

METODA SMED JAKO PRZYKŁAD ORGANIZATORSKIEGO PODEJŚCIA DO REDUKCJI CZASU PRZEBROJENIA PRASY 160T NA PRZYKŁADZIE PRZEDSIĘBIORSTWA PRODUKCYJNEGO SAMASZ SP. Z O.O.

Jerzy JAROSZEWICZ, Damian KUŁAK

Streszczenie: W pracy omówiono korzyści wynikających z zastosowania metody SMED w celu skrócenia czasów przebrojeń (tpz) na przykładzie prasy korbowodowej produkcji radzieckiej 160 T do tłoczenia i wykrawania blach walcowanych na zimno w firmie SaMASZ w procesie produkcyjnym elementów listew tnących Perfect Cut stanowiących zespół roboczy kosiarek dyskowych. Scharakteryzowano metodę SMED (single-minute exchange of die) w aspekcie skracania czasu przebrojeń (z ang. quick changeover). Omówiono specyfikę wykorzystania prasy mechanicznej do tłoczenia i wykrawania elementów z blach walcowanych o grubości 5-6mm. Dokonano analizy poszczególnych czynności procesów przebrojenia pod kątem możliwości skrócenia ich czasów. W celu ustalenia nowego normatywu tpz wykonano kilkadziesiąt pomiarów czasu każdej z czynności wchodzącej w skład przebrojenia maszyny.

Słowa kluczowe: metody SMED, prasa korbowodowa, obróbka plastyczna, listwa tnąca, kosiarka dyskowa, czynności i czasy przebrojeń

1. Wstęp

Koniecznością w przypadku chęci utrzymania się przedsiębiorstwa produkcyjnego na rynku, jest zaspokajanie ciągle zmieniających się potrzeb klientów a co za tym idzie realizacja częstych i niewielkich zamówień oraz produkcja kilku modeli tego samego produktu [1, 3]. Ogromny wpływ na osiągnięcie wymienionych celów ma przezbieranie maszyn, dlatego właśnie producenci zmuszeni są do poszukiwania nowych niekonwencjonalnych metod skrócenia ich czasu. Jedną z najpopularniejszych w ostatnich czasach metodą pozwalającą na skrócenie czasu przezbierania maszyn jest SMED (ang. Single Minute Exchange of Die), - przezbieranie w szybkich minutach [2].

Istotą tej metody jest rozdzielenie wykonywanych czynności, podczas przezbierania maszyny, na czynności wewnętrzne (wykonywane tylko wtedy gdy maszyna jest wyłączona) i zewnętrzne (takie, które mogą być wykonane podczas pracy maszyny), a następnie przekształcenie jak największej ilości operacji wewnętrznych na zewnętrzne tak aby wykonać jak największą ilość możliwych do wykonania zadań w czasie gdy maszyna jeszcze pracuje [3]. Organizacja przeprowadzenia analizy SMED obejmuje cztery główne etapy:

- przygotowanie,
- rozgraniczenie operacji wewnętrznych i zewnętrznych,
- przekształcenie operacji wewnętrznych w zewnętrzne,
- udoskonalenie wszystkich etapów przebrojenia [4].

Poprawnie przeprowadzona analiza SMED niesie ze sobą szereg korzyści. Jedną z najważniejszych jest sprawne i szybkie przejście pomiędzy wytwarzaniem dwóch różnych wyrobów. SMED to nieskomplikowane narzędzie pozwalające na znaczne skrócenie czasu

przebrożenia, zmiany typu i przygotowania produkcji, usprawnienie gospodarki narzędziowej, zmniejszające zużycie materiałów i kosztów robocizny, redukujące stanów magazynowych, podniesienie jakości wyrobu oraz stopnia wykorzystania posiadanego wyposażenia, zwiększenie bezpieczeństwa pracowników i obniżenie wymagań co do ich umiejętności [5].

2. Obróbka plastyczna i charakterystyka prasy korbodowej 160t

W obróbce plastycznej na zimno nie można uzyskać gotowego kształtu przedmiotu podczas jednej operacji. Materiał pod wpływem rosnących obciążeń odkształca się tylko do pewnego stopnia, w którym następuje takie jego umocnienie, że traci on zdolności plastyczne, a dalsze zwiększenie nacisku powoduje jego pęknięcie. Kształtowanie przedmiotu musi odbywać się w kilku operacjach tak, aby w każdym stopniu odkształcenia nie wystąpiło niebezpieczeństwo pęknięcia materiału. Wymaga to przywrócenia własności plastycznych materiałowi po każdym stopniu odkształcenia przez jego wyżarzanie w odpowiedniej temperaturze. W miarę wzrostu temperatury wyżarzania zachodzą następujące zjawiska: odprężanie (zmniejszenie naprężeń własnych), zdrowienie (usunięcie zniekształceń sieci krystalicznej), rekryształizacja (zniekształcone ziarna są zastąpione nowymi). Rekryształizacja przywraca własności plastyczne materiałowi. Należy unikać obróbki plastycznej na zimno przy krytycznym stopniu zgniotu. Obróbka plastyczna na gorąco wymaga przeprowadzenia procesu w odpowiednim zakresie temperatury. Obróbka stopów powinna przebiegać w temperaturze zapewniającej kształtowanie w zakresie jednej fazy z uwagi na możliwość wystąpienia znacznych naprężeń własnych [6].

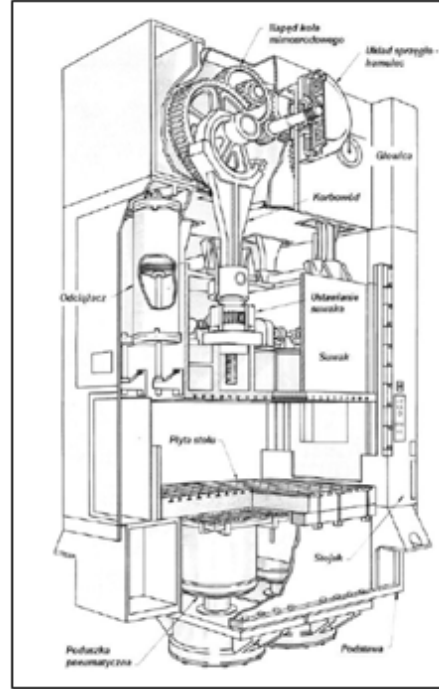
Prasy to maszyny do obróbki plastycznej, służące do kształtowania plastycznego przedmiotów lub cięcia, poprzez wywieranie stałego lub zmiennego nacisku części roboczej na przedmiot. Główną częścią prasy jest suwak, który wykonuje ruchy postępowo zwrotne. Do suwaka mocuje się ruchomą część narzędzia. Podstawowe parametry pras to: nacisk nominalny, energia użyteczna, liczba skoków/min i wartość skoku roboczego oraz wymiary przestrzeni roboczej. Prasy są stosowane do wykonywania takich operacji, jak: gięcie, kształtowanie wytłoczek (tłoczenie gumą), wyciskanie, przepychanie, spęczanie, wygniatanie, kucie swobodne i matrycowe, dogniatanie odkuwek, okrawanie wypływek i cięcie. Ze względu na rodzaj napędu prasy dzieli się na mechaniczne (korbowe, mimośrodowe, śrubowe, kolanowe) i hydrauliczne (również śrubowe. Każdy rodzaj prasy ma swoje specyficzne zastosowania. Naciski pras mechanicznych są rzędu od kilku setnych do ok. 2,5 MN [7]. Przebrożenie opisane w artykule zostało wykonane na prasie mimośrodowej 160t, typ PR160, nr fabryczny TT-18-DD, rok produkcji 1973.

Dane techniczne prasy 160t:

- obszar roboczy: odległość między prowadnicami - stójkami - 400mm,
- odległość od stołu roboczego do stempla: 390/590mm,
- powierzchnia robocza stołu: 1500x600mm,
- ruch stempla: min/maks. 20/160mm,
- droga wyrzutnika 80mm,
- ilość ruchów min/maks. - 40/80 na min.,
- kanałki mocujące: 4szt typu T22,
- płyta przeciążeniowa na ciśnienie normalne 160.000kp,
- gabaryty: pow. podstawy 2,3x1,3m, wysokość-3,45m, waga 12t,
- całkowite zapotrzebowania mocy -15,75KW, w tym napęd główny 15,0 KW, napęd stempla - 0,75KW.



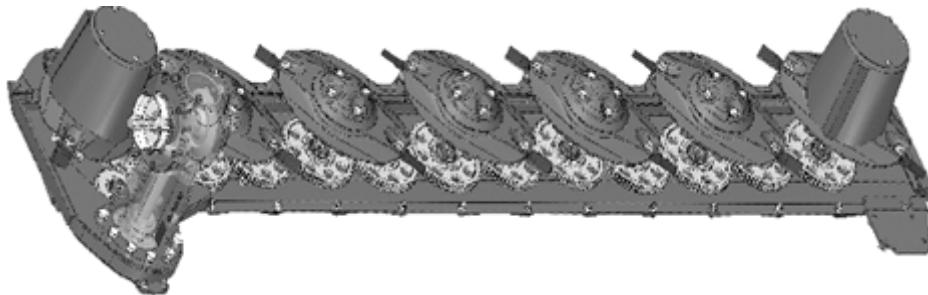
Rys. 1. Prasa korbowa 160t
Źródło: Opracowanie własne



Rys. 2. Schemat prasy korbowej 160t
Źródło: Opracowanie własne

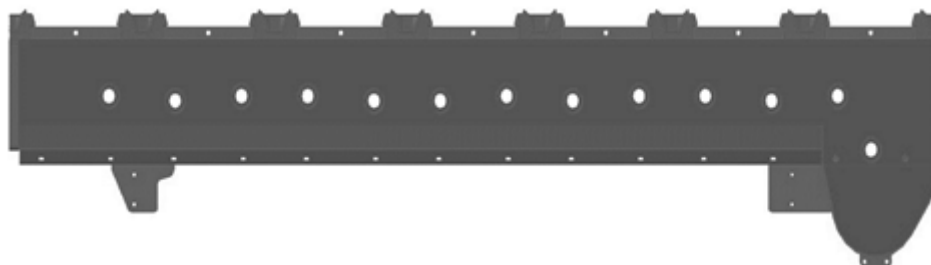
3. Redukcja czasu przebrojenia/doskonalenie procesu przebrajania

Listwa Perfect CUT jest jednym z podstawowych produktów produkowanych przez analizowany zakład produkcyjny. Miesięczna produkcja wynosi blisko 350 sztuk.

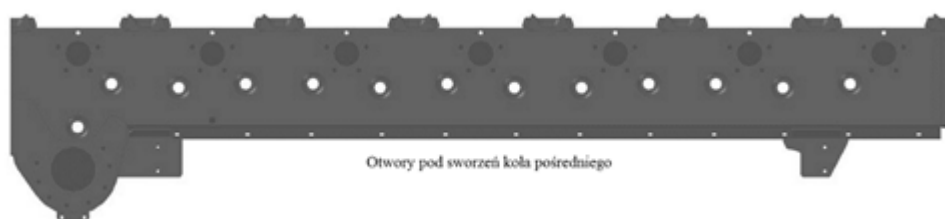


Rys. 3. Listwa tnąca Perfect CUT
Źródło: Opracowanie własne

Przebrojenie dotyczy zmiany oprzyrządowania i wykonanie operacji przetłaczania otworów pod sworznie koła pośredniego w listwie tnącej. Prasa została przebrojona z listwy tnącej prawej #6 na listwę tnącą lewą #5 (elementy następnie zespawane się ze sobą). Łączny czas przebrojenia to 47min 26s.



Rys. 4. Listwa tnąca prawa #6
Źródło: Opracowanie własne



Rys. 5. Listwa tnąca lewa #5
Źródło: Opracowanie własne

3.1 Analiza stanu obecnego

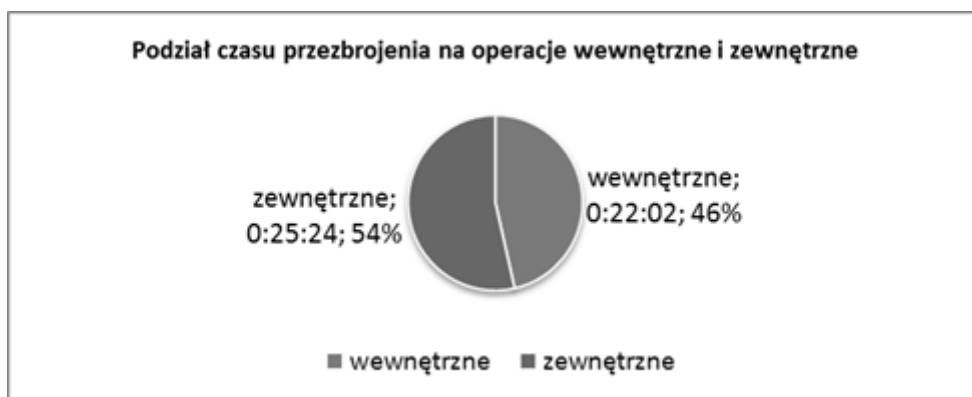
Tab. 1. Zestawienie czasów trwania operacji przebrojenia

Nr	Czas rozpoczęcia kroku	Nazwa Kroku	Z/W	Kat.	Czas Operacji
1	00:00:00	Zdobycie informacji co produkujemy	z	prz	0:02:35
2	00:00:00	Założenie środków bezpieczeństwa	z	prz	0:00:07
3	00:00:07	Przecieranie starego przyrządu w prasie	z	cz	0:00:28
4	00:00:35	Wyjęcie klucza z szafki	z	prz	0:00:10
5	00:00:45	Odkręcenie mocowania z boku prasy	w	r	0:00:20
6	00:01:05	Zmiana trybu na szafie rozdzielczej	w	prz	0:00:09
7	00:01:14	Przygotowanie panelu sterowania i pedału	z	prz	0:00:11
8	00:01:25	Podniesienie prasy z panelu	w	prz	0:00:31
9	00:01:56	Pobranie kluczy z szafki	z	t	0:00:15
10	00:02:11	Odkręcanie starej formy	w	w	0:00:18
11	00:02:29	Czyszczenie odkręconego elementu i miejsca po nim	z	cz	0:00:17
12	00:02:46	Odkręcanie starej formy	w	w	0:00:28
13	00:03:14	Czyszczenie odkręconego elementu i miejsca po nim	z	cz	0:00:11
14	00:03:25	Odkręcanie starej formy	w	w	0:01:22
15	00:04:47	Czyszczenie odkręconego elementu i miejsca po nim	z	cz	0:00:15
16	00:05:02	Przejsie na drugą stronę prasy	z	t	0:00:18

17	00:05:20	Odkręcanie starej formy	w	w	0:00:20
18	00:05:40	Czyszczenie odkręconego elementu i miejsca po nim	z	cz	0:00:12
19	00:05:52	Odkręcanie starej formy	w	w	0:01:00
20	00:06:52	Czyszczenie odkręconego elementu i miejsca po nim	z	cz	0:00:07
21	00:06:59	Podniesienie prasy z panelu	w	prz	0:00:34
22	00:07:33	Wysunięcie starego przyrządu na brzeg prasy	w	prz	0:00:10
23	00:07:43	Czyszczenie starego przyrządu	z	cz	0:00:04
24	00:07:47	Wyjęcie starej formy z prasy z operatorem wózka widłowego	w	prz	0:01:05
25	00:08:52	Odstawienie na półkę przyrządu	z	t	0:00:40
26	00:09:32	Otwarcie osłon przed zmianą skoku	w	prz	0:00:18
27	00:09:50	Zmiana skoku	w	r	0:02:00
28	00:11:50	Wydanie polecenia operatorowi wózka widłowego	z	prz	0:00:15
29	00:12:05	Zmiana skoku	w	r	0:01:26
30	00:13:31	Włożenie pierwszej części formy i pozycjonowanie jej	w	prz	0:00:24
31	00:13:55	Przygotowanie drugiej części formy do transportu na prasę	z	prz	0:01:14
32	00:15:09	Transport drugiej części matrycy na prasę	z	prz	0:00:34
33	00:15:43	Pozycjonowanie matrycy na prasie	w	prz	0:00:51
34	00:16:34	Pobranie narzędzia	z	prz	0:00:23
35	00:16:57	Transport trzeciej części matrycy na prasę	z	prz	0:00:48
36	00:17:45	Regulacja wysokości prasy	w	r	0:00:22
37	00:18:07	Przyniesienie śrub do mocowania matrycy	z	prz	0:00:24
38	00:18:31	Przykręcanie górnej części matrycy	z	w	0:01:23
39	00:19:54	Pozycjonowanie matrycy	w	r	0:01:36
40	00:21:30	Przykręcanie dolnej części matrycy	z	w	0:04:20
41	00:25:50	Przykręcanie górnej części matrycy	z	w	0:01:50
42	00:27:40	Regulacja wysokości prasy	w	r	0:00:20
43	00:28:00	Przykręcanie górnej części matrycy	w	w	0:03:00
44	00:31:00	Odniesienie narzędzi	z	t	0:01:09
45	00:32:09	Przykręcanie dolnej części matrycy	w	w	0:01:26
46	00:33:35	Porządkowanie rzeczy	z	prz	0:01:10
47	00:34:45	Regulacja wysokości prasy	w	r	0:01:00
48	00:35:45	Przykręcanie blokady	w	w	0:00:30
49	00:36:15	Przygotowanie stojaków	z	prz	0:01:35
50	00:37:50	Pójście po operatora wózka widłowego	z	t	0:02:15
51	00:40:05	Załadowanie list na stojak	z	prz	0:00:35
52	00:40:40	Przygotowanie stanowiska do produkcji	z	prz	0:00:23
53	00:41:03	Pójście po pomocnika	z	prz	0:00:32

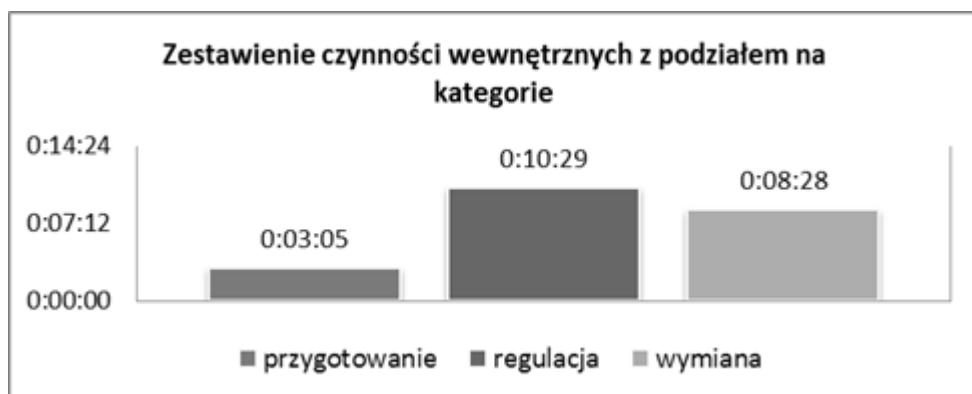
54	00:41:35	Założenie pierwszej sztuki na prasę	w	prz	0:00:15
55	00:41:50	Regulacja pozycji koźłów	z	prz	0:00:25
56	00:42:15	Przyniesienie narzędzi	z	t	0:00:19
57	00:42:34	Regulacja 1 sztuki	w	prz	0:02:26
58	00:47:26	Koniec			

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 6. Podział czasów przebrojenia na W/Z

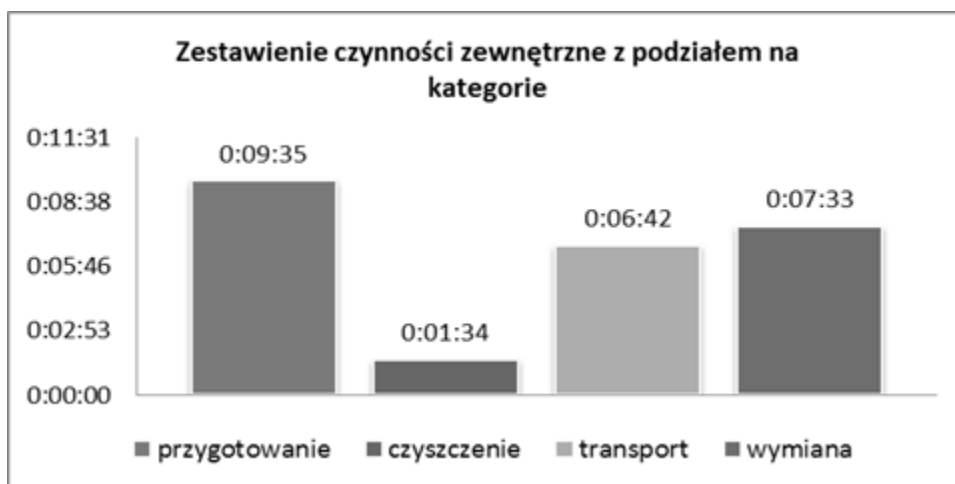
Źródło: Opracowanie własne



Rys. 7. Zestawienie czynności wewnętrznych z podziałem na kategorie

Źródło: Opracowanie własne

Z analizy czynności przebrojenia wynika, że operator prasy w 91% (43min23sec) samodzielnie wykonuje przebrojenie, zaś 9% stanowi pomoc operatora wózka widłowego (4min23s). Przydzielając operatorowi wózka nowe zadania do realizacji w znacznym stopniu zostanie skrócony czas przebrojenia.



Rys. 8. Zestawienie czynności zewnętrznych z podziałem na kategorie
Źródło: Opracowanie własne

3.2 Doskonalenie procesu przezbierania

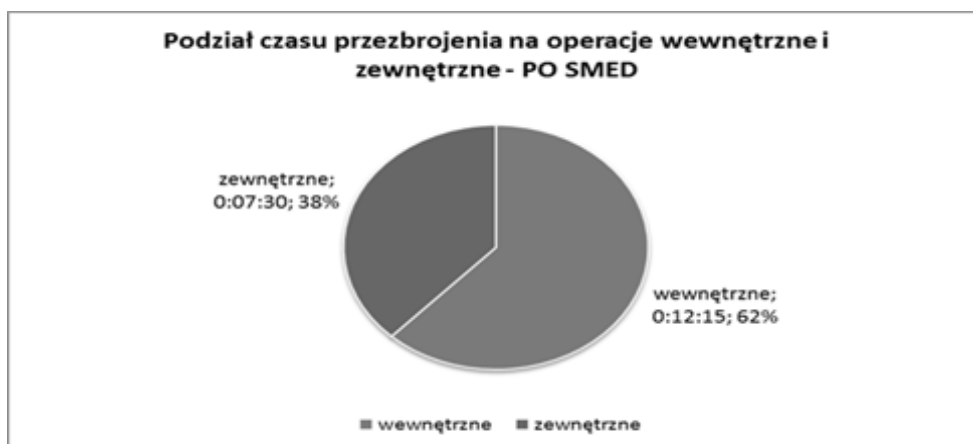
W pierwszym etapie implementacji zmian, główny nacisk został położony na wdrożenie usprawnień oraz nowych narzędzi, których celem było skrócenie wykonywania poszczególnych operacji w procesie przezbierania. Zestawienie zmian zostało przedstawione w tabeli 2.

Tab. 2. Zestawienie wprowadzonych zmian

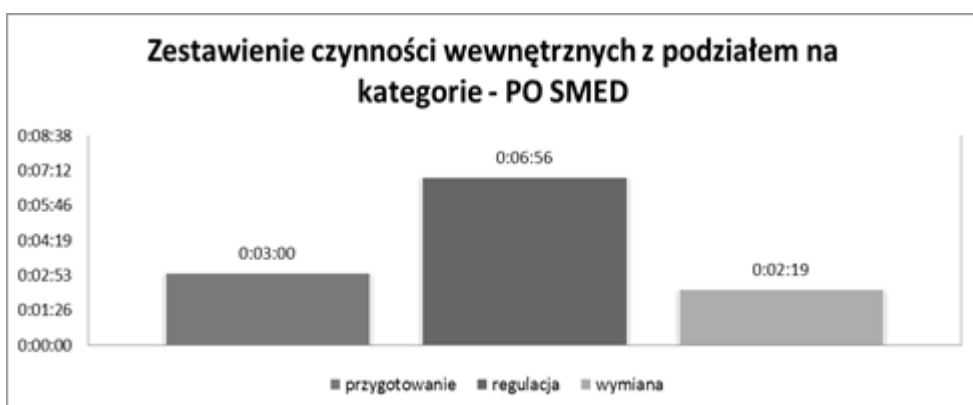
Lp.	Opis zmian	Oczekiwany efekt
1	Wdrożenie 5S, stworzenie tablic cieni na narzędzia, unifikacja narzędzi i śrub	Skrócenie czasu przygotowania do przezbierania
2	Zakup klucza pneumatycznego	Skrócenie czasu odkręcania i przykręcania matryc
3	Zakup elektrycznego wózka z podnoszonym masztem	Operator samodzielnie może założyć lub zdjąć przyrząd z prasy
4	Wykonanie w dolnej części matrycy nóg podporowych	Wyeliminowanie problemu z trudnym pobraniem przyrządu z regału (przyrząd trzeba było zsuwać na widły wózka widłowego)
5	Wykorzystanie operatora wózka widłowego do przezbierania prasy	Skrócenie czasu przezbierania poprzez przekazanie części zadań operatora prasy dla operatora wózka (czyszczenie przyrządów itp.)

Źródło: Opracowanie własne

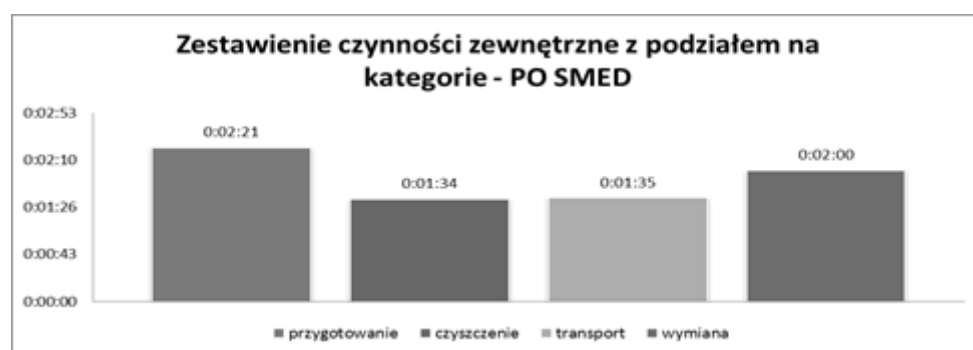
Poniżej zostały przedstawione efekty jakie udało się osiągnąć dzięki w/w usprawnieniom.



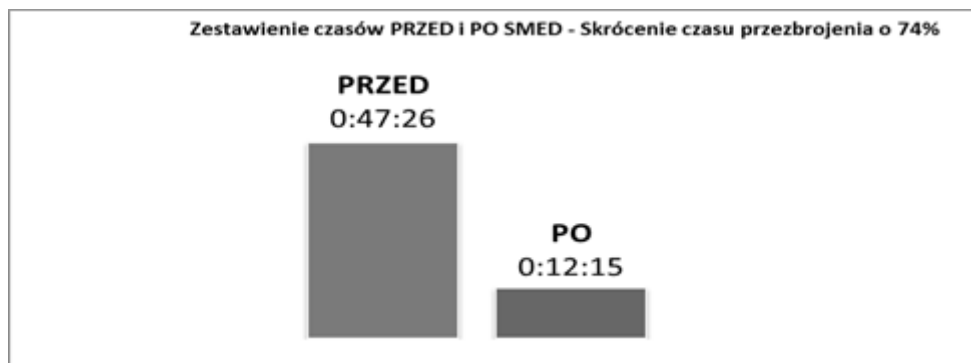
Rys. 9. Podział czasów przebrojenia na W/Z – PO SMED
 Źródło: Opracowanie własne



Rys. 10. Zestawienie czynności wewnętrznych z podziałem na kategorie – PO SMED
 Źródło: Opracowanie własne



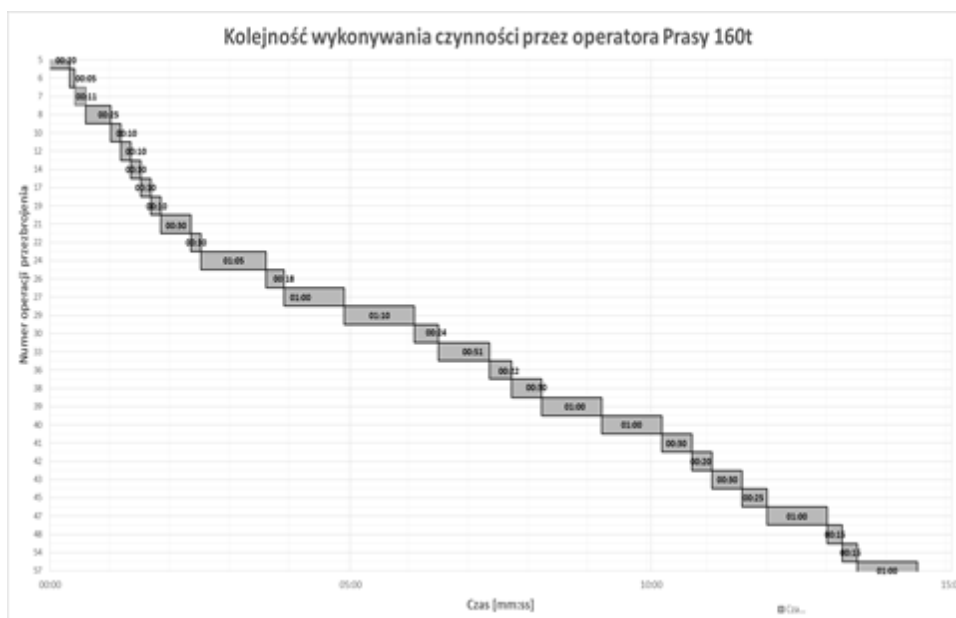
Rys. 11. Zestawienie czynności zewnętrznych z podziałem na kategorie – PO SMED
 Źródło: Opracowanie własne



Rys. 12. Zestawienie czasów PRZED i PO SMED
Źródło: Opracowanie własne

Nowy sposób przezbrojenia będzie potrzebował nowych standardów, dlatego został stworzony „wizualny podręcznik” przezbrojenia w którym znajdują się następujące rzeczy:

- Przygotowanie do przezbrojenia (potrzebna informacja, narzędzia, materiały, wykonanie czynności „zewnętrznych”).
- Standardy wykonywania czynności – przed i w trakcie przezbrojenia (np. SOP, OPL).
- Lista czynności do wykonania po zakończeniu przezbrojenia (kiedy maszyna już rozpoczęła pracę).
- Sekwencja czynności (np. Wykres Gantt’a).
- Wykres Gantta pozwala na rozplanowanie projektu w czasie, przydzielenie odpowiedzialności i wykonania efektywnego Project Management.



Rys. 13. Wykres Gantta dla operatora prasy
Źródło: Opracowanie własne

4. Podsumowanie

Przedsiębiorstwa stosujące produkcję opartą na tradycyjnych wzorcach stwarzają sobie ogromne ograniczenia elastyczności produkcji przez co nie są w stanie zaspokoić ciągle zmieniających się potrzeb klienta [8].

SMED jest metodą umożliwiającą redukcję czasu przebrojenia bez strat dla wydajności, a także bez ponoszenia znaczących kosztów.

Na podstawie nagrania przebrojenia, przeprowadzono analizę stanu obecnego prasy korbowej 160t z rozróżnieniem czynności wewnętrzne i zewnętrzne. Pozwoliło to na zdiagnozowanie pojawiających się problemów, a także określenie miejsc występujących strat, oraz obszarów wymagających usprawnień i modyfikacji.

Wdrożone usprawnienia z tab.2 oraz eliminacja zbędnych czynności pozwoliły na redukcję czasu przebrojenia o 74%.

Podsumowując, wiele firm jest przekonanych, że zna i stosuje metodykę SMED. Praktyka pokazuje, że jej stosowanie wymaga rzetelnego przygotowania, aby w rezultacie wykorzystać w pełni rezerwy tkwiące w przedsiębiorstwie oraz potencjał jego pracowników.

Wiele błędów wynika z tego, że badany proces nie jest dogłębnie przeanalizowany lub w jego realizację nie są zaangażowani bezpośrednio zainteresowani pracownicy. Podobnie, jak w doskonaleniu innych obszarów i elementów procesów produkcyjnych, SMED powinien być przedmiotem zainteresowania kierownictwa przedsiębiorstwa oraz pozostałych pracowników, ponieważ od ich wsparcia i zaangażowania zależy sukces wdrożenia zmian.

Literatura

1. Bernais J., Ingram J., Kraśnicka T., ABC współczesnych koncepcji i metod zarządzania, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2007.
2. Betlejewska M. (red.), Podstawy zarządzania Koncepcje- strategie – zastosowania, Wydawnictwo naukowe PWN SA, Warszawa 2009.
3. Duchniewicz S. (red.), Metody organizacji i zarządzania. Teoria i praktyka, Wydawnictwo menedżerskie PTM, Warszawa 2007.
4. Matuszek J., Racjonalizacja czasów przebrojeń stanowisk roboczych, „Zeszyt Naukowy Politechniki Śląskiej Seria Organizacja i Zarządzanie”, 2014.
5. Kruczek M., Żebrucki Z., Wykorzystanie techniki SMED w usprawnieniu procesu produkcyjnego, „Logistyka”, nr 2, 2012.
6. Romanowski W. P.: Poradnik obróbki plastycznej na zimno. Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1976.
7. Golański T.: Prasy mechaniczne: Konstrukcja, eksploatacja i modernizacja. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970.
8. Burek J. (red.), Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją, Wolters Kluwer Polska Sp. z o.o., Warszawa 2011.
9. Martyniak Z., Organizacja i zarządzanie 15 efektywnych metod, Antykwa, Kraków-Kluczbork 1997.

Dr hab. inż. Jerzy JAROSZEWICZ,
Katedra Zarządzania Produkcją
Wydział Zarządzania Politechniki Białostockiej
16-001 Kleosin, ul Ojca Tarasiuka 2
e-mail: j.jaroszewicz@pb.edu.pl

Mgr inż. Damian KUŁAK
Przedsiębiorstwo: SaMASZ Sp. Z o.o.
15-161 Białystok, ul. Trawiasta 15
Telefon: 505702036
e-mail: damian.kulak@samasz.pl