie danej czynności rozłożyć na dwa lub nawet trzy stanowiska robocze.

Poprzez analizę przemieszczania się poszczególnych czujników położenia na poszczególnych wózkach łatwo jest sprawdzić, czy transport działa prawidłowo, czy wózki przemieszczają się właściwie po kolei do poszczególnych stanowisk roboczych zgodnie z procesem technologicznym. Łatwo jest również zauważyć zatrzymanie się wózka pomiędzy stanowiskami roboczymi lub jego poruszanie się po niewłaściwej trasie. Wtedy należy szybko sprawdzić jaka jest tego przyczyna, aby nie wpłynęło to znacząco na wydajność produkcji, tzn. czy nastąpiła awaria wózka transportowego, czy też stało się to z innej przyczyny.



Widok na rozmieszczenia stanowisk roboczych i wózków transportowych na hali produkcyjnej.

Analizując wyniki badań dotyczących testowanego systemu transportu międzystanowiskowego oraz systemu śledzenia przepływu elementów obrabianej odzieży można jednoznacznie stwierdzić, że:

- 1) system automatycznego transportu międzystanowiskowego realizowany na wózkach jezdnych poruszających się po posadzce hali produkcyjnej w pełni spełnia pokładane w nim

oczekiwania, gdyż jest zdecydowanie bardziej elastyczny od testowanego wcześniej transportu podwieszanego, który w przypadku zmiany rozmieszczenia stanowisk roboczych wymaga gruntownej przebudowy, co wiąże się z dużymi kosztami, natomiast transport zapewniony przez wózki jezdne jest bardzo łatwo i szybko przestawić,

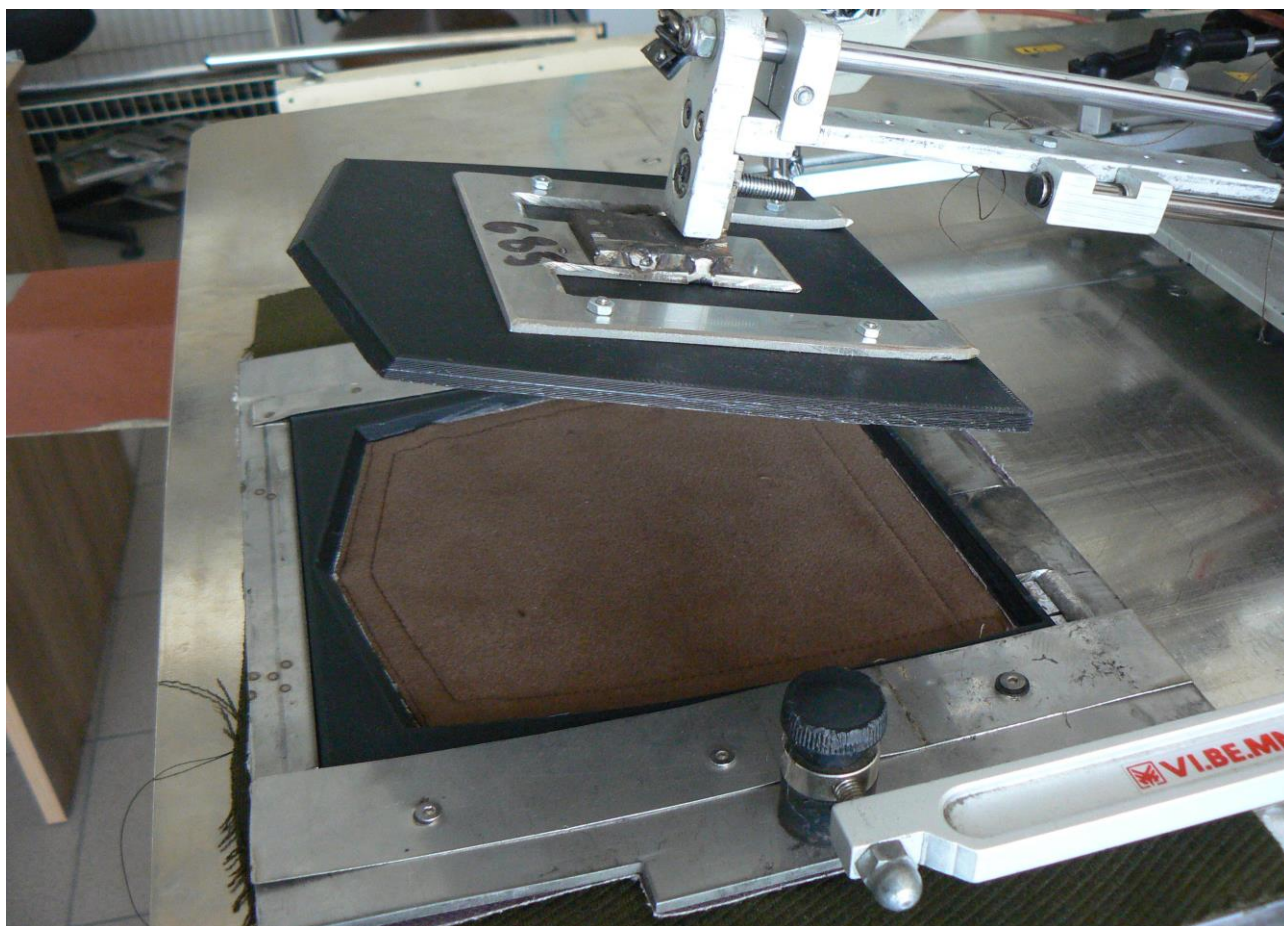
- 2) system śledzenia przepływu wózków jezdnych z elementami obrabianej odzieży realizowany przy wykorzystaniu fal radiowych wysyłane przez czujniki umieszczone na poszczególnych wózkach w bardzo dokładny sposób pozwala monitorować drogę danego elementu odzieży w procesie produkcji bez absorbowania czasu pracownikom poszczególnych stanowisk pracy i bez spowalniania ich pracy, co daje mu ogromną przewagę nad systemem polegającym na skanowaniu kodów kreskowych z etykiet umieszczonych na odzieży, jednakże i on zawiera wiele wad, np.:

- czujniki umocowane do wózków z elementami odzieży mają własne źródło energii, aby mogły wysyłać fale radiowe, dlatego też co pewien czas należy je doładować, co pochłania zarówno czas obsługi jak i energię elektryczną, ponadto żywotność takich baterii jest ograniczona i wtedy należy je wymienić, co dodatkowo generuje koszty użytkowania takiego systemu,
- w systemie należy na bieżąco wprowadzić dane informujące o tym, który czujnik odpowiada jakiemu wózkowi z jakimi elementami odzieży i w ramach którego zamówienia, co absorbuje dużo czasu osobie tym się zajmującej.

II. Specjalista ds. badania maszyn umożliwiających produkcję narzędzi do maszyn szwalniczych i Specjalista ds. badania procesu wytwarzania we własnym zakresie narzędzi do maszyn szwalniczych.

1. Najlepszym i najtańszym rozwiązaniem mającym na celu pozyskanie narzędzi do maszyn szwalniczych jest produkcja elementów wymiennych narzędzi (szablonów) na miejscu w firmie przy pomocy maszyn i urządzeń sterowanych numerycznie będących w dyspozycji właściciela firmy (drukarka 3D RAISE 3D N2 PLUS, ploter frezujący Grand Central 1530 BATO, urządzenie do cięcia wodą WaterJet), które zapewnią ich dokładne wykonanie w możliwie najkrótszym czasie.
2. Najbardziej optymalne narzędzie przytrzymujące tkaninę do automatu szwalniczego VI.BE.MAC 2516E EV2 posiadającego ramię teleskopowe niezbędne do szybkiego naszywania elementów odzieży składa się z następujących elementów:
 - a) element narzędzia mocowany do blatu roboczego automatu za pomocą 2 trzpieni w skład którego wchodzi:
 - szablon bazowy – tak rozmieszczono w narzędziu otwory mocujące, aby ich układ pasował do miejsc mocowania narzędzia do maszyny. Został on wykonany z blachy nierdzewnej H17 POLER FOLIA o grubości 3 mm za pomocą urządzenia WaterJet, Jego konstrukcja umożliwia szybką wymianę elementu wymiennego poprzez odkręcenie elementu z blachy o grubości 0,5 mm mocowanej za pomocą 3 wkrętów ze stali nierdzewnej,
 - element wymienny narzędzia (forma) – grubość 4 mm, wykonany z filamentu PLA 1,75 mm za pomocą drukarki 3D RAISE 3D N2 PLUS. Umożliwia szybkie ustalanie położenia elementu naszywanego w stosunku do elementu głównego, a jednocześnie przytrzymywanie elementu głównego,
 - b) element ruchomy narzędzia mocowany do ramienia teleskopowego automatu w skład którego wchodzi:

- szablon bazowy – mocowany do ramienia automatu za pomocą śrub. Został on wykonany z blachy nierdzewnej o grubości 3 mm za pomocą urządzenia WaterJet. Jego konstrukcja umożliwia szybki montaż elementu wymiennego (formy) za pomocą 4 śrub,
- element wymienny narzędzia (forma) – grubość 4 mm, wykonany z filamentu 1,75 mm za pomocą drukarki 3D RAISE 3D N2 PLUS. Służy on do przytrzymania elementu naszywanego w stosunku do elementu głównego podczas jego naszywania.



Narzędzie podczas badań przemysłowych.

Kształt elementu wymiennego (formy) zarówno stałego jak i ruchomego jest uzależniony od kształtu i grubości przyszywanego elementu, np. kieszeni, dlatego też bardzo ważny jest czas wymiany form oraz koszt ich wytworzenia, bo to wszystko wpływa na koszt końcowy produktu. Im krótszy czas i niższy koszt tym niższy koszt produktu.

W zaproponowanym rozwiązaniu zarówno czas wymiany form jest krótki i koszt ich wytworzenia jest niewielki, czyli zostały osiągnięte te parametry, które są bardzo ważne i bezpośrednio wpływają na konkurencyjność produktu końcowego.

3. Zaprojektowano i wykonano optymalne narzędzie niezbędne do szybkiego odszywania elementów odzieży w automacie szwalniczym JACK KJK-T6040-D, które pozwala niezawodnie i w szybki sposób, trwale i dokładnie zamocować narzędzie do maszyny.

W związku z tym, że przedmiotowy automat nie posiada ruchomego ramienia teleskopowego, na którym można by było mocować ruchomą część narzędzia, która przytrzymywałaby tkaninę z wierzchu, należało wykonać takie narzędzie mocowane do stołu automatu, które umożliwiałoby

przytrzymywanie tkaniny zarówno od spodu jak i od wierzchu. W związku z powyższym powinno spełniać następujące wymagania:

- 1) pozwolić automatowi szwalniczemu wykonać precyzyjną linię szycia,
- 2) czas mocowania narzędzia do maszyny oraz ustalenia jego położenia w stosunku do maszyny (czas przebrożenia maszyny) powinien być możliwie najkrótszy, a jednocześnie ustalenie powinno być bardzo precyzyjne,
- 3) pozwolić na dobre przytrzymywanie tkaniny zarówno od spodu jak i od wierzchu,
- 4) czas umieszczenia tkaniny w narzędziu w celu odszycia powinien być krótki.

Po wielu próbach okazało się, że jedynym rozwiązaniem zaistniałego problemu jest narzędzie zbudowane z dwóch części:

- 1) stałej - wykonanej z elastycznego poliwęglanu o grubości 1 mm wzmocnionego od strony mocowania do maszyny listwą z bakelitu o szerokości 25 mm i grubości 3 mm posiadającą 2 stałe trzpienie, dzięki którym jest mocowana do stołu automatu za pomocą specjalnych blokad uruchamianych pneumatycznymi siłownikami,



Zablokowany trzpień narzędzia w gnieździe automatu.

- 2) ruchomej - wykonanej z płyty plexiglas o grubości 3 mm połączonej jednostronnie z częścią stałą od strony mocowania do maszyny za pomocą 2 zawiasów.

Do wykonania narzędzia wykorzystano materiały przezroczyste w tym celu, aby widzieć, czy obrabiana tkanina jest właściwie ułożona. W obydwu częściach narzędzia wykonano za pomocą frezarki sterowanej numerycznie GRAND CENTRAL 1530BATC wycięcia w kształcie linii szycia oraz inne niezbędne do działania narzędzia.

Tak wykonane narzędzie umożliwiało po jednostronnym ręcznym uniesieniu części ruchomej (od strony bez zawiasów) położenie elementu odzieży do odszycia na stałej części narzędzia i

przyblokowaniu jej od góry opuszczoną częścią ruchomą, która swoją siłą ciężkości przyciskała tkaninę uniemożliwiając jej w ten sposób przesuwanie się wewnątrz narzędzia.

Podczas badań przemysłowych okazało się, że wykonane narzędzie ma wadę, a mianowicie tkanina jest za słabo przyciskana siłą ciężkości części ruchomej i często się zdarza, że przesuwa się wewnątrz narzędzia zanim dojdzie do samego szycia, co powoduje wykonanie linii szycia w niewłaściwym miejscu. Ewentualnie należy poprawiać ułożenie tkaniny ułożonej w narzędziu, co powoduje wydłużenie czasu trwania danej czynności.



Automat szwalniczy z zamontowanym narzędziem - gotowy do pracy.

W odpowiedzi na zaistniały problem zaproponowano inne rozwiązanie polegające na blokowaniu części ruchomej narzędzia (podnoszonej) z częścią stałą za pomocą pola magnetycznego wytwarzanego przez magnesy trwałe i oddziaływującego na elementy stalowe znajdujące się w drugiej części narzędzia.

W tym celu w części podnoszonej narzędzia ruchomego umocowano cztery okrągłe magnesy trwałe w ten sposób, że wycięto 4 otwory o $\varnothing 20,5$ mm, włożono do nich okrągłe magnesy i przyklejono je klejem epoksydowym. Natomiast do części stałej narzędzia w odpowiednich miejscach dokleiono niewielkie elementy blachy stalowej o grubości 0,2 mm.

Okazało się, że tak zmodyfikowane narzędzie spełnia wszelkie wymagania mu stawiane, skutecznie unieruchamia tkaninę w nim umieszczoną i zdecydowanie zwiększa efektywność pracy na przedmiotowym automacie szwalniczym, a tym samym zmniejsza koszt wytworzenia danego produktu (odzieży).

Kształt i wielkość elementu stałego jak i ruchomego narzędzia jest uzależniony od kształtu linii szycia danego elementu odzieży. Dlatego też przy zmianie kształtu linii szycia każdy element do odszycia wymaga niestety innego narzędzia.

4. Opracowano narzędzie do automatu szwalniczego sterowanego numerycznie JACK KJK-T6040-D przytrzymujące wybrane elementy obrabianej odzieży i umożliwiające w ten sposób wykonywanie na tych elementach przez automat zaprogramowanych haftów.

W trakcie wykonywania próbnych haftów na automacie bez żadnego narzędzia okazało się, że element odzieży, na którym jest wykonywany dany haft, musi być unieruchomiony, gdyż w przeciwnym przypadku element odzieży się przesuwa, co powoduje znaczne zniekształcanie i błędne wykonanie haftu.

W celu dokładnego wykonania linii szycia przedmiotowy automat potrzebuje przytrzymywana obrabianego elementu odzieży z dwóch stron, tj. zarówno od spodu jak i od wierzchu tak, aby ten element się nie przesuwał. W szczególności jest to bardzo ważne przy wykonywaniu różnorodnych, skomplikowanych kształtów haftów jakie występują np. na kamizelkach wykonywanych dla klienta zagranicznego z regionu Monachium w Niemczech.

Właśnie potrzeby nowego klienta zmusiły do wykonania narzędzia, które pozwoliło na bezbłędne wykonanie na tym automacie haftów między innymi na stójkach kamizelek.

Na podstawie uzyskanych danych na temat wielkości i kształtu wykonywanych haftów na kamizelkach dla nowego klienta zaprojektowano narzędzie służące do przytrzymywania elementów tkaniny przy wykonywaniu haftów.

Wykonano narzędzie ze stali nierdzewnej składające się z dwóch części:

- 1) stałej (dolnej) - wykonanej z blachy nierdzewnej o grubości 1 mm wzmocnionej w miejscu mocowania do automatu pasem blachy nierdzewnej o grubości 4,5 mm i szerokości 45 mm mocowanej do stołu automatu za pomocą 2 precyzyjnych trzpieni mocująco – ustalających umieszczonych symetrycznie w pasie wzmocnionym narzędzia w odległości 50 cm od siebie i blokowanych w gniazdach automatu specjalnymi blokadami uruchamianymi pneumatycznymi siłownikami umożliwiającymi szybki montaż narzędzia do automatu oraz precyzyjne ustalenia jego położenia w stosunku do automatu.
- 2) ruchomej - wykonanej z blachy nierdzewnej o grubości 4,5 mm połączonej jednostronnie w sposób ruchomy z częścią stałą od strony mocowania do automatu za pomocą 2 zawiasów o wymiarach 5 x 6 cm przykręconych do obydwu części 2 śrubami M5.

Wykonano narzędzie uniwersalne umożliwiające przytrzymywanie tkaniny przy wykonywaniu różnej wielkości haftów o polu szycia 40 x 56 cm, które zabezpieczy potrzebę przytrzymywania tkaniny dla wszystkich haftów możliwych do wykonania przez przedmiotowy automat.



Części narzędzia od strony tkaniny oklejona papierem ściernym.

W tym celu wykonano stałą i ruchomą część narzędzia w rozmiarach zapewniających maksymalne pole szycia. Jednakże w części ruchomej zamontowano ruchomą poprzeczkę wykonaną z aluminium mocowaną z ruchomą częścią narzędzia za pomocą 2 wkręcanych ręcznie śrub, która umożliwia zmniejszanie pola szycia w przypadku wykonywania mniejszych haftów poprzez jej przesuwanie i przykręcanie do kolejnych nagwintowanych na obwodzie części ruchomej narzędzia otworów przez co otrzymuje się lepsze przytrzymywanie tkaniny przy wykonywaniu haftu o mniejszych rozmiarach. Obydwie części od strony kontaktu z tkaniną (od środka) oklejono papierem ściernym o granulacji 120 w celu dobrego kontaktu z tkaniną i dobrego jej przytrzymywania.

Podczas badań przemysłowych okazało się, że wykonane narzędzie ma wadę, a mianowicie podczas wykonywania mniejszych haftów tkanina jest za słabo przyciskana przesuwaną poprzeczką i często się zdarza, że tkanina przesuwana się wewnątrz narzędzia podczas wykonywania haftu zniekształcając go.

W celu wyeliminowania tej wady dokonano drobnej korekty wytworzonego narzędzia, a mianowicie na obydwie śruby mocujące poprzeczkę do ruchomej części narzędzia założono sprężyny zapewniające odpowiednie dociskanie tej poprzeczki do tkaniny i jej dobre przytrzymywanie.



Sprężyny dociskające poprzeczkę do tkaniny

Po wykonanych testach okazało się, że wykonane narzędzie dobrze spełnia swoją funkcję, jednakże postanowiono wprowadzić jeszcze inne rozwiązanie umożliwiające mocniejsze dociskanie obrabianej tkaniny przez część ruchomą narzędzia niż siła sprężyn, która niekiedy może być za mała przy wykonywaniu większych haftów.

Dlatego też zamocowano 2 siłowniki pneumatyczne łączące część stałą narzędzia z jego częścią ruchomą. Po podłączeniu tych siłowników z instalacją sprężonego powietrza oraz pedałem załączającym obydwa siłowniki, po naciśnięciu pedału siłowniki dociskają część ruchomą narzędzia do jego części stałej skuteczniej przytrzymując obrabianą tkaninę.



Wykonane narzędzie na automacie szwalniczym.



Wyhaftowana stójka kamizelki z wykorzystaniem wykonanego narzędzia.

III. Specjalista ds. badania nowych metody znakowania materiału w procesie produkcji.

1. Przed przystąpieniem do badań przemysłowych gruntownie zapoznano się z całym procesem produkcji odzieży odbywającym się w firmie oraz poznano system przepływu informacji w przed i w trakcie procesu produkcji. Pozwoliło to na opracowanie założeń do systemu budowania zleceń.

Po głębokiej analizie stwierdzono, że najbardziej optymalne w procesie produkcji byłoby przyjęcie następujących rozwiązań:

- 1) automatyczne nadanie numeru zlecenia w formacie zawierającym: kod kontrahenta, zlecenie krajowe (KR) / zagraniczne (Z), rok, kolejny numer zlecenia – nadawany automatycznie z możliwością korekty manualnej,
- 2) opracowanie wzoru – wybór z listy lub dodanie nowego zlecenia z automatycznym nadaniem symbolu:
 - a) dodanie informacji dotyczącej: tkaniny zasadniczej, tkaniny podszewki, tkaniny kieszeniówki,
 - b) dodanie informacji dotyczącej dodatków – odpowiednie dodatki przypisane do modelu: nici, guziki, taśma zamkowa, flizelina, lamówka, wszywki, etykiety, inne,
 - c) czy spodnie będą prane ?

- 3) określenie liczby sztuk w odpowiednich rozmiarach (program sam wyliczy łączną liczbę sztuk),
- 4) określenie liczby układów i nadanie im numerów– program zaproponuje układy na podstawie liczby sztuk w poszczególnych rozmiarach.

Opracowano założenia w zakresie metod znakowania materiału w procesie produkcji. Materiał (tkanina) powinien on być tak znakowany, aby uniknąć pogrubienia nakładów warstwowanej tkaniny oraz odkształceń wykrojonych elementów w miejscach nałożenia etykiet.

2. W celu opracowania metody znakowania materiału w procesie produkcji niezbędne okazało się wykonanie oprogramowania przetwarzającego pliki rozkroju dostarczane przez klientów w formacie .cut na widok graficzny, możliwy do podglądu przez użytkowników.

W tym celu przeanalizowano istniejące oprogramowanie do tworzenia plików rozkroju Accumark 8.3 oraz możliwość wykonania aplikacji pomostowej nie ingerującej w kod źródłowy oprogramowania, aby nie naruszyć praw autorskich producenta oprogramowania.

Na podstawie danych określających wielkość etykiet nanoszonych na tkaninę w trakcie procesu lagowania, badano możliwość wykorzystania w programie Accumark 8.3 istniejącego wiertła nr 2 lagowarki – obecnie używanego bardzo rzadko. Współrzędne tego wiertła będą pobierane z bazy Accumark i stosowane jako miejsce naniesienia etykiet.

W trakcie prowadzonych prac uzyskano wyniki potwierdzające możliwość precyzyjnego określenia pozycji etykiety względem obrysu elementów odzieży przed rozkrojem.

Wykonana aplikacja pozwala na rozpoznanie, które elementy w układzie kroju przynależą do konkretnych rozmiarów odzieży – identyfikuje je i przypisuje im konkretne numery egzemplarzowe. Numery te zostają naniesione na pozycje określone za pomocą współrzędnych dla wiertła nr 2.

Przeprowadzone badania wskazały na konieczność opracowania metody rotacji położenia etykiet na kolejnych warstwach tkaniny w celu minimalizacji wystąpienia sytuacji nakładania etykiet w tym samym miejscu dla kolejnych warstw tkaniny i uniknięcia zniekształcania wykrawanych elementów.

3. Dokonano opisu założeń programu do nadawania kodów egzemplarzowych i ich druku.

Program ten powinien być ściśle powiązany z programem sprzedażowo-magazynowym WA-PRO WF-Mag, dzięki czemu pozwoli on na wygenerowanie kodów egzemplarzowych dla wybranego zlecenia produkcyjnego.

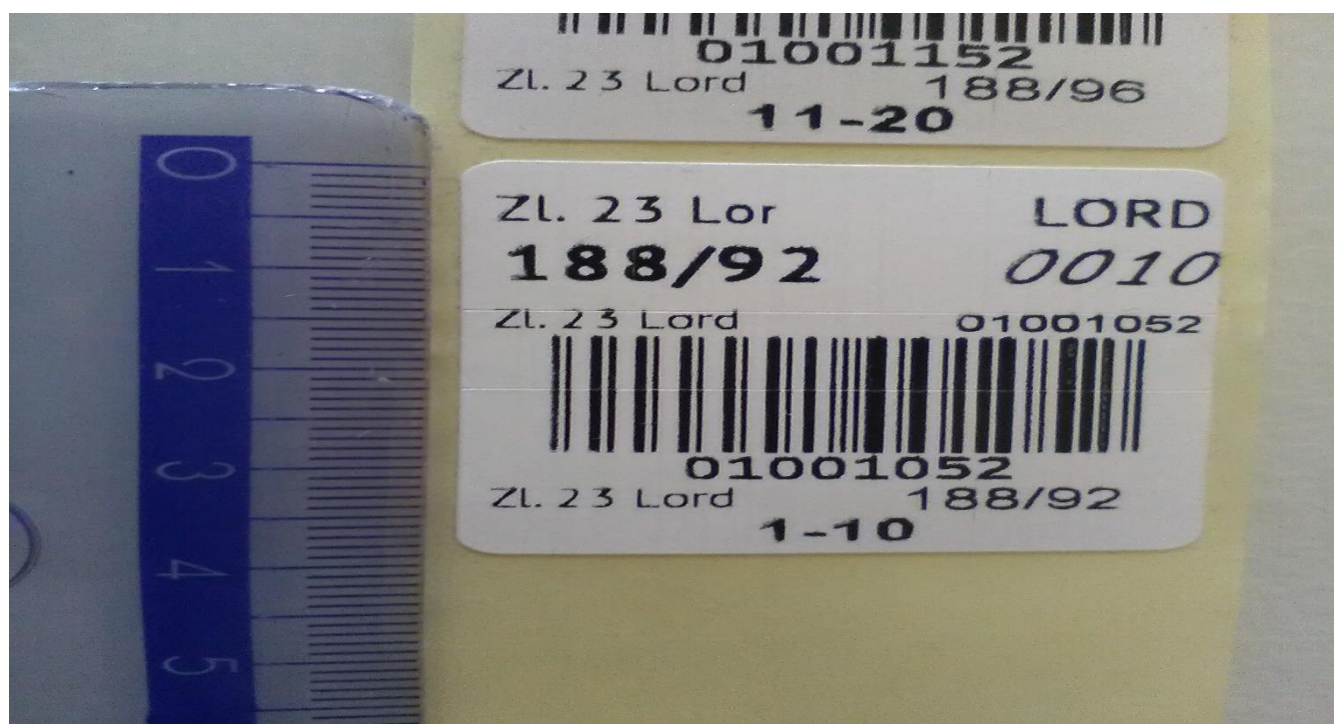
W programie WA-PRO WF-Mag wybieramy zlecenie, dla którego chcemy wygenerować kody egzemplarzowe, a następnie wykonujemy operację generowania kodów. Otwiera się aplikacja, która bezpośrednio po jej uruchomieniu sprawdza, czy dla danego zlecenia zostały wygenerowane kody egzemplarzowe do każdej pozycji. Następnie operator może zdecydować jaki rodzaj kodów egzemplarzowych dla danego zlecenia chce wykonać, tzn.:

- 1) czy chce tylko wygenerować kody egzemplarzowe wg konfiguracji,
- 2) czy chce wydrukować kody na drukarce etykiet,
- 3) czy chce wyeksportować kody egzemplarzowe powiązane z danym zleceniem do pliku tekstowego.

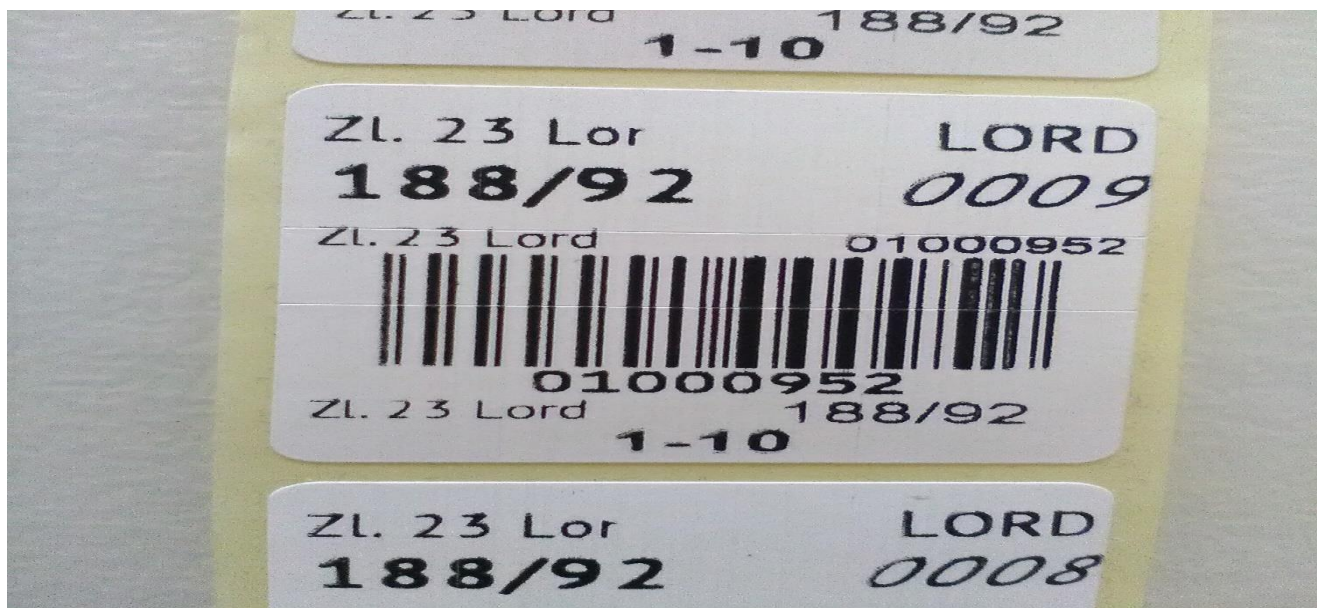
Każdą operację można wykonać niezależnie od siebie lub też przeprowadzić cały proces automatycznie w następującej kolejności:

- generowanie,
- wydruk,
- eksport do pliku.

Etykieta z kodami egzemplarzowymi ma wymiary 32 x 40 mm i przedstawiają ją poniższe zdjęcia:



Jest ona trójdzielna, tzn. rozdziela się ją na 3 części (po zadrukowaniu przez pewien okres funkcjonuje jako całość).



Później każda z tych części jest przyklejana w innym miejscu i każda powinna zawierać dane konkretnego egzemplarza.

Z programu automatycznie są wstawiane na etykietę wszystkie dane (nazwa, rozmiar, nr zamówienia - prefix, numer egzemplarza).

Kod kreskowy powinien zawierać prefix (pierwsze 4 cyfry), numer egzemplarzowy funkcjonujący jako numer seryjny (ostatnie 4 cyfry). Środkowe 4 cyfry można sobie przyporządkowywać zależnie od potrzeb (kolor, rozmiar, itp.). Powinny więc mieć możliwość ustalenia czy będzie to numer stały, czy zmienny. Jeśli nie będzie on używany, to pola zostaną uzupełnione zerami.

Do wyboru będzie opcja generowania numeru kontrolnego na końcu kodu kreskowego oraz opcja czy cyfry w kodzie kreskowym są nad kodem lub pod kodem.

Etykiet z danego pakietu drukuje się tyle, ile jest sztuk w pakiecie.



Wydrukowane etykiety w ramach pakietu.

4. Wykonano prace polegające na powiązaniu programu do modelowania odzieży Accumark 8.3 firmy Gerber z maszynami umożliwiającymi produkcję narzędzi do maszyn szwalniczych. Z powodzeniem wykonano próby wyeksportowania pliku zawierającego linię szycia do pliku DXF, możliwego do wykorzystania przy produkcji narzędzi do maszyn szwalniczych.

Założeniem prac badawczych jest wymiana danych pomiędzy programem do modelowania ubrań Accumark firmy Gerber, a programami:

- do generowania linii/ścieżki szycia na maszynach VIBEMAC (program PLK_view firmy PLKE Software) oraz Juki (program PM-1) - programy mają możliwość importu z pliku DXF co znacząco skróciłoby czas pracy nad linią szycia - nie byłoby potrzeby ręcznego rysowania całej linii szycia w w/w programach, tylko ewentualna drobna korekta. Jedynie pozostałoby zaprogramowanie pracy głowicy, tzn. opuszczanie, podniesienie, start/stop szycia itp.
- do generowania form/adapterów/narzędzi do maszyn szwalniczych ułatwiających obszywanie części garderoby (np. kieszenie, podkłady rozporka spodni, doszywanie wszywek markowych, stębnowanie ozdobne) - wstępnie do generowania formy w 3D zostanie użyty program FreeCAD.

Do badania został wybrany format pliku DXF, ponieważ jest on obsługiwany we wszystkich wykorzystywanych aplikacjach, oraz dokumentacja formatu DXF została udostępniona przez firmę Autodesk.

Eksport pliku DXF z kieszenia z programu Accumark:

Pierwszym krokiem jest ustalenie nazwy części, którą chcemy wyeksportować. W tym celu otwieramy edytor szablonu i wyszukujemy interesującą nas część ubrania. Następnie tworzymy nowy model i wskazujemy jako składową tylko jedną, wcześniej wybraną część. Po zapisaniu modelu, za pomocą konwertera szablonu nowo utworzony model eksportujemy do pliku DXF.

Badanie wyeksportowanego przez Accumark pliku DXF wykazało, że oprócz szkicu, w pliku zapisywane też są, niepotrzebne przy dalszych etapach pracy, ciągi znaków opisujące model, nazwę elementu, rozmiar, datę i czas utworzenia, nazwę i producenta oprogramowania, numery punktów, itp. Pierwszym etapem jest stworzenie aplikacji przetwarzającej wyeksportowany plik, w taki sposób, aby pozbyć się wszystkich niepotrzebnych przy dalszej obróbce części rysunku.

Kolejnymi etapami badania będzie próba importu przetworzonego pliku do programów programujących ścieżki szycia dla maszyn (PLK_View i PM-1) w celu sprawdzenia, czy wygenerowany plik jest poprawnie interpretowany przez te programy.

Wygenerowana linia szycia jest ponadto podstawą do wykonywania narzędzi do maszyn szwalniczych. Przeprowadzono próby przekształceniem wyodrębnionej linii szycia w sposób możliwy do interpretacji przez maszyny do wytwarzania narzędzi do maszyn szwalniczych.

Wyselekcjonowana linia szycia jest bazą „cieniem” – oprogramowanie powinno dokonać jej prawidłowego przesunięcia o określony skok – co powoduje powstanie szablonu, po którym prowadzona jest igła w automatach szwalniczych. Tak wygenerowany plik jest przesyłany do maszyn wytwarzających narzędzia do maszyn szwalniczych (drukarka 3D / urządzenie CNC / urządzenie WaterJet), które na tej podstawie wykonują oprzyrządowanie do zastosowania w odpowiednim automacie.

Uzyskano poprawnie wyeksportowany plik DXF zawierający szablon wybranego elementu. Należy

wykonać oprogramowanie pozwalające na usunięcie dodatkowych danych zapisywanych w tym pliku.

W celu wykorzystania wyodrębnionej linii szycia do produkcji narzędzi do maszyn szwalniczych oraz do przesyłania jej do automatów szwalniczych, opierając się na zasadach konstrukcji odzieży, w programie Accumark przesunięto linie szablonu elementu do jego wnętrza o 1 cm (określony zapas szwu, wynikający z opisu technologii wykonania danego rodzaju odzieży).

Oznaczono w ten sposób początek i koniec linii szycia. Wynikową linię szycia wyeksportowano do formatu DXF, aby możliwe było jego zastosowanie zarówno w oprogramowaniu do maszyn szwalniczych (oprogramowanie PLK_View i PM-1), jak i w produkcji narzędzi do maszyn szwalniczych za pomocą drukarki 3D/urządzenia CNC/WaterJet.

Ustalono ponadto, iż w przypadku niektórych wzorów odzieży konstruktor na etapie konstruowania danego modelu wyznacza gotową linię szycia (wykonuje tzw. szablony pomocnicze wyznaczające linie szycia, zaprasowania itp.) – w takim przypadku możliwa jest bezpośrednia implementacja danego szablonu do formatu DXF bez dodatkowych przeróbek. Informacje dotyczące wykonania/istnienia szablonów pomocniczych należy odczytać z opisu konstrukcji danego modelu, udostępnianego przez klienta.

5. W związku z opracowaniem programu do nadawania kodów egzemplarzowych powiązanych bezpośrednio z oprogramowaniem magazynowym i umożliwiającym druk etykiet zawierających wszystkie niezbędne dane konkretnego zamówienia (nazwa, rozmiar, nr zamówienia - prefix, numer egzemplarza) uwidocznione między innymi w postaci kodu kreskowego, postanowiono przetestować ten sposób znakowania elementów odzieży do identyfikacji jej przepływu podczas faktycznego procesu produkcyjnego w celu identyfikacji danego elementu i sprawdzenia na jakim etapie produkcji znajduje się on w danej chwili.

W tym celu na każdym elemencie odzieży lub pakiecie z elementami odzieży z danej partii produkcyjnej umieszczono etykietę zawierającą kod kreskowy zawierający dane o tej partii, a poszczególne stanowiska robocze wyposażono w czytniki kodów kreskowych podłączone do programu współpracującego z tymi czytnikami.

Wszystkich pracowników zobowiązano do skanowania kodów kreskowych zawartych na elementach obrabianej odzieży zarówno przed rozpoczęciem jak i po zakończeniu obróbki tego elementu (pakietu) na danym stanowisku.

Każdy pracownik miał obowiązek po otrzymaniu do obróbki danego elementu (pakietu) odzieży - do zeskanowania czytnikiem kodu kreskowego znajdującego się na etykiecie umieszczonej na tym elemencie (pakiecie) odzieży, wykonania czynności obróbkowej przypisanej do danego stanowiska roboczego, a po jej zakończeniu ponownie zeskanowanie czytnikiem kodu kreskowego.

Skanowanie kodu kreskowego z elementu (pakietu) odzieży miało na celu określenie czasu, w którym dany element odzieży przybył na konkretne stanowisko robocze oraz je opuścił, co pozwoliło na określenie czasu jego obróbki na tym stanowisku, a tym samym wydajności danego pracownika. Dane przesłane do programu kadrowo – płacowego pozwalały naliczyć płace danemu pracownikowi oraz określić efektywność jego czasu pracy.

Jednocześnie synchronizacja z programem zarządzania produkcją pozwoliła na wykrycie tzw. „wąskich gardeł” w produkcji konkretnego zlecenia produkcyjnego na konkretnych stanowiskach pracy. W celu ich usunięcia zaczęto dublować te stanowiska w celu przyspieszenia produkcji zlecenia.

Przeprowadzone badania potwierdziły, że testowany system daje możliwość bieżącej identyfikacji danego elementu odzieży w procesie produkcyjnym – pozwala określić na którym stanowisku roboczym przebywa dany element w danym momencie, ile czasu trwa jego obróbka na poszczególnych stanowiskach roboczych, umożliwia eliminację zastoju w produkcji poprzez dublowanie mało wydajnych stanowisk roboczych.

Jednakże po wnikliwej analizie stwierdzono, że testowany system mimo oczywistych korzyści, ma także wady, a mianowicie jego stosowanie przyczynia się do spowolnienia produkcji, gdyż na każdym stanowisku roboczym pracownik musi poświęcić czas na wczytanie kodu kreskowego potwierdzającego przybycie elementu odzieży na dane stanowisko, a po zakończeniu procesu obróbki tego elementu ponownie poświęcić czas na wczytanie kodu kreskowego potwierdzającego opuszczenie przez dany element odzieży tego stanowiska. Ten czas się wydłuża w związku z odszukiwaniem etykiety z kodem kreskowym na elemencie odzieży. Wielokrotnie się zdarzało, że kodu nie udało się odczytać za pierwszym razem i trzeba go było kilka razy skanować by dał się odczytać. Były również przypadki, że kodu w ogóle nie udawało się odczytać ze względu na złą jakość wydrukowanego kodu kreskowego, wtedy, aby dana sztuka nie „zginęła” w trakcie produkcji należało wszystkie dane wpisać ręcznie, co zdecydowanie wydłużyło całą procedurę identyfikacji danego elementu odzieży.

W związku z zaistniałymi mankamentami tego systemu po konsultacji ze specjalistą ds. badania systemu zarządzania całym procesem produkcyjnym, postanowiono opracować system identyfikacji elementu odzieży w trakcie procesu produkcyjnego, który zupełnie eliminowałby wady systemu związanego ze skanowaniem kodów kreskowych.

Najbardziej optymalnym systemem byłby taki system, który identyfikowałby elementy odzieży w trakcie procesu produkcyjnego bez żadnego angażowania w ten proces pracowników, tj. poprzez zastosowanie systemu wykorzystującego fale radiowe do przesyłania danych z etykiety naniesionej na element (pakiet) odzieży i odczytywania informacji przez czytnik w celu identyfikacji tego elementu.

Taki system w zależności od konstrukcji umożliwia odczyt etykiet z odległości do kilkudziesięciu centymetrów lub nawet kilku metrów od anteny czytnika i odbywa się to bez żadnego zaangażowania pracownika. Jednocześnie proponowany system odczytu umożliwia identyfikację wielu etykiet znajdujących się jednocześnie w polu odczytu.

6. W związku z koniecznością opracowania systemu identyfikacji i monitoringu elementów odzieży w trakcie procesu produkcyjnego bez angażowania w to pracowników postanowiono wykorzystać w tym celu fale radiowe, za pomocą których byłyby przesyłane informacje pomiędzy czujnikiem położenia umieszczonym na danym elemencie (pakiecie) odzieży, a odbiornikami tych fal.

Postanowiono zbudować system, który pozwoli na lokalizację w czasie rzeczywistym danego elementu (pakietu) odzieży, umożliwi szybkie i precyzyjne określenie jego położenia nie tylko w stosunku do stanowisk roboczych, ale również w stosunku do całej hali produkcyjnej.

Zastosowano system składający się z anten umieszczonych na ścianach hali produkcyjnej (w rogach hali) pozwalające na odbiór fal radiowych wysyłanych przez poszczególne czujniki położenia. Na poszczególnych stanowiskach roboczych umieszczono stacjonarne czujniki przypisane odpowiednio tym stanowiskom, natomiast do elementów (pakietów) odzieży zamocowano czujniki mobilne przemieszczające się wraz z tymi elementami (pakietami) odzieży.

Anteny pozwalają na zlokalizowanie konkretnego czujnika zamocowanego do danego elementu (pakietu) odzieży lub do konkretnego stanowiska roboczego. Dane z anten za pomocą rutera WiFi są przekazywane do laptopa z zainstalowanym odpowiednim oprogramowaniem, na którym na

bieżąc można śledzić położenie danego czujnika, a tym samym położenie danego elementu (pakietu) odzieży nie tylko w stosunku do poszczególnych stanowisk roboczych, ale również jego położenie w odniesieniu do ścian hali produkcyjnej.

Dzięki zainstalowanemu systemowi na bieżąco widać na którym stanowisku roboczym znajduje się dany element odzieży i jak długo, określając w ten sposób czas wykonania konkretnej czynności w procesie technologicznym na tym stanowisku. Można takie dane przysyłać do programu kadrowo – płacowego naliczającego płace danemu pracownikowi oraz określić efektywność jego czasu pracy. Sama świadomość pracownika, że jego czas pracy jest stale monitorowany i ma to wpływ na jego zarobki powoduje, że zaczyna on pracować bardziej wydajnie z korzyścią dla firmy.

Obserwując na panelu sterowania zagęszczenie czujników przy konkretnym stanowisku roboczym od razu widać, że jest to tzw. „wąskie gardło”, które można łatwo zlikwidować dublując to stanowisko pracy, dzięki czemu efektywność produkcyjna zakładu się poprawia.

System umożliwia analizę jak się przemieszczają poszczególne czujniki położenia, a tym samym konkretne elementy (pakiety) odzieży, a tym samym można przeanalizować, czy przemieszczają się one zgodnie z planem, czy też są jakieś zaburzenia w procesie produkcji.

Podsumowując opracowany system śledzenia przepływu elementów obrabianej odzieży jednoznacznie widać, że w zupełności spełnia on pokładane w nim oczekiwania, tzn. w bardzo dokładny sposób pozwala monitorować drogę danego elementu odzieży w procesie produkcji i w żaden sposób nie absorbuje on czasu pracownikom poszczególnych stanowisk pracy, czyli nie spowalnia ich pracy, co powodował wcześniejszy system ze skanowaniem kodów kreskowych z etykiet umieszczonych na odzieży.

Jednakże przedmiotowy system ma również poważne wady do których zalicza się:

- 1) czujniki umocowane do elementów odzieży mają zbyt duże gabaryty i są dość ciężkie, co powoduje nieraz ich odpadanie od tych elementów, trudność z ich zamocowaniem do tych elementów w szczególności, gdy są one małe oraz niekiedy utrudniają obróbkę tych elementów,
- 2) czujniki umocowane do elementów odzieży mają własne źródło energii, aby mogły wysyłać fale radiowe, dlatego też co pewien czas należy je doładować, co pochłania zarówno czas jak i energię elektryczną, żywotność takich baterii jest ograniczona i wtedy należy je wymienić, co dodatkowo generuje koszty,
- 3) przy zbyt dużej ilości elementów obrabianej odzieży, a tym samym przy dużym zagęszczeniu czujników system nie jest w stanie odczytać informacji przesyłanych z tych czujników, a tym samym ich rozpoznać,
- 4) w systemie należy na bieżąco wprowadzić dane informujące o tym, który czujnik odpowiada jakiemu elementowi odzieży w ramach którego zamówienia, co wymaga dużo czasu.

Przedmiotowy system sprawdza się przy zbiorczych opakowaniach elementów odzieży, np. pakietach przemieszczanych w pojemnikach, koszach, na wózkach, natomiast nie nadaje się do stosowania na pojedynczych sztukach poszczególnych elementów odzieży.

W związku z powyższym należy zastosować taki system oparty na falach radiowych, który umożliwiłby zastosowanie bardzo małych i lekkich czujników, łatwych do zamocowania do obrabianych elementów odzieży, których elektroniczne układy byłyby zasilane przez zewnętrzne fale radiowe pod wpływem których czujnik wysyłałby swoje dane odczytywane przez odpowiednie czytniki.

7. Coraz większa potrzeba kontroli procesu produkcji w celu zwiększenia wydajności i jakości pracy, optymalizacji kosztów, jak i możliwości udostępniania klientom/zamawiającym informacji o etapie realizacji zamówień wymusiła poszukiwanie rozwiązań umożliwiających kontrolę procesu produkcji.

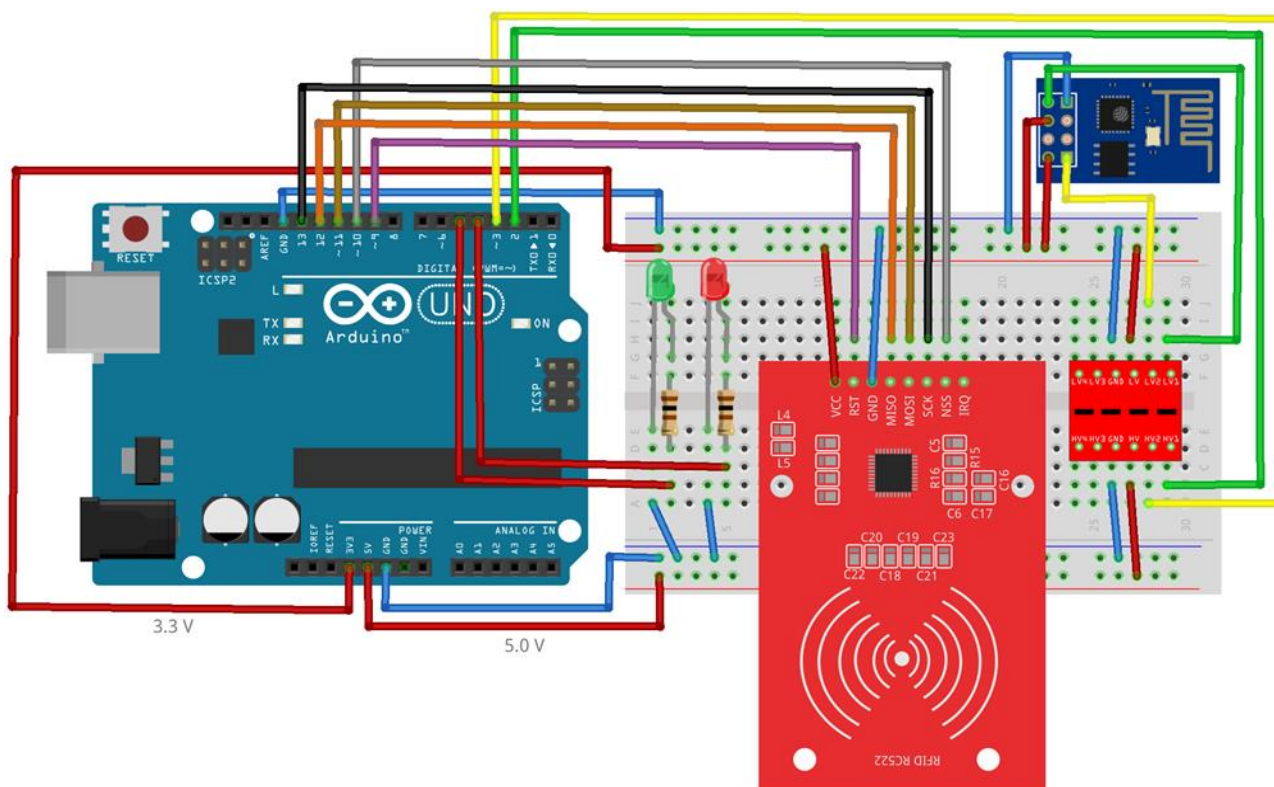
Początkowo podjęto próbę przeszukania rynku pod kątem gotowych, już funkcjonujących i sprawdzonych rozwiązań. Znalezione rozwiązania były zaawansowane, ale dostosowanie ich do użycia w firmie KAPICA MARKET – w szczególności do współpracy z oprogramowaniem WAPRO wykorzystywanym w firmie (WAPRO Mag – sprzedaż i magazyn, WAPRO Gang – kadry i płace) – okazało się zbyt problematyczne.

Następnie próbowano zaadoptować na potrzeby firmy wchodzące na rynek rozwiązania oparte o bezprzewodową lokalizację produktów w oparciu o tagi rfid/nfc. Jednak wewnętrzne testy wykazały zawodność i niedokładność tego rozwiązania. Dlatego też porzucono to rozwiązanie i postanowiono opracować autorskie rozwiązanie do kontroli procesu produkcji.

Pierwszym pomysłem było wykorzystanie komputerów wyposażonych w monitor i czytnik kodów kreskowych. Plusem było wykorzystanie gotowych i sprawdzonych urządzeń, jednak z przeprowadzonych obserwacji pracy w firmie wyciągnięto wnioski, że nie jest to dobry pomysł.

Głównym powodem zarzucenia tego pomysłu były dość duże gabaryty sprzętu, które powodowałyby dyskomfort pracownika na stanowisku pracy. Nadmiar urządzeń peryferyjnych: monitor, klawiatura, myszka, skaner kodów kreskowych, które są niezbędne do działania rozwiązania, oprócz zajmowanego miejsca dodatkowo zakłócałyby pracę ilością kabli łączących te urządzenia z komputerem. Nie można też zapomnieć o kosztach, które generowałoby zużycie energii elektrycznej potrzebnej na zasilenie komputera i monitora oraz koszty zakupu odpowiedniego sprzętu. Nie bez znaczenia jest także absorbowanie czasu pracownika na skanowanie kodów kreskowych zamiast wykorzystać go tylko i wyłącznie na wykonywanie czynności związanych z produkcją.

Wyciągnięte wnioski doprowadziły do rozpoczęcia prac nad mniejszym, tańszym i oszczędniejszym pod względem zużywanej energii elektrycznej rozwiązaniem. Rozwinięto też pomysł związany z możliwością identyfikacji każdej sztuki produktu, oprócz kodów kreskowych postanowiono też skorzystać z RFID HF (w częstotliwości 13,56 MHz). Tagi w postaci etykiet samoprzylepnych byłyby naklejane na dany element odzieży. Projekt oparto o mikrokontroler Arduino Uno, który został połączony z czytnikiem RFID RC522 do odczytywania tagów NFC oraz bezprzewodową kartą sieciową ESP8266-01 służącą do przesyłania danych z urządzenia na serwer. Urządzenie wyposażono również w dwie diody elektroluminescencyjne służące do informowania pracownika o statusie pracy urządzenia. Program w języku C sterujący mikrokontrolerem został napisany w Arduino Studio, natomiast aplikacja na serwer odbierająca dane z urządzenia napisana została w języku Pascal, w środowisku programistycznym Lazarus.



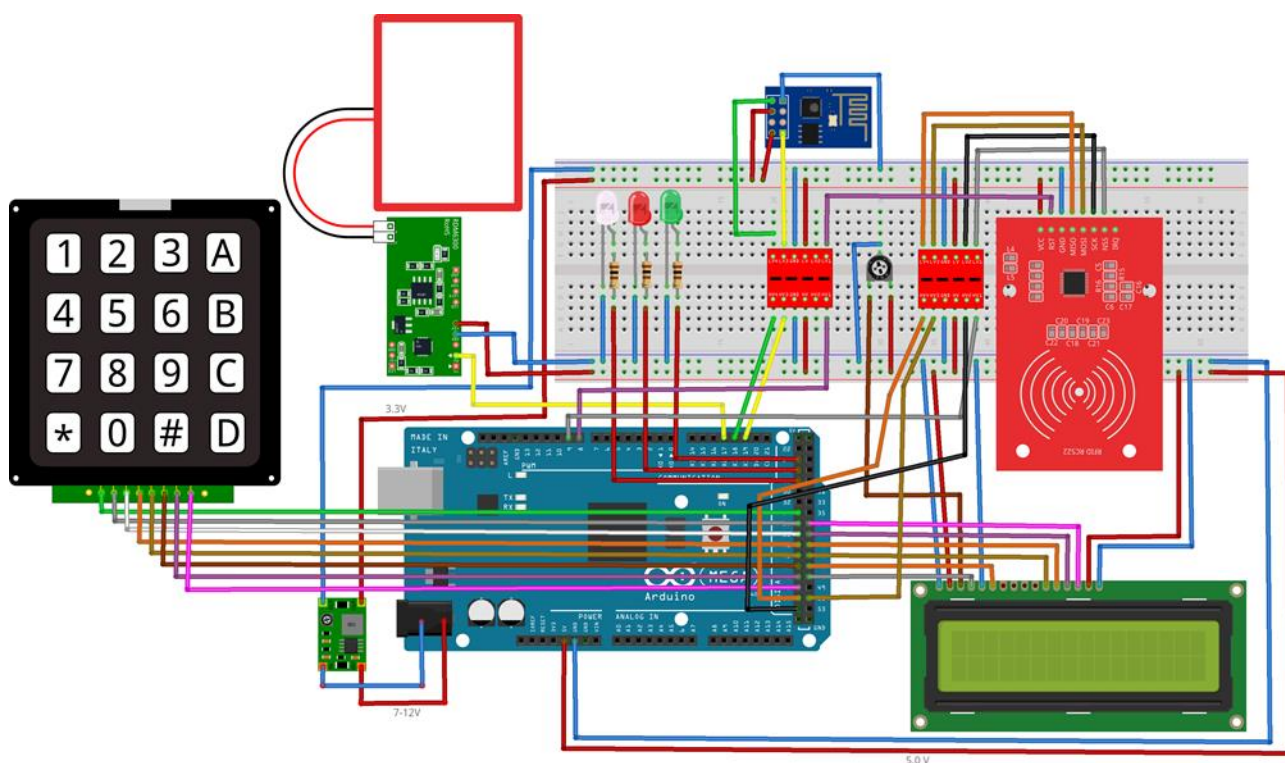
Wstępny projekt urządzenia.

Pozytywnie przeprowadzone wstępne testy utwierdziły w przekonaniu, iż jest to bardzo dobry pomysł. Na podstawie wniosków wyciągniętych w trakcie pracy przy prototypie oraz ze względu na potrzebę posiadania pełniejszej informacji o przebiegu procesu produkcji, w szczególności jakie konkretnie czynności i przez kogo zostały wykonane na każdej sztuce produktu, postanowiono rozbudować urządzenie o dodatkowe moduły: czytnik RFID LF (częstotliwość 125 kHz) służący do identyfikacji pracownika oraz klawiaturę z 16 przyciskami pozwalającą na wybranie konkretnej czynności, która będzie przez pracownika wykonywana.

W związku z rozbudową postanowiono też do projektu dodać wyświetlacz LCD wyświetlający 2 linie, po 16 znaków w każdej. W trakcie pracy nad kolejnym prototypem urządzenia okazało się, że poprzednio wykorzystywany mikrokontroler jest niewystarczający ze względów sprzętowych – brak wolnych portów szeregowych, które są wykorzystywane przez moduł WiFi i moduł czytnika RFID LF oraz za małą ilość wyprowadzeń/pinów.

Jeden dostępny sprzętowy port szeregowy jest wykorzystywany do logowania operacji wykonywanych na urządzeniu. Co prawda moduł WiFi był używany już w pierwszym prototypie, lecz mikrokontroler pozwala na programową emulację portu szeregowego, ale można w ten sposób emulować tylko jeden port.

Z tego względu do sterowania modułami postanowiono wykorzystać Arduino Mega 2560. Całość urządzenia składa się z wyżej wymienionych modułów, przetwornicy step-down zmniejszającą napięcie z zasilacza (7-12V) na 3,3 V oraz dwóch konwerterów poziomów logicznych potrzebnych do komunikacji karty WiFi i czytnika RFID HF z mikrokontrolerem, ponieważ te moduły pracują na napięciu 3,3 V, a Arduino – 5V.



Projekt rozszerzonej wersji urządzenia.

Oprogramowanie urządzenia jak i aplikacji serwerowej zostało rozbudowane o nowe funkcjonalności, tak aby wykorzystać możliwości wszystkich podłączonych do Arduino modułów. Po uruchomieniu urządzenia, łączy się ono za pomocą modułu WiFi z siecią bezprzewodową, a następnie z serwerem w celu pobrania listy czynności.

Po pobraniu czynności urządzenie jest gotowe do pracy. Aby móc pracować na danym stanowisku należy zalogować się na urządzenie za pomocą karty RFID 125 kHz. Przykładając kartę do anteny urządzenie pobiera identyfikator karty i przesyła do serwera. Serwer sprawdza, czy karta jest przypisana do uprawnionego pracownika i zwraca status weryfikacji do urządzenia.

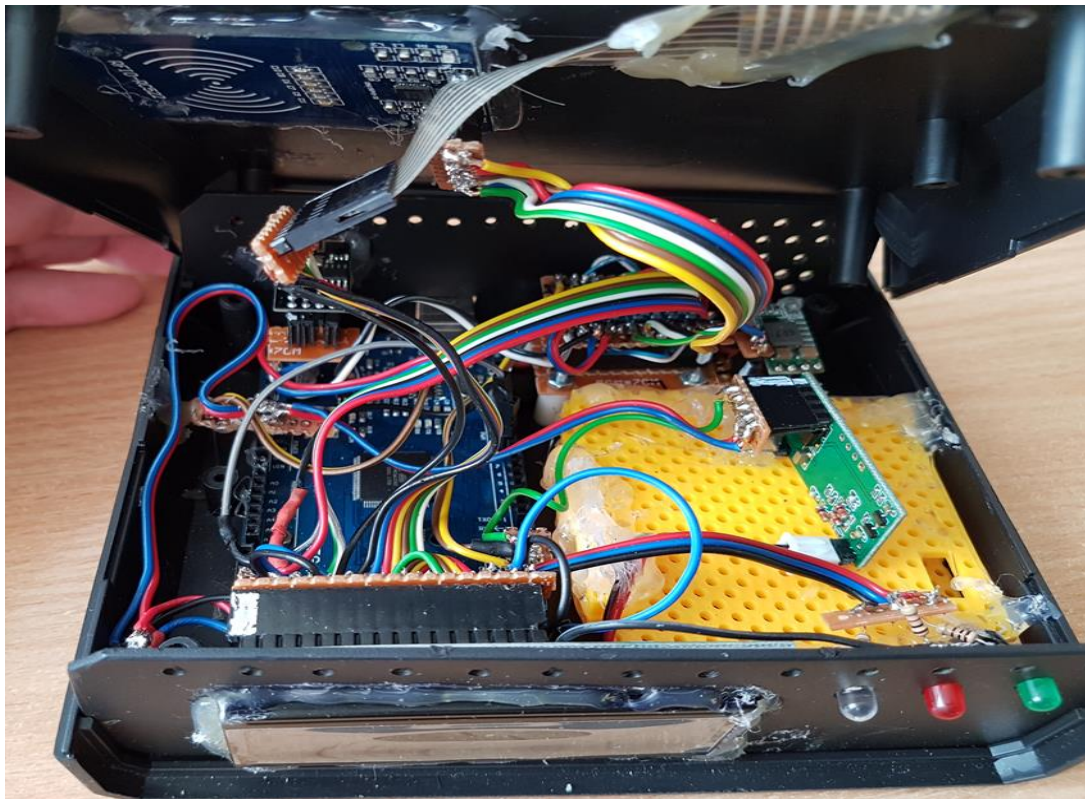
Urządzenie w zależności od statusu pozwala na wykonywanie przez pracownika dalszych czynności lub odrzuca kartę nie pozwalając na dalszą pracę do momentu włożenia poprawnej karty pracownika.

Następnym krokiem jest przyłożenie do urządzenia produktu z tagiem NFC. Tutaj podobnie jak z kartą pracownika, urządzenie odczytuje tag i przesyła te dane na serwer. Serwer weryfikuje produkt i wynik weryfikacji wraz z nazwą produktu zwraca do urządzenia.

W przypadku pozytywnej weryfikacji urządzenie czeka na interakcję pracownika – wybranie czynności jaką pracownik będzie wykonywał z wybranym produktem – wciśnięcie przycisku od 0 do 9 oznaczającego wybraną czynność. Po wciśnięciu przycisku informacja przesyłana jest na serwer, który zapisuje czas rozpoczęcia czynności. Zakończenie wykonywania czynności następuje po wciśnięciu przycisku 'D' na urządzeniu lub w przypadku oddalenia się z kartą pracownika od urządzenia.

W trakcie badań okazało się również, że istnieje potrzeba zakończenia pracy po zbliżeniu do urządzenia kolejnego produktu. Jako, że celem badań jest pełna automatyzacja procesu produkcji w powyżej opisanym projekcie należy dokonać kolejnych zmian.

Pierwszą znaczącą zmianą jest zmiana podstawy urządzenia z mikrokontrolera Arduino Mega 2560 na mikrokomputer Raspberry Pi. Zmiana ta jest podyktowana chęcią rozbudowy urządzenia o dodatkowe funkcje jak m.in. umożliwienie pracownikowi podglądu pomocy dotyczącej wykonywanej czynności (schematy, krótkie filmy).



Zdjęcie rozszerzonej wersji urządzenia – wewnątrz.

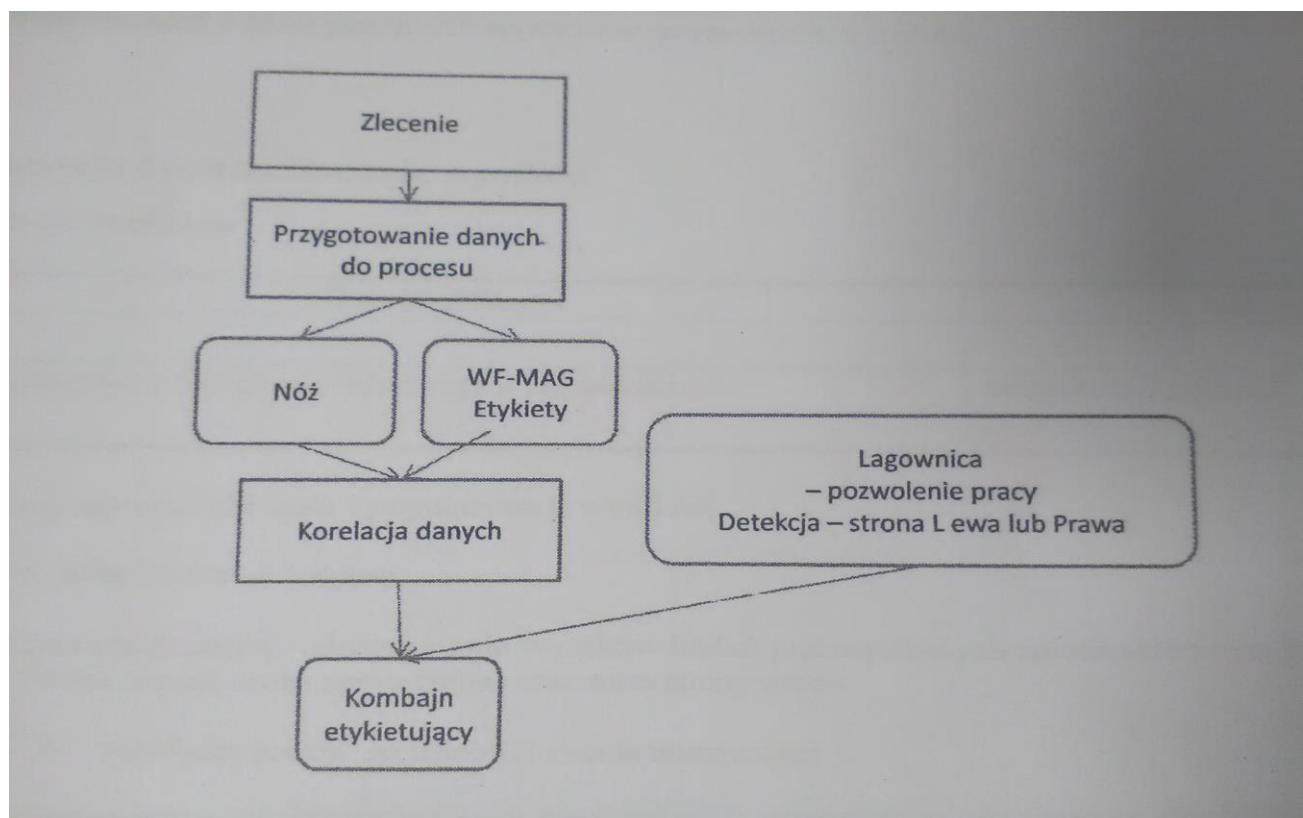


Zdjęcie rozszerzonej wersji urządzenia – na zewnątrz.

Kolejną planowaną zmianą jest wymiana modułu czytnika RFID HF (13,56 MHz) na czytnik RFID UHF – zmiana ta jest podyktowana brakiem na rynku w pełni automatycznych rozwiązań drukujących etykiety z kodem kreskowym egzemplarza i programujących (wiążących) kod kreskowy z tagiem NFC. Jedyne takie rozwiązania opierają się właśnie na wykorzystaniu RFID UHF.

IV. Specjalista ds. badania procesu znakowania materiału przed rozkrojem.

1. Główny wysiłek prac skierowano na założenia do automatycznego nakładania numerów egzemplarzowych. Przyjęto, że nakładanie numerów egzemplarzowych w postaci etykiet na materiał rozkrawany będzie się odbywać za pomocą „kombajnu” o następującej specyfikacji:
 - 1) urządzenie będzie zamontowane na lagowarce.
 - 2) urządzenie będzie nakładało etykiety na materiał przed jego rozkrojem wg pozycji oznaczonych przez program specjalny na podstawie pliku xxxxxxxx.CUT.
 - 3) treść etykiet, będzie pobierana z bazy danych WF-MAG i przydzielana odpowiednio na podstawie przygotowanego pliku rozkroju materiału w specjalnym programie.
 - 4) nanoszona etykieta będzie posiadała wymiar 18 x 32 mm na każdy element oraz 40 x 32 mm na cały format. Wymiana etykiet będzie odbywała się ręcznie podczas postoju maszyny w pozycji bazowej. Nakładanie etykiety będzie realizowane podczas nakładania materiału na stół oraz podczas powrotu maszyny do pozycji bazowej.
 - 5) zastosowano dwa aplikatory etykiet, pracujące na dwóch niezależnych prowadnicach. Wysokość aplikatorów nad materiałem będzie zmieniana napędem elektrycznym w zależności od warstwy materiału. Etykiety na kolejnych warstwach będą umieszczane z przesunięciem w celu uniknięcia miejscowego zgrubienia.
 - 6) etykieta będzie podawana 2 mm nad materiał i następnie ciśnieniowo przyklejania do materiału.
 - 7) parametry wydajnościowe etykietowania to 20 elementów w czasie 40 sekund - wg ustaleń.
 - 8) automat drukujący będzie zintegrowany z napędem lagowarki według następującego schematu:

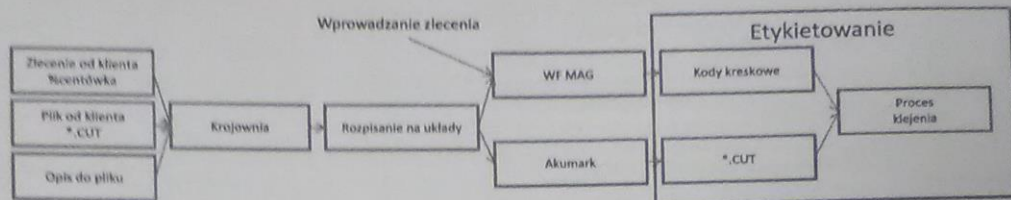


- 9) Operator po wpłynięciu zamówienia, będzie wprowadzał % - centówkę do specjalnego programu, który będzie optymalizował rozkrój wg. wytycznych przekazanych przez firmę Kapica Market.

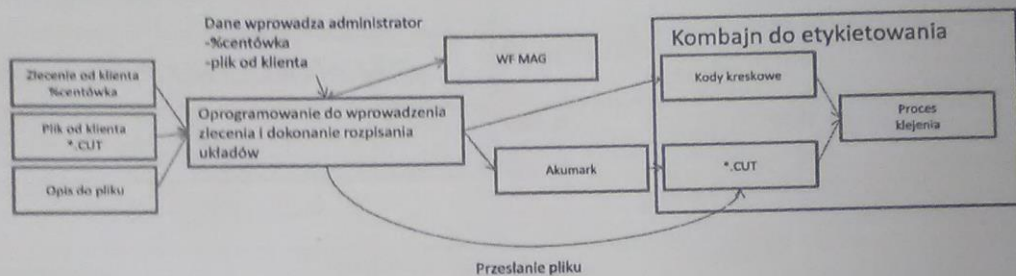
Zmapowana część procesu produkcyjnego pozwalająca określić przepływ informacji.

Zlecenie zewnętrzne

Zlecenie zewnętrzne – Wariant I

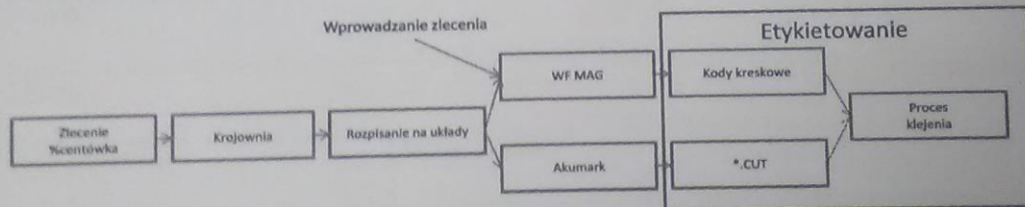


Zlecenie zewnętrzne – Wariant II

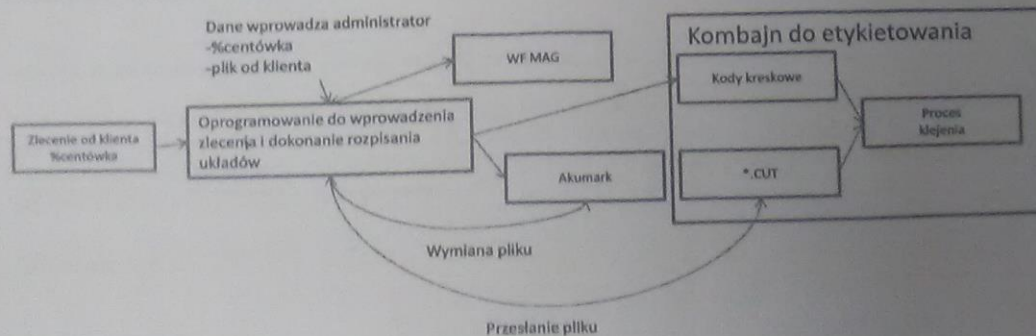


Zlecenie wewnętrzne

Zlecenie wewnętrzne – Wariant I



Zlecenie wewnętrzne - Wariant II



Schemat przepływu informacji podczas procesu produkcyjnego.

2. Założenia dla urządzenia etykietującego – wersja I.

Nazwa urządzenia: Urządzenie CNC (urządzenie do automatycznego etykietowania elementów odzieży).

Pozycjonowanie etykiet na elementach w obszarze działania aplikatora w programie Accumark 8.3 lub w edytorze graficznym.

Edytor graficzny ma spełniać poniższe wymagania:

- 1) na podglądzie rozkładu operator nanosi pozycje etykiety wraz ze wzorcem etykiety, sygnalizacja w czasie rzeczywistym już naniesionych etykiet. Ustalone miejsce naniesienia etykiety w danym modelu odzieży jest zapamiętane i może zostać przywołane, ilekroć ten model będzie ponownie produkowany,
- 2) numeracje przyrostowe w zakresie od 0001-9999 umieszczane są w pozycji określonej wzorcem etykiety, przypisane są do konkretnego zlecenia i ustalone według kodów egzemplarzowych.
- 3) wzór etykiety określa zakres danych zakodowanych kodem 2D, alternatywnie kodem QR.
- 4) na etykiecie zależnie od stanu maszyny lagującej (maszyna współpracująca z aplikatorem) umieszczany jest symbol strony lewa-prawa.
- 5) na ostatniej warstwie nakładana jest etykieta zbiorcza do paczek (wzór projektowany w programie) „Wykonane”.

- Obszar działania aplikatora w osi Y = 200 cm, X= min. 500 cm, Z = min 5 cm na istniejącym już stole (skok aplikatora w przybliżeniu 2-5 cm zależnie od ilości warstw materiału).

**Rozwiązanie nr 2: możliwość zastosowania zespołu aplikatorów umieszczonego na urządzeniu warstwowym. W takim przypadku powyższe dane nie mają zastosowania. Obszar działania w osi Y = 200 cm, X = znakowanie na przesuwającej się tkaninie, przy zastosowaniu enkodera obrotu napędu urządzenia warstwowego.*

- Szybkość przemieszczania się głowicy 30 m/min w osi Y.
- Masa głowicy drukującej z aplikatorem 1,2 kg.
- Weryfikacja czy etykieta naklejona (system wizyjny).
- Na etykiecie kod kreskowy 2D lub QR (dla paczki) i sekwencja cyfr arabskich z kodu egzemplarzowego, określająca numer kolejnej sztuki w zleceniu (dla poszczególnych elementów).
- Aplikatory z czujnikiem sygnalizacji utraty etykiety.
- Panel sterowniczy do umocowania na maszynie do warstwowania tkaniny (maszyna istniejąca)
- Możliwość podglądu co jest naklejone - (opisy) - nie graficznie.
- Możliwość powtórzenia sekwencji naklejenia całej warstwy
- Możliwość powtórzenia ostatniej naklejanej etykiety.
- Druga etykieta (zbiorcza) na komplet spodni i na paczkę.
- Strefa bezpieczna na urządzenie - postojowa – ok. 60 cm.
- Bezprzewodowa transmisja z systemem lagowania.
- System lagowania jest wiodący i urządzenie etykietujące dostosowuje się do lagowarki (urządzenie etykietujące nie może spowolnić pracy urządzenia warstwowego).
- Początek układu znakowania warstwy – origin, na naklejce w postaci ikonki tarczy strzelniczej. Punkt ten jest stały dla wszystkich kolejnych warstw tkaniny.

- Przy końcowym odcinku materiału system znakowania wydaje sygnał zakończenia procesu znakowania.
- Podczas pracy głowica znakująca utrzymuje odległość ok. 50 cm od krawędzi lagowarki (pole robocze operatora)

**nie ma zastosowania przy rozwiązaniu nr 2*

- Podciśnienie do aplikatora zostaje wytworzone z ciśnienia doprowadzonego do urządzenia w naszym zakresie lub zastosowanie z istniejącej instalacji vacuum.
- Sygnalizacja niskiego stanu materiałów eksploatacyjnych na panelu operatora oraz diodą sygnalizacyjną na zasobniku materiałów eksploatacyjnych.
- Raport z pracy urządzenia (wzór do ustalenia).
- Dostępna listwa zasilania 230V.
- Dostępne sprężone powietrze (8 bar).
- Dostępna instalacja vacuum.
- Dostępne "suwaki/ślizgacze" do listwy zasilającej.

3. Założenia dla urządzenia etykietującego – wersja II.

Nazwa urządzenia: Urządzenie drukująco - etykietujące umieszczane na stole do warstwowania materiału.

Urządzenie będące przedmiotem umowy ma zadanie aplikować etykiety na powierzchnię kolejnych nakładanych warstw materiału o powierzchni ok. 5 x 2 m.

- 1) [Rodzaj nadruku] Urządzenie korzysta z czystych etykiet papierowych, które mają być zadrukowane. Zawartość zadruków etykiety ma być ustalona podczas trwania projektu. Zadruk etykiety ma być odporny na parę wodną o temperaturze 120 stopni C i nie może zostawiać śladów na tkaninie po nałożeniu etykiety, jakość druku zaś ma być odpowiednia dla czytników kodów kreskowych lub QR.
- 2) [Baza danych] Urządzenie przed rozpoczęciem znakowania ma otrzymywać bazę danych, w której będą zawarte współrzędne kolejnych punktów umieszczenia etykiet i nazwy plików wzorów etykiet. Listę parametrów, które mają być zawarte w bazie danych niezbędnej do działania etykietarki do określenia.
- 3) [Komunikacja] Sposób komunikacji – przekazywania danych pomiędzy bazą danych a urządzeniem:
 - a. Plik csv (tekstowy, rozliczany średnikiem, przecinkiem, tabulatorem, o stałej szerokości kolumn)
 - b. Konkretna tabela w bazie danych mssql (z tego serwera bazy danych korzysta mag i gang więc możemy też wykorzystać tutaj, ponieważ w firmie będzie taki dział)
 - c. Konkretna tabela w bazie mysql (o ten serwer bazy danych będzie działała nasza aplikacja wewnętrzna).
 - d. Inne sposoby komunikacji.
- 4) [Sposób działania] Urządzenie ma nakładać etykiety rzędami. Jeden rząd etykiet może składać się od 1 do 15 szt. etykiet. Operator będzie miał możliwość korekty układu współrzędnych, wg

którego będą nakładane etykiety. Urządzenie umożliwi operatorowi kontrolę wzrokową oraz wprowadzanie korekt fizycznych tkaniny nakładanej etykiety. Operator będzie miał możliwość przzerwania pracy urządzenia w dowolnym momencie, wycofania go oraz ponownego jej podjęcia od miejsca, w którym praca została zatrzymana.

5) [Wydajność] Wydajność zakładana to 3,5 – 4 sekundy na zaaplikowanie jednego rzędu etykiet przy założeniu, że przejazd modułu etykietującego od poprzedniego znakowanego rzędu jest do 0,3 m (niezależnie od ilości etykiet). Przy większych odległościach przejazdu czas pomiędzy znakowaniem kolejnych rzędów zwiększy się o czas przejazdu (prędkość osiągnięta przez zespół aplikujący to 30 m/min czyli 0,5 m/s). Dokładność pozycjonowania etykiety (zakładana) to +/- 5 mm. Dokładna wydajność ma być określona dla pola roboczego wynikowo, według podanych wcześniej parametrów: łączna ilość etykiet maksymalnie 195. Wydajność liczona do powyższych założeń: Na zakładanym rozkroju jest min. 13 linii etykiet, przy czym tylko 3 są oddalone od poprzedniej o więcej niż 300 mm i jest to 350, 340 i 320 mm. Więc zgodnie ze wzorem $13 \times \text{czas cyklu} + \text{dodatkowe czasy przejazdu (powyżej 300mm)}$ czyli w tym przypadku kolejno 0,1 s, 0,08 s i 0,04 s, czyli dla 3,5 s/ cykl daje to łącznie 45,72 s, a dla 4s/ cykl 52,22 s.

6) [Dodatkowe informacje]

- a. W celu zminimalizowania czasu znakowania jednej warstwy ważne jest uzyskanie jak najmniejszej liczby linii znakowania.
- b. Weryfikacja czy etykieta naklejona (system wizyjny) – zagadnienie zostanie uzgodnione w odrębnym trybie.
- c. Na etykiecie kod kreskowy i sekwencja cyfr arabskich z kodu egzemplarzowego, określająca numer kolejnej sztuki w zleceniu (dla poszczególnych elementów).
- d. Etykieta w kształcie kwadratu o boku w zakresie od 20 do 30 mm.
- e. Aplikatory z czujnikiem sygnalizacji utraty etykiety,
- f. Elementy składowe systemu:
 - i. Aplikator z buforem etykiet (mocno modyfikowana wersja naszego szybkiego aplikatura)
 - ii. Moduł drukujący spełniający podane wyżej warunki będzie wybrany podczas trwania projektu
 - iii. Zespół jezdny
 - iv. Zespół aplikujący etykiety
- g. Panel sterowniczy do umocowania na maszynie do warstwowania tkaniny (maszyna istniejąca)
- h. Możliwość podglądu co jest naklejone – (opisy) – nie graficznie
- i. Możliwość powtórzenia sekwencji naklejenia całej warstwy
- j. Możliwość powtórzenia rzędu etykiet i pojedynczych etykiet
- k. Strefa bezpieczna na urządzenie – postojowa – ok. 60 cm
- l. System lagowania jest wiodący i urządzenie etykietujące dostosowuje się do lagowarki (urządzenie etykietujące może spowolnić urządzenie warstwujące nie więcej niż o 5% względem dotychczasowej wydajności lagowania).
- m. Początek układu znakowania warstwy – origin, na naklejce w postaci ikonki tarczy strzelniczej oraz wskazanie osi X [sposób wskazania jak w cutterze]. Punkt ten jest stały dla wszystkich kolejnych warstw tkaniny.

- n. Przy końcowym odcinku materiału system znakowania wydaje sygnał zakończenia procesu znakowania.
- o. Podczas pracy głowica znakująca utrzymuje odległość ok. 50 cm od krawędzi lagowarki (pole robocze operatora). W końcowej fazie pracy dojeżdża do urządzenia warstwującego, aplikując ostatnie etykiety z warstwy.
- p. Podciśnienie do aplikatora zostaje wytworzone z ciśnienia doprowadzonego do urządzenia z istniejącej instalacji vacuum w dotychczasowych jego parametrach, niezależnie od tego sprzedawca zainstaluje odrębne vacuum (na potrzeby pracy samej krojowni).
- q. Sygnalizacja niskiego stanu materiałów eksploatacyjnych na panelu operatora i sygnalizowany wizualnie na zasobniku materiałów eksploatacyjnych.
- r. Raport z pracy urządzenia lub dane z pracy urządzenia.
- s. Dostępna listwa zasilania 230 V.
- t. Dostępne sprężone powietrze (8 bar).
- u. Dostępna instalacja vacuum.

7) [Dokumentacja] Dokumenty dostarczane z urządzeniem:

- a. certyfikat zgodności CE,
- b. schematy elektryczne,
- c. instrukcja obsługi (zawiera czynności okresowego przeglądu),
- d. oświadczenie dostawcy o spełnionych normach BHP,
- e. kopie oprogramowania,
- f. dokument przeniesienia praw autorskich na Zamawiającego,
- g. pisemna gwarancja.

4. Rozpoznanie w zakresie możliwego do zastosowania w firmie systemu znakowania tkaniny przed rozkrojem nakazuje skupienie się na takim rozwiązaniu, w którym urządzenie etykietujące wraz z drukarką zostanie umieszczone na maszynie do warstwowania tkaniny.

Zakres i treść informacji drukowanych na etykietach (kod kreskowy, numer egzemplarzowy oraz inne dane) zostanie określony przez Specjalistę ds. badania nowych metod znakowania materiału w procesie produkcji. Rozważeniu poddano zagadnienie sposobu nanoszenia etykiet papierowych oraz minimalnej grubości papieru/etykiet, możliwego do zastosowania. W celu uzyskania dużej wydajności pracy urządzenia, rozmiar etykiet nie powinien przekroczyć wymiarów 20 x 30 mm.



Szerokość etykiety.



Długość etykiety.

Dokonano dokładnego oglądu urządzenia do warstwowania tkaniny – lagowarki oraz wykonano pomiary niektórych jej wymiarów w celu stwierdzenia, czy jest możliwość montażu na niej urządzenia etykietującego, które będzie znakować tkaninę przed rozkrojem za pomocą nanoszonych etykiet z nadrukowanym kodem kreskowym, numerem egzemplarzowym oraz innymi niezbędnymi danymi.

Po przeprowadzeniu tych prac okazuje się, że jest możliwość zamontowania na lagowarce urządzenia etykietującego. Należy tylko rozważyć, które z urządzeń dostępnych na rynku będzie najbardziej optymalne do zastosowania w firmie.

Przeprowadzone prace wskazują na konieczność rozważenia użycia do nakładania etykiet perforowanego pasa transmisyjnego wyposażonego w vacuum. Pobierałby on etykiety w trybie ciągłym w tempie drukowania drukarki, w ilości potrzebnej do aplikacji w danym rzędzie wzdłuż osi Y. Naniesienie etykiety na tkaninę dokonane zostanie przy pomocy siłowników pneumatycznych, sterowanych odrębną aplikacją, w całym rzędzie jednocześnie. Rozwiązanie takie wymaga dokładnego sprawdzenia pod kątem następujących możliwych problemów:

- czy etykiety przytrzymywane przez podciśnienie nie będą przemieszczać się i gubić ?
- czy hałas vacuum nie będzie uciążliwy dla operatora oraz innych osób pracujących w otoczeniu urządzenia ?
- jeśli w jednej linii będzie do naniesienia niewiele etykiet, to czy vacuum będzie wystarczająco wydajne, aby je przytrzymać ?

5. W toku prac poddano pod rozwałę rozwiązanie polegające na wykonaniu zespołu ssawek pneumatycznych, połączonych w blok 10 x 10 ssawek i połączonych z wyspą zaworową zarządzaną modulem sterowania. Zastosować należy ssawki dwufunkcyjne mające możliwość zassania oraz wydmuchu powietrza w zależności od ustawienia wyspy zaworowej na podstawie otrzymanego sygnału z modułu sterowania.

Zespół etykiet zostanie podzielony wykrojnikami na 100 pól prostokątnych lub kwadratowych, na każdym polu znajdzie się jedna etykieta na której umieszczony będzie nadruk (kod kreskowy, numer egzemplarzowy, inne informacje). Aplikator umieszczony na trawersie osi X porusza się będzie razem z drukarką, natomiast w osi Y porusza się będzie niezależnie.

Sterowanie zespołem ssawek pneumatycznych odbywać się będzie za pomocą wyspy zaworowej sterowanej z kolei modulem sterującym. Zespół aplikujący etykiety po zsynchronizowaniu z

drukarką poprzez podciśnienie pobiera (przysysa) i przytrzymuje etykiety poprzez vacuum, a następnie w ściśle określonym miejscu nakłada etykietę poprzez wydmuch (zmiana kierunku przepływu powietrza). Współrzędne punktu naniesienia etykiety zostaną określone w odrębnej aplikacji.

6. W wyniku wykonanych prac, polegających na pomiarach grubości nakładów w miejscach nałożenia etykiet dla tkanin o różnej gramaturze stwierdzono, iż zakładany rozmiar etykiety 20 x 30 mm powoduje powstawanie zgrubień w miejscu aplikacji etykiet przy dużych nakładach tkaniny. Skutkuje to zmianą obrysu (kształtu) elementów wykrawanych z tkaniny znajdującej się w wyższych warstwach. Sytuacja taka jest niedopuszczalna, gdyż generuje błędy i niedokładności w procesie produkcji podczas łączenia elementów, gdyż w trakcie szycia nie wykonuje się pomiarów każdego z nich osobno, lecz zszywa w określonej odległości od brzegu elementu. Zmienione rozmiary elementów składowych przekładają na wady gotowego wyrobu.

W celu wyeliminowania powyższych błędów należy jak najbardziej zmniejszyć rozmiar etykiety nakładanej na tkaninę podczas jej warstwowania. Należy zastosować jaki najmniejszy rozmiar etykiety aplikowanej na tkaninę przed rozkrojem, ale takiej aby nie zaburzało to procesu produkcji, monitorowania obróbki i zarządzania produkcją.

W toku prowadzonych prac konieczne stało się zbadanie, czy aplikacja etykiet w tych samych miejscach układu skutkuje zniekształceniem nakładu tkaniny, zwłaszcza przy większych ilościach nakładanych warstw. Przeprowadzono zatem prace badawcze polegające na zmierzeniu wysokości (grubości) nakładu dla różnych rodzajów tkanin stosowanych przez beneficjenta, dla różnej ilości warstw. Beneficjent stosuje tkaniny o różnych gramaturach w zakresie od 110 g/m² do 350 g/m², sposób warstwowania z etykietami dla kilku wybranych rodzajów tkanin przedstawia dokumentacja pokłatkowa wykonana na krojowni.



Lagowarka – warstwowanie tkaniny



Liczenie ilości warstw tkaniny.

Po wykonaniu całości nakładu zmierzono jego grubość w miejscu, w którym nakładane były etykiety oraz porównano ją z grubością nakładu bez etykiet. Uzyskano następujące wartości pogrubienia nakładu:

- dla nakładu tkaniny zasadniczej liczącego 26 warstw pogrubienie było zależne od rotacji miejsca nałożenia etykiet. Stwierdzona różnica w wysokości nakładu wyniosła od 2,24 mm do 3,01 mm;
- dla nakładu tkaniny zasadniczej liczącego 42 warstwy pogrubienie było zależne od rotacji miejsca nałożenia etykiet, a stwierdzona różnica w wysokości nakładu wyniosła od 1,65 mm do 3,13 mm;
- dla nakładu tkaniny kieszeniowej liczącego 47 warstw pogrubienie było zależne od rotacji miejsca nałożenia etykiet, a stwierdzona różnica w wysokości nakładu wyniosła od 2,24 mm do 3,65 mm.



Miejsce pogrubienia tkaniny związane z umieszczeniem etykiet.

Punktowe zwiększenie wysokości nakładu w miejscach aplikacji etykiet wpływa na zmianę kształtu wykrawanych elementów w zależności od wielkości elementu. W elementach o niewielkich rozmiarach pobranych z najwyższych warstw nakładu spodziewana zmiana wymiarów w miejscu nałożenia etykiety będzie największa. W celu stwierdzenia skali rozbieżności wykonano badania polegające na porównaniu elementów pobranych z pierwszej i ostatniej warstwy danego nakładu. Sprawdzono wymiar elementu po wątku (większe prawdopodobieństwo odkształceń ze względu na większą pracę tkaniny w tym kierunku) i po osnowie (mniejsze prawdopodobieństwo). Uzyskano następujące wartości:

- dla nakładu tkaniny zasadniczej liczącego 26 warstw porównano element – pasek do spodni męskich. Szerokość po wątku dla elementu z 26 warstwy – bez zmian. Długość po osnowie dla elementu z 26 warstwy – bez zmian;
- dla nakładu tkaniny zasadniczej liczącego 42 warstwy porównano element – 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;
- dla nakładu tkaniny kieszeniowej liczącego 47 warstw porównano element – rozporek do spodni męskich. Szerokość po wątku dla elementu z 47 warstwy – minimalnie większa. Długość po osnowie dla elementu z 47 warstwy – bez zmian.

Uzyskane wyniki kierunkują dalsze prace badawcze w stronę zmniejszenia wymiaru etykiety nakładanej na tkaninę przed rozkrojem. W konsultacji ze specjalistą ds. badania nowych metod znakowania materiału w procesie produkcji stwierdzono, iż rozważeniu należy poddać możliwość umieszczenia pełnego zakresu danych dotyczących konkretnej sztuki (pełen numer egzemplarzowy, nazwa modelu, numer zlecenia, kod kreskowy itd.) jedynie na metce brakarskiej – umieszczanej na lewej kieszeni tylnej w procesie produkcji spodni (w produkcji innego rodzaju odzieży – w miejscu, w którym nie będzie narażona na zniszczenie bądź zagubienie w trakcie przejścia pomiędzy stanowiskami obróbczymi) – oraz na etykiecie trójdzielnej umieszczanej na paczce do pierwszego etapu obróbki (obróbka w paczkach).

Dane te będą mogły być czytywane np. za pomocą czytnika kodów kreskowych podczas produkcji. W celu poprawnej identyfikacji elementów przypadających na daną sztukę odzieży na etykiecie umieszczanej na tkaninie przed rozkrojem pozostawić należy jedynie ostatnie trzy cyfry kodu egzemplarzowego, oznaczającego numer sztuki (od 001 do 999). Rozwiązanie takie – poza korzyścią wynikającą z maksymalnego zmniejszenia rozmiaru etykiety – nie utrudnia prawidłowego dobrania elementów do połączenia przez operatora, nie spowalnia procesu produkcji eliminując konieczność wczytywania numeru każdej sztuki za pomocą czytnika kodów kreskowych. Ponadto mniejsze etykiety oznaczają mniejszą ilość pomyłek wynikających podczas aplikacji za pomocą zespołu siłowników pneumatycznych.

Kolejny etap prac badawczych nad uzyskanymi rekomendacjami wymaga współpracy ze specjalistą ds. badania automatycznego transportu międzystanowiskowego oraz ze specjalistą ds. badania systemu zarządzania całym procesem produkcyjnym w celu ustalenia docelowego rozmiaru etykiety, określenia wpływu mniejszej etykiety na system organizacji transportu oraz przebieg procesu produkcji.

7. Prowadzono badania w kierunku określenia możliwości zastosowania etykiety samoprzylepnej o mniejszych wymiarach niż wymiary etykiety 20 x 30 mm testowanej wcześniej do aplikowania na tkaninie przed rozkrojem. Wykonano badania w celu stwierdzenia wartości pogrubień nakładu tkaniny przy dużej ilości warstw oraz stopnia odkształcenia wykrawanych elementów dla górnych warstw nakładu.

Przeprowadzono prace badawcze polegające na zmierzeniu różnicy w wysokości (grubości) nakładu dla różnych rodzajów tkanin stosowanych przez Beneficjenta, dla różnej ilości warstw przy zastosowaniu etykiet o mniejszych wymiarach.

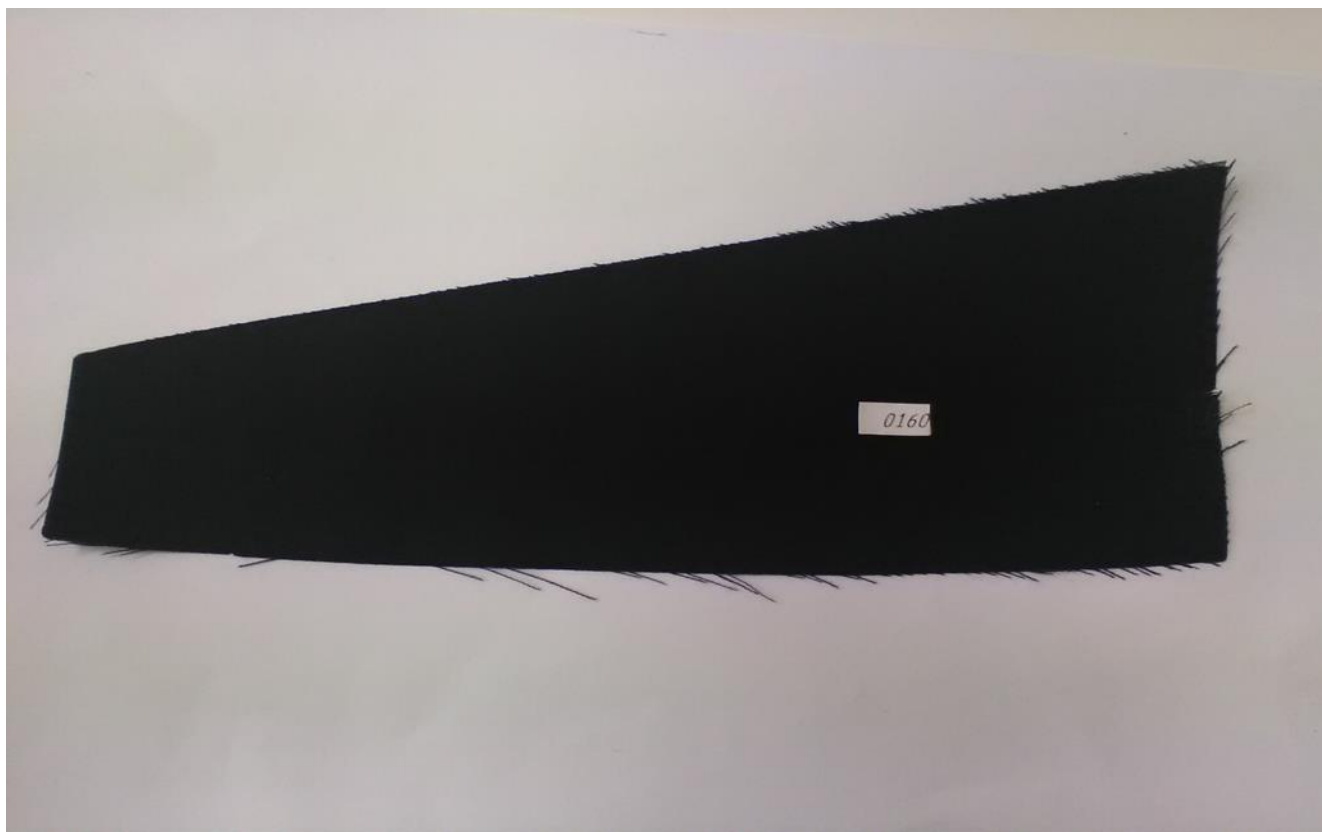
Po wykonaniu całości nakładu zmierzono jego grubość w miejscu, w którym nakładane były etykiety oraz porównano ją z grubością nakładu bez etykiet. Uzyskano następujące wartości pogrubienia nakładu:

- dla nakładu tkaniny zasadniczej liczącego 24 warstwy, etykieta 10 x 10 mm – pogrubienie było zależne od rotacji miejsca nałożenia etykiet. W przypadku tego elementu przy zastosowaniu rotacji położenia etykiety nie wystąpiła sytuacja, w której etykiety znajdują się dokładnie nad sobą. Stwierdzona różnica w wysokości nakładu wyniosła do 0,18 mm;
- dla nakładu tkaniny zasadniczej liczącego 26 warstw, etykieta 22 x 12 mm – pogrubienie było zależne od rotacji miejsca nałożenia etykiet. Stwierdzona różnica w wysokości nakładu wyniosła od 2,24 mm do 3,01 mm;
- dla nakładu tkaniny zasadniczej liczącego 42 warstwy, etykieta 22 x 12 mm – pogrubienie było zależne od rotacji miejsca nałożenia etykiet, a stwierdzona różnica w wysokości nakładu wyniosła od 1,65 mm do 3,13 mm;
- dla nakładu tkaniny kieszeniowej liczącego 47 warstw, etykieta 22 x 12 mm – pogrubienie było zależne od rotacji miejsca nałożenia etykiet, a stwierdzona różnica w wysokości nakładu wyniosła od 2,24 mm do 3,65 mm.

Sprawdzono stopień zniekształcenia (zmiany wymiarów) wykrawanych elementów w miejscu nałożenia etykiet o mniejszych wymiarach poprzez porównanie elementów pobranych z pierwszej i ostatniej warstwy danego nakładu. Uzyskano następujące wartości:

- dla nakładu tkaniny zasadniczej liczącego 24 warstwy porównano element – pasek do spodni męskich. Szerokość po wątku dla elementu z 24 warstwy – bez zmian. Długość po osnowie dla elementu z 24 warstwy – bez zmian;
- dla nakładu tkaniny zasadniczej liczącego 26 warstw porównano element – pasek do spodni męskich. Szerokość po wątku dla elementu z 26 warstwy – bez zmian. Długość po osnowie dla elementu z 26 warstwy – bez zmian;
- dla nakładu tkaniny zasadniczej liczącego 42 warstwy porównano element – 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;
- dla nakładu tkaniny kieszeniowej liczącego 47 warstw porównano element – 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.

Wyniki przeprowadzonych prac wskazują na trafność wysuniętych przypuszczeń, iż mniejsza etykieta nie będzie powodować znacznej deformacji wykrawanych elementów. Rekomendowane jest zastosowanie etykiet do aplikacji na tkaninę przed rozkrojem o wielkości 10 x 10 mm lub 22 x 12 mm. Zastosowanie mniejszych etykiet pozwala również na większą rotację aplikowania etykiet, co pozwala na rozszerzenie pola aplikacji.



Element odzieży ze zmniejszoną etykietą.

Etykieta taka może znajdować się w odległości minimum 12 mm od krawędzi elementu aby uniknąć zaszcucia etykiety w procesie produkcji. W przypadku mniejszych elementów (np. szlufek) możliwe jest umieszczenie etykiety centralnie pośrodku elementu z rotacją po wątku 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.

Umieszczenie na tak małej etykiecie jedynie czterech ostatnich cyfr numeru egzemplarzowego skutkuje koniecznością naniesienia większej etykiety, zawierającej pełen zakres danych na innym elemencie w taki sposób, aby poprawnie zidentyfikować dane sztuki w procesie produkcji. Rozwiązaniem jest naniesienie etykiety brakarskiej o wymiarach co najmniej 32 x 15 mm na element tylnej kieszeni spodni (lub inny element przy produkcji innego typu odzieży) w celu poprawnego monitorowania drogi określonej sztuki przez proces produkcyjny.

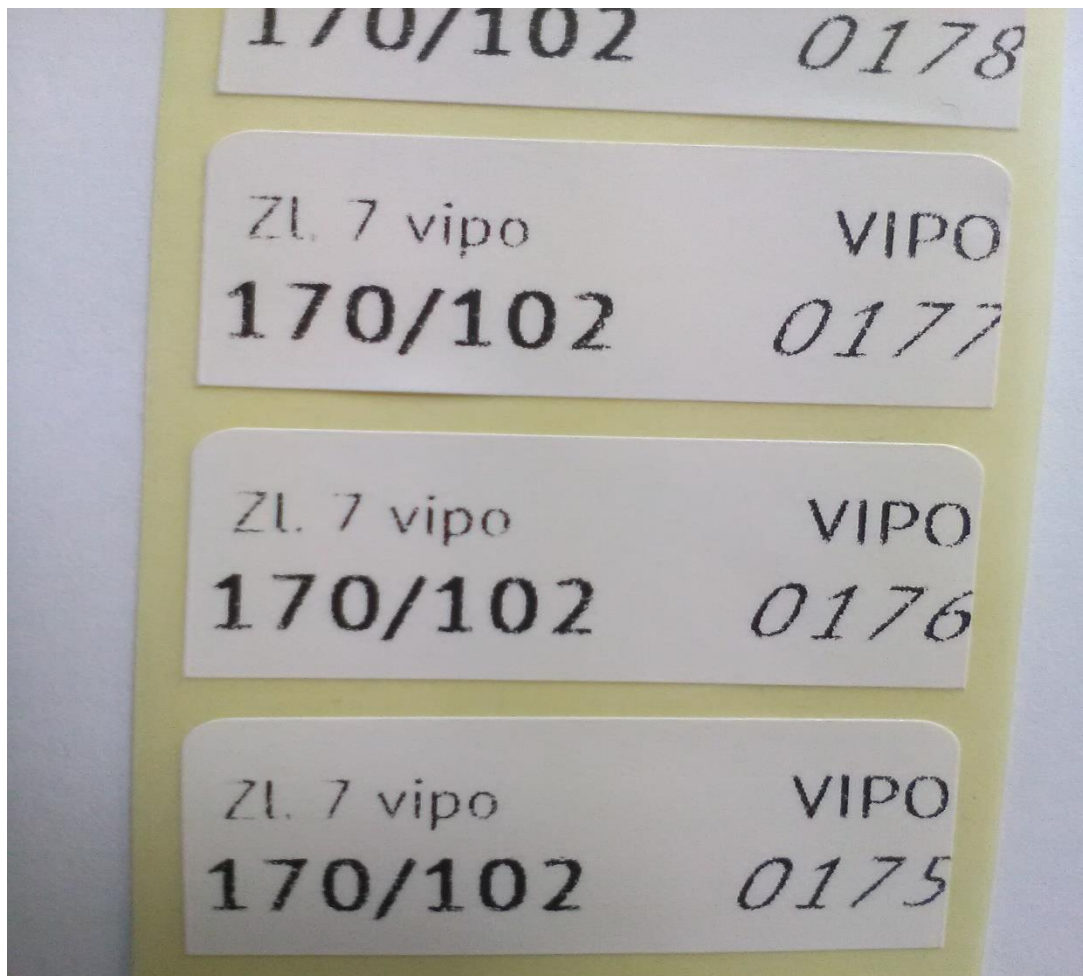
W dalszym toku prac należy zbadać zmianę grubości nakładu oraz odkształcenie elementów z górnych warstw nakładu przy aplikowaniu większej etykiety brakarskiej. Rozważyć należy również możliwość zastosowania tego samego aplikatora do nakładania zarówno małych etykiet egzemplarzowych, jak i większych etykiet brakarskich w zależności od potrzeb, jak również w przypadku produkcji odzieży pranej rozwiązanie polegające na drukowaniu etykiet brakarskich na taśmie odpornej na spieranie i dołączanie ich w trakcie produkcji do odzieży.

8. Prowadzono badania w kierunku określenia możliwości zastosowania etykiety brakarskiej o wymiarach 32 x15 mm do aplikowania na tkaninie przed rozkrojem. Wykonano badania w celu stwierdzenia wartości pogrubień nakładu tkaniny przy dużej ilości warstw oraz stopnia odkształcenia wykrawanych elementów dla górnych warstw nakładu.

W związku z brakiem pełnej informacji o elemencie odzieży zawartej na małej etykiecie o wielkości 10 x 10 mm lub 22 x 12 mm zawierającej jedynie cztery ostatnie cyfry numeru

egzemplarzowego, wynika koniecznością nanoszenia na te elementy większej etykiety zawierającej pełen zakres danych o tym elemencie, aby poprawnie zidentyfikować dane sztuki w procesie produkcji.

W tym celu przeprowadzono prace badawcze polegające na zmierzeniu różnicy w wysokości (grubości) nakładu przy zastosowaniu etykiet brakarskich o wymiarach 32 x 15 mm.



Wydrukowane etykiety brakarskie.

Po wykonaniu całości nakładu zmierzono jego grubość w miejscu, w którym nakładane były etykiety oraz porównano ją z grubością nakładu bez etykiet. W zależności od rotacji miejsca nałożenia etykiet brakarskich pogrubienie nakładu wyniosło od 1,30 mm do 2,12 mm.

Następnie przeprowadzono badania w celu ustalenia stopnia zniekształcenia (zmiany wymiarów) wykrawanych elementów w miejscu nałożenia etykiet o wymiarach 32 x 15 mm, polegające na porównaniu elementów pobranych z pierwszej i ostatniej warstwy danego nakładu.

Dla nakładu tkaniny kieszeniowej liczącego 21 warstw porównano element – podkład do kieszeni tylnej:

- szerokość po wątku dla elementu z 21 warstw – minimalnie powiększona, do 0,12 mm,
- długość po osnowie dla elementu z 21 warstw – bez zmian.

Wykonane badania wskazują na nieznaczne odkształcenia tego elementu, które nie wpłyną na proces produkcji ani też na jakość wykonywanych wyrobów. Rekomendowane jest zatem zastosowanie tego rozwiązania, pozwalającego na prawidłowe oznakowanie paczek elementów do

pierwszego etapu produkcji i poprawną ich identyfikację w dalszej części obróbki.

Należałoby dostosować oprogramowanie aplikatora etykiet w ten sposób, aby pozwoliło na łatwe przestawienie zespołu etykietującego do innego rozmiaru etykiet.



Etykieta brakarska na elemencie odzieży.

V. Specjalista ds. badania systemu zarządzania całym procesem produkcyjnym.

1. Opracowano zestaw danych niezbędnych do wprowadzenia zlecenia do projektowanego systemu zleceń produkcyjnych.

Dane zlecenie powierzone przez kontrahenta do wykonania będzie wprowadzone do systemu produkcji firmy. Muszą być wtedy podane niezbędne i dokładne dane dotyczące tego zlecenia w zakresie tkaniny, dodatków, ilości w poszczególnych rozmiarach, szablonów i innych danych dokładnie określonych poniżej w załącznikach nr 1, 2 i 3. Dane te dostarczy kontrahent. Dane te będzie mógł wprowadzić do systemu pracownik zleceniobiorcy lub bezpośrednio kontrahent za pomocą udostępnionej mu aplikacji.

Na podstawie całości danych przekazanych przez kontrahenta firma 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.

Po zgromadzenie całości asortymentu niezbędnego do wykonania zamówienia, Beneficjent może planować produkcję zlecenia na poszczególnych maszynach i urządzeniach będących w jego dyspozycji.

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

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]

2. W trakcie prac opracowano założenia do systemu budowania zleceń. Po głębokiej analizie wywnioskowano że najbardziej optymalne byłoby przyjęcie następujących rozwiązań:

1) Automatyczne nadanie numeru zlecenia w formacie zawierającym:

- kod kontrahenta
- zlecenie krajowe(KR) / zagraniczne (Z)
- rok
- kolejny numer zlecenia – nad. automatycznie z możliwością korekty manualnej

W tym kroku dokonujemy wyboru kontrahenta (z listy – możliwość dodania nowego) , modelu (nazwy i symbolu) – z listy – możliwość dodania nowego)- współpraca z WF MAG – automatyczne dodanie listy dodatków z zużyciem jednostkowym na sztukę, określenie czasu wykonania modelu, podanie ceny na podstawie normominut)

2) opracowanie wzoru – wybór z listy lub dodanie nowego z automatycznym nadaniem symbolu

a) dodanie informacji dot. tkaniny

- kod (symbol z opisem) tkaniny zasadniczej z listy (inf. o szerokości – szerokość tkaniny wybierana z listy lub wprowadzana ręcznie, kurczliwość <po wątku, po osnowie>- z listy lub manualnie,dł. wałka, składu tkaniny, deseń(np. krata)

- kod (symbol z opisem) tkaniny podszewki z listy (zawiera inf. o szerokości, kurczliwości <po wątku, po osnowie> - z lity lub manualnie, dł. wałka, składu tkaniny)
- kod (symbol z opisem) tkaniny kieszeniówki z listy (zawiera inf. o szerokości, kurczliwości <po wątku, po osnowie> - z lity lub manualnie, dł. wałka, składu tkaniny)

b) dodanie informacji dot. dodatków z listy – odpowiednie dodatki przypisane do modelu – pozostaje wybór kolorów/kodów (W przypadku nowego modelu – dodanie dodatków ręcznie – automatyczne dodanie informacji do bazy w WF MAG)

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

c) Czy spodnie będą prane ?

3) określenie liczby sztuk w odpowiednich rozmiarach (program sam wyliczy łączną liczbę sztuk).

4) określenie liczby układów i nadanie im numerów– program zaproponuje układy na podstawie liczby sztuk w poszczególnych rozmiarach.

Założenia:

- liczba warstw nie może być większa niż 20,
- optymalne połączenie rozmiarów układzie – 1. duży z małym, 2. określenie ilości rozmiarów w układzie (sposób dobierania określony w pliku „zestawienie rozmiarowo – ilościowe”)
- długość układu nie może być większa niż 568cm (dane wyjściowe - możliwość edycji).
- W Tabeli z propozycją układów Kolumna Liczba sztuk powinna być podzielona na dwie – ilość sztuk zaproponowana (ustalona automatycznie)/ ilość sztuk rzeczywiście wykrojona (edytowalne manualnie).

5) przyporządkowanie numerów egzemplarzowych w pakietach produkcyjnych.

Aplikacja zwróci zatwierdzoną dokumentację zawierającą:

a) opis techniczny produktu (pobrane z katalogu wzorów/ modeli) zawierający informacje o:

- numerze produkcyjnym ,asortymencie(np. spodnie męskie), nazwie kolekcji, sezon, sylwetka, wzór, numer zlecenia – na górze, lub inna krótkość,

oraz

- informacje o rodzaju kieszeni i ich mocowania,
- informacje o zaszkawkach
- informacje o szerokości paska i sposobie jego wykończenia
- rodzaj zapięcia paska
- listewki
- rodzaj wykończenia
- uwagi

b) zestawienie dodatków niekrojonych wraz z ich zużyciem na zlecenie (zużycie na sztukę* l. sztuk (patrz receptura dla modelu).

c) zestawienie dodatków krojonych wraz z ich zużyciem na zlecenie (zużycie na sztukę* l. sztuk (patrz receptura dla modelu).

d) procentówkę.

e) propozycję układów do krojenia

f) zestawienie pakietów produkcyjnych z przyporządkowanymi numerami egzemplarzowymi.

- pakiet uporządkowany od **1 do n,
- pakiety to wynik optymalizacji układów z podziałem na ilość sztuk w nakładzie, rozmiar-wzrost,
- przyporządkowanie numerów egzemplarzowych następuje od nadania numeru początkowego przez operatora (8 w numerach 801-899 lub 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, kolejny807-809, kolejny 810-812, kolejny pakiet jest tworzony z układu z 17-ma warstwami i zawiera numery egzemplarzowe od 813-820, itd.)

UWAGI:

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

3. Rozpoznawano istniejące na rynku systemy zarządzania procesem produkcyjnym. W pierwszej fazie skupiono się na istniejących gotowych systemach pod kątem ich funkcjonalności.

Rozpoczęto analizę systemu TimeSSD produkcji rumuńskiej firmy DataS. TimeSSD to system normowania czasu pracy dla przemysłu pracochłonnego, uwzględniający w szczególności branżę szwalniczą, ze zintegrowanymi funkcjonalnościami z zakresu tzw. wytwarzania społecznego (Social Manufacturing).

Uzyskano dostęp do próbnej wersji, z której można korzystać poprzez przeglądarkę stron WWW – nie ma konieczności czasochłonnego instalowania systemu w siedzibie firmy. Dostęp jest możliwy

z każdego miejsca, jedynym wymogiem jest posiadanie połączenia z Internetem.

System posiada własną bazę elementów – czynności, z przypisanymi im wartościami normominut (SAM), jak również umożliwia dodawanie własnych katalogów czynności, zgodnie z wymaganiami beneficjenta. TimeSSD ma w założeniu ułatwiać analizę nakładu pracy niezbędnego do wykonania konkretnych modeli, a przez to umożliwiać łatwą weryfikację kosztów produkcji, wydajności pracowników i stosowanie wynagradzania motywacyjnego.

W pierwszym etapie analizy rozważano możliwości wykorzystania systemu w firmie. Rozpoczęto badanie dostępnych funkcjonalności systemu, stopnia trudności obsługi, poziomu szczegółowości chronometrażu.

Badano możliwość adaptacji systemu do potrzeb firmy – wprowadzenie logowania produktów, aspekty związane z logowaniem się operatorów na poszczególnych stanowiskach, oszacować należy czasochłonność wprowadzenia narzuconego sposobu opisywania czynności i związane z tym koszty opracowania chronometrażu zgodnego z wymaganiami systemu.

4. Możliwość zastosowania systemu TimeSSD w firmie.

W celu ustalenia czasochłonności produkcji, przebiegu procesu oraz wykorzystywanych maszyn podczas produkcji różnych modeli wykonywano zestawienia czynności oraz pomiary czasów dla modeli będących w produkcji (załączniki – karty normominut, pomiary czasów, filmiki).

Stwierdzono, iż zebranie takich danych ręcznie jest pracochłonne i wymaga stałego przebywania na hali produkcyjnej, a zatem w przypadku niewielkich zleceń lub pojedynczych egzemplarzy odzieży o zróżnicowanym sposobie obróbki ręczny pomiar czasu oraz przyporządkowanie prawidłowych czynności produkcyjnych wymaga nakładów w postaci zaangażowania dodatkowych pracowników „nieprodukcyjnych”, zajmujących się jedynie rejestrowaniem wykonywanych czynności oraz dokonywaniem chronometrażu.

Metodą szybszą, eliminującą dodatkowe koszty, jest rejestrowanie wykonywanych czynności bezpośrednio przez pracowników – operatorów stanowisk produkcyjnych.

Zbadano możliwość zastosowania do tego celu systemu TimeSSD. W rezultacie przeprowadzonych prac stwierdzono, że system nie posiada możliwości logowania produktu, operator sam wprowadza informacje o czynnościach, zaś logowanie operatora jest możliwe wyłącznie z wykorzystaniem klawiatury lub ekranu dotykowego. TimeSSD jest narzędziem, które pozwala przypisać poszczególnym modelom konkretnych czynności wraz z zestandaryzowanymi czasami ich wykonania. Może zatem służyć jedynie jako narzędzie do analizy czasochłonności danego modelu/rodzaju produkcji w celu optymalizacji procesu, dokonywania wycen, statystyk i raportów, nie zaś jako system monitorowania produkcji w czasie rzeczywistym w celu np. lokalizacji konkretnych sztuk na linii produkcyjnej, identyfikacji wydajności poszczególnych pracowników oraz stanowisk obróbczych itp. Praktyczne zastosowanie systemu TimeSSD w firmie jest nieuzasadnione.

Po wykonaniu określonych czynności na danym stanowisku obróbczym, w przypadku gdy pracownik musi odejść na inne stanowisko, należy dokonać wylogowania danego operatora oraz ponownego logowania w innym miejscu. Zdanie się na manualny proces logowania / wylogowania pracowników jest obarczone dużym błędem wynikającym z ludzkiej natury. Pracownik skupia swą uwagę na wykonaniu swojej pracy, dodatkowe czynności logowania i wylogowania powodują rozproszenie tej uwagi lub – co gorsza – jako czynności marginalne, nie przyczyniające się do szybszego wykonania zadania przez pracownika, zostają pominięte.

Brak zalogowania pracownika na nowym stanowisku pracy, bądź brak wylogowania przed jego opuszczeniem powoduje zaburzenia w ewidencji czynności – także w sytuacji, gdy inny operator potrzebuje skorzystać ze stanowiska, którego poprzedni użytkownik zapomniał się wylogować. W celu określenia częstotliwości występowania sytuacji potencjalnie problematycznych, związanych z logowaniem na stanowiskach pracy przeprowadzono badania dotyczące zachowań pracowników. Wyniki wskazują na znacząco duży odsetek nieprawidłowych logowań.

W przypadku częstych zmian procesu produkcyjnego w sytuacji produkcji niewielkich zleceń lub pojedynczych egzemplarzy odzieży, nieunikniona jest duża częstotliwość zmian stanowisk obróbczych przez operatorów. Są pewne czynności typowe, wykonywane na tych samych maszynach, natomiast przy zmianie produkowanego modelu 40 % stanowisk roboczych jest objętych koniecznością zmiany. Niezbędne jest zatem zmniejszenie do minimum błędów związanych z nieprawidłowym logowaniem pracowników. Zakładana dokładność rejestrowania wydajności pracy obejmuje również konieczność ewidencjonowania zachowań związanych z przerywaniem pracy w celu wykorzystania przysługujących pracownikom przerw, przestojów związanych z wymianą osprzętu lub awarią urządzenia – w sytuacjach takich 90 % pracowników nie pamięta o wylogowaniu się z danego stanowiska pracy.

W ramach przeprowadzonych prac stwierdzono, iż wykonywanie małych partii lub pojedynczych egzemplarzy odzieży wymaga zastosowania szeregu różnych maszyn w zróżnicowanej kolejności i konfiguracji. W celu optymalizacji przebiegu procesu produkcyjnego oraz skrócenia czasu przenoszenia elementów pomiędzy poszczególnymi stanowiskami, zasadne byłoby każdorazowe reorganizowanie ustawienia maszyn i urządzeń tak, aby jak najlepiej wykorzystać przestrzeń produkcyjną.

Rozwiązanie polegające na każdorazowym przemieszczaniu stanowisk roboczych tak, aby dopasować ich ustawienie do przebiegu procesu produkcyjnego jest nieefektywne, zatem proponuje się opracowanie optymalnego, w miarę stałego rozkładu poszczególnych maszyn i urządzeń (dostosowywanego jedynie w uzasadnionych ekonomicznie przypadkach).

Dla produkcji małych partii lub pojedynczych egzemplarzy to operator będzie mobilnym elementem systemu, przemieszczając się w razie potrzeby do niezbędnych stanowisk obróbczych. Kluczowe zatem jest opracowanie metody pozwalającej pracownikom logować i wylogować się bez rozpraszania ich uwagi.

W czasie badania systemu TimeSSD stwierdzono, iż w pierwszej kolejności system wymaga znacznego nakładu pracy przeznaczonego na inwentaryzację i wprowadzenie danych dotyczących:

- produktów i grup produktowych,
- posiadanych maszyn i automatów szwalniczych oraz urządzeń,
- operacji i procesów z uwzględnieniem narzuconego przez system sposobu ich opisywania oraz normowania,
- przypisania operacji i procesów do poszczególnych produktów.

Ponadto specyfika korzystania z systemu (zalogowanie poprzez przeglądarkę internetową) wymaga stosowania na stanowiskach roboczych komputera/tabletu, zaś samo logowanie należy wykonać ręcznie.

Z uwagi na konieczność częstych zmian przez pracownika stanowisk roboczych podczas wykonywania niewielkich partii lub pojedynczych egzemplarzy, jest to metoda nieefektywna i generująca wiele błędów z uwagi na czynnik ludzki. Częste zmiany wzorów, wprowadzanie

nowych produktów wykonywanych w niewielkich partiach wymaga znów nakładu czasu przeznaczonego na wprowadzanie nowych danych.

Jednym słowem system ten nie umożliwia monitorowania produkcji w czasie rzeczywistym, pozwala jedynie na analizę kosztów wytwarzania w oparciu o wprowadzone dane dotyczące rodzaju oraz czasu czynności i procesów produkcyjnych wykonywanych przy wytwarzaniu konkretnego modelu. Analiza ta może być wykonana a priori poprzez wprowadzenie czynności do systemu przed faktyczną produkcją, przy czym w jej trakcie lub tuż po zakończeniu zlecenia należy wykonać jej weryfikację (czy nie pominięto jakichś czynności lub procesów, czy założone czasy są prawidłowe, czy maszyny są poprawnie przypisane itp.).

Bardziej miarodajnym sposobem jest monitorowanie produkcji na bieżąco w czasie rzeczywistym, co eliminuje konieczność wykonywania poprawek – niestety w obecnej postaci proponowany system tego nie umożliwia. Dlatego też postanowiono rozważyć zastosowanie innego systemu zarządzania i monitorowania produkcji w powiązaniu z systemem transportu, gdzie czynności, procesy, maszyny produkcyjne oraz operatorzy są przypisywani na bieżąco w zależności od przebiegu procesu produkcji dla konkretnych zleceń.

5. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na zasadność podziału procesu produkcyjnego na dwie części.

Pierwsza z nich to tzw. obróbka w paczkach. Sztuki wykrojone na krojowni są przekazywane na halę produkcyjną w pakietach zawierających elementy z nadanymi kolejnymi numerami egzemplarzowymi, oznakowane pojedynczo małymi etykietami, etykietą brakarską umieszczoną na elemencie kieszeni tylnej oraz zbiorczą etykietą dołączaną do paczki, zawierającą informacje o numerach egzemplarzowych sztuk, które w tym pakiecie się znajdują.

Po wykonaniu wszystkich operacji zaplanowanych w pierwszym etapie produkcji, pakiety zostają rozdzielone na pojedyncze sztuki i przekazane do obróbki pojedynczo.

W początkowej fazie produkcji elementy obrabianej odzieży są transportowane w paczkach, które mają możliwość rejestracji danej paczki na konkretnym stanowisku obróbczym, a po zakończeniu tego etapu paczka zostaje rozdzielona na pojedyncze egzemplarze, wprowadzane indywidualnie do systemu.

Zatem należy zbudować taki system nadawania numerów egzemplarzowych, który umożliwi odczytywanie i rejestrowanie danych dotyczących pakietów, a po zakończeniu tej fazy produkcji – rejestrowanie w systemie odrębnych sztuk, za pomocą jednego skanera kodów 2D.

Podczas pierwszego etapu obróbki do poszczególnych sztuk w pakiecie przyporządkowane zostają elementy z naklejoną etykietą brakarską – operator wykonujący czynność łączenia nadaje właściwy numer egzemplarzowy danej sztuce na podstawie porównania małych etykiet zawierających numer konkretnej sztuki z numerem znajdującym się na etykiecie brakarskiej. Po zakończeniu fazy obróbki w pakietach pojedyncze egzemplarze zostają przekazane do stacji załadowniczej i wprowadzone do systemu indywidualnie.

Dalsze prace należy ukierunkować na analizę systemu rejestrującego czas pracy, czas obróbki sztuk lub paczek na poszczególnych stanowiskach. Zakładane niezbędne elementy składowe tego systemu to:

➔ logowanie pracownika na danym stanowisku obróbczym;

- ➔ rejestrowanie produktu lub paczki (w zależności od rodzaju obróbki) – należy wziąć pod uwagę, iż na określonym stanowisku roboczym wykonywane są czynności obróbki produktów w paczce, po czym na tym samym stanowisku mogą być też obrabiane pojedyncze egzemplarze (drugi etap produkcji). Niedopuszczalne będzie zatem sztywne rozdzielanie stanowisk roboczych na te biorące udział tylko w pierwszej, bądź tylko w drugiej fazie obróbki;
- ➔ wybór / wprowadzenie czynności wykonywanej na danym stanowisku;
- ➔ wybór / wprowadzenie przyczyny przestoju (przebrojenie stanowiska, zmiana nici, awaria itp.).

Rozważyć należy również sposób logowania pracowników tak, aby był on niezawodny i pozwalał w maksymalnym stopniu zminimalizować błędy będące skutkiem działania czynnika ludzkiego.

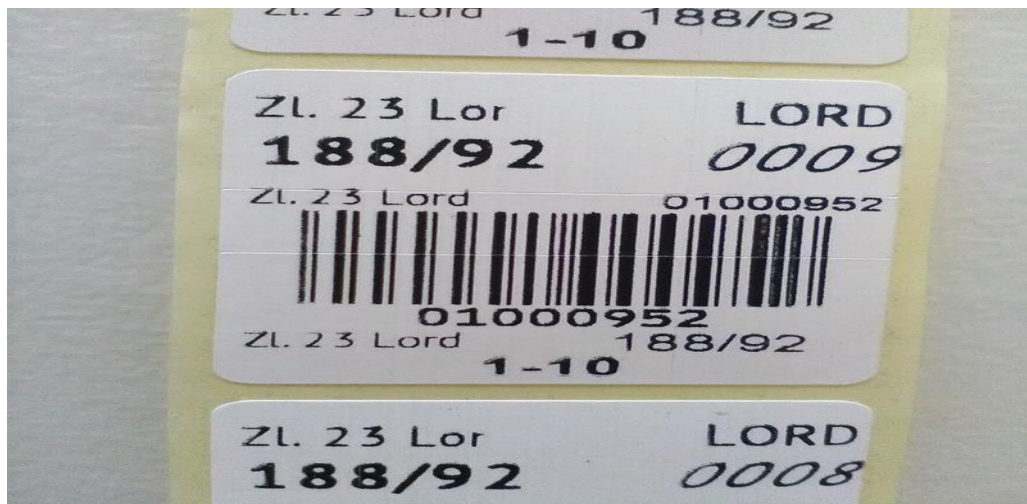
Proponowane na tym etapie metody to:

- ➔ logowanie za pomocą kart RFID – konieczność umieszczenia czytników kart na każdym stanowisku obróbczym. Umieszczenie karty w polu czytnika i pozostawienie jej tam powoduje zarejestrowanie danego operatora, usunięcie karty – wylogowanie.
- ➔ logowanie za pomocą smartfonów za pomocą komunikacji NFC (komunikacji bliskiego pola). Na stanowiskach obróbczych zostają zamontowane chipy NFC, zbliżenie telefonu z aktywnym trybem NFC umożliwia zalogowanie pracownika. Taka metoda wymaga opracowania aplikacji do zainstalowania na smartfonie, pozwalającej na prawidłową komunikację z chipem; jej zastosowanie mogłoby umożliwić przysyłanie do systemu informacji dotyczących produkcji z poziomu aplikacji.

6. Prace polegające na badaniu sposobów monitorowania przepływu elementów odzieży w procesie produkcyjnym w celu sprawdzenia na jakim etapie produkcji znajduje się w danej chwili dany element odzieży.

Mając na względzie podwyższenie sprawności zarządzania całym procesem produkcyjnym mającym na celu zwiększenie wydajności produkcji konieczna jest informacja o stanie zaawansowania produkcji danego zlecenia. W tym celu potrzebny jest sposób identyfikacji i monitorowania przepływu elementów odzieży w procesie produkcyjnym.

W tym celu postanowiono wykorzystać etykiety zawierające wszystkie niezbędne dane dotyczące konkretnego zamówienia, tj. nazwę, rozmiar, nr zamówienia, numer egzemplarza oraz zakodowane w kodzie kreskowym.

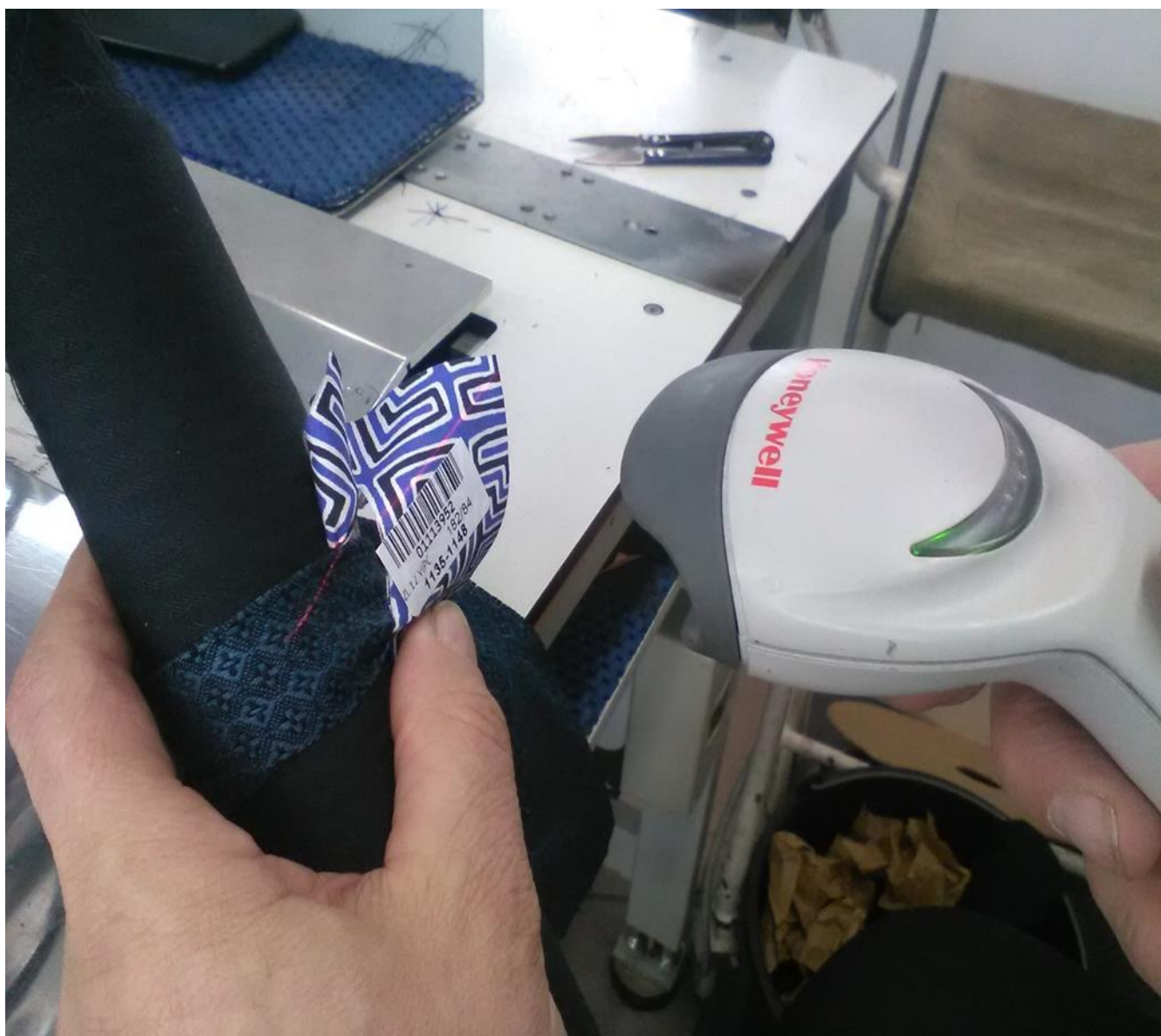


Przykład etykiety z kodem kreskowym.

W celu przeprowadzenia badań przemysłowych z programu do nadawania kodów egzemplarzowych powiązanych bezpośrednio z oprogramowaniem magazynowym wydrukowano etykiety zawierające kod kreskowy zawierający dane o danej partii produkcyjnej.

Etykiety naniesiono na każdy element odzieży lub pakiet zawierający elementy odzieży z danej partii produkcyjnej, a poszczególne stanowiska robocze wyposażono w czytniki kodów kreskowych podłączone do programu współpracującego z tymi czytnikami jednocześnie zobowiązując wszystkich pracowników do skanowania kodów kreskowych zawartych na elementach obrabianej odzieży zarówno przed rozpoczęciem jak i po zakończeniu obróbki tego elementu (pakietu) na danym stanowisku.

Dzięki skanowaniu kodu kreskowego z elementu (pakietu) odzieży jest możliwość określenia czasu, w którym dany element odzieży przybył na konkretne stanowisko robocze oraz kiedy je opuścił, co pozwala na określenie czasu jego obróbki na tym stanowisku. Na podstawie danych przesłanych do programu kadrowo – płacowego jest możliwość określić wydajności danego pracownika oraz automatycznie naliczyć mu wynagrodzenie za wykonaną pracę.



Skanowanie kodu kreskowego.

Dokładna analiza przebywania elementu odzieży lub paczki na poszczególnych stanowiskach roboczych pozwala określić te stanowiska, na których obróbka trwa najdłużej. W celu przyspieszenia produkcji należy te stanowiska zdublować, aby nie opóźniały produkcji.

Na podstawie przeprowadzonych badań jednoznacznie można stwierdzić, że system z wykorzystaniem kodów kreskowych umożliwia dokładne i bieżące śledzenie przepływu danego elementu odzieży w procesie produkcyjnym.

Na podstawie skanów kodów kreskowych bez problemu można określić na którym stanowisku roboczym w danej chwili przebywa wybrany element odzieży oraz jak długo trwa jego obróbka na poszczególnych stanowiskach roboczych co przyczynia się do sprawnego zarządzania procesem produkcyjnym.



Skanowanie kodu kreskowego przez szwaczkę.

Pomimo wielu zalet takiego systemu nie spełnia on w całości pokładanych w nim oczekiwań. Jego poważną wadą jest absorbowanie czasu pracownikom na odszukanie i wczytanie kodu kreskowego potwierdzającego przybycie elementu odzieży na dane stanowisko, a po zakończeniu procesu obróbki tego elementu na ponownie odszukanie i wczytanie kodu kreskowego potwierdzającego opuszczenie przez dany element odzieży tego stanowiska.

Niejednokrotnie ten czas się wydłuża w związku z problemami z odczytaniem kodu kreskowego ze względu na złą jakość wydrukowanego kodu. Wtedy dane elementu odzieży należy wpisać ręcznie, co zdecydowanie wydłuża całą procedurę monitoringu danego elementu. Takie wady testowanego systemu sprawiają, że pracownik poświęca dużo czasu na jego obsługę kosztem czasu

produkcyjnego kosztem, wpływa na wydajność produkcji, co przekłada się na ekonomię firmy.

Dlatego też postanowiono popracować nad innym systemem monitorowania procesu produkcji, który nie miałby takich wad jak system ze skanowaniem kodów kreskowych.

Ustalono, że należy popracować na systemem, który monitorowałby przepływ elementów odzieży w trakcie procesu produkcyjnego bez żadnego angażowania w ten proces pracowników lub przy ich minimalnym zaangażowaniu. Jest to możliwe przy wykorzystaniu fal radiowe do przesyłania danych z etykiety naniesionej na element (pakiet) odzieży do czytnika tych informacji w celu identyfikacji tego elementu.

7. Monitorowanie przepływu elementów odzieży w procesie produkcyjnym za pomocą czujników wysyłających fale radiowe.

W związku z koniecznością monitoringu elementów odzieży w trakcie procesu produkcyjnego, co przyczynia się do lepszego planowania produkcji oraz kontroli wydajności pracy pracowników, opracowano system identyfikacji i monitoringu elementów odzieży wykorzystujący fale radiowe.

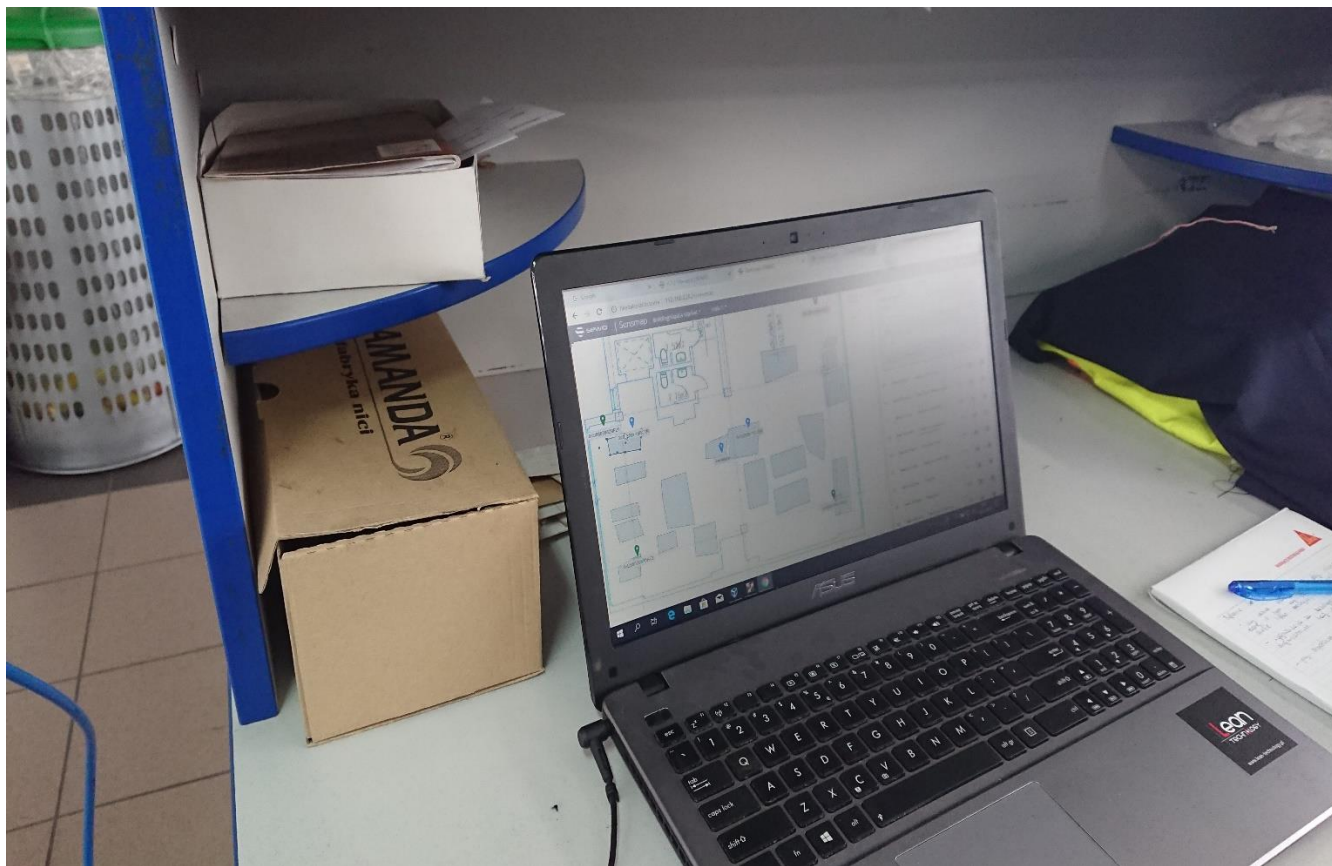
Ten system pozwala bez angażowania pracowników poszczególnych stanowisk roboczych uzyskać pełną informację, w jakim miejscu procesu technologicznego znajduje się w danej chwili wybrany element odzieży.



Czujniki wysyłające fale radiowe.

Przedmiotowy system polega na:

- 1) zamocowaniu do elementów (pakietów) odzieży czujników mobilnych przemieszczających się wraz z tymi elementami (pakietami) odzieży,
- 2) umieszczeniu na poszczególnych stanowiskach roboczych stacjonarnych czujników przypisanych odpowiednio tym stanowiskom,
- 3) umieszczonych na ścianach hali produkcyjnej (w rogach hali) anten pozwalających na odbiór fal radiowych wysyłanych przez poszczególne czujniki położenia (mobilne i stacjonarne).



Stanowisko monitoringu – laptop z oprogramowaniem

Fale radiowe wysyłane przez czujniki mobilne i stacjonarne są odbierane przez zainstalowane anteny i w ten sposób pozwalają na zlokalizowanie konkretnego czujnika zamocowanego do danego elementu (pakietu) odzieży lub do konkretnego stanowiska roboczego.

Dane z anten są przekazywane za pomocą routera WiFi do laptopa, w którym jest zainstalowane oprogramowanie dzięki któremu na bieżąco można monitorować położenie danego czujnika umiejscowionego na konkretnym elemencie odzieży, a tym samym położenie tego elementu w stosunku do poszczególnych stanowisk roboczych. Pozwala to na jednoznaczną identyfikację danego elementu w procesie produkcyjnym. Dodatkowo jest również możliwość określenia położenia tego elementu w stosunku do zainstalowanych anten, a tym samym w odniesieniu do ścian hali produkcyjnej. Ponadto na bieżąco widać na którym stanowisku roboczym znajduje się dany element odzieży i jak długo, co pozwala określić czas wykonania konkretnej czynności w procesie technologicznym na tym stanowisku, a tym samym wydajność pracownika pracującego na tym stanowisku.



Jedna z anten lokalizacyjnych.

Analizując otrzymane dane dotyczące produkcji można sprawniej zarządzać procesem produkcyjnym, gdyż wtedy wyraźnie widać, które stanowisko powoduje spowolnienie produkcji. Można wtedy szukać przyczyn takiego stanu rzeczy, czy po prostu pracownik jest mało wydajny, czy też operacja jest czasochłonna. W zależności od wyciągniętych wniosków można pracownika wymienić na bardziej wydajnego lub zdublować to stanowisko pracy, dzięki czemu efektywność produkcyjna zakładu się poprawia.

Testowany system monitoringu przepływu elementów odzieży umożliwia w bardzo dokładny sposób monitorować drogę danego elementu odzieży w procesie produkcji oraz umożliwia analizę, czy przemieszcza się on zgodnie z planem, czy też są jakieś zaburzenia w procesie produkcji. Jeżeli są jakieś zakłócenia w produkcji, to ten system daje możliwość szybkiej reakcji, aby te zakłócenia wyeliminować.

Należy podkreślić, że nowy system monitorowania przepływu elementów obrabianej odzieży w żaden sposób nie absorbuje czasu pracownikom poszczególnych stanowisk pracy, a tym samym nie spowalnia ich pracy, gdyż działa on bez ich udziału.

Dokładnie analizując testowany system monitorowania przepływu elementów obrabianej odzieży widać jego wady, którymi są:

- 1) zbyt duże gabaryty i dość ciężkie czujniki umocowane do elementów odzieży, co powoduje trudności z ich zamocowaniem do tych elementów oraz utrudniają obróbkę tych elementów. Podczas testów zdarzały się przypadki odrywania się czujników od monitorowanych elementów, co zaburzało cały proces monitoringu,

- 2) czujniki służące do monitorowania elementów odzieży mają własne źródło energii w celu wysyłania fal radiowych. Wymaga to ich doładowania co pewien czas, aby mogły prawidłowo funkcjonować, co wiąże się z zużyciem energii elektrycznej do ich ładowania oraz czasem potrzebnym do wykonania takiego procesu. Należy również brać pod uwagę wymianę źródeł energii na nowe, gdyż ich żywotność jest ograniczona, a to wiąże się z dodatkowymi kosztami,
- 3) w systemie monitoringu na bieżąco należy wprowadzić dane informujące o tym, który czujnik odpowiada jakiemu elementowi odzieży w ramach którego zamówienia, co wymaga dużo czasu, a tym samym zatrudnienia nowego pracownika,
- 4) przy zbyt dużym zagęszczeniu czujników, co ma miejsce przy dużej ilości elementów obrabianej odzieży, testowany system nie jest w stanie odczytać wszystkich informacji przesyłanych z tych czujników, a tym samym rozpoznać danych elementów obrabianej odzieży.

W związku z powyższym można jednoznacznie stwierdzić, że przedmiotowy system sprawdza się tylko i wyłącznie przy zbiorczych opakowaniach elementów odzieży przemieszczanych w pojemnikach, koszach, na wózkach, gdy czujników nie ma zbyt dużo. Badany system natomiast nie nadaje się do stosowania na pojedynczych sztukach poszczególnych elementów odzieży, gdyż niemożliwością jest śledzić tak dużą ilość czujników, a ponadto wymaga on zatrudnienia osób do jego obsługi oraz wydatkowania środków na jego utrzymanie, co wiąże się z dodatkowymi kosztami.

Reasumując może się okazać, że koszty utrzymania przedmiotowego systemu monitoringu przepływu elementów obrabianej odzieży mogą przekroczyć korzyści z jego wprowadzenia. Dlatego też koniecznością staje się opracowanie takiego systemu, który te wady by eliminował, np. za pomocą etykiet RFID.