



GRA DYDAKTYCZNA NA TEMAT PRODUKCJI W OPARCIU O ZASADY LEAN MANUFACTURING

Monika Forsysiewicz, Jarosław Prażmo, Mariusz Wojtalik

Akademia Nauk Stosowanych w Walczu, Poland

Corresponding author:

Mariusz Wojtalik

Akademia Nauk Stosowanych w Walczu

Instytut Inżynierjno-Techniczny

Wojska Polskiego 99, 78-600 Walcz, Poland

phone: +48 67 2500187

e-mail: mariusz.wojtalik@answalcz.pl

A TEACHING GAME ON LEAN MANUFACTURING

ABSTRACT

The article deals with a modern approach to the transfer of knowledge to participants in classes. Modern classes should be implemented in a way that is interesting and attracts the participant's attention to active participation. The use of games for training purposes, leads to increased interest in the topic of training and enhances motivation to learn. In the age of civilised technological innovation, it is becoming particularly important to shape the social competences of employees. This can be achieved through educational simulation games, which are an interesting, but above all effective method of developing various groups of competencies. By conducting classes in the form of simulation games, we have the opportunity to present the theoretical aspects of a given issue and demonstrate its practical application in industry. Games on the subject of Lean Manufacturing are a favourite type of knowledge transfer related to this subject. The advantage of LM learning methods through simulation games is the possibility to 'see from above' the entire process and analyse different solutions. In order to reduce the costs of purchasing or subscribing to similar games, the authors of this article developed their own simulation for the purpose of teaching and training at the Academy of Applied Sciences in Walcz. The article presents the assumptions for the game and how to start training on Lean Manufacturing.

KEYWORDS

Educational game, Lean Manufacturing, production organization, improvements.

1. Wprowadzenie

W współczesnych metodach nauczania odchodzi się od tradycyjnych form prowadzenia zajęć takich jak wykłady czy ćwiczenia. Zajęcia powinny być realizowane w sposób interesujący i przyciągający uwagę uczestnika do aktywnego uczestnictwa.

Z badań [4] wynika, że zastosowanie gry na początkowym etapie nauki za zwyczaj, prowadzi do zwiększonego zainteresowania tematem szkolenia i wzmocnienia motywacji do nauki. W dobie cywilizacji innowacji technologicznych szczególnie istotne staje się kształtowanie kompetencji społecznych pracowników, które są związane z budowaniem pozytywnych relacji interpersonalnych w organizacji [8]. Ten cel może być osiągnięty dzięki edukacyjnym grom symulacyjnym, będących interesującą, ale przede wszystkim skuteczną metodą rozwijania różnych grup kompetencji.

Dzięki prowadzeniu zajęć w postaci gier symulacyjnych, mamy możliwość zaprezentowania aspektów teoretycznych danego zagadnienia oraz przedstawienie jego zastosowania w praktyce. Z analizy literatury [1, 5–7] i stron internetowych o tematyce Lean Manufacturing jasno widzimy, że gry symulacyjne są ulubionym rodza-

jem przekazywania wiedzy. Zaletą metod nauki LM poprzez gry symulacyjne jest możliwość „zobaczenia z góry” całego procesu i przeanalizowania różnych rozwiązań. Ten sposób szkolenia jest szczególnie wykorzystywany w nauce koncepcji Lean Manufacturing [9].

Aby zredukować koszty zakupu lub subskrypcji podobnych gier autorzy artykułu opracowali własną symulację na potrzeby prowadzenia zajęć i szkoleń w Akademii Nauk Stosowanych w Walczu.

2. Gra

Gra „Produkcja” została opracowana przede wszystkim dla studentów z kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, Inżynierii Przemysłu 4.0, Zarządzania o specjalności Zarządzanie logistyką oraz wsparcia szkoleń specjalistycznych organizowanych przez Akademię Nauk Stosowanych w Walczu. Symulacja jest w taki sposób skonstruowana, że w trakcie prowadzenia gry słuchacze poznają idee Lean Manufacturing oraz narzędzia stosowane i wykorzystywane do wdrożenia Lean w organizacji produkcyjnej. Za pomocą klocków można „wytwarzać” każdy produkt, co w bardzo łatwy sposób można dopasować nazewnictwo tego co produ-

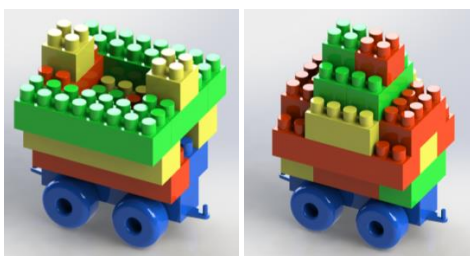
kujemy z specyfiką osób szkolonych. Możemy „produkować”: samochody, przyczepy, wózki, podzespoły itp. wyroby. Ważne jest, aby wyrób składał się z pewnej ilości klocków.

2.1. Cel gry

Gra polega na przedstawieniu zasad wdrożenia metod zarządzania produkcją według LM. Gra jest tak skonstruowana, aby można było przekazywać uczestnikom informacje podstawowe i stopniowo wprowadzać w coraz trudniejsze zagadnienia do rozwiązania. Jest ona grą zespołową, dzięki czemu jej uczestnicy uczą się wzajemnej współpracy oraz mają okazję rozwijać kompetencje komunikacyjne. W trakcie trwania gry uczestnicy dzielą się swoimi spostrzeżeniami i wspólnie podejmują działania ulepszające procesy produkcyjne i logistyczne. Zapoznają się z metodami i technikami wykorzystywanymi w LM.

2.2. Zasady gry „Produkcja”

„Produkcja” jest grą turową, składa się z minimum trzech tur. Należy podkreślić, że celem gry jest uzyskanie redukcji czasu produkcji poprzez eliminację marnotrawstwa i zmianę organizacji miejsca pracy. Należy wyprodukować określoną partię wyrobów przy zachowaniu wymogów jakościowych. W szkoleniu mogą uczestniczyć, w zależności od rozbudowy stanowisk, od 8 do 20 osób. Zaletą gry jest możliwość modyfikacji ilości stanowisk montażowych od 4 do 8 w zależności od wielkości grupy szkoleniowej. W grze mamy możliwość określania ilości elementów wchodzących w skład wykonywanych poszczególnych wyrobów. Takie rozwiązanie pozwala na budowanie stopnia skomplikowania wyrobu pod względem organizacji stanowisk, logistyki wewnątrzzakładowej oraz jakości wykonania. W celu zwiększenia trudności – kolor i umiejscowienie klocka ma ono znaczenie jakościowe. W czasie gry oprócz procesów produkcyjnych analizowana jest logistyka zakładu i magazyn. Zakład produkuje dwa typy wyrobów: typ A i typ B przykładowe wyroby w tym przypadku „przyczepy”, które zostały przedstawione na rys. 1. Miejsce do przeprowadzenia szkolenia to sala min. 36 m², stoliki z możliwością przesuwania. Do przeprowadzenia szkolenia potrzebne są następujące rzeczy: klocki konstrukcyjne [10], tacki plastikowe, stoper, taśmy malarskie, kartki, kartki zielone z napisem Po kontroli, kartki żółte z napisem Partia wadliwa, nożyczki, długopisy, flamastry, tablica. Czas gry od 2 do 6 h.



Rys. 1. Przyczepa typ A i typ B.

Tura 1.

W zakładzie są następujące działy: magazyn, transport wewnętrzny, dział jakości, kierownik zakładu, stanowiska montażowe.

Kierownik zakładu – przyjmuje zlecenie produkcyjne, odpowiada za organizację całego zakładu.

Magazynier – wydaje materiał do poszczególnych działów montażowych na podstawie dokumentu wydania wewnętrznego WW, wzór dokumentu – rys. 2.

Transport wewnętrzny – odpowiada za logistykę wewnętrzną zakładu produkcyjnego, przyjmuje dokument WW od stanowisk montażowych i na tej podstawie pobiera materiał z magazynu.

Wydanie wewnętrzne WW

Stanowisko montażowe

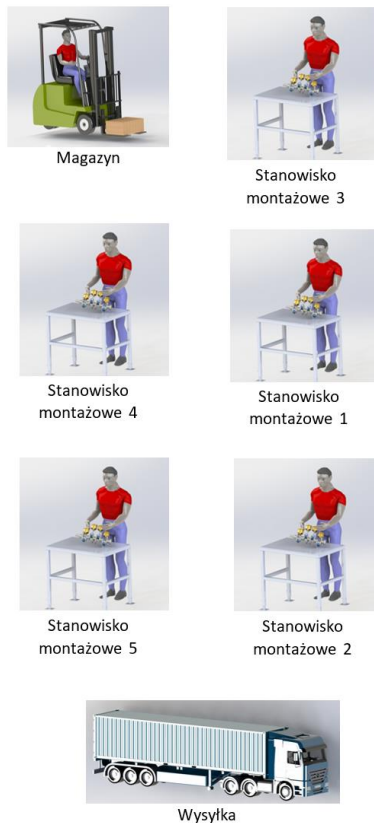
Lp.	Klocek	Sztuk	Podpis	Wydano	Podpis
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

Rys. 2. Wzór dokumentu wydania wewnętrznego.

Dział jakości – odpowiada za kontrolę między operacjami i kontrolę ostateczną gotowego wyrobu. Wystawia dokument Po kontroli (można przetransportować do następnego działu montażowego lub do klienta) lub Partia wadliwa (cofnięcie całej partii do poprawy konieczność zgłoszenia ponownie partii do kontroli).

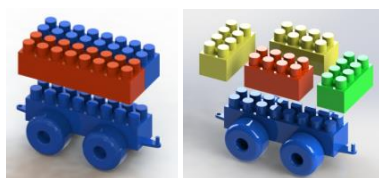
Stanowiska montażowe – mają za zadanie uzupełnienie „fragment przyczepy” do wzorca jaki znajduje się na ich stanowisku. W tym celu zamawiają materiały w magazynie za pomocą dokumentu WW, który przekazują transportowi wewnętrznemu. Zgłaszają działowi jakości wyroby do kontroli. Plan zakładu produkcyjnego przedstawia rys. 3.

Transport wewnętrzny – mają za zadanie pobierać materiał z magazynu na podstawie wypełnionych dokumentów WW przez montażystów i transportować do stanowisk montażowych. Odpowiada za transport wyrobów pomiędzy stanowiskami montażowymi.

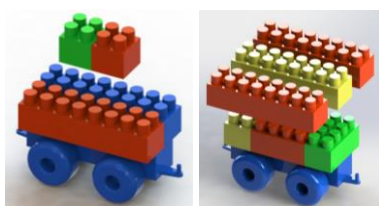


Rys. 3. Schemat rozmieszczenia stanowisk montażowych dla 1 tury.

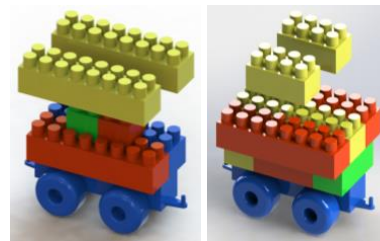
Wielkość zleceń i kolejność produkcji znana jest w momencie rozpoczęcia tury pierwszej i wynosi łącznie 25 sztuk wyrobu. W następującej kolejności: 5 sztuk typ A; 5 sztuk typ B; 5 sztuk typ B; 5 sztuk typ A i 5 sztuk typ B. W przedstawionym przykładzie od momentu przyjęcia zlecenia mierzony jest czas: wykonania pierwszej sztuki wyrobu i czas wykonania całego zlecenia. Poszczególne stanowiska montażowe w pierwszej turze mają do złożenia następującą ilość klocków (rys. 4-8). W pierwszej turze ilość części montażowych jest tak narzucona, aby wywoływać przeciążenia na wybranych stanowiskach.



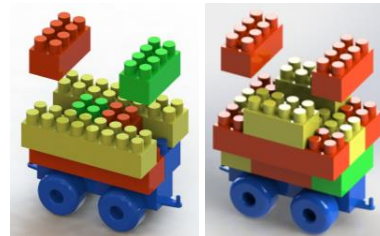
Rys. 4. Elementy montażowe przyczepa typ A i typ B stanowisko 1.



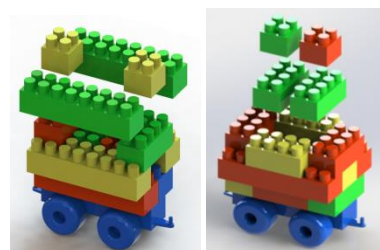
Rys. 5. Elementy montażowe przyczepa typ A i typ B stanowisko 2.



Rys. 6. Elementy montażowe przyczepa typ A i typ B stanowisko 3.



Rys. 7. Elementy montażowe przyczepa typ A i typ B stanowisko 4.



Rys. 8. Elementy montażowe przyczepa typ A i typ B stanowisko 5.

Otrzymane czasy zapisywane są na tablicy dla tury pierwszej i dla kolejnych tur. Po zakończeniu pierwszej tury, każdy z uczestników przedstawia swoje uwagi do organizacji pracy w tej turze.

Po pierwszej turze prowadzący zapoznaje uczestników gry z definicją wartości według Lean Manufacturing, **Wartość** to:

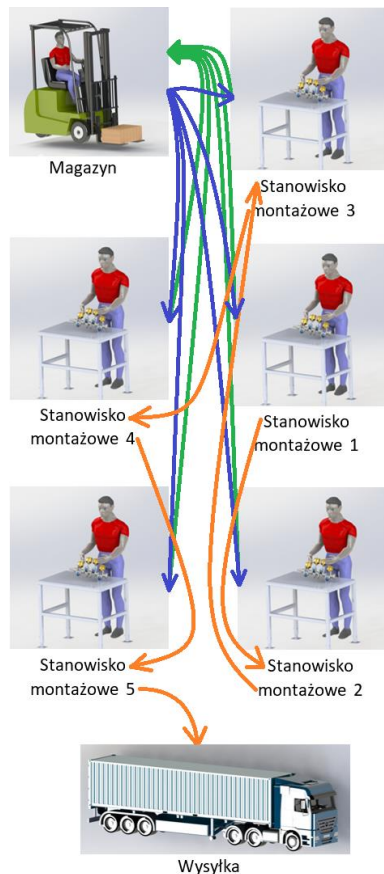
- wszystko to za co chce zapłacić klient,
- proces fizyczny lub działanie zmieniające produkt lub usługę,
- działanie wykonane właściwie za pierwszym razem.

Straty czynności nie dające wartości, które dzielą się na straty konieczne (np.: rozruch maszyny, przezbrojenie) i straty zbędne (np.: nadmierny transport, szukanie elementów) [2]. Prowadzący zachęca, aby kierowali się tymi definicjami przy ocenie tury 1. Zwraca uwagę na konieczność przeanalizowania Layoutem przestrzeni produkcyjnej, czyli przepływu materiału, wyrobu i informacji (rys. 9).

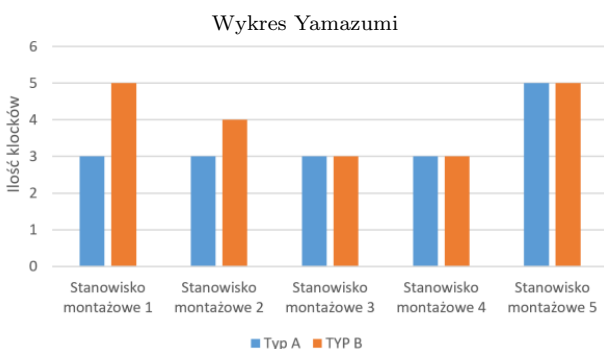
Prosi również o analizę poszczególnych stanowisk i przedstawia wykres Yamazumi, który służy do analizy procesu na poszczególnych stanowiskach i pozwala na równoważenie obciążenia w linii produkcyjnej (rys. 10).

Dzięki wykresowi Yamazumi, można płynnie przejść do wyjaśnienia pojęcia **Czasu Taktu**:

$$\text{Czas taktu} = \frac{\text{dostępny czas produkcyjny na dzień}}{\text{zapotrzebowanie klienta na dzień}} \quad (1)$$



Rys. 9. Schemat przepływu: informacji, materiału i wyrobu.



Rys. 10. Obciążenie stanowisk montażowych.

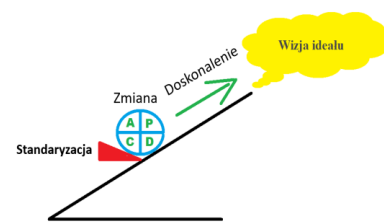
Grupa proszona jest o propozycje usprawnień do sposobu organizacji produkcji. Jeśli tych usprawnień jest dużo lub nie mogą zdecydować się, które należy wdrożyć, można przedstawić uczestnika filozofie **Kaizen**. Jest to metoda małych kroków – wszelkie zmiany powinny być dokonywane małymi krokami, mamy większą kontrolę nad działaniami w produkcji. Mała zmiana w organizacji produkcji to w razie niepowodzenia (braku oczekiwanego efektu w następnej turze), możemy z tej zmiany szybko wycofać się – małym kosztem. Filozofia ta, traktuje wszelkie problemy jako okazje do wprowadzania udoskonaleń – problemy to nie kłopoty tylko wyzwania do pokonania.

Kaizen charakteryzuje się 10 zasadami [3]:

- 1) problemy stwarzają możliwości;
- 2) nie szukaj wymówek;
- 3) myśl nieszablonowo;

- 4) szukaj prostych rozwiązań możliwych do wdrożenia od zaraz;
- 5) pomyłki i błędy koryguj na bieżąco;
- 6) zastanów się, jak coś zrobić, a nie dlaczego się nie da;
- 7) bierz pomysły od wszystkich;
- 8) myśl głową – użyj sprytu, nie pieniędzy;
- 9) szukaj przyczyn źródłowych problemu;
- 10) pamiętaj, że ciągle doskonalenie nie ma końca.

Gdy grupa wdrożyła wszystkie lub wytypowane usprawnienia rozpoczyna się druga tura. Wielkość zleceń i kolejność produkcji jest znana i wynosi łącznie 25 sztuk wyrobu. Po drugiej turze prowadzący przedstawia **standaryzację** pracy i procesu jako metody obserwacji procesu i oceny jakości. Przedstawia także **Cykl Deminga** (PDCA Plan-Do-Check-Act) służący do zasady ciągłego ulepszania. Na rys. 11 przedstawiono powiązanie standaryzacji z Cyklem Deminga.



Rys. 11. Doskonalenie a standaryzacja.

Po każdej turze uczestnicy proponują usprawnienia do następnej tury. Gra kończy się wtedy, kiedy uczestnicy poprzez ulepszanie i stosowanie narzędzi LM przejdą z produkcji Push na Pull.

Po zakończeniu gry, prowadzący podsumowuje wyniki i wskazuje jaki postęp uzyskali uczestnicy w organizacji pracy. Pokazuje, o ile zredukowali czas produkcji pomiędzy pierwszą turą a ostatnią.

3. Wnioski

Gra przedstawia narzędzia i metody wykorzystywane w Lean Manufacturing. Pozwala zapoznać uczestników gry w strategię wdrożenia LM w produkcji. Duże znaczenie w grze ma osoba prowadząca zajęcia. Od jej wiedzy i sposobu motywowania oraz przekazywania informacji jej uczestnikom, zależy, czy gra zakończy się sukcesem. Prowadzący w trakcie dyskusji metodą Kaizen przedstawia grupie kolejne metody i narzędzia wykorzystywane w LM. Od niego zależy jakie informacje będzie przekazywał w kolejnych turach.

Z przeprowadzonych szkoleń wynika, że prowadzący w zależności od kompetencji uczestników gry, może pozwolić na ulepszenie produkcji przed rozpoczęciem pierwszej tury. Takie przypadki występują, gdy w zajęciach uczestniczą osoby, które miały już styczność z organizacją produkcji. Warunki początkowe są tak dobrane, aby w pierwszej turze wystąpiły problemy z nieprawidłowym Layoutem w przestrzeni produkcyjnej oraz złe zbalansowanie linii produkcyjnej „wąskie gardła”. Oprócz tego często na początku gry występują problemy z przepływem informacji, stanowiska monta-

zowe mają również problemy jakościowe z powodu złego umiejscowienia klocków. Przeszkody te są punktem do identyfikacji MUDA, MURA i MURI. W momencie, kiedy uczestnicy zidentyfikują najważniejsze problemy produkcji, mają możliwość usprawnienia procesów z wykorzystaniem zasad i narzędzi Lean Manufacturing.

W dalszych planach dotyczących rozwoju gry, autorzy planują dołożyć do zasad gry czynnik finansowy.

Literatura

- [1] Bicheno J., *Lean Games and Simulations Book*, Picsie Books, 2015.
- [2] Dumser J., *Mapowanie strumienia wartości, Ograniczenie odpadów i maksymalizacja wydajności*, 50Minutes.com, 2023.
- [3] Hamel M., *Warsztaty Kaizen*, Wydawnictwo Lean Enterprise Institute Polska, 2014.
- [4] Goździńska E., *Jak skonstruować grę dydaktyczną*, WSiP, Warszawa, 2004.
- [5] Monroe R., Merwan M., *Teaching lean manufacturing on a distance learning platform using virtual simulation*, Annual Conference & Exposition, 2006.
- [6] Terelak-Tymczyna A., Jarysz-Kamińska E., Bachtiak-Radka E., *Koncepcja i projekt gry dydaktycznej dla potrzeb szkolenia personelu z zakresu Lean Manufacturing*, Zarządzanie Przedsiębiorstwem. Enterprise Management, 23, 4, 25–31, 2020.
- [7] 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.
- [8] Wawer M., *Edukacyjne gry symulacyjne w rozwoju kompetencji pracowników*, Edukacja-Technika Informatyka, 2, 4, 220–225, 2013.
- [9] Wiśniewska M., Wojciechowska A., Żerek D., *Zastosowanie wybranych narzędzi Lean Manufacturing do optymalizacji procesów w przedsiębiorstwach produkcyjnych*, Monografie Politechniki Łódzkiej 2016.
- [10] <https://swiat-dziecka.pl/klocki-hemar/klocki-hemar-k1-w-kufunku-600-el-maly-kuferek-klocki-konstrukcyjne-3> (data dostępu 10.10.2024).