

Dorota DURAJ¹

Opiekun naukowy: Sławomir KUKLA²

DOSKONALENIE ERGONOMII I ORGANIZACJI PRACY NA PRZYKŁADOWYM STANOWISKU Z WYKORZYSTANIEM METODY MTM

Streszczenie: W niniejszym artykule przedstawiono wykorzystanie podstawowych narzędzi odchudzonego wytwarzania na przykładowym stanowisku pracy. Uwzględniono szereg metod szczupłego wytwarzania scalonych koncepcją ERGOlean, która oprócz działań Lean Manufacturing, ujmuje aspekt związany z ergonomią projektowanych procesów. Przedstawiono proces doskonalenia istniejącego przebiegu pracy zgodnie z myślą przewodnią koncepcji Kaizen, której wdrożenie w konsekwencji przyniosło wiele korzyści. Racjonalizacja przebiegu pracy pozwoliła na wyeliminowanie czynności zbędnych oraz nadmiernie obciążających pracownika a w efekcie osiągnięto wzrost wydajności pracy.

Słowa kluczowe: odchudzone wytwarzanie, Kaizen, 5S, ERGOlean, MTM

IMPROVING THE ORGANIZATION OF WORK WITH THE USE OF LEAN MANUFACTURING TOOLS ON AN EXAMPLE WORKSTATION

Summary: This article presents the use of basic lean manufacturing tools at an example workplace. A number of lean manufacturing methods were included, integrated with the ERGOlean concept, which, in addition to Lean Manufacturing activities, also covers the aspect related to the ergonomics of the designed processes. The process of improving the existing workflow was presented in accordance with the main idea of the Kaizen concept, the implementation of which consequently brought many benefits. Rationalization of the work process allowed for the elimination of unnecessary activities and those that excessively burdened the employee, and as a result, an increase in work efficiency was achieved.

Keywords: lean manufacturing, Kaizen, 5S, ERGOlean, MTM

¹ Inż., Uniwersytet Bielsko Bialski, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, Specjalność: Inżynieria Zarządzania Produkcją, s56019@student.ubb.edu.pl

² Dr inż., Uniwersytet Bielsko Bialski, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, skukla@ubb.edu.pl

1. Wstęp

Przedsiębiorstwa produkcyjne od niemal zawsze stawiają czoła doskonaleniu zaprojektowanych już procesów, aby móc osiągnąć coraz lepsze wyniki oraz przyczynić się do tego, aby pracownicy byli bardziej wydajni przy jednoczesnym mniejszym nakładzie użytej siły. Związane jest to z otoczeniem jakim dysponuje przedsiębiorstwo, ponieważ pracownik pracujący w lepszych dla niego warunkach przynosi wymierne korzyści będące podstawą osiągnięcia określonego celu przedsiębiorstwa. Doskonalenie organizacji miejsca pracy jest procesem ciągłym, który ukrywa w sobie pewną stałość, ponieważ tylko dzięki stałemu monitorowaniu oraz obserwowaniu wyników jakie osiąga firma z zaprojektowanych procesów, można na bieżąco zauważać niedoskonałości w przebiegu pracy, które w znacznym stopniu będą obniżać wydajność, a na ich podstawie wprowadzać bardzo szybko rozwiązania, gdyż drobne zmiany nie generują wysokich kosztów oraz ich wdrożenie nie jest czasochłonne. [6] Mogą to być nawet najdrobniejsze usprawnienia, które w przeliczeniu na zmianę, tydzień czy miesiąc pracy, przynoszą kolosalne oszczędności w postaci redukcji np. czasochłonności wykonywanych działań, które bezpośrednio będą wpływały na obniżenie kosztów wytworzenia. [5]

2. Doskonalenie ergonomii na stanowisku pracy

Ciągle doskonalenie stanowi podstawę rozwoju, ponieważ według Heraklita „Jedyną stałą rzeczą jest zmiana”. Doskonalenie może opierać się na drobnych usprawnieniach i powinno być celem każdego pracownika zatrudnionego w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Nie chodzi tutaj o kolosalne projekty poprawy procesu czy inwestycje w kosztowne przedsięwzięcia, ale należy skupić się na szukaniu drobnych niedoskonałości w już zaprojektowanych procesach, ponieważ właśnie takie systematyczne działania mają potencjał utrzymać się w przedsiębiorstwie na długi okres czasu. Tylko systematyczne poszukiwanie i wprowadzanie drobnych zmian może prowadzić do osiągnięcia sukcesu, jakim jest możliwość zwiększenia produktywności oraz wydajności wraz z mniejszym nakładem pracy wszystkich zaangażowanych w wykonanie wyrobu gotowego. [7]

Obok narzędzi szczupłego wytwarzania, istotną kwestię w doskonaleniu miejsca pracy stanowi aspekt ergonomiczny stanowiska pracy. Jest to jeden z najważniejszych elementów, które trzeba dogłębnie przeanalizować w momencie projektowania bądź przebudowy stanowiska pracy, ponieważ jakość ergonomiczna zaprojektowanego/zbudowanego stanowiska bezpośrednio wpływa na wydajność wykonywanych zadań przez pracownika. Analiza ergonomiczna pozwala na zidentyfikowanie tych czynności, które powodują, że pracownik musi wykonywać wymuszone ruchy, będące powodem zmęczenia fizycznego, psychicznego, sensorycznego oraz emocjonalnego. [2]

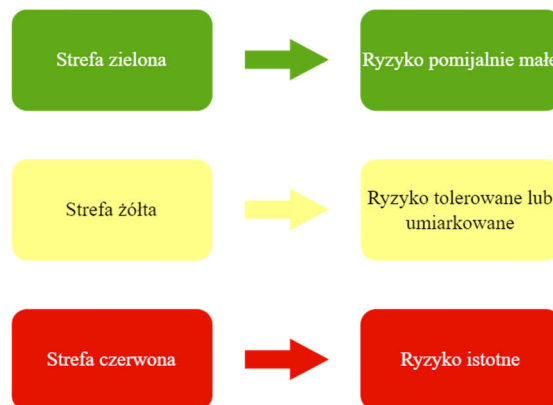
Doskonalenie miejsca pracy w znacznej części wiąże się z jego przebudową bądź zaprojektowaniem w taki sposób, aby ograniczyć lub wyeliminować obciążające ruchy. Działanie to przyniesie jednak wymierne efekty, ponieważ dzięki lepszemu umiejscowieniu materiałów będących przedmiotem produkcji pracownik będzie w stanie wyprodukować więcej w krótszym czasie. W celu optymalizacji przebiegu produkcji coraz częściej stosuje się metodę ruchów elementarnych MTM, która daje

możliwość wyodrębnienia każdego, najmniejszego ruchu wykonywanego przez pracownika, przez co pozwala wykryć te czynności, które są zbędne oraz charakteryzują się długim czasem wykonania.

Dzięki systematycznemu doskonaleniu procesów przedsiębiorstwo jest w stanie na bieżąco identyfikować niedoskonałości oraz wprowadzając zmiany uzyskać zwiększenie wydajności. [1]

3. Analiza ergonomiczna

Analiza ergonomiczna ma na celu ocenę jakości ergonomicznej stanowiska pracy. Wyniki analizy mogą być przedstawione w skali trójstopniowej, w której wyznacza się trzy strefy: zieloną, żółtą oraz czerwoną.



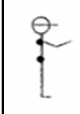


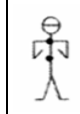

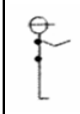
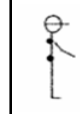


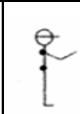


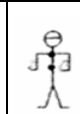

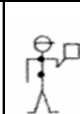






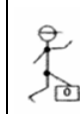





Rysunek 1. Trójstopniowa ocena ergonomii stanowiska – opracowanie własne na podstawie [3]

Przedstawione powyżej trzy strefy (Rys.1) określają czy stanowisko poddane analizie wymaga przebudowy, aby udoskonalić przebieg pracy pod względem ergonomicznym oraz wyeliminować przyczynę powstawiania urazów oraz chorób zawodowych.

Analiza zostanie przeprowadzona na podstawie tabeli ergonomicznej (Rys.2), w której uwzględnione jest 9 typów pozycji przyjmowanych na stanowisku pracy. Do każdej pozycji przypisane są 3 poziomy – odpowiadające trzem strefom z trójstopniowej skali:

- zielony – który nie wymaga żadnych zmian na stanowisku pracy, pozycja przyjmowana przy pracy jest ergonomiczna, czynności tej przypisuje się 1 pkt,
- żółty – powinno się rozważyć możliwość przeprowadzenia zmian na stanowisku, stanowisko można poprawić pod względem ergonomii, czynności tej przypisuje się 2 pkt,
- czerwony – konieczne jest natychmiastowe przebudowanie stanowiska, pozycja przyjmowana przy pracy jest nieergonomiczna oraz szkodliwa dla zdrowia przy długotrwałym wykonywaniu, czynności tej przypisuje się 3 pkt.

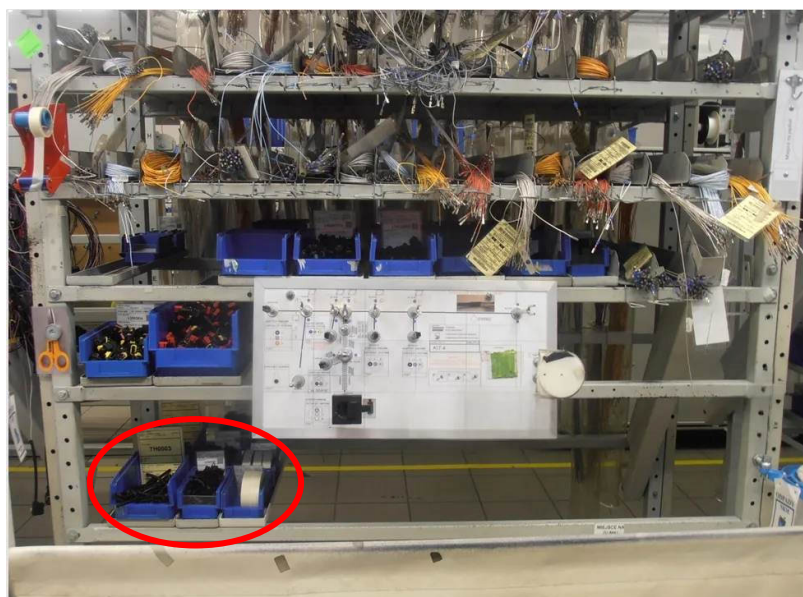
Kąt zgięcia w pasie			Kąt obrotu w pasie			Wysokość ramienia pracy		
3	2	1	3	2	1	3	2	1
więcej niż 45°	15° - 45°	0° - 15°	większy niż 45°	15° - 45°	0° - 15°	Wyżej niż bark	Na wysokości barku	Na wysokości pasa
								
Kąt zginania i prostowania kolan			Obrót nadgarstka			Precyzja, trudność ruchów, koncentracja		
3	2	1	3	2	1	3	2	1
więcej niż 60°	30° - 60°	0° - 30°	większy niż 180°	90° - 180°	0° - 90°	Wysoko precyzyjne	Średnio precyzyjne	Mało precyzyjne
								
Zakres pracy			Chodzenie			Transport		
3	2	1	3	2	1	3	2	1
więcej niż 90°	45° - 90°	0° - 45°	więcej niż 10 kroków	5 - 9 kroków	0 - 4 kroków	więcej niż 5 kg	3 - 5 kg	0 - 3 kg
								

Rysunek 2. Tabela ergonomiczna, wyróżniająca 9 typów ruchów [3]

Należy nieustannie dążyć do eliminowania pozycji oznaczonych kolorem czerwonym, a starać się tak zaprojektować stanowisko pracy, aby pozycja przyjmowana podczas pracy, znajdowała się w strefie pierwszej – zielonej. Minimalna liczba punktów jaką czynność może uzyskać to 9 pkt (sytuacja najlepsza), a maksymalna liczba punktów to 27 pkt (sytuacja najgorsza).

Analiza ergonomiczna pracy fizycznej na stanowisku pracy przedstawia, która czynność wpływająca na wykonanie zadania produkcyjnego jest najbardziej obciążona pod względem ergonomicznym, czyli określa w jakim stopniu obciążona fizycznie jest dana czynność wykonywana na danym stanowisku pracy. Z analizy ergonomicznej oceny procesu pracy fizycznej na stanowisku montażu podzespołu KITBL004C do wiązki elektrycznej wynika, iż najbardziej obciążone ergonomicznie są następujące czynności związane z wytworzeniem gotowego półproduktu podlegającego dalszej obróbce, tj.:

- pobranie rurki TH0003,
- pobranie adaptera 15369198,
- pobranie białej taśmy M0988001,
- oraz pobranie narzędzia AT11 ułatwiającego montaż rurki TH0003.



Rysunek 3. Stanowisko pracy – identyfikacja nieodpowiedniego umiejscowienia komponentów – opracowanie własne

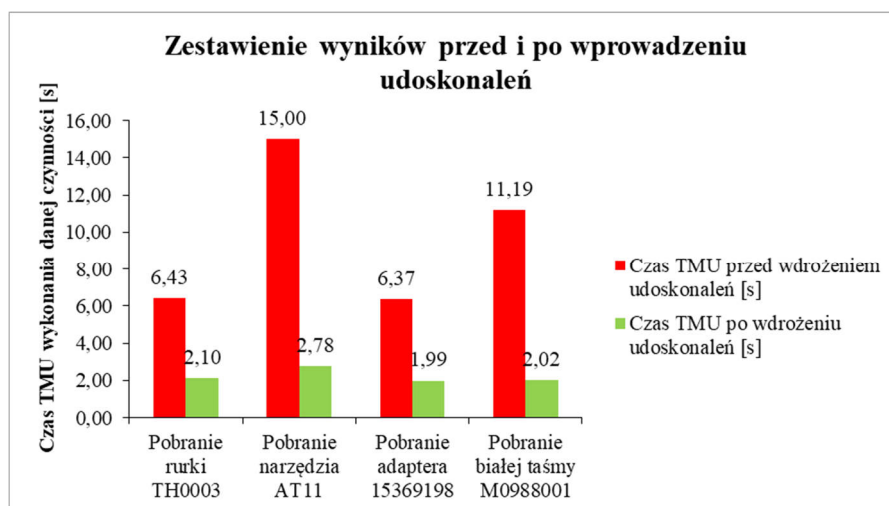
Operator na stanowisku ST10-MK02 ma umiejscowione 3 komponenty (rurka TH0003, adapter 15369198 oraz biała taśma M0988001) na najniższym poziomie (zaznaczono na Rys.3). Tak umiejscowione komponenty sprawiają, że operator podczas wykonywanej pracy szybciej się męczy oraz czuje dyskomfort, a pracując przez dłuższy okres czasu na stanowisku z tak umiejscowionymi komponentami może dojść do urazu kręgosłupa, co będzie się wiązało z postępowaniem choroby zawodowej.

Nieodpowiednie umiejscowienie komponentów takich jak rurka TH0003, adapter 15369198 oraz biała taśma M0988001 odpowiada za znaczne obciążenie pracownika podczas wykonywania takich czynności jak: pobranie rurki TH0003, pobranie adaptera 15369198 oraz pobranie białej taśmy M0988001 w celu wytworzenia podzespołu KITBL004C. Aby pobrać te komponenty operator musi się pochylić, wykonując zgięcie w pasie powyżej 45° oraz ugiąć i wyprostować kolana pod kątem powyżej 60° . Czynności te zostały przypisane do strefy czerwonej zgodnie ze skalą trójstopniową analizy ergonomicznej, co świadczy o konieczności przebudowania stanowiska pracy, ponieważ wykonywanie tych czynności jest nieergonomiczne i stanowi zagrożenie dla zdrowia operatora – czynności otrzymały po 3 punkty zgodnie z tabelą ergonomiczną wyróżniającą 9 typów ruchów.

Czynnością, która również została zakwalifikowana jako nieergonomiczna i stanowiąca zagrożenie dla zdrowia jest pobranie narzędzia AT11 ułatwiającego montaż rurki TH0003. Na stanowisku ST10-MK02 brakuje umiejscowionego narzędzia AT11, które jest niezbędne do prawidłowego montażu. Pracownik musi wykonać więcej niż 10 kroków (około 4m), żeby pobrać narzędzie ze zbiorczej tablicy narzędziowej zlokalizowanej na hali produkcyjnej, aby pracownicy mieli dostęp do zbioru narzędzi niezbędnych do montażu podzespołów w danym gnieździe stanowisk montażowych.

Czynności, które w wyniku przeprowadzonej analizy ergonomicznej otrzymały 2 punkty nie stanowią konieczności wprowadzenia udoskonalenia, lecz należy zastanowić się czy istnieje sposób wprowadzenia korzystnej zmiany, aby czynności te można było przypisać do strefy zielonej. Czynności te znalazły się w strefie żółtej według skali trójstopniowej, ponieważ stanowią one precyzyjne ruchy, na wykonanie których operator musi zwrócić szczególną uwagę oraz wymagają one wysokiej koncentracji. Tymi czynnościami jest wykonywanie taśmowania – operator musi wykonać precyzyjne ruchy taśmą w celu zataśmowania przewodów, aby zachować szczelność.

Pozostałe czynności, które w analizie ergonomicznej otrzymały 1 punkt nie stanowią podstawy do wprowadzania zmian oraz udoskonalień, ponieważ wykonywanie ich nie powoduje nadmiernego obciążenia pracownika wynikającego ze złego umiejscowienia przewodów oraz komponentów. Wykonywanie tych czynności jest ergonomiczne. Optymalizacja czasu wykonania czynności najbardziej obciążających pracownika została przedstawiona na poniższym wykresie.



Rysunek 4. Przedstawienie wyników przed i po wdrożeniu usprawnień pochodzących z analizy ruchów elementarnych – opracowanie własne

4. Analiza ruchów elementarnych MTM

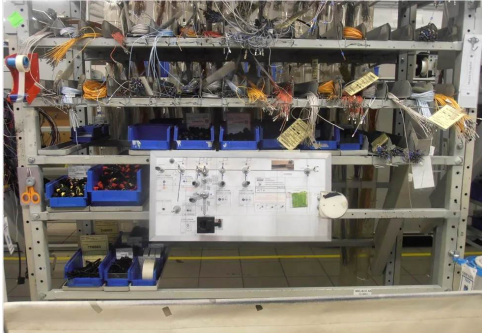
Analiza ruchów elementarnych (z ang. Methods–Time Measurement) polega na wyodrębnieniu ruchów wykonywanych przez pracownika, które nie podlegają dalszemu podziałowi. Sekwencjami ruchów elementarnych obejmującymi metodę MTM-1 są:

- ruchy ręki – obejmujące takie ruchy jak sięgnąć, chwycić, przenieść, obrócić, puścić, łączyć, nacisnąć, rozdzielić;
- ruchy oczu – obejmujące zakres pracy zmysłu wzroku tj.: przesunąć spojrzenie, przyjrzeć się;

- ruchy tułowia oraz kończyn dolnych – obejmujące takie ruchy jak ruch stopy, ruch nogi, chodzenie, kroki boczne, obrót tułowia, pochylenie, schylenie, ukłęknięcie na jedno lub oba kolana, siadanie, wstawanie.

Wyznaczenie czasu trwania wyodrębnionego ruchu elementarnego odbywa się za pomocą dostępnych normatywów ruchów elementarnych, które uwzględniają np. odległość, ciężar, natężenie uwagi. Każdy ruch jest kodowany za pomocą oznaczenia literowego oraz cyfrowego, co świadczy o jednoznaczności każdego z ruchów. [4]

Tabela 1. Karta analizy MTM – opracowanie własne

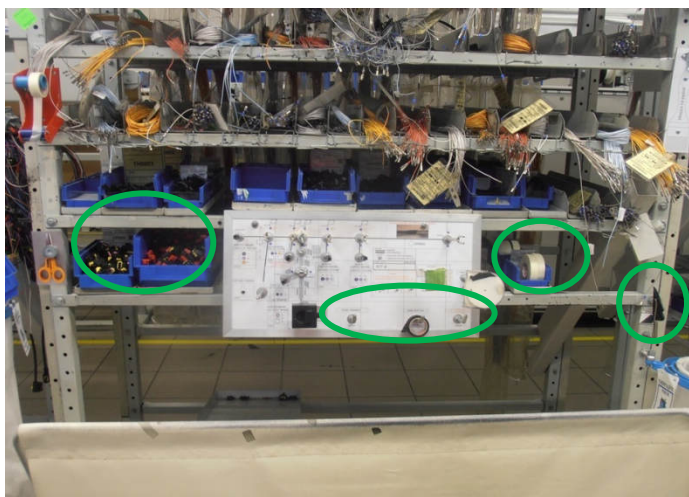
Karta analizy MTM		
Nr zlecenia FI588201007	Zadanie pracy Wykonanie podzespołu KITBL004C do wiązki elektrycznej	Nr ewidencyjny 058022-01
Liczba sztuk w zleceniu 140		Data 03.01.2023
Środek produkcji		Przedmiot pracy
Nazwa - nożyczki - taśma izolująca przewody - środki ochrony: okulary ochronne, rękawiczki, fartuch, odpowiednie - tablica kitowa		Nazwa podzespołu KITBL004
Narzędzia - narzędzie AT11 ułatwiające nakładanie rurek na przewody		Typ C
Analizował Dorota Duraj	Warunki pracy dobre	
Szkic: 	Metoda pracy: - pobranie odpowiedniego złącza oraz wpięcie go do określonego bloczka na tablicy kitowej zgodnie z kartą technologiczną, - następnie zamontowanie odpowiedniej ilości przewodów do złącza (3 przewody widoczne na tabliczce kitowej) zgodnie z kartą technologiczną, - założenie rurki TH0003 za pomocą odpowiedniego narzędzia oraz założenie adaptera 15369198, - wykonanie taśmowania na końcu rurki w tzw. „cukierek” – zataśmowanie rurki, - wykonanie ciągłego taśmowania taśmą bawełnianą na odległość 20 cm w miejscu pokazanym na tablicy, - wykonanie taśmowania punktowego białą taśmą M0988001 zgodnie z layoutem tablicy kitowej, - zwinięcie całego podzespołu i spięcie gumką, - odwieszenie gotowego podzespołu KITBL004C na wieszak konsumpcyjny.	
Zestawienie normy czasu pracy		Czas norm. [min.]
Czas wykonania	tw	1,18
Czas uzupełniający 12% tw	tu	0,14
Czas jednostkowy	tj	1,32
Czas przygotowawczo-zakończeniowy	tpz	
Uwagi		

Przeprowadzenie analizy ruchów elementarnych metodą MTM, pozwoliło na przedstawienie przebiegu pracy w istniejących warunkach, czyli wyodrębnieniu wszystkich ruchów wykonywanych przez operatora na stanowisku pracy oraz wyznaczenie niezbędnego czasu na wykonanie podzespołu KITBL004C biorąc pod uwagę aktualnie zaprojektowane stanowisko pracy. Zgodnie z kartą analizy MTM

(Tab.1), czas jednostkowy potrzebny do wytworzenia jednej sztuki podzespołu KITBL004C wynosi 1,32 minuty, czyli 79 sekund.

5. Wprowadzenie usprawnień na stanowisku pracy

Na stanowisku pracy ST10-MK02 podczas montażu podzespołu KITBL004C zgodnie z przeprowadzoną analizą ergonomiczną, zostały zidentyfikowane zbędne oraz nieergonomiczne ruchy – przypisane w skali trójstopniowej do strefy czerwonej. Ruchy związane z wykonaniem czynności powodowały znaczne obciążenie pracownika, ponieważ operator musiał pochylić się, wykonując zgięcie w pasie powyżej 45° oraz ugiąć i wyprostować kolana pod kątem powyżej 60°, a także na stanowisku brakowało umiejscowionego narzędzia AT11 niezbędnego do przeprowadzenia prawidłowego montażu, z tego względu operator musiał wykonywać więcej niż 10 kroków, aby pobierać narzędzie z tablicy narzędziowej oddalonej od stanowiska o około 4m.



Rysunek 5. Stanowisko pracy ST10-MK02 po wdrożeniu udoskonaleń – opracowanie własne

Wykrycie na stanowisku ST10-MK02 czynności nieergonomicznych i szkodliwych dla zdrowia przy dłuższym wykonywaniu było podstawą do przebudowy oraz zmiany umiejscowienia komponentów, a także przeanalizowania problemu związanego z potrzebą wykonywania powyżej 10 kroków w celu pobrania narzędzia niezbędnego do montażu podzespołu KITBL004C.

Natomiast analizując przebieg pracy przy pomocy analizy ruchów elementarnych MTM wykryto, iż istnieje możliwość usprawnienia pracy operatorowi podczas pobierania i odkładania taśmy. Pracownik po pobraniu taśmy w celu wykonania taśmowania przewodów, musi ją odłożyć z powrotem do pojemnika z którego ją pobrał, co wiąże się z dłuższym czasem trwania czynności pobierania i odkładania taśmy, po którą operator w ciągu zmiany sięga wiele razy, gdyż taśmowanie stanowi najważniejszą czynność w procesie montażu badanego podzespołu. Odległości

te wynoszą odpowiednio dla taśmowania taśmą M0989001 – 35 cm, M0989002 – 30cm oraz M0988001 – 10 cm przy czym operator pobierając oraz odkładając ten komponent musi się pochylić uginając również kolana.

Aby usprawnić przebieg pracy związany z taśmowaniem przewodów na tablicy kitowej na stanowisku ST10-MK02 zostały zamocowane piny do odkładania taśm (zaznaczone na Rys.5). Takie rozwiązanie pozwoli zmniejszyć zakres pracy operatora oraz zminimalizować odległość potrzebną do odłożenia taśmy do pojemnika znajdującego się na regale. Odległości te zostały zminimalizowane i wynoszą 15 cm dla każdego z komponentów M0989001, M0989002 oraz M0988001.

Stanowisko ST10-MK02 zostało przebudowane z uwzględnieniem czynności najbardziej obciążających pracownika, które zostały wyeliminowane z przebiegu pracy.

Tabela 2. Karta analizy MTM po wdrożeniu usprawnień – opracowanie własne

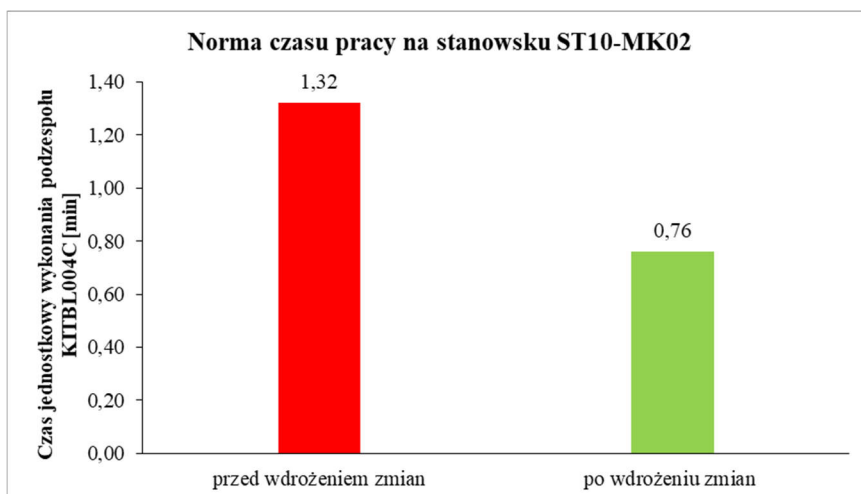
Karta analizy MTM		
Nr zlecenia FI588201007 Liczba sztuk w zleceniu 140	Zadanie pracy Wykonanie podzespołu KITBL004C do wiązki elektrycznej	Nr ewidencyjny 058022-01 Data 03.01.2023
Środek produkcji Nazwa - nożyczki - taśma izolująca przewody - środki ochrony: okulary ochronne, rękawiczki, fartuch, odpowiednie - tablica kitowa		Przedmiot pracy Nazwa podzespołu KITBL004
Narzędzia - narzędzie AT11 ułatwiające nakładanie rurek na przewody		Typ C
Analizował Dorota Duraj		Warunki pracy dobre
Szkic: 		Metoda pracy: - pobranie odpowiedniego złącza oraz wpięcie go do określonego bloczka na tablicy kitowej zgodnie z kartą technologiczną, - następnie zamontowanie odpowiedniej ilości przewodów do złącza (3 przewody widoczne na tabliczce kitowej) zgodnie z kartą technologiczną, - założenie rurki TH0003 za pomocą odpowiedniego narzędzia oraz założenie adaptera 15369198, - wykonanie taśmowania na końcu rurki w tzw. „cukierek” – zataśmowanie rurki, - wykonanie ciągłego taśmowania taśmą bawełnianą na odległość 20 cm w miejscu pokazanym na tablicy, - wykonanie taśmowania punktowego białą taśmą M0988001 zgodnie z layoutem tablicy kitowej, - zwinięcie całego podzespołu i spięcie gumką, - odwieszenie gotowego podzespołu KITBL004C na wieszak konsumpcyjny.
Zestawienie normy czasu pracy		Czas norm. [min.]
Czas wykonania	tw	0,68
Czas uzupełniający 12% tw	tu	0,08
Czas jednostkowy	tj	0,76
Czas przygotowawczo-zakończeniowy	tpz	
Uwagi		

Ponowne przeprowadzenie analizy ruchów elementarnych metodą MTM, pozwoliło na wyznaczenie niezbędnego czasu na wykonanie podzespołu KITBL004C biorąc pod uwagę pracę w warunkach po wdrożeniu udoskonaleń przebiegu pracy.

Zgodnie z kartą analizy MTM (Tab.2), czas jednostkowy potrzebny do wytworzenia jednej sztuki podzespołu KITBL004C po wdrożeniu udoskonaleń przebiegu pracy wynosi 0,76 minuty, czyli 46 sekund.

Na podstawie przedstawionej powyżej redukcji czasochłonności wykonania, uzyskano wzrost wydajności pracy na analizowanym stanowisku pracy o ponad 40%. Wzrost wydajności wyznaczono na podstawie danych otrzymanych z przeprowadzenia analizy ruchów elementarnych MTM, a dokładniej dane pobrano z kart analizy MTM (Tab. 1 oraz Tab. 2) przed i po wdrożeniu poprawy miejsca pracy. Czasy jednostkowe przed i po zmianach wynosiły odpowiednio:

- Zgodnie z kartą analizy MTM (Tab.1), czas jednostkowy potrzebny do wytworzenia jednej sztuki podzespołu KITBL004C wynosił 1,32 minuty, czyli 79 sekundy.
- Zgodnie z kartą analizy MTM (Tab.2), czas jednostkowy potrzebny do wytworzenia jednej sztuki podzespołu KITBL004C po wdrożeniu udoskonalenia przebiegu pracy wynosi 0,76 minuty, czyli 46 sekund.



Rysunek 6. Przedstawienie normy czasu pracy przed i po wdrożeniu zmian – opracowanie własne

6. Podsumowanie

Celem analizy ergonomicznej było zidentyfikowanie czynności zbędnych i nadmiernie obciążających pracownika na stanowisku montażowym w przykładowym przedsiębiorstwie przemysłu motoryzacyjnego. Badanie polegało na wykryciu zbędnych ruchów, które w procesie wytwarzania nie stanowiły wartości dodanej dla klienta, a w znacznym stopniu wpływały na zmniejszenie wydajności pracownika oraz powodowały, iż wykonywana praca prowadziła do nadmiernego

zmęczenia fizycznego i psychofizycznego operatora. Przesłanki świadczące o nieprawidłowym zaprojektowaniu stanowiska pracy zostały wykryte poprzez przeprowadzenie analizy ergonomicznej, która skrupulatnie przedstawiła cały proces z uwzględnieniem wykonywanych ruchów wraz z oceną punktową wyrażającą stopień obciążenia pracownika związany z wykonaniem danej czynności. Wprowadzone usprawnienia na stanowisku pracy ST10-MK02 doprowadziły do wyeliminowania ruchów związanych z pochylaniem oraz zginaniem kończyn dolnych, a także wykonaniem powyżej 10 kroków w celu pobrania narzędzia. Analiza ruchów elementarnych doskonale ukazuje jak zmiana organizacji pracy wpłynęła na czas realizowanych zadań produkcyjnych. Przedstawione wcześniej badania, wynikające z analizy MTM pokazują, jak dużą oszczędność czasu można uzyskać po przebudowie stanowiska montażowego.

LITERATURA

1. BERNAIS J., INGRAMA J., KRAŚNICKA T.: ABC współczesnych koncepcji i metod Zarządzania, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2007.
2. CZERSKA J.: Lean manufacturing basic toolbox, LeanQ Team, Gdańsk 2014.
3. KUTSCHENREITER – PRASZKIEWICZ I.: Normowanie czasu pracy, Bielsko-Biała 2015.
4. ŁOPATOWSKA J.: Metoda 5S jako narzędzie modelowania procesów na stanowisku pracy, w: Inżynieria systemów zarządzania, pod red. L. Zawadzkiej, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2002.
5. MILLER J., WROBLEWSKI M., VILLAFUERTE J.: Kultura Kaizen budowanie i utrzymanie kultury ciągłego doskonalenia, Wydawnictwo MT Biznes, Warszawa 2014.
6. MOCZAŁA A.: Materiały wykładowe z przedmiotu Projektowania systemów produkcyjnych
7. WOMACK J.: Lean Thinking, Centrum Informacji Menadżera, Warszawa 2001.

