

MARNOTRAWSTWO NA BUDOWIE I W PRODUKCJI

Edyta Plebankiewicz✉, Ewelina Mitera

Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska, Kraków

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wyniki badań własnych dotyczących marnotrawstwa na budowie, które porównano do podobnych, uzyskanych w zakładach produkcyjnych. Za największy wpływ np. na koszt, czas, jakość ankietowani uznali opóźnienia w realizacji inwestycji, błędy i wady jakościowe realizowanych robót, niezgodność z przeznaczeniem, tworzenie zbędnych zapasów. Wyniki badań wskazują, że na budowie występują wszystkie główne rodzaje marnotrawstwa znane z literatury inżynierii produkcji, co potwierdza słuszność implementacji zasad „szczupłej realizacji” ze środowiska produkcji w realizację inwestycji budowlanych.

Słowa kluczowe: Lean Manufacturing, Lean Construction, roboty budowlane, opóźnienia w realizacji inwestycji, wady jakościowe

WSTĘP

Określenia Lean Manufacturing, czyli „szczupłe” podejście do zarządzania produkcją, po raz pierwszy zastosowano w „The machine that changed the world” (Womack, Jones i Roos, 1990). Opracowanie to było konkluzją badań przeprowadzonych w Massachusetts Institute of Technology na temat światowej produkcji samochodów i było inspirowane sukcesem systemu produkcyjnego Toyoty opisanego przez Taiichi Ohno (1978).

Na podstawie obserwacji pracowników w zakładzie produkcyjnym Toyoty Ohno podzielił ruchy pracowników na pracę i marnotrawstwo. Marnotrawstwo zdefiniował jako niepotrzebne, powtarzane ruchy, które trzeba jak najszybciej wyeliminować, a pracę podzielił na dodającą wartość oraz jej niedodającą, którą także uznał za marnotrawstwo. Koskela (1992) zdefiniował wartość dodaną (value-adding – VA) jako czynność, która przekształca materiał i/lub informacje w jakość oczekiwaną przez zamawiającego. Natomiast działania nieprzynoszące wartości, a wymagające czasu, zasobów lub przestrzeni Koskela podzielił na konieczne (non-value adding but required – NVAR) i niekonieczne (non-value adding – NVA).

Literatura dowodzi, iż wprowadzenie zasad Lean Manufacturing przynosi przedsiębiorstwom produkcyjnym wymierne korzyści. W badaniach przeprowadzonych przez Jasińską, Żurek i Wyrwicką (2015) osiągnięto całkowite wyeliminowanie zbędnego ruchu, nadmiernej obróbki, a także w znacznym stopniu ograniczono marnotrawstwo w transporcie i tworzeniu niepotrzebnych zapasów. Rewers, Trojanowska i Chabowski (2015) wykazali, iż implementacja zasad „szczupłej produkcji” poprawiła bezpieczeństwo i komfort pracy, a także znacznie skróciła czas operacji.

W branży budowlanej Koskela (1992) wskazał wpływ marnotrawstwa na budowie na ponoszone koszty. Przykładowo, błędy niezgodności w jakości produktów robót to strata wielkości 12% całkowitego budżetu. Ważnym wydarzeniem w dziedzinie wdrażania filozofii Lean w budownictwie było powstanie w 1993 roku Międzynarodowej Grupy Lean Construction (IGLC), która popularyzuje rozwój w tej dziedzinie, m.in. organi-

✉eplebank@izwbit.pk.edu.pl

zując coroczne konferencje. Na nich praktycy i naukowcy dzielą się swoimi osiągnięciami i doświadczeniami w zastosowaniu Lean Construction.

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań własnych dotyczących marnotrawstwa na budowie oraz porównanie ich do podobnych, przeprowadzanych w zakładach produkcyjnych.

Ohno (1978) określił siedem głównych rodzajów marnotrawstwa w zakładach produkcyjnych. Są to: nadprodukcja, oczekiwanie, przemieszczanie, niepotrzebne przetwarzanie (zbędne przetwarzanie), zapasy, ruch, wytwarzanie wadliwych części i produktów. Ponadto w literaturze wspomina się także o ósmym typie, jakim jest niewykorzystanie potencjału intelektualnego pracowników (Kruczek i Żebrucki, 2015; Wojakowski i Warżolek, 2016).

Opis tych rodzajów marnotrawstwa oraz przykłady z budowy i z zakładów produkcyjnych zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Marnotrawstwo na budowie i w produkcji. Opis i przykłady (opracowanie własne na podstawie obserwacji oraz Shingo, 2005; Bølviken, Rooke i Koskela, 2014)

Table 1. Wastes on construction site and in production. Description and examples (own elaboration based on observations and Shingo, 2005; Bølviken, Rooke i Koskela, 2014)

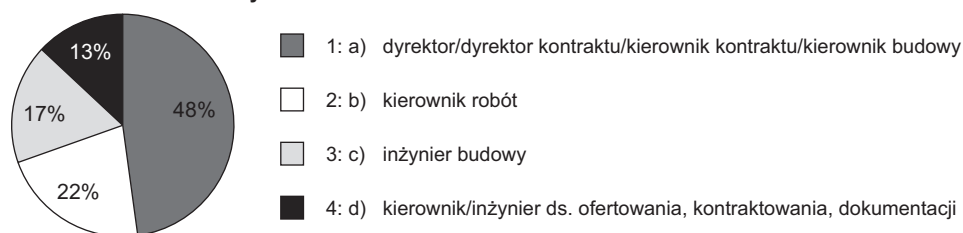
Źródło marnotrawstwa Waste	Opis Description	Przykład na budowie Examples on construction site	Przykład w produkcji Examples in production
Opóźnienia/ oczekiwanie	Marnotrawstwo w przepływie pracy, oczekiwanie na robotę budowlaną /produkt/usługę	Opóźnienie oddania robót murarskich i oczekiwanie brygady tynkarzy na front robót	Brak pociętych kartonów, w które można spakować wyroby tytoniowe
Błędy i wady jakościowe niezgodność z przeznaczeniem	Tworzenie produktów/usług niezgodnych z oczekiwaniem klienta	Zastosowanie płyt G-K nieimpregnowanych (białych zamiast zielonych) w łazienkach	Wiekło paczki papierosów lekko otwarte
Zapasy	Składowanie materiałów lub produktów pośrednich aktualnie lub w najbliższym okresie zbędnych, nieprzetwarzanych	Zamawianie zbyt dużej ilości materiałów, które wymagają obszernego miejsca składowania	Magazynowanie dużej ilości produktów gotowych
Niewykorzystany potencjał pracownika	Niewykorzystanie umiejętności, doświadczenia, wykształcenia pracowników	Zatrudnienie doświadczonego pracownika na niskim stanowisku	Zatrudnienie doświadczonego pracownika na niskim stanowisku
Nadmierne przetwarzanie	Wykonywanie czynności niepotrzebnych, niewydajnie. Marnotrawstwo związane z szybkością, metodą i potrzebami przetwarzania	Nieoptymalne wykorzystanie materiału, maszyny, energii i pracy, strata materiału	Ruchy jałowe narzędzi
Zbędny transport	Niepotrzebne przemieszczanie produktów i półproduktów	Przenoszenie półproduktów potrzebnych brygadzie następującej, aby udostępnić działkę brygadzie poprzedzającej	Zbyt długa trasa przemieszczania półproduktów na następne stanowisko
Nadprodukcja	Nieodpowiednia wydajność produkcji. Półprodukty/ produkty/ usługi wytwarzana są za wcześnie lub w za dużej ilości	Realizacja podejść instalacyjnych zanim elementy wyposażenia zostaną wybrane, np. stelaż, miska ustępowa	Produkcja na wszelki wypadek
Zbędny ruch	Zbędny wysiłek fizyczny wykonywany przez pracownika	Zbyt oddalone składowanie materiałów potrzebnych w danej robocie, zmuszające do niepotrzebnych przemieszczeń	Sięganie po niewłaściwe narzędzie

MATERIAŁ I METODY

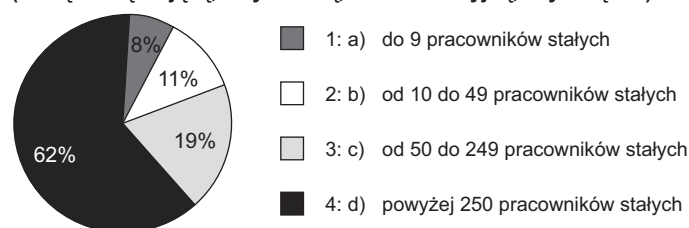
Marnotrawstwo wymienione w tabeli 1 zostało poddane ocenie wykonawcom robót budowlanych, aby sprawdzić jego wpływ np. na koszt, czas, jakość robót oraz stopień występowania w realizacji inwestycji budowlanych. W tym celu do dnia 23.02.2017 roku wysłano (w pliku MS Word do wypełnienia lub link do strony z elektroniczną ankietą – <http://www.ebadania.pl/2d3bef0db0b846a9>, dostęp z dnia 23.02.2017) lub przekazano osobiście ankiety w liczbie 390 sztuk.

Arkusz pytań do wypełnienia przez respondentów składa się z dwóch głównych części. Pierwsza z nich bada sylwetkę respondentów, tzn. firmę, z jakiej pochodzą, doświadczenie, inwestycje, przy jakich pracowali. Druga to tabela z czynnikami marnotrawstwa na budowie do oceny przez ankietowanych w dwóch kategoriach: częstość występowania i ważność/wpływ np. na koszt, czas, jakość. Do dnia 23.02.2017 roku otrzymano 6,67% poprawnie wypełnionych ankiet. Większość respondentów okazała się być pracownikami dużych przedsiębiorstw (62% w firmach zatrudniających powyżej 250 pracowników), będących generalnym wykonawcą (84%), na budowach realizowanych w tradycyjnym systemie – Design-Bid-Build (65%). Ponadto są to osoby z dużym doświadczeniem (31% badanych ma 11–20 lat doświadczenia, 23% – 6–10 lat, a 19% – powyżej 20 lat) i na wysokim stanowisku (48% to dyrektorzy/dyrektorzy kontraktu/kierownicy kontraktu/kierownicy budowy) – rysunek 1.

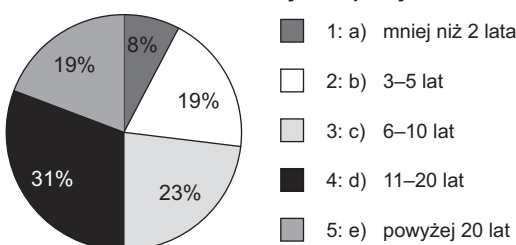
Stanowisko ankietowanych:



Firma, w której pracuje ankietowany zatrudnia średniorocznie stałych pracowników (kadrę zarządzającą, inżynierską, administracyjną, fizyczną itd.):



Doświadczenie ankietowanych w pracy na budowie:



Rys. 1. Sylwetka respondentów

Fig.1. Characteristics of respondents

Respondenci mieli ocenić marnotrawstwo w skali od 1 do 4 ze względu na stopień jego występowania, gdzie: 1 – marnotrawstwo nie występuje lub występuje bardzo rzadko, 2 – występuje czasami, 3 – występuje często, 4 – występuje zawsze.

Ankietowani określili także stopień ważności/wpływu danego marnotrawstwa np. na koszt, czas, jakość, gdzie: 1 – żaden wpływ lub jego pomijalny wymiar (nieważny), 2 – niewielki wpływ (mało ważny), 3 – średni wpływ (średnio ważny), 4 – duży wpływ lub znaczny wpływ (bardzo ważny).

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie otrzymanych ocen obliczono średnie arytmetyczne odpowiedzi oraz dominanty, które wskazywały odpowiedź występującą najczęściej („brak” oznacza, że co najmniej dwie oceny występowały równie często). W tabeli 2 rodzaje marnotrawstwa uszeregowano według średniej arytmetycznej stopnia ich występowania. Szczegółową ocenę dotyczącą oceny występowania marnotrawstwa na budowie podano w kolumnie B, natomiast w kolumnie C – stopień ich ważności/wpływu np. na koszt, czas, jakość. W tabeli przedstawiono także wyniki badań stopnia występowania marnotrawstwa w przedsiębiorstwach produkcyjnych. „Produkcja 1” dotyczy wyników badań Lisieckiej i Burki (2015) przeprowadzonych w przedsiębiorstwach o charakterze produkcyjno-usługowym branży ciepłowniczej. Ankietowani oceniali natężenie występowania poszczególnych grup marnotrawstwa w skali od 0 do 5, gdzie: 0 – marnotrawstwo nie występuje, 0,01–1,99 – marnotrawstwo występuje w niewielkiej ilości, 2–2,99 – występuje średnia ilość marnotrawstwa, 3–5 – występuje duża ilość marnotrawstwa (niezbędne są natychmiastowe działania zaradcze).

W tabeli 2 w kolumnie „Produkcja 2” zawarto wyniki badań Wojakowskiego i Warzołek (2016), które określają procentowy udział siedmiu głównych rodzajów marnotrawstwa w analizowanym przedsiębiorstwie branży motoryzacyjnej.

Wykonawcy robót budowlanych ocenili opóźnienia w realizacji inwestycji i oczekiwania jako najczęstsze i najważniejsze z wymienionych w tabeli 1 i 2 rodzajów marnotrawstwa. W generalnym wykonawstwie roboty zamawiane są często na konkretne zakresy robót. Przykładowo inna firma wykonuje roboty murarskie, inna wykończeniowe. Umowne daty rozpoczęcia robót danej brygady mogą przesunąć się w czasie z uwagi na opóźnienia w realizacji brygady poprzedzającej.

W dalszej kolejności respondenci wysoko ocenili zarówno pod względem stopnia ważności, jak i stopnia występowania niewykorzystany potencjał pracownika, czyli umieszczanie pracowników na stanowiskach niezgodnie z ich wykształceniem i umiejętnościami. Zarówno na budowie, jak i w produkcji umieszczenie pracownika na złym stanowisku wiąże się z marnotrawstwem. Osoba niewykwalifikowana może nie poradzić sobie z ciężarem odpowiedzialności, oddając robotę/produkt niezgodny z oczekiwaniem klienta i nie w terminie. Może to także wiązać się z dodatkowymi kosztami spowodowanymi np. naprawą błędów, do których się przyczyniła. Niewykorzystanie potencjału osoby wykwalifikowanej, której można by powierzyć większy zakres prac lub wpływający np. na większy koszt prac, także wiąże się z marnotrawstwem istotnym z punktu widzenia wykonawcy.

Równie często ankietowani ocenili występowanie zbędnego ruchu. Niepotrzebne przemieszczanie się pracowników, zła organizacja miejsca pracy, a przez to szukanie potrzebnego sprzętu przyczynia się do marnotrawstwa. Ankietowani uznali, iż czasami na budowie występuje zbędny transport. Może być to związane ze złą logistyką na placu budowy, prowadzącą do zbędnych przemieszczeń materiałów z miejsca na miejsce. Podobną częstotliwość respondenci wskazali dla zapasów oraz nadmiernego przetwarzania. Wynika to stąd, że firmy starają się kontrolować miejsca składowania materiałów. Nadmierne przetwarzanie to czynności, które nie są wymagane, a jednak wykonywane, czyli zbędne. Spośród siedmiu głównych rodzajów marnotrawstwa opisanych przez Ohno (1978) za najrzadziej występujące na budowie wykonawcy robót wskazali nadprodukcję.

Spośród wymienionych w tabeli 2 czynników marnotrawstwa ankietowani za najważniejszy w budownictwie, mający największy wpływ np. na koszt, czas, jakość, uznali opóźnienia w realizacji inwestycji.

Tabela 2. Wyniki ankiet dotyczących źródeł marnotrawstwa występującego w zakładach produkcyjnych i na budowie. Kolumna A-C: opracowanie własne (budowa), kolumna D (produkcja): opracowanie własne na podstawie Lisieckiej i Burka (2015), kolumna E (produkcja): opracowanie własne na podstawie Wojakowskiego i Warżółka (2016)

Table 2. The result of questionnaire research – wastes on construction site and in production. Column A-C: own research (construction); column D (production): own elaboration based on Lisiecka i Burka (2015), column E (production): own elaboration based on Wojakowski and Warżółek (2016)

Źródła marnotrawstwa na budowie i w produkcji. Wyniki badań The result of questionnaire research – wastes on construction site and in production										
Na budowie On construction site						W produkcji 1 In production			W produkcji 2 In production	
A	B			C		D			E	
Czynnik/rodzaj marnotrawstwa Waste	Stopień występowania w skali 1–4 Degree of occurrence Scale 1–4			Stopień ważności/ wpływu np. na koszt, czas, jakość w skali 1–4 Degree of validity/ Impact eg. on cost, time, quality Scale 1–4		Natężenie występowania w skali 0–5 Degree of occurrence Scale 0–5			Stopień występowania w skali 0–100% Degree of occurrence Scale 0–100%	
	Miejsce Place on the podium	Średnia arytme- tyczna Arithmetic average	Dominanta Dominant	Średnia arytme- tyczna Arithmetic average	Dominanta Dominant	Miejsce Place on the podium	Średnia arytme- tyczna Arithmetic average	Dominanta Dominant	Miejsce Place on the podium	Procent Percent
Opóźnienia w realizacji inwestycji; oczekiwanie Waste of delays (waiting)	1	2,19	2	3,07	4	3	2,18	3	1	31
Niewykorzystany potencjał pracownika Waste of talent	2	2,08	2	2,31	brak	1	2,45	3	brak analizy	brak analizy
Zbędny ruch Waste of motion	3	2,08	2	2,00	brak	2	2,32	1	4	14
Zbędny transport Waste of transportation	4	2,00	2	2,15	brak	6	1,66	1	5	10
Zapasy Waste of inventory	5	1,96	2	2,44	brak	5	1,87	2	7	4
Nadmierne przetwarzanie Waste of over- processing	6	1,96	2	2,31	brak	7	1,58	brak	3	16
Błędy i wady jakościowe realizowanych robót, niezgodność z przeznaczeniem Waste of quality, making defective product	7	1,77	2	2,96	4	8	1,34	brak	2	20
Nadprodukcja Waste of overproduction	8	1,73	2	2,15	2	4	2,00	3	6	5

Wykonawcy robót budowlanych w umowie z zamawiającym mają przeważnie uwzględnione kary umowne za niedotrzymanie terminu realizacji, stąd też wysoka ocena ankietowanych.

Kolejnym wysoko ocenianym pod względem wpływu np. na koszt, czas, jakość źródłem marnotrawstwa na budowie są błędy i wady jakościowe realizowanych robót lub/i niezgodność z przeznaczeniem. Obecnie zamawiający coraz częściej korzysta z usług przedsiębiorstw zarządzających realizacjami budowlanymi, które dysponują wykwalifikowaną kadrą sprawdzającą jakość wykonywanych przez wykonawcę robót. Niewykonanie ich zgodnie ze specyfikacją prowadzi do konieczności poprawy, a co za tym idzie, kolejnego marnotrawstwa – czas, jaki jest potrzebny na korektę, a być może i zakupienie nowych produktów do jego realizacji.

Następną pozycją pod względem ważności są zapasy. Przykładowo, w związku z coraz większym zurbanizowaniem miast inwestycje budowane w centrum mają coraz mniej miejsca do dyspozycji na składowanie materiałów. Częściowo teren może być dzierżawiony od sąsiada lub zamawiającego, np. z pierwszego etapu realizacji inwestycji, czyli im większa powierzchnia takiego terenu, tym większe koszty wynajmu. Marnotrawstwo zbędnego transportu oceniono przez wykonawców robót budowlanych jako mało ważny i występujący czasami, podobnie jak nadprodukcja. Najniżej pod względem wpływu np. na koszt, czas, jakość ankietowani uznali marnotrawstwo wynikające ze zbędnego ruchu.

Respondenci analizowanych przedsiębiorstw branży ciepłowniczej (Produkcja 1) oraz motoryzacyjnej (Produkcja 2), podobnie jak w produkcji budowlanej, uznali opóźnienia, oczekiwanie za najczęściej lub prawie najczęściej występujące marnotrawstwo z wymienionych w tabeli 1 i 2. W zakładzie produkcyjnym, w systemie produkcyjnym Toyoty, na którym opiera się Lean Manufacturing, towar realizowany jest zgodnie z zamówieniem klienta, z którym również określa się termin realizacji, a zatem opóźnienia wpływają na umowę zawartą z zamawiającym. Ankietowani Produkcji 1 z przedsiębiorstwa o charakterze produkcyjno-usługowym za najczęściej występujące marnotrawstwo w tabeli 2 uznali niewykorzystany potencjał pracownika. Badane przedsiębiorstwa produkcyjno-usługowe branży ciepłowniczej wskazały średnio częstą ilość tegoż marnotrawstwa, częste w stosunku do pozostałych.

Kolejnym wysoko ocenianym źródłem marnotrawstwa pod względem częstotliwości uznano błędy i wady jakościowe, niezgodność z przeznaczeniem. System produkcyjny Toyoty to między innymi autonomizacja, zwana także (z jap.) *jidoka*, która powoduje zatrzymanie się linii lub odrzucenie wadliwego półproduktu/produktu w chwili wykrycia przez czujki wady. Wiąże się to, podobnie jak na budowie, z dodatkowym marnotrawstwem czasu, a także kosztami, jeśli produkt nie nadaje się już do dalszej obróbki. Gdy maszyna często wyrzuca wadliwe produkty, należy skierować ją do naprawy. Gdy produkcja na tej maszynie jest wyspecjalizowana i nie można produktów wykonać na innej, to dana produkcja jest wstrzymana, co wiąże się z dużą stratą kosztów. Nie jest to jednak powszechne marnotrawstwo, o czym wskazuje rozbieżność w stosunku do Produkcji 1, dla której marnotrawstwo to jest dopiero na 8 miejscu. Tam częstszy okazał się zbędny ruch.

Ohno (1978) w swojej pracy zwrócił uwagę, że obserwacja pracownika może pomóc wyeliminować to marnotrawstwo, zaznaczając, które ruchy są zbędne i zachęcając do poprawy. Poza efektywnością pracownika ważna jest także efektywność maszyny. Jeśli wymaga nadmiernego przetwarzania, to wiąże się to z marnotrawstwem, co, jak wskazują badania w Produkcji 2, występuje często w stosunku do pozostałych pozycji tabeli. Powodem mogą tu być jałowe ruchy narzędzi. Autorki konsultowały także marnotrawstwo ze specjalistą zakładu produkcyjnego wyrobów tytoniowych. Zwrócił on uwagę, że niekiedy nadmierne przetwarzanie nie jest winą maszyny, a półproduktu, który jest nieodpowiednio przygotowany. Na przykład owijana w polipropylen paczka wyrobów tytoniowych, dla której opakowanie jest sprowadzane z zagranicy, wymaga czasem leżakowania. Zmiana klimatu może spowodować zawilgocenie, które należy osuszyć, w innym wypadku wilgoć może spowodować przyklejanie się do siebie części i nadmierne przetwarzanie przez maszynę, która musi w etapie końcowym przekazać produkt spełniający standardy przedsiębiorstwa.

Ohno (1978) ocenił nadprodukcję za szczególnie istotną. Nadprodukcja, czyli wytwarzanie produktów i usług z wyprzedzeniem lub w większej ilości, niż jest to niezbędne w danej chwili, wiąże się z dodatkowym

materiałem niezamawianym przez klienta lub nieskoordynowanym z innymi etapami linii produkcyjnej, a zatem prowadzące do konieczności magazynowania. Taki system to przykład masowej produkcji w zakładach produkcyjnych z czasów Henry’ego Forda w USA, który był opłacalny, póki nie zaczął konkuruwać z zakładem Toyoty z bogatszym wachlarzem modeli. W przypadku przedsiębiorstw, w których wykorzystano narzędzia Lean Management, nie powinno stanowić to głównego problemu, ponieważ produkowane jest tyle, ile zostało zamówione przez klienta. W zakładach produkcyjnych nierealizowanie produktów zgodnie z techniką *just-in-time*, czyli dokładnie na czas i według kart kanban, które określają ilość potrzebnych produktów/półproduktów, wiąże się z koniecznością posiadania magazynów, a zatem z dodatkowym kosztem. Marnotrawstwa tego można jednak uniknąć, zamawiając półprodukty w ilości adekwatnej do zamówień klienta.

Marnotrawstwo zbędnego transportu w stosunku do pozostałych wymienionych w tabeli nie zostało ocenione jako często występujące. Oznaczać to może, że logistyka w zakładach jest przemysłana.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Lean Construction, która ma na celu usprawnienie realizacji inwestycji budowlanych poprzez maksymalizację wartości dodanej i eliminację marnotrawstwa, wywodzi się z metody Lean Manufacturing, powstałej z analizy linii produkcyjnych. Autorki przeprowadziły badania nad marnotrawstwem na budowie. Do dnia 23.02.2017 roku uzyskano dane od 26 respondentów. Ankietowanymi były osoby z dużym doświadczeniem i pracujące głównie w dużych przedsiębiorstwach, zatrudniających powyżej 250 pracowników stałych, oraz będących generalnym wykonawcą robót budowlanych. Oceniły one stopień występowania i ważność, wpływ np. na koszt, czas, jakość robót budowlanych marnotrawstwa. Okazało się, że wszystkie główne rodzaje marnotrawstwa znane z literatury inżynierii produkcji występują także na budowie, co potwierdza słuszność implementacji zasad „szczupłej realizacji” ze środowiska produkcji w realizację inwestycji budowlanych. Za największy wpływ np. na koszt, czas, jakość ankietowani uznali opóźnienia w realizacji inwestycji, błędy i wady jakościowe realizowanych robót, niezgodność z przeznaczeniem, tworzenie zbędnych zapasów.

Autorzy zwracają uwagę, iż badania wskazują kierunki, którym należy się przyjrzeć, by usprawnić realizację robót, jednakże należy pamiętać, że każda budowa, a także zakład produkcyjny mają indywidualny charakter i by osiągnąć lepsze wyniki, należałoby dokładniej zbadać źródła marnotrawstwa. Do ich znajdowania może posłużyć np. metoda 5 Whys, diagram Ishikawy. Następnie warto sprawdzić przepływ wartości z wykorzystaniem narzędzi, tj. VSM, The Last Planner. Mapowanie strumienia wartości (Value Stream Mapping – VSM) polega na analizie przepływu materiałów/robót/usług/informacji w formie graficznej od fazy początkowej do tzw. idealnej z produktem/robotą/usługą gotową w planowanej formie (więcej np. w Womack, Jones i Roos, 1990; Shook i Rother, 2009). The Last Planner® skierowany do inwestycji budowlanych, wykreowany przez Ballarda i Howella i licencjonowany przez Lean Construction Institute, polega na analizie przepływu pracy, tworząc cotygodniowe plany, pozwalające usprawnić realizację, wskazując źródła marnotrawstwa do eliminacji (więcej np. w Hussain, Krishna i Kumar, 2014).

PIŚMIENNICTWO

- Bølviken, T., Rooke, J. i Koskela, L. (2014). The wastes of production in construction – a TRV based taxonomy. *Proceedings of IGLC22*, Oslo.
- Hussain, S., Krishna, B. i Kumar, V. (2014). Application and analysis of Last Planner System in the construction industry. *IMPACT: International Journal of Research in Engineering & Technology*, 6(2), 33–34.
- Jasińska, S., Żurek, M. i Wyrwicka, M. K. (2015). Analiza efektywności wdrożenia Lean Manufacturing. Studium przypadku. *Economics and Management*, 1, 311–323. doi:10.12846/j.em.2015.01.19.
- Koskela, L. (1992). *Application of new production Philosophy to Construction*. Stanford: Technical Report.

- Kruczek, M. i Żebrucki, Z. (2015). Koncepcja lean management w procesie ciągłego doskonalenia przepływów. *Logistyka*, 2, 425–432.
- Lisiecka, K. i Burka, I. (2015). Źródła powstawania marnotrawstwa w organizacjach na przykładzie usługowych przedsiębiorstw ciepłowniczych. *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 233, 75–91.
- Ohno, T. (1978). *The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Tokyo: Diamond Publishing.
- Rewers, P., Trojanowska, J. i Chabowski, P. (2015). Analiza wykorzystania narzędzi Lean Manufacturing – wyniki badań. *Logistyka*, 3, 5788–5791.
- Shingo, S. (2005). *A Study of the Toyota Production System*. New York: Productivity Press.
- Shook, J. i Rother, M. (2009). *Eliminacja marnotrawstwa poprzez mapowanie strumienia wartości*. Wrocław: Lean Enterprise Institute.
- Wojakowski, P. i Warzolek, D. (2016). Wdrożenie 5S w przedsiębiorstwie produkcyjnym z branży motoryzacyjnej. *Gospodarka Materialowa & Logistyka*, 11(1239), 20–331.
- Womack, J. P., Jones, D. T. i Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York: Macmillan.

THE WASTES ON CONSTRUCTION SITE AND IN PRODUCTION

ABSTRACT

The article presents the results of the study on the waste on construction site. The results were compared to similar data obtained in the production. According to the respondents the greatest impact, eg. on the cost, time and quality have: the delay (waiting) in the construction, lack of quality and making defective product in construction works as well as lack of intended use creating unnecessary inventory. The results show that the main waste mentioned in the production engineering literature are present also on the construction site, which confirms the need of implementation of Lean Manufacturing principles to the construction projects.

Key words: Lean Manufacturing, Lean Construction, construction works, delays in realization of construction works, qualitative defects