

Aneta WRÓBEL
Mateusz ZBADYŃSKI¹

EFEKTYWNOŚĆ WYBRANYCH METOD KOMPLETACJI NA PODSTAWIE SYSTEMÓW FIRMY LUCA LOGISTIC SOLUTION

Słowa kluczowe: efektywność, proces kompletacji, komisjonowanie, system, Pick-by-Light, Pick-by-Point, Pick-by-Voice, Pick-by-Watch, LUCA Logistic Solution

W artykule przedstawiono analizę efektywności systemów logistycznych służących do kompletacji wykorzystywanych w nowoczesnych magazynach. Opracowanie zostało wykonane na podstawie systemów, które oferuje firma LUCA Logistic Solution. Badania do artykułu zostały przeprowadzone w Centrum Badawczo-Rozwojowe Systemów Logistycznych na Wydziale Inżynierii Produkcji i Logistyki Politechniki Opolskiej. Celem pracy jest przedstawienie czasów trwania kompletacji poszczególnych metod. W pierwszej części występuje opis teoretyczny systemów logistycznych, w drugiej natomiast wyniki badań oraz ich interpretacja.

1. WSTĘP

W czasach szybkiego rozwoju technologicznego oraz ciągłego dążenia do optymalizacji procesów, redukcji kosztów jak i zwiększenia produktywności, warto zastanowić się nad aktywnym udziałem oraz inwestycją w nowoczesne technologie. Podczas gdy współczesny rynek oferuje gamę różnorodnych rozwiązań oraz systemów wspomagających owe rozwiązania, należy z dużą uwagą przyglądać się nowym trendom, technologiom oraz możliwościom. Efektywność oraz sprawność w wykonywaniu czynności jak i przepływie informacji są głównymi celami współczesnej logistyki.

1.1. PODSTAWOWE POJĘCIA

Pojęcie efektywności jest terminem wieloznacznym, który w zależności od dziedziny nauki posiada różne definicje i interpretacje. Z ekonomicznego punktu widzenia, efektywność to porównanie tego, co faktycznie w danym czasie zostało wyprodukowane lub wykonane, z tym co można osiągnąć przy takim samym zużyciu zasobów – pieniędzy, czasu, pracy itp. [2]. W celu osiągnięcia pożądanej efek-

¹ Studenckie Koło Naukowe LogPoint, Politechnika Opolska.

tywności należy maksymalizować produktywność przy jednoczesnej minimalizacji wszelkich powyżej wspomnianych nakładów.

Proces kompletacji stanowi część procesu komisjonowania, której głównym zadaniem jest rozdzielanie jednostek ładunkowych na opakowania jednostkowe lub zbiorcze, uzupełnienie strefy kompletacji, czyli magazynu, oraz kompletacja zamówienia. Produktem danego procesu jest uformowana jednostka ładunkowa składająca się z produktów zamówionych przez konsumenta. Do czynności procesu kompletacji zalicza się fizyczne pobranie danego materiału z miejsca składowania oraz odłożenie owego produktu do tworzonej jednostki ładunkowej [3].

Ogólna definicja systemu wskazuje, iż jest on zespołem zależnych od siebie elementów, które spełniają określoną funkcję, w celu osiągnięcia wspólnego oraz konkretnego celu. Każdy z nich posiada odpowiednią funkcję oraz dąży do realizacji swojego zadania, jednakże elementy te są ze sobą połączone i dzięki tej wspólnej zależności tworzą produkt finalny [4].

1.2. LUCA LOGISTIC SOLUTION

LUCA Logistic Solution jest firmą założoną w Niemczech w 1995 r., która oferuje innowacyjne technologie do komisjonowania towarów wraz z autorskimi metodami *Pick-by-Point*®, *Pick-Radar*®, *Pick-by-Frame*® czy znanymi i wykorzystywanymi na całym świecie *Pick-by-Light* czy *Pick-by-Voice*. Polski oddział zaczął działać w 2009 roku w Opolu. Spółka w Polsce wdrożenia w takich firmach jak: 3M Wrocław Sp. z o.o., ABB Sp. z o.o., arvato services Polska, Grupa Auto Partner S.A., Danfoss Poland Sp. z o.o., FCA Poland S.A., Volkswagen Poznań Sp. z o.o, W czerwcu 2018 r. LUCA Logistic Solution otworzyła Centrum Badawczo-Rozwojowe Systemów Logistycznych na Politechnice Opolskiej [1].

2. RODZAJE TECHNOLOGII PICK-BY

Systemy *Pick-by* firmy LUCA Logistic Solution oferują wiele innowacyjnych oraz nowoczesnych rozwiązań wspomagających proces kompletacji. Niezależnie od układu magazynu przedsiębiorstwa, cech produktów poddanym kompletacji lub też długości stażu pracownika, technologia przedstawiona poniżej jest odpowiednią metodą dla każdego przedsiębiorstwa, które zmaga się z ciągłymi zmianami.

Powyżej opisywane systemy cechują się wykorzystaniem różnych technologii, rozpoczynając od wyświetlaczy LED, ruchomych źródeł światła, komend głosowych, czytników RFID aż po zastosowanie technologii Augmented Reality, znanej jako rozszerzona rzeczywistość – Smart Glasses. Niezależnie od zastosowanego systemu *Pick-by*, pracownik musi zatwierdzić wykonanie wszystkich poszczególnych czynności, czyli potwierdzenie o prawidłowej lokalizacji jak i zakwitowanie pobrania każdego z materiałów z wykorzystaniem skanera, radaru, pilota bądź głosu. Wspominając o technologii, oprócz modułów, sercem sterowania jest odpowiednio zaprogramowany komputer - kontroler, który wybiera najbardziej op-

tymalną ścieżkę przejść zgodnie z zasadą „step-by-step”, w której to zakłada się, że pracownik nie będzie się cofał, lecz podążał jedną i najszybszą drogą [1].

Kolejnym atutem jest możliwość integracji systemu *Pick-by* z systemem informatycznym wdrożonym w przedsiębiorstwie. Odpowiednio zaprogramowany komputer pozyskuje dane z wybranego systemu informatycznego, przetwarza je oraz dzieli na poszczególne zadania, czyli czynności do wykonania przez pracownika [3].

2.1. PICK-BY-LIGHT

System *Pick-by-Light* jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych systemów wspomagających proces kompletacji, a zarazem tworzy fundament dla wielu innych technologii z serii *Pick-by*. Podstawą danej metody jest wyświetlacz, który służy do informowania pracownika, z którego miejsca składowania należy pobrać materiał. Dla systemu *Pick-by-Light* dany wyświetlacz stanowi elementarną część całego układu wówczas, gdy dla innych systemów *Pick-by* pełni funkcję kwitującą, czyli pozwala na zatwierdzenie wykonania czynności.

Technologia wykorzystuje wyświetlacze LED, które są umieszczone na listwach nad półkami wraz z diodą powiadomien i przyciskiem kwitującym. Zestaw może ten być poszerzany o wiele innych technicznych udogodnień, które mogą być indywidualnie dobierane wraz z wymaganiami klienta w celu optymalnego dopasowania do technologii magazynu. Charakter modułowy systemu pozwala na łatwe przearanżowanie miejsc magazynowych i adaptację do zmieniających się potrzeb. Wyświetlacze są montowane do profili posiadających listwę kontaktową. Moduły służą do kontaktu z pracownikiem oraz do informowania go o ilości materiału do pobrania, czy też o ewentualnie popełnionym błędzie [5].

2.2. PICK-BY-POINT

System *Pick-by-Point* uzupełnia lukę pomiędzy systemem *Pick-by-Light* i – opisanym w dalszej części – systemem *Pick-by-Voice*. Dana technologia polega na działaniu ruchomych źródeł światła, które dokładnie oświetlają miejsce pobrania materiału przez pracownika. System komputerowy optymalizuje czas komisjonowania, gdyż podczas wykonywania czynności ciągle obserwuje ścieżkę pokonywaną przez pracownika. Dzięki możliwości szybkiego dostosowania systemu *Pick-by-Point* do różnorodnego środowiska pracy, technologia ta charakteryzuje się prostotą, szybkością oraz niskim kosztem wdrożenia. System wykorzystujący ruchome źródła światła jest dobrym rozwiązaniem dla miejsc, w których występują częste konfiguracje oraz modyfikacje stref składowania, magazynowania lub też kompletacji.

Działanie systemu *Pick-by-Point* koncentruje się na wskazywaniu miejsca poboru materiału za pomocą ruchomego źródła światła. Regał – miejsce składowania podświetlone przez lampę nazywane jest gniazdem magazynowym. Informacje

dotyczące ilości produktów oraz inne wskazówki przekazywane są pracownikowi głosowo przez słuchawki lub udostępniane na centralnym wyświetlaczu. Sprzężenie zwrotne, czyli zatwierdzenie pobrania materiału z miejsca składowania, wykonane może zostać za pomocą skanerów, komend głosowych lub wraz z wykorzystaniem innych systemów firmy LUCA Logistic Solution, na przykład *Pick-Radar* [6].

2.3. PICK-BY-VOICE

Metoda kompletacji *Pick-by-Voice* jest jedną z najbardziej intuicyjnych metod oferowaną przez firmę LUCA Logistic Solution. Technologia kompletacji głosowej pozwala użytkownikowi na utrzymanie dialogu z systemem za pomocą komend dźwiękowych. Informacje dotyczące miejsca składowania, ilości towarów do pobrania oraz cech danego produktu przekazywana jest pracownikowi przez słuchawki w wybranym przez niego języku. Informacja zwrotna, czyli potwierdzenie wykonania czynności dostarczana jest przez pracownika za pomocą komendy głosowej lub też skanera ręcznego, w zależności od preferencji. Dzięki temu, iż podczas realizowania czynności kompletacji wykorzystywany zostaje słuch oraz wzrok pracownika, zwolnione zostają jego ręce, co z kolei umożliwia swobodne poruszanie się po strefie kompletacji i pobieranie materiałów. Metoda kompletacji głosowej wspierana jest wielojęzycznym systemem rozpoznawania mowy firmy topSPEECH-Lydia. Rzeczywiste rozpoznawanie mowy, nie wymaga żadnych treningów językowych, co pozwala na natychmiastowe zatrudnienie pracowników, stałych jak również sezonowych lub czasowych [7].

2.4. PICK-BY-WATCH

System *Pick-by-Watch* wspiera proces kompletacji wraz z wykorzystaniem smartwatchów, smartphonów oraz tabletów. System ten jest bardzo podobny do standardowej metody *Pick-by-Paper*, przy czym różni się wykorzystaniem elektroniki oraz swoją ekonomicznością i oszczędnością materiałów nieodnawialnych (papier). Proces kompletacji polega na otrzymaniu informacji dotyczącej miejsca pobrania oraz odczytanie jej z urządzenia umocowanego na nadgarstku. Wówczas, gdy materiał zostaje poprawnie pobrany przez pracownika, pozostaje tylko zatwierdzenie wykonania zadania poprzez dotknięcie ekranu w wyznaczonym miejscu.

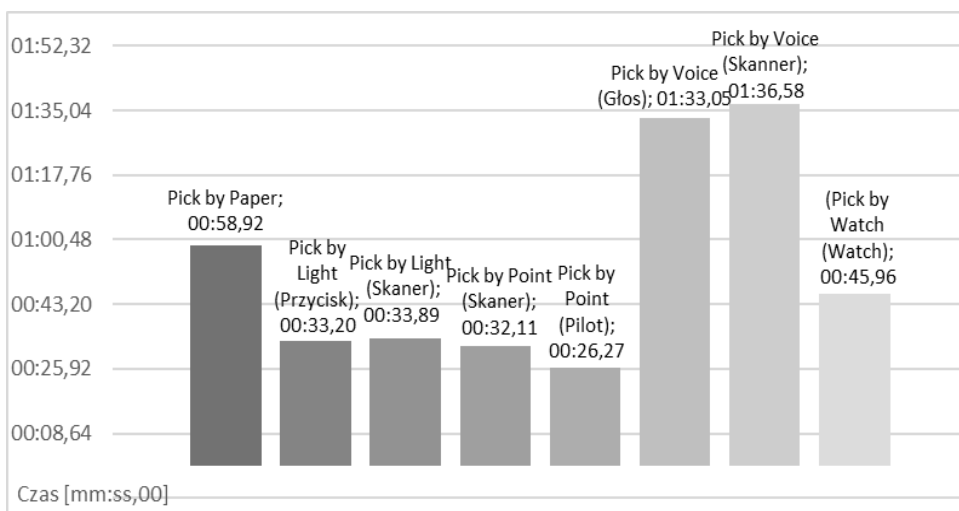
3. PRZEPROWADZONE BADANIA

Badania zostały wykonane w Centrum Badawczo-Rozwojowym Systemów Logistycznych na Wydziale Inżynierii Produkcji i Logistyki Politechniki Opolskiej w dniu 31 października 2018. Objęte były nadzorem Anety Wróbel oraz Mateusza Zbadyńskiego, jak i przedstawiciela firmy LUCA Logistic Solution. W eksperymencie

mencie wzięło udział 10 osób, które po otrzymaniu odpowiedniego instruktora wykonywały kolejne kroki badań. Badania odbywały się według ogólnie ustalonego scenariusza, który zawierał informacje dotyczące odpowiedniej ilości prób i etapów. Próba badawcza poświęcona każdej metodzie powielana była trzykrotnie przez każdego uczestnika eksperymentu. Badania obejmowały analizy metod: *Pick-by-Paper*, *Pick-by-Light*, *Pick-by-Point*, *Pick-by-Voice* i *Pick-by-Watch*. Pojedyncze badanie trwało 40 minut i zawierało 192 pobrania z miejsc magazynowych, które zostały przydzielone do uczestników losowo. Badana osoba pobierała towar według optymalnej ścieżki kompletacji – tzw. „step by step”. Wyniki badań przedstawione zostały za pomocą wykresów i dokumentacji powstałej podczas prac badawczych. Po zakończeniu badań, uczestnicy wypełnili badanie ankietowe, a ich wyniki również zostały przedstawione poniżej.

4. WYNIKI BADAŃ

4.1. PORÓWNANIE OGÓLNE

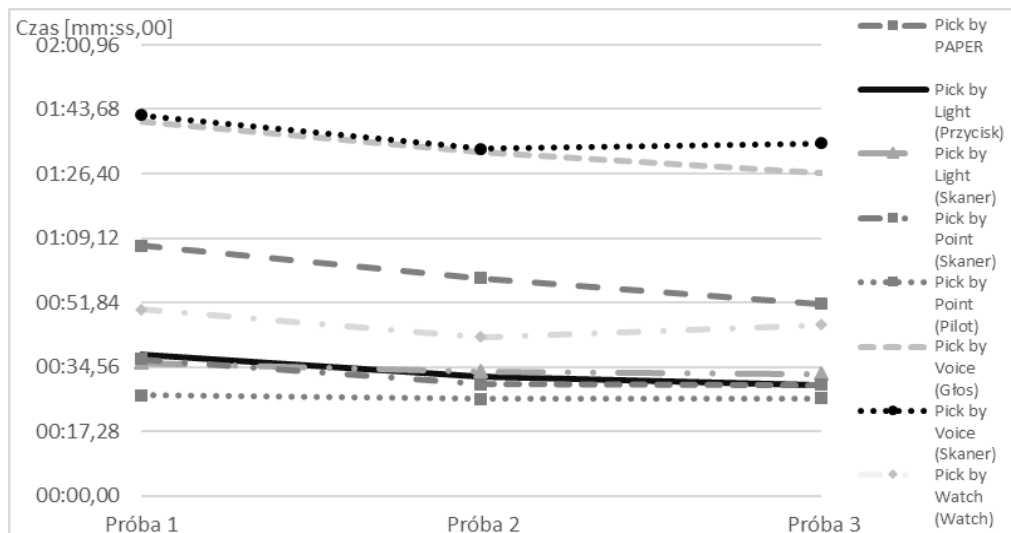


Rys. 1. Porównanie średniego czasu kompletacji dla poszczególnych metod

Fig. 1. Comparison of the average picking time for given methods

Słupkowy wykres powyżej przedstawia średni czas kompletacji dla poszczególnych metod. Zdecydowanie wyróżniają się spośród wszystkich te metody, które wykorzystują technologię *Pick-by-Voice*. Różnica pomiędzy technologiami głosowymi a resztą, jest spowodowana wolnymi komunikatami podawanymi przez asystenta głosowego oraz długimi interwałami pauz pomiędzy komendami a kwitowaniem. Warto zauważyć, iż najkrócej wykonywanym procesem kompletacji była metoda *Pick-by-Point* wraz z wykorzystaniem Pilota do kwitowania. Zaletą tej technologii jest szybkość wskazywania miejsca poboru jak i duża powierzchnia oświe-

tlenia danego miejsca, co pozwala pracownikowi na sprawniejszą identyfikację miejsca docelowego.

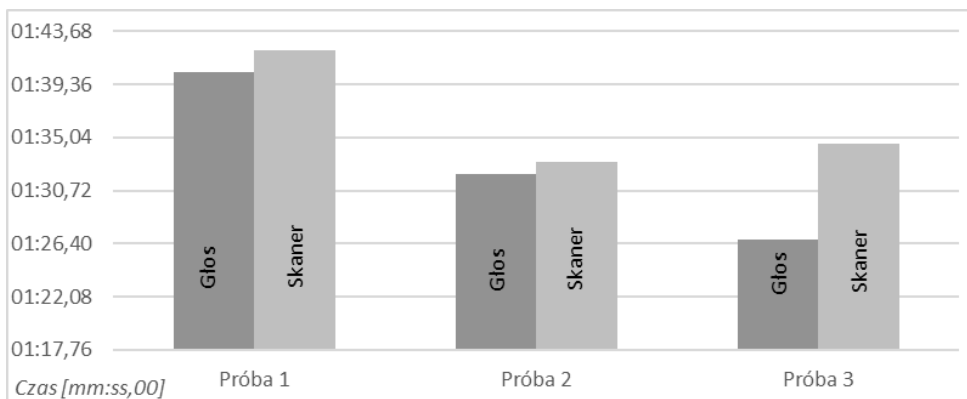


Rys. 2. Adaptacja badanych do poszczególnych metod kompletacji
Fig. 2. Adaptation of the respondents to individual picking methods

Wykres liniowy na Rys. 2. obrazuje średni czas poszczególnych prób dla wszystkich metod kompletacji. W większości badanych metod można zauważyć, że czas wykonania czynności poboru materiału maleje wraz z ilością wykonanych prób, co wiąże się z adaptacją nowego pracownika do danego stanowiska lub też wykorzystywanych w pracy urządzeń, wdrożenia się w dany system i zapoznanie się nim. Wśród wizualnych metod -*Pick-by-Point* i *Pick-by-Light* – zauważalne są podobne różnice pomiędzy poszczególnymi próbami. Zauważalna jest duża różnica pomiędzy pierwszym a ostatnim przejściem z wykorzystaniem kartki papieru tzw. *Pick-by-Paper*. Zaobserwować można również, iż adaptacja badanego w przypadku tego systemu jest najbardziej dostrzegalna. Wyniki badań *Pick-by-Watch* nie wskazują jednoznacznej tendencji, gdyż czas wykonania czynności maleje a potem wzrasta.

4.2. PORÓWNANIA ZE WZGLĘDU NA BODZIEC

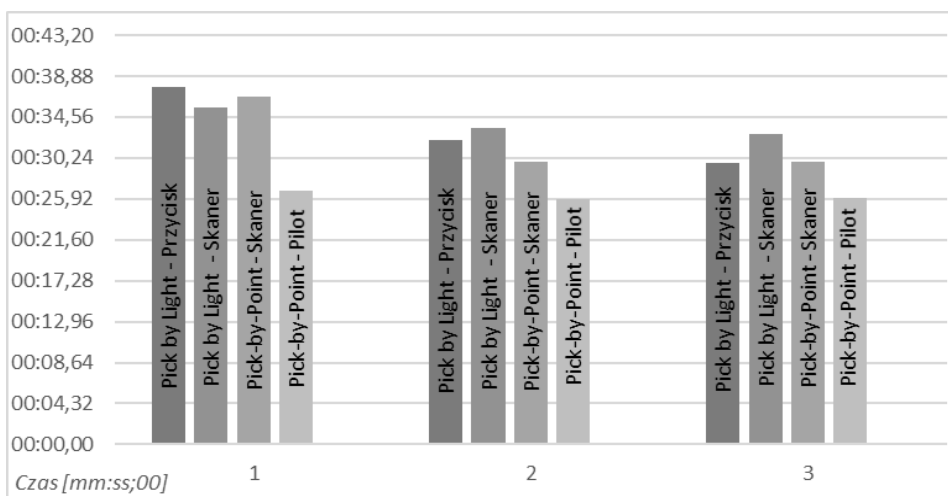
Ze względu na różnorodność wykorzystanych systemów firmy LUCA Logistic Solution, warto porównać ze sobą metody, które wykorzystują ten sam bodziec. Zostały wyróżnione 3 główne rodzaje: głosowy, wzrokowy – informacja świetlna oraz wzrokowy – informacja odczytana. Każde z poszczególnych bodźców zostanie przedstawione poniżej za pomocą wykresów oraz krótkiego opisu.



Rys. 3. Pick by Voice – porównanie czasu kwitowania.

Fig. 3. Pick-by-Voice – Comparison of average receipt time.

Powyższy wykres przedstawia porównanie metody *Pick-by-Voice* ze względu na wykorzystany system kwitowania wykonania czynności. Zauważalny jest w tym przypadku liniowy spadek metody kwitowania z pomocą komend głosowych. Wynik ten spowodowany może być lepszym zrozumieniem schematu przejść pomiędzy danymi pozycjami magazynowymi, ale i również dostrojeniu swojego głosu i komend do mikrofonu i systemu rozpoznawania mowy. Ponadto przyspieszeniu ulega w tym przypadku organizacja pracy – w czasie, gdy asystent przekazuje głosowo informacje o kolejnej lokalizacji, badany udaje się już bezpośrednio na wskazane miejsce bez oczekiwania na zakończenie komendy. Metoda *Pick-by-Voice* wraz z wykorzystaniem skanera jako urządzenia kwitującego również wykazuje tendencję spadkową, mimo, iż wynik końcowej próby jest wyższy niżeli poprzedniej.

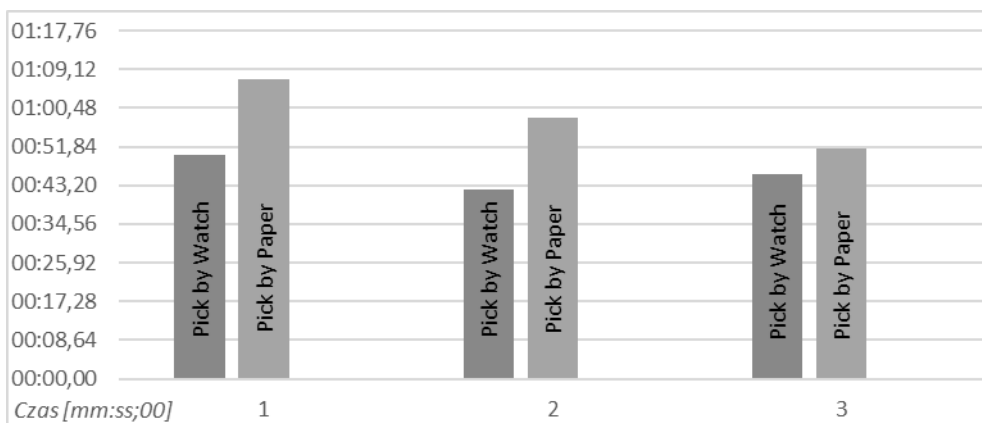


Rys. 4. Pick-by-Light i Pick-by-Point – porównanie czasu kwitowania.

Fig. 4. Pick-by-Light i Pick-by-Point – Comparison of average receipt time.

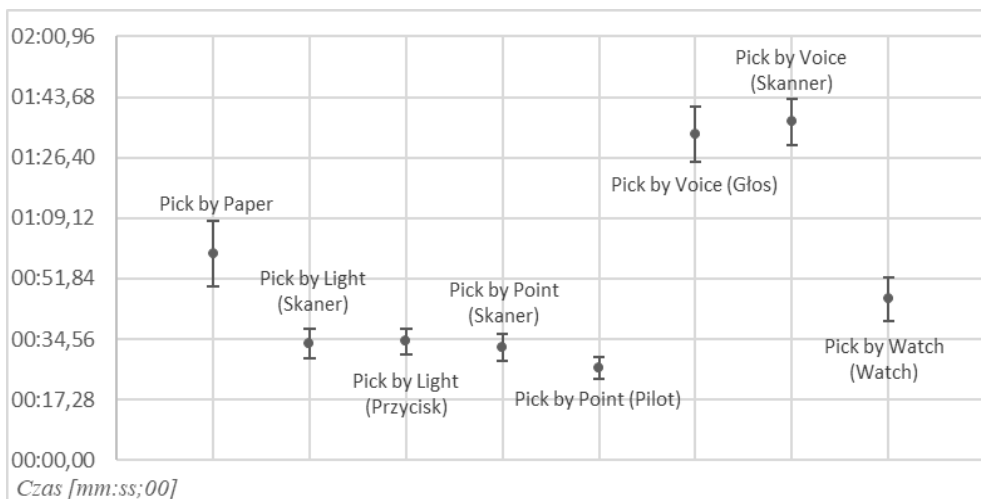
Wykres na Rys. 4. ilustruje wyniki poszczególnych prób metody *Pick-by-Light* i *Pick-by-Point* w porównujący wykorzystany system kwitowania. Czas wykonania procesu kompletacji z wykorzystaniem metody *Pick-by-Point* oraz kwitowanie pilotem jest niezmienny dla wszystkich prób oraz jednocześnie najmniejszy. Zauważyć można, iż metoda *Pick-by-Point* wraz ze skanerem skróciła czas pobrania materiału i utrzymuje się na relatywnie wysokim miejscu w porównaniu z pozostałymi badanymi metodami. Z kolei metoda *Pick-by-Light* wraz ze skanerem uchodzi jako najmniej efektywna metoda, gdyż czas trwania zadania w kolejnych próbach jest najdłuższy. Warto również wspomnieć, iż tylko *Pick-by-Light* wraz z przyciskiem utrzymuje tendencję spadkową w ostatniej próbie badawczej wówczas, gdy czas pobrania materiału – między 2 a 3 próbą – jest niezmienny dla innych metod.

Kolejnym podziałem, w którym można porównać ze sobą metody wykorzystujące proces poznawczy -czyli czytanie. Technologia z wykorzystaniem smartwatcha na przedramieniu gwarantuje krótszy czas kompletacji jednego zamówienia niżeli próba *Pick-by-Paper*. Czas przejścia z wykorzystaniem kartki papieru linowo maleje w przypadku trzech prób. Różnica pomiędzy porównywanymi metodami w czasie zmniejsza się wraz z ilością wykonanych prób.



Rys. 5. Pick-by-Watch i Pick-by-Paper – porównanie czasu kwitowania.

Fig. 5. Pick-by-Watch i Pick-by-Paper – Comparison of average receipt time.

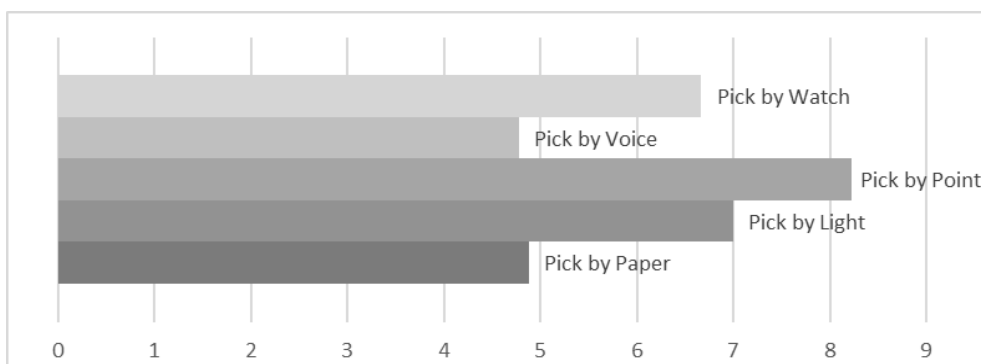


Rys. 6. Średni czas dla poszczególnych metod wraz z odchyleniem standardowym.

Fig. 6. The average time for given methods with the standard deviation.

Rysunek 6. przedstawia średni wynik pomiaru oraz jego odchylenie standardowe, które informuje jak wartości próby są rozrzucone wokół tej średniej. Odchylenie standardowe wskazuje zatem jak bardzo obserwacje są skupione wokół ich średniej wartości. Spoglądając na powyższy wykres, największe dysproporcje zauważalne są w przypadku Pick-by-Paper. Wyniki kolejnych prób badawczych są dość oddalone od siebie, co świadczy to szybkiej redukcji zmienności czasu pobierania materiału. Ponadto, bardzo wysoką dysproporcję można również zauważyć w technologiach typu Voice. Wyniki czasowe wykorzystania metody Pick-by-Point są do siebie bardzo zbliżone, co również można zauważyć na Rys. 6.

4.3. WYNIKI ANKIETY



Rys. 7. Ocena efektywności pracy według badanych

Fig. 7. Evaluation of work effectiveness according to the respondents

Kolejnym wskaźnikiem, który może posłużyć do oceny technologii *Pick-by* jest wykorzystanie subiektywnej oceny badanych. Celem każdego badanego była ocenić poszczególnej technologii kompletacji w skali od 1 do 10, przy czym ocena 10 oznacza najbardziej efektywną metodę a 1 najmniej. Według badanych osób metoda *Pick-by-Point* jest najbardziej efektywną technologią, gdyż dostała średnio aż 8 punktów. Wybór danej technologii nie jest przypadkowy, czas trwania procesu kompletacji wraz z wykorzystaniem tego systemu jest najkrótszy. Najlepsze noty otrzymała technologia *Pick-by-Vocie* oraz *Pick-by-Paper*, co również odzwierciedla się w czasie trwania procesu poboru za pomocą danych systemów.

4.4. BŁĄD LUDZKI

Ważnym aspektem jest wskazanie możliwości wystąpienia błędu ludzkiego. Danym błędem może być niepoprawnie pobrany materiał ze względu na niewłaściwe miejsce magazynowe lub błędna ilość danego towaru. Wraz z wykorzystaniem systemów *Pick-by* można zminimalizować prawdopodobieństwo wystąpienia pomyłki. Dzięki systemowi kwitowania skanerem, pracownik jest zobowiązany do zeskanowania poprawnego kodu kreskowego, w celu pobrania kolejnego materiału. Wówczas, gdy pracownik popełni błąd w wyborze miejsca składowania, system nie pokaże następnej pozycji. Najbardziej nieufną metodą kwitowania jest pilot oraz smartwatch. W tych przypadkach, pracownik nie skanuje żadnego kodu potwierdzającego poprawną lokalizację, jedynie potwierdza, iż pobrał materiał z regału, jednakże nie wiadomo czy pobrany został on z poprawnego miejsca składowania. *Pick-by-Paper* jest również metodą wspomagającą proces kompletacji o zmniejszonej kontroli poprawnego wykonywania działań.

5. WNIOSKI

Technologie, które zostały zbadane w Centrum Badawczo-Rozwojowe Systemów Logistycznych znajdującym się przy Wydziale Inżynierii Produkcji i Logistyki w Opolu, charakteryzują się dużym potencjałem do wykorzystania w nowoczesnych magazynach, gdyż wpływają na usprawnienie procesu komisjonowania. Proces kompletacji zamówień wymaga od pracownika zwracania uwagi na wiele czynników zewnętrznych, koncentracji i adaptacji do systemu. Dlatego ważna jest optymalizacja pracy i minimalizacja wystąpienia błędu.

Technologia *Pick-by-Light* sprawia, że pracownik może bez wykorzystania dodatkowych urządzeń kompletować zamówienie kierując się wizualnymi wskazówkami systemu – za pomocą świateł LED. Pomimo zauważalnej czasowej dysproporcji pomiędzy *Pick-by-Paper* a *Pick-by-Voice*, metoda stosująca komendy głosowe pozwala na wykorzystanie obu rąk do pracy, co jest wielkim atutem pod względem ergonomiczności. Metoda klasyczna *Pick-by-Paper* i metoda *Pick-by-Voice* są najmniej wydajnymi metodami biorąc pod uwagę długie przerwy, wolny sposób mówienia asystenta głosowego czy też potrzeba skupiania wzrok na kartce.

Zaoszczędzony czas w przypadku wykorzystania wszystkich technologii może pozwolić na zwiększenie wydajności realizacji zleceń magazynowych. Wiele metod ponadto pozwala na uniknięcie błędu w czasie procesu kompletacji. Wyniki badań wskazały, iż cele współczesnej logistyki – minimalizacja czasu, pracy oraz prawdopodobieństwa wystąpienia błędu – mogą z łatwością zostać osiągnięte wraz z wykorzystaniem technologii *Pick-by*.

LITERATURA

- [1] Materiały od firmy LUCA Logistic Solution.
- [2] <http://www.businessdictionary.com/definition/efficiency.html>, (dostęp: 30.11.2018).
- [3] A. RATKIEWICZ, „Efektywność procesu kompletacji”, *Czasopismo Logistyka* 4/2011.
- [4] *Słownik języka polskiego* PWN, <https://sjp.pwn.pl/slowniki/system.html>, (dostęp: 30.11.2018).
- [5] *Analiza efektywności systemu Pick by light*, *Logistyka – nauka*, 4/2014.
- [6] *Z estrady do magazynu*, *TSLbiznes* 5/2010 .
- [7] *Dialog z systemem*, *Nowoczesne Hale* 4/2014.

EFFICIENCY OF SELECTED METHODS OF COMPLETION PROCESS ON THE BASIS OF LUCA LOGISTIC SOLUTION SYSTEMS

Key words: *efficiency, picking process, order picking, system, Pick-by-Light, Pick-by-Point, Pick-by-Voice, Pick-by-Watch, LUCA Logistic Solution*

The article presents an analysis of the efficiency of logistic systems used for picking process implemented in modern warehouses. The study was based on the systems offered by LUCA Logistic Solution. The research for the article was carried out at the Research and Development Center of Logistic Systems at the Faculty of Production Engineering and Logistics at the Opole University of Technology. The aim of the work is to present the completion times of individual methods. The first part contains a theoretical description of the logistic systems, the second part presents the results of research and their interpretation.

