



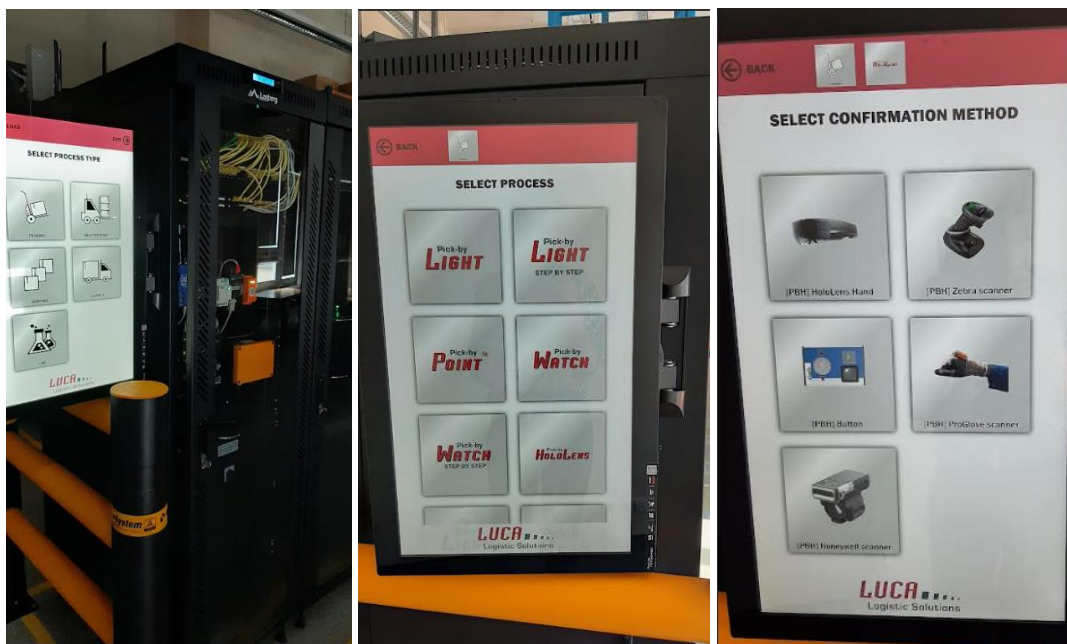
LABORATORIUM LOGISTYKI 4.0 - badawcze Katedra Inżynierii Produkcji

Lokalizacja: **budynek C sala 1.11**
Kierownik laboratorium: **dr inż. Małgorzata Sokała**
Osoby do kontaktu: **dr inż. Małgorzata Sokała, dr inż. Sławomir Luściński**
tel.: 41 34-24-393, 41 34-24-310
email: sokala@tu.kielce.pl, luscinski@tu.kielce.pl

Laboratorium Logistyki 4.0 to nowoczesna przestrzeń badawczo-dydaktyczna wyposażona w zaawansowane systemy symulacji i automatyzacji procesów magazynowych. Laboratorium umożliwia kompleksowe badania i wdrożenia w zakresie cyfrowej transformacji logistyki z wykorzystaniem koncepcji Przemysłu 4.0 oraz Internetu Rzeczy (IoT), systemów wizyjnych, lokalizacji, RFID i rozszerzonej rzeczywistości.

➤ *Informacja nt. wyposażenia laboratorium*

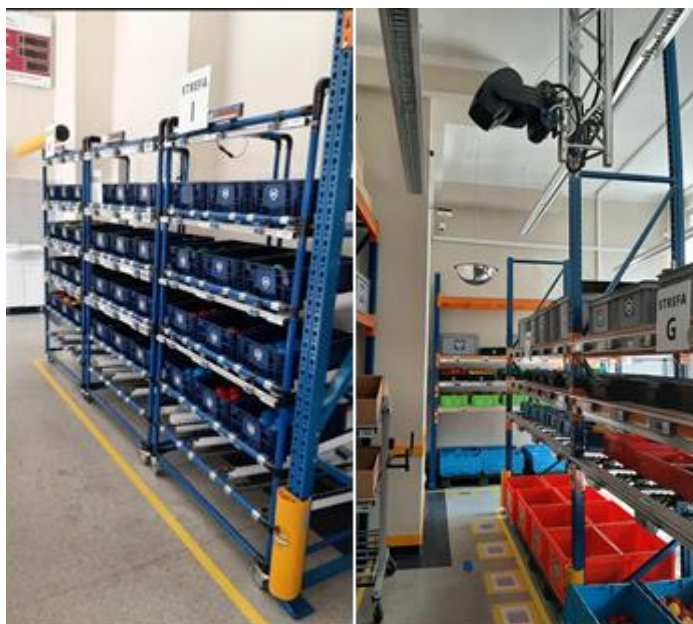
Laboratorium wyposażone jest w zintegrowany system treningowy do symulacji procesów magazynowych kompletacji, sortowania i towarowania w warunkach odwzorowujących realistycznie infrastrukturę magazynową wyposażoną w zaawansowane technologie automatycznej identyfikacji, kompletacji i śledzenia przepływów.

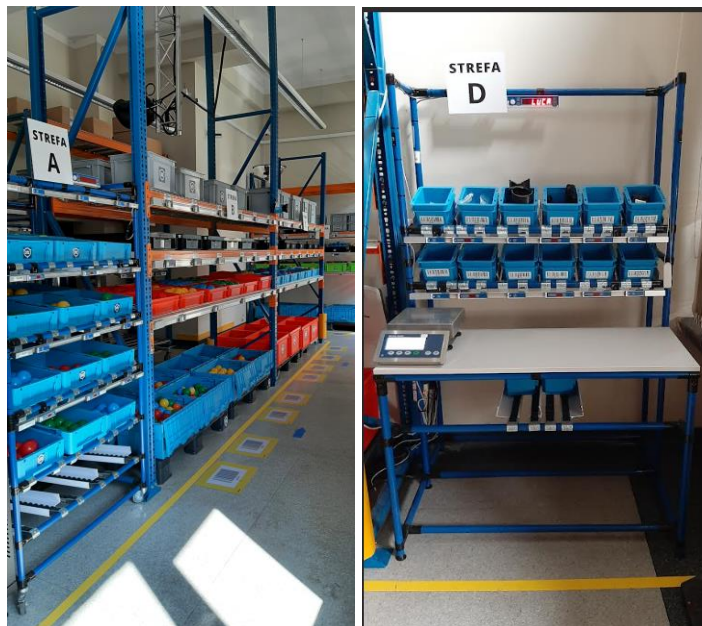




▪ Wyposażenie symulujące warunki magazynu

- regały przepływowe (rolkowe) mobilne do składowania w pojemnikach towarów małogabarytowych, które pod wpływem grawitacji zjeżdżają po lekko nachylonym torze rolkowym,
- regały wysokiego składu,
- stanowisko do podmontażu z miejscem na składowanie produktów w pojemnikach towarów małogabarytowych, na lekko nachylonym torze rolkowym,
- pojemniki z wypełnieniem i palety,
- wózek typu Pickup z koszykiem,
- oznakowanie magazynowe, kody miejsc, strzałki,
- systemy zabezpieczeń magazynowych,
- tablica z wyświetlaczami liczącymi szybkość kompletacji,
- tablica przeznaczona do wyświetlania informacji o stanie bezpieczeństwa (tzw. tablica BHP).





- **Zestaw urządzeń systemu kompletacyjnego typu Pick to Light / Pick-by-Light** przeznaczony do symulacji procesów kompletacji "bez papieru", składających się z modułów komorowych. Wspiera pracownika w magazynie światłem podczas kompletowania jego listy pobrań. Potwierdzenie kompletacji następuje po naciśnięciu przycisku kwitującego (mechanicznego lub dotykowego) lub automatycznie za pomocą czujników podczerwieni.



- **Zestaw urządzeń systemu kompletacyjnego multi-order-picking lub multi-sequence-picking typu Pick to Frame / Pick-by-Frame oraz mobile Pick to Light / mobile Pick-by-Light** do symulacji procesów kompletacji, w której mobilny system Pick to Light / Pick-by-Light zainstalowany jest na samonośnej ramie dynamicznie dokowanej do wózka kompletacyjnego oraz na wózku kompletacyjnym. System umożliwia pobranie produktów dla wielu zamówień przy jednym przejściu ścieżki komisjonowania.



- **Zestaw urządzeń systemu kompletacyjnego typu Pick to Point / Pick-by-Point ruchome źródło światła** przeznaczony do symulacji procesów kompletacji, w której system opiera się o działanie ruchomego źródła światła precyzyjnie oświetlającego punkt, z którego należy pobrać dany artykuł. System steruje ścieżką, optymalizując czas komisjonowania.





- **Zestaw urządzeń systemu kompletacyjnego typu Pick by Remote / Pick-by-RemoteKey** przeznaczony do symulacji procesów kompletacji, w której system opiera się o metodę potwierdzania poboru lub odłożenia towaru. Potwierdzenie odbywa się poprzez naciśnięcie przycisku na osobistym nadajniku radiowym, który wysyła sygnał do odbiornika i dalej do serwera. Nadajnik można zamontować do wózka lub za pomocą klamry do ubrania pracownika. System jest wielofunkcyjny, umożliwiając kwitowanie, korektę, aktywację zlecenia.
- **Zestaw urządzeń systemu kompletacyjnego typu Pick to Scan / Pick-by-Scan** przeznaczony do symulacji procesów kompletacji, w której system opiera się o metodę potwierdzania poboru lub odłożenia towaru. Potwierdzenie poboru oraz odłożenie towaru odbywa się poprzez zeskanowanie za pomocą skanera kolbowego lub nadgarstkowego kodu kreskowego lub kodu QR znajdującego się na miejscu odkładczym lub na produkcie.
- **Zestaw urządzeń systemu kompletacyjnego typu Pick-by-Watch / Pick-by-Smartphone** przeznaczony do symulacji procesów kompletacji, w której system opiera się o komunikaty wyświetlane na ekranie smartphona które nawigują operatora do właściwego miejsca poboru/odkładczy oraz wyświetlają dodatkowe informacje: ilość sztuk towaru które należy pobrać, zdjęcie towaru, numer miejsca poboru/odkładczy, ilość kroków do zakończenia procesu kompletacji.
- **Zestaw urządzeń systemu kompletacyjnego typu Pick-by-Vision / Pick-by-Hololens** przeznaczony do symulacji procesów kompletacji, w której system opiera się o komunikaty wyświetlane w goglach rozszerzonej rzeczywistości nawigując do miejsca poboru. Wykorzystując gogle rozszerzonej rzeczywistości system wyświetla koordynaty miejsca magazynowego, do którego należy się udać wskazując miejsca poboru trójwymiarowymi strzałkami lub innymi znakami graficznymi. Kwitowanie poboru odbywa się przez skan kodu za pomocą wbudowanej kamery lub urządzenia zewnętrznego, albo gestem dłoni lub głosem. System umożliwia kompletację bez kartki czy terminala. System wyświetla przed oczyma pracownika przed właściwym miejscem na regale wyraźne, świecące trójwymiarowe znaki i cyfry.



- **Zestaw urządzeń systemu kompletacyjnego typu Pick-by-ePaper / Pick to ePaper** przeznaczony do symulacji procesów kompletacji "bez papieru", składających się z bezprzewodowych, zasilanych bateryjnie wyświetlaczy w technologii eInk. Podczas kompletacji system wskazuje miejsce pobrania świecącą diodą zainstalowaną na module. Potwierdzenie poboru następuje przez naciśnięcie przycisku kwitującego (jeżeli moduł jest w niego wyposażony) lub przez zeskanowanie kodu kreskowego produktu lub miejsca poboru.
- **System RFID** przeznaczony do symulacji procesów automatycznego kwitowania poboru za pomocą technologii RFID. System składa z czytnika RFID z anteną oraz tagów RFID umieszczonych na produktach. Operator, za pośrednictwem systemu wskazującego (np. Pick by Light lub Pick by Point), jest informowany o miejscu z którego należy pobrać towar. Jeżeli operator pobierze właściwy produkt i odłoży do pojemnika system wskaże kolejny produkt do pobrania. Jeżeli operator odłoży do pojemnika niewłaściwy produkt, to system zasygnalizuje pobór z błędnego miejsca, włączy alarm świetlny lub dźwiękowy i nie wskaże operatorowi kolejnego miejsca poboru.



- **Zestaw urządzeń systemu kompletacyjnego typu Pick-by-Weight / Pick-by-Scale** przeznaczony do symulacji procesów kompletacji, w której system opiera się o komunikaty wyświetlane na ekranie wagi przemysłowej która odczytuje wagę towaru i potwierdza liczbę pobranych produktów. Urządzenie (waga) umieszczona jest na stole produkcyjnym i jest zintegrowana z systemem treningowym. Operator w trakcie procesu towarowania otrzymuje za pośrednictwem innych urządzeń (np. smartphone, skaner, system Pick to Light / Pick-by-Light) informację ile i jakich produktów ma pobrać. Pobierane produkty odkłada pojedynczo do pojemnika umieszczonego na wadze a waga za pośrednictwem wyświetlacza informuje operatora ile jeszcze produktów danej kategorii ma odłożyć do pojemnika. Po skompletowaniu określonej ilości produktów danej kategorii, operator może zacząć kompletować produkty kolejnej kategorii w ten sam sposób.





- **Zestaw urządzeń systemów lokalizacyjnych wewnątrz pomieszczeń za pomocą: RTLS (radio lub światło), Bluetooth (Beacony), RFID (tagi)** umożliwiający symulację jednoczesnej lokalizacji wielu obiektów (ludzi, wózków widłowych, wózków kompletacyjnych, palet, kontenerów, pojemników, produktów) wewnątrz pomieszczeń umożliwiający porównanie ich cech i funkcjonalności, w tym w szczególności: dokładności lokalizacji, konieczności/sposobu zasilania, szybkości działania.
- **Zestaw urządzeń systemu automatycznej i ręcznej sygnalizacji konieczności towarowania wykorzystujący technologię RFID, czujniki optyczne i mechaniczne** przeznaczony do symulacji procesów ręcznego i automatycznego zamawiania towaru różnymi technologiami, umożliwiający porównanie ich cech i funkcjonalności.
- **Zestaw urządzeń systemu potwierdzenia poboru za pomocą kurtyny podczerwieni** przeznaczony do symulacji procesów automatycznego potwierdzenia poboru, w której system opiera się o technologię skanowania powierzchni za pomocą kurtyny podczerwieni.

➤ *Specjalizacje badawcze laboratorium:*

1. Inteligentne systemy kompletacji i towarowania

- Testy porównawcze efektywności systemów: Pick-to-Light, Pick-by-Vision (Hololens), Pick-by-Voice, Pick-by-Gesture, Pick-by-Weight, Pick-by-ePaper, Pick-by-Scan, Pick-by-RFID.
- Projektowanie i optymalizacja ergonomii kompletacji.
- Weryfikacja dokładności, czasu realizacji i komfortu pracy operatorów.

2. Cyfrowy bliźniak procesów magazynowych

- Tworzenie i wdrażanie cyfrowych modeli 3D z możliwością symulacji scenariuszy kompletacji i sortowania.
- Integracja rzeczywistego wyposażenia z oprogramowaniem symulacyjnym.
- Analiza danych w czasie rzeczywistym.

3. Systemy lokalizacji i śledzenia zasobów (RTLS)

- Badania nad precyzją i niezawodnością lokalizacji w czasie rzeczywistym (ludzie, wózki, pojemniki, produkty).
- Weryfikacja wpływu lokalizacji na optymalizację ścieżek kompletacyjnych i bezpieczeństwo pracy.

4. Integracja systemów magazynowych z rozwiązaniami IT

- Projektowanie i testowanie interfejsów do nadrzędnych systemów WMS/ERP/MES.
- Prace rozwojowe w obszarze komunikacji IoT (OPC UA, REST API, MQTT).
- Demonstracja interoperacyjności systemów w środowisku testowym.



5. Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem operacji

- Badania nad systemami kontroli jakości w czasie rzeczywistym (rejestracja zdjęć, opis błędów, analiza zdarzeń).
- Systemy wizualizacji wskaźników bezpieczeństwa pracy (tablice BHP, alarmy, raporty).
- Audyty ergonomiczne i testy reagowania na zdarzenia krytyczne.

6. Logistyka bezpapierowa i Magazyn 4.0

- Symulacja w pełni zautomatyzowanego obiegu dokumentacji magazynowej.
- Kompletacja bez użycia list papierowych – tylko z użyciem światła, ekranów, głosu lub rozszerzonej rzeczywistości.

➤ *Oferta badawcza (komercyjna):*

- Badania zlecone dla przemysłu logistycznego, retail, e-commerce.
- Wsparcie firm w procesie cyfrowej transformacji magazynów.
- Walidacja i testowanie nowych rozwiązań sprzętowych i software'owych.
- Staże przemysłowe i projekty edukacyjne z firmami.

➤ *Oferta dydaktyczna:*

- prowadzenie zajęć dydaktycznych przewidzianych w programach kształcenia studentów WZiMK, obejmujących przedmioty takie jak: gospodarka magazynowa, zarządzanie magazynem, magazyn 4.0;
- prowadzenie badań związanych z realizacją prac dyplomowych studentów WZiMK;
- prowadzenie badań związanych z działalnością studenckich kół naukowych WZiMK.