



# KONCEPCJA I PROJEKT GRY DYDAKTYCZNEJ DLA POTRZEB SZKOLENIA PERSONELU Z ZAKRESU LEAN MANUFACTURING

Agnieszka Terelak-Tymczyna, Eliza Jarysz-Kamińska, Emilia Bachtiaak-Radka

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Poland

## Corresponding author:

Agnieszka Terelak-Tymczyna

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki

Al. Piastów 19, 70-310 Szczecin, Poland

phone: (+48) 91 4494206

e-mail: aterelak@zut.edu.pl

---

## CONCEPT AND DESIGN OF THE DIDACTIC GAMES FOR THE STAFF TRAINING WITH THE CONCEPT OF LEAN MANUFACTURING

### ABSTRACT

Technological changes have gained strategic importance in the thinking and actions of many market players, penetrating at the same time into all links of the value chain and the ways of their connections, which changed the range of competition and the way in which the needs of buyers are met. With the development of industry 4.0 there is a need to create new business models. Building a good business model is a challenge because it requires taking into account the new conditions and resources of the company. The model is an integral element in training of personnel in the Lean Manufacturing concept is the search for attractive forms of education which, in addition to the transmission of knowledge about a given instrument/method, will also be characterised by a wealth of practical knowledge. The use of simulation games is unquestionably an approach that allows to obtain a wide spectrum of practical knowledge in conjunction with increasing the effectiveness of conducted training/workshops. The article presents the theoretical basis describing both the essence and the advantages of the use of simulation games in conducting training for the personnel (both lower and upper level). The main objective of this article is to present the simulation game prepared by the authors – the simulation of “The Installation of the House”. As a co-operative game, it engages all the participants in active searching for losses and their origins in the process, and in looking for methods and techniques of eliminating wastage. This game has been developed for educational purposes, as a support for the teaching and training of personnel (employees of all levels of management). This simulation game, however, can be implemented in the training of production workers in the various companies, in order to ensure better understanding the methods of searching for wastage in the production process.

### KEYWORDS

Lean Manufacturing, didactic games, staff training, elimination of waste, MUDA.

---

## 1. Wprowadzenie

Nieustanny rozwój technologii i świadomość potrzeby edukacji społeczeństwa powoduje konieczność poszukiwania nowych rozwiązań i metod nauczania. Dotychczasowa forma szkoleń personelu w postaci teoretycznych wykładów stała się mało interesująca dla współczesnej kadry, a co najistotniejsze nie daje możliwości aktywnego uczenia się nowych rozwiązań, które wdrażają dzisiejsze przedsiębiorstwa produkcyjne. Do takich rozwiązań należy m.in. koncepcja Lean Manufacturing. Dla współczesnego trenera, oznacza to konieczność poszukiwania atrakcyjniejszych form szkoleń np. zastosowanie komputerów, tablic interaktywnych czy platform e-learningowych [2]. Powszechnie wiadomo, że najszybciej uczymy się przez doświadczenie (*learning by doing*), o czym pisał już w latach 80-tych Mark Smith's [10]. Dlatego coraz częściej w praktyce szkoleniowej stosowane są metody/narzędzia aktywnych form nauczania m.in. gry symulacyjne [16]. W li-

teraturze można spotkać wiele publikacji wskazujących na możliwości zastosowania gier symulacyjnych w szkoleniach, czy też warsztatów koncepcji Lean Manufacturing. W licznych publikacjach autorzy przedstawiają zastosowanie różnego rodzaju wyrobów do tworzenia symulacji, m.in. 3-pinowa wtyczka typu UK w [12], samolot z papieru [3], samolot z klocków oraz zestaw płytek obwodowych [13]. Przedstawione w literaturze badania jasno wykazują istotną rolę gier symulacyjnych w szkoleniach z koncepcji Lean Manufacturing. Korzyści związane ze zwiększeniem możliwości poznawczych i wzrostu motywacji wśród grup szkoleniowych z zastosowania gier symulacyjnych w ramach szkoleń, jak i warsztatów przedstawia w swojej publikacji Stier [13]. W publikacji Jasti i inni [5] wykazali znaczącą poprawę wyników studentów, którzy brali udział w grach symulacyjnych kursie Lean Manufacturing. Vin i inni [15] wykazali korzystny wpływ gier symulacyjnych stacjonarnych w szkoleniu pracowników, w szczególności z zastosowaniem gier opartych o „rzeczywiste” produk-

ty i procesy. Natomiast Badurdeen i inni [2] przedstawili kilka przykładów nauczania koncepcji odchudzonej produkcji przez gry symulacyjne i praktyczne projekty branżowe, przedstawiając również opinie osób szkolonych, którzy wskazali, że symulacje są skutecznymi sposobami zrozumienia koncepcji Lean.

Działanie tego typu gier oparte jest na symulacji rzeczywistości np. symulacja procesu produkcyjnego, według pewnych reguł (zasad gry), które wprowadza uczestnik szkolenia (gracz), doświadczając jednocześnie tego co symulacja pokazuje [11]. Zaletą stosowania gier symulacyjnych jest rozwijanie wiedzy i doświadczenia uczestnika szkolenia (gracza), a także rozwijanie umiejętności kompleksowego rozwiązywania problemów [2, 13–15]. Ponadto pomagają one spojrzeć na problem z szerszej perspektywy, łącząc nauczanie ze światem rzeczywistym, pozwalają graczowi na eksperymentowanie we wprowadzaniu zmian metodą prób i błędów wraz z konsekwencjami, które za sobą niosą. Brak realnego ryzyka, związanego z popełnieniem złej decyzji zwiększa poczucie pewności siebie oraz zachęca graczy do podejmowania ryzykownych rozwiązań. Uczestnik zamiast stosować zestaw poleceń, bierze aktywny udział w grze, może zdecydować o jej zatrzymaniu, dokonać analizy stanu obecnego i w razie potrzeby rozpocząć grę od nowa [12]. Dzięki temu nauczanie staje się bardziej interesujące i rozwijające, a zdobyte w ten sposób doświadczenie przekłada się na zwiększenie wiedzy, gdyż zgodnie z teorią edukacji „learning by doing” człowiek najszybciej uczy się, kiedy sam:

- zaangażowany jest w proces nauczania,
- odkrywa nową wiedzę i umiejętności,
- wyznacza własne naukowe cele [10].

Zastosowanie gry na początkowym etapie nauki zazwyczaj, powoduje zwiększone zainteresowanie tematem i wzmacnia motywację do nauki [4]. Gra jako rozpoczęcie do prowadzonego szkolenia/kursu, zgodnie z cyklem Kolba, stanowi element aktywizacji uczestników pozwalający w późniejszym etapie ćwiczeń i nauki odnosić się do własnych doświadczeń. Jednakże, do przeprowadzenia gry symulacyjnej, potrzeba więcej czasu oraz większego zaangażowania prowadzącego zajęcia, który nie tylko zarządza grą, ale powinien być przygotowany na wszelkie pytania ze strony uczestników oraz na udzielenie im informacji zwrotnej na temat podjętych przez nich działań [13]. Nieodpowiednio stworzona gra, spowoduje, iż uczestnicy mogą nie podejść do problemu poważnie lub stracą motywację do jej ukończenia. Najwięcej jednak trudności sprawia zakończenie gry, które nie zawsze kończy się sukcesem gracza lub podjęte przez niego decyzje okazały się nie trafione. Oznacza to konieczność zorganizowania kolejnego spotkania, w celu omówienia wniosków, uwag i spostrzeżeń prowadzącego, wątpliwości i konsekwencji podjętych przez uczestnika działań, a także podania właściwego rozwiązania lub toku postępowania gry [12]. Jedną z najczęściej wymienianych wad, która jest jednocześnie przyczyną niestosowania gier symulacyjnych w nauczaniu jest ich koszt. W zależności od rodzaju gry, koszty nie wiążą się tylko

z jej zakupem, ale także z zapewnieniem odpowiednich zasobów w celu jej realizacji. Z tego też właśnie powodu, autorzy niniejszego artykułu, stworzyli na potrzeby edukacyjne własną grę symulacyjną – „Montaż domków”.

## 2. Gra symulacyjna „Montaż domków”

Gra symulacyjna „Montaż domków” została opracowana przede wszystkim dla wsparcia szkoleń, a także warsztatów dla personelu w przedsiębiorstwach (pracowników niższego jak i wyższego szczebla zarządzania) w zakresie tematyki zarządzania procesami, identyfikacji marnotrawstwa w procesie montażu domków (w oparciu o koncepcje Lean Manufacturing) oraz doskonalenia procesów produkcyjnych. Opracowana gra symulacyjna w szczególności dedykowana jest dla pracowników niższego szczebla, aby przez wizualizację procesu budowy domków zaobserwowali straty i przyczyny ich występowania. Rozszerzona wersja gry kierowana jest dla pracowników wyższego szczebla, aby wskazać jak zarządzać procesem produkcyjnym, wskaźnikami produkcyjnymi, eliminować marnotrawstwo i doskonalić procesy produkcyjne.

### 2.1. Cel gry

Głównym celem gry jest zaprezentowanie, w sposób praktyczny, przyczyn występowania strat w procesach produkcyjnych. Na przykładzie procesu montażu domków uczestnicy szkolenia uczą się identyfikacji strat i przyczyn ich występowania, a także technik i metod eliminacji marnotrawstwa podczas produkcji. Gra jest prowadzona w stylu kooperacyjnym tzw. pracy w grupie, dzięki czemu uczestnicy szkolenia doświadczają wzajemnej zależności wynikającej z charakterystyki analizowanego procesu, uczą się wzajemnej współpracy, rozwijając kompetencje społeczne i komunikacyjne. Gra polega na symulacji procesu rzeczywistego, co pozwala na pozyskiwanie danych z procesu i ich akwizycji w celach analizy stanu obecnego przedsiębiorstwa, a w kolejnym kroku optymalizacji produkcji.

### 2.2. Podstawy teoretyczne gry „Montaż domków”

Jednym z kluczowych pojęć gry jest *wartość dodana*. Zgodnie z definicją wartości dodanej zamieszczoną w [7] „są to wszystkie działania, które klient postrzega jako wartość” czyli „właściwą wartość produktu z punktu widzenia klienta, odzwierciedlona w jego cenie i popycie rynkowym”. Pozostałe czynności czy działania traktowane są jako marnotrawstwo, z języka japońskiego MUDA.

MUDA – czyli straty w procesie, mogą mieć różne źródła, co wymaga opracowywania różnorodnych działań naprawczych. Na rysunku 1 w sposób poglądowy przedstawiono 7 głównych źródeł marnotrawstwa w procesach produkcyjnych. Poza przedstawionymi siedmioma marnotrawstwami zorientowanymi na

proces produkcyjny [9], w literaturze przedmiotu [6] zidentyfikowano również ósme źródło odnoszące się do czynnika ludzkiego – *niewykorzystanie potencjału pracowników* (istotny dla pracowników wyższego szczebla zarządzania).

Niektóre przyczyny powstawania strat w firmie są łatwe do zidentyfikowania, np. wyroby wadliwe, błędy wykonania zadań produkcyjnych. Dostrzeżenie innych przyczyn marnotrawstwa wymaga często dokładnej analizy procesów. W tabeli 1 podano przykładowe przyczyny występowania marnotrawstw.

Przykłady metod i technik wykrywania oraz zapobiegania stratom przedstawiono w tabeli 2.



Rys. 1. MUDA-7 głównych źródeł marnotrawstwa w procesach produkcyjnych.

Tabela 1  
Przyczyny występowania marnotrawstw.

Lp.	MUDA	Przyczyny
1.	Nadprodukcja	Nieprawidłowo realizowany proces, niestabilny harmonogram produkcji, nieprawidłowo zidentyfikowane potrzeby klienta, przetwarzany materiał w ilości przekraczającej popyt, drukowanie dokumentów na zapas, produkcja realizowana w celu wykorzystania wolnych mocy produkcyjnych, nieprawidłowa komunikacja.
2.	Zapasy	Zalegające surowce, komponenty wyroby gotowe, wadliwe wyroby, nieprawidłowa praca magazynu, zbędne wykonywanie kopii dokumentów, zakup nieprawidłowej ilości towaru.
3.	Transport	Przemieszczanie przewożenie między stanowiskami usytuowanymi w dużej odległości od siebie, duża ilość miejsc do przechowywania komponentów, materiałów, nieprawidłowo zaprojektowany system produkcyjny, przenoszenie i przekazywanie dokumentów między jednostkami np. w innym budynku.
4.	Oczekiwanie	Bezczynność związana z brakiem materiału, opóźnieniem w dostawach, awarią urządzeń, nieplanowane przestoje, brak kontroli procesu, brak komunikacji pomiędzy działami, bezczynność wyposażenia, długi czas przebrojeń, nierównomierne obciążenie pracowników.
5.	Zbędny ruch	Nadmierna ilość ruchów takich jak sięganie, podnoszenie, nieprawidłowa organizacja stanowiska pracy, brak ergonomii, występowanie miejsc trudno dostępnych, konieczność szukania materiałów narzędzi, informacji, brak standaryzacji pracy na stanowisku, korzystanie ze wspólnego wyposażenia, maszyn wielofunkcyjnych.
6.	Nadmierne przetwarzanie	Nieprawidłowa komunikacji, brak zrozumienia, analizy potrzeb klienta, realizacja niepotrzebnych działań, nadmierne raportowanie, tworzenie niepotrzebnych raportów i zestawień, realizacja procedur, działań które nie wnoszą wartości, błędy operatorów.
7.	Braki	Reklamacja, ponowna ocena towaru niezgodnego, brak standardów, niezrozumienie potrzeb klienta, poprawianie błędów operatorów, brak kontroli w trakcie procesu, nieprawidłowy poziom zapasów, niespójne procedury, błędy w dokumentacji.
8.	Niewykorzystany potencjał	Brak zaangażowania w rozwój miejsca pracy, przypisywanie zadań poniżej kompetencji pracownika, brak opracowanych zasad pracy, nieefektywna komunikacja, nierównomierne obciążenie pracą, brak rotacji.

Tabela 2  
Metody i techniki wykrywania i zapobiegania stratom.

Nadprodukcja	Balansowanie linii produkcyjnej, VSM, Just in Time, SMED, Kanban, analiza rynku, harmonogram, produkcji, Ustalenie min i max stanów magazynowych, One peace flow.
Zapasy	JiT, Harmonogram, SMED, Mniejsze partie produkcyjne, Ustalenie min i max stanów magazynowych, One peace flow.
Zbędny transport	Wykres spaghetti, 5S, Just in Time, reorganizacja rozmieszczenia stanowisk, wyznaczenie tras transportowych, automatyzacja transportu.
Oczekiwanie	VSM, Balansowanie linii produkcyjnej, JiT, Kanban, Rotacja pracowników, Standaryzacja pracy, Plany przeglądów i konserwacji.
Zbędne ruchy	Metoda obserwacji, VSM, 5S, SMED, Ergonomiczna organizacja stanowiska, Automatyzacja transportu wewnętrznego, szkolenie pracowników.
Nadmierne przetwarzanie	VSM, Metoda obserwacji, Standaryzacja, Instrukcje stanowiskowe.
Braki	Standaryzacja, Poka-Yoke, VSM, SMED, Instrukcje stanowiskowe, Six-Sigma, Plany przeglądów i konserwacji.
Niewydostany potencjał	Szkolenia wewnętrzne, Rotacja pracowników, Tworzenie ścieżek rozwoju, „skrzynka pomysłów”.

### 2.3. Charakterystyka gry symulacyjnej

Montaż domów jest grą kooperacyjną. Z założeń koncepcyjnych gry szkoleniowej uczestniczy w niej od 10 do 15 osób. Podczas gry uczestnicy wcielają się w role pracowników firmy produkcyjnej bądź obserwatorów (w zależności od tego w jakim celu gra jest przeprowadzana). Na przeprowadzenie gry należy poświęcić kilka godzin. Jeśli nie ma takiej możliwości minimalny czas przeprowadzenia gry to 2 h.

Zadaniem graczy jest odtworzenie procesu produkcyjnego w tym przypadku montażu domków. Proces montażu domków podzielony jest na 7 etapów, składających się na następujące stanowiska:

1. składanie fundamentów,
2. składanie ścian,
3. składanie wieńca oraz dachu,
4. montaż drzwi i okien,
5. montaż ścian, wieńca i dachu,
6. kontrola jakości,
7. pakowanie i wysyłka.

Podczas symulacji procesu uwzględniana jest również gospodarka magazynowa oraz logistyka w obrębie przedsiębiorstwa. Przepływ materiałów w procesie został przedstawiony na rysunku 2.

Przebieg gry podzielono na 7 etapów. Pierwsze dwa etapy stanowią przygotowanie uczestników gry do symulacji:

*Etap 1* – Należy przydzielić role uczestnikom i pozwolić im na spokojne zapoznanie się z podstawowymi założeniami gry oraz zadaniami wynikającymi z poszczególnych ról.

*Etap 2* – Prowadzący powinien przedstawić dodatkowe zasady i ograniczenia wynikające z założeń gry.

Kolejne trzy etapy stanowią zasadniczą część gry, której celem jest przeprowadzenie symulacji procesu produkcyjnego wraz z obserwacją i identyfikacją źródeł marnotrawstwa:

*Etap 3* – Rozpoczęcie gry, czyli rozpoczęcie przez uczestników gry produkcji domów.

*Etap 4* – Zbieranie informacji o procesie przez obserwatorów.

*Etap 5* – Podsumowanie gry czyli identyfikacja źródeł powstawania strat w przedsiębiorstwie.

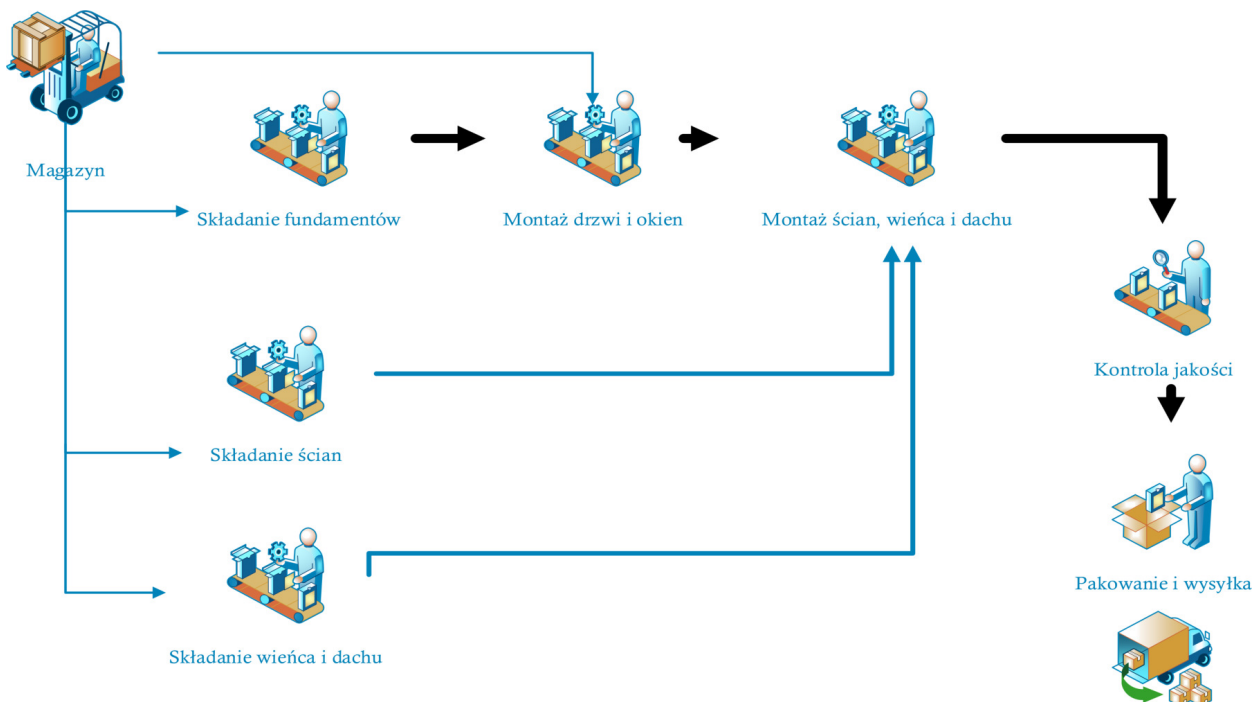
*Etap 6* – Opracowanie propozycji doskonalenia procesu.

W szóstym etapie gry dla zidentyfikowanych w etapie 5 źródeł marnotrawstwa Zespół graczy ma za zadanie znaleźć sposoby ich eliminacji. Etap ten można przeprowadzać w dwóch wersjach:

- wersja krótka – burza mózgów,
- wersja długa – analiza procesu z wykorzystaniem technik i narzędzi doskonalenia jakości, jak na przykład: VSM, SMED, 5S, JIT, Kanban.

*Etap 7* – Ponowna symulacja w celu weryfikacji proponowanych rozwiązań, działań doskonalących.

Ostatni siódmy etap gry jest opcjonalny. Pozwala on na zweryfikowanie wpływu opracowanych propozycji zmian na proces produkcyjny oraz ich zwizualizowanie. Dodatkowo pozwala na wizualizację tworzenia wartości w procesie montażu domków po usprawnieniach i wsparcie decyzji na temat zastosowania wskazanych rozwiązań.



Rys. 2. Przepływ materiałów w procesie montażu domków.

## 2.4. Przebieg gry symulacyjnej

Zgodnie z Etapem 1 uczestnicy szkolenia zostają zapoznani z założeniami gry. Założenia gry w wariancie podstawowym przedstawiają się następująco:

- 1) Klient zlecił wykonanie 4 czerwono-żółtych domków.
- 2) Każdy uczestnik gry na danym stanowisku musi zmontować całą serię wyrobów, zgodnie ze zleceniem przed przekazaniem do następnego stanowiska. Następnie kolejny gracz przekazuje całą produkcję na kolejne stanowisko zgodnie ze wskazaniem na karcie produkcyjnej.
- 3) Magazynier odpowiada za materiał znajdujący się w magazynie oraz wydaje materiał do poszczególnych stanowisk na podstawie otrzymanego *zapotrzebowania na materiały* z poszczególnych stanowisk pracy.
- 4) Inspektor jakości sprawdza każdy wyrób gotowy. W przypadku stwierdzenia niezgodności, oznacza wyrób etykietą *wyrób wadliwy* i przekazuje go na magazyn wejściowy. Wyroby dobre oznaczane są etykietą *sprawdzony* i przekazywane do magazynu wyrobów gotowych.

Każdy operator odpowiada za wykonywaną przez siebie pracę. Obserwatorzy powinni notować wszelkie uwagi dotyczące przebiegu procesu oraz rejestrować istotne dane o procesie takie jak:

- czas poszczególnych operacji,
- czas realizacji zleceń,
- czas przestojów,
- ilość wadliwych wyrobów.

Przygotowanie gry od strony technicznej wymaga zapewnienia pomieszczenia pozwalającego na swobodne poruszanie się uczestników pomiędzy stanowiskami.

Rozmieszczenie stanowisk ustala prowadzący zgodnie z przepływem materiałów. Gra jest symulacją rzeczywistego procesu, dlatego dla każdego stanowiska pracy przygotowano dokumentację produkcyjną, zawierającą rysunki montażu oraz tabele z opisem czynności wraz z czynnikami krytycznymi (tabela 3 i rysunek 3).

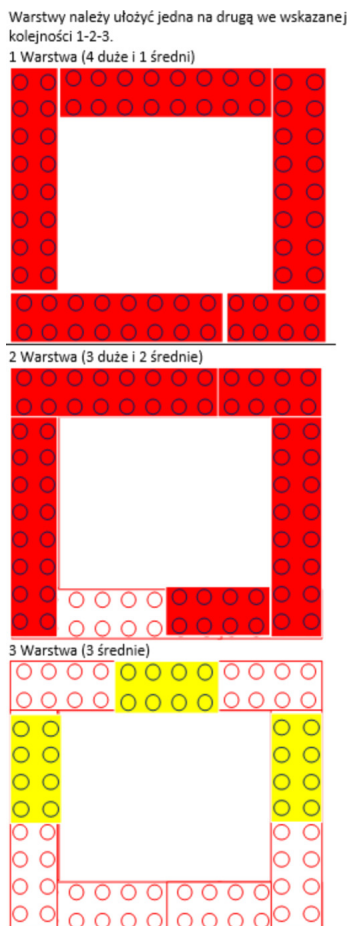
Każde stanowisko robocze wyposażone jest zgodnie z charakterem prac odbywających się na danym stanowisku. Uczestnicy gry otrzymują instrukcje stanowiskowe, karty zapotrzebowania materiałowego, arkusze kontrolne, wzorce wyrobu, stopery itp.

Gra symulacyjna „Montaż domków” daje możliwość wykonania w dwóch turach czterech domków. Pierwsza tura obejmuje system pchany „Push” i produkcję czterech wyrobów na każdym stanowisku i przy zastosowaniu szeregowego przebiegu partii produkcyjnej, dopiero po wykonaniu pełnej serii przekazywane zostaną wyroby gotowe na stanowisko montażu końcowego. W trakcie trwania tego etapu uczestnicy szkolenia mogą zauważyć straty produkcyjne związane z:

- 1) występującymi zapasami na stanowiskach produkcyjnych,
- 2) oczekiwaniem na stanowiskach:
  - (a) montażu drzwi i okien;
  - (b) montażu ścian, wieńca i dachu,
- 3) zbędnym transportem związanym z przechodzeniem od stanowiska do magazynu oraz do stanowisk montażu,
- 4) brakami, należy zauważyć, że w trakcie przeprowadzanej symulacji testowej stwierdzono, aż 4 braki. Braki wynikały głównie z wadliwych komponentów, które trafiły do produkcji.

Tabela 3  
Karta stanowiskowa – fundament.

KARTA STANOWISKOWA – FUNDAMENT				
Seria A				
Dom czerwono-żółty				
Ilość zamówionych domków: 4 sztuki.				
<b>FUNDAMENT</b>				
Kolor fundamentu: czerwono-żółty				
Kolejność	Seria wyrobów:	Data:	Czas cyklu:	
	Stanowisko:			
	Wymagana wielkość produktu:	Nazwisko:		
	Operacja:	Czynności krytyczne:	Kontrola jakości	Czas
1.	Przygotowanie produkcji, w tym:			
2.	Zapoznanie się z instrukcją			
3.	Przygotowanie zaopatrzenia			
4.	Dostarczenie zapotrzebowania do magazynu			
5.	Oczekiwanie na materiał			
6.	Montaż fundamentów, w tym:			
7.	Montaż warstwy I	Kontrola ułożenia średniego klocka	Tak/Nie	
8.	Montaż warstwy II	Sprawdzenie przerwy na dolnej krawędzi z lewej strony	Tak/Nie	
		Sprawdzenie położenia średniego klocka na górnej krawędzi prawej strony	Tak/Nie	
9.	Montaż warstwy III	Sprawdzenie koloru warstwy	Tak/Nie	
		Sprawdzenie poprawności ułożenia elementów względem drugiej warstwy		
10.	Przekazanie wyrobu na kolejne stanowisko	Kontrola ilości wyrobów	Tak/Nie	



Rys. 3. Karta stanowiskowa.

Po zidentyfikowaniu marnotrawstwa, uczestnicy szkolenia mają za zadanie zaproponować szereg usprawnień przy zastosowaniu metody burzy mózgów. Przed rozpoczęciem tego etapu gry symulacyjnej uczestnicy

szkolenia powinni zmniejszyć liczbę stanowisk i dokonać korekty ich ustawienia, co zostało zaprezentowane na rysunku 4.

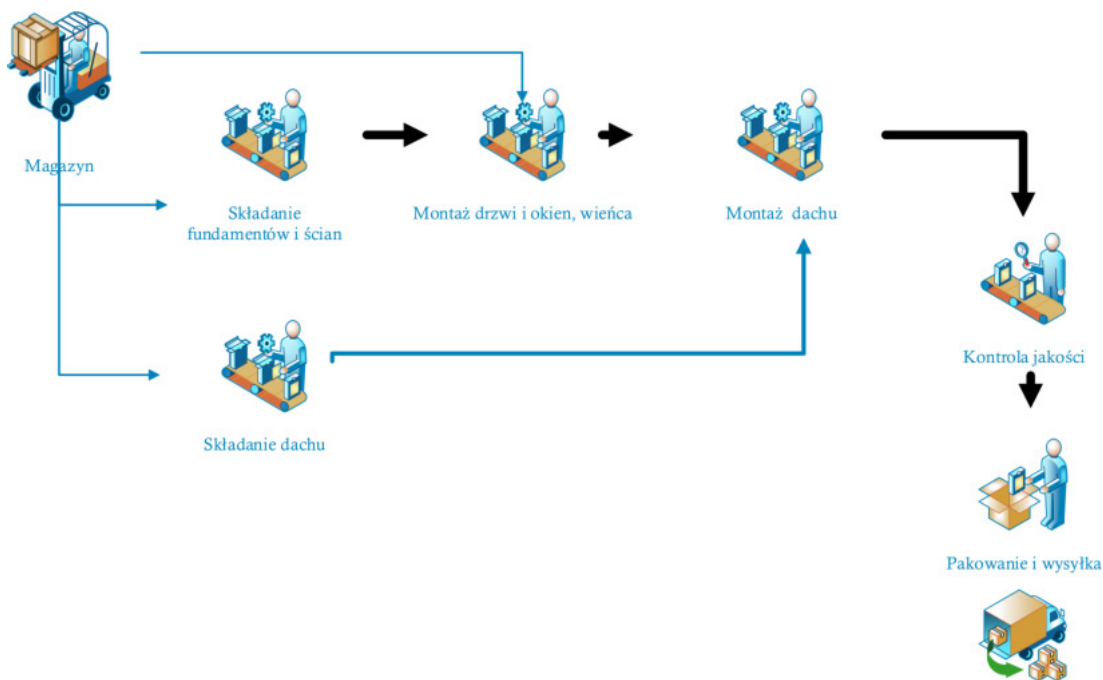
Dzięki grze symulacyjnej uczestnicy mają możliwość wprowadzenia kontroli funkcjonalnej na magazynie, w celu eliminacji wadliwych komponentów zanim trafią do produkcji. W celu eliminacji zapasów na stanowiskach, a także skrócenia czasu oczekiwania na stanowiskach montażu powinien zostać wprowadzony przepływ jednej sztuki. Dodatkowo komponenty do montażu końcowego pobiera pracownik z tego działu.

Wprowadzenie zaproponowanych zmian przy przeprowadzeniu ponownej symulacji zaowocuje optymalizacją procesu produkcji oraz skróceniem czasu realizacji zlecenia.

### 3. Wnioski

W artykule przedstawiono grę symulacyjną „Montaż domków” bazującą na prostych klockach, opracowaną do użytku w środowisku szkoleniowym. Gra koncentruje się na wdrażaniu koncepcji Lean Manufacturing, w szczególności umożliwia identyfikację marnotrawstwa oraz pozwala na wprowadzenie technik jego eliminacji. Proponowana gra, użyta do testowania rzeczywistych wdrożeń systemów produkcyjnych, stanowi alternatywę dla kosztownego oprogramowania symulacyjnego.

Przedstawiona w artykule gra pomimo konieczności przeprowadzenia większej ilości sesji testowych, wydaje się obiecującym narzędziem do wprowadzania koncepcji Lean Manufacturing. Gra nie jest zbyt skomplikowana, a jednocześnie wciąż skuteczna, pozwala na zdobycie praktycznego doświadczenia oraz w przypadku prawidłowego podziału ról na szkolenie umiejętności miękkich.



Rys. 4. Przepływ materiałów w procesie montażu domków po usprawnieniach.

Zastosowanie przedstawionej gry dydaktycznej w szkoleniu personelu pozwala na szersze spojrzenie na proces produkcji jej uczestników, rozwój umiejętności pracy w grupie, jak również twórczego myślenia i poszukiwania niekonwencjonalnych rozwiązań. Przedstawiona gra pozwala jej uczestnikom na zwiększenie możliwości poznawczych, zweryfikowanie efektów zastosowania różnego rodzaju metod i narzędzi zarządzania produkcją na obiekcie rzeczywistym, co niewątpliwie skutkować będzie rozwojem ich wiedzy i umiejętności.

## Literatura

- [1] Adam M., Hofbauer M., Stehling M., *Effectiveness of a lean simulation training: challenges, measures and recommendations*, Production Planning & Control, s. 1–11, 2020.
- [2] Badurdeen F., Marksberry P., Hall A., Gregory B., *Teaching lean manufacturing with simulations and games: A survey and future directions*, Simulation & Gaming, 41, 4, 465–86, 2010.
- [3] Billington P.J., *A classroom exercise to illustrate lean manufacturing pull concepts*, Decision Sciences Journal of Innovative Education, 2, 1, 71–76, 2004.
- [4] Goździńska E., *Jak skonstruować grę dydaktyczną*, WSiP, Warszawa, 2004.
- [5] Jasti N.V., Kota S., Venkataraman P., *Development of a lean manufacturing simulation laboratory for continuing education students*, Journal of Adult and Continuing Education, October 2020.
- [6] Liker J.K., *The Toyota Way: 14 Management Principles from The World's Greatest Manufacturer*, McGraw-Hill, New York 2004.
- [7] Marchwiński Ch., Shooka J., Schroeder A. [red.], *Leksykon Lean. Ilustrowany słownik pojęć z zakresu Lean Management*, Wydawnictwo Lean Enterprise Institute Polska, Wrocław 2018.
- [8] Massaki I., Gemba K., *Zdroworozsądkowe podejście do strategii ciągłego rozwoju*, MT Biznes, Warszawa 2006.
- [9] Monroe R., Merwan M., *Teaching lean manufacturing on a distance learning platform using virtual simulation*, Annual Conference & Exposition, 2006.
- [10] Ord J., *John Dewey and Experiential Learning: Developing the theory of youth work*, Youth & Policy, 108, 55–72, 2012.
- [11] Rizzi P., Woźniakiewicz J.M., *Perspektywy zastosowania gier symulacyjnych w edukacji – teoria i praktyka*, Homo Communicativus, 3, 5, 57–63, 2008.
- [12] Silva I., Xambre A.R., Lopes R.B., *A simulation game framework for teaching lean production*, Int. J. of Industrial Engineering and Management, 4, 2, 81–86, 2013.
- [13] Stier K.W., *Teaching lean manufacturing concepts through project-based learning and simulation*, Journal of Industrial Technology, 19, 4, 2–6, 2003.
- [14] Terelak-Tymczyna A., Biniek A., Nowak M., *The Use of Simulation Games in Teaching Lean Manufacturing*, Advances in Manufacturing II, Springer, s. 358–369, 2019.
- [15] Vin L.J., Jacobsson L., Odhe J.E., *Game-Based Lean Production Training of University Students and Industrial Employees*, Procedia Manufacturing, 25, 578–85, 2018.
- [16] Wawer M., *Edukacyjne gry symulacyjne w rozwoju kompetencji pracowników*, Edukacja-Technika-Informatyka, 2, 4, 220–225, 2013.