

Ewa WIĘCEK-JANKA*, Jędrzej PAWLICKI**, Piotr WALKOWSKI**

PRZYKŁAD WPROWADZANIA USPRAWNIEŃ W PROCESACH PRODUKCYJNYCH (ANALIZA WYBRANEGO PRZYPADKU)

DOI: 10.21008/j.0239-9415.2018.076.20

W opracowaniu przedstawiono wyniki zrealizowanych badań z zastosowaniem obserwacji stanowiska pracy w wybranym przedsiębiorstwie produkcyjnym. Celem ich była ocena efektywności organizacji pracy operatorów, zaproponowanie usprawnień, wdrożenie propozycji i finalna ocena wprowadzonych zmian. Publikacja zawiera szczegółowy opis procedury badawczej i implementacyjnej, która spełniać może oczekiwania praktyków jako przykład stosowania badań w sferze produkcyjnej

Słowa kluczowe: proces produkcji, obserwacja dnia pracy, usprawnienia linii montażowej

1. WPROWADZENIE

Proces produkcji jako konstrukt teoretyczny i codzienność praktyczna dotyczy każdej sfery gospodarki związanej z wytwarzaniem. Każde przedsiębiorstwo produkcyjne stawia sobie za cel osiągnięcie maksymalnej efektywności produkcji przy zachowaniu możliwie najniższych kosztów. W dobie ciągłej zmienności rynku, rozwoju technologii oraz silnej konkurencji, proces wytwarzania produktów wymaga ciągłego doskonalenia. Każdy, nawet najmniejszy detal, każde najmniejsze udoskonalenie może mieć wpływ na sukces lub porażkę przedsiębiorstwa. Oznacza to, że proces produkcyjny powinien być poddawany stałej analizie w celu eliminowania niedoskonałości i zwiększeniu wydajności i jakości produkcji (Pasternak, 2005; Rejfur, 2008).

* Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania.

** Student Wydziału Inżynierii Zarządzania, Politechnika Poznańska.

Celem artykułu jest przedstawienie badań fragmentu procesu produkcyjnego ram okiennych, opisanie go oraz znalezienie obszarów wymagających usprawnień, w celu zwiększenia efektywności pracy i obniżenia kosztów wytwarzania. Osiągnięcie celu, było możliwe poprzez proces podwójnej obserwacji przed i po wprowadzeniu zmian. Pozwoliło to weryfikację słuszności wprowadzenia opracowanych usprawnień.

2. PROBLEMATYKA USPRAWNIANIA PROCESÓW PRZYGOTOWANIA PRODUKCJI

Istotą funkcjonowania przedsiębiorstw produkcyjnych jest optymalne zaprojektowanie poszczególnych operacji czyli działań produkcyjnych w odpowiednią sekwencję. Niewłaściwe zaplanowanie sekwencji operacji prowadzi do powstania zbędnych kosztów oraz wydłużenia czasu produkcji. Próby uporządkowania procesów wytwórczych są podejmowane od dawna i znalazły odzwierciedlenie w wielu metodach np. wykresach Gantt'a, sieciowych metodach planowania, itp.

Problematyka usprawniania procesów przygotowania produkcji wydaje się być bardzo ważną ze względu na dążenie przedsiębiorstw do coraz krótszych cykli produkcyjnych. Usprawnianie procesów wymuszone jest nie tylko dążeniem do obniżenia kosztów produkcji, ale przede wszystkim koniecznością konkurencyjnego działania na rynku. W stworzeniu takich warunków pomocne jest wykorzystanie nowoczesnych narzędzi we wszystkich fazach projektowania, przygotowania i produkcji wyrobów (Kielec, 2009, s. 22).

Problem definicyjny jaki pojawił się przed autorami opracowania dotyczył różnorodności i niewspółmierności klasyfikacji procesu przygotowania produkcji (PP), którym zajęto się w tym opracowaniu. Jak zauważono najczęściej występuje podział na opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej, wytwarzania (określane pojęciem technicznego przygotowania produkcji – TPP) i przygotowanie organizacyjne. Taki podział najtrafniej odwzorowuje warunki panujące w przedsiębiorstwach produkcyjnych (Haratym 1969; Szatkowski 2008, Kujawińska, et al., 2016). Techniczne przygotowanie produkcji (TPP) jest częścią PP, z kolei jego dwoma najważniejszymi podsystemami są przygotowania konstrukcyjne i technologiczne (Brzeziński, 2002; Szatkowski, 2008). Techniczne przygotowanie produkcji to działania podjęte w związku z projektowaniem i wprowadzaniem nowych oraz doskonaleniem istniejących konstrukcji wyrobów, projektowaniem i wprowadzaniem procesów technologicznych oraz oprzyrządowania technologicznego i technicznej obsługi produkcji (Kawecka-Endler, 2004; Brzeziński 2002). Z kolei Haratym techniczne przygotowanie produkcji definiuje jako opracowanie wysokiej jakości dokumentacji konstrukcyjno-technologicznej. Ponadto obejmuje prace badawcze oraz konstrukcje prototypu (Haratym 1969, s. 7-8). Zdaniem Dworczyka (1973) do technicznego przygotowania produkcji należy zaliczyć prace naukowo-

-badawcze ukierunkowane na nowe wyroby, materiały, procesy twórcze oraz metody wytwarzania; projektowanie nowych wyrobów, procesów technologicznych, oprzyrządowania produkcji i urządzeń produkcyjnych; opracowywanie normatywów i dokumentacji technicznej; rozruch i opanowywanie nowych metod produkcji; bieżąca obsługa produkcji i dalsze usprawnienia już wytwarzanych wyrobów.

Szatkowski (2008, s. 65) wprowadza ponadto konstrukcyjne przygotowanie produkcji (KPP) i uważa, że można zdefiniować je jako opracowanie konstrukcji przyszłych wyrobów i zasad ich prawidłowej eksploatacji. Do podstawowych zadań KPP należą (Kawecka-Endler, 2004, s. 37) prace związane z projektowaniem czynności dotyczących konstruowania wyrobów; projektowanie procesów eksploatacji wyrobów; formułowanie instrukcji związanych z transportem i instalowaniem wyrobów.

Badacze tematu (Haratym, 1969; Pająk, 2006; Kujawińska at al., 2015) w swoich publikacjach dokonują podziału konstrukcyjnego przygotowania produkcji na przygotowanie perspektywiczne i właściwe. Perspektywiczne KPP ich zdaniem skupia się na pracach naukowo-badawczych obejmujących działalność całego przedsiębiorstwa określonych perspektywą strategiczną. Analizie zostaje poddany obecny stan rozwoju technicznego oraz jego dalsze perspektywy na rynku. Właściwe przygotowanie produkcji dotyczy realizacji zadań zaplanowanych na określony czas takich jak (Kawecka-Endler, 2004, s. 38): prace konstrukcyjno-doświadczalne (opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej prototypu, jego wykonanie oraz testowanie); konstrukcyjne przygotowanie do uruchomienia produkcji (opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej serii próbnej wyrobów); nadzór nad uruchomieniem produkcji; obsługa i dalsze doskonalenie wyrobu. Podobne opinie znaleźć można w opracowaniach Hamrola z zespołem (Hamrol, at al., 2011).

Zakres KPP zależy od wielu czynników, z których do najważniejszych zaliczamy (Szatkowski, 2008, s. 65): rodzaj konstruowanego wyrobu (innowacyjny, nowy, powtarzalny); stopień złożoności wyrobu; wartość rynkowa wyrobu; zakres innowacyjnych rozwiązań i możliwości ich wdrożenia; asortyment produkcji.

Najważniejszym miernikiem rozstrzygającym o poprawności konstrukcji zaprojektowanego wyrobu jest technologiczność konstrukcji, czyli zespół cech, dzięki którym proces produkcji i montażu przebiega w rzeczywistych warunkach produkcyjnych w sposób najbardziej ekonomiczny. W celu jej zapewnienia wymagana jest ścisła współpraca między konstruktorami i technologami (Kawecka-Endler, 2004, s. 41-46).

Zakończeniem cyklu przygotowania produkcji jest przygotowywanie organizacyjne. Kawecka-Endler wyróżnia trzy pojęcia bezpośrednio wiążące się z organizacją produkcji: typ produkcji jest zależny od stopnia specjalizacji i obciążenia poszczególnych stanowisk roboczych. Do podstawowych typów produkcji możemy zaliczyć produkcję masową, seryjną i jednostkową. W zależności od typu produkcji stanowiska robocze klasyfikuje się jako:

- uniwersalne – operacje i części nie są ściśle przydzielone; uniwersalne wyposażenie i narzędzia,

- specjalizowane – mające przydzieloną konkretną grupę części i operacji wraz z możliwością przebrojeń w ograniczonym zakresie,
- specjalne – ściśle przydzielenie maksymalnie trzech części i operacji bez możliwości przebrojeń.

Realizowane badania dotyczyły produkcji masowej na specjalizowanym stanowisku pracy i dotyczyło zarówno procesu przygotowania produkcji jak i rozmieszczenia maszyn i urządzeń.

Rozmieszczenie stanowisk roboczych dotyczy rozstawień maszyn na wydzielonych produkcyjnych oraz rozlokowania tych wydziałów na terenie przedsiębiorstwa. Wszystkie decyzje dotyczące technologii, kolejności oraz sposobów wykonywania zadań powinny zostać podjęte przed rozmieszczeniem wszelkich obiektów (Lockyer, Muhlemann, Oakland, 1995, s. 176-179). Jak jednak wskazuje praktyka trudno opracować idealne rozmieszczenie, ponieważ istnieje wiele kryteriów, które należy wziąć pod uwagę podczas fazy projektowania.

Do głównych zadań zespołu zajmującego się organizowaniem produkcji w zakładzie należy skracanie cyklu produkcyjnego. Ma ono „istotne znaczenie dla efektywności produkcji przedsiębiorstwa przemysłowego, ponieważ umożliwia bezinwestycyjny wzrost produkcji przez lepsze wykorzystanie czasu pracy maszyn i urządzeń, a także obniżenie kosztów własnych produkcji jako efektu wzrostu skali i zmniejszenia strat z tytułu zamrożenia środków obrotowych” (Pasternak, 2005, s. 176).

Istnieje wiele metod skracania czasu realizacji zaprojektowanej w ramach TPP produkcji. Dopasowanie najodpowiedniejszych zależy od indywidualnych możliwości każdego przedsiębiorstwa, jednak do tych najpopularniejszych należą (Durlik, 1996): stosowanie nowocześniejszych, bardziej wydajnych technologii; zakup wysoko wydajnych maszyn i urządzeń; skrócenie czasów procesów pomocniczych dzięki lepszej organizacji; zmodernizowanie montażu; zmodernizowanie sposobu pakowania wyrobów; usprawnienie wszelkich kontroli; usprawnienie transportu i magazynowania; usprawnienie organizacji pracy; stosowanie różnych systemów i programów, których wprowadzenie pozwoli skrócić cykl produkcyjny (np. Asprova APS); usprawnienie przepływu danych, materiałów i informacji; likwidacja magazynów wejściowych (materiały powinny trafiać bezpośrednio do produkcji) i maksymalne ograniczenie magazynowania wyrobów gotowych (z produkcji do klienta); zastosowanie elastycznych systemów produkcyjnych oraz komputerowego wspomaganie produkcji; usprawnienie podziału pracy i kooperacji wewnętrznej.

W przedsiębiorstwie produkcyjnym istotne jest ponadto samo sterowanie produkcją. Według Pająka (2006), sterowanie produkcją to „zespół działań zmierzających do uzyskania przez system produkcyjny i przedsiębiorstwo, oczekiwanych – założonych uprzednio – efektów” (Pająk, 2006, s. 192). Proces ten obejmuje cztery funkcje: planistykę zadań wytwórczych; rejestrowanie realizowanej produkcji (w tym także kontrolę jakości); weryfikację postępu produkcji (kontrola harmonogramu, ustalenie odchyleń od zaplanowanych norm); podjęcie działań korekcyjnych i korygujących (Pająk, Klimkiewicz, Kosieradzka, 2014).

3. METODYKA BADANIA

Celem przeprowadzonej analizy było określenie wydajności (na drodze pomiaru czasów pracy) na wybranym przykładowym stanowisku linii montażowej, a następnie zaproponowanie usprawnień mających wpłynąć na wzrost efektywności oraz komfortu pracy zgodnie z przedstawionymi postulatami teoretycznymi. Badanie przebiegało według następującego schematu: a) obserwacja stanu wyjściowego na wybranym stanowisku pracy; b) analiza i wnioskowanie po obserwacji 1; c) zaprojektowanie i wprowadzenie usprawnień; d) obserwacja po wprowadzonych zmianach na wybranym stanowisku pracy; e) analiza i wnioskowanie po obserwacji 2.

Obserwacja obejmowała w swych ramach określenie liczby wyrobów wykonywanych na stanowisku, identyfikacji i obserwacji wszystkich czynności wykonywanych przez operatorów oraz pomiar czasów ich trwania.

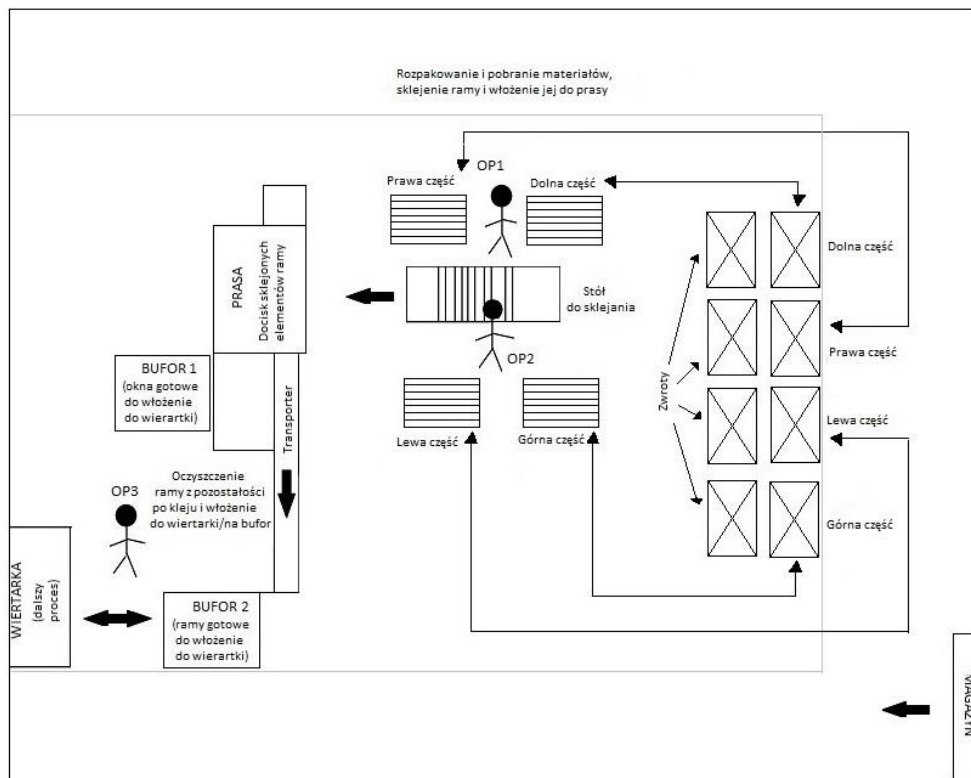
Zadania operatorów zostały podzielone według następujących kategorii: sprzątanie, przebrajanie, naprawy, przemieszczanie, czekanie (postój), pisanie, przygotowanie materiałów, praca stanowiskowa. Ponadto, analizie został również poddany sposób ustawienia maszyn i oprzyrządowania na stanowisku pracy.

4. OPIS OBSERWOWANEGO STANOWISKA PRACY

Na analizowanej linii montażowej montowane są ramy okienne. Na wybranym stanowisku pracowało trzech operatorów (OP1, OP2, OP3), których zadaniem jest złożenie ramy okiennej i przekazanie jej na następne stanowisko. Proces rozpoczął się od pobrania materiału z palet po czym komponenty zostają ułożone na stole, gdzie części smarowane były materiałem łączącym, w tym wypadku klejem i silikonem. Kolejną czynnością było złożenie ramy i włożenie jej do prasy. W prasie elementy ramy zostają dociśnięte. Kolejna czynność polegała na połączeniu części gwoździami. Końcową czynnością był odbiór ramy z prasy, oczyszczenie jej z nadmiaru kleju i włożenie do wiertarki, gdzie wykonywane były kolejne czynności procesu. Rozmieszczenie elementów na stanowisku i przebieg prac zostały przedstawione na rysunku 1.

Operatorzy 1 i 2 (OP1, OP2) realizowali następujące czynności: rozpakowanie i pobieranie materiałów; wykładanie materiałów na stół; kontrola jakości materiałów; smarowanie klejem i silikonem wyłożonych materiałów; złożenie ramy; włożenie ramy do prasy i jej uruchomienie.

Operator 3 (OP3) realizował czynności: odebranie ramy z prasy; kontrola jakości ramy; wytarcie ramy ręcznikiem papierowym z nadmiaru kleju; włożenie ramy do wiertarki lub odłożenie na bufor.



Rys. 1. Stanowisko pracy przed wprowadzeniem zmian. Źródło: opracowanie własne

Oprócz wyżej wymienionych obowiązków do zadań operatorów należy również zaliczyć: dbanie o porządek, pisanie (opisywanie ram), rozpakowywanie materiałów, przezbrajanie oraz drobne naprawy.

4.1. Obserwacja stanu wyjściowego

Obserwacja została przeprowadzona w dniach od 8.07.2017 r. do 21.07.2017 r. i trwała łącznie 26 godzin. W tym czasie zostało złożonych i przekazanych na następną stanowisko 1497 ram okiennych, co oznacza, że średnio podczas 1h roboczej zostało zmontowanych 58 ram okiennych, a cykl produkcyjny złożenia jednej sztuki wyrobu wyniósł 62 sekundy. Choć ramy były różnych rozmiarów, to ich wymiary nie wpływały na czas trwania procesu. Każdy z pracowników był obserwowany przez 13 godzin. Badanie polegało na liczeniu zmontowanych ram, obserwacji wszystkich czynności operatorów na stanowisku oraz zmierzeniu ich dokładnych czasów trwania. Narzędziem wykorzystanym do pomiarów był stoper i ar-

kusz kalkulacyjny. Zsumowane wyniki wraz z udziałem procentowym poszczególnych zadań zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Zsumowane czasy trwania czynności operatorów podczas obserwacji

Operator 1			Operator 2			Operator 3		
Czynność	Czas [s]	%	Czynność	Czas [s]	%	Czynność	Czas [s]	%
Sprzątanie	291	0,62	Sprzątanie	469	1,00	Sprzątanie	353	0,75
Przezbijanie	825	1,76	Przezbijanie	825	1,76	Przezbijanie	541	1,16
Naprawy	160	0,34	Naprawy	532	1,14	Naprawy	187	0,40
Czekanie	4090	8,74	Czekanie	3245	6,93	Czekanie	12336	26,36
Przemieszczanie	8261	17,65	Przemieszczanie	8712	18,62	Przemieszczanie	6744	14,41
Pisanie	92	0,20	Pisanie	97	0,21	Pisanie	90	0,19
Przygotowanie mat.	2401	5,13	Przygotowanie mat.	3336	7,13	Przygotowanie mat.	926	1,98
Praca	30680	65,56	Praca	29584	63,21	Praca	25623	54,75
Suma	46800	100	Suma	46800	100	Suma	46800	100

Źródło: opracowanie własne

Pierwszym wnioskiem po przeprowadzonym badaniu jest fakt, że pomimo realizacji założonego programu produkcji, na efektywną pracę operatorzy poświęcili tylko nieco ponad połowę czasu, odpowiednio OP1 – 65,56%, OP2 – 63,21% oraz OP3 – 54,75%.

Szczególnie istotny dla realizacji procesu jest czas oczekiwania na pracę. U operatorów OP1 i OP2 (8,74% i 6,93%) był spowodowany brakiem synchronizacji podczas wykonywania zadań oraz sporadycznie czekaniem na zakończenie działania prasy. Z kolei operator OP3 na wypełnienie swoich obowiązków miał wyznaczony czas znacznie krótszy od czasu operacji prasy. To powodowało, że pracownik przez 26,36% czasu nie pracował.

Wysoki wskaźnik procentowy czasu przemieszczania się wszystkich operatorów podczas pracy można tłumaczyć koniecznością przetransportowania złożonej już ramy do prasy, a także jej odbiorem oraz zbyt dalekim umiejscowieniem palet z materiałami.

Czynności podejmowane przez operatorów nie były rozplanowane w sposób właściwy i często i nie miały związku z pracą właściwą. Wskaźniki procentowe czasów przypadających na pozostałe czynności są niskie i wynikają z normalnego przygotowania oraz eksploatacji stanowiska w czasie pracy.

4.2. Wprowadzanie zmian

W celu zwiększenia efektywności pracy zostały zaproponowane działania korygujące. Pierwszym sugerowanym usprawnieniem była redukcja liczby operatorów na stanowisku. Podczas przeprowadzania obserwacji zauważono, że czynności związane ze składaniem ramy i umieszczaniem jej w prasie bez większych problemów może wykonywać jedna osoba i nie powinno to zwiększyć czasu operacji. Zdecydowano, że pracownikiem, który zostanie przeniesiony na inne stanowisko będzie operator OP2. Jego obowiązki związane ze złożeniem ramy zostały przekazane operatorowi OP1 i częściowo operatorowi OP3. Ten czas, który wcześniej wykorzystywany był na oczekiwanie na wykonanie przypisanych mu czynności, po wprowadzeniu korekt będzie poświęcał na pomoc operatorowi OP1. Pomoc miała polegać na przygotowaniu materiałów do pracy, a także na procesie przezbrajania maszyn oraz składania ram, szczególnie w przypadku, gdy będą to ramy większych rozmiarów.

Obliczono, jak usunięcie jednego z operatorów ze stanowiska wpłynie na efektywność produkcji. Obliczono godzinowy wskaźnik efektywności dla każdego z 3 pracowników, który wyniósł 19,19 ram. Wskaźnik godzinowej efektywności dla planowanych dwóch operatorów wzrósł do 26,73 ram. Zmniejszenie obsady o jednego operatora spowodowała konieczność podniesienia efektywności pracy pozostałych dwóch operatorów o 28%, przy zachowanej liczbie wytwarzanych wyrobów.

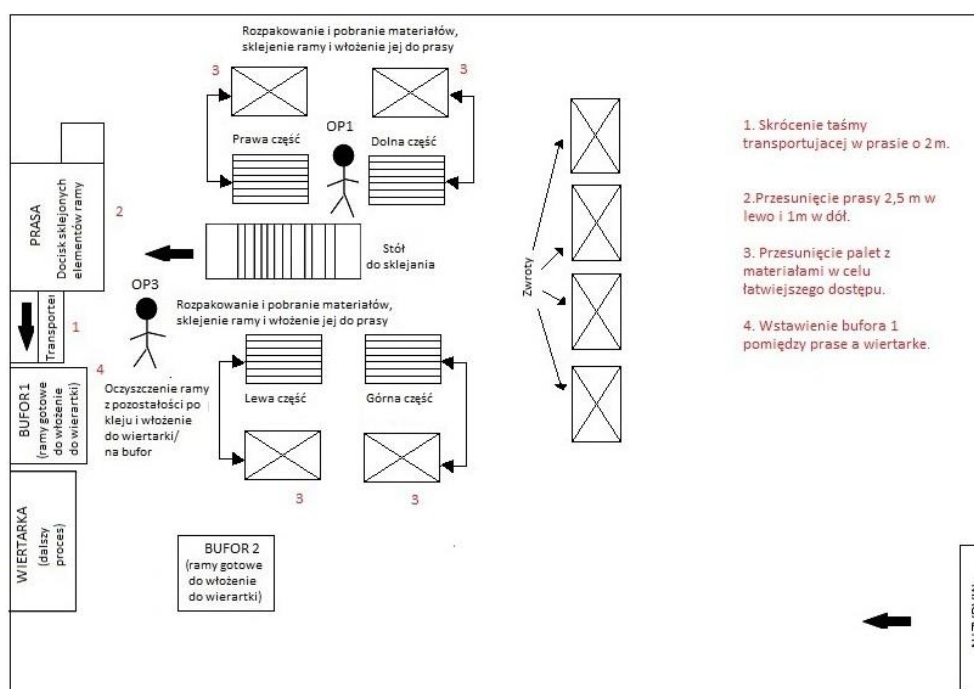
Jak planowali autorzy badania wprowadzenie zmian miało spowodować wzrost czasu efektywnej pracy potrzebnej na złożenie jednej sztuki wyrobu i przekazanie jej na następne stanowisko. Oszacowano, że czas ten wyniesie ok. 3 sekundy dla pojedynczego wyrobu. Dzięki wyeliminowaniu czasu oczekiwania oraz zmniejszeniu czasu przemieszczania się na stanowisku, czas cyklu nie miał ulec zmianie.

Kolejnym proponowanym usprawnieniem była eliminacja czasów oczekiwania. Operator OP3 czas spędzany na czekaniu na wykonanie swoich zadań miał zamienić na pracę. (oczekiwanie OP2 niejednokrotnie wynikało z braku synchronizacji z OP1).

Następnym rozwiązaniem mogącym wpłynąć na wzrost efektywności pracy miała być zmiana rozmieszczenia maszyn i oprzyrządowania na stanowisku pracy, co zostało przedstawione na rysunku 2, a zmiany w formie eksperymentu terenowego miały dotyczyć:

1. Przesunięcia całego stanowiska (na planie) o ok. 2,5 m. w lewo i 1 m. w dół. Takie rozwiązanie zapewni skrócenie koniecznego do pokonywania dystansu przez OP3 podczas realizacji nowo przydzielonych zadań.
2. Skrócenia taśmy transportowej prasy do skrzydeł o 1 m. Umożliwi to wstawienie bufora pomiędzy prasę a wiertarkę. Założeniem eksperymentu było skrócenie czasu operacji prasy o ok. 4 s. i w efekcie minimalizacja czasu oczekiwania na zakończenie jej pracy.

3. Zmiany ustawienia punktów dostarczania palet z materiałami w miejsce tuż za paletami z materiałami obecnie używanymi, co umożliwi miało łatwiejszy dostęp do nich, a także skróci czas ich pojedynczego przygotowania o ok. 12 s. (przyjmując, że na 1h pracy zabieg ten jest wykonywany średnio 4 razy, każdy z pracowników w tym czasie zaoszczędzi 48 s.).



Rys. 2. Stanowisko pracy po wprowadzonych zmianach. Źródło: opracowanie własne

4.3. Przebieg drugiej obserwacji

Zaproponowane korekty stanowiska w eksperymencie zostały wprowadzone w ciągu 8 dni i ponowna obserwacja odbyła się po niespełna dwóch tygodniach od zakończenia pierwszego badania i również trwała 26 godzin, a warunki jej przeprowadzania były identyczne jak w obserwacji pierwszej. Jak wynika z obserwacji podczas ponownego badania na stanowisku zostało wytworzonych 1531 sztuk wyrobów. Obserwacji poddanych zostało dwóch operatorów (OP1, OP3). Podobnie jak w pierwszym przypadku, narzędziem wykorzystanym w badaniu był stoper i arkusz kalkulacyjny, a szczegółowe wyniki przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zsumowane czasy trwania czynności operatorów podczas drugiej obserwacji

Operator 1			Operator 3		
Czynność	Czas [s]	%	Czynność	Czas [s]	%
Sprzątanie	393	0,84	Sprzątanie	341	0,73
Przezbijanie	752	1,61	Przezbijanie	730	1,56
Naprawy	283	0,60	Naprawy	211	0,45
Czekanie	198	0,42	Czekanie	75	0,16
Przemieszczanie	6858	14,65	Przemieszczanie	7880	16,84
Pisanie	94	0,20	Pisanie	68	0,15
Przygotowanie mat.	2299	4,91	Przygotowanie mat.	2140	4,57
Praca	35923	76,76	Praca	35355	75,54
Suma	46800	100	Suma	46800	100

Źródło: opracowanie własne.

4.4. Analiza i wnioski po drugiej obserwacji

Redukcja liczby pracowników na stanowisku i jednocześnie zwiększenie intensywności pracy doprowadziła do uzyskania wzrostu liczby elementów o 59 sztuk. Oznacza to, że cykl produkcji został zmniejszony z 62 do 61 s.

Na zmodernizowanym stanowisku przebywa dwóch operatorów, a mimo to czynności są wykonywane w sposób płynny. Zarówno operator OP1 jak i operator OP3 na efektywną pracę poświęcają ponad 75% czasu. Obaj pracownicy bardzo szybko przystosowali się do nowych warunków organizacji pracy, wzajemnie się uzupełniając w wykonywaniu powierzonych zadań.

5. PODSUMOWANIE

Zgodnie z planem eksperymentu udało się zmniejszyć czas przygotowania materiałów i przezbijania maszyn oraz niemal całkowicie wyeliminować czas oczekiwania u obu operatorów. Dla każdego z pracowników czas ten nie przekroczył nawet 0.5% łącznego czasu pracy. U operatora OP3 znacznie wzrósł czas przemieszczania się (do 16,84%) oraz przygotowania materiałów (4,57%), co spowodowane było częściowym przejęciem zadań operatora OP2. Odbyło się to jednak

kosztem wcześniej wspomnianego czasu oczekiwania na wykonanie pracy stanowiskowej.

Zmniejszenie liczby operatorów na stanowisku pozwoliło dodatkowo na zmniejszenie kosztów wynagrodzeń przez przedsiębiorstwo. Przyjmując, że zakład pracuje w systemie dwuzmianowym, a średnia miesięczna pensja brutto pracownika wynosi 4000 PLN, w skali roku pozwala to na oszczędność 96000 PLN i ulokować je w innym miejscu procesu produkcyjnego.

Przeprowadzony proces usprawniania i zaproponowane zmiany przyniosły efekty zarówno organizacyjne, jak i finansowe. Zachowując odpowiednią synchronizację pracy i eliminując zbędne czynności można zapewnić prawidłowe funkcjonowanie stanowiska, co udowodniono w niniejszym opracowaniu.

LITERATURA

- Brzeziński, M. (2002). *Organizacja i sterowanie produkcją. Projektowanie systemów produkcyjnych i procesów sterowania produkcją*. Warszawa: Agencja Wydawnicza Placet.
- Carayon, P., Smith, M.J. (2000). Work organization and ergonomics, *Applied Ergonomics* (31), 649-662.
- Durlik, I. (2007). *Inżynieria zarządzania, 1, Strategia i projektowanie procesów produkcyjnych. Strategie organizacji produkcji*. Warszawa: Wydawnictwo Placet.
- Dworczyk, M. (1973). *Organizacja technicznego przygotowania produkcji*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Hamrol, A., Kowalik, D., Kujawińska, A. (2011). Impact of Selected Work Condition Factors on Quality of Manual Assembly Process. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 21 (2), 156-163. DOI: 10.1002/hfm.20233.
- Haratym, F. (1969). *Techniczne przygotowanie produkcji*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne.
- Kawecka-Endler, A. (2004). *Organizacja technicznego przygotowania produkcji prac rozwojowych*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- Kielec, R. (2009). Planowanie procesów produkcyjnych o charakterze iteracyjnym. *Przełęcz Mechaniczny*, 11, 22-26.
- Kujawińska, A., Vogt, K. (2015). Human factors in visual control. *Management and Production Engineering Review*, 6 (2), 25-31.
- Kujawińska, A., Vogt, K., Hamrol, A. (2016). The role of human motivation in quality inspection of production processes. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 490, 569-579.
- Kujawińska, A., Vogt, K., Wachowiak, F. (2015). Ergonomics as Significant Factor of Sustainable Production. In: P. Golińska, A. Kawa, (eds.). *Technology Management for Sustainable Production and Logistics*. Book Series: EcoProduction, 193-203, DOI: 10.1007/978-3-642-33935-6_10
- Pająk, E., Klimkiewicz, M., Kosieradzka, A. (2014). *Zarządzanie produkcją i usługami*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

- Pająk, E. (2006). *Zarządzanie produkcją. Produkt, technologia, organizacja*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Pasternak, K. (2005). *Zarys zarządzania produkcją*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Reifur, B. (2008). Metoda oceny uwarunkowań ergonomicznych stanowisk montażowych a wydajność pracy w warunkach stresu. *Technologia i Automatyzacja Montażu*, 3, 39-44.
- Szatkowski, K. (2008). *Przygotowanie produkcji*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Lockyer K., Muhlemann A, Oakland J.S. (1997). *Zarządzanie. Produkcja i usługi*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

AN EXAMPLE OF ENTERING IMPROVEMENTS IN PRODUCTION PROCESSES (ANALYSIS OF A SELECTED CASE)

Summary

The study presents the results of completed research using the observation of a work station in a selected manufacturing enterprise. Their aim was to assess the effectiveness of the operator's work organization, to propose improvements, to implement the proposals and to finally assess the changes introduced. The publication contains a detailed description of the research and implementation procedure that can meet the expectations of practitioners as an example of the use of research in the production sphere.

Keywords: production process, observation of the working day, improvement of the assembly line