

Małgorzata Florczak-Strama

Akademia Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa

e-mail: mflorczak-strama@ans.edu.pl

ORCID: 0009-0000-8709-9979

DOI: 10.71433/2025.87.1.05

JEL: D24, D22

ZASTOSOWANIE METODY KANBAN W LOGISTYCE PRODUKCJI NA PRZYKŁADZIE BRANŻY SPAWALNICZEJ

© 2025 Małgorzata Florczak-Strama

Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe (CC BY 4.0).

Skrócona treść licencji na <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Cytuj jako: Florczak-Strama, M. (2025). Zastosowanie metody *Kanban* w logistyce produkcji na przykładzie branży spawalniczej. W: B. Detyna (red.), *Branża TSL. Strategie – trendy – perspektywy. Seria: Logistyka. Współczesne Wyzwania*, t. 15 (s. 60–76). Wydawnictwo Naukowe Akademii Nauk Stosowanych Angelusa Silesiusa.

Streszczenie

Cel pracy: Artykuł ma na celu analizę zastosowania systemu *Kanban* w branży spawalniczej, wskazanie korzyści wynikających z jego wdrożenia oraz omówienie najlepszych praktyk w optymalizacji tego systemu w przedsiębiorstwie spawalniczym.

Materiały i metody: *Kanban* jest narzędziem do wizualizacji procesów produkcyjnych i zapasów wykorzystującym tablice *Kanban*, karty oraz pojemniki. Jego główne cele to redukcja zapasów, eliminacja marnotrawstwa i zwiększenie elastyczności produkcji. W analizowanym przypadku zastosowano metodę obserwacji oraz cykl PDCA, koncentrując się na śledzeniu drogi kart *Kanban* od produkcji do wysyłki. Zidentyfikowano ryzykowne punkty, w których karty mogą zostać zagubione lub uszkodzone.

Wyniki: Optymalizacja procesu pokazała, że nawet niewielkie potknięcie w zarządzaniu kartami *Kanban* może prowadzić do dużych strat finansowych. Wczesne wykrywanie błędów pozwala na poprawę efektywności oraz generowanie oszczędności. Konieczne jest ciągłe monitorowanie i doskonalenie systemu, aby utrzymać wysoką jakość procesów i zapewnić konkurencyjność firmy.

Wnioski: Zastosowanie systemu *Kanban* w branży spawalniczej prowadzi do znaczącej optymalizacji procesów produkcyjnych, umożliwiając m.in. redukcję zapasów, eliminację marnotrawstwa oraz zwiększenie elastyczności produkcji. Wdrożenie tego systemu pozwala na szybsze wykrywanie i eliminowanie błędów w procesie, co przekłada się na poprawę efektywności i generowanie oszczędności. Kluczowym elementem skutecznego funkcjonowania systemu *Kanban* jest ciągłe monitorowanie i doskonalenie procesów, co pozwala utrzymać wysoką jakość produkcji i zwiększyć konkurencyjność przedsiębiorstwa na rynku. Regularne identyfikowanie ryzykownych punktów, w których mogą występować problemy, umożliwia szybsze reagowanie i zapobieganie potencjalnym stratom finansowym.

Słowa kluczowe: logistyka produkcji, system *Kanban*, branża spawalnicza

1. Wprowadzenie

Branża spawalnicza, obejmująca produkcję maszyn i urządzeń spawalniczych oraz świadczenie usług spawalniczych, odgrywa kluczową rolę w wielu sektorach gospodarki, takich jak motoryzacja, budownictwo, przemysł energetyczny, morski i lotniczy. Współczesne przedsiębiorstwa spawalnicze muszą stawić czoła wyzwaniom związanym z rosnącymi wymaganiami efektywności produkcji, jakości wyrobów oraz elastyczności w dostosowywaniu się do zmieniających się potrzeb rynku. Skuteczne zarządzanie procesami w zakresie logistyki produkcji, w tym zarządzanie zapasami materiałów, jest kluczowe dla utrzymania konkurencyjności i zyskowności w tej branży. Z tego powodu przedsiębiorstwa spawalnicze często sięgają po zaawansowane narzędzia zarządzania produkcją, takie jak system *Kanban* (Hammarberg i Sunden, 2014).

System *Kanban*, wywodzący się z japońskiej produkcji, jest kluczowym narzędziem w zarządzaniu przepływem materiałów i optymalizacji procesów produkcyjnych, pozwalając na redukcję zapasów oraz zwiększenie efektywności produkcji (Rychlewski, 2022). Jego wykorzystanie w ramach metodologii *Lean* pozwala na dynamiczne dostosowanie procesu produkcji do aktualnych potrzeb, co przekłada się na elastyczność oraz skrócenie cykli produkcyjnych (Hammarberg i Sunden, 2021). Dzięki *Kanban* przedsiębiorstwa spawalnicze mogą znacząco poprawić efektywność, zredukować koszty operacyjne oraz zwiększyć jakość produktów (Anderson, 2010).

Cele niniejszego artykułu stanowią szczegółowa analiza zastosowania systemu *Kanban* w branży spawalniczej, wskazanie korzyści wynikających z jego wdrożenia oraz omówienie najlepszych praktyk w zakresie optymalizacji tego systemu w firmie spawalniczej.

2. Teoretyczne podstawy metody *Kanban*

2.1. Definicja metody *Kanban*

Kanban to japoński system zarządzania produkcją, który początkowo powstał w ramach Toyota Production System (TPS) w latach 50. XX wieku (Liker, 2004; Monden, 1993).

W języku japońskim słowo *Kanban* oznacza tablicę lub kartę, co odnosi się do narzędzi wizualnych, które były wykorzystywane do sygnalizowania zapotrzebowania na materiały w procesie produkcyjnym. Metoda ta opiera się na zasadzie *pull*, co oznacza, że produkcja i dostawa materiałów odbywają się na podstawie rzeczywistego zapotrzebowania, a nie prognoz.

System *Kanban* polega na wizualizacji procesów produkcyjnych i zapasów przy użyciu prostych narzędzi, takich jak tablice *Kanban*, karty *Kanban* oraz pojemniki (Ohno, 1988).

Każdy z tych komponentów pełni określoną rolę w zarządzaniu przepływem materiałów w organizacji. Głównym celem tej metody jest eliminowanie nadmiaru zapasów, minimalizowanie marnotrawstwa, zwiększenie elastyczności procesów produkcyjnych oraz poprawa jakości produktów.

2.2. Podstawowe zasady metody *Kanban*

Metoda *Kanban* opiera się na kilku kluczowych zasadach; są nimi:

- **Wizualizacja procesów:** *Kanban* wprowadza wizualną reprezentację wszystkich procesów produkcyjnych, co pozwala pracownikom na bieżąco śledzić postęp i identyfikować ewentualne problemy. Tablice *Kanban* przedstawiają różne etapy produkcji i zapotrzebowanie na materiały.
- **Zasada *pull*:** produkcja jest uruchamiana na podstawie rzeczywistego zapotrzebowania. W systemie *Kanban* materiały i komponenty są dostarczane do kolejnego etapu produkcji tylko wtedy, gdy są one niezbędne. Zasada ta pozwala uniknąć nadprodukcji i nadmiernego gromadzenia zapasów.
- **Ograniczenie pracy w toku (WIP):** system *Kanban* wprowadza limity liczby zadań lub produktów, które mogą być realizowane jednocześnie na każdym etapie produkcji. Dzięki temu unika się przeciążenia pracowników oraz sprzętu i zwiększa się efektywność procesów produkcyjnych.
- **Ciągłe doskonalenie (*Kaizen*):** *Kanban* jest częścią filozofii *Lean Manufacturing*, która kładzie nacisk na ciągłe doskonalenie procesów produkcyjnych. Regularne analizowanie procesów pozwala na eliminowanie marnotrawstwa, optymalizację działań i wprowadzanie usprawnień (Rother i Shook, 1999).

2.3. Komponenty systemu *Kanban*

Podstawowe komponenty systemu *Kanban* obejmują:

- **Tablice *Kanban*:** tablice te są wykorzystywane do wizualizacji procesów i zapasów. Zawierają kolumny reprezentujące różne etapy produkcji i karty *Kanban*, które sygnalizują zapotrzebowanie na materiały.
- **Karty *Kanban*:** karty stanowią centralny element systemu *Kanban*. Każda karta jest przypisana do konkretnego materiału lub produktu i zawiera informacje o zapotrzebowaniu na dany materiał w procesie produkcji. Kiedy zapas danego materiału osiąga minimalny poziom, karta jest przekazywana do działu zaopatrzenia.
- **Pojemniki *Kanban*:** pojemniki są wykorzystywane do przechowywania materiałów, które są dostępne w procesie produkcyjnym. Każdy pojemnik ma określoną ilość materiału, a jego opróżnienie sygnalizuje konieczność zamówienia nowej partii.
- **Regały *Kanban*:** regały w systemie *Kanban* są wykorzystywane do przechowywania materiałów w sposób umożliwiający łatwą kontrolę nad zapasami. Dzięki nim możliwe jest szybkie odnalezienie materiałów oraz bieżące monitorowanie ich stanu.

3. Wyzwania w branży spawalniczej i rola *Kanban* w ich rozwiązywaniu

3.1. Specyfika procesów produkcyjnych w branży spawalniczej

Produkcja w branży spawalniczej jest bardzo zróżnicowana, obejmując zarówno produkcję maszyn i urządzeń spawalniczych, jak i różnorodne usługi spawalnicze na zlecenie. Każdy etap produkcji, od przygotowania materiałów, przez spawanie, po montaż, wiąże się z innymi wymaganiami dotyczącymi zapasów i synchronizacji procesów. Branża ta charakteryzuje się dużą zmiennością zapotrzebowania na różne materiały spawalnicze (np. elektrody, druty, gaz spawalniczy) oraz różnymi rodzajami spawania, które mogą wymagać specjalistycznych narzędzi i komponentów.

Podstawowe wyzwania, z którymi borykają się przedsiębiorstwa spawalnicze, to:

- Zarządzanie zróżnicowanymi zapasami materiałów: przedsiębiorstwa spawalnicze muszą zarządzać różnorodnymi materiałami, takimi jak: druty spawalnicze, elektrody, materiały ochronne, narzędzia spawalnicze, gaz techniczny. Każdy z tych materiałów ma inną dynamikę zapotrzebowania i różne wymagania co do przechowywania i dostarczania na odpowiednich etapach produkcji.
- Zmienność zapotrzebowania: w branży spawalniczej zapotrzebowanie na materiały jest bardzo zmienne, zależne od zleceń, wielkości projektów czy cykli produkcyjnych. Firmy muszą więc być elastyczne i szybko reagować na zmieniające się potrzeby rynku.
- Wysoka wartość materiałów: niektóre materiały wykorzystywane w procesach spawalniczych, takie jak elektrody czy specjalistyczne spawarki, są drogie. Nadmierne gromadzenie zapasów tych materiałów prowadzi do wysokich kosztów przechowywania, a ich niewłaściwe zarządzanie może prowadzić do strat związanych z przestarzałymi materiałami.

3.2. Problemy w tradycyjnych systemach produkcyjnych

Tradycyjne metody zarządzania produkcją w branży spawalniczej mają swoje ograniczenia, które często prowadzą do różnych problemów, takich jak:

- Nadmierne zapasy: w tradycyjnych systemach produkcyjnych firmy niejednokrotnie polegają na prognozowaniu popytu i zamawiają materiały na zapas. Zbyt duża ilość materiałów przechowywanych w magazynach może prowadzić do wysokich kosztów magazynowania, a także do ryzyka przeterminowania materiałów (np. elektrody, które ulegają utlenieniu).
- Opóźnienia w produkcji: brak odpowiedniego zarządzania zapasami może prowadzić do sytuacji, w której brakuje niezbędnych materiałów do kontynuowania produkcji. W efekcie procesy produkcyjne są opóźnione, a czas realizacji zamówień wydłuża się.

- Marnotrawstwo i straty: niewłaściwe zarządzanie zapasami, nadmierna produkcja lub nieoptymalne wykorzystanie materiałów prowadzą do marnotrawstwa. Straty mogą występować w postaci niewykorzystanych surowców, niepotrzebnych przestojów czy wyrobów wadliwych (Womack i Jones, 1996).

3.3. Korzyści z wdrożenia systemu *Kanban* w branży spawalniczej

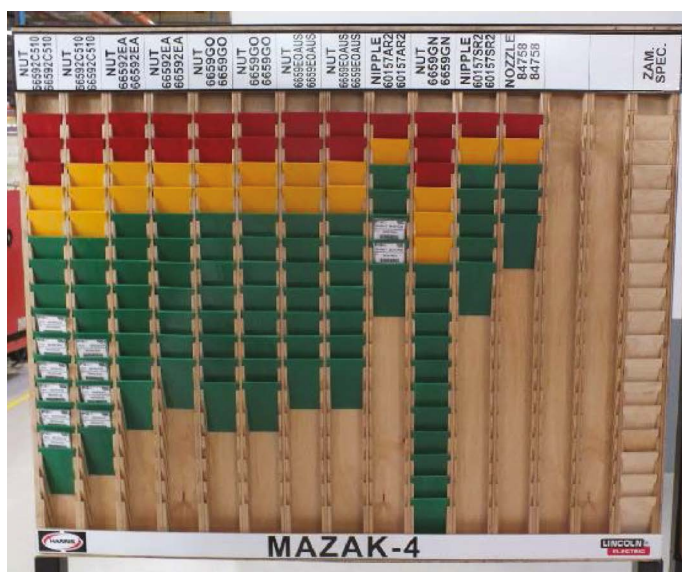
Wdrożenie systemu *Kanban* w branży spawalniczej pozwala na rozwiązanie wielu z powyższych problemów. Przykładowe korzyści to:

- Optymalizacja zapasów: system *Kanban* pozwala na utrzymanie minimalnego poziomu zapasów, dzięki czemu przedsiębiorstwa mogą uniknąć nadmiernego gromadzenia materiałów. W rezultacie koszty magazynowania są niższe, a materiały są wykorzystywane w sposób bardziej efektywny.
- Zwiększenie elastyczności produkcji: dzięki *Kanban* przedsiębiorstwa spawalnicze mogą szybciej reagować na zmieniające się zapotrzebowanie. System pozwala na elastyczne dostosowywanie poziomu zapasów do rzeczywistych potrzeb produkcji, co zwiększa zdolność do realizacji zleceń na czas.
- Skrócenie czasu realizacji zamówień: dzięki lepszemu zarządzaniu zapasami oraz synchronizacji procesów czas realizacji zamówień może zostać skrócony, co wpływa na szybsze dostarczenie produktów do klientów.

4. Studium przypadku – optymalizacja systemu *Kanban* w przedsiębiorstwie spawalniczym

4.1. Analiza procesów produkcyjnych

Pierwszym krokiem wdrożenia systemu *Kanban* w przedsiębiorstwie spawalniczym jest szczegółowa analiza procesów produkcyjnych. Firma musi określić wszystkie etapy produkcji, zidentyfikować krytyczne materiały i komponenty oraz opracować odpowiednie procedury. W przedsiębiorstwie spawalniczym procesy produkcyjne mogą obejmować cięcie, spawanie, montaż, malowanie i pakowanie, a na każdym z tych etapów wykorzystywane są różne materiały. Miejscem, gdzie przeprowadzone zostały badania, jest duża firma produkcyjna z branży spawalniczej działająca na terenie Dolnego Śląska. Obiektem badawczym był cały system *Kanban*, który znajduje się na terenie badanego przedsiębiorstwa. W skład całego systemu *Kanban* wchodzi: tablica *Kanban*, regały *Kanban* (supermarket), pojemniki *Kanban*.



Fot. 1. Tablica *Kanban*

Źródło: materiały własne przedsiębiorstwa.



Fot. 2. Regały *Kanban*

Źródło: materiały własne przedsiębiorstwa.

- W polu nr 1 widać nazwę detalu oraz logo firmy, w której dany detal jest produkowany.
- Pole nr 2 przedstawia numer SAP (*Systemanalyse Programmentwicklung*) oraz kod kreskowy dla czytników. System SAP to zintegrowany system informatyczny, który służy między innymi do komunikacji zakładowej oraz pozazakładowej. Dzięki niemu można wykonać wszystkie czynności: od zamówienia materiału do sprzedaży gotowego produktu, a także m.in. znaleźć nowych klientów czy dostawców. Dzięki swojej wszechstronności SAP jest wykorzystywany w praktycznie każdej dziedzinie.
- W polu nr 3 znajduje się uproszczony rysunek techniczny detalu – w celu szybkiej oceny, czy produkowany jest odpowiedni detal. Rysunek techniczny na karcie zmniejsza ryzyko pomyłki operatora przy ustawianiu maszyny na dany detal.
- W polu nr 4 znajduje się pełna nazwa detalu oraz numer szczegółowego rysunku technicznego. Jest to duże ułatwienie dla ustawiacza maszyny, ponieważ eliminuje ono czas szukania rysunku w komputerze lub katalogach z rysunkami technicznymi. Na dokładnym rysunku technicznym znajdują się wszystkie wymiary oraz tolerancje.
- W polu nr 5 widnieje maksymalna ilość, jaka może znajdować się w pojemniku. Wynika to z wymiarów detalu oraz problematyczności mycia danego detalu na myjkach chemicznych. W pudełkach kanbanowych może się znajdować nawet 250 sztuk.
- Pole nr 6 informuje o całkowitej masie sztuk razem z wagą pojemnika po obrobieniu przez maszynę CNC. Jest to bardzo ważna informacja dla operatora maszyny, ponieważ dzięki tej wartości może on obliczyć, jakie środki będą potrzebne do transportu detali na następny etap produkcji. Masę całkowitą wylicza się w następujący sposób: masa jednego detalu $\times$ liczba wykonanych sztuk + masa pojemnika = całkowita masa.
- W polu nr 7 są przedstawione docelowe miejsce składowania oraz numer regału. Dzięki tej informacji można szybko zlokalizować detal bez zbędnego szukania go w systemie magazynowym.
- Pole nr 8 pokazuje drogę detalu od momentu początku produkcji aż do końca procesu, czyli składowania. W tym wypadku produkt wykonany jest na maszynie o nazwie SHEPARD i po fazie produkcji detalu zostaje przetransportowany do magazynu, a z pola nr 7 wynika, że produkt trzeba odłożyć na regał 06-06F.
- W polu nr 9 znajduje się numer karty *Kanban* umożliwiający jej weryfikację.
- W polu nr 10 (tył karty) znajduje się kod karty *Kanban* umożliwiający jej szybką identyfikację.
- Pole nr 11 to schemat drogi produktu (w tym wypadku operację zaczyna się na mazaku numer 4 (tokarka CNC), po wytworzeniu wymaganej liczby detali, detal zostaje przetransportowany na myjkę w celu wyeliminowania zafuszczeń od chłodziwa lub oleju. W ostatniej fazie przed odbiorem magazyniera detal trafia na wytrawialnię, gdzie przeprowadza się szereg operacji chemicznych (np. chromowanie, niklowanie) w celu poprawienia jego jakości oraz wyglądu.

Kod karty kanban	
10	104201
 104201	
Operacje:	
0010	MAZAK-4 ¹¹
0020	MYJKA
0030	WYTRAWIALNIA

Fot. 5. Badana karta *Kanban* – tył

Źródło: materiały własne przedsiębiorstwa.

Jeżeli detal przejdzie tę drogę, można ściągnąć kartę z tablicy i odłożyć produkt na regały *Kanban*. Karty *Kanban* mogą mieć różne rozmiary i kształty w zależności od potrzeb i specyfiki pracy: mogą mieć formę kartek, naklejek, magnesów, a nawet elektronicznych informacji wyświetlanych na ekranach komputerów.

4.2. Główny problem napotkany podczas badania systemu *Kanban*

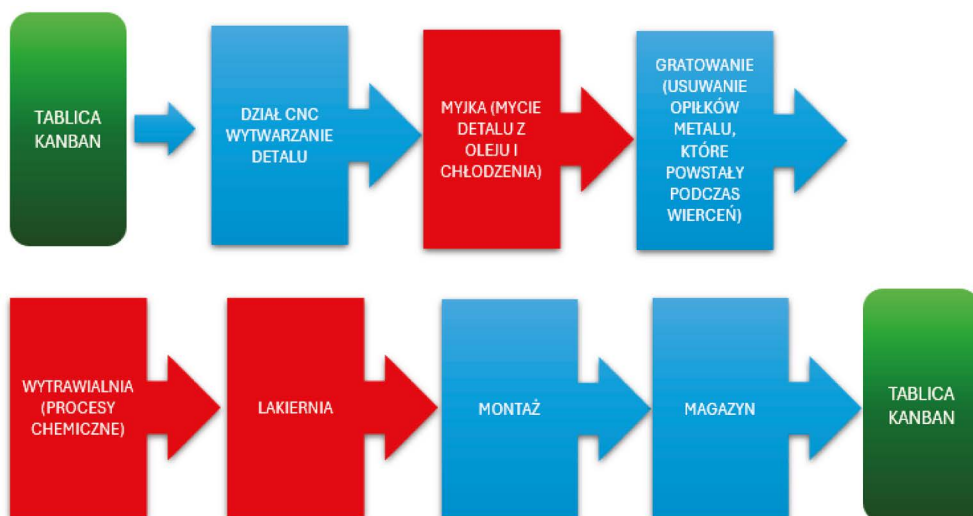
Podczas badań obiektu wystąpił problem w postaci nieścisłości pomiędzy systemem *Kanban* funkcjonującym w dziale produkcyjnym a działem montażu wyrobu. Zauważono różnicę w liczbie kart: liczba kart na tablicy *Kanban* nie zgadzała się z liczbą kart na dziale montażu. Dostrzeżono, że powoli zaczynało brakować detalu do montażu, a na dziale wytwórczym karty były w komplecie i na swoim odpowiednim miejscu. Skutkiem był brak reakcji działu wytwórczego na natychmiastową produkcję danego detalu, ponieważ wszystkie karty były umieszczone tak, że nie przekraczały koloru zielonego, tymczasem na montażu od kilku dni był kolor czerwony. Po pierwszym przeliczeniu kart zauważono, że na stanie brakuje aż 11 kart *Kanban*.

4.3. Metody badawcze

Metody, które zostaną zastosowane do rozwiązania głównego problemu opisanego w analizowanym przypadku, obejmują metodę obserwacji oraz cykl PDCA.

Pierwszym krokiem będzie dokładne prześledzenie całej drogi karty *Kanban*, począwszy od momentu wytworzenia detalu aż do przygotowania gotowego produktu do wysyłki.

Na rysunku 1 przedstawiono schemat drogi, jaką pokonuje pracownik zajmujący się kartami *Kanban*, oraz ryzykowne miejsca zaznaczone na czerwono, gdzie karty mogą ulec zniszczeniu oraz zagubieniu.



Rys. 1. Schemat drogi przepływu karty *Kanban* w badanym przedsiębiorstwie

Źródło: opracowanie własne.

W badanym przedsiębiorstwie zidentyfikowano kilka lokalizacji, w których może dojść do zagubienia kart *Kanban*. Rysunek 1 przedstawia schemat przepływu kart *Kanban* w analizowanej organizacji.

1. Myjka – podczas obserwacji zaobserwowano, że karty wpadają do środka myjki, gdzie ulegają całkowitemu zniszczeniu poprzez zamoczenie w oleju oraz środkach czyszczących, co wynikało z nieuwagi operatora myjki, a także osób przywożących detale na myjkę.
2. Wytrawialnia – podczas obserwacji zauważono, że karty również wpadają do środka zbiorników z substancjami chemicznymi i ulegają całkowitemu zniszczeniu poprzez zamoczenie. Spowodowane jest to przez nieuwagę operatorów oraz przez silny podmuch powietrza suszarki przemysłowej (miejsce składowania kart *Kanban* jest umieszczone za blisko suszarki).

3. Lakiernia – podczas obserwacji lakierni zauważono, że karty wpadają w maszyny służące do polerowania detalu i ulegają całkowitemu zniszczeniu poprzez zamoczenie w środkach polerujących. Spowodowane jest to przez nieuwagę osób pracujących na lakierni.
4. Dodatkowo zaobserwowano, że osoby, które mają styczność z kartami *Kanban*, bardzo często chowają karty w ubrania i zapominają o nich.

Metoda PDCA jest jedną z najbardziej kompleksowych metod, ponieważ w każdej fazie (*Plan, Do, Check, Act*) można zastosować różnorodne narzędzia i techniki, co umożliwi lepszą identyfikację problemów, ich skuteczne rozwiązanie oraz efektywniejsze planowanie kolejnych działań (Schaal, 2012).

Faza PLAN – w tej fazie użyto metody obserwacji w celu znalezienia problemu oraz wykrycia wszystkich możliwych rozwiązań, a także zaplanowania dalszych kroków. W metodzie obserwacji wykryto wspólne rozwiązania, które mogą pomóc w rozwiązaniu głównego problemu, takie jak:

- Uszkodzenia kart *Kanban*.
- Zmiana miejsca składowania kart *Kanban* w wytrawialni.
- Systematyczne audyty.
- Lepsza komunikacja w zespole.
- Odpowiedni pracownik zajmujący się kartami *Kanban*.

Następnym krokiem było zaplanowanie w odpowiedniej kolejności wymienionych rozwiązań problemu. W celu zniwelowania trudności zorganizowano naradę z technologami, żeby ustalić najważniejsze kwestie. Kolejne działania wiążą się z wdrożeniem działań naprawczych wynikających z obserwacji.

4.4. Działania naprawcze

Faza DO – w tej fazie wdraża się wszystkie zaplanowane kroki tak, aby zachować odpowiednią kolejność ustaloną na zebraniu. Najpierw wszystkie karty zostały zalaminowane, czyli zostały pokryte przeźroczystą warstwą folii, aby zwiększyć odporność na wodę i inne czynniki w postaci cieczy.

Fotografia 6 przedstawia umieszczenie kart *Kanban* na stanowisku przed wprowadzeniem zmiany w postaci laminacji.

Kolejnym krokiem będzie zmiana miejsca składowania kart *Kanban* w dziale wytrawialni. Miejsce składowania zostało całkowicie przeniesione z wytrawialni z powodu zbyt dużego kontaktu ze środkami chemicznymi oraz wodą. Na spotkaniu produkcyjnym ustalono, że najlepszym rozwiązaniem będzie stanowisko przy dziale CNC, gdzie karty *Kanban* nie mają styczności z wodą oraz ze środkami chemicznymi.

Kolejnym celem było usprawnienie komunikacji pomiędzy pracownikami zajmującymi się kartami *Kanban*. Problemem było zbieranie kart w różnych godzinach roboczych. Ustalono konkretne godziny zbierania kart *Kanban* z tego powodu, że pracownicy bardzo często wykładali karty na tablice 10 minut przed zakończeniem



Fot. 6. Karty *Kanban* przed laminacją

Źródło: materiały własne przedsiębiorstwa.

NUT 66592MO	
9009978	
	
	
Rodnik oznaczenia: Fi 28 0003014	Wytycznik Rodnik oznaczenia na karcie B.G.: 9.66 nat. Prędkość 0,6
Rodz. Lichy w. Rozmiarów: 70	
Waga z wykończonymi [kg]: 5,085	
Miejsc. składowania:	Lokalizacja:
MAGAZYN	04-07B
Masa:	Masa (Rozm.)
 	
Numer karty kanban: 16 z 37	

Fot. 7. Karta *Kanban* po laminacji

Źródło: materiały własne przedsiębiorstwa.

swojej pracy. Przez pośpiech źle umieszczali karty *Kanban* na tablicy. Dlatego uznano, że najlepiej wykonać te czynności godzinę po rozpoczęciu zmiany oraz godzinę przed jej zakończeniem (po zmianach nocnych zbierano karty o godzinie 7:00, a po zmianie dziennej – o godzinie 13:00). W razie dodatkowej popołudniowej zmiany zbierano karty razem z nocną zmianą o godzinie 7:00 (z powodu pracy magazynu oraz osób zajmujących się kartami do godziny 14.00).

Kolejnym i ostatnim krokiem po wszystkich wprowadzonych zmianach były systematyczne audyty kart *Kanban*. Ustalono, że kontrola będzie przeprowadzana przez pracowników zajmującymi się kartami *Kanban* oraz nadzorowana przez kierownictwo systematycznie co cztery miesiące. W razie pojawiających się problemów częstotliwość audytów zostanie zwiększona. W tym przypadku audyty będą przeprowadzane co dwa miesiące. Jeżeli problemy będą się nadal pojawiać lub wyniki nie będą zadowalające, należy zatrudnić dodatkową osobę zajmującą się wyłącznie kartami *Kanban*. Pierwszy audyt odbył się 28 kwietnia 2023 roku. Zaobserwowano dużą skuteczność wymienionych czynności, ponieważ po wprowadzeniu rozwiązania nie zgubiła się żadna karta *Kanban*, ponadto laminacja dała kartom dużą wytrzymałość oraz zwiększyła ich estetykę. Karty po laminacji nie reagują z wodą i z olejami lub środkami chemicznymi. Miesiąc później wykonano kolejny audyt, aby potwierdzić skuteczność dokonanych zmian. Następny audyt odbył się 31 lipca 2023 roku. Cykl będzie powtarzany co trzy miesiące, ponieważ wprowadzone zmiany przyniosły oczekiwany efekt i nie wymagają dodatkowych zmian w postaci zatrudnienia nowego pracownika.

Faza CHECK – w tym etapie omawiane są wyniki z fazy *DO*, w razie potrzeby następuje ich udoskonalanie tak, aby zwiększyć skuteczność wprowadzonych zmian. Aby upewnić się co do skuteczności, wykonano trzy audyty (dwa planowane i jeden testowy). Następnie audyty będą powtarzane co cztery miesiące. Pierwszy audyt po wprowadzeniu zmian przyniósł oczekiwane wyniki: zagubiła się tylko jedna karta, proces się ustabilizował, lecz ma małe błędy mieszczące się w granicach tolerancji. Jedną kartę trzeba było wydrukować i zalaminować. Wyniki audytu testowego okazały się zadowalające, ponieważ wszystkie karty były na stanie. Dowodzi to dużej skuteczności wprowadzonych przeobrażeń.

Faza ACT – w tej fazie monitoruje się oraz dokumentuje postępy związane z konkretnym problemem. W badanym przedsiębiorstwie faza *ACT* jest przedstawiana przed zarządem oraz kierownikami działów produkcyjnych. Podczas niej omawia się wyniki, zyski oraz czas potrzebny na udoskonalenie lub rozwiązanie jakiegoś problemu.

4.5. Skuteczność poprawy procesu

Przed poprawami

Po audycie wyliczono, że zniknęło 11 kart z 70, czyli proces był o 16% za mało efektywny od założonych celów (100%) i wynosił 84%.

Po poprawach

Po trzech audytach (dwóch planowanych i jednym testowym) zaobserwowano, że wdrożone naprawy systemu ustabilizowały proces, ponadto w trakcie pierwszego audytu po wprowadzeniu zmian zostało przeprowadzone szkolenie pracowników z transportowania i składowania kart *Kanban*. Następnie opracowano instrukcję, aby każdy pracownik wiedział, jak od momentu wprowadzenia zmian obsługiwać system *Kanban*. Umieszczono w niej ilustracje oraz polecenia wskazujące pracownikowi sposób posługiwania się całym systemem *Kanban* obowiązującym w zakładzie pracy tak, aby uniknąć problemu, który pojawił się na samym początku. Instrukcja została zatwierdzona przez zarząd zakładu pracy oraz kierownictwo działu produkcji, magazynu oraz maszyn CNC.

W dalszej części tekstu przedstawione zostały uzyskane wyniki podczas trzech audytów po wprowadzeniu zmian (dwóch planowanych oraz jednego testowego). Miesiąc po pierwszym audycie przeprowadzono audyt testowy, ponieważ brakowało jednej karty *Kanban*. Uzyskany wynik był następujący:

- kwiecień – 69 kart,
- maj – 70 kart,
- lipiec – 70 kart

(po pierwszym planowanym audycie przeprowadzono szkolenie pracowników). Dzięki temu można zaobserwować, że proces oscyluje blisko maksymalnej granicy (100%) i wynosi kolejno 98%, 100% oraz 100%, co daje łączny wynik 99,33%, a w zaokrągleniu uzyskujemy założony cel 100%.

4.6. Symulacja efektów finansowych

W dalszej części tekstu przedstawiono szacunkowe zyski z wprowadzonych zmian.

Tabela 1. Wizualizacja finansowa dla badanego przykładu

Koszt wykonania wszystkich sztuk	Cena całego zamówienia przygotowanego do wysyłki	Cena odkówki na całe zamówienie	Cena transportu
1 640,00 zł	19 250,00 zł	4 301,00 zł	1 250,00 zł
Jednorazowy zysk przedsiębiorstwa wygenerowany z poszczególnego zamówienia			
–	12 098,60 zł	–	–
Roczny zysk przedsiębiorstwa wygenerowany z całego zamówienia			
–	72 600,00 zł	–	–

Źródło: opracowanie własne.

- Podczas kwietniowego audytu stwierdzono brak 11 kart tego samego produktu o numerze 9009978, jest to detal o nazwie NUT 66592MO, kod odkówki to 9009978.

- Liczba odkuwek analizowanego detalu przypisana jednej karcie *Kanban* to 70 szt. Odpowiada to jednemu zapełnionemu pojemnikowi.
- W badanej sytuacji zabrakło 11 kart *Kanban* – to znaczy, że 770 szt. tego detalu nie zostałoby wykonanych: $11 \times 70 = 770$.
- Szacunkowy koszt wykonania jednej sztuki na maszynie wynosi 2,13 zł.
- $2,13 \times 770 = 1640$ zł – koszt produkcji całego zamówienia.
- Szacunkowy koszt gotowego wyrobu przygotowanego wysyłki to 25 zł.
- $25 \times 770 = 19\,250$ zł – zysk ze sprzedaży wyrobów (bez uwzględnienia transportu, ceny odkuwki).

Zysk całkowity po odjęciu niezbędnych czynników (transportu oraz kosztów wyprodukowania detalu, oraz ceny za odkuwkę):

- Koszty kilograma odkuwek tego wyrobu wynosi 17 zł.
- Jedna odkuwka waży 334 g, więc na kilogram wchodzi 3 odkuwki.
- $334 \text{ g} \times 3 \text{ szt.} = 1002 \text{ g}$, czyli w przybliżeniu 1 kg.
- 70 szt. odkuwek waży około 23 kg, a ich łączny koszt to 391 zł.
- $3 \text{ szt. (1 kg)} \times 23 \text{ kg} = 391 \text{ zł (69 szt.)}$.
- $23 \text{ kg} \times 17 \text{ zł} = 391$.

Zysk wynikający z wykonania produkcji z kompletną liczbą kart kanbanowych:

- $391 \text{ zł} \times 11 \text{ kart Kanban} = 4301 \text{ zł}$.
- cena za transport (250 km).
- Cena za kilometr ładowny wynosi 5 zł.
- $5 \times 250 = 1250 \text{ zł}$.

Zysk dla firmy:

- $19\,250 \text{ zł} - 1600,40 \text{ zł} - 1250 \text{ zł} - 4\,301 = 12\,098,60 \text{ zł} \rightarrow$ zysk po odjęciu kosztów.

W przypadku braku reakcji na problem zakład byłby stratny około 12,1 tys. zł. W przypadku utraty klienta zakład produkcyjny w ciągu roku straciłby około 72,600 tys. zł. Ponieważ klient zamawia dany detal minimum 6 razy w roku w tych samych ilościach, błąd w systemie kanbanowym przyniósłby badanemu przedsiębiorstwu ogromną stratę.

5. Podsumowanie

Wdrożenie systemu *Kanban* w branży spawalniczej stanowi istotny element optymalizacji procesów produkcyjnych, przyczyniając się do poprawy efektywności operacyjnej, redukcji zapasów oraz zwiększenia elastyczności produkcji. Tego typu podejście umożliwia przedsiębiorstwu spawalniczym reagowanie na zmieniające się wymagania rynku, poprawę jakości produktów oraz obniżenie kosztów operacyjnych. Implementacja systemu *Kanban*, wspierana przez nowoczesne technologie informatyczne, takie jak systemy ERP, pozwala firmom na osiąganie przewagi konkurencyjnej, a także stwarza podstawy do dalszego rozwoju organizacji.

W analizowanym przypadku rezultaty uzyskane w wyniku optymalizacji procesu wskazują na konieczność szybkiej reakcji na występujące problemy. Nawet pozornie niewielkie zlecenie, które może zostać pominięte w wyniku błędu w zarządzaniu tablicą *Kanban*, może prowadzić do znaczących strat i kosztów, jakie poniosłaby firma, gdyby problem nie został zidentyfikowany i rozwiązany. Przeprowadzenie szczegółowej analizy przyczyn błędów w procesie jest kluczowe, ponieważ im więcej nieprawidłowości uda się wykryć, tym wyższa będzie efektywność procesu, a tym samym większe będą oszczędności.

Konieczne są również ciągłe doskonalenie procesów oraz ich systematyczna analiza, aby utrzymać je na wysokim poziomie. Regularne monitorowanie i optymalizacja systemu *Kanban* sprzyjają uzyskiwaniu długofalowych korzyści w postaci zwiększonej rentowności i konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku.

Bibliografia

- Anderson, D. J. (2010). *Kanban: Successful evolutionary change for your technology business*. Blue Hole Press.
- Gross, J. M., McInnis, K. R. (2023). *Kanban made simple: Demystifying and applying toyota's legendary manufacturing proces*. Lean Academy.
- Hammarberg, M., Sunden, J. (2014). *Kanban in action*. Manning Publications.
- Hammarberg, M., Sunden, J. (2021). *Kanban: A guide for managers and engineers*. Lean Publishing.
- Koch, M., Janssen, H. (2007). *SAP: A business and technical introduction*. SAP Press.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill Education.
- Lister, M. S. (2015). *Kanban: A simple guide to lean*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Monden, Y. (1993). *Toyota production system: An integrated approach to Just-In-Time*. Engineering & Management Press.
- Ohno, T. (1988). *The Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.
- Rother, M., Shook, J. (1999). *Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Rychlewski, P. (2022). *Mapowanie procesów biznesowych. Produkcja – usługi – HR*. Primlean.
- Schaal, D. (2012). *Continuous improvement with PDCA*. Lean Enterprise Institute.
- Womack, J. P., Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Free Press.

The Use of the Kanban Method in Logistics of Production: A Case Study of the Welding Industry

Abstract

Object and purpose of the work: The aim of this article is to analyze the implementation of the *Kanban* system in the welding industry, identify the benefits of its implementation, and discuss best practices for optimizing this system in a welding company.

Materials and methods: The *Kanban* system is a tool for visualizing production processes and inventory, using Kanban boards, cards, and containers. Its main goals are: to reduce inventory, to eliminate waste, and to increase production flexibility. In the analyzed case, observation and the PDCA cycle were applied, focusing on tracking the path of *Kanban* cards from production to shipment. Risk points were identified where cards could be lost or damaged.

Results: The optimization process revealed that even a small oversight in managing *Kanban* cards could lead to significant financial losses. Early detection of errors helps to improve efficiency and generate savings. Continuous monitoring and improvement of the system are essential to maintaining high-quality processes and ensuring the company's competitiveness.

Conclusions: The implementation of the *Kanban* system in the welding industry leads to significant optimization of production processes, including reducing inventory, eliminating waste, and increasing production flexibility. This system allows for faster detection and elimination of errors in the process, which results in improved efficiency and cost savings. A key element of the effective functioning of the *Kanban* system is continuous monitoring and process improvement, which helps maintain high production quality and increase the company's competitiveness in the market. Regular identification of risk points, where problems may occur, allows for quicker response and prevention of potential financial losses.

Keywords: production logistics, *Kanban* system, welding industry