



Prezentacja wprowadzająca do 5 części projektu



„PROJEKTOWANIE GNIAZD Z PRZEPŁYWEM CIĄGŁYM”

Przedmiot: **LEAN MANUFACTURING**
Kierunek: **ZARZĄDZANIE I INŻYNIERIA PRODUKCJI**
Stopień/Rok: **DRUGI / PIERWSZY**

Opracował: dr inż. Paweł Wojakowski

Instytut Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji
Zakład Projektowania Procesów Wytwarzania

Pokój: **C207 B**
Telefon: **12 374 32 61**
e-mail: **pwojakowski@pk.edu.pl**
www: **<http://m65.pk.edu.pl>**

Integracja jak największej liczby etapów procesu wytwórczego ma na celu skrócenie czasu przejścia materiałów w strumieniu wartości.

Integrację etapów procesu wytwórczego przeprowadza się zwykle podczas trwających tydzień *warsztatów kaizen* zaliczanych do grupy działań doskonalenia, tzw. **KAIZEN PRZEPIYWU** (projekty doskonalące ukierunkowane na ustanowienie **przepływu jednej sztuki**).

Sytuacje krytyczne, w których powinno unikać się łączenia etapów w przepływ jednej sztuki:

- etap procesu ma bardzo krótki bądź bardzo długi czas cyklu
- etap procesu produkuje dla różnych rodzin wyrobów
- etap procesu wymaga długiego czasu przebrojenia z produkcji jednego wyrobu na drugi
- etap procesu jest realizowany w kooperacji
- etap procesu jest zlokalizowany w odrębnej części zakładu (np. z powodu uwarunkowań ergonomicznych lub maszyna to „monument”)
- **stosowana technologia w etapie procesu jest zawodna (częste postoje)**

Mając na uwadze powyższe najpierw należy oszacować możliwość utworzenia gniazd z przepływem ciągłym (cel wprowadzenia nr 5)

WSKAZÓWKA

Kolejne etapy procesu wytwórczego, w których maszyny, urządzenia bądź stanowiska robocze są dedykowane do produkcji rodziny wyrobów mogą być włączone do gniazda z przepływem ciągłym.

W przykładzie gniazda z przepływem ciągłym można ustanowić dla następujących etapów procesu wytwórczego:

1. Operacje końcowe:

- Montaż stylu i rękojeści -> Montaż stylu i ostrza

2. Styl łopaty:

- Toczenie -> Obcinanie i obrabianie końców -> Szlifowanie stylu
->Lakierowanie

3. Rękojeść:

- Tłoczenie obejmmy -> Zgrzewanie oporowe dwóch obejm
-> Montaż -> Malowanie

4. Ostrze łopaty:

- Tłoczenie -> Pokrycie warstwą antykorozyjną

Konsekwencje wykonania takiego ruchu:

Konieczność przeprojektowania pracy w gnieździe montażu finalnego, zmiana C/T

Zmiana czasu przejścia wyrobu L/T

Pogorszenie wyniku OEE (łączenie powoduje przejęcie najgorszych cech poszczególnych etapów)

Pogorszenie wartości wskaźników RPC, C/TP, L/TP

Najdłuższe przebrojenia dominują: pogorszenie wyniku EPE

Korzyści wykonania takiego ruchu:

Brak (lub minimalizacja) zapasów produkcji w toku pomiędzy łączonymi etapami

Skrócenie całkowitego czasu przejścia wyrobu przez zakład

Wprowadzenie bezwzględnej dyscypliny pracy zespołowej

Samoistne tworzenie brygad z team liderem ukierunkowanych na ciągłe doskonalenie (standaryzacja i praca zespołowa)

Każdorazowe łączenie etapów w przepływ ciągły wymaga sprawdzenia skutków takiego przedsięwzięcia, czyli przeliczenia wszystkich wskaźników stanowiskowych i procesowych

Przewidywanie wpływu łączenia etapów procesu na poziom OEE:

Obliczenie czasu eksploatacji

Parametr	Symbol	Jednostka	Montaż I	Montaż II	Gniazdo montażu
Dostępny czas	O/T	[min/zm]	480	480	480
Przerwy pracownicze	a	[min/zm]	0	0	0
Wypełnianie raportów	b	[min/zm]	5	5	5
Sprzątanie	c	[min/zm]	10	10	10
Planowane przestoje	P/D	[min/zm]	15	15	15
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465	465

OEE Gniazdo montażu finalnego

Parametr	Symbol	Jednostka	Montaż I	Montaż II	Gniazdo montażu
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465	465
Awarie	d	[min/zm]	0	0	0
Usterki	e	[min/zm]	25	20	45
Nieobecność operatora	f	[min/zm]	15	0	15
Oczekiwanie na...	g	[min/zm]	30	0	30
Przekroczenie czasu przezbrojenia	h	[min/zm]	0	0	0
Nieplanowane przestoje	N/D	[min/zm]	70	20	90
Dostępność	A_v	[%]	84.95%	95.70%	80.65%
Zdolność produkcyjna	C_p	[szt/zm]	1650	1312	1026
Czas standaryzowany	S/T	[sek/szt]	10	20	15
Wydajność	P_e	[%]	69.62%	98.29%	68.43%
Braki	S_H	[szt/zm]	50	50	100
Jakość	Q_t	[%]	96.97%	96.19%	90.25%
Efektywność	OEE	[%]	57.35%	90.48%	49.81%

Jak przeprowadzono obliczenia:

Wprowadzono system rotacji pracowników na montażu I podczas schodzenia na przerwy pracownicze, stąd przerw pracowniczych nie ma

Straty nieplanowanych przestoju zsumowano po kategoriach strat (czasami uzasadnione może być również wybranie jednej z wartości spośród łączonych etapów a nie tworzenie sumy)

Zmodyfikowano czas cyklu dla gniazda montażu finalnego. Od tej pory gniazdo ma pracować w czasie cyklu wynoszącym 15 sek/cykl (posłużono się średnią arytmetyczną – taki zabieg jest często możliwy w przypadku montażu manualnego). Uzasadnione jest przyjęcie czasu najdłuższego w przypadku łączenia maszyn technologicznych. Możliwe jest również dokonanie „przewrotu” w realizacji procesu technologicznego, tj. z maszyn równolegle pracujących można tworzyć pracę szeregową sekwencyjną (każda maszyna wykonuje ograniczoną liczbę zabiegów, maszyny są ustawione jedna za drugą). Czas standaryzowany jest równy czasowi cyklu i wynosi 15 sek/szt

Wskaźnik wydajności został obliczony poprzez pomnożenie wskaźników wydajności obydwu etapów. Zdolność produkcyjną wyznaczono zgodnie ze wzorem stosowanym podczas poprawy OEE we wprowadzeniu nr 4.

Braki gniazda obliczono sumując braki obydwu etapów.

Przedstawione podejście do tworzenia gniazda produkcyjnego jest scenariuszem pesymistycznym. Ma pokazać wszelkie zagrożenia wynikające z łączenia etapów procesu produkcyjnego.

Pozostałe wskaźniki:

RPC Gniazdo montażu finalnego

Parametr	Symbol	Jednostka	Montaż I	Montaż II	Gniazdo montażu
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465	465
Czas cyklu	C/T	[sek/cykl]	10	20	15
Liczba ciągów równoległych	r		1	1	1
Liczba sztuk na wyrób	i		1	1	1
Liczba sztuk w czasie cyklu	PPC	[szt/cykl]	1	1	1
Efektywność	OEE		57.35%	90.48%	49.81%
Przepustowość	RPC	[szt/zm]	1600	1262	926

C/TP Gniazdo montażu finalnego

Parametr	Symbol	Jednostka	Montaż I	Montaż II	Gniazdo montażu
Czas cyklu	C/T	[sek/cykl]	10	20	15
Efektywność	OEE	[%]	57.35%	90.48%	49.81%
Liczba ciągów równoległych	r		1	1	1
Liczba sztuk na wyrób	i		1	1	1
Liczba sztuk w czasie cyklu	PPC	[szt/cykl]	1	1	1
Czas przebrojenia	C/O	[min/partię]	0	0	0
Wielkość partii	n	[szt/partię]	1275	1275	1275
Cykl produktu	C/TP	[%]	17.44	22.10	30.12

L/TP Gniazdo montażu finalnego

Parametr	Symbol	Jednostka	Montaż I	Montaż II	Gniazdo montażu
Czas przejścia	L/T	[sek]	10	20	30
Efektywność	OEE	[%]	57.35%	90.48%	49.81%
Liczba sztuk na wyrób	i		1	1	1
Liczba sztuk w czasie cyklu	PPC	[szt/cykl]	1	1	1
Przejęcie produktu	L/TP	[sek]	17.44	22.10	60.23

L/TP (ang. *Lead Time per Product*)

Wskaźnik przejścia produktu przez gniazda produkcyjne oblicza się ze zmienionego wzoru jak pokazano poniżej:

$$L/TP = \frac{L/T}{OEE} \cdot \left[\frac{i}{PPC} \right]$$

UWAGA

Zamiast wskaźnika C/T jak dla etapów procesu z pojedynczymi lub równoległymi stanowiskami roboczymi, w przypadku gniazd z przepływem ciągłym stosuje się **wskaźnik L/T**

Czas przejścia L/T oblicza się ze wzoru:

$$L/T = \sum_{i=1}^I L/T_i$$

gdzie:

$i=1, \dots, I$ – liczba etapów procesu włączonych do gniazda produkcyjnego

L/T_i – czas przejścia wyrobu przez etap i włączony do gniazda produkcyjnego

Sprawdzenie realizacji montażu zgodnie z zapotrzebowaniem klientów:

Cykl produktu dla etapu montażu stylu i ostrza:

$$C/TP = 30.12 \text{ sekund}$$

Średnie dzienne zapotrzebowanie dla rodziny wyrobów:

$$ADD = 560 + 395 + 320 = 1275 \text{ sztuk/dzień}$$

Czas przebrojeń: $C/O = 0$

Czas spędzony w kolejce: $Q/T = 0$

Czas dalszego przetwarzania:

$$ob_{P-PRZ} = 30.12 \cdot 1275 \approx 38403 \text{ sek} \approx 10.67 \text{ h}$$

Czas oczekiwania produkcji w toku na przetworzenie:

$$ob_{P-OCZ} = 0 \text{ h}$$

Wniosek: obecnie nie można utworzyć gniazda montażu finalnego, bo:

$$ob_{P-PRZ} + ob_{P-OCZ} > 10$$

Wymagane: poprawa efektywności wykorzystania gniazda montażu finalnego

Poprawa efektywności wykorzystania gniazda montażu finalnego:

Obecnie: OEE = 0.4981;

Cel do osiągnięcia:

OEE > 0.6

Zastosowane narzędzia:

TPM -> Redukcja usterek o połowę

Kaizen/motywowanie

-> Eliminacja nieobecności

Andon

-> Poprawa zdolności prod.
do 1200 szt/zmianę

TQM

-> Redukcja braków o połowę

Ukazanie różnic przed
i po udoskonaleniach:

Pozostałe wskaźniki (wyniki
obliczeń na kolejnym slajdzie):

RPC = 1150 szt/zmianę

C/TP = 24.26 sek/szt

L/TP = 48.52 sekund

Czas dalszego przetwarzania:

$$ob_{P-PRZ} = 24.26 \cdot 1275 \approx 8.59 h$$

Obliczenie czasu eksploatacji

Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Dostępny czas	O/T	[min/zm]	480	480
Przerwy pracownicze	a	[min/zm]	0	0
Wypełnianie raportów	b	[min/zm]	5	5
Sprzątanie	c	[min/zm]	10	10
Planowane przestoje	P/D	[min/zm]	15	15
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465

OEE Gniazdo montażu finalnego

Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465
Awarie	d	[min/zm]	0	0
Usterki	e	[min/zm]	45	22.5
Nieobecność operatora	f	[min/zm]	15	15
Oczekiwanie na...	g	[min/zm]	30	0
Przekroczenie czasu przebrojenia	h	[min/zm]	0	0
Nieplanowane przestoje	N/D	[min/zm]	90	38
Dostępność	A _v	[%]	80.65%	91.94%
Zdolność produkcyjna	C _p	[szt/zm]	1026	1200
Czas standaryzowany	S/T	[sek/szt]	15	15
Wydajność	P _e	[%]	68.43%	70.18%
Braki	S _H	[szt/zm]	100	50
Jakość	Q _t	[%]	90.25%	95.83%
Efektywność	OEE	[%]	49.81%	61.83%

Poprawa wartości pozostałych wskaźników:

RPC Gniazdo montażu finalnego				
Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465
Czas cyklu	C/T	[sek/cykl]	15	15
Liczba ciągów równoległych	r		1	1
Liczba sztuk na wyrób	i		1	1
Liczba sztuk w czasie cyklu	PPC	[szt/cykl]	1	1
Efektywność	OEE		49.81%	61.83%
Przepustowość	RPC	[szt/zm]	926	1150

C/TP Gniazdo montażu finalnego				
Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Czas cyklu	C/T	[sek/cykl]	15	15
Efektywność	OEE	[%]	49.81%	61.83%
Liczba ciągów równoległych	r		1	1
Liczba sztuk na wyrób	i		1	1
Liczba sztuk w czasie cyklu	PPC	[szt/cykl]	1	1
Czas przebrojenia	C/O	[min/partię]	0	0
Wielkość partii	n	[szt/partię]	6375	1275
Cykl produktu	C/TP	[sek/szt]	30.12	24.26

L/TP Gniazdo montażu finalnego				
Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Czas przejścia	L/T	[sek]	30	30
Efektywność	OEE	[%]	49.81%	61.83%
Liczba sztuk na wyrób	i		1	1
Liczba sztuk w czasie cyklu	PPC	[szt/cykl]	1	1
Przejęcie produktu	L/TP	[sek]	60.23	48.52

Przewidywanie wpływu łączenia etapów procesu na poziom OEE:

Obliczenie czasu eksploatacji

Parametr	Symbol	Jednostka	Toczenie	Obcinanie	Szlifowanie	Lakierowanie	Gniazdo obróbki
Dostępny czas	O/T	[min/zm]	480	480	480	480	480
Przerwy pracownicze	a	[min/zm]	0	0	0	0	0
Wypełnianie raportów	b	[min/zm]	5	5	5	5	5
Sprzątanie	c	[min/zm]	10	10	10	10	10
Planowane przestoje	P/D	[min/zm]	15	15	15	15	15
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465	465	465	465

OEE Gniazdo obróbki stylu łopaty

Parametr	Symbol	Jednostka	Toczenie	Obcinanie	Szlifowanie	Lakierowanie	Gniazdo obróbki
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465	465	465	465
Awarie	d	[min/zm]	50	20	10	20	100
Usterki	e	[min/zm]	20	10	0	0	30
Nieob. operatora	f	[min/zm]	10	0	20	10	0
Oczekiwanie na...	g	[min/zm]	10	0	10	20	10
Przechr. czasu przezbr.	h	[min/zm]	0	0	0	0	0
Niepl. przestoje	N/D	[min/zm]	90	30	40	50	140
Dostępność	A _v	[%]	80.65%	93.55%	91.40%	89.25%	69.89%
Zdolność produkcyjna	C _p	[szt/zm]	347	1611	236	517	387
Czas standaryzowany	S/T	[sek/szt]	60	15	90	40	30
Wydajność	P _e	[%]	92.75%	92.59%	83.54%	83.12%	59.64%
Braki	S _H	[szt/zm]	15	35	5	5	60
Jakość	Q _t	[%]	95.68%	97.83%	97.88%	99.03%	84.50%
Efektywność	OEE	[%]	71.57%	84.74%	74.74%	73.46%	35.22%

Jak przeprowadzono obliczenia:

Wprowadzono system rotacji pracowników podczas schodzenia na przerwy pracownicze w gnieździe, stąd przerw pracowniczych nie ma

Awarie i usterki w każdym etapie procesu zsumowano, nieobecności operatora nie ma bo w gnieździe pracuje kilku pracowników o wymiennych pozycjach pracy (pracownika chwilowo nieobecnego zastępuje inny pracownik w gnieździe), oczekiwanie na... - przyjęto wartość z pierwszego etapu włączanego do gniazda obróbkowego (interpretacja: zwykle chodzi o oczekiwanie na materiał więc przestój z tego powodu wynika z braku dostaw surowców do gniazda na czas)

Za czas standaryzowany dla gniazda obróbkowego przyjęto największy czas standaryzowany spośród etapów włączanych do gniazda czyli 30 sek/szt. Jest on równy czasowi standaryzowanemu etapu szlifowania ($S/T = 90 \text{ sek/szt.}$) podzielonemu przez liczbę stanowisk równoległych w etapie szlifowania ($r = 3$). Czas cyklu jest równy czasowi standaryzowanemu i wynosi również 30 sek/cykl

Wskaźnik wydajności został obliczony poprzez pomnożenie wskaźników wydajności wszystkich etapów. Zdolność produkcyjną wyznaczono zgodnie ze wzorem stosowanym podczas poprawy OEE we wprowadzeniu nr 4.

Braki gniazda obliczono sumując braki czterech etapów.

Przedstawione podejście do tworzenia gniazda produkcyjnego jest również scenariuszem pesymistycznym. Ma pokazać wszelkie zagrożenia wynikające z łączenia etapów procesu produkcyjnego.

Pozostałe wskaźniki:

Pozostałe wskaźniki: Gniazdo obróbki stylu łopaty							
Parametr	Symbol	Jednostka	Toczenie	Obcinanie	Szlifowanie	Lakierowanie	Gniazdo obróbki
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	435	435	435	435	465
Czas cyklu	C/T	[sek/cykl]	60	15	90	40	30
Liczba ciągów równ.	r		3	1	3	2	1
Liczba sztuk na wyrób	i		1	1	1	1	1
Liczba sztuk w cz. cyklu	PPC	[szt/cykl]	1	1	1	1	1
Efektywność	OEE		71.57%	84.74%	74.74%	73.46%	35.22%
Czas przezbrojenia	C/O	[min/partię]	0	180	0	0	180
Wielkość partii	n	[szt/partię]	1275	1275	1275	1275	1275
Liczba stan. szereg.	e		1	1	1	1	4
Czas przejścia	L/T	[sek]	60	15	90	40	205
Zapotrzebowanie	ADD	[szt/dzień]	1275	1275	1275	1275	1275
Liczba zmian	ZM		2	2	2	2	2
Czas ekspl. na dzień	E/T _D	[min/dzień]	870	870	870	870	930
Przepustowość	RPC	[szt/zm]	934	1474	650	959	328
Każdy pr. w każdym...	EPE	[dni/partia]	0	0.43	0	0	-0.58
Cykl produktu	C/TP	[%]	27.95	26.17	40.14	27.22	93.65
Przejście produktu	L/TP	[sek]	83.84	17.70	120.42	54.45	582.06

Komentarz:

Czas przezbrojenia dla gniazda jest równy najdłuższemu czasowi przezbrojenia etapów włączanych do gniazda obróbki

Liczba stanowisk szeregowych jest równa liczbie etapów włączanych do gniazda

Przy obecnej wydajności utworzenie gniazda obróbki spowoduje utratę zdolności do realizacji zamówień (o czym świadczy ujemna wartość wskaźnika EPE)

Poprawa efektywności wykorzystania gniazda obróbki stylu łopaty:

Cel główny
Osiągnięcie EPE
gniazda w zakresie
 $0 \leq EPE \leq 1$

Obecnie: OEE = 0.2229;
Cel do osiągnięcia:

OEE > 0.6

Zastosowane narzędzia:

TPM -> Redukcja awarii
i usterek o połowę

Andon

-> Poprawa wydajności
do 75%

TQM

-> Redukcja braków o 2/3

Ukazanie różnic przed
i po udoskonaleniach:

**Wynik czytać wraz
z pozostałymi
wskaźnikami !!**

Obliczenie czasu eksploatacji				
Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Dostępny czas	O/T	[min/zm]	480	480
Przerwy pracownicze	a	[min/zm]	0	0
Wypełnianie raportów	b	[min/zm]	5	5
Sprzątanie	c	[min/zm]	10	10
Planowane przestoje	P/D	[min/zm]	15	15
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465
OEE Gniazdo obróbki stylu łopaty				
Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465
Awarie	d	[min/zm]	100	50
Usterki	e	[min/zm]	30	15
Nieobecność operatora	f	[min/zm]	0	0
Oczekiwanie na...	g	[min/zm]	10	10
Przekroczenie czasu przebrojenia	h	[min/zm]	0	0
Nieplanowane przestoje	N/D	[min/zm]	140	75
Dostępność	A _v	[%]	69.89%	83.87%
Zdolność produkcyjna	C _p	[szt/zm]	387	585
Czas standaryzowany	S/T	[sek/szt]	30	30
Wydajność	P _e	[%]	59.64%	75%
Braki	S _H	[szt/zm]	60	20
Jakość	Q _t	[%]	84.50%	96.58%
Efektywność	OEE	[%]	35.22%	60.75%

Pozostałe wskaźniki:

Pozostałe wskaźniki: Gniazdo obróbki stylu łopaty

Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465
Czas cyklu	C/T	[sek/cykl]	30	30
Liczba ciągów równ.	r		1	1
Liczba sztuk na wyrób	i		1	1
Liczba sztuk w cz. cyklu	PPC	[szt/cykl]	1	1
Efektywność	OEE		35.22%	60.75%
Czas przezbrojenia	C/O	[min/partię]	180	180
Wielkość partii	n	[szt/partię]	1275	1275
Liczba stan. szereg.	e		4	4
Czas przejścia	L/T	[sek]	205	205
Zapotrzebowanie	ADD	[szt/dzień]	1275	1275
Liczba zmian	ZM		2	3
Czas ekspl. na dzień	E/T _D	[min/dzień]	930	1395
Przepustowość	RPC	[szt/zm]	328	565
Każdy pr. w każdym...	EPE	[dni/partia]	-0.58	0.86
Cykl produktu	C/TP	[%]	93.65	57.85
Przejście produktu	L/TP	[sek]	582.06	337.43

Komentarz:

Priorytetem jest utrzymanie elastyczności w zakresie [0 ; 1]

W tym celu, oprócz poprawy OEE do wartości powyżej 60% zaproponowano przejście na system 3-zmianowy, 3-brygadowy w gnieździe obróbki stylu łopaty

Przewidywanie wpływu łączenia etapów procesu na poziom OEE:

Obliczenie czasu eksploatacji

Parametr	Symbol	Jednostka	Tłoczenie	Zgrzewanie	Montaż	Malowanie	Gniazdo obróbki
Dostępny czas	O/T	[min/zm]	480	480	480	480	480
Przerwy pracownicze	a	[min/zm]	0	0	0	0	0
Wypełnianie raportów	b	[min/zm]	5	5	5	5	5
Sprzątanie	c	[min/zm]	10	10	10	10	10
Planowane przestoje	P/D	[min/zm]	15	15	15	15	15
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465	465	465	465

OEE Gniazdo obróbki rękojeści

Parametr	Symbol	Jednostka	Tłoczenie	Zgrzewanie	Montaż	Malowanie	Gniazdo obróbki
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465	465	465	465
Awarie	d	[min/zm]	65	20	0	0	85
Usterki	e	[min/zm]	20	0	25	15	60
Nieobecność operatora	f	[min/zm]	10	10	10	15	0
Oczekiwanie na...	g	[min/zm]	0	10	15	15	0
Przechr. czasu przezbr.	h	[min/zm]	0	0	0	0	0
Nieplanowane przestoje	N/D	[min/zm]	95	40	50	45	145
Dostępność	A _v	[%]	79.57%	91.40%	89.25%	90.32%	68.82%
Zdolność produkcyjna	C _p	[szt/zm]	1750	1600	1000	500	363
Czas standaryzowany	S/T	[sek/szt]	10	12	20	45	22.5
Wydajność	P _e	[%]	78.83%	75.29%	80.32%	89.29%	42.57%
Braki	S _H	[szt/zm]	200	350	20	30	132
Jakość	Q _t	[%]	88.57%	78.13%	98.00%	94.00%	63.74%
Efektywność	OEE	[%]	55.56%	53.76%	70.25%	75.81%	18.67%

Jak przeprowadzono obliczenia:

Wprowadzono system rotacji pracowników podczas schodzenia na przerwy pracownicze w gnieździe, stąd przerw pracowniczych nie ma

Awarie i usterki w każdym etapie procesu zsumowano, nieobecności operatora nie ma bo w gnieździe pracuje kilku pracowników o wymiennych pozycjach pracy (pracownika chwilowo nieobecnego zastępuje inny pracownik w gnieździe), oczekiwanie na... - również nie ma, bo w pierwszym etapie (etap tłoczenia) nie odnotowuje się braków materiału dostarczanych na czas

Za czas standaryzowany dla gniazda obróbkowego przyjęto największy czas standaryzowany spośród etapów włączanych do gniazda czyli 22.5 sek/szt. Jest on równy czasowi standaryzowanemu etapu malowania ($S/T = 45$ sek/szt.) podzielonemu przez liczbę stanowisk równoległych w etapie malowania ($r = 2$). Czas cyklu jest równy czasowi standaryzowanemu i wynosi również 22.5 sek/cykl

Wskaźnik wydajności został obliczony poprzez pomnożenie wskaźników wydajności wszystkich etapów. Zdolność produkcyjną wyznaczono zgodnie ze wzorem stosowanym podczas poprawy OEE we wprowadzeniu nr 4.

Wskaźnik jakości został obliczony analogicznie jak wskaźnik wydajności (poprzez pomnożenie wskaźników jakości wszystkich etapów włączanych do gniazda). Takie działanie podejmuje się przy znacznej rozbieżności zdolności produkcyjnej gniazda w stosunku do zdolności produkcyjnych etapów włączanych do gniazda. W takiej sytuacji liczbę braków uzyskuje się jako wynik poniższego działania:

$$S_H = C_P \cdot (1 - Q_t)$$

Pozostałe wskaźniki:

Pozostałe wskaźniki: Gniazdo obróbki rękojeści							
Parametr	Symbol	Jednostka	Tłoczenie	Zgrzewanie	Montaż	Malowanie	Gniazdo obróbki
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	435	435	435	435	465
Czas cyklu	C/T	[sek/cykl]	10	12	20	45	22.5
Liczba ciągów równ.	r		1	1	1	2	1
Liczba sztuk na wyrób	i		1	1	1	1	1
Liczba sztuk w cz. cyklu	PPC	[szt/cykl]	1	1	1	1	1
Efektywność	OEE		55.56%	53.76%	70.25%	75.81%	18.67%
Czas przebrojenia	C/O	[min/partię]	90	0	0	0	90
Wielkość partii	n	[szt/partię]	1275	1275	1275	1275	1275
Liczba stan. szereg.	e		1	1	1	1	4
Czas przejścia	L/T	[sek]	10	12	20	45	87
Zapotrzebowanie	ADD	[szt/dzień]	1275	1275	1275	1275	1275
Liczba zmian	ZM		2	2	2	2	2
Czas ekspl. na dzień	E/T _D	[min/dzień]	870	870	870	870	930
Przepustowość	RPC	[szt/zm]	1450	1169	917	879	232
Każdy pr. w każdym...	EPE	[dni/partia]	0	0.00	0	0	-0.30
Cykl produktu	C/TP	[%]	22.24	22.32	28.47	29.68	124.74
Przejście produktu	L/TP	[sek]	18.00	22.32	28.47	59.36	465.99

Komentarz:

Czas przebrojenia dla gniazda jest równy 90 minut

Liczba stanowisk szeregowych jest równa 4

Przy obecnej wydajności utworzenie gniazda obróbki spowoduje utratę zdolności do realizacji zamówień (o czym świadczy ujemna wartość wskaźnika EPE)

Poprawa efektywności wykorzystania gniazda obróbki rękojeści:

Cel główny
Osiągnięcie EPE
gniazda w zakresie
 $0 \leq EPE \leq 1$

Obecnie: OEE = 0.1867;
Cel do osiągnięcia:

OEE > 0.6

Zastosowane narzędzia:

TPM -> Redukcja awarii
i usterek o 50%

Andon

-> Poprawa wydajności
do 75%

TQM

-> Redukcja braków o 75%

Ukazanie różnic przed
i po udoskonaleniach:

**Wynik czytać wraz
z pozostałymi
wskaźnikami !!**

Obliczenie czasu eksploatacji				
Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Dostępny czas	O/T	[min/zm]	480	480
Przerwy pracownicze	a	[min/zm]	0	0
Wypełnianie raportów	b	[min/zm]	5	5
Sprzątanie	c	[min/zm]	10	10
Planowane przestoje	P/D	[min/zm]	15	15
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465

OEE Gniazdo obróbki rękojeści				
Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465
Awarie	d	[min/zm]	85	42.5
Usterki	e	[min/zm]	60	30
Nieobecność operatora	f	[min/zm]	0	0
Oczekiwanie na...	g	[min/zm]	0	0
Przekroczenie czasu przebrojenia	h	[min/zm]	0	0
Nieplanowane przestoje	N/D	[min/zm]	145	73
Dostępność	A _v	[%]	68.82%	84.41%
Zdolność produkcyjna	C _p	[szt/zm]	363	785
Czas standaryzowany	S/T	[sek/szt]	22.5	22.5
Wydajność	P _e	[%]	42.57%	75%
Braki	S _H	[szt/zm]	132	33
Jakość	Q _t	[%]	63.74%	95.80%
Efektywność	OEE	[%]	18.67%	60.65%

Pozostałe wskaźniki:

Pozostałe wskaźniki: Gniazdo obróbki rękojeści

Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465
Czas cyklu	C/T	[sek/cykl]	22.5	22.5
Liczba ciągów równ.	r		1	1
Liczba sztuk na wyrób	i		1	1
Liczba sztuk w cz. cyklu	PPC	[szt/cykl]	1	1
Efektywność	OEE		18.67%	60.65%
Czas przebrojenia	C/O	[min/partię]	90	75
Wielkość partii	n	[szt/partię]	1275	1275
Liczba stan. szereg.	e		4	4
Czas przejścia	L/T	[sek]	87	87
Zapotrzebowanie	ADD	[szt/dzień]	1275	1275
Liczba zmian	ZM		2	2
Czas ekspl. na dzień	E/T _D	[min/dzień]	930	930
Przepustowość	RPC	[szt/zm]	232	752
Każdy pr. w każdym...	EPE	[dni/partia]	-0.30	0.87
Cykl produktu	C/TP	[%]	124.75	40.63
Przejście produktu	L/TP	[sek]	465.99	143.46

Komentarz:

Priorytetem jest utrzymanie elastyczności w zakresie [0 ; 1]

Oprócz poprawy OEE do wartości powyżej 60% zaproponowano skrócenie czasu przebrojenia do 25 minut z zastosowaniem **narzędzia SMED**

Przewidywanie wpływu łączenia etapów procesu na poziom OEE:

Obliczenie czasu eksploatacji

Parametr	Symbol	Jednostka	Tłoczenie	Pokrywanie	Gniazdo obróbki
Dostępny czas	O/T	[min/zm]	480	480	480
Przerwy pracownicze	a	[min/zm]	0	0	0
Wypełnianie raportów	b	[min/zm]	5	5	5
Sprzątanie	c	[min/zm]	10	10	10
Planowane przestoje	P/D	[min/zm]	15	15	15
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465	465

OEE Gniazdo obróbki ostrza łopaty

Parametr	Symbol	Jednostka	Tłoczenie	Pokrywanie	Gniazdo obróbki
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465	465
Awarie	d	[min/zm]	50	0	50
Usterki	e	[min/zm]	30	20	50
Nieobecność operatora	f	[min/zm]	0	0	0
Oczekiwanie na...	g	[min/zm]	20	10	20
Przekr. czasu przezbr.	h	[min/zm]	0	0	0
Nieplanowane przestoje	N/D	[min/zm]	100	30	120
Dostępność	A_v	[%]	78.49%	93.55%	74.19%
Zdolność produkcyjna	C_p	[szt/zm]	1200	315	410
Czas standaryzowany	S/T	[sek/szt]	15	72	36
Wydajność	P_e	[%]	82.19%	86.90%	71.42%
Braki	S_H	[szt/zm]	300	15	117
Jakość	Q_t	[%]	75.00%	95.24%	71.43%
Efektywność	OEE	[%]	48.39%	77.42%	37.85%

Jak przeprowadzono obliczenia:

Wprowadzono system rotacji pracowników podczas schodzenia na przerwy pracownicze w gnieździe, stąd przerw pracowniczych nie ma

Awarie i usterki w każdym etapie procesu zsumowano, nieobecności operatora nie ma bo w gnieździe pracuje kilku pracowników o wymiennych pozycjach pracy (pracownika chwilowo nieobecnego zastępuje inny pracownik w gnieździe), oczekiwanie na... - przyjęto wartość z pierwszego etapu włączanego do gniazda obróbkowego

Za czas standaryzowany dla gniazda obróbkowego przyjęto największy czas standaryzowany spośród etapów włączanych do gniazda czyli 36 sek/szt. Jest on równy czasowi standaryzowanemu etapu pokrywania ($S/T = 72$ sek/szt.) podzielonemu przez liczbę stanowisk równoległych w etapie pokrywania ($r = 2$). Czas cyklu jest równy czasowi standaryzowanemu i wynosi również 36 sek/cykl

Wskaźnik wydajności został obliczony poprzez pomnożenie wskaźników wydajności dwóch etapów. Zdolność produkcyjną wyznaczono zgodnie ze wzorem stosowanym podczas poprawy OEE we wprowadzeniu nr 4.

Wskaźnik jakości został obliczony analogicznie jak wskaźnik wydajności (poprzez pomnożenie wskaźników jakości dwóch etapów włączanych do gniazda). Takie działanie podejmuje się przy znacznej rozbieżności zdolności produkcyjnej gniazda w stosunku do zdolności produkcyjnych etapów włączanych do gniazda. W takiej sytuacji liczbę braków uzyskuje się jako wynik poniższego działania:

$$S_H = C_P \cdot (1 - Q_t)$$

Pozostałe wskaźniki:

Pozostałe wskaźniki: Gniazdo obróbki ostrza łopaty

Parametr	Symbol	Jednostka	Tłoczenie	Pokrywanie	Gniazdo obróbki
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	435	435	465
Czas cyklu	C/T	[sek/cykl]	15	72	36
Liczba ciągów równ.	r		1	2	1
Liczba sztuk na wyrób	i		1	1	1
Liczba sztuk w cz. cyklu	PPC	[szt/cykl]	1	1	1
Efektywność	OEE		48.39%	77.42%	37.85%
Czas przebrojenia	C/O	[min/partię]	90	0	90
Wielkość partii	n	[szt/partię]	1275	1275	1275
Liczba stan. szereg.	e		1	1	2
Czas przejścia	L/T	[sek]	15	72	87
Zapotrzebowanie	ADD	[szt/dzień]	1275	1275	1275
Liczba zmian	ZM		2	2	2
Czas ekspl. na dzień	E/T _D	[min/dzień]	870	870	930
Przepustowość	RPC	[szt/zm]	842	561	293
Każdy pr. w każdym...	EPE	[dni/partia]	1	0.00	-0.22
Cykl produktu	C/TP	[%]	35.24	46.50	99.35
Przejście produktu	L/TP	[sek]	31.00	93.00	229.85

Komentarz:

Czas przebrojenia dla gniazda jest równy 90 minut

Liczba stanowisk szeregowych jest równa 2

Przy obecnej wydajności utworzenie gniazda obróbki spowoduje utratę zdolności do realizacji zamówień (o czym świadczy ujemna wartość wskaźnika EPE)

Poprawa efektywności wykorzystania gniazda obróbki ostrza łopaty:

Cel główny

Osiągnięcie EPE
gniazda w zakresie

$$0 \leq EPE \leq 1$$

Obecnie: OEE = 0.3785;

Cel do osiągnięcia:

$$OEE > 0.6$$

Zastosowane narzędzia:

TPM -> Redukcja awarii
i usterek o 60%

TQM

-> Redukcja braków o 70%

Ukazanie różnic przed
i po udoskonaleniach:

**Wynik czytać wraz
z pozostałymi
wskaźnikami !!**

Obliczenie czasu eksploatacji				
Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Dostępny czas	O/T	[min/zm]	480	480
Przerwy pracownicze	a	[min/zm]	0	0
Wypełnianie raportów	b	[min/zm]	5	5
Sprzątanie	c	[min/zm]	10	10
Planowane przestoje	P/D	[min/zm]	15	15
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465

OEE Gniazdo obróbki ostrza łopaty				
Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465
Awarie	d	[min/zm]	50	20
Usterki	e	[min/zm]	50	20
Nieobecność operatora	f	[min/zm]	0	0
Oczekiwanie na...	g	[min/zm]	20	0
Przekroczenie czasu przebrojenia	h	[min/zm]	0	0
Nieplanowane przestoje	N/D	[min/zm]	120	40
Dostępność	A _v	[%]	74.19%	91.40%
Zdolność produkcyjna	C _p	[szt/zm]	410	505
Czas standaryzowany	S/T	[sek/szt]	36	36
Wydajność	P _e	[%]	71.42%	71.42%
Braki	S _H	[szt/zm]	117	35
Jakość	Q _t	[%]	71.43%	93.05%
Efektywność	OEE	[%]	37.85%	60.74%

Pozostałe wskaźniki:

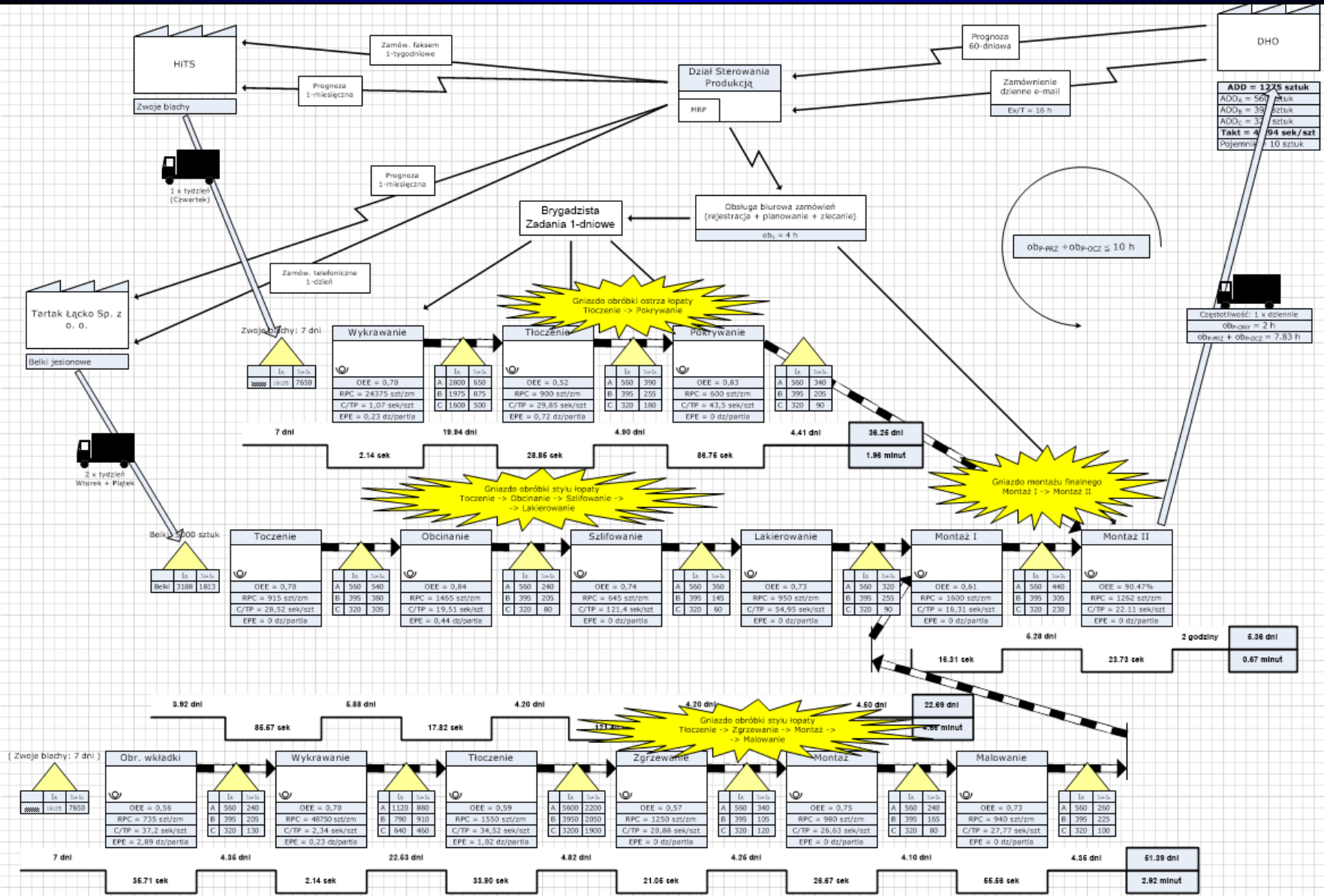
Pozostałe wskaźniki: Gniazdo obróbki ostrza łopaty

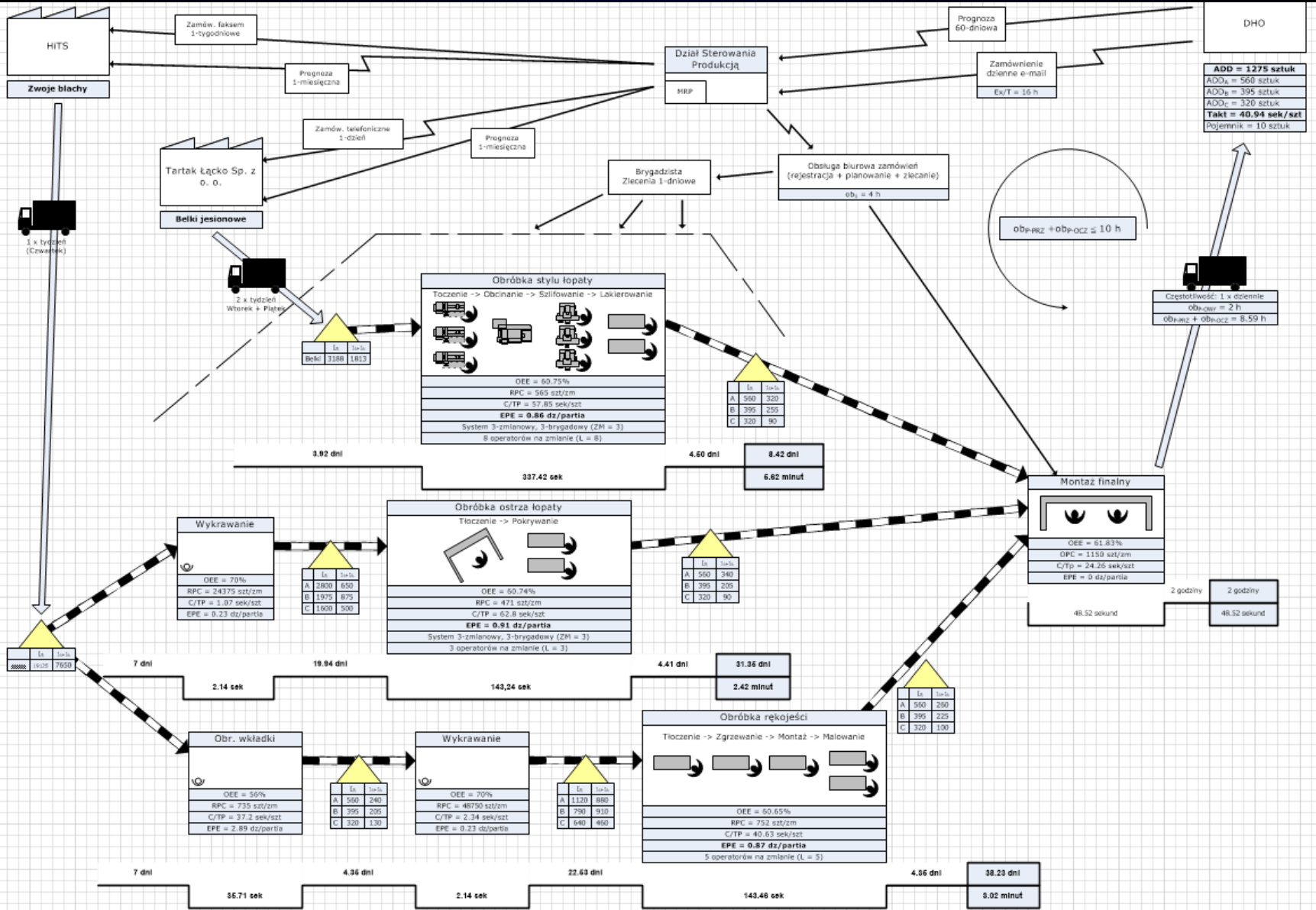
Parametr	Symbol	Jednostka	Wynik PRZED	Wynik PO
Czas eksploatacji	E/T	[min/zm]	465	465
Czas cyklu	C/T	[sek/cykl]	36	36
Liczba ciągów równ.	r		1	1
Liczba sztuk na wyrób	i		1	1
Liczba sztuk w cz. cyklu	PPC	[szt/cykl]	1	1
Efektywność	OEE		37.85%	60.74%
Czas przebrojenia	C/O	[min/partię]	90	75
Wielkość partii	n	[szt/partię]	1275	1275
Liczba stan. szereg.	e		2	2
Czas przejścia	L/T	[sek]	87	87
Zapotrzebowanie	ADD	[szt/dzień]	1275	1275
Liczba zmian	ZM		2	3
Czas ekspl. na dzień	E/T _D	[min/dzień]	930	1395
Przepustowość	RPC	[szt/zm]	293	471
Każdy pr. w każdym...	EPE	[dni/partia]	-0.22	0.91
Cykl produktu	C/TP	[%]	99.35	62.80
Przejście produktu	L/TP	[sek]	229.85	143.24

Komentarz:

Priorytetem jest utrzymanie elastyczności w zakresie [0 ; 1]

Oprócz poprawy OEE do wartości powyżej 60% zaproponowano skrócenie czasu przebrojenia do 25 minut z zastosowaniem **narzędzia SMED**, zaproponowano również przejście na system 3-zmianowy, 3-brygadowy







Koniec wprowadzenia do części 5 projektu

