

# SKRÓCENIE CZASU PRZEBROJEŃ POPRZEZ DZIAŁANIA SMED – STUDIUM PRZYPADKU

Przemysław CHABOWSKI, Justyna TROJANOWSKA, Daniel BRINK

**Streszczenie:** Artykuł przedstawia zagadnienia związane z metodyką szczupłego wytwarzania dotyczącą wpływu czasu przebrojeń na całkowitą efektywność wyposażenia. W artykule przedstawiono etapy wdrażania metody SMED, oraz jej wpływ na wzrost wskaźnika OEE. Przedstawiono przykład usprawnienia przebrojenia w przedsiębiorstwie produkcyjnym z branży spożywczej. Pracę zakończono podsumowaniem, zawierającym kluczowe rezultaty wprowadzonych usprawnień.

**Słowa kluczowe:** Lean Manufacturing, organizacja przebrojeń maszyn, efektywność wykorzystania zasobów.

## 1. Wprowadzenie

Zmiany gospodarcze, dotyczące konkurencyjności przedsiębiorstw branży spożywczej, wymuszają na producentach, w celu utrzymania pozycji na rynku, poszukiwania rozwiązań mających za zadanie usprawnienie procesów produkcyjnych. W dobie globalizacji dążenie do doskonałości produkcji jest niezbędne do przetrwania na rynku i rozwoju firmy [1]. Metody zarządzania produkcją znane z literatury przedmiotu oraz stosowane na przestrzeni ostatnich dekad, ze względu na specyfikę wielowariantowej produkcji, dla której były opracowywane, nie spełniają wymagań dotyczących elastyczności produkcji. Wobec zaistniałej sytuacji, coraz częstszym rozwiązaniem okazują się rozwiązania z zakresu metodyki Lean Manufacturing.

Metodyka Lean Manufacturing (zwana koncepcją szczupłego wytwarzania) wywodzi się z systemu produkcyjnego TPS (Toyota Production System). Za jej twórców uważa się Sakichi Toyoda, Ki'ichirō Toyoda i Taiichi Ohno. Lean Manufacturing z definicji prowadzi do redukcji kosztów poprzez eliminowanie marnotrawstwa oraz usprawnianie procesów produkcyjnych, umożliwiając tym samym uzyskanie przewagi konkurencyjnej. Rodzaje marnotrawstwa podzielone zostały na siedem kategorii (nadprodukcja, zapasy, zbędne ruchy, niewłaściwe metody wytwarzania, braki, zbędny transport, czas oczekiwania) [2], a jednym z narzędzi służącym do jego ograniczenia jest metoda SMED (*Single Minute Exchange of Die*) [3,4].

Twórcą metodyki SMED jest Shingeo Shingo, który zapoczątkował koncepcję szybkich przebrojeń w 1950 roku. Wyodrębnił on cztery etapy organizacji procesu przebrajania:

- etap I – analiza stanu obecnego danej komórki produkcyjnej;
- etap II – rozdzielenie wewnętrznych i zewnętrznych operacji przebrojenia;
- etap III – przekształcenie procesów wewnętrznych w procesy zewnętrzne;
- etap IV – usprawnienie wszystkich aspektów przebrojenia [4, 5, 6].

Ideą SMED jest przeniesienie jak największej ilości operacji „na zewnątrz” (realizowanie czynności związanych z przebrojeniem w trakcie pracy maszyny), oraz uproszczenie i zwiększenie efektywności realizacji poszczególnych kroków przebrajania

[2]. W 97% badanych przypadków to nie czynniki natury technicznej determinują czas trwania przebrojenia, lecz czynniki organizacyjne [7].

Wyróżniamy dwa rodzaje czynności związanych z przebrojeniem maszyny:

- czynności wewnętrzne – takie, które można wykonać tylko podczas postoju maszyny,
- czynności zewnętrzne - takie, które można wykonać podczas pracy maszyny [3].

Im więcej czynności zrealizowanych zostanie podczas pracy maszyny, tym większą uzyskamy dostępność czasu pracy maszyny [3,8].

Drugim ważnym elementem SMED jest zasada „jednego ruchu”, mówiąca o tym, że wszędzie gdzie to możliwe należy stosować rozwiązania, które pozwalają na montaż lub demontaż podzespołów za pomocą jednego ruchu [1,2].

## 2. Redukcja czasu przebrojenia / doskonalenie procesu przebrajania

W ramach doskonalenia procesów zachodzących w przedsiębiorstwie produkcyjnym, wykonano analizę wszystkich kluczowych procesów produkcyjnych. Na podstawie uzyskanych danych przygotowano raport „strat i marnotrawstwa”, który zawierał listę obszarów przynoszących największe straty w przedsiębiorstwie. Bazując na wynikach analizy Pareto, jako obszar przynoszący największe straty wskazano przebrojenia maszyn odpowiedzialnych za dozowanie przecieru warzywnego do opakowania.

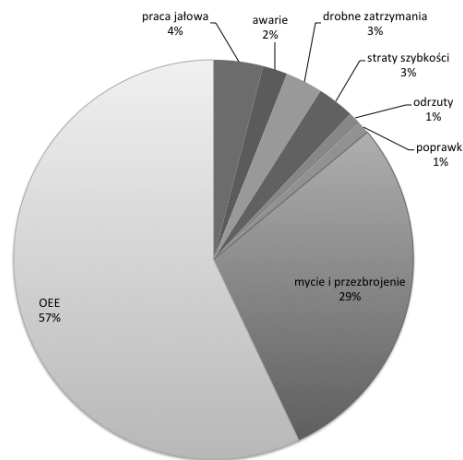
### 2.1. Analiza stanu obecnego

Przecier warzywny jest jednym z podstawowych produktów produkowanych przez analizowany zakład produkcyjny. Tygodniowa produkcja wynosi blisko 290 ton. Teoretyczna wydajność produkcyjna linii wynosi 21 ton produktu na zmianę, co zgodnie z danymi przedstawionymi w tabeli nr 1, daje możliwość wyprodukowania 315 ton produktu w przeciągu pięciu dni roboczych.

Tab. 1. Wydajność linii produkcyjnej

	Ilość roboczo-godzin	Teoretyczna zdolność produkcyjna	Rzeczywista zdolność produkcyjna	Rzeczywista zdolność produkcyjna (przebrojenie i mycie)
Zmiana	8	21	18	18
Doba	24	63	54	36
Tydzień (5 dni)	120	315	270	<b>180</b>
Tydzień (7 dni)	168	441	378	252
OEE	-	100%	86%	57%

Rzeczywista zdolność produkcyjna linii uwzględniająca mycie i przebrojenia, oraz wszelkiego rodzaju awarie i przestoje wynosi 180 ton/tydzień (5 dni). Rezultatem tego jest konieczność realizacji części zamówień przez podwykonawcę oraz uruchomienie produkcji w weekendy, co zwiększa koszty wytworzenia i zmniejsza zyski przedsiębiorstwa.



Rys. 1. Czynniki wpływające na zdolność produkcyjną linii produkującej przecier

Stosunek teoretycznych możliwości produkcyjnych do osiągniętej wydajności produkcyjnej określa wskaźnik OEE (Overall Equipment Effectiveness), nazywany również wskaźnikiem wykorzystania wyposażenia.

Analiza Pareto jednoznacznie wskazuje, że główną przyczyną małej wydajności linii produkcyjnej jest czas poświęcany na mycie (które nie jest przezbrajaniem w przypadku zmiany formatu opakowania) i przezbrajanie, który stanowi 29% czasu dostępności linii produkcyjnej.

W przypadku linii do przecieru warzywnego procesem, który składa się z największej ilości operacji wykonywanych podczas zmiany asortymentu i mycia jest obszar dozowania. Pozostałe czynności odbywające się na linii produkcyjnej realizowane są w bardzo krótkim czasie i nie wpływają znacząco na długość procesu produkcyjnego.

Częstość mycia i przezbrajania linii uwarunkowana jest procedurami wewnętrznymi firmy, mającymi na celu zapewnienie jakości. Wytyczne te zakładają, że w celu zachowania optymalnych stanów magazynowych oraz zapewnienia bezpieczeństwa produktu, mycie i zmiana formatu opakowania odbywają się codziennie na trzeciej zmianie produkcyjnej.

Z uwagi na utratę dostępności wyposażenia z tytułu przebrojeń, linia produkcyjna pracuje przez siedem dni w tygodniu, przez większą część roku (52 tygodnie). Praca odbywa się w trybie tryzmianowym, co pozwala wyprodukować około 252 tony produktu tygodniowo. Pozostała część zamówień – 28 ton, jest realizowana przez podwykonawcę.

Dwie zmiany są zmianami produkcyjnymi. Na każdej zmianie produkcyjnej zatrudnionych jest dziewiętnastu operatorów. Podczas trzeciej, nocnej zmiany przewidzianej na mycie i przebrojenie, pracuje trzech operatorów i dwóch mechaników. Przy planach produkcyjnych obejmujących siedem dni w tygodniu, zgodnie z tabelą nr 2, operatorzy przepracowują łącznie 2 296 roboczogodzin a technicy 112 roboczogodzin. Prace weekendowe stanowią odpowiednio dla operatorów 656 godzin, a dla pracowników utrzymania ruchu 32 godziny. Nadgodziny te przekładają się na koszty wynagrodzeń wynoszące 1 431 040 zł w skali roku.

Tab. 2. Analiza finansowa stanu obecnego

	Stawka standardowa	Stawka nadgodziny
Wartość roboczogodziny	20 zł	40 zł
Ilość godzin w tygodniu (produkcja)	1640 rbh	656 rbh
Ilość godzin w tygodniu (utrzymanie ruchu)	80 rbh	32 rbh
Razem	1720 rbh/tydz	688 rbg/tydz
Wartość tygodniowa	34 400 zł	27 520 zł
Liczba tygodni w roku	52	52
Wartość roczna	1 788 800 zł	1 431 040 zł
<b>RAZEM</b>	<b>3 219 840 zł</b>	

Z analizy tabeli 2 wynika, że skrócenie czasu przezbrojenia i mycia, który stanowi 26% czasu dostępności linii, powinno zwiększyć zdolności produkcyjne linii i wyeliminować konieczność produkcji przy wsparciu podwykonawcy. Z drugiej strony, zgodnie z tabelą nr 1 nawet w przypadku całkowitego wyeliminowania mycia i przezbrojenia nie jesteśmy w stanie uzyskać wydajności, która pozwoliłaby uniknąć pracy w weekendy, ponieważ obecna, rzeczywista zdolność produkcyjna linii wynosi 270 ton/5 dni/3 zmiany. Oznacza to, że redukcja czasu przezbrajania pozwoli na ograniczenie prac weekendowych. W celu ich ograniczenia należałoby dodatkowo wyeliminować inne straty w procesie stanowiące 14% udział w dostępności linii (praca jałowa, straty szybkości, awarie, braki, poprawki, przestoje).

## 2.2. Doskonalenie procesu przezbrajania

Działania pilotażowe mające na celu wdrożenie SMED rozpoczęto po dokładnej analizie obecnej sytuacji pod kątem:

- operacji realizowanych podczas przezbrajania i mycia,
- efektywnego wykorzystania czasu pracy,
- rozwiązań technicznych i narzędzi wykorzystywanych w procesie,
- umiejętności i wiedzy pracowników w zakresie mycia i przezbrajania linii produkcyjnej.

Analiza operacji realizowanych podczas przezbrajania, opierała się na harmonogramie stworzonym na podstawie przeprowadzonych obserwacji oraz instrukcji operacyjnych. Studium harmonogramu prac wykazało, że wszystkie czynności realizowane są szeregowo, co oznacza, że każda kolejna czynność rozpoczyna się po zakończeniu poprzedniej.

Optymalizacja procesu przezbrojenia, mająca na celu realizację części zadań równolegle, umożliwiła uzyskanie oszczędności wynikających z niepotrzebnego oczekiwania. Ponieważ żadna z czynności dotąd wykonywanych nie była realizowana w trakcie prowadzonej produkcji (przygotowanie opakowań, narzędzi, itp.), harmonogram ten był także podstawą do zdefiniowania czynności wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z założeniami metody SMED. W celu weryfikacji harmonogramu przeanalizowano czasy realizacji poszczególnych operacji (tabela 3).

Tab. 3. Zestawienie czasów trwania operacji przebrojenia

Lp.	Nazwa operacji	Czas trwania [min]	Lp.	Nazwa operacji	Czas trwania [min]
1	Przygotowanie do przebrojenia, kompletowanie niezbędnych narzędzi.	10	20	Montaż zaworów	7
2	Chłodzenie zamykarki i oczyszczenie stanowiska z wieczek	3	21	Montaż czujnika	2
3	Płukanie ręczne i studzenie	10	22	Montaż skoków	8
4	Demontaż zaworów i tłoków	40	23	Montaż ślimaków	1
5	Mycie zaworów, tłoków, lejków	70	24	Regulacja głównej przewodnicy ślimaka	3
6	Płukanie dozownicy	1	25	Montaż łańcucha napędu ślimaka	2
7	Demontaż dozownicy zewnętrznej i lejków	10	26	Montaż osłony ślimaka i gwiazdy wejścia	3
8	Demontaż osłon łańcuchów, gniazda, ślimaka, czujnika	50	27	Montaż lejków	40
9	Demontaż dużej gwiazdy	30	28	Montaż przewodnic wewnętrznych i osłony wejścia	6
10	Demontaż rozwidlenia	1	29	Przygotowanie słoików	2
11	Ustawienie wysokości i szerokości pasków zamykarki z obydwu stron	15	30	Regulacja wsadu	2
12	Ustawienie aparatu zamykającego	5	31	Rozgrzanie zamykarki	5
13	Napełnienie zasobnika wieczek	1	32	Montaż osłony łańcucha	3
14	Mycie gwiazd i przewodnic osłon	14	33	Próby dozownicy i zamykarki	2
15	Ustawienie przewodnic myjki i dozownika	19	34	Dezynfekcja linii	30
16	Mycie pianowe dozownicy	50	35	Transport surowca na stanowisko dozowania	15
17	Montaż rozwidlenia	1	36	Ponowna regulacja wsadu	2
18	Montaż dużej gwiazdy	14	37	Kontrola i drobne reulacje	2
19	Montaż małych gwiazd	1			

Ustalono również, że role poszczególnych osób biorących udział w przebrojeniu i myciu są ściśle przypisane do określonych zadań, zgodnie z tabelą nr 4.

Tab. 4. Zakres odpowiedzialności

	Operatorzy	Mechanicy
	3 osoby	2 osoby
Przygotowanie	46min	46min
Demontaż/montaż	X	219min
Mycie	165min	X
Regulacje	50min	50min

Z zestawienia wynika, że operatorzy nie biorą udziału w demontażu i montażu podzespołów, natomiast technicy nie biorą udziału w myciu podzespołów linii technologicznej. Można stąd wywnioskować, że trzech operatorów przez 219 minut i dwóch mechaników przez 165 min, zajmuje się innymi operacjami, niezwiązanymi z przebraaniem i myciem. Daje to łącznie 384 minuty niewykorzystanego czasu pracy, który można przeznaczyć na realizację przydzielonych im zadań. Kolejny etap analizy stanu obecnego – ocena rozwiązań technicznych został przeprowadzony przy współpracy operatorów oraz pracowników technicznych zarówno z badanego obszaru, jak również z innych linii produkcyjnych. Miało to na celu uzyskanie jak największej ilości danych i wymianę informacji oraz wiedzy między pracownikami. Na podstawie oceny technicznej urządzenia sporządzono listę narzędzi potrzebnych do poszczególnych operacji, która została przedstawiona w tabeli nr 5.

Tab. 5. Obszary do poprawy technicznej w dozownicy

Lp.	Operacja	Narzędzie
1	Odkręcanie osłon łańcuchów, gwiazdy mniejszej x 2, ślimaka i czujnika	imbus nr 6
		klucz 13
		klucz 17
2	Odkręcenie prowadnicy zewnętrznej i lejków	klucz 13
3	Regulacja szerokości i wysokości pasków zamykarki po obu stronach + wymiana pasków	suwmiarka
		klucz 24
4	Regulacja prowadnic: depaletyzacji, dozownicy, myjki pustych opakowań	klucz 19
5	Regulacja górnej prowadnicy ślimaka	klucz 19
6	Wymiana gwiazdy wewnętrznej w dozownicy	klucz 17
		klucz 13
7	Montaż osłony ślimaka i gwiazdy wejścia	klucz specjalistyczny
8	Montaż osłony łańcucha	klucz 10
9	Montaż prowadnic wewnętrznych i osłon wejścia	klucz 13
		wkrętak

Okazało się, że użycie narzędzi w wielu przypadkach jest nieuzasadnione. Zmiana sposobu mocowania kluczowych podzespołów, umożliwi wykonywanie poszczególnych operacji szybciej, bardziej ergonomicznie i przez operatorów niemających dostępu do

specjalistycznych narzędzi. Ograniczenie ilości narzędzi w obszarze maszyny zredukuje ryzyko zanieczyszczenia produktu.

Ostatnim badanym obszarem były kompetencje zatrudnionych pracowników. W tym celu stworzono matrycę umiejętności pracowników. Analiza matrycy wykazała, że wielu operatorów posiada wystarczające umiejętności techniczne, aby przejąć częściowo zadania techników. Na podstawie matrycy utworzony został program wewnętrznych szkoleń, obejmujących umiejętności z zakresu technologii procesu, metodologii mycia, obsługi urządzeń, obsługi serwisowej oraz z zakresu pracy zespołowej i komunikacji.

W pierwszym etapie implementacji zmian, główny nacisk został położony na wdrożenie usprawnień oraz nowych narzędzi, których celem było skrócenie wykonywania poszczególnych operacji w procesie przezbrajania i mycia linii produkcyjnej.

Na podstawie omówionej wcześniej analizy technicznej urządzeń przygotowano listę zmian konstrukcyjnych, które zostały przedstawione w tabeli nr 6.

Tab. 6. Zestawienie wprowadzonych zmian

Lp.	Czynność	Opis zmian	Oczekiwany efekt	Stan obecny [min]	Stan przyszły [min]
1	Mycie zaworów, tłoków i lejków	Przygotować mobilne stanowisko do mycia zaworów oraz tłoków	Skrócenie czasu mycia zaworów i tłoków, poprawa jakości mycia, poprawa warunków ergonomicznych i higienicznych w obszarze produkcyjnym	70	40
2	Demontaż osłon łańcuchów, gwiazdy x 2, ślimaka, czujnika	Wymiana śrub imbusowych na śrubę motylkową, wymiana osłon metalowych na PC, zastosować zaczepy do osłon i wyeliminować śruby mocujące, zmienić sposób mocowania czujników na zatrzaski	Skrócenie czasu demontażu	50	30
3	Demontaż przewodnicy zewnętrznej i lejków	Zastosować nakrętki motylkowe zamiast śrub 13 i elementy ustalające do lejków	Skrócenie czasu montażu i demontażu lejków	10	5

4	Mycie dozownicy	Przygotować instalację do pianowania oraz wdrożyć instrukcję mycia dozownicy	Skrócenie czasu mycia dozownicy	50	20
5	Ustawienie szerokości i wysokości pasków zamykarki po obu stronach + paski	Przygotować przymiar zamiast suwmiarki i dorobić uchwyty kontrujące zamiast klucza 24	Skrócenie czasu nastaw	15	5
6	Przestawienie przewodnic: depaletyzacji, dozownicy	Przygotować standard nastaw na elementach zamiennych i oznaczyć punkty mocowań	Skrócenie czasu nastaw	19	10
7	Demontaż dużej gwiazdy	Nanieść polskie oznaczenia, oznaczyć punkty kontrolne, ujednolicić rodzaj śrub	Skrócenie czasu demontażu i montażu	30	10
8	Regulacja górnej prowadnicy ślimaka	Zamontować w pozycji optymalnej dla wszystkich rodzajów opakować	Eliminacja operacji	3	0
9	Montaż osłony ślimaka i gwiazdy wejścia	Montaż na szybkozłącze	Skrócenie czasu demontażu i montażu	3	1
10	Montaż osłony łańcucha	Montaż na szybkozłącze	Skrócenie czasu demontażu i montażu	3	1
11	Montaż przewodnic wewnętrznych i osłon wejścia	Oznaczyć punkty kontrolne i wymienić mocowania na ręczne	Skrócenie czasu demontażu i montażu	6	2
SUMA				259	124
RÓŻNICA					135

Dzięki wdrożeniu metody SMED w procesie przebrożeń zaoszczędzono 135 min.



Przedstawione oszczędności udało się uzyskać głównie dzięki zmianom technologicznym mycia zaworów, tłoków i lejków dozownicy. Dzięki tym zmianom osiągnięto oszczędności na poziomie 60 min. Drugim ułatwieniem, była unifikacja połączeń wymagających różnorodnych kluczy na połączenia śrubowe motylkowe. Zmiana ta umożliwiła przekazanie dodatkowych czynności operatorom oraz przyspieszyła znacząco prace montażowe. Elementy wymagające pozycjonowania zostały oznakowane tak, aby montaż nie wymagał dodatkowych prób. Po modyfikacjach technicznych utworzono listę niezbędnych narzędzi, przedstawioną w tabeli nr 8. Dzięki usprawnieniom z zakresu 5S udało się zaoszczędzić 28% czasu przeznaczanego na przebrojenie linii.

Tab. 8. Lista rzeczy i narzędzi potrzebna do przebrojenia

Lista przed zmianami	Sztuk	Lista po zmianach	Sztuk
szczotka do mycia	2	szczotka do mycia	2
wiadro	2	wiadro	2
ścierka zielona	2	ścierka zielona	2
nóż	1	nóż	1
płyn do naczyń	3	płyn do naczyń	3
wąż zwijany	1	pianownica	1
szczotka do posadzki	2	szczotka do posadzki	2
klucz imbus 6	1	przymiar	1
suwmiarka	1	miarka kwasoodporna	1
klucz 24	1		
klucz 13	1		
miarka kwasoodporna	1		

W kolejnym etapie rozdzielono czynności wykonywane podczas mycia i przebrajania na wewnętrzne, wymagające postoju linii produkcyjnej i zewnętrzne, czyli takie, które można realizować podczas cyklu produkcyjnego. W rozpatrywanym procesie udało się wyodrębnić cztery czynności, które nie wymagają postoju linii produkcyjnej:

- transport surowca,
- przygotowanie narzędzi do przebrojenia,
- przygotowanie słoje,
- napełnienie zasobnika wieczek.

Transport surowca z magazynu do obszaru produkcyjnego, może zostać zrealizowany z kilkugodzinnym wyprzedzeniem, przez służby odpowiedzialne za zaopatrzenie produkcji w surowce. Dysponując specjalistycznym wózkiem narzędziowym, na którym dzięki zastosowaniu mapy cieni uporządkowane zostały niezbędne przybory, można przygotować się do przebrojenia w kilka minut, poprzedzających zatrzymanie linii. Surowiec, słoje i wieczka mogą zostać dostarczone w obszar produkcji z wyprzedzeniem.

Wszystkie te operacje powinny sprawić, że moment zatrzymania linii produkcyjnej stanie się momentem rozpoczęcia prac związanych z myciem i przebrojeniem linii bez zbędnego oczekiwania.

Dzięki przygotowaniu półproduktu, opakowań oraz niezbędnych narzędzi w trakcie produkcji, przed przystąpieniem do zmiany formatu opakowania lub receptury na linii produkcyjnej można zaoszczędzić 28 min. Czynności te nie wymagają żadnych dodatkowych ruchów ani nie generują dodatkowych kosztów.

W kolejnym kroku przeanalizowano harmonogram prac, z uwzględnieniem wcześniej przeprowadzonych zmian. Celem tej zmiany było wytypowanie zadań, które mogą przebiegać równolegle oraz weryfikacja wykorzystania zasobów. Uwzględniając wcześniej wprowadzone zmiany techniczne oraz wyłączenie z czasu przezbrojenia prac przygotowawczych, które mogą zostać zrealizowane w trakcie pracy linii, udało się skrócić czas przezbrojenia do 180 min.

Decydującym czynnikiem, który wpłynął na oszczędność czasu była zmiana podziału obowiązków. Zastąpiono wcześniej przytoczony, sztywny podział obowiązków pomiędzy operatorami i technikami w zakresie mycia i montażu, skupiając się na zadaniach. W wyniku usprawnienia, technicy przestali pracować wspólnie ze sobą. W miast tego każdy z nich, w przypadku zaistnienia takiej konieczności, ma do dyspozycji operatora. Operator wspiera technika, a przy okazji zdobywa wiedzę i doświadczenie, które w przyszłości wpłynie korzystnie na redukcję mikro przestojów oraz innych czynników mających wpływ na efektywność linii.

Dodatkową zaletą wynikającą z wprowadzonych zmian jest redukcja liczby operatorów zaangażowanych w mycie i przezbrajanie. Obecnie poza dwoma technikami, wsparcie stanowi dwóch operatorów, czyli o jednego mniej niż przed zmianami.

### 3. Wnioski

Celem wdrożenia zmian w procesie mycia i przezbrajania linii produkcyjnej, była redukcja strat i marnotrawstwa w obszarze produkcji przecieru warzywnego. W oparciu o metodę SMED przygotowano analizę stanu obecnego z uwzględnieniem operacji realizowanych podczas przezbrajania i mycia, wykorzystania zasobów, zastosowanych rozwiązań technicznych, narzędzi wykorzystywanych w procesie, a także umiejętności i wiedzy pracowników. W każdym z wymienionych zagadnień znalazły się obszary wymagające usprawnień oraz modyfikacji. Kolejne analizy pokazywały w sposób jednoznaczny miejsca występowania strat.

Tab. 2. Zestawienie oszczędności

Lp.	Obszar	Opis	Oszczędność czasu
1	Procedury	Niewłaściwy podział obowiązków	384 min
2	Narzędzia	Wadliwa konstrukcja, niewłaściwe narzędzia lub ich brak	135 min
3	Planowanie	Wydzielenie czynności realizowanych w trakcie pracy linii	28 min
4	Zarządzanie ludźmi	Stworzenie harmonogramu prac	1133 min
RAZEM			1680 min

Zestawienie danych przedstawionych w tabeli nr 9 pokazuje, że łącznie, w trakcie jednego przezbrojenia, w wyniku wdrożonych zmian zaoszczędzono 1680 minut roboczych. Biorąc pod uwagę, że przed zmianami, każde przezbrojenie trwało 2400 minut roboczych (uwzględniając 5 pracowników), zaoszczędzono siedemdziesiąt procent czasu potrzebnego na przezbrojenie. Powyższa analiza udowadnia wpływ czasu przezbrojenia na dostępność linii produkcyjnej. Prawidłowo zaimplementowana metoda SMED zwiększa dostępność urządzeń produkcyjnych, przez co wskaźnik OEE wykazuje wzrost efektywności produkcji analizowanej maszyny.

Oszczędność czasu przekłada się zarówno na mniejsze koszty związane z zatrudnieniem, szczególnie w przypadku pracy w godzinach nadliczbowych oraz na zwiększenie efektywności linii poprzez większe możliwości produkcyjne.

Analiza dokonanych zmian, szczególnie pod kątem modyfikacji technicznej urządzeń, wskazuje jak niewielka zmiana w postaci zastosowania zunifikowanego, niewymagającego narzędzi połączenia może, poprzez czas realizacji zadania, wpłynąć na koszty wytwarzania produktów. Kilka zmian konstrukcyjnych wprowadzonych w konstrukcji urządzenia, pozwoliło zaoszczędzić 135 min, podczas których linia produkcyjna nie wytwarzała produktu, przynosząc jednocześnie koszty zatrudnienia pięciu osób, które zajmowały się przebrojeniem.

Właściwie przygotowany harmonogram prac, eliminujący zbędne oczekiwanie na zakończenie niepowiązanych ze sobą operacji lub na dostarczenie materiałów, pozwala znacząco ograniczyć straty, bez ponoszenia dodatkowych kosztów.

Warto również pamiętać o potencjale ludzkim, który stanowi często o wartości przedsiębiorstwa. Znajomość umiejętności pracowników, ich mocnych oraz słabych stron jest podstawą do podnoszenia ich kwalifikacji.

#### **Literatura**

1. Birmingham F., Jelilnek J.: Quick Changeover Simplified The Manager's to Improving Profits with SMED, Productivity Press, New York 2007.
2. Wiśniewska M., Malinowska E.: Zarządzanie jakością żywności, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2011.
3. Shigeo Shingo: A revolution in manufacturing: the SMED system, Productivity Press, Portland - Oregon, 1985r.
4. Womack J. P., Jones D. T.: Odchudzenie firm. Eliminacja marnotrawstwa – kluczem do sukcesu. Centrum Informacji Menadżera, Warszawa 2001.
5. Moreira A. C., Campos Silva Pais G.: Single Minute Exchange of Die: A Case Study Implementation, Journal of Technology Management and Innovation, 2011 r., str.29-46
6. Bikram J. S., Dinesh K.: SMED: for quick changeovers in foundry SMEs, International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 59 ISSN: 1741-0401, 2011r., str.98 – 116
7. Maciak J.: Redukcja czasu przebrojenia maszyny przy użyciu techniki SMED, [w:] Konsala R. (red.), Komputerowo zintegrowane zarządzanie, tom II, Zakopane, 2011, s.188-195.
8. Wolniak R.: Metody i narzędzia Lean Production i ich rola w kształtowaniu innowacji w przemyśle. [w:] Knosala R. (red.), Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji, Zakopane, 2013, s.524-534.

Mgr inż. Przemysław Chabowski

Mgr inż. Justyna Trojanowska

Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji

Politechnika Poznańska, 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3

tel./fax: (0-61) 647 59 91

e-mail: justyna.trojanowska@put.poznan.pl

przemyslaw.chabowski@doctorate.put.poznan.pl

Mgr inż. Daniel Brink

e-mail: daniel.brink@ne.com