

POPRAWA ERGONOMII MIEJSCA PRACY A SKUTECZNOŚĆ WIZUALNEJ KONTROLI JAKOŚCI. STUDIUM PRZYPADKU

Fryderyk WACHOWIAK, Agnieszka KUJAWIŃSKA

Streszczenie: Artykuł przedstawia wyniki badań pokazujących czy i w jaki sposób poprawa ergonomii miejsca pracy wpływa na skuteczność wizualnej kontroli jakości w przedsiębiorstwie branży przetwórstwa tworzyw sztucznych. Wykazano, że na skuteczność wizualnej kontroli jakości mierzoną frakcją wyrobów niezgodnych w stosunku do wyrobów zgodnych w kontrolowanej partii produkcyjnej wpływ mają warunki pracy.

Słowa kluczowe: czynniki ergonomiczne, środowisko pracy, skuteczność, kontrola jakości.

1. Wprowadzenie

Ergonomia jako nauka, zyskała popularność w ostatnich latach w głównej mierze jako prewencja kosztownych w swoich skutkach dolegliwości mięśniowo-szkieletowych [1]. Jej zastosowanie jest jednak dużo szersze. W swoim założeniu ergonomia koncentruje się na interakcji pomiędzy człowiekiem a otoczeniem. Dotyczy to zarówno pracy jak i wypoczynku. Jej celem jest dostosowanie systemów, produktów i środowiska do psychofizycznych, mentalnych umiejętności i ograniczeń ludzi [2].

Wdrożenie narzędzi, zasad i praw rządzących pracą (grec. ergon-praca, nomos-prawo) może przynieść wiele korzyści pracodawcy. Mając na uwadze fakt, iż głównym celem przedsiębiorstwa jest zysk, należy przedstawić opłacalność inwestowania w ergonomię.

Literatura przedmiotu dostarcza wiele przykładów na istnienie zależności pomiędzy wdrożeniem rozwiązań ergonomicznych, a poprawą wskaźników wydajności produkcji, jakości i innych (Tab. 1).

Tab. 1. Zagadnienia literaturowe. Źródło: opracowanie własne.

| Zaprezentowane zagadnienie | Autorzy | Pozycja literatury |
|--|--------------------|--------------------|
| Znaczenie czynnika ludzkiego w wydajności przemysłu rolnego | Abarquoei i Ahmad | [3] |
| Relacje zachodzące pomiędzy ergonomią a jakością w procesach montażu | Eklund | [4] |
| Poprawa jakości przez ergonomię oraz zależność pomiędzy ergonomią a jakością | Erdinc | [5] |
| Wpływ ergonomii na dolegliwości mięśniowo-szkieletowe i wydajność pracy. | Nasab i Abarqhouei | [6] |
| Określanie nowych ram metodologicznych do polepszenia wydajności w systemach montażu | Battini et al. | [7] |
| Wpływ ergonomii produkcyjnej na jakość produktów | Almgreen, Schaurig | [8] |

cd. Tab. 1

| | | |
|---|--------------------------|------|
| Łańcuch wartości i rezultaty z projektów ergonomicznych. | Lógó | [9] |
| Współczynnik zwrotu z inwestycji ROI z wdrożenia rozwiązań ergonomicznych oraz jego znaczenie dla biznesu. | Ip | [10] |
| Czynniki ekonomiczne i koszty ergonomii | Douphrate | [11] |
| Ocena ergonomiczna usprawnień organizacji w procesie produkcyjnym | Górska, Smagowicz | [12] |
| Wpływ wybranych czynników środowiska pracy na jakość procesu ręcznego montażu samochodowych wiązek kablowych | Hamrol, Kowalik | [13] |
| Wpływ ergonomii na produktywność w procesach montażu | Battini et al. | [7] |
| Opłacalność ergonomii i poprawy jakości w produkcji elektroniki | Helander, Burri | [14] |
| Przesłanki systemowe do stosowania ergonomii w przedsiębiorstwie, określając relacje zachodzące w procesie zarządzania działaniami w sferze ergonomii | Słowikowski | [15] |
| Integracja ergonomii z TQM | Talib, Rahman | [16] |
| Wzrost profitów dzięki ergonomii | MacLeod | [17] |
| Uwarunkowania ergonomiczne stanowisk montażowych w odniesieniu do wydajności pracy w warunkach stresu | Reifur | [18] |
| Wpływ ergonomii stanowiska montażu na jakość produktu i produktywność w przemyśle samochodowym | Falck et.al. | [19] |
| Wpływ wybranych czynników ergonomicznych na skuteczność kontroli jakości w przemyśle drzewnym | Wachowiak, Kujawińska | [20] |

Z prezentowanych w tablicy przykładów publikacji można wyciągnąć istotne wnioski. Przede wszystkim należy stwierdzić, że pomimo ciągłych badań w obszarze ergonomii miejsca pracy oraz jej wpływu na produkcję, problem oddziaływania ergonomii na skuteczność w procesie stuprocentowej kontroli jakości nadal nie został wyczerpany. Określenie zależności zachodzących pomiędzy warunkami pracy, a skutecznością procesu kontroli jakości, przedstawiona w niniejszym artykule, stanowi próbę uzupełnienia tej luki.

2. Ergonomia miejsca pracy

Do ergonomii miejsca pracy zaliczamy warunki materialnego środowiska pracy, w tym hałas, drgania mechaniczne, oświetlenie, promieniowanie, mikroklimat, szkodliwe gazy, pary i pyły. Istotną rolę pełnią także cechy przestrzennego stanowiska roboczego, organizacja stanowiska pracy, struktura organizacyjna zespołu ludzkiego i metody zarządzania oraz stosunki międzysobnicze w zespole [21].

W praktyce przemysłowej często dbanie o prawidłowe warunki pracy sprowadza się do spełnienia minimalnych wymagań prawnych w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. Mają one za zadanie jedynie ustrzec przed wypadkiem, ograniczając ryzyko jego wystąpienia. Ergonomia miejsca pracy za główny cel ma wykreowanie komfortowych warunków, minimalizujących zmęczenie, dolegliwości i złe samopoczucie pracowników.

Przyczynia się do poprawy jakości życia. Wpływa także na motywację i percepcję pracowników.

3. Wizualna kontrola jakości

W wielu przypadkach, w celu zapewnienia odpowiedniej jakości wyrobów, przy niewystarczającej stabilności procesu produkcyjnego, pracodawcy stosują kontrolę wizualną produktów na różnych jego etapach. Pomimo dostępności na rynku zautomatyzowanych urządzeń kontrolujących, dominującą rolę pełnią w tym aspekcie ludzie. Mimo swojej niedoskonałości i dużego ryzyka niewykrycia wad lub ich nieodpowiedniej oceny, najczęściej stosowana metoda kontroli jakości wykorzystuje zmysły człowieka.

Zmierzenie, oszacowanie lub sprawdzenie jednej lub kilku właściwości wyrobu, czy procesu, a następnie porównanie wyników z wymaganiami, ma na celu ocenienie, czy osiągnięto zgodność [22]. Najczęściej wymienione działania dotyczą wybranego aspektu jakości wyrobu lub procesu, uzyskanego w fazie powstawania, bądź eksploatacji wyrobu lub usługi. Służą one porównaniu jakości wykonania z jakością projektową.

Zadania kontrolne zwykle wykonywane są przez wyspecjalizowany personel. Najczęściej nie wchodzi w zakres obowiązków pracowników produkcyjnych. Produkty niezgodne ze specyfikacjami są odrzucane lub przekazywane do poprawy [23].

Według Johnsona i Funky'ego [24], kontrola jest ważnym czynnikiem potwierdzającym ewoluowanie systemu zapewnienia jakości procesów.

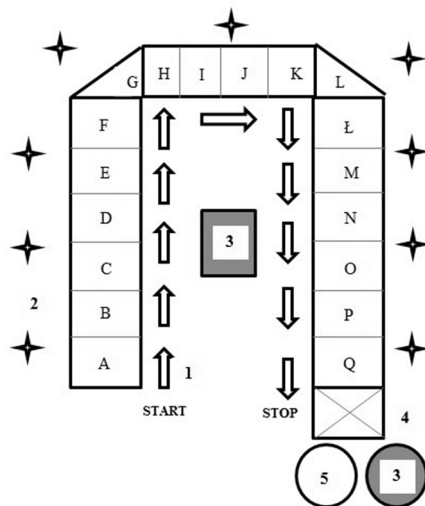
Głównym celem wizualnej kontroli jakości jest odseparowanie wyrobów posiadających widoczne nieuzbrojonym okiem wady. Kontrolę jakości uznaje się za skuteczną, gdy eliminuje wszystkie wadliwe wyroby z kontrolowanej próby, bez błędnego odrzucenia wyrobu zgodnego.

4. Przedmiot badań

Przedmiotem badań był zakład produkcyjny z branży przetwórstwa tworzyw sztucznych, z sektora małych i średnich przedsiębiorstw. Zakład produkuje zestawy klocków dla dzieci. Przedsiębiorstwo boryka się z problemem niezadowolającej skuteczności organoleptycznej, stuprocentowej kontroli jakości wyrobów gotowych.

Pracownicy działu mają za zadanie ocenę jakości oraz kompletowanie zestawów klocków. W tym celu przechodzą cykl kompletacyjny, od miejsca start do stop (Rys. 1). W trakcie wykonywania zadania roboczego, pochylając się, pracownicy pobierają zadaną ilość z osiemnastu rodzajów wyrobów, oznaczonych alfabetycznie A-Q, kontrolują ich jakość i umieszczają w pudełku. Ocenie wizualnej podlega kolor, zabrudzenia, uszkodzenia mechaniczne, nadlewy oraz niedolania tworzywa, przebarwienia, gratowanie pozostałości materiału w punkcie wtrysku. Detale niezgodne pod względem jakościowym odkładane są do wyznaczonego pojemnika.

W trakcie przejścia jednego cyklu kontrolerzy pokonują odległość 20 metrów. W godzinę pokonują średnio 15 przejść, a więc 300 metrów. W ciągu ośmiogodzinnego dnia pracy daje to 2500 metrów. Ciężar niesionego w ręce pudełka pustego to 465 g, pod koniec jednego cyklu 2378 g. Na ostatnim etapie zestaw jest ważony, celem potwierdzenia jego kompletności. Produkty zgodne trafiają na paletę wyrobu gotowego i do magazynu. Jeśli pojawi się odstępstwo od tolerancji wagowej, wyroby odkładane są do strefy braków produkcyjnych.



1-droga pracowników 20 metrów, 2- źródło światła, 3-wyroby niezgodne, 4-waga, 5-wyroby zgodne, A-Q – rodzaje elementów

Rys. 1. Stanowisko pracy kompletacji i kontroli jakości. Źródło: Opracowanie własne.

W skład jednego zestawu wchodzi 45 elementów, składających się z 18 rodzajów klocków (Tab. 2). Ilość elementów z danego rodzaju, jaką należy umieścić w opakowaniu zbiorczym znajduje się na etykiecie opakowania zbiorczego danego rodzaju detalu.

Wydajność pracy to średnio 105 zestawów na godzinę, a więc 840 na zmianę roboczą.

Tab. 2. Rodzaje i ilości sztuk w komplecie. Źródło: opracowanie własne.

| Rodzaj wyrobu | Il.szt./komplet | Rodzaj wyrobu | Il.szt./komplet |
|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| A | 3 | J | 2 |
| B | 5 | K | 3 |
| C | 4 | L | 2 |
| D | 2 | Ł | 1 |
| E | 1 | M | 4 |
| F | 2 | N | 2 |
| G | 2 | O | 2 |
| H | 2 | P | 2 |
| I | 4 | Q | 2 |

W okresie trzech miesięcy, w procesie kontroli wyrobu gotowego oraz zgłoszonych reklamacji, stwierdzono 9,5% wyrobów niezgodnych pod względem jakości. Najczęstszym problemem było zabrudzenie wyrobów - 6% oraz niedolane bądź nadlane detale - 2%. Pozostałe błędy stanowiły 1,5% wad. Nie stwierdzono błędów kompletacji, co świadczy o skutecznym procesie kontroli wagowej.

W celu poprawy skuteczności kontroli jakości przeanalizowano stanowiska pod kątem ergonomii. Określono czynniki ergonomiczne, mogące wpływać negatywnie na proces. Przeprowadzono badanie ankietowe dotyczące subiektywnych odczuć pracowników.

Następnie stanowisko poddano analizie metodą ekspercką, wykorzystując ergonomiczną listę problemową Pacholskiego [25]. Zestawienie wyników z obu źródeł wskazało czynniki, które należy zmierzyć i dostosować do wymagań i zaleceń ergonomii.

5. Badanie ankietowe

Ankiety subiektywnych odczuć pracowników przeprowadzono w grupie siedmiu osób zatrudnionych na analizowanym stanowisku. Badanie miało na celu zdiagnozowanie samopoczucia pracowników, odczuwanych przez nich dolegliwości mięśniowo-szkieletowych oraz ocenę warunków pracy.

Część pierwsza ankiety to charakterystyka badanych (Tab. 3). Wszyscy badani to kobiety, w wieku od 24 do 64 lat. Pracują na pełen etat, czterdzieści godzin tygodniowo. Staż pracy wynosi od 6 do 30 miesięcy, są to zatem zarówno osoby z dużym doświadczeniem jak i niedawno zatrudnione. W większości są to osoby praworęczne, mające od 156 do 170 cm wysokości.

Druga część formularza koncentruje się na odczuwanych dolegliwościach mięśniowo-szkieletowych, dając obraz komfortu pracy (Tab. 4), co stanowi punkt wyjścia dla diagnozy ergonomicznej.

Trzecia część kwestionariusza stanowi o wpływie warunków pracy na realizowane zadania robocze (Rys. 2 i 3).

Tab. 3. Charakterystyka badanych. Źródło: opracowanie własne.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Ile miesięcy pracujesz na obecnym stanowisku? | 30 | 18 | 24 | 12 | 6 | 24 | 18 |
| Ile godzin tygodniowo pracujesz na obecnym stanowisku? | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| W jakim dziale pracowałeś(aś) wcześniej? * | KJ | KJ | P | P | KJ | KJ | P |
| Rok urodzenia | 1984 | 1949 | 1989 | 1964 | 1985 | 1991 | 1972 |
| Płeć** | k | k | k | k | k | k | k |
| Waga (kg) | 70 | 54 | 43 | 67 | 70 | 53 | 75 |
| Wzrost (cm) | 170 | 164 | 156 | 168 | 162 | 160 | 160 |
| Ręczność | Prawo | Prawo | Prawo | Prawo | Prawo | Lewo | Prawo |

*KJ-kontrola jakości, P-produkcja

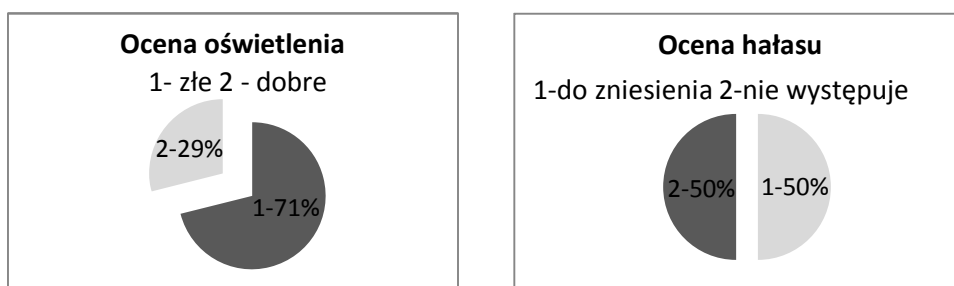
** k-kobieta

Ankietowani jednoznacznie wskazali na odczuwane w trakcie pracy dolegliwości: w obrębie szyi, dolnego odcinka pleców, środkowego odcinka kręgosłupa, pośladków, kończyn górnych i dolnych (Tab. 4). Jest to sygnał, iż stanowisko pracy nie jest dostosowane do pracowników, powodując odczuwany dyskomfort.

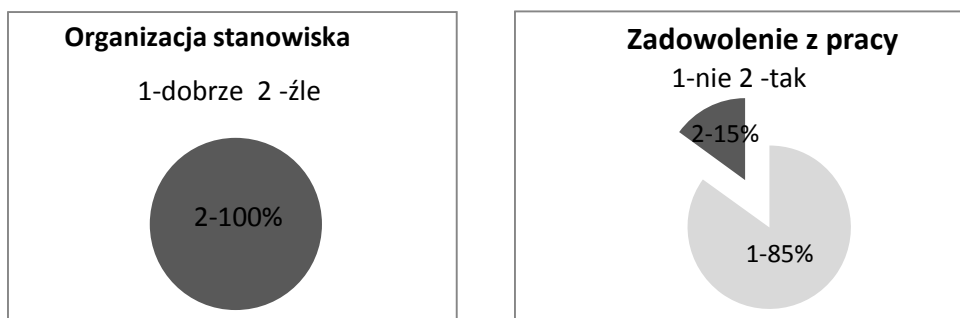
Większość pracowników uważa, że oświetlenie stanowiska pracy jest niewystarczające. Hałas ankietowani ocenili na znośny, bądź w ogóle nie odczuwalny (Rys. 2). Wszyscy badani źle oceniają organizację stanowiska pracy. Zdecydowana większość nie jest zadowolona ze swojej pracy (Rys. 3).

Tab. 4. Odczuwane dolegliwości. Źródło: opracowanie własne.

| Badana grupa | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Ocena dolegliwości |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|--------------------|
| Szyja | 4 | 3 | 2 | 3 | 0 | 1 | 1 | 4 bardzo duże |
| Górna część pleców | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 duże |
| Prawy bark | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 średnie |
| Lewy bark | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 małe |
| Środkowy odcinek pleców | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 brak |
| Dolny odcinek pleców | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | |
| Lewy łokieć | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| Prawy pośladek | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| Lewy pośladek | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| Lewe biodro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | |
| Lewe udo | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Prawe kolano | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| Lewe kolano | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| Prawe podudzie | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Lewe podudzie | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Prawy nadgarstek | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| Lewy nadgarstek | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| Prawe przedramię | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |



Rys. 2. Ocena oświetlenia oraz hałasu w miejscu pracy. Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3. Ocena stanowiska pracy oraz zadowolenia z pracy. Źródło: opracowanie własne.

Po przeprowadzonej diagnozie z wykorzystaniem problemowej listy ergonomicznej Pacholskiego [25] stwierdzono, iż analizowane stanowiska nie spełniają wymagań i zaleceń ergonomii w aspekcie oświetlenia, organizacji stanowiska roboczego, w tym:

- przestrzeni roboczej, pozycji przy pracy, zasięgu pracy ramion, rozmieszczenia elementów składowych stanowiska;
- wykonywania ruchów wykraczających poza naturalne zakresy, w tym skręty tułowia w obszarach usytuowania i rozmiarów miejsca pracy, dostosowanych do wymiarów i pozycji pracownika;
- siedzisk w aspekcie przestrzeni pracy i elementów wyposażenia stanowiska roboczego; wybranych elementów wyposażenia stanowiska roboczego, ich usytuowania w polu pracy oraz ich doboru ze względu na ciężar, rozmiary, bezpieczeństwo umiejscowienia;
- odbioru informacji w aspekcie łączności w układzie ludzie-ludzie, ludzie-maszyny, szczególnie w obszarze utrudnionego porozumiewania się;
- akustycznego środowiska pracy;
- postawy przy pracy, struktury ruchów roboczych związanych z obsługą stanowiska roboczego, obciążenia mięśniowego;
- wyeliminowania możliwości popełnienia prostych błędów na stanowisku roboczym.

6. Wyselekcjonowane czynniki ergonomiczne

Porównanie wyników ergonomicznej oceny eksperckiej stanowisk z informacjami uzyskanymi od pracowników wskazało obszary pracy wymagające dalszej analizy. Dokonano pomiarów oświetlenia w oparciu o normę PN-EN 12464 [26]. Wartości kształtowały się w przedziałach 456-580 lx w bliskim otoczeniu stanowiska roboczego oraz 580-670 lx na stanowiskach. Temperatura panująca w otoczeniu to 21-23° C. Poziom hałasu zmierzony według normy PN-81/N-01306 [27] na stanowiskach wynosi średnio 65 dB.

Analiza przestrzeni pracy w oparciu o PN-80/N-8001 [28] w zakresie danych ergonomicznych do projektowania stanowisk pracy i zasięgu rąk, dotyczyła wysokości umiejscowienia płaszczyzny roboczej oraz pozycji przyjmowanej podczas pracy. Wysokość płaszczyzny roboczej wynosiła 65 cm i malała wraz ze zmniejszającą się ilością detali do pobrania w opakowaniach zbiorczych. Wymuszało to coraz głębsze pochylanie tułowia przy każdej z osiemnastu stacji poboru elementów. Pracownicy przyjmowali pozycję stojącą, bez możliwości dowolnej zmiany na siedzącą.

Celem zwiększenia skuteczności kontroli jakości w aspekcie wzrostu wykrywalności wyrobów niezgodnych, zalecono wprowadzenie działań korygujących w obszarze dostosowania stanowiska roboczego do uwarunkowań psychofizycznych pracowników.

7. Dostosowanie stanowiska do wymagań i zaleceń ergonomii

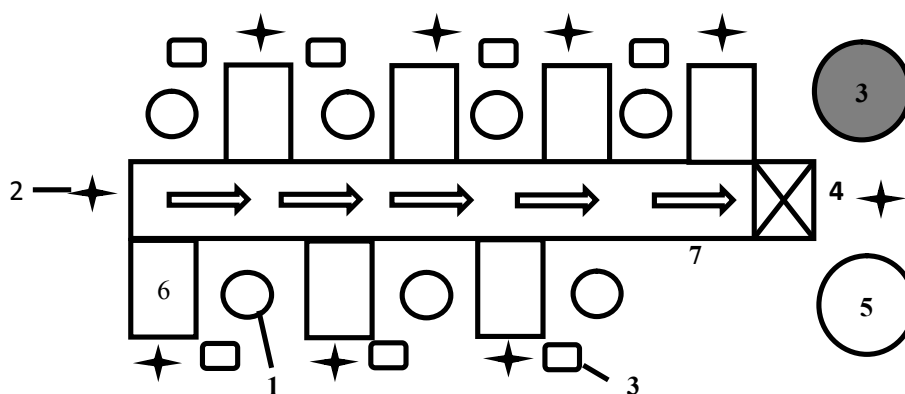
Zakład produkcyjny wdrożył zaproponowane zmiany. Dokonano reorganizacji miejsca pracy – wprowadzono swoistą linię produkcyjną wyposażoną w stoły robocze z siedziskami. Umożliwiło to pracę w pozycji stojącej i siedzącej. Wymiary wyposażenia zostały dostosowane do populacji między 5 a 95 centylem, wykorzystując atlas antropometryczny Giedliczki [29]. Na całej długości pomiędzy stanowiskami pracowników

stworzono transporter po którym wzdłuż stanowisk roboczych przesuwane są pudełka zbiorcze wyposażone w kółka. Na końcu linii znajduje się waga kontrolna. Pracownicy pobierają, kontrolują i kompletują od 2-3 rodzajów elementów. Detale zostały przydzielone do stanowisk pod względem ilości wchodzących w skład zestawów (Tab. 5). Pozwoliło to na zmniejszenie ryzyka pomyłki w liczbie elementów danego rodzaju.

Tab. 5. Rodzaje i ilości wyrobów na stanowisku. Źródło: opracowanie własne.

| Stanowisko | Rodzaj wyrobu | Il.szt./komplet | Stanowisko | Rodzaj wyrobu | Il.szt./komplet |
|------------|---------------|-----------------|------------|---------------|-----------------|
| I | A | 3 | IV | J | 2 |
| | K | 3 | | V | L |
| II | C | 4 | VI | | N |
| | I | 4 | | O | 2 |
| M | 4 | P | | 2 | |
| III | D | 2 | VII | Q | 2 |
| | F | 2 | | E | 1 |
| | G | 2 | | Ł | 1 |
| IV | H | 2 | | B | 5 |

Pracownicy są usytuowani po przekątnej, co umożliwia im swobodną komunikację w trakcie pracy. Doświetlono stanowiska pracy do poziomu 1000 lx z na stanowisku oraz 750lx w bliskim otoczeniu – bezpośrednio nad stanowiskami roboczymi zainstalowano dodatkowe punkty świetlne. Przy każdym stole roboczym znajduje się miejsce odkładcze wyrobów niezgodnych. Daje to możliwość natychmiastowego określenia wyrobów najbardziej wybrakowanych oraz podjęcia odpowiednich działań korygujących w procesie.



1-siedzisko, 2-oświetlenie, 3-wyroby niezgodne, 4-waga, 5-wyroby zgodne, 6-stół roboczy, 7-transporter.

Rys. 4. Stanowisko kontroli jakości i kompletacji po korekcie. Źródło: opracowanie własne.

Po miesiącu pracy w poprawionych warunkach, przeprowadzono ponowne badania ankietowe oraz analizę braków w wyrobach gotowych.

Osiągnięto redukcję braków z 9,5% do 4,5% oraz wzrost wydajności o 25%. Wyniki ponownych badań ankietowych wskazują na wzrost zadowolenia pracowników, zmniejszenie odczuwanego dyskomfortu (Tab. 6).

Tab. 6. Odczuwane dolegliwości po korekcie. Źródło: opracowanie własne.

| Badana grupa | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Ocena dolegliwości |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|--------------------|
| Szyja | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 bardzo duże |
| Górna część pleców | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 duże |
| Prawy bark | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 średnie |
| Lewy bark | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 małe |
| Środkowy odcinek pleców | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 brak |
| Dolny odcinek pleców | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| Lewy łokieć | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| Prawy pośladek | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| Lewy pośladek | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| Lewe biodro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| Lewe udo | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Prawe kolano | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| Lewe kolano | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| Prawe podudzie | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Lewe podudzie | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Prawy nadgarstek | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| Lewy nadgarstek | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| Prawe przedramię | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |

Wnioski z badań wskazują na zachodzące relacje pomiędzy dostosowaniem stanowisk pracy do wymagań i zaleceń ergonomii, a skutecznością kontroli jakości.

8. Podsumowanie

W artykule przedstawiono rolę, jaką wybrane czynniki ergonomiczne odgrywają w skuteczności procesu kontroli jakości. Wyniki przedstawionych badań odnoszą się do procesu kontroli jakości w wybranym przedsiębiorstwie produkcyjnym. Można je uogólnić na procesy kontroli jakości w innych zakładach produkcyjnych, w których jakość mierzona jest liczbą frakcji braków w wyrobach finalnych, zależnych przede wszystkim od człowieka. Należy jednak pamiętać, że dostosowanie do wymagań i zaleceń metod oraz technik ergonomii jest indywidualne dla każdego pracownika na konkretnym stanowisku pracy.

Literatura

1. MacLeod D.: The ergonomic kit for general industry. Taylor and Francis, USA 2006.
2. Helander M.: Handbook of Human Factors and Ergonomics. John Willey and Sons Inc., USA 2012.
3. Abarquoei N.S., Ahmad S.: Place and role of human factors engineering in agricultural sector productivity. The 1st National Conference of New Technologies in Agriculture and Natural Resources, 2009, Rasht, 2455-2459.
4. Eklund J.: Ergonomics, quality and continuous improvement - Conceptual and empirical relationships in an industrial context. Ergonomics. Vol. 40. Issue 10. 1997. 982-1001.

5. Erdinc O.: Quality improvement through ergonomics methodology: conceptual framework and an application. *International Journal of Productivity and Quality Management*, Volume 3, Number 3, 2008 , 311-324.
6. Abarqhouei N.S., Nasab H.H.: Total Ergonomics and Its Impact in Musculoskeletal Disorders and Quality of Work Life and Productivity. *Scientific Research*, USA 2011.
7. Battini D.: New methodological framework to improve productivity and ergonomics assembly system design. *International Journal of Industry Ergonomics*, USA 2011.
8. Almgren J, Schaurig C.: The influence of production ergonomics on product quality. *Chalmers Reproservice*, Sweden 2012.
9. Lógó M.: The Value Chain and The Benefits of Ergonomis Projects. *Management and Marketing – Craiova*, issue 1, 2007, 159-165.
10. Ip W.: ROI of Ergonomic Improvements: Demonstrating Value to the Business. *ASSE Professional Development Conference and Exhibition*, San Antonio 2009.
11. Douphrate D.: The Economics and Cost Justification of Ergonomics *Colorado State Univeristy*, USA 2004.
12. Górska E., Smagowicz J.: Ergonomic assement of organizational improvements in manufacturing process. *Ergonomics – the tool of innovation*, The 5th International Conference of Ergonomics, Warszawa 2009, 12-13.
13. Hamrol A., Kowalik D.: Wpływ wybranych czynników środowiska pracy na jakość procesu ręcznego montażu samochodowych wiązek kablowych. *Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji*, vol. 26, nr 2, 2006, 229-238.
14. Hellander M., Burri G.: Cost effectiveness of ergonomics and quality improvements in electronics manufacturing. *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol.15, Issue 2, 1995, 137–151.
15. Słowikowski J.: Zastosowanie ergonomii w przedsiębiorstwie – przesłanki systemowe. *Bezpieczeństwo Pracy* nr 9, CIOP, 2003.
16. Talib F., Rachman Z.: Integration total quality management and ergonomics: an approach to enhanced organization performance. *Indian Institute of Technology*, India 2008.
17. MacLeod D.: The rules of work. The practical engineering guide to ergonomics. *Taylor and Francis*, USA 2013.
18. Reifur B.: Metoda oceny uwarunkowań ergonomicznych stanowisk montażowych a wydajność pracy w warunkach stresu. *Technologia i Automatykacja Montażu*, 3/2008, Warszawa 2008.
19. Falck A.: The influence of assembly ergonomics on product quality and productivity in car manufacturing - a cost benefit approach. *Nordic Ergonomic Society Conference*, Finland 2002.
20. Kujawińska A., Wachowiak F.: Wpływ wybranych czynników ergonomicznych na skuteczność kontroli jakości. *Inżynieria Maszyn*, rocznik 18, zeszyt 1/2014, 51-60.
21. Górska E.: Ergonomia. Projektowanie, diagnoza, eksperymenty. *Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej*, Warszawa 2007.
22. Hamrol A.: Zarządzanie jakością z przykładami. *PWN*, Warszawa 2011.
23. Hamrol A., Mantura W.: Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka. *Wydawnictwo Naukowe PWN*, Warszawa 2011.
24. Johnson S., Funke D.: An analysis of humand reliability measures in visual inspection. *Journal of Quality Technology*, vol. 12, no. 2, 1980, 71-74.

25. Pacholski L.: Metodologia diagnozowania ergonomicznego w przedsiębiorstwie przemysłu meblarskiego. Rozprawy nr 81, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1977.
26. PN-EN 12464-1:2012. Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. PKN, 2012.
27. PN-81/N-01306. Hałas. Metody pomiaru. Wymagania ogólne.
28. PN-80/N-8001. Dane ergonomiczne do projektowania. Granice zasięgu rąk. Wymiary.
29. Giedliczka A.: Atlas miar człowieka. Dane do projektowania ergonomicznego. CIOP, Warszawa 2001.

Dr inż. Agnieszka KUJAWIŃSKA
Mgr inż. Fryderyk WACHOWIAK
Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji
Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania
Politechnika Poznańska
60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3
tel./fax: 48 61 665 27 38
e-mail: agnieszka.kujawinska@put.poznan.pl
fryderyk.wachowiak@interia.pl