

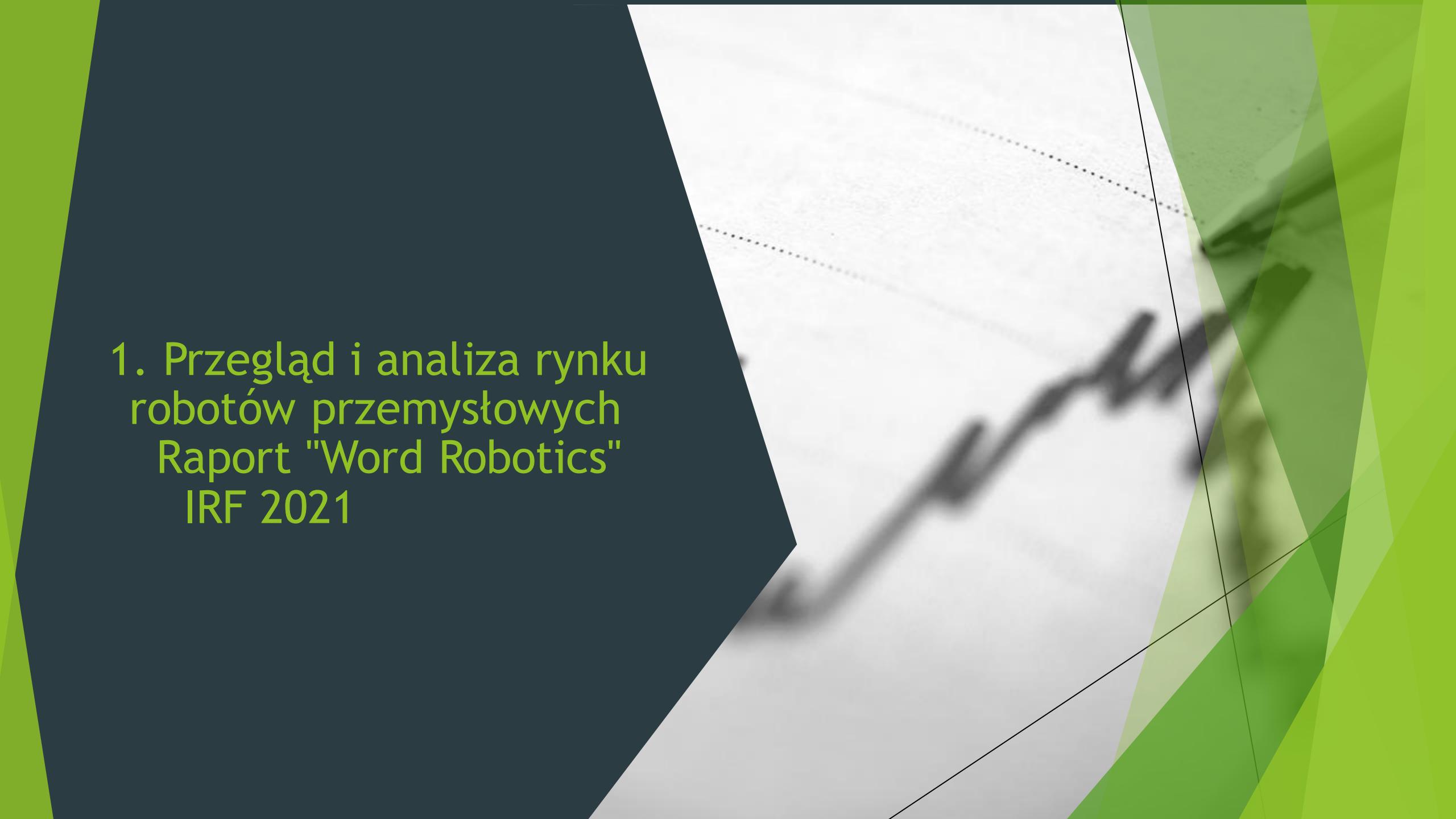


Robotyzacja produkcji
modułów akumulatorów
trakcyjnych



Spis treści:

1. Przegląd i analiza rynku robotów przemysłowych
Raport "World Robotics"
IRF 2021
2. Analiza rynku akumulatorów trakcyjnych
3. Przegląd istniejących rozwiązań produkcji akumulatorów
4. Przegląd i analiza technologii
5. Przegląd literatury
6. Założenia projektowe
7. Layout stanowiska
8. Wnioski



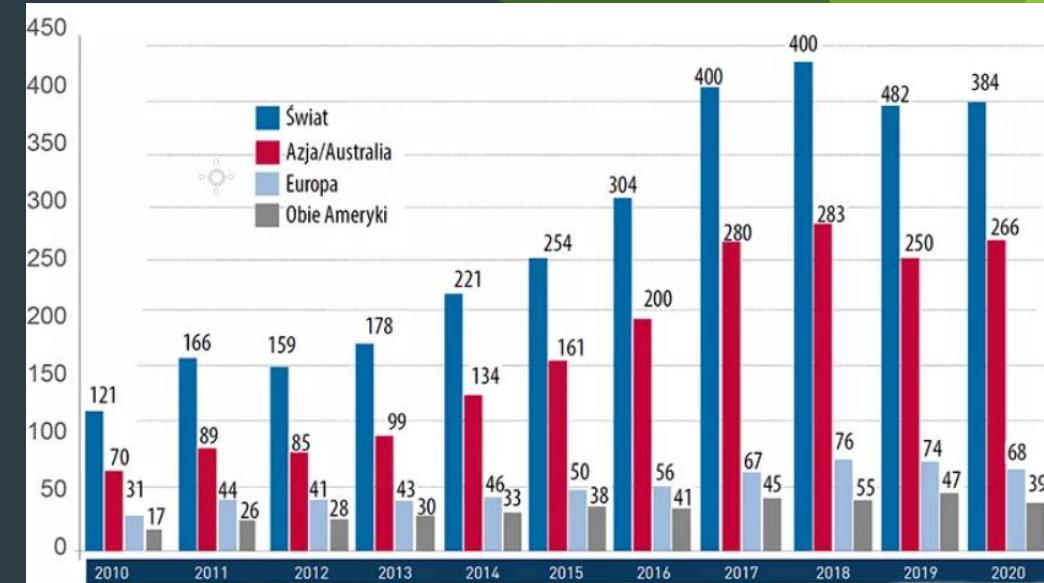
1. Przegląd i analiza rynku robotów przemysłowych

Raport "Word Robotics" IRF 2021

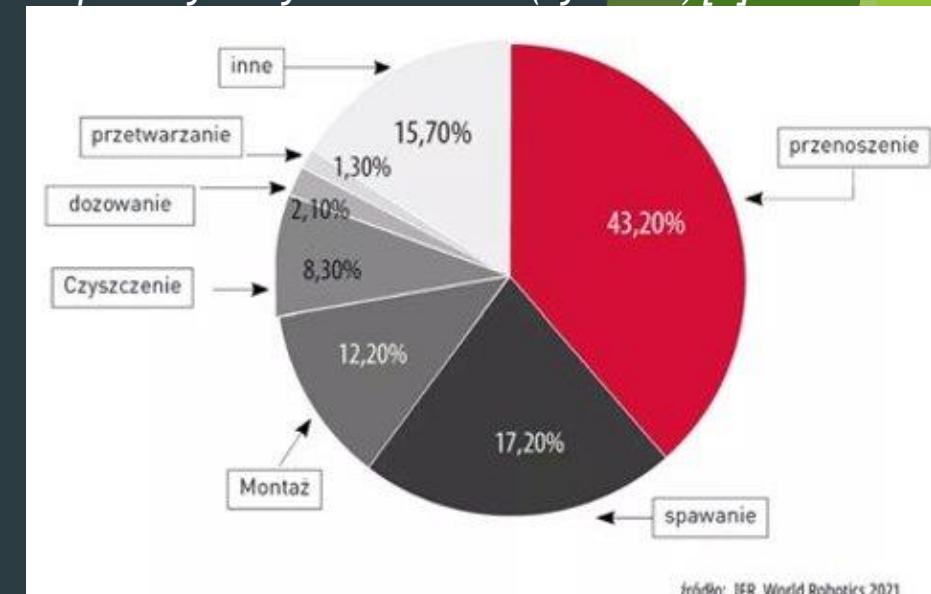
Aktualny Stan Rynku

Według najnowszego raportu Międzynarodowej Fundacji Robotyki (IFR) z 2021r. Na rynku międzynarodowym nastąpił wzrost nowych instalacji robotów przemysłowych w skali całego globu była o 0,5% wyższa niż rok wcześniej i osiągnęła poziom 384 tys. sztuk zaprezentowano to na wykresie 1. 1.

Roboty przemysłowe znalazły największe zastosowanie w takich funkcjach jak : przenoszenie, spawanie, montaż, zostały to zaprezentowane na rysunku 1.2.



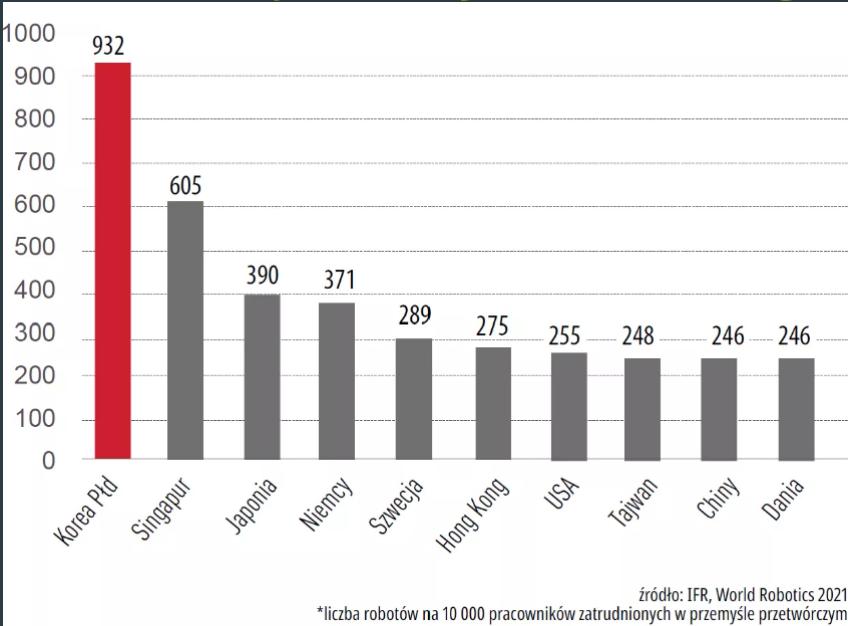
Rys. 1.1. Liczba zainstalowanych nowych robotów przemysłowych na świecie (tys. szt.) [1]



Rys. 1.2. Udział nowych robotów przemysłowych wg przeznaczenia w 2020 r. [1]

źródło: IFR, World Robotics 2021

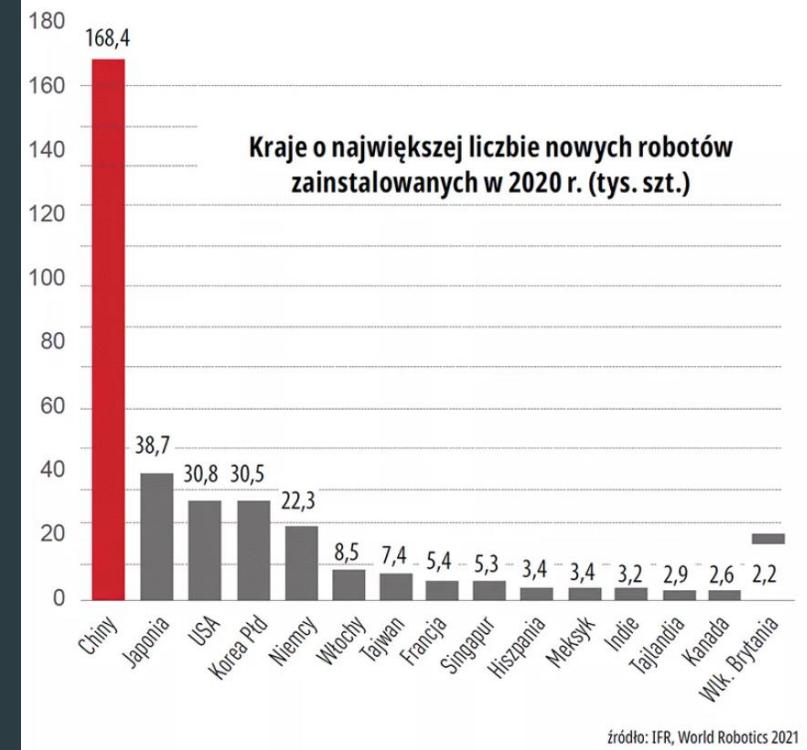
Robotyzacja w regionach świata



Rys. 1.3. Gęstość robotyzacji w wybranych państwach w 2020 r. [1]

Jak możemy zaobserwować na wykresie przedstawionym na rys. 1.4 Chiny pozostają największym rynkiem zbytu dla robotów przemysłowych, drugim rynkiem pozostaje Japonia pomimo odniesionych strat w roku 2020 na skutek działania pandemii koronawirusa (spadek ok 23%). Na dalszych pozycjach uplasowały się takie państwa jak: USA ,Korea Płd, Niemcy, Włochy.

Rekordowa liczba robotów w Chinach sprawiła, że kraj ten awansuje także w kategorii państw o największej gęstości robotyzacji (246 robotów na 10 tys. pracowników przemysłu przetwórczego). Zdecydowanym liderem pod tym względem pozostaje Korea Południowa, gdzie wskaźnik ten wynosi aż 932 roboty na 10 tys. pracowników dane te przedstawiono na rys. 1.3.



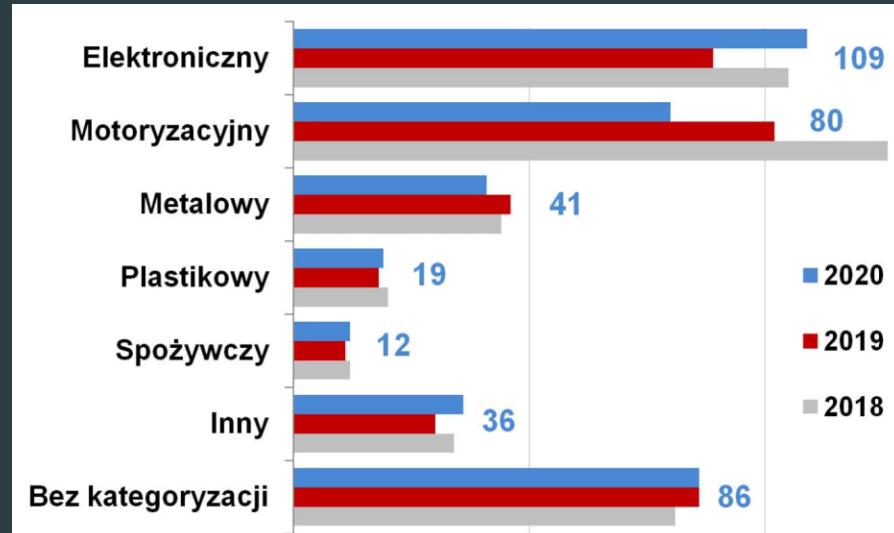
Rys. 1.4. Kraje o największej liczbie nowych robotów zainstalowanych w 2020 r. (tys. szt.) [1]

Zmiany na rynku robotyzacji

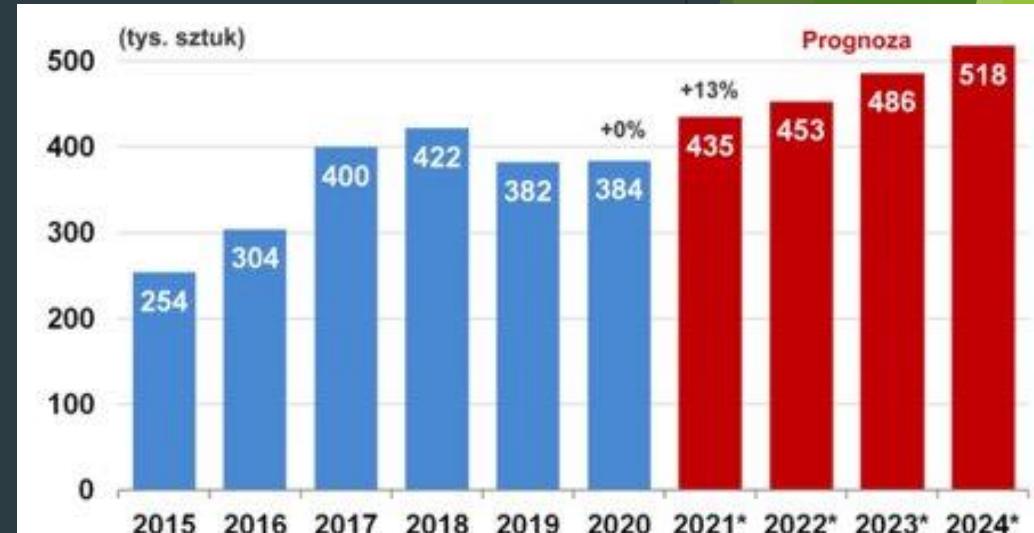
W 2020 liczba robotów działających na całym świecie wzrosła o 10%, prognozy na dalsze lata wyglądają obiecująco przewidując stały wzrost ryku robotów przemysłowych *rys. 1.6*. Wraz z pandemią zmieniła się też struktura rynku. Innymi słowy, odwieczny lider - jeżeli chodzi o robotykę przemysłową - został zdetronizowany.

Możemy zauważyć w raporcie IFR wzrost liczby robotów przemysłowych sprzedanych do sektorów produkcji elektrycznej i elektronicznej (109 tys.) była większa niż dostarczonych do motoryzacji (80 tys.). borykała się z olbrzymimi problemami z dostawami części, dane te przedstawiono na *rys. 1.5*.

W Europie popyt ze strony sektora motoryzacyjnego spadł o 20%, na co złożyły się redukcje m.in. w Niemczech, Włoszech i Francji.



Rys. 1.5. Globalna, historyczna sprzedaż robotów przemysłowych i prognoza do 2024 roku [3]

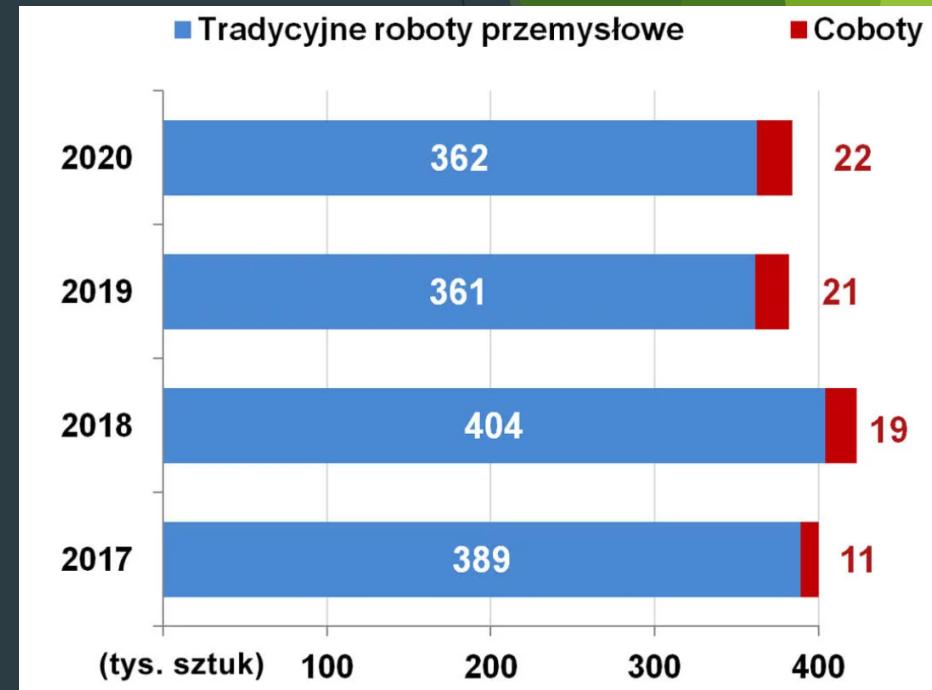


Rys. 1.6. Globalna, historyczna sprzedaż robotów przemysłowych i prognoza do 2024 roku [3]

Trendy w branży robotyzacji

Do najnowszych trendów możemy zaliczyć

- wzrost zainteresowania tz. Cobotami *rys. 1.7.* Powodem tego wzrostu zainteresowania Cobotami jest wprowadzenie w przedsiębiorstwach pracy integracyjnej pomiędzy pracownikiem a robotem
- widzenie maszynowe oraz uczenie maszynowe - systemy te umożliwiają one bowiem dostawcom jednostek robotycznych wejście na rynek aplikacji do zaawansowanej kontroli wizywnej, przenoszenia i pakowania oraz sortowania produktów
- rozwiązania mobilne - W ostatnich latach branża e-commerce mocno zainwestowała w technologie robotyczne. I choć pod tym względem wyprzedziło ją wiele innych sektorów, rynek e-commerce. Rozwiązania łączą ze sobą robotykę z technologiami mobilnymi. Już w zeszłym roku można było zaobserwować wzrost znaczenia robotów mobilnych w zastosowaniach produkcyjnych, stymulowany zwiększeniem nakładów inwestycyjnych na automatyzację zakładów przetwórczych.



Rys. 1.7. Sprzedaż robotów i cobotów (dane w tys. sztuk, źródło: IFR, 2021) [1]



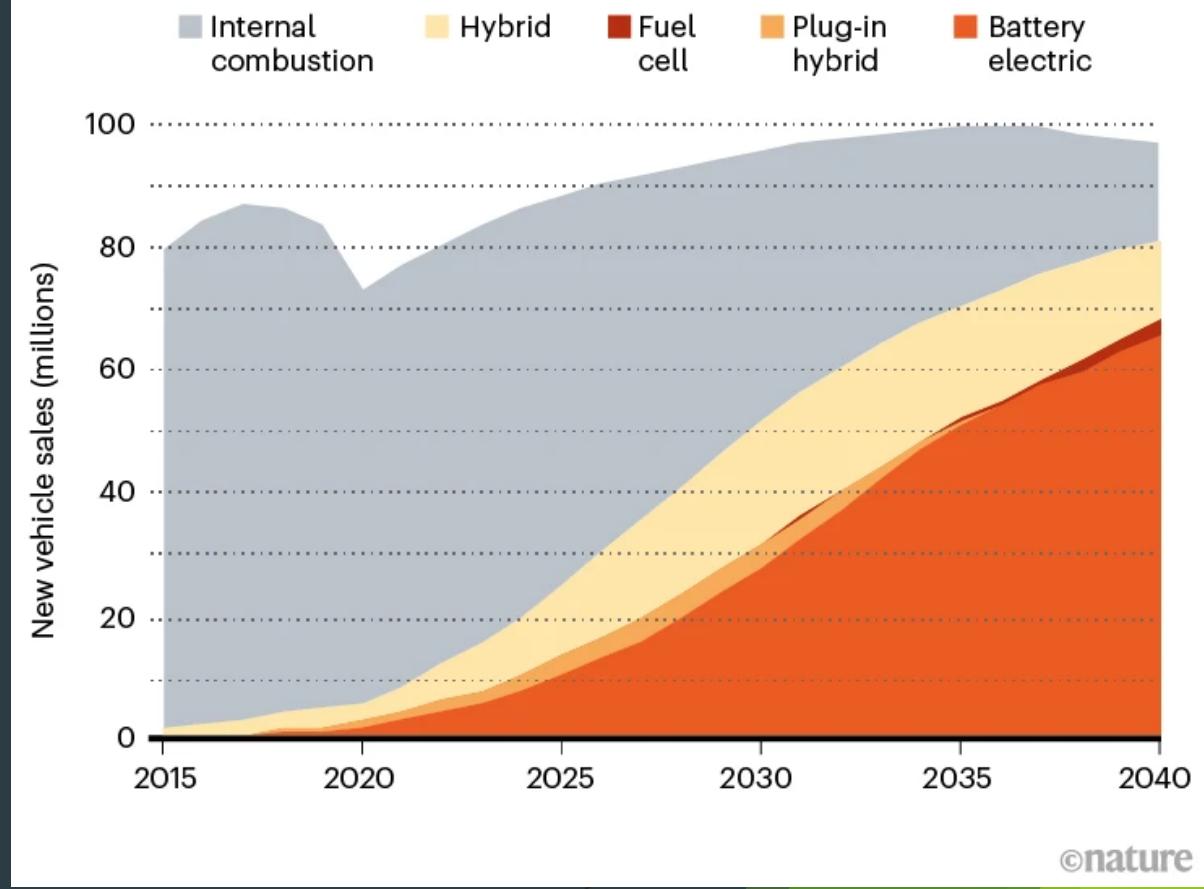
2. Analiza rynku akumulatorów trakcyjnych

Rynek samochodów

Na początku tego roku amerykański gigant samochodowy General Motors ogłosił, że do 2035 r. zamierza zaprzestać sprzedaży modeli z silnikami benzynowymi i wysokoprężnymi. Audi z siedzibą w Niemczech planuje zaprzestać produkcji takich pojazdów do 2033 r.

GOING ELECTRIC

A forecast suggests that by 2035, more than half of new passenger vehicles sold worldwide will be electric, even without further policies to promote switching.

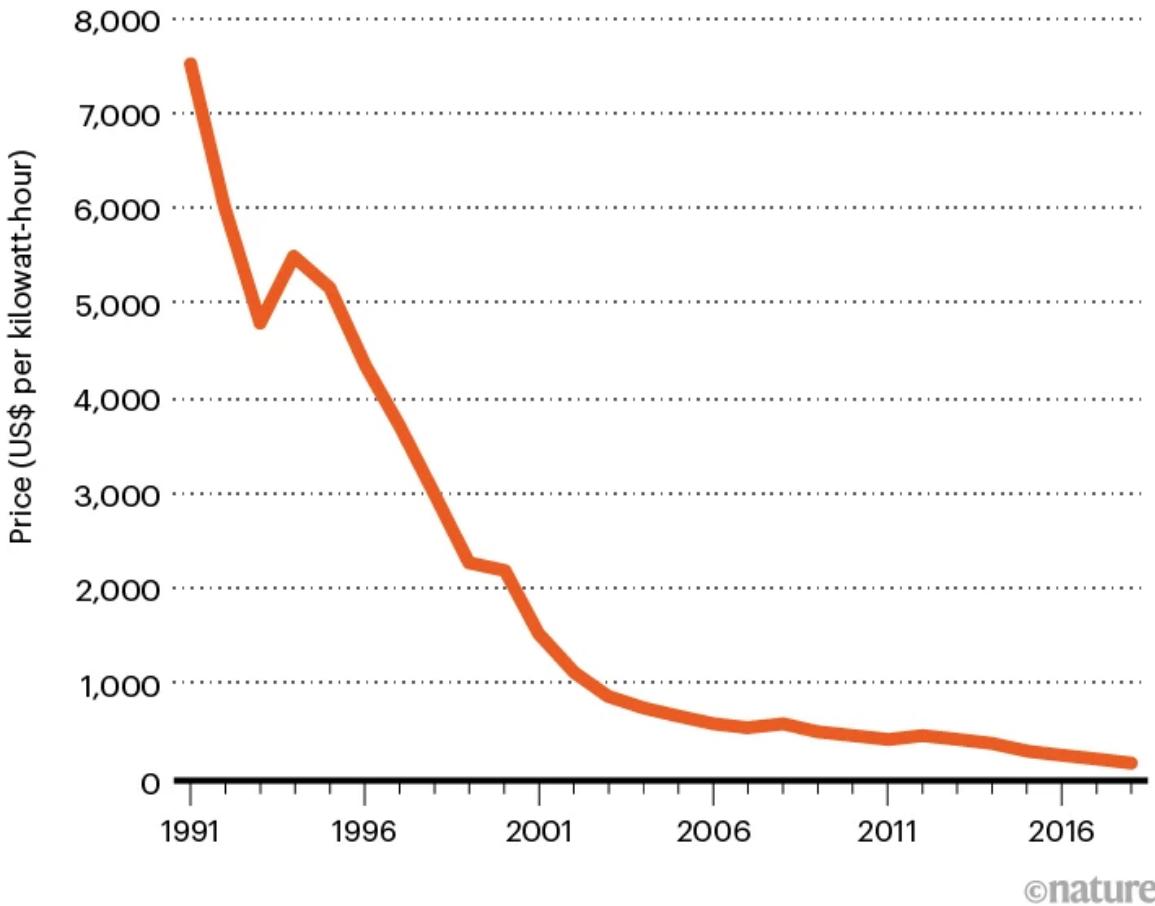


Rys. 2.1. Przewidywany udział samochodów elektrycznych[2]

Rynek akumulatorów

PLUMMETING COSTS OF BATTERIES

The price of lithium-ion cells has fallen by more than 97% since 1991.



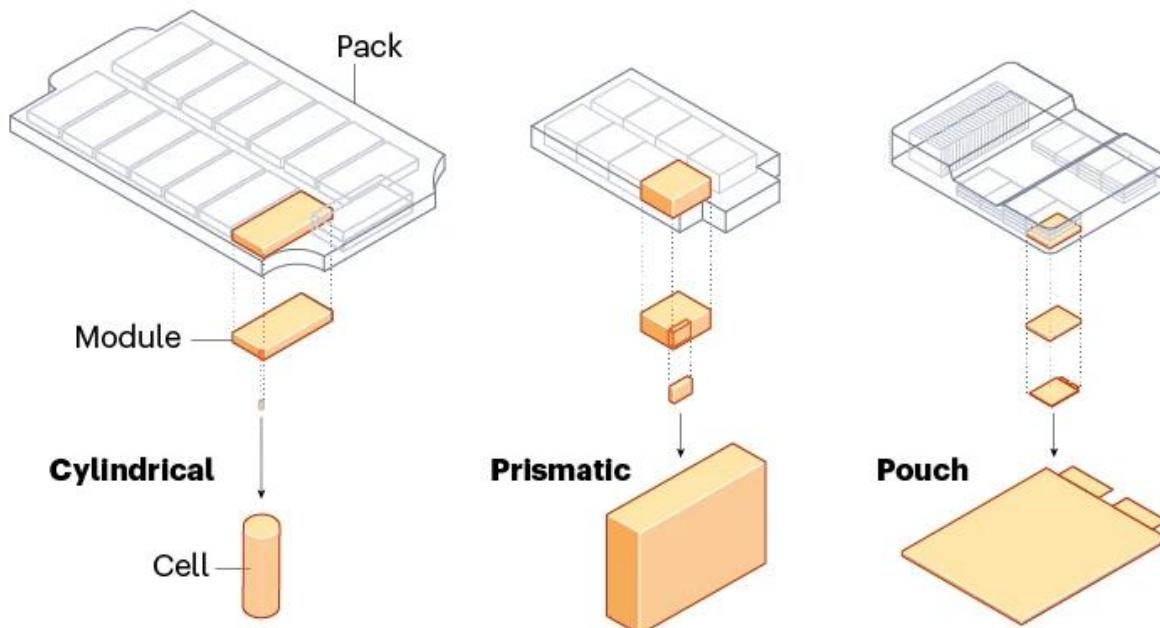
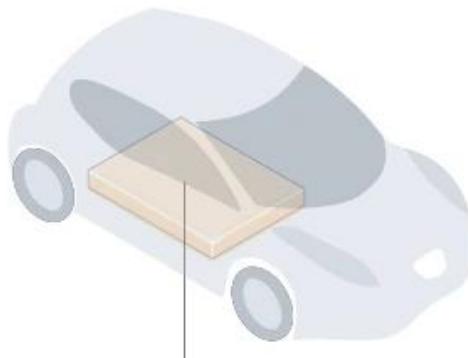
Rys. 2.2. Spadek ceny, USD/kWh [2]

Analitycy nie przewidują odejścia od akumulatorów litowo-jonowych w najbliższym czasie: ich koszt spadł tak gwałtownie, że prawdopodobnie będą dominującą technologią w dającej się przewidzieć przyszłości. Są teraz 30 razy tańsze niż wtedy, gdy po raz pierwszy weszły na rynek jako małe, przenośne baterie na początku lat 90., mimo że ich wydajność uległa poprawie.

Struktura akumulatorów trakcyjnych

Battery packs

Battery cells come in cylindrical, prismatic and pouch varieties, and are arranged into modules that are assembled into packs. These packs are typically welded and glued together, which makes them hard to take apart at the end of their life cycle.



Rys. 2.3. Typy akumulatorów [2]

Mögemy wyróżnić kilka różnych podejść do budowy akumulatora. Niektórzy producenci stosują ognia pryzmatyczne, które łącza przewodami dokręcanymi do ogniw. Innym rozwiązaniem jest wykorzystanie ogniw w obudowach woreczkowych. Te są łączone przy pomocy lutowanych przewodów. W naszym projekcie wykorzystamy zgrzewane ognia cylindryczne 46800, które budują moduły. Dalej moduły łączone są równolegle do uzyskania docelowej pojemności.

3. Przegląd i analiza technologii



Technologie zgrzewania



Zgrzewanie

Ogniwa akumulatorowe są stosowane w wielu różnych urządzeniach, od samochodów po telefony komórkowe.

Zgrzewanie to rodzaj technologii trwałego łączenia części urządzeń lub konstrukcji wykonanych z metalu lub z tworzyw sztucznych. Polega ono na rozgrzaniu stykających się powierzchni tak, aby przeszły one w stan plastyczny (ciastowaty) i dociśnięciu ich. Uplastyczeniu ulega tylko niewielka objętość na granicy styku. W zależności od stosowanej metody zgrzewania najpierw następuje docisk, a potem rozgrzewanie, albo odwrotnie, najpierw rozgrzewanie, a potem docisk.[6]

Istnieje kilka różnych technologii zgrzewania, które mogą być stosowane w procesie produkcji ogniw.

- ▶ Zgrzewanie punktowe (rezystancjynje)
- ▶ Zgrzewanie indukcyjne
- ▶ Zgrzewanie ultradźwiękowe
- ▶ Zgrzewanie laserowe

Zgrzewanie punktowe

Technologia ta jest często stosowana do zgrzewania ogniwek litowo-jonowych, ponieważ są one bardzo cienkie i delikatne. Zgrzewanie punktowe pozwala na połączenie dwóch warstw folii separatora, które oddzielają elektrody od siebie. W tym procesie elektrody są umieszczone na paskach folii i zgrzewane w określonych miejscach za pomocą wysokiej mocy prądu.

Podział zgrzewania punktowego ze względu na sposób doprowadzania prądu do zgrzewanych elementów:

- | | | | | |
|----|--------------|---------------|--------------|--------------|
| 1) | dwustronne | jednopunktowe | (najczęściej | stosowane), |
| 2) | | dwustronne | i | dwupunktowe, |
| 3) | jednostronne | jedno- | | dwupunktowe. |

Przebieg zgrzewania

- dociśnięcie do siebie łączonych elementów elektrodami zgrzewarek,
- nagrzewanie elementów miejscu łączenia (nagrzewanie jedno impulsowe lub wieloimpulsowe) i utworzenia ciekłego jądra zgrzeiny,
- stygnięcie jądra zgrzeiny i powstanie jednolitego połączenia (po wyłączeniu zgrzewania),

Parametry zgrzewania

- | | | |
|-------------|-----------|-------------|
| - natężenie | prądu | punktowego: |
| - czas | przepływu | zgrzewania, |
| - siła | docisku | prądu, |

Parametry te dobiera się zależnie od: rodzaju metalu, grubości, kształtu i wymiarów zgrzewanych elementów i wymagań stawianych konstrukcji.[8]



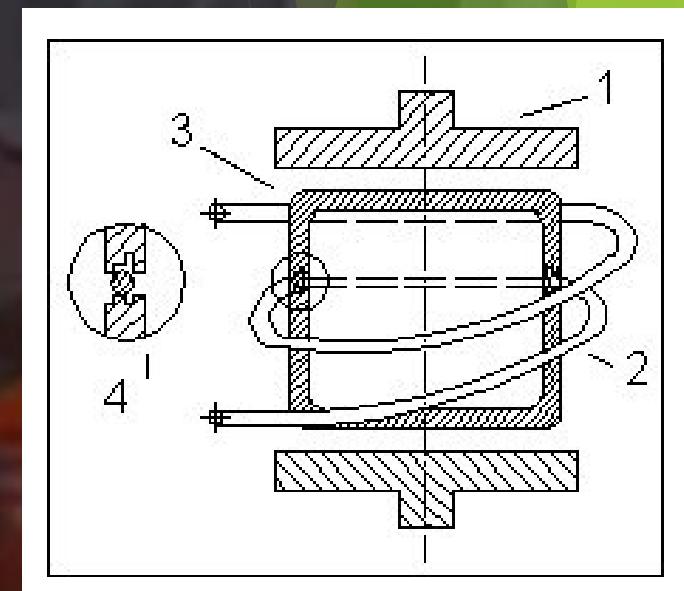
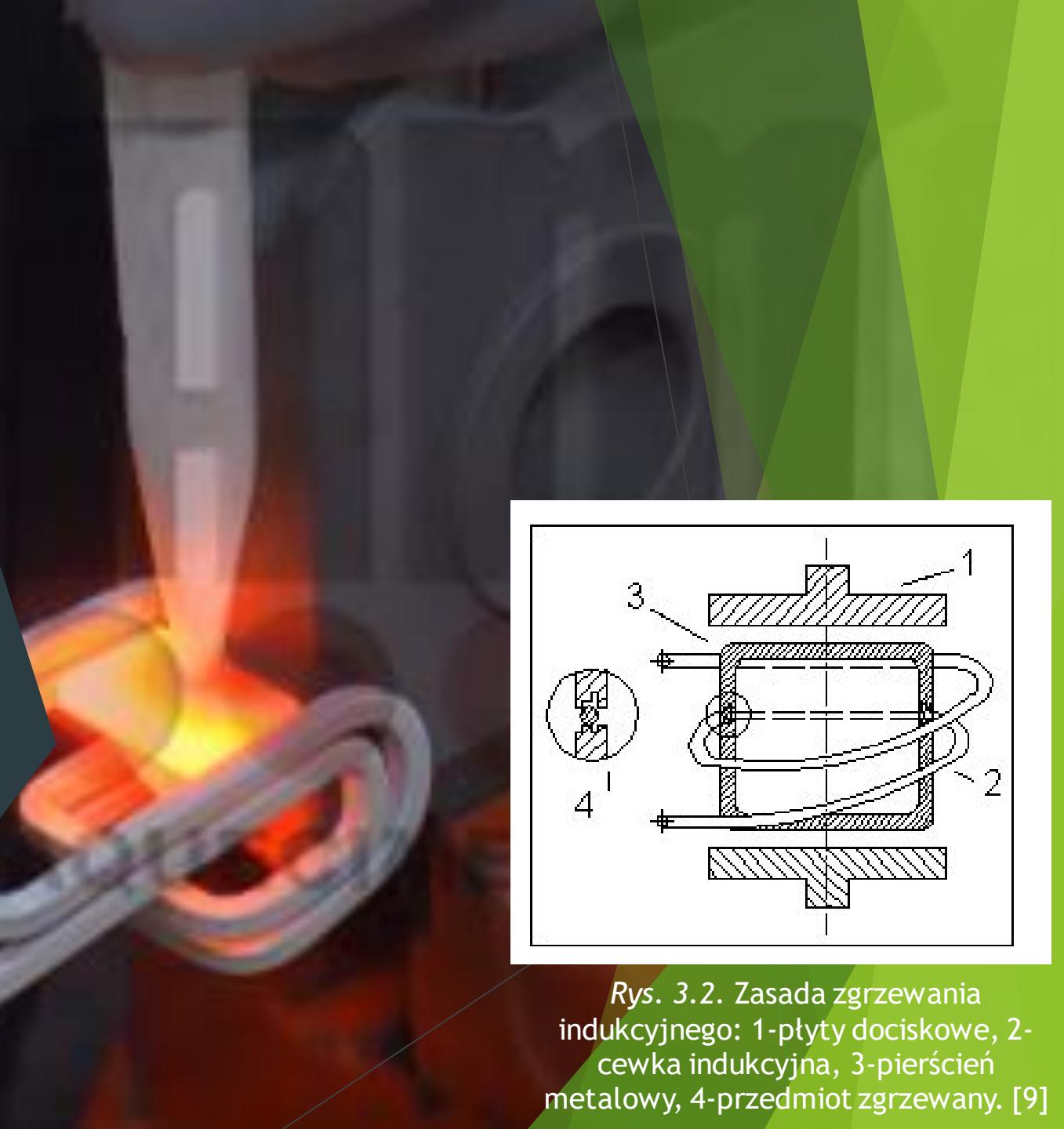
Rys. 3.1. Zasada zgrzewania punktowego [6]

Zgrzewanie indukcyjne

Technologia ta jest stosowana do zgrzewania ogniwek niklowo-kadmowych oraz niklowo-wodorkowych. Proces zgrzewania falowego polega na umieszczeniu elektrod w specjalnych uchwytach, a następnie na przyłożeniu do nich fali elektromagnetycznej o odpowiedniej częstotliwości. W wyniku tego powstaje ciepło, które pozwala na połączenie elektrod.

Zgrzewanie to jest wykorzystywane do łączenia różnych metali, w tym stali, aluminium, miedzi i mosiązdu. Aby uzyskać połączenie, materiały są nagrzewane do odpowiedniej temperatury, a następnie uformowane w jedną całość poprzez użycie siły zgrzewania.

Niektóre materiały są trudne do połączenia za pomocą zgrzewania, takie jak ceramika i metale reaktywne, takie jak magnez i beryl. Zastosowanie odpowiedniej atmosfery jest również ważne podczas procesu zgrzewania, w zależności odłączonych materiałów.[8]



Rys. 3.2. Zasada zgrzewania indukcyjnego: 1-płyty dociskowe, 2-cewka indukcyjna, 3-pierścień metalowy, 4-przedmiot zgrzewany. [9]

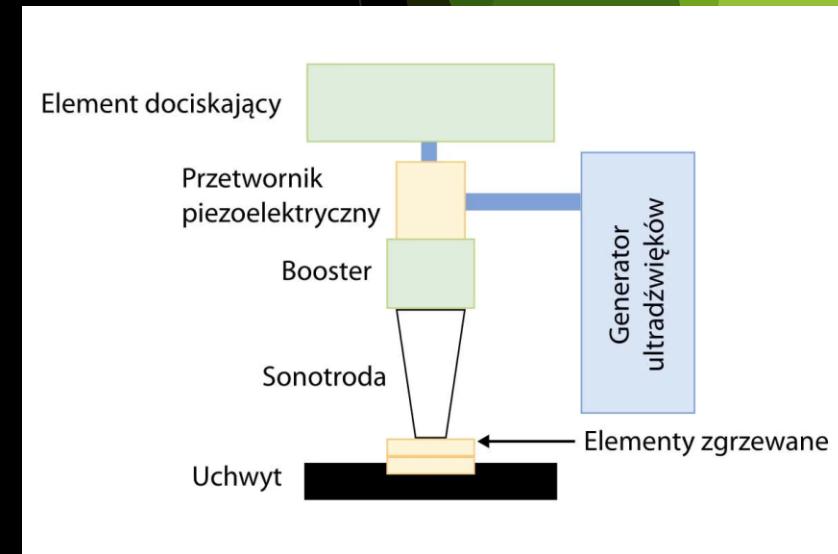
Zgrzewanie ultradźwiękowe

W przypadku zgrzewania ultradźwiękowego ciepło do połączenia detali uzyskuje się w wyniku drgań cząsteczek materiału, z którego są zbudowane. Drgania doprowadza się do jednego z detali w wyniku dociśnięcia do niego narzędzi ultradźwiękowego (sonotrody). Następnie są one przewodzone przez materiał do miejsca styku detali, gdzie zmieniają się w ciepło potrzebne do uzyskania połączenia. Ciepło wydziela się w wyniku wzajemnych drgań cząsteczek materiałów zgrzewanych i powierzchni zgrzewanych.

Drgania są wytwarzane przez układ składający się z przetwornika piezoceramicznego, który potrafi zmieniać impulsy napięciowe na drgania mechaniczne. Drgania są odbierane przez falowód i przekazywane do narzędzia. Do pobudzenia przetwornika niezbędny jest generator wytwarzający prąd o odpowiednim napięciu i częstotliwości.

Zgrzewanie ultradźwiękowe jest procesem najbardziej skomplikowanym technicznie i jak każdy z wymienionych procesów ma ograniczone zastosowanie. Ma jednak też szereg zalet, do których należą: możliwość bardzo precyzyjnego dawkowania wielkości energii potrzebnej do zgrzewania oraz wydzielenia jej w ścisłe określonym miejscu.

Do zgrzewania większych gabarytowo detali stosuje się niższe częstotliwości (najczęściej 20 kHz), do detali mniejszych stosuje się najczęściej 35 kHz, 36 kHz i 40 kHz (w zależności od producenta urządzenia). Przykłady detali zgrzewanych ultradźwiękowo [10].



Rys. 3.3. Zasada zgrzewania ultradźwiękowego [11]

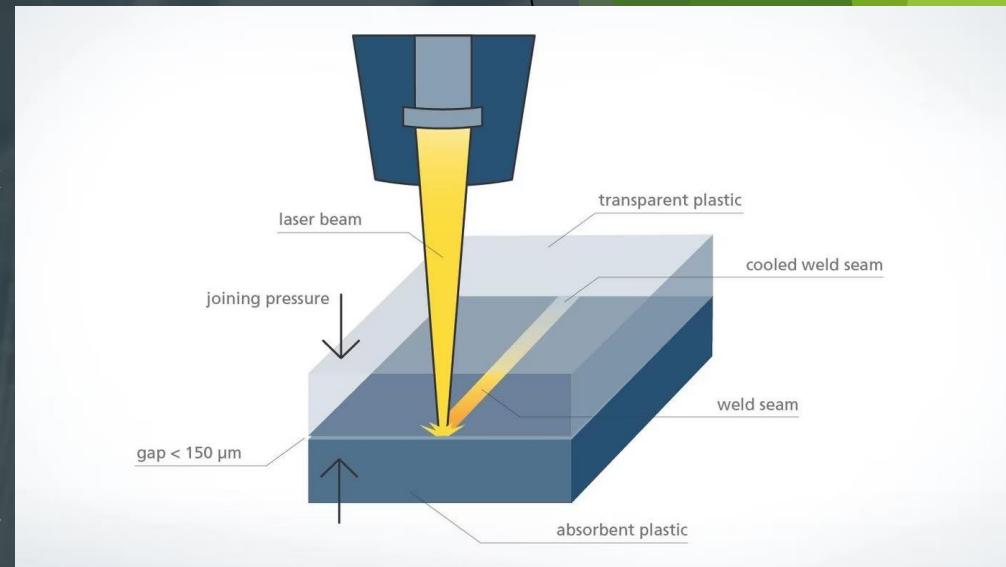
Zgrzewanie laserowe

Technologia ta jest stosowana do zgrzewania ognietek litowo-jonowych. W tym procesie elektrody są umieszczone na specjalnych taśmach, a następnie są zgrzewane za pomocą wiązki lasera. W wyniku tego procesu elektrody są połączone ze sobą, a taśma jest przycinana w odpowiednim miejscu.

Standardowo można rozróżnić cztery metody zgrzewania laserowego: zgrzewanie konturowe, quasi-symultaniczne, simultaniczne i z wykorzystaniem maskowania. Podczas zgrzewania tworzyw sztucznych stosowana moc lasera wynosi do ok. 300 W.

Zalety zgrzewania laserowego:

- Wysoka jakość i powtarzalność - Jakość spoin jest stała i wysoka. Wytrzymałość wykonanych spoin odpowiada właściwościom materiału podstawowego.
- Możliwość elastycznego użytku - Spoinę można dowolnie dopasować do różnych geometrii elementów.
- Brak pozostałości - W porównaniu z klejeniem oraz zgrzewaniem vibracyjnym i ultradźwiękowym podczas zgrzewania laserowego nie powstają pozostałości.
- Delikatność - Wpływ ciepła jest ograniczony, co chroni wrażliwe podzespoły elektroniczne.
- Brak zużycia i hałasu - Zgrzewanie laserowe tworzyw sztucznych chroni nie tylko materiał, ale także otoczenie. [12]



Rys. 3.4. Zasada zgrzewania laserowego [12]

Systemy wizyjne



Analiza algorytmiczna

- ▶ Filtracja obrazów, metoda ta obejmuje stosowanie różnych filtrów, takich jak filtry wygładzające (np. filtr Gaussa), filtry wyostrzające (np. filtr Laplace'a), filtry detekcji krawędzi (np. filtr Sobela). Filtry są stosowane do poprawy jakości obrazów, redukcji szumów, wykrywania krawędzi i innych operacji.
- ▶ Progowanie obrazów, to metoda przekształcania obrazu w obraz binarny, gdzie piksele są przypisywane do jednej z dwóch klas na podstawie ustalonego progu. Progowanie jest używane do segmentacji obrazów, czyli wyodrębniania obszarów o określonych cechach.



Rys. 4.5. Obraz wejściowy



Rys. 3.6. Obraz po binaryzacji

Analiza algorytmiczna

- ▶ Transformacje geometryczne, obejmuje operacje takie jak przekształcenie afiniczne, przekształcenie perspektywiczne, rotacja, przesunięcie, skalowanie, itp. Są stosowane do zmiany geometrii obrazu, np. do korekcji perspektywy, zmiany rozmiaru, obracania obrazu.
- ▶ Ekstrakcja cech, jest to proces wyodrębniania istotnych cech z obrazu, które mogą być użyte do dalszej analizy lub klasyfikacji. Metody ekstrakcji cech obejmują takie techniki jak histogramy kolorów, deskryptory tekstur, cechy kształtu, cechy krawędzi.



Rys. 3.7. Przykładowe transformacje

Analiza algorytmiczna - OpenCv

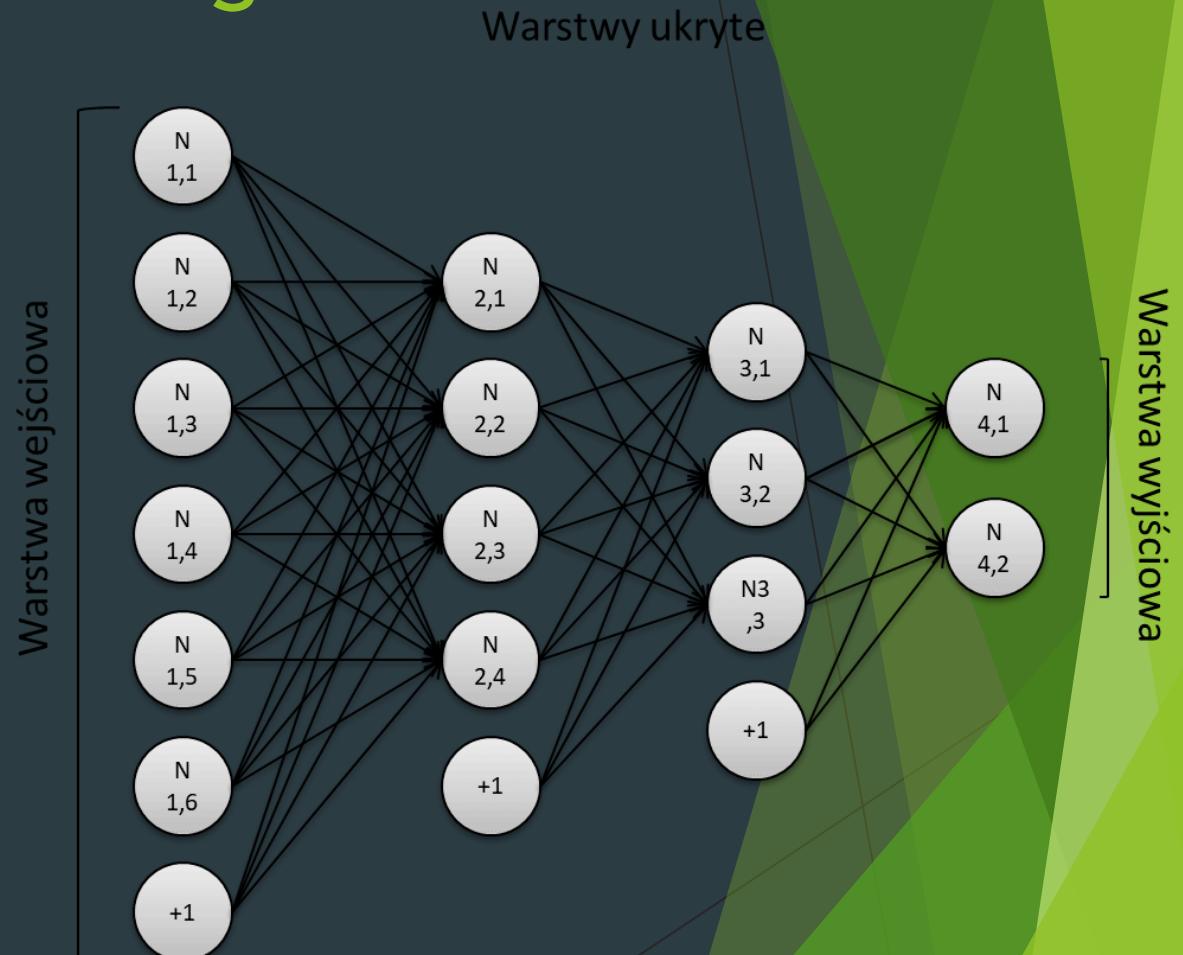
- ▶ OpenCV (Open Source Computer Vision Library) to otwarta biblioteka programistyczna, która dostarcza zestaw narzędzi do przetwarzania obrazów i analizy obrazów. OpenCV została opracowana w języku C++ i jest szeroko stosowana w dziedzinie przetwarzania obrazów, widzenia komputerowego, robotyki, rzeczywistości rozszerzonej i innych dziedzinach związanych z analizą wizualną.



Rys. 3.8. Logo projektu OpenCV

Sieci neuronowe - deep learning

- ▶ Głębokie uczenie w systemach wizyjnych jest jednym z kluczowych obszarów zastosowań sztucznej inteligencji w robotyce. Obejmuje ono:
 - ▶ rozpoznawanie obiektów/klasyfikacja
 - ▶ lokalizacji i śledzenia obiektów
- ▶ Zalety:
 - ▶ Idealne do rozpoznawania obrazów
 - ▶ Adaptacyjność i skuteczność
- ▶ Wady:
 - ▶ Duża moc obliczeniowa
 - ▶ Duże otagowane zbiory uczące
 - ▶ Zdolność do generalizacji



Rys. 3.9. Przykładowa sieć neuronowa

Deep learning - klasyfikacja

- ▶ Wykorzystanie sieci neuronowych do rozpoznawania obiektów na obrazach lub wideo, takich jak elementy otoczenia, narzędzia czy części robotów, co może być użyteczne w zautomatyzowanych procesach montażu, inspekcji jakościowej czy nawigacji autonomicznych robotów.
- ▶ Przykładowe modele:
 - ▶ ResNet
 - ▶ GoogLeNet
 - ▶ AlexNet

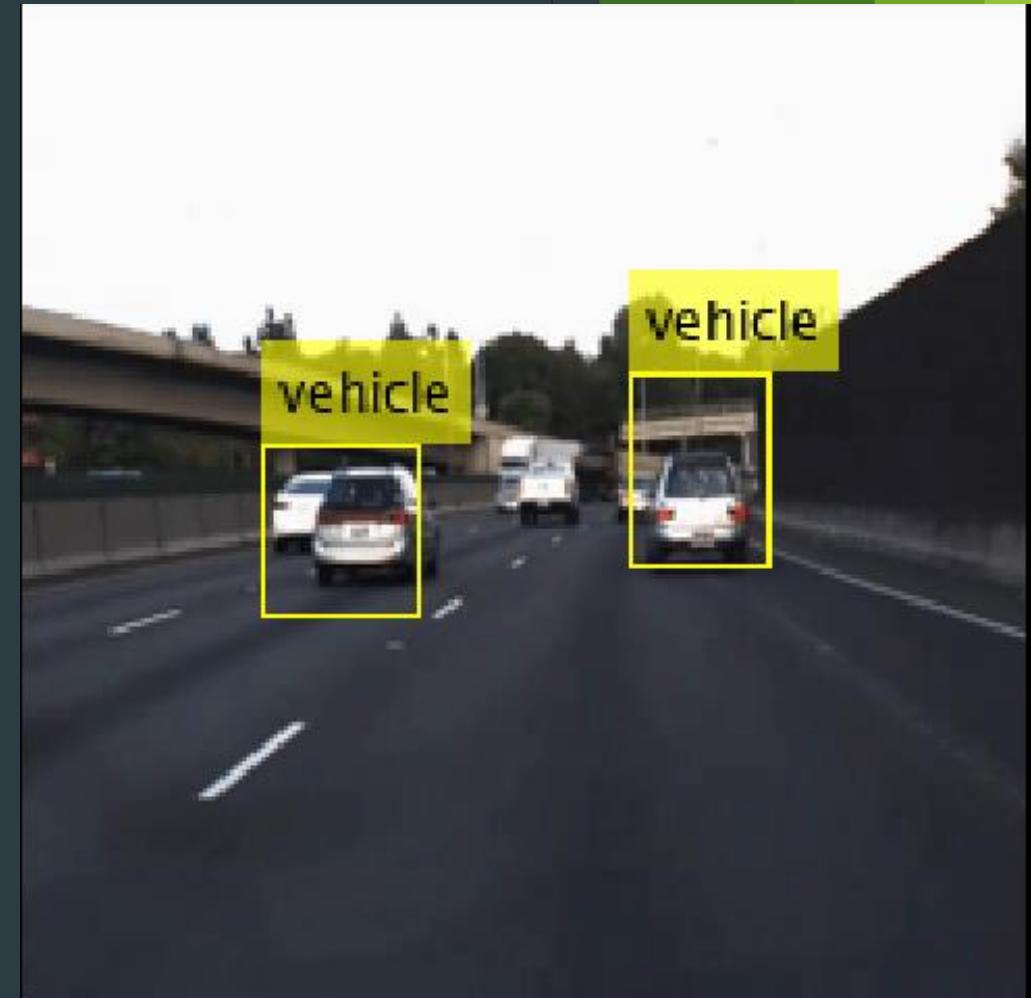


Rys. 3.10. Kategoryzacja

Deep learning - lokalizacja i śledzenie

- ▶ Lokalizacja i śledzenie obiektów: Wykorzystanie technik uczenia maszynowego do lokalizacji i śledzenia obiektów w czasie rzeczywistym, takich jak narzędzia, części robotów czy obiekty otoczenia, co może być przydatne w zadaniach manipulacyjnych, interakcji z otoczeniem czy współpracy robotów z ludźmi.

Np.. YOLOV4 (You Only Look Once), Faster R-CNN, R-FCN



Rys. 3.11. Zastosowanie algorytmu YOLOv4

4. Przegląd istniejących rozwiązań



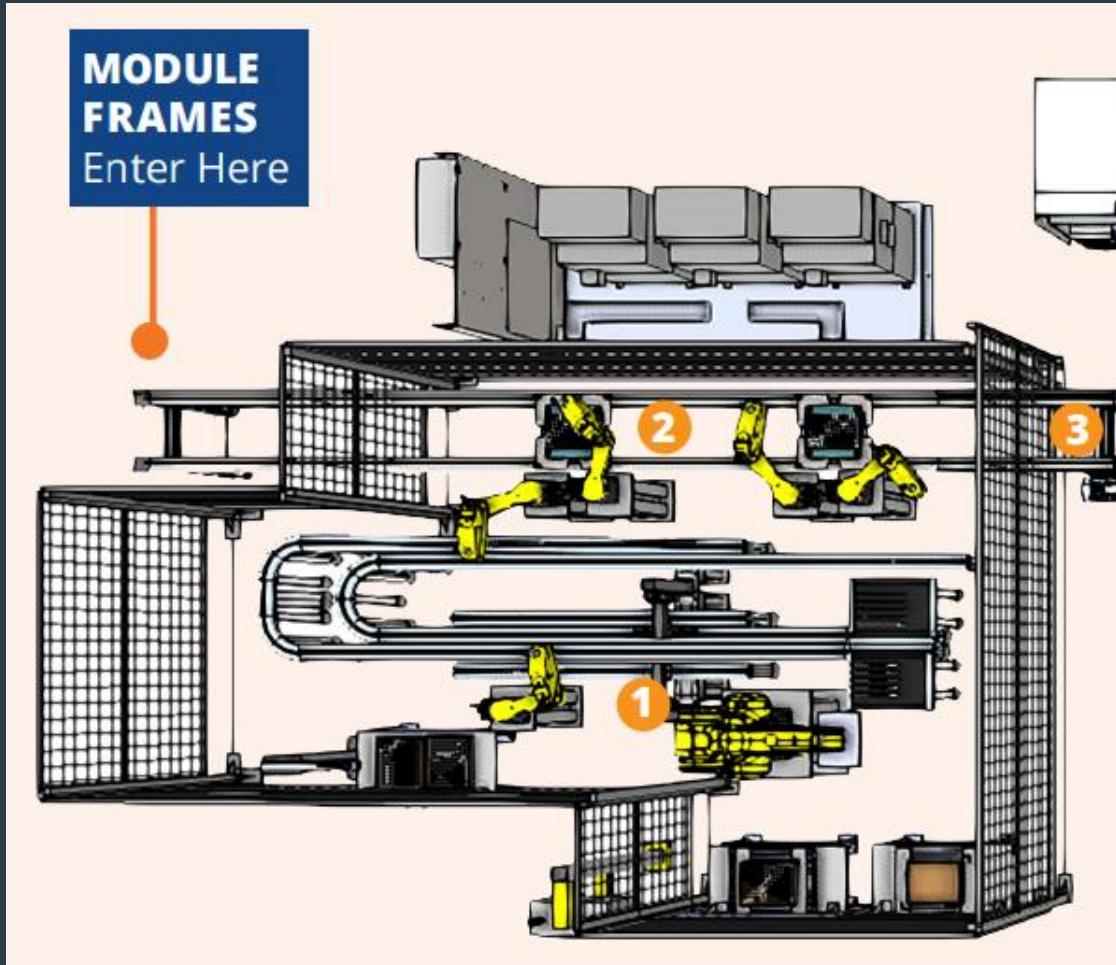
Przegląd istniejących rozwiązań

- ▶ Rozwiązanie zaproponowane przez firmę Genesis zakłada podział produkcji na cztery różne fazy.
 - ▶ Pierwsza z nich zakłada ustawienie przetestowanych już ogniw przez roboty przemysłowe w odpowiednio przygotowanych obudowach i slotach.
 - ▶ Kolejny etap to zgrzewanie laserowe ogniw z niklowo-żelaznymi blaszkami i montaż elektroniki sterującej akumulatorem
 - ▶ Na tak przygotowanym pakiecie przeprowadzone są testy nie niszczące
 - ▶ Ostatnim etapem jest umieszczenie pakietu w obudowie, uszczelnienie jej oraz odseparowanie od ramki ułatwiającej produkcję



Rys. 4.1. Loga firm specjalizujących się w produkcji akumulatorów

Przegląd istniejących rozwiązań - etap 1

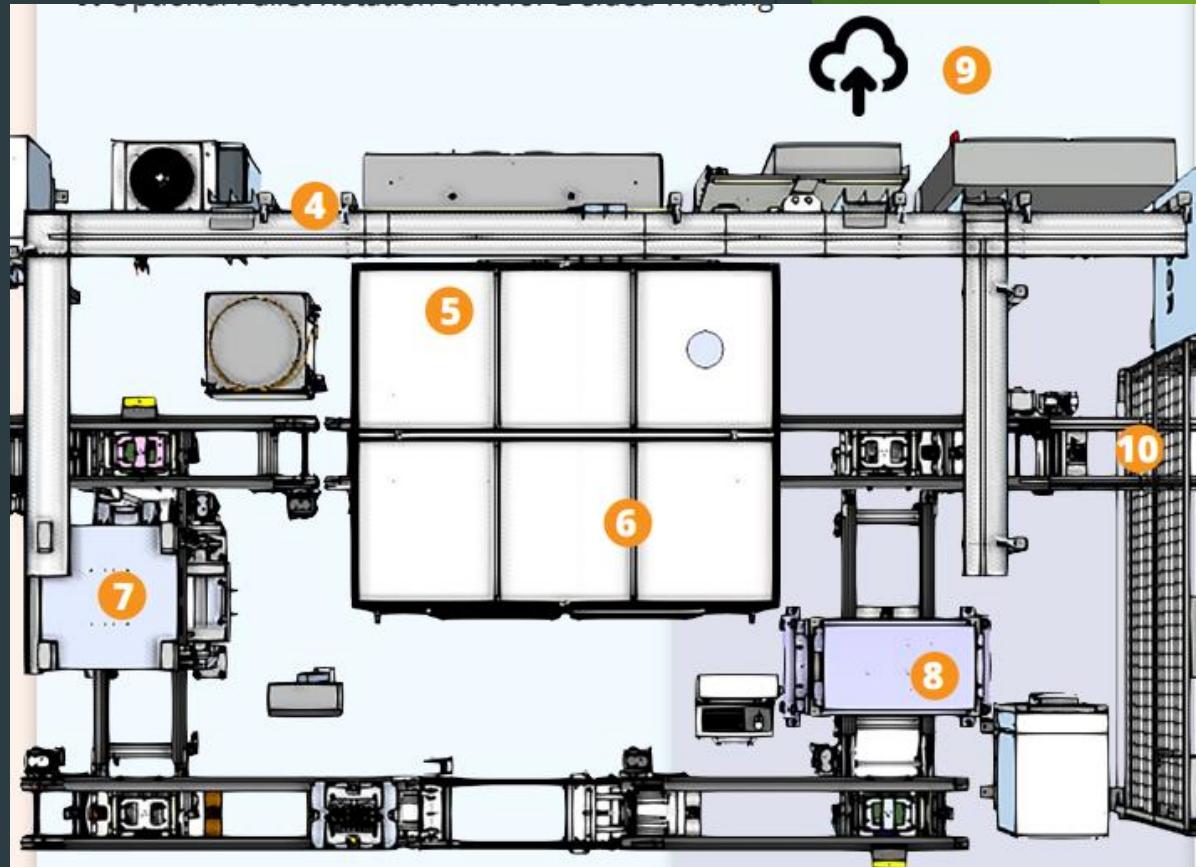


Rys. 4.2. Etap 1- przygotowanie do zgrzewania [5]

- 1 - Przychodzące ogniwa 46800
- 2 - Przełożenie ogniw do ramek ułatwiających produkcję
- 3 - Złożone module jadą do kolejnego etapu

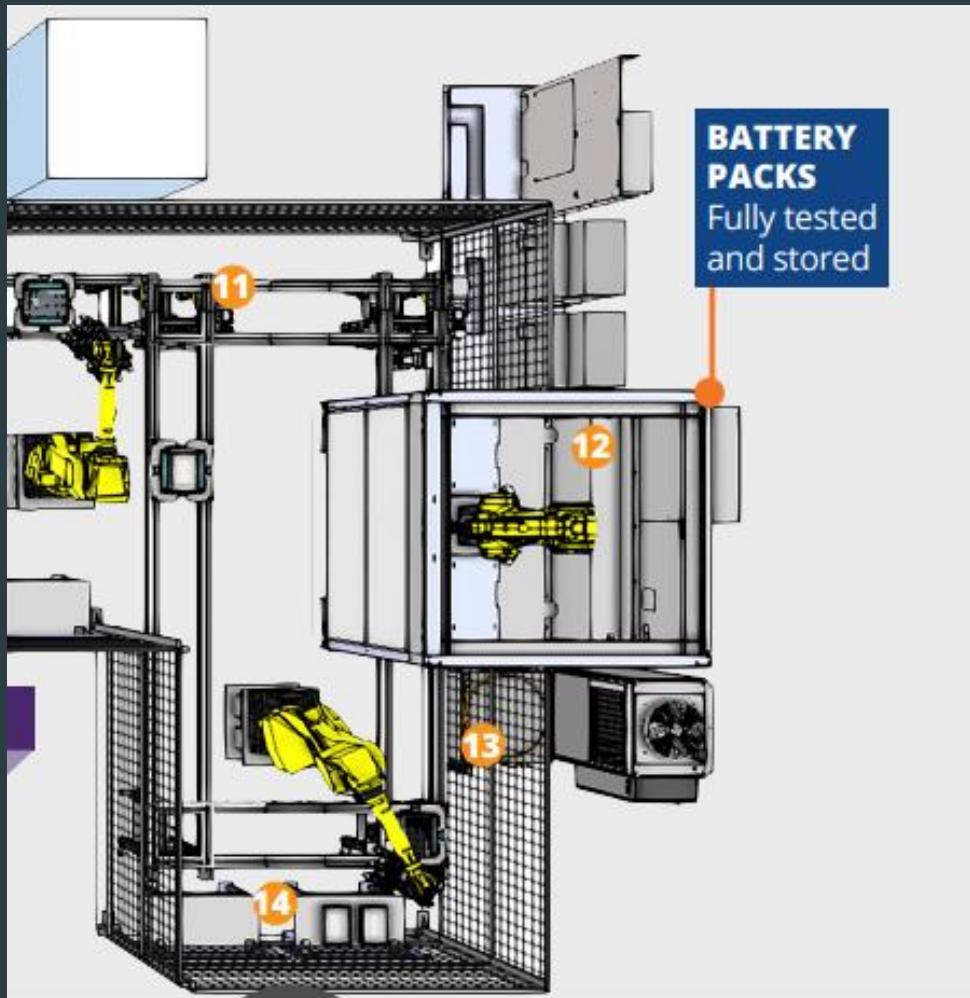
Przegląd istniejących rozwiązań - etap 2 i 3

- 4 - Osprzęt zgrzewarki laserowej
- 5, 6 - Przestrzeń robocza do zgrzewania
- 7 - obrotnica pozwalająca na zgrzewanie z obu stron
- 8 - Stacja do badań nie niszczących
- 9 - Chmura z zebranymi danymi
- 10 - wyjście przetestowanych ogniw



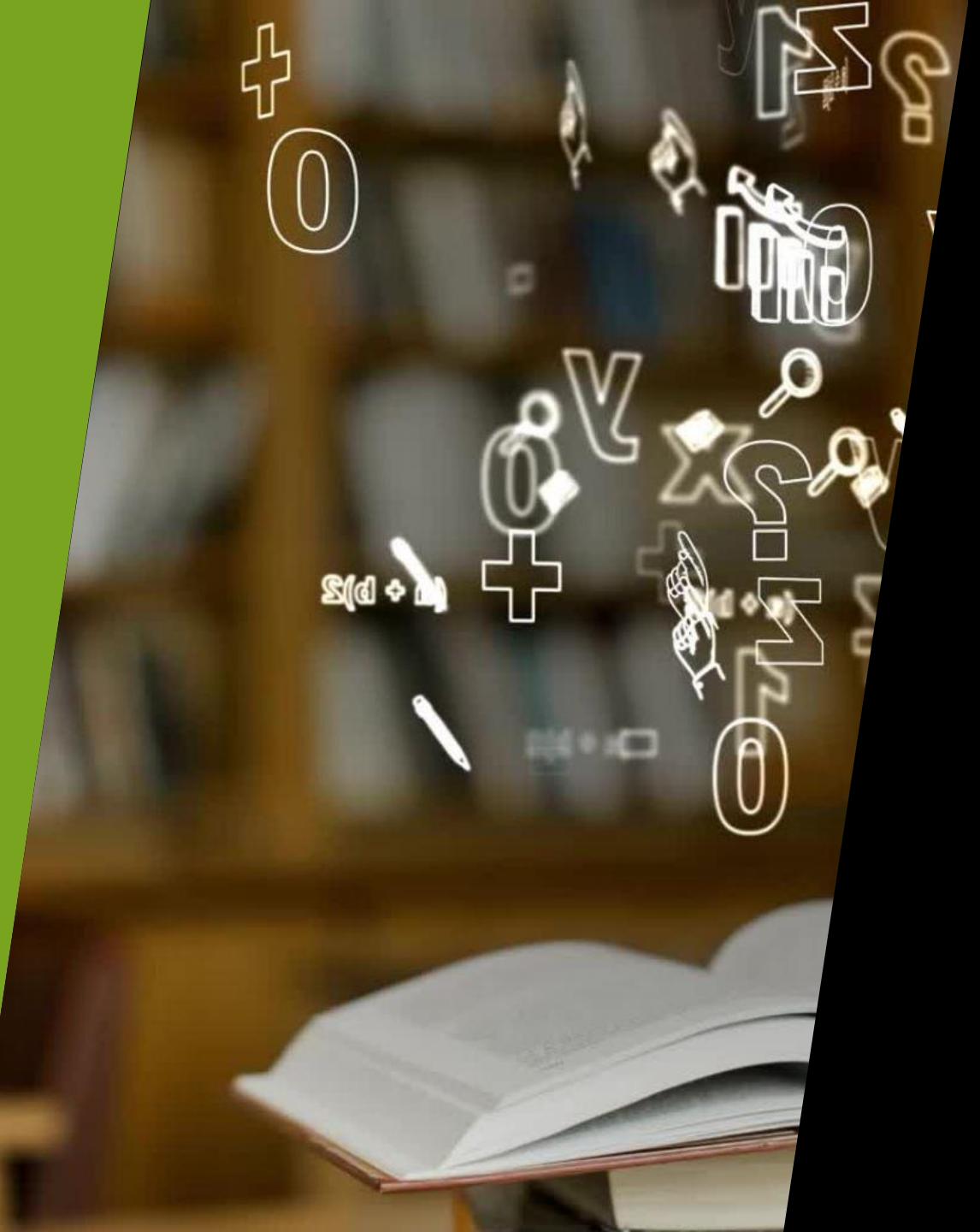
Rys. 4.3. Etap 2 i 3 - zgrzewanie, montaż elektroniki i testy [5]

Przegląd istniejących rozwiązań - etap 4



- 11 - Umieszczenie pakietu w obudowie
- 12 - Zgrzewanie uszczelnionych obudów
- 13 - Ponownie testowanie gotowego akumulatora
- 14 - koniec procesu produkcyjnego, magazyn

Rys. 4.4. Montaż w obudowie [5]



5. Przegląd Literatury

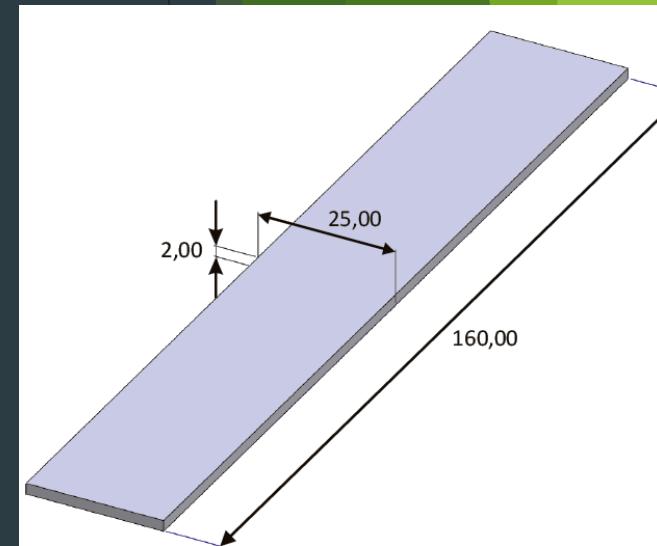
1. Zgrzewanie oporowe w praktyce inżynierskiej

W artykule przedstawiono analizę informacji literaturowych oraz rezultaty badań eksperymentalnych z tego zakresu, na podstawie których wskazano czynniki determinujące jakość połączeń wykonanych tą technologią.

W artykule zostało zawarte badania związane z procesem zgrzewania 2 próbek stali walcowanej gatunku S235, w dwóch stanach powierzchni:

- a) nieskorodowanym,
- b) skorodowanym.

W ramach przeprowadzonych badań dokonano także próby zgrzewania próbek bez usuwania korozji oraz próbek czyszczonych jednostronnie. Dla blach czyszczonych jednostronnie wykonano próby zgrzewania powierzchnią oczyszczoną do wewnętrz. Zarówno próbki oczyszczone jednostronnie jak i nieoczyszczone nie wykazywały tendencji do połączenia z uwagi na brak przepływu prądu.



Rys. 5.1. Wymiary próbek stalowych użytych do badań [13]

1. Zgrzewanie oporowe w praktyce inżynierskiej

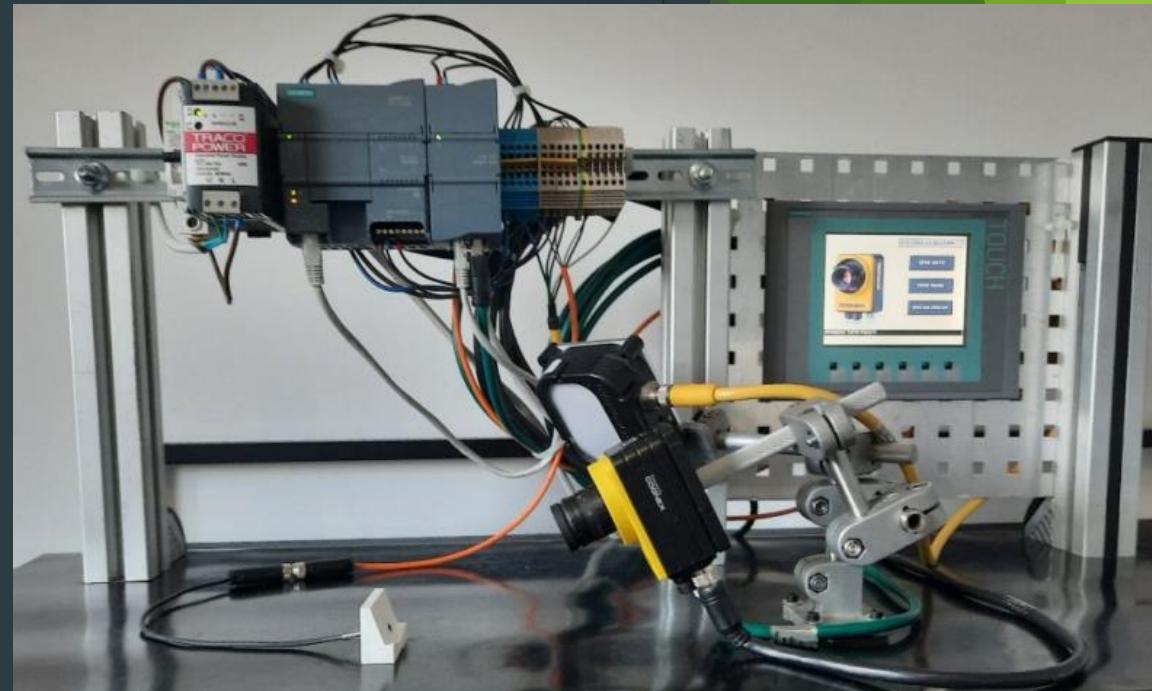
Wnioski płynące z opisanych w artykule rozważań są następujące. Przygotowanie próbek z korozją w sposób kontrolowany pozwala na uzyskanie bardziej dokładnych wyników badań wytrzymałości połączeń zgrzewanych. W procesie produkcyjnym ważne jest jednak nie tylko wykorzystanie materiału, ale również jego jakość, która wpływa na walory użytkowe produktów. Niedbałe oczyszczenie materiału z ognisk korozji może prowadzić do obniżenia wytrzymałości połączeń, co z kolei skutkuje reklamacjami ze strony klientów i dodatkowymi kosztami dla producenta. W związku z tym, producenci powinni zwracać szczególną uwagę na jakość używanych materiałów oraz staranne oczyszczanie ich przed procesem zgrzewania, aby uniknąć wadliwych produktów i zwiększyć zadowolenie klientów.



Rys. 5.2. Wykres rozciągania próbek bez korozji [13]

2. REALIZACJA SYSTEMU WIZYJNEGO Z WYKORZYSTANIEM KAMERY I STEROWNIKA PLC

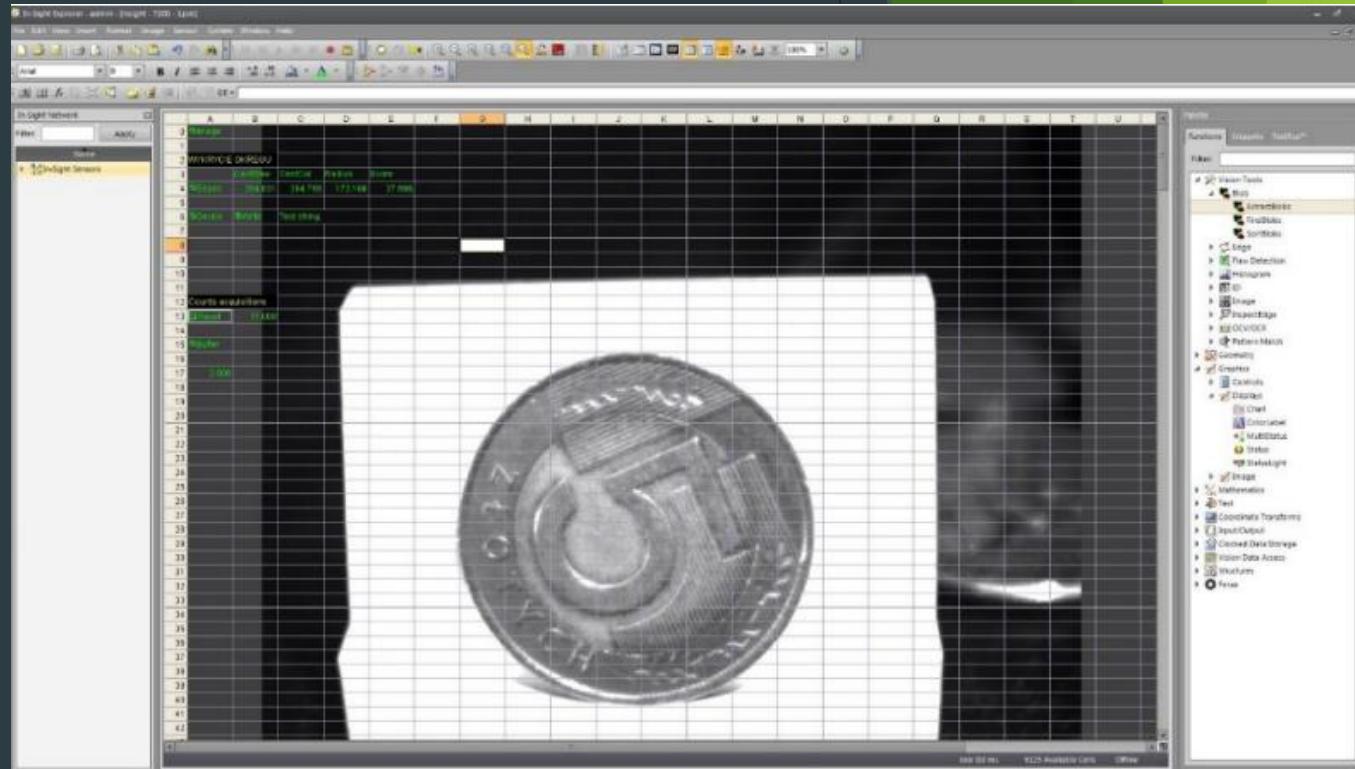
W artykule omówiono projektowanie systemów wizyjnych z wykorzystaniem kamer i sterowników PLC oraz podsumowano stworzenie stanowiska inspekcyjnego składającego się z kamery Cognex IS 7200 i sterownika PLC Siemens S7-1200. Inspekcja monet odbywa się poprzez wykrycie obecności monety na polu odkładacze przez czujnik indukcyjny, co uruchamia kamerę do wykonania zdjęcia. Wyniki inspekcji porównywane są z informacjami zapisanymi w sterowniku PLC, a odczytana moneta wyświetlana jest na panelu HMI Siemens KTP 600. Kamera oblicza ilość pikseli na obwodzie okręgu, co pozwala na identyfikację rodzaju monety. System jest modyfikowalny i może być rozbudowywany o dodatkowe funkcje.



Rys. 5.3. Stanowisko detekcji rodzaju monety [14]

2. REALIZACJA SYSTEMU WIZYJNEGO Z WYKORZYSTANIEM KAMERY I STEROWNIKA PLC

W tym artykule zostało zaprojektowane, skonstruowane i zaprogramowane stanowisko systemu wizyjnego z wykorzystaniem kamery i sterownika PLC do detekcji monet. Praca przedstawia przykładowe rozwiązanie w konstruowaniu stanowisk opierających swoje działanie o system wizyjny. Rozwiązania przedstawione w pracy można zastosować i implementować w każdym stanowisku, którego podstawę stanowi wizja. Praca opisuje również sposób sterowania stanowiskiem z poziomu panelu HMI oraz przykład wizualizacji wyników. Udało się rozwiązać problem doboru parametrów inspekcji przy zachowaniu powtarzalności podczas zmiany detali, dzięki regulacji parametrami programu systemu wizyjnego oraz zastosowaniu oświetlacza. Systemy wizyjne mają coraz szersze zastosowanie w przemyśle i usługach, ze względu na większą dokładność i powtarzalność względem oka ludzkiego.



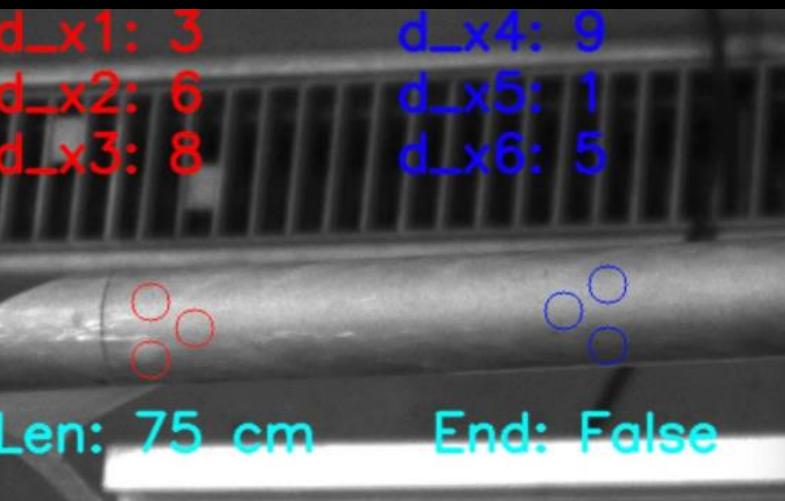
Rys. 5.4. Otrzymany wynik z programu In-Sight Explorer [14]

3. Algorytm rozpoznający położenie i rozmiar w przemyśle spożywczym.

Przedstawiony w artykule algorytm zastosowano, aby bezkontaktowo zmierzyć długość jelita zwierzęcego przewijanego po metalowej "sztycy" oraz wykryć jego koniec. Wcześniejsze próby wykorzystania czujników laserowych były nieskuteczne z powodu specyficznych właściwości jelita, takich jak kolor i przezorność, co widać na rysunku 5.5. Zamiast tego, zdecydowano się zastosować algorytm wizyjny oparty na piramidzie Lucasa i Kanade, który rozwiązał problem bez kontaktu i skrócił czas wykrycia końca jelita



Rys. 5.5. Jelito zwierzęce na metalowej sztycy fotografia cz-b [15]



Rys. 5.5. Jelito zwierzęce na metalowej sztycy fotografia cz-b [15]

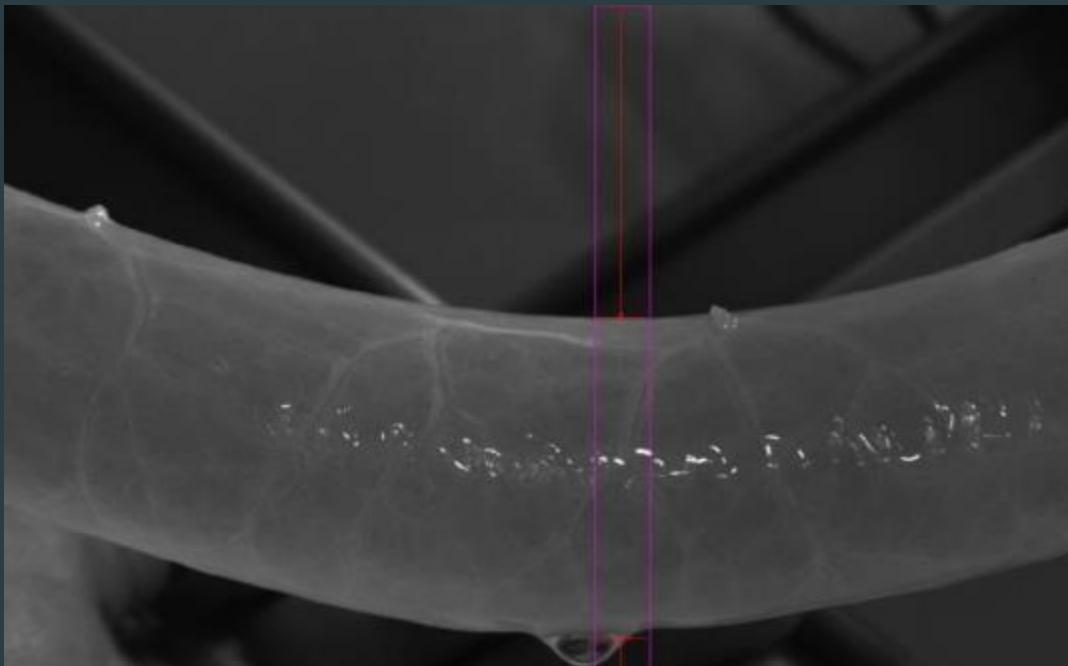
Prezentowany algorytm został implementowany z wykorzystaniem modułu Vision oprogramowania LabView firmy National Instruments. Obrazów dostarczała kamera xiC firmy Ximea. Algorytm w oparciu o tę kamerę działał z prędkością 250 klatek na sekundę. Przykładowe zdjęcie z działania oprogramowania zawiera rysunek 5.6.

"Systemy wizyjne w zastosowaniach przemysłowych" -
PIOTR WYCISLOK , ARTUR
WYCISLOK 2022

Rys. 5.6. Obraz przedstawiający działanie algorytmu mierzącego długość przewijanego jelita i jego koniec[15]

.3Algorytm rozpoznający położenie i rozmiar w przemyśle spożywczym.

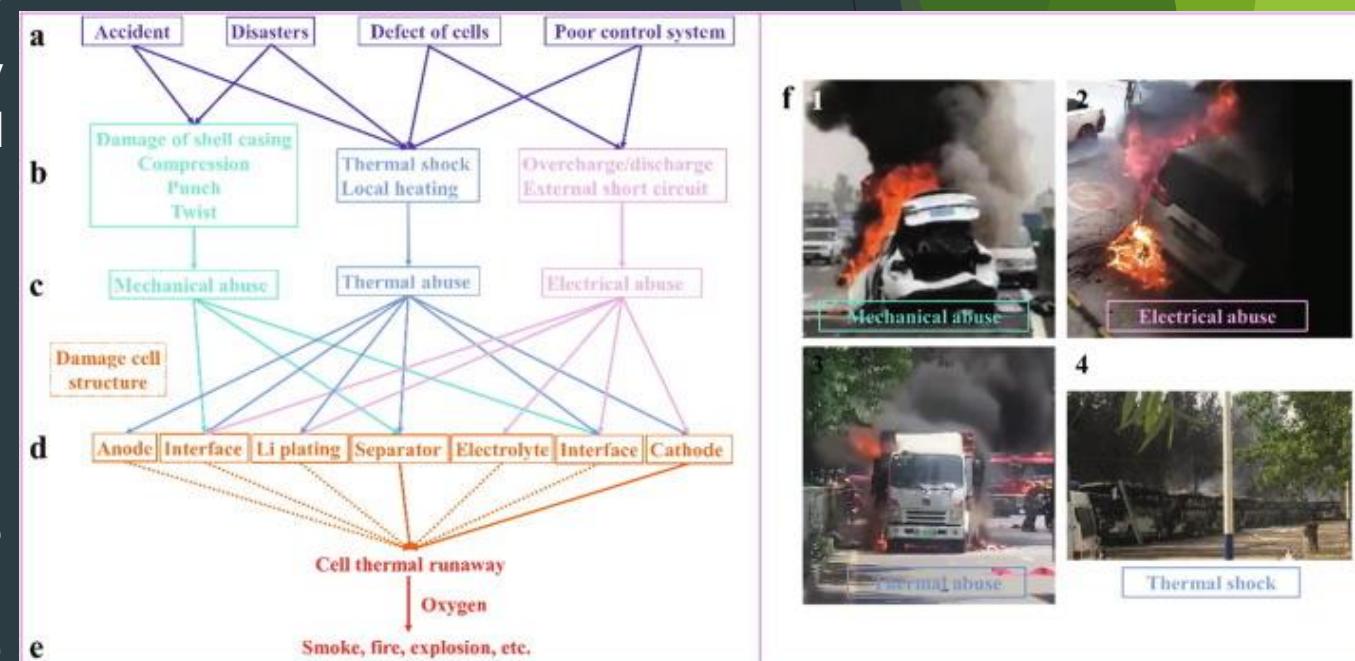
Algorytm wizyjny oparty na piramidzie Lucasa i Kanade został zastosowany, aby bezkontaktowo zmierzyć długość jelita zwierzęcego oraz wykryć jego koniec. Wcześniejsze próby pomiarowe wymagały kontaktu z urządzeniem pomiarowym lub były czasochłonne. Algorytm AGAEG został użyty, aby uniezależnić pomiary od zmieniających się warunków oświetlenia. Dzięki zastosowanym rozwiązaniom, dokonywane są poprawne pomiary dla jelita przesuwającego się po sztycy z prędkością powyżej 1 m/s.



5.7. Obraz przedstawiający pomiar szerokości jelita z wykorzystaniem zmian kontrastu [15]

4. Przegląd obaw związanych z bezpieczeństwem baterii litowo-jonowych. Problemy, strategie i standardy testowania [16]

- Ten przegląd podsumowuje aspekty bezpieczeństwa baterii litowo-jonowych i omawia powiązane kwestie, strategie i standardy testowania. W szczególności zaczyna się od krótkiego wprowadzenia do zasad działania i struktur komórkowych, a następnie zawiera przegląd nadużyć mechanicznych, elektrycznych i termicznych. W poniższych sekcjach omówiono strategie poprawy bezpieczeństwa ogniw, w tym podejścia poprzez chemię ogniw, chłodzenie i równoważenie, a następnie opisano aktualne standardy bezpieczeństwa i odpowiednie testy. Przegląd kończy się wglądem w potencjalne przyszłe zmiany i perspektywy bezpieczniejszych akumulatorów.



5.8. Przykładowe typy uszkodzeń akumulatorów [16]

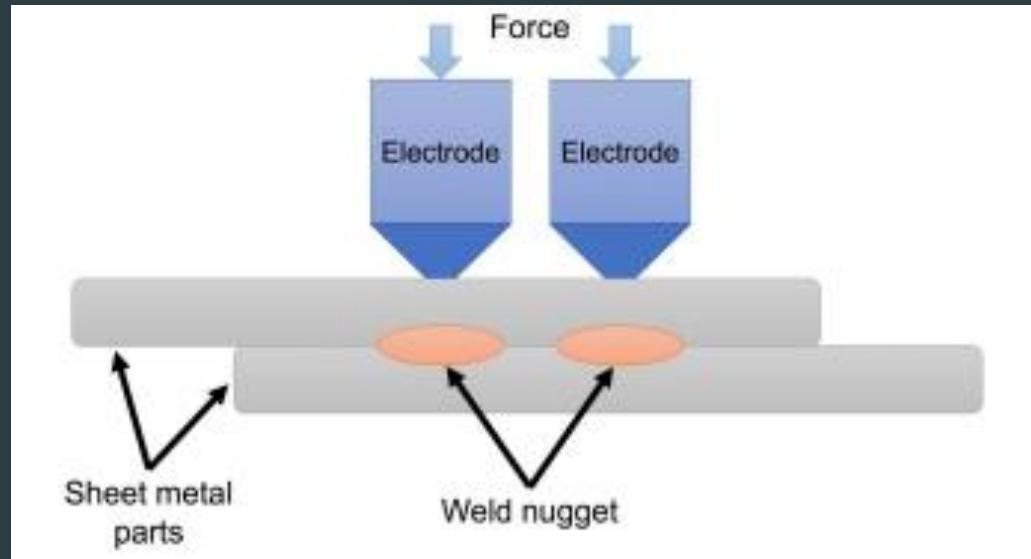
"A review of lithium-ion battery safety concerns: The issues, strategies, and testing standards" - Yuqing Chena , Yuqiong Kang 2019

- ▶ Ocena bezpieczeństwa akumulatorów obejmuje mnóstwo testów, które musi przejść bateria, aby potwierdzić, że nie będzie niebezpieczna w określonych warunkach użytkowania. Analiza obecności różnych defektów i niedociągnięć może pomóc w zdefiniowaniu konkretnych problemów bezpieczeństwa. Szeroko przeprowadzane testy ujawniają problemy projektowe. Możemy przeprowadzić kilka podstawowych testów:
 - ▶ Elektryczne - przeładowanie i nadmierne rozładowanie, rozładowanie w wysokiej i niskiej temperaturze, zewnętrzne zwarcie i wymuszone rozładowanie
 - ▶ Mechaniczne - silne uderzenie, potrąśnięcie, przyspieszenie i zmiażdżenie

5. Techniki spawania ogniw baterii i wynikające z nich rezystancje styków elektrycznych[17]

- W artykule przedstawiono kompleksowy przegląd łączenia ogniw akumulatorów za pomocą punktowego zgrzewania oporowego, ultradźwiękowego i laserowego. Omówiono specyfikę, zalety i zależności każdej techniki łączenia ogniw. Ponadto analiza ilościowa spawanych próbek testowych ujawnia najwyższą wytrzymałość na rozciąganie i ciepło wprowadzane do ogniska akumulatora. Opracowano i zastosowano nowatorską metodę pomiarową i obliczeniową do oceny samej rezystancji styku elektrycznego. Rezystancja styku elektrycznego występuje w wyniku połączenia, a nie w materiale sypkim. Jest to zatem kryterium, które można przenieść na dowolną wielkość.

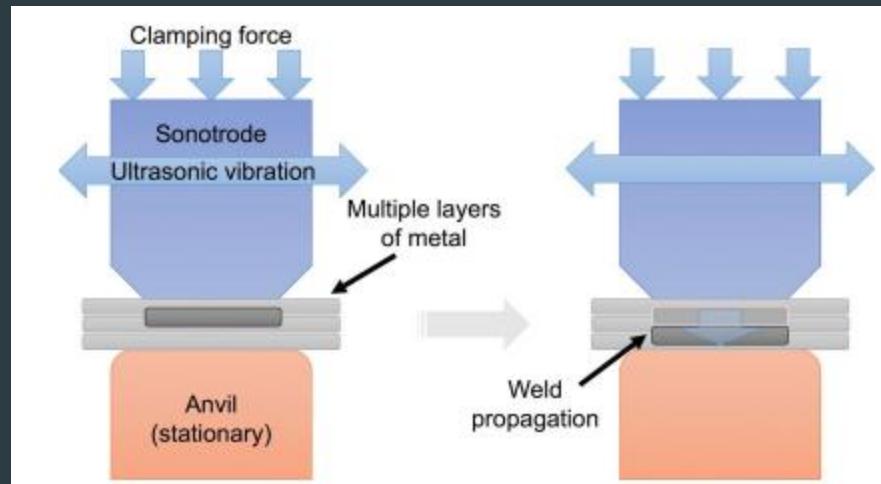
- Każda metoda ma swoje mocne strony i ograniczenia, co sprawia, że wzajemnie się uzupełniają. Dlatego ważne jest, aby przy podejmowaniu decyzji, która technika spawania jest najbardziej odpowiednia dla danego zastosowania, wziąć pod uwagę kilka czynników. Wybór metody zależy zatem od właściwości materiału, geometrii i kosztów produktu. Porównanie zgrzewania rezystancyjnego, ultradźwiękowego i laserowego w kontekście łączenia akumulatorów wykazało, że najlepszą metodą dla wszystkich geometrii ogniwa była metoda zgrzewania laserem. Najniższą ocenę uzyskała metoda rezystancyjna. Metoda ta jest najbardziej odpowiednią dla małej skali i ograniczonej produkcji ze względu na niskie koszty początkowe i niskie koszty utrzymania. Jest łatwa w użyciu i zapewnia dobrą jakość spoin. Jego zaletami jest prostota konfiguracji i łatwość w automatyzacji.



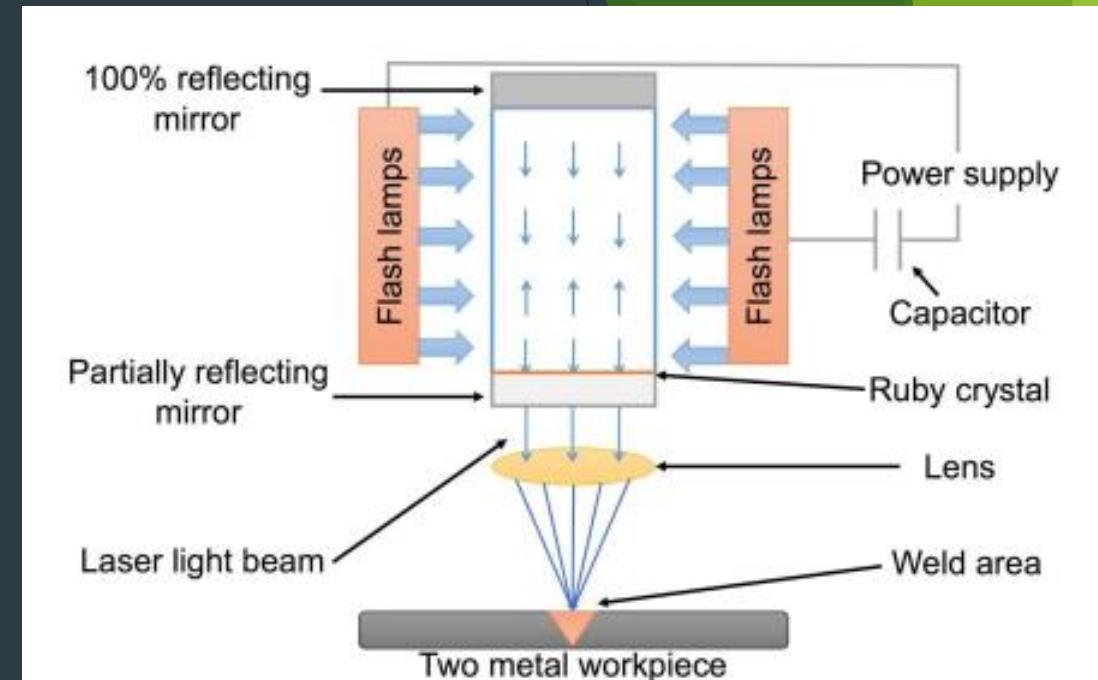
5.9. Schemat zgrzewania rezystancyjnego [17]

"Welding techniques for battery cells and resulting electrical contact resistances"
- Martin J. Brand, Philipp A. Schmidt, Michael F. Zaeh, Andreas Jossen, 2015

Najbardziej odpowiednią metodą do masowej produkcji jest jednak zgrzewanie ultradźwiękowe lub laserowe. Określenie, który z nich jest najlepszy, zależy od wymagań stawianych przez produkt. Zgrzewanie laserowe ma najwyższy koszt początkowy, ale biorąc pod uwagę jego zastosowanie w produkcji masowej, koszt początkowy można by do pewnego stopnia zignorować. Jednak zgrzewanie ultradźwiękowe ma tę zaletę, że umożliwia spawanie szerszego zakresu materiałów i dlatego jest bardziej odpowiedni do spawania różnych typów materiałów



5.11. Schemat zgrzewania ultradźwiękowego [17]

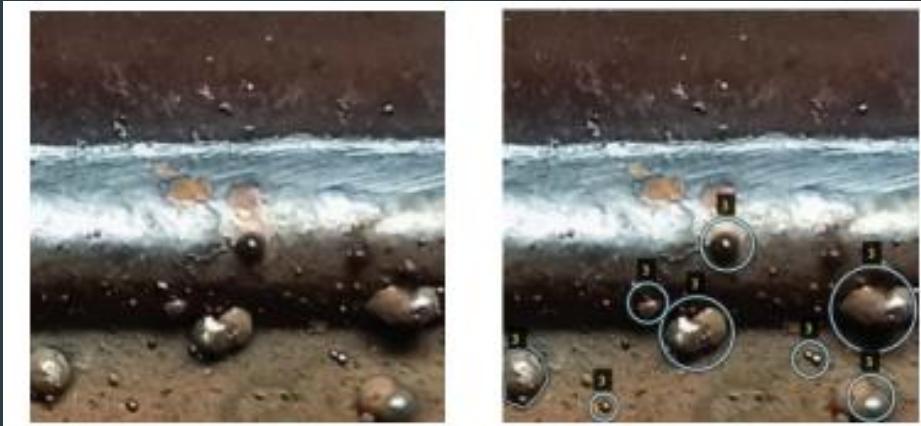


5.10. Schemat zgrzewania laserowego [17]

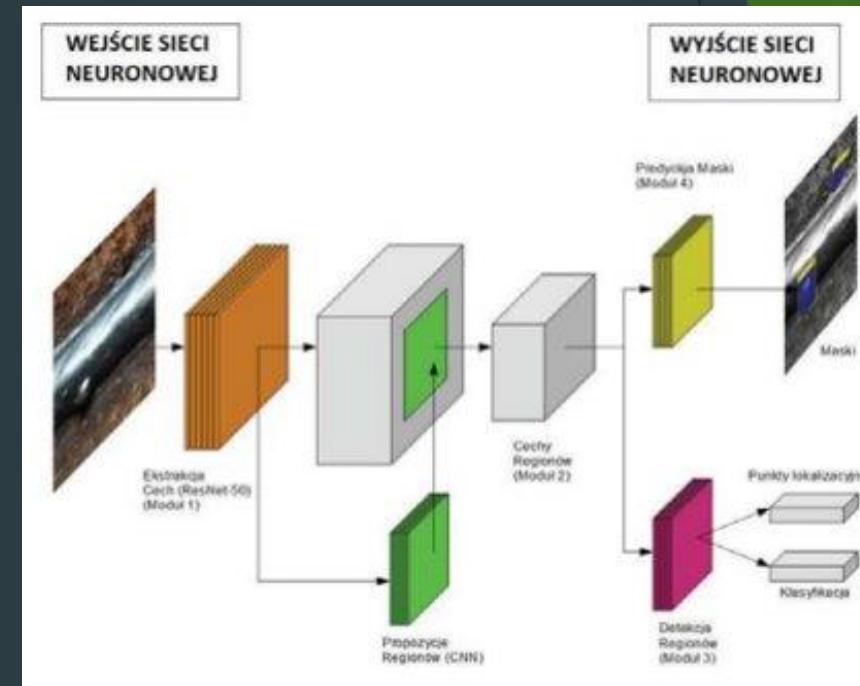
"Welding techniques for battery cells and resulting electrical contact resistances" - Martin Philipp J. Brand, Michael A. Schmidt, Michael F. Zaeh, Andreas Jossen, 2015

6. Metoda detekcji wad spawalniczych w stanowisku zrobotyzowanym z wykorzystaniem głębokiej sieci neuronowej

Zarządzanie jakością jest podstawowym elementem procesu produkcyjnego. Procesy spawalnicze mogą powodować wady w produkcie, które są szkodliwe dla jakości produktu końcowego. Kontrola wizualna jest jednym z pierwszych i obowiązkowych badań poprawności wykonanego połączenia spawalniczego zaliczanego do badań nieniszczących.

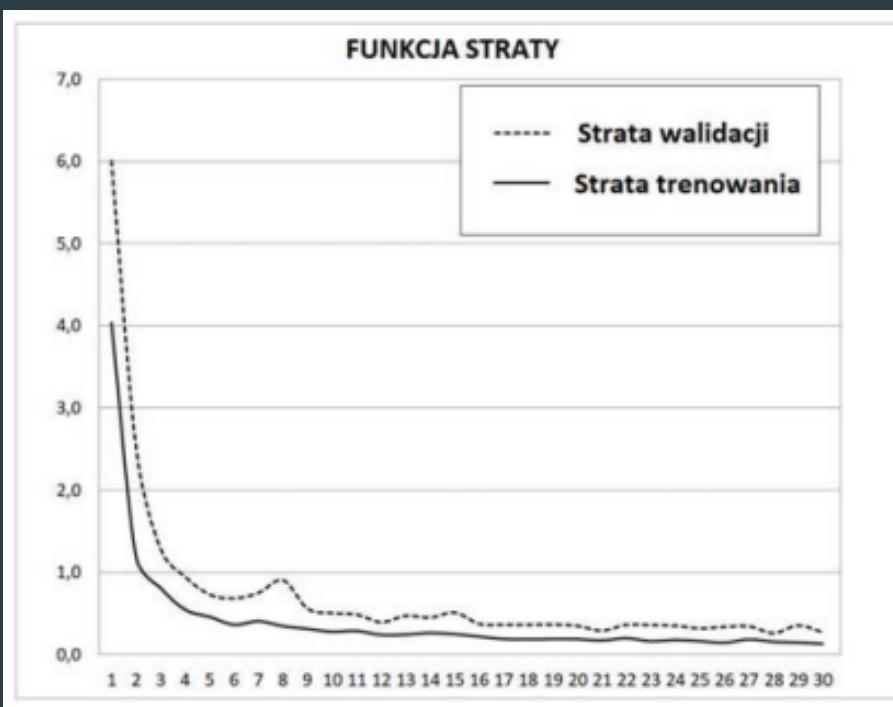


5.12. Jedna z analizowanych spoin [18]



5.13. Schemat systemu neuronowego detekcji wad spawalniczych oparty o architekturę Mask-RCNN [18]

"Metoda detekcji wad spawalniczych w stanowisku zrobotyzowanym z wykorzystaniem głębokiej sieci neuronowej" Adamczak Arkadiusz, 2021



5.14. Wartość błędu podczas procesu uczenia będący sumaryczną wartością błędów poszczególnych wyjść [18]

Wynikiem działania systemu opartego o głęboką sieć neuronową jest informacja na podstawie wykonanego zdjęcia w postaci trzech danych wyjściowych:

- ▶ segmentacja wady spoiny na obrazie maska o wymiarach $H \times W$
- ▶ lokalizacja wady spoiny na obrazie
- ▶ klasyfikacja wady spoiny na obrazie

Dzięki zastosowaniu segmentacji instancji wady spawalniczej zostały oznaczone wszystkie wady występujące na obrazie i na podstawie nałożenia wygenerowanej maski na obraz wejściowy spoiny. Jednoznaczna lokalizacja, rozmiar i rodzaj defektu spawalniczego umożliwiły ocenę czy dana spoina spełnia założone wymogi jakościowe. System na danych testowych osiągnął dokładność rozpoznawania spoin na poziomie 95,3%.

6. Założenia projektowe

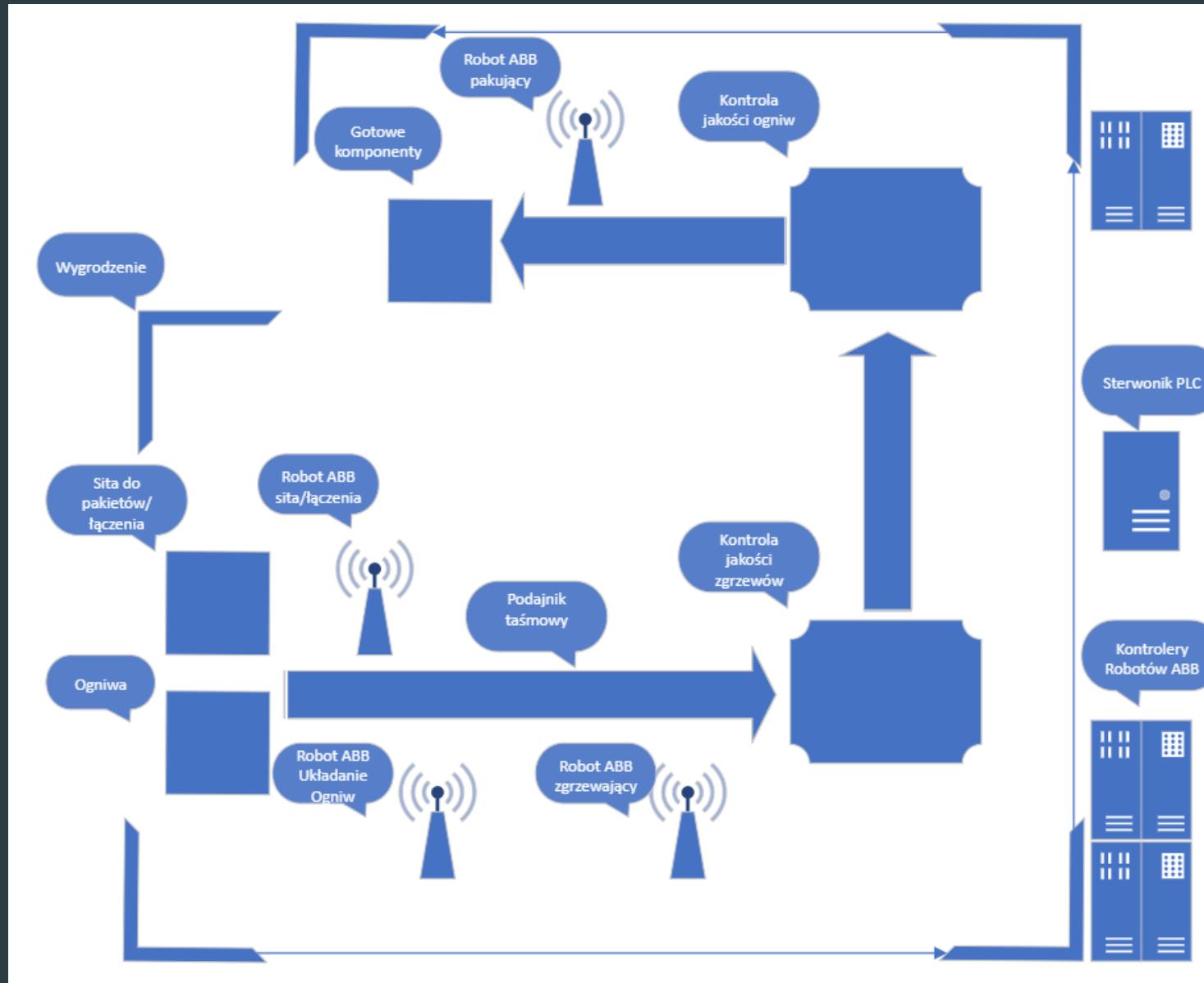


- ▶ Projekt zakłada robotyzację produkcji modułów akumulatorów trakcyjnych.
- ▶ Do tego celu zaprojektowane zostanie, linia produkcyjna, które będzie składać się z gotowych jak i autorskich rozwiązań.
- ▶ Linia produkcyjna będzie wyposażona w specjalne czujniki, które będą umożliwiać kontrolę, punktów zgrzewania oraz ułożenia ogniw akumulatorowych.
- ▶ Do sprawdzania poprawności punktów zgrzewania będzie wykorzystywany układ wizyjny wyposażony w system uczenia głębokiego.
- ▶ W kiści robota zgrzewającego zamontowane będzie narzędzie wykonawcze, wyposażone w elektrody służące do zgrzewania punktowego za pomocą łuku elektrycznego.
- ▶ Na początku linii produkcyjnej umiejscowiony będzie robot, którego przeznaczeniem będzie pobieranie ogniw z magazynu i ustawienie ich w odpowiedniej pozycji do zgrzewania.

7. Layout stanowiska



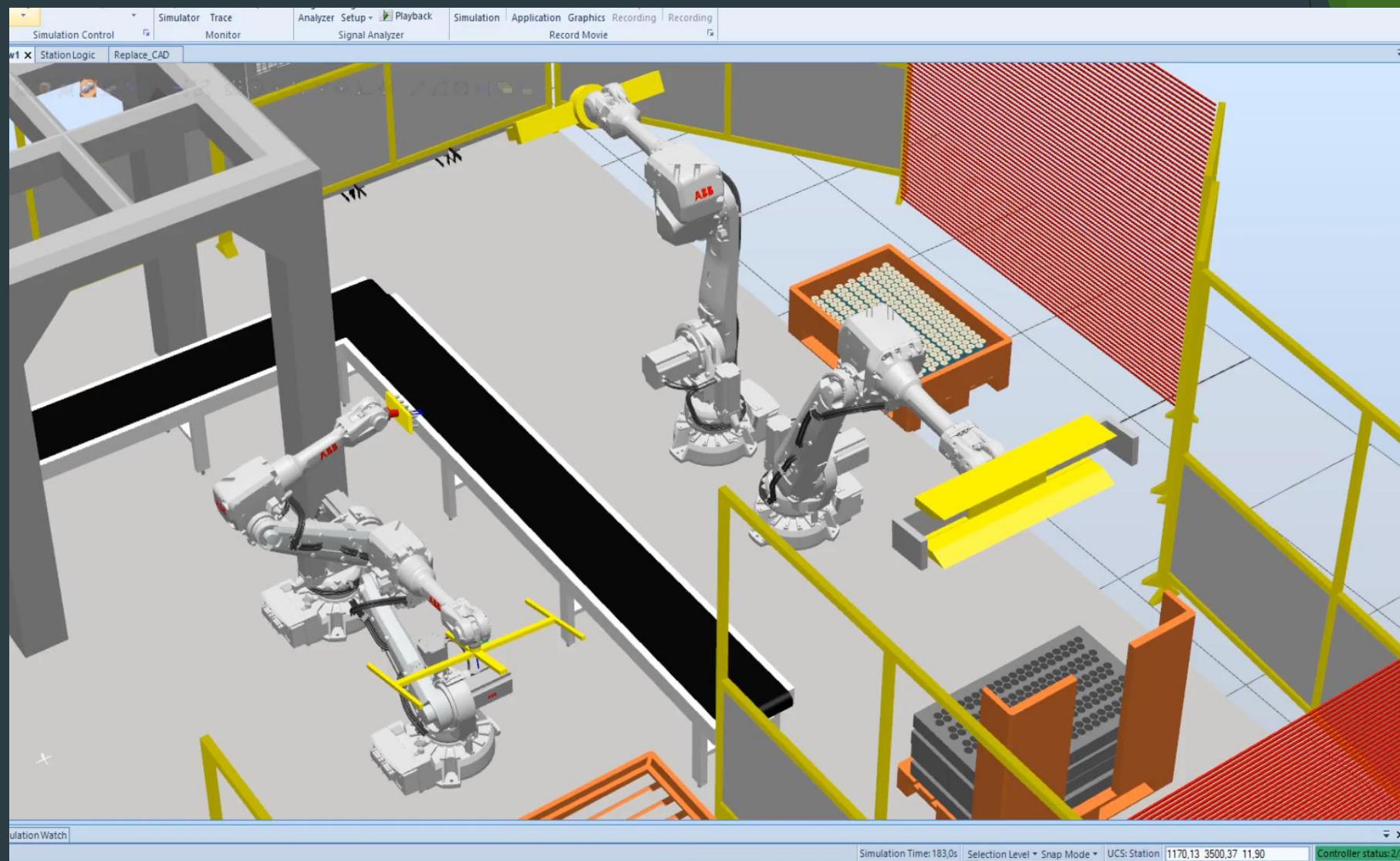
7. Wstępny Layout stanowiska



7.1. Wstępny Layout stanowiska

8. Stanowisko





8.1. Praca stacji

9. Kontrola jakości

Wykorzystanie przepływu materialów



Eliminacja wózków –
regał przepływowy

8. Układ wizyjny i sieć neuronowa

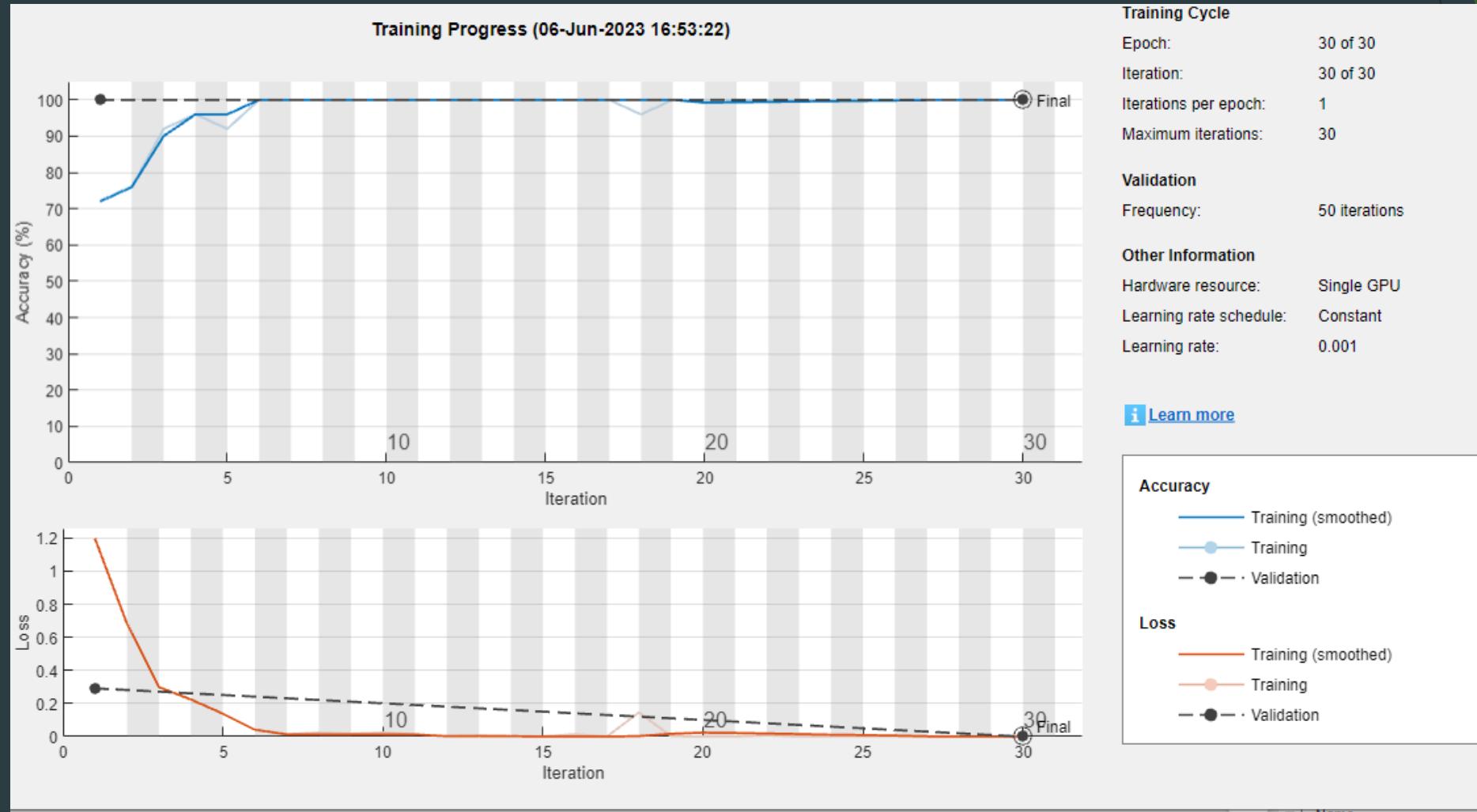


9.1. Rozkład klas



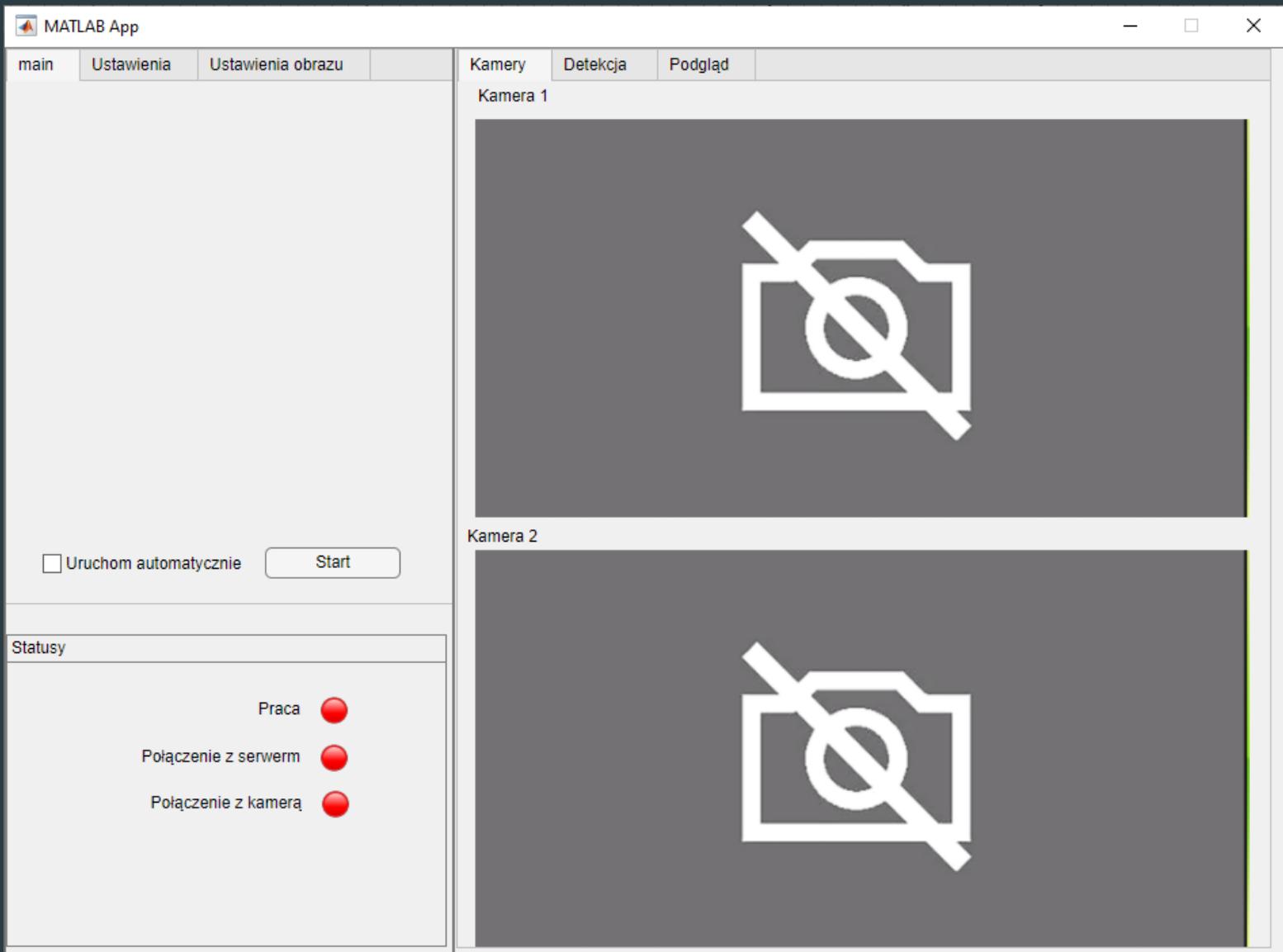
9.2. Przykładowe zdjęcia

Uczenie sieci



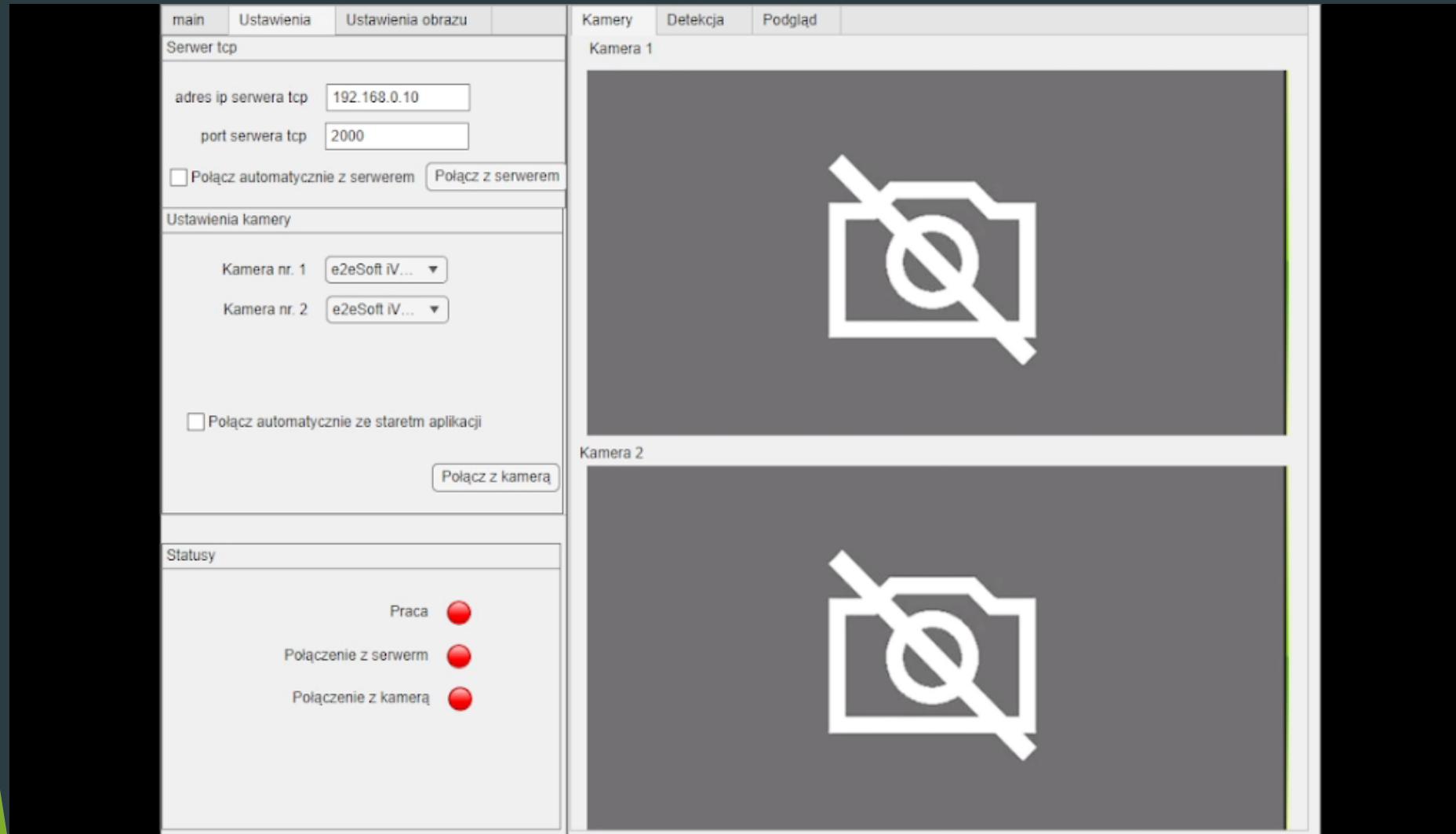
9.3. Proces uczenia sieci neuronowej

Wykorzystanie sieci w programie

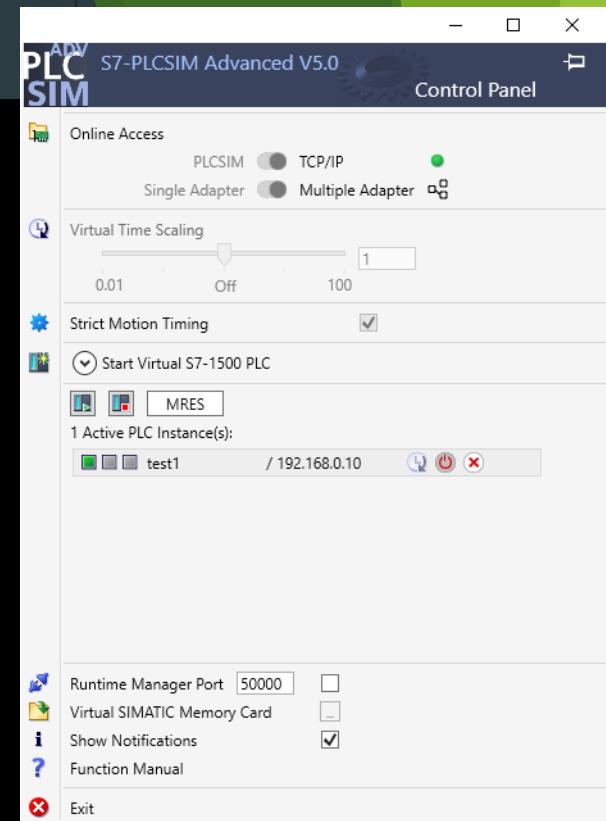


9.4. Aplikacja kliencka

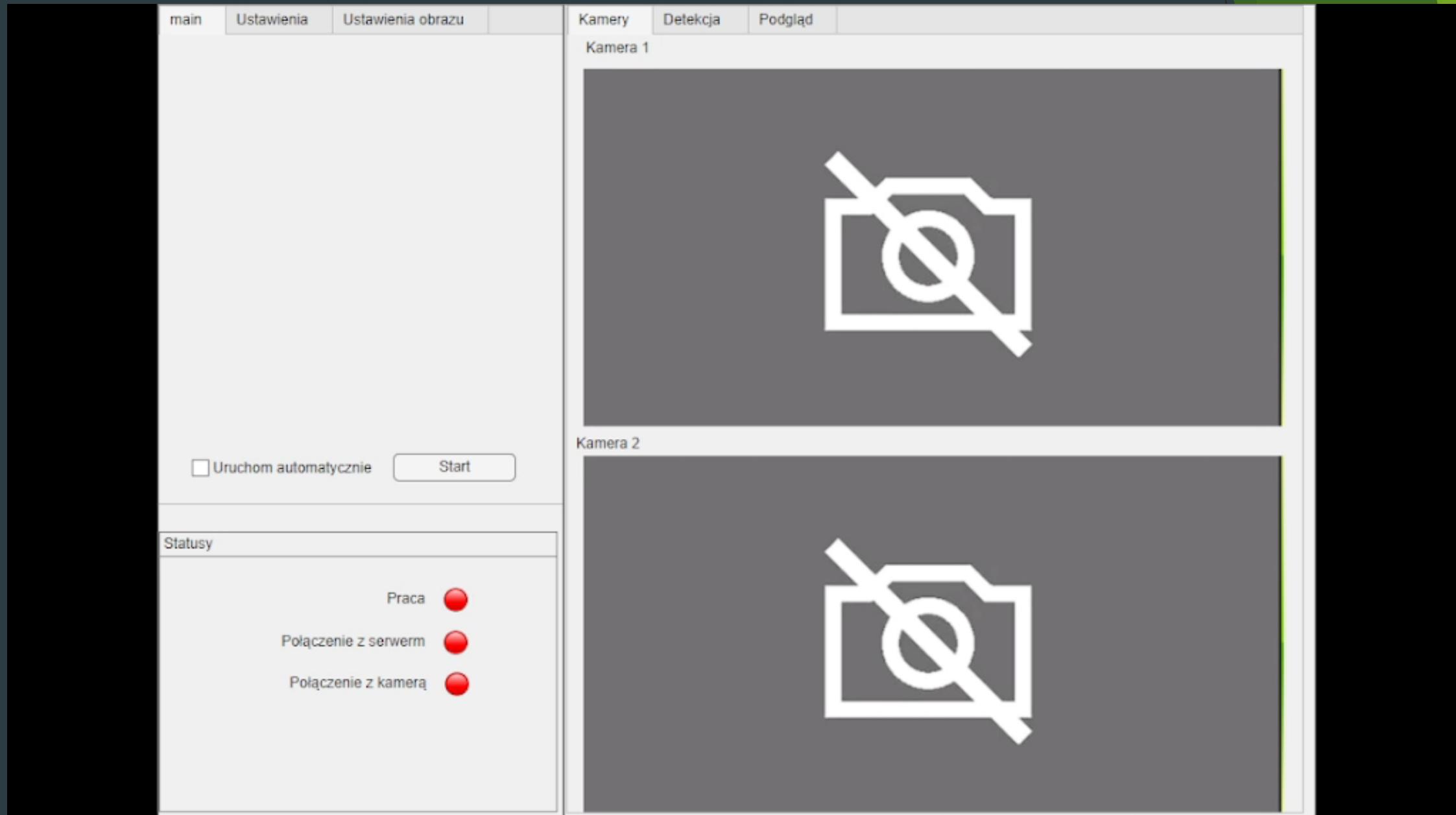
Połączenie z plc



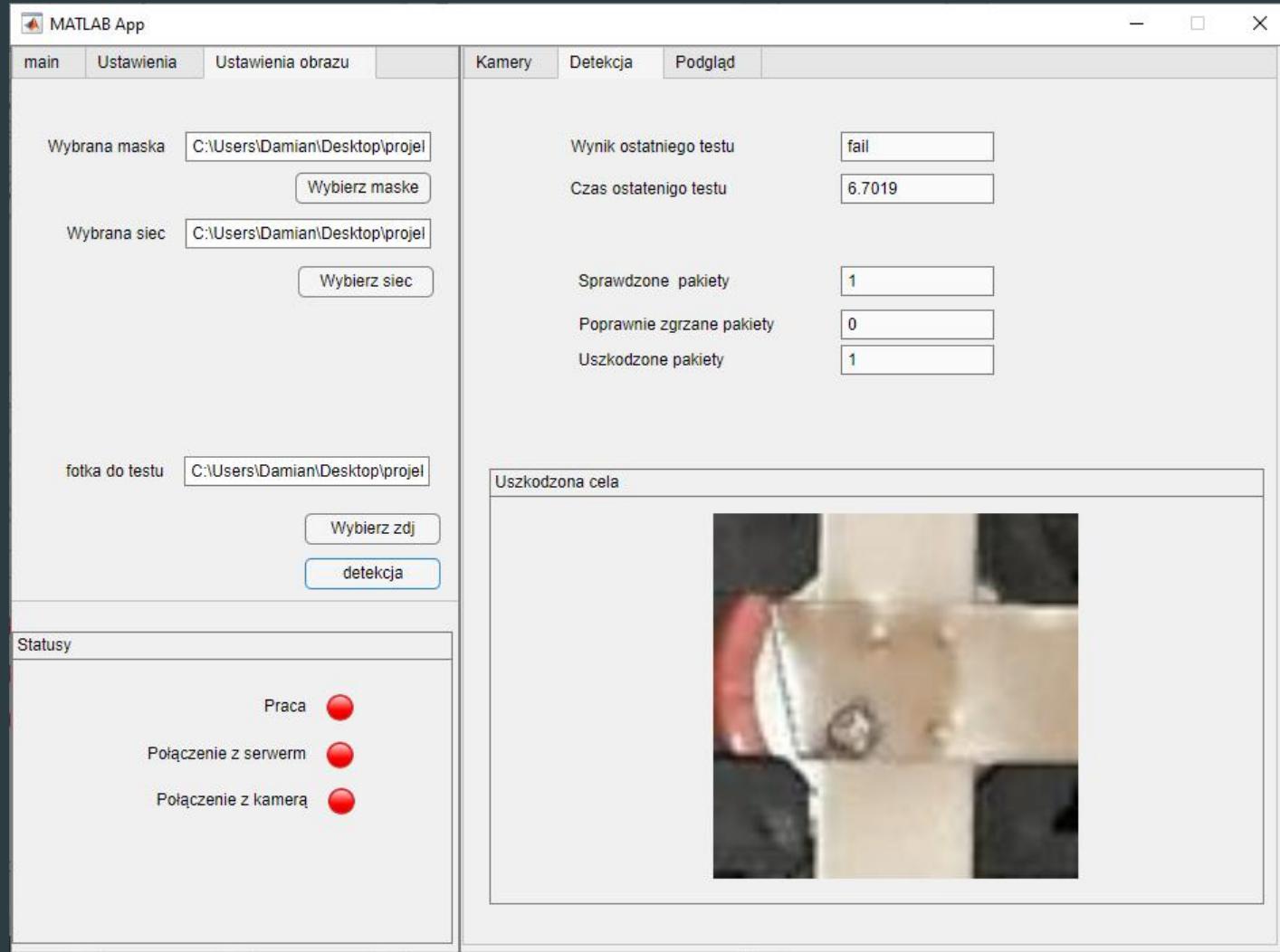
9.6. Łączenie z kamerami i serwerem tcp



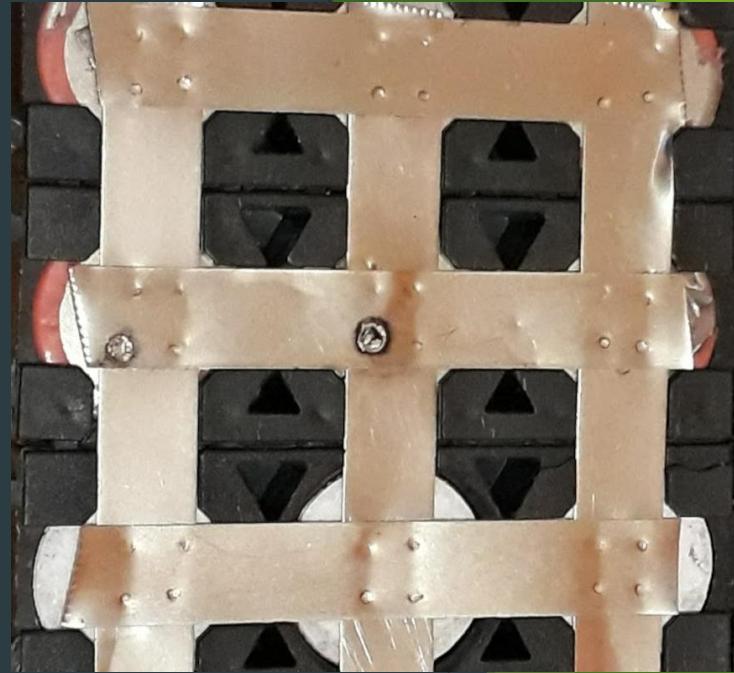
9.5. Konfiguracja PLC



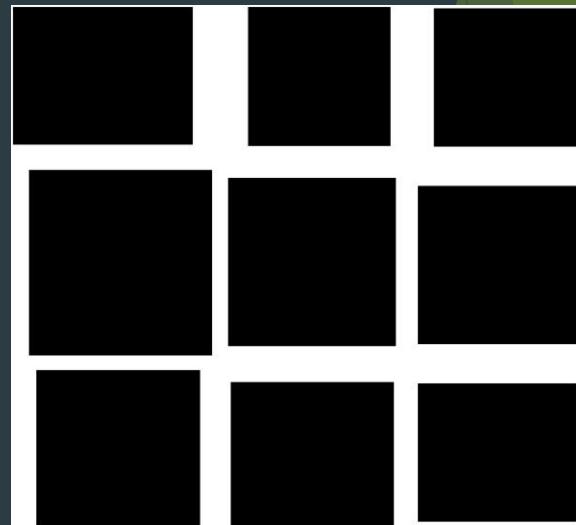
9.7. Uruchomienie testów



9.8. Wyniki sieci

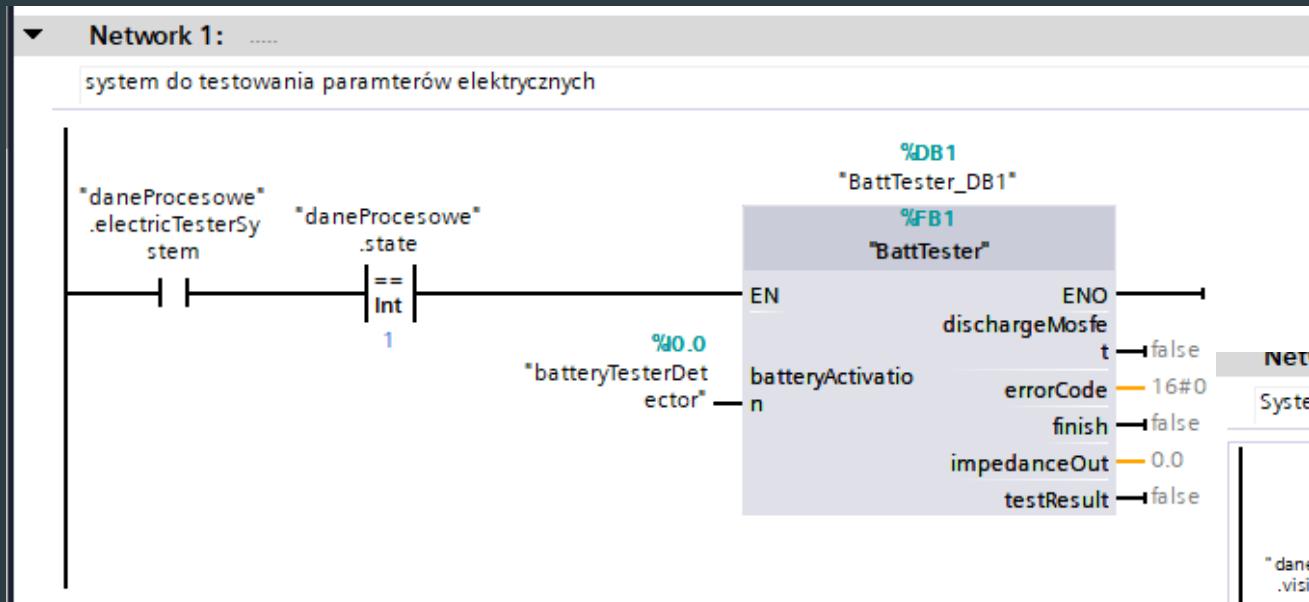


9.9. Analizowany obraz

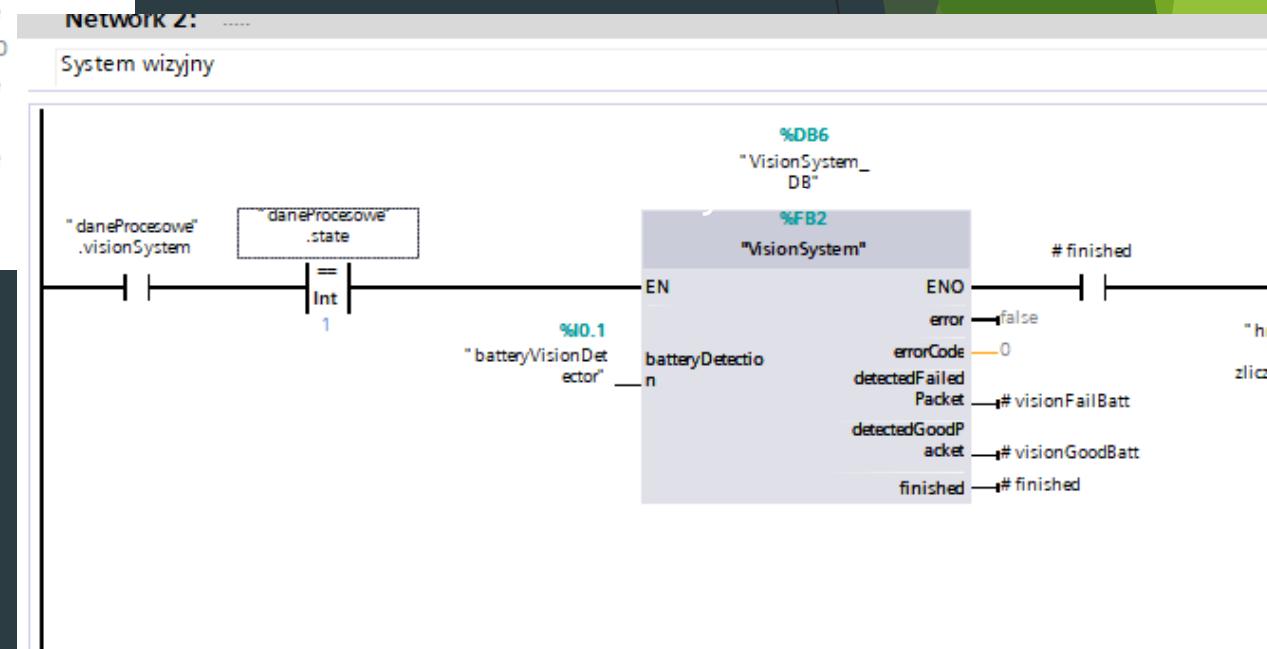


9.10. Wybrana maska obrazu

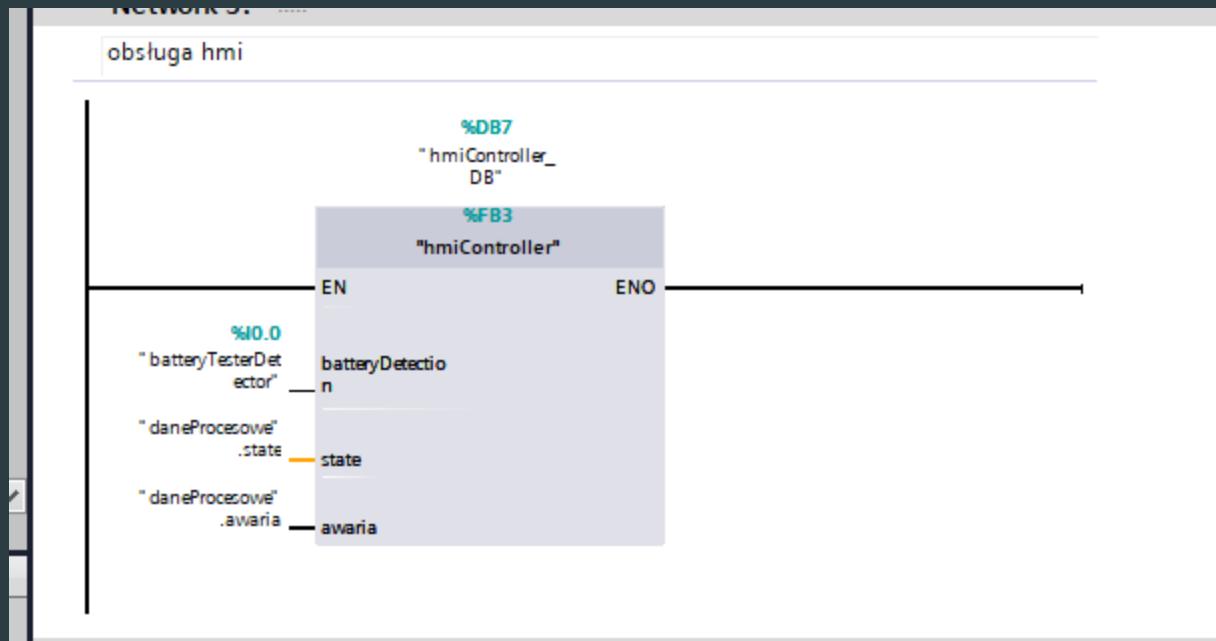
PLC



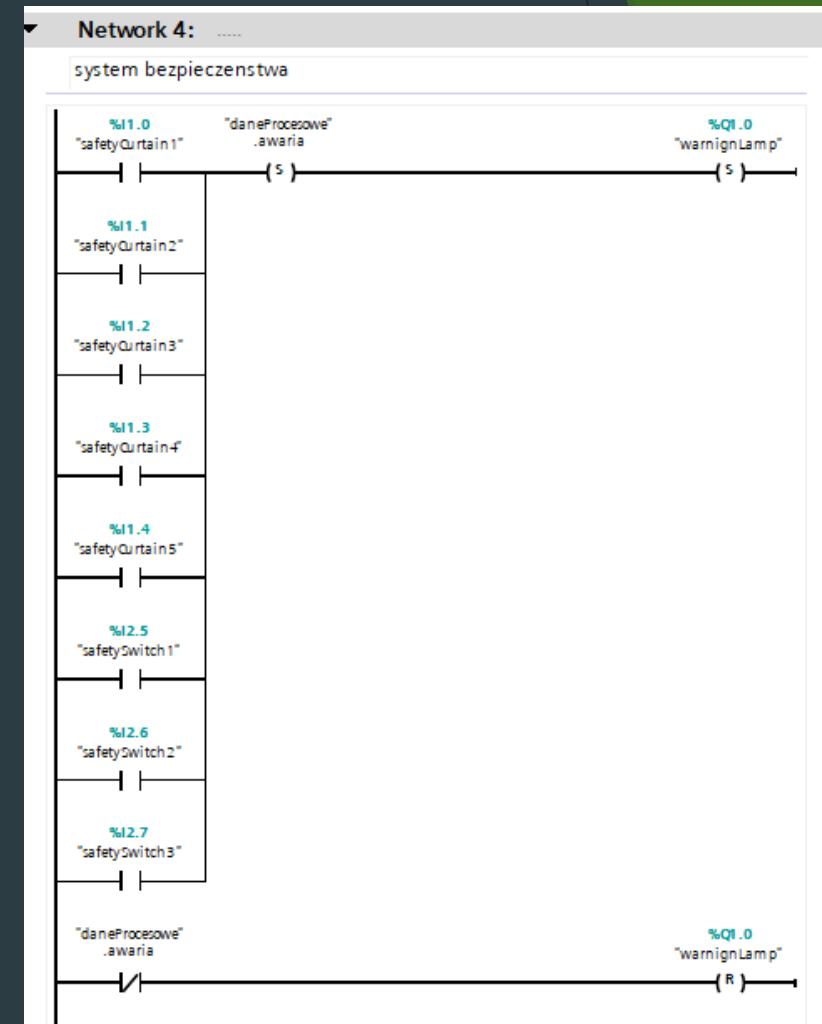
9.11. Uruchomienie pomiarów parametrów baterii



9.12. System wizyjny

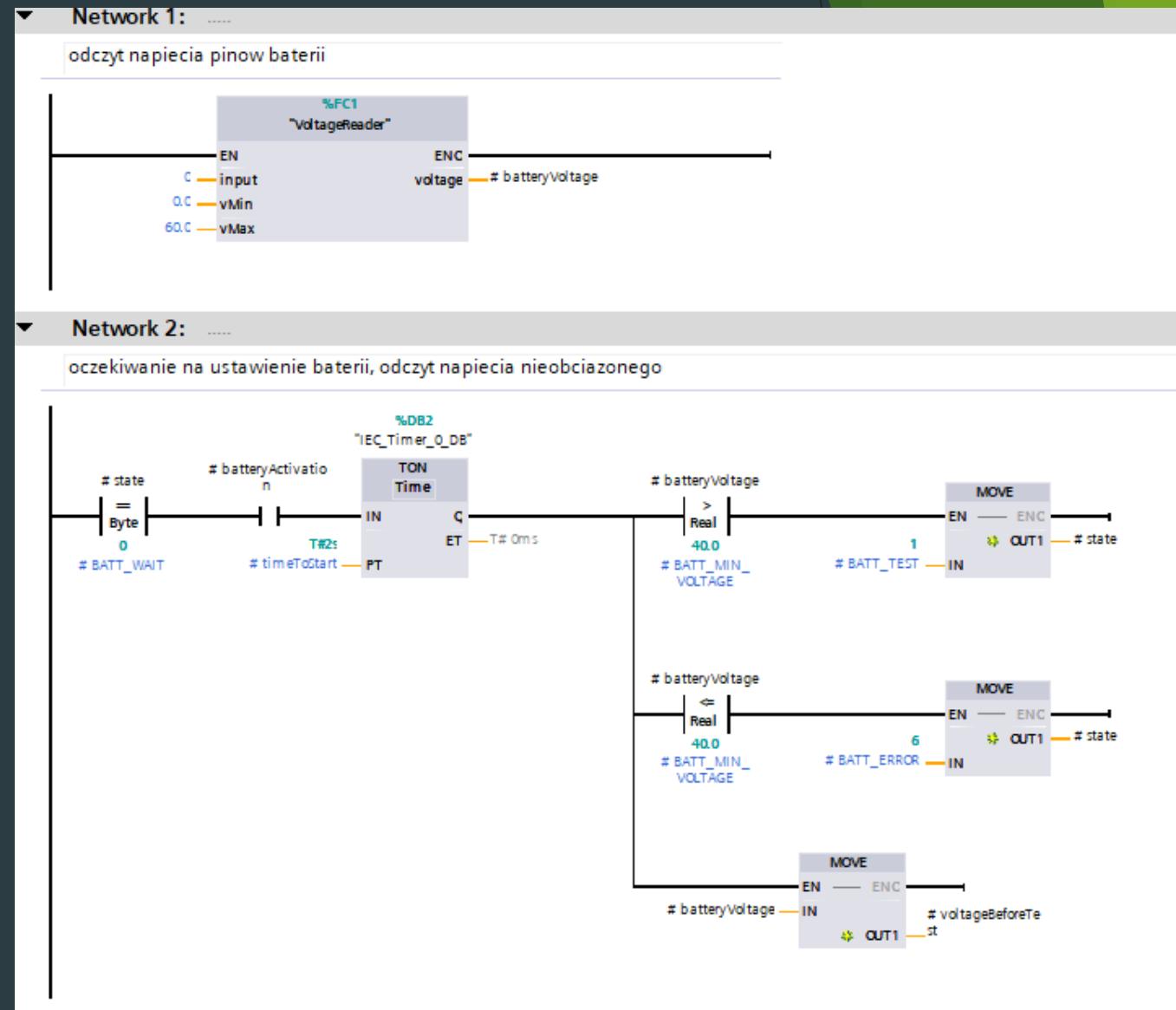


9.13. Obsługa HMI

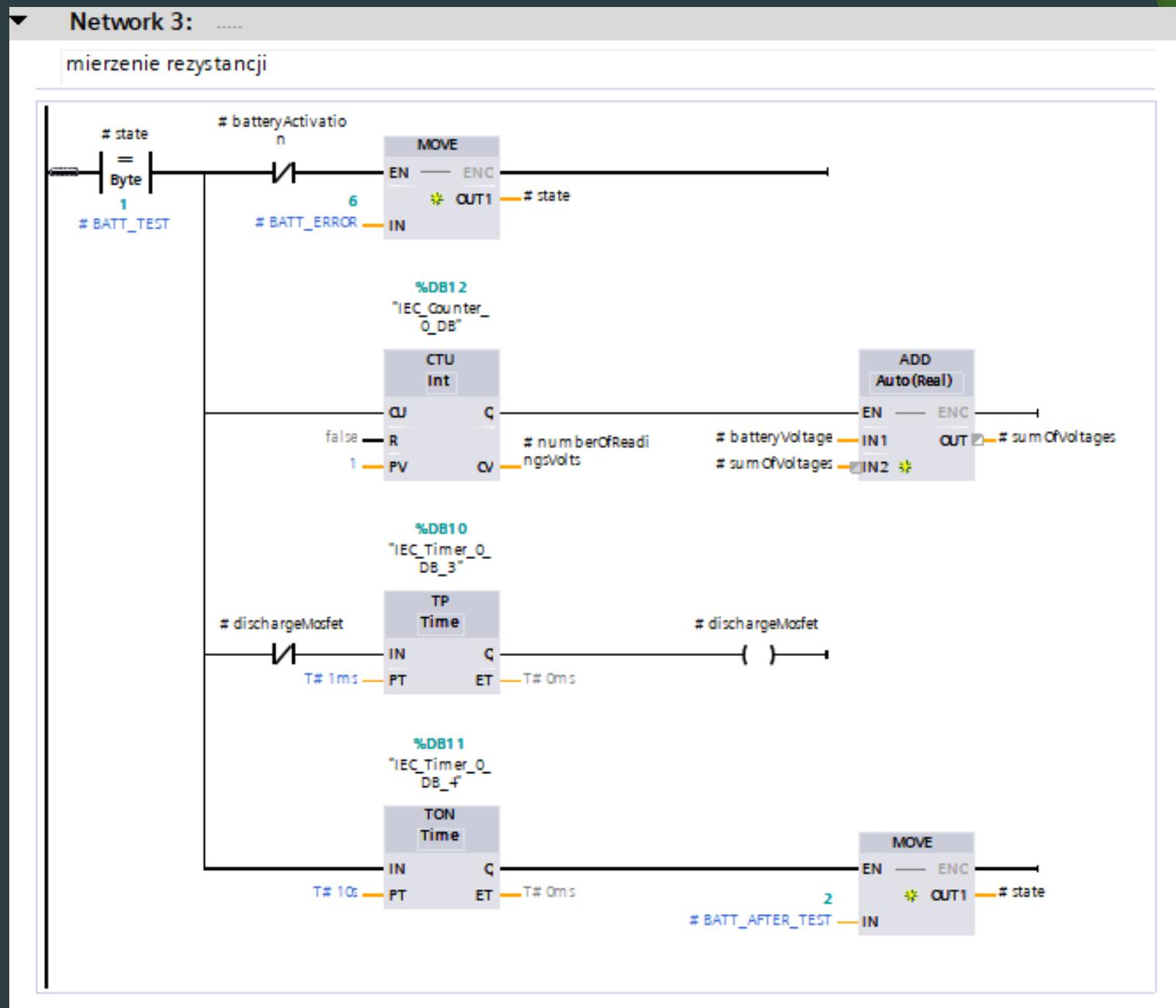


9.14. System bezpieczeństwa

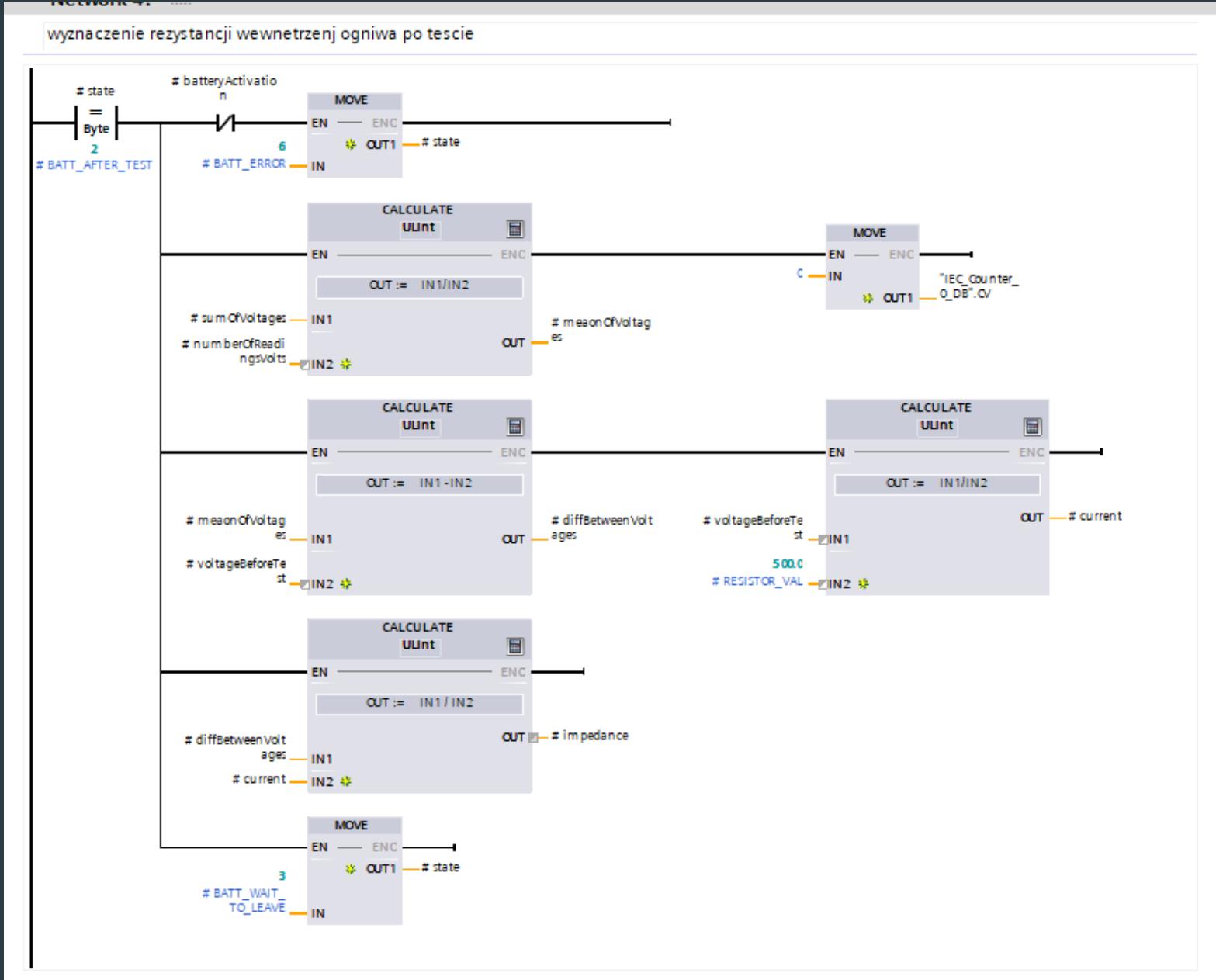
Testowanie baterii



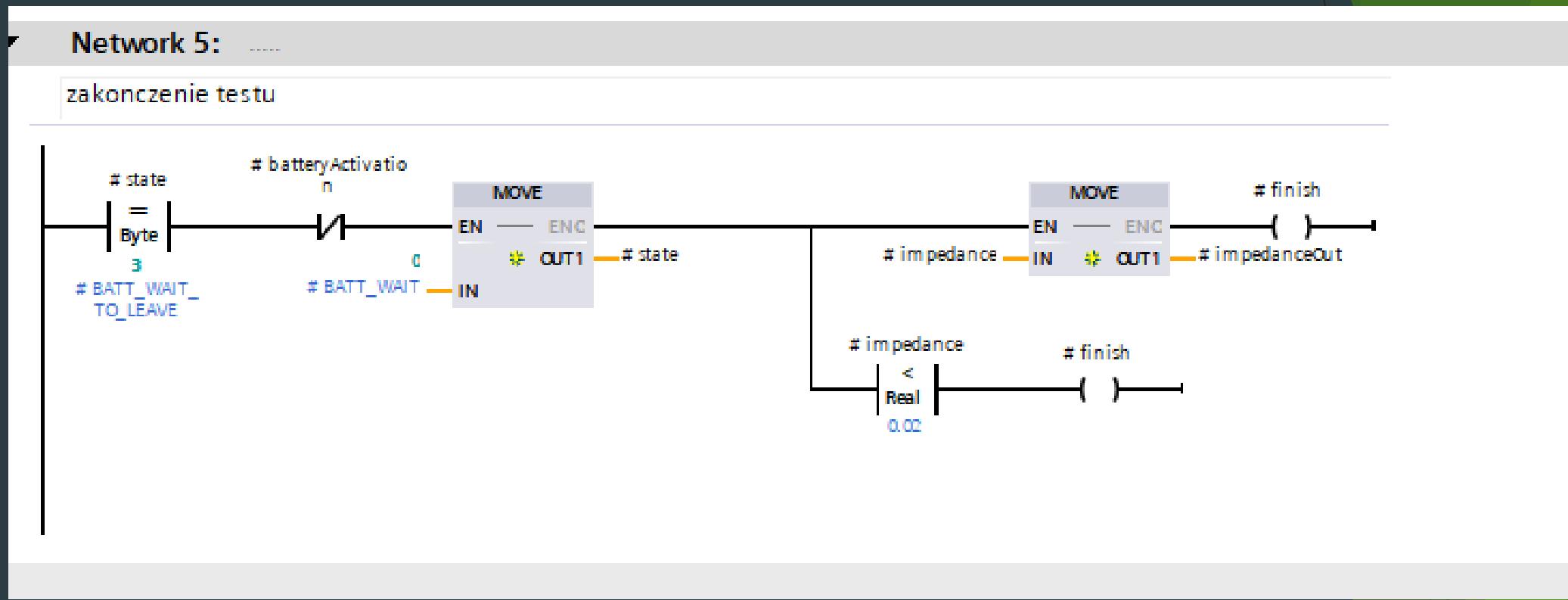
9.15. Maszyna stanu do analitycznego testu baterii



9.16. Pomiar rezystancji wewnętrznej, przy $f=1\text{kHz}$

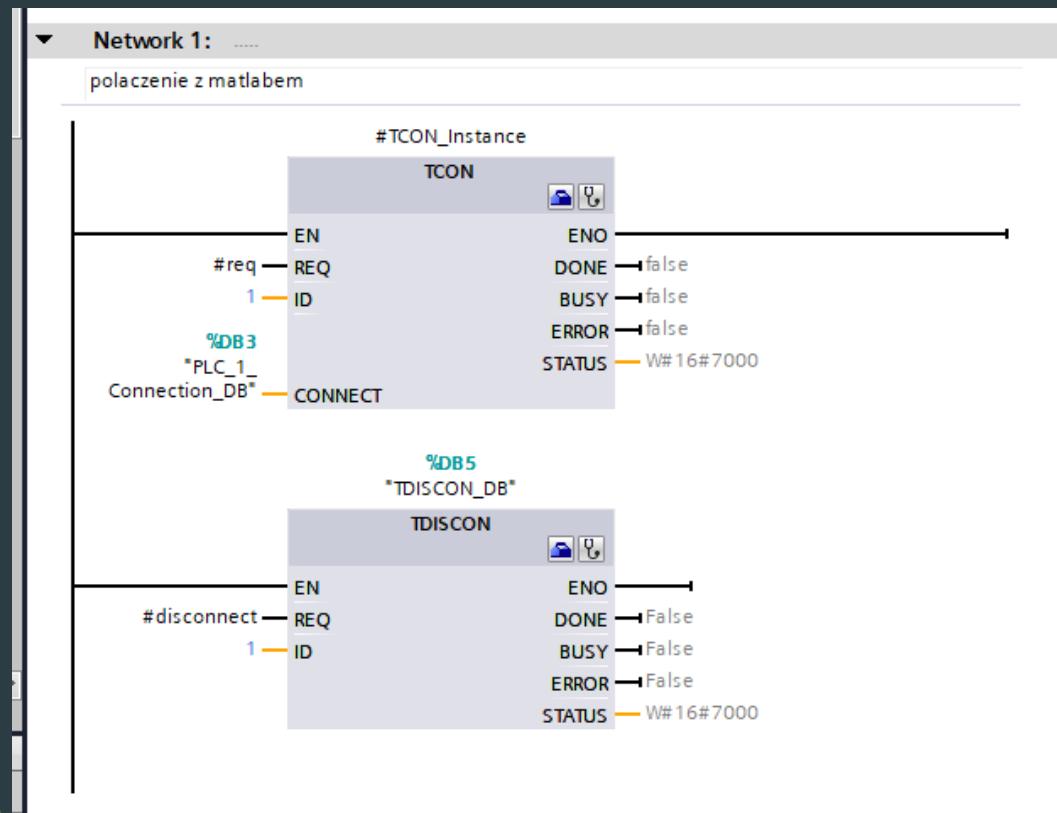


9.17. Obliczenie rezystancji



9.18. Analiza rezystancji i oczekiwanie na opuszczenie stanowiska

System wizyjny



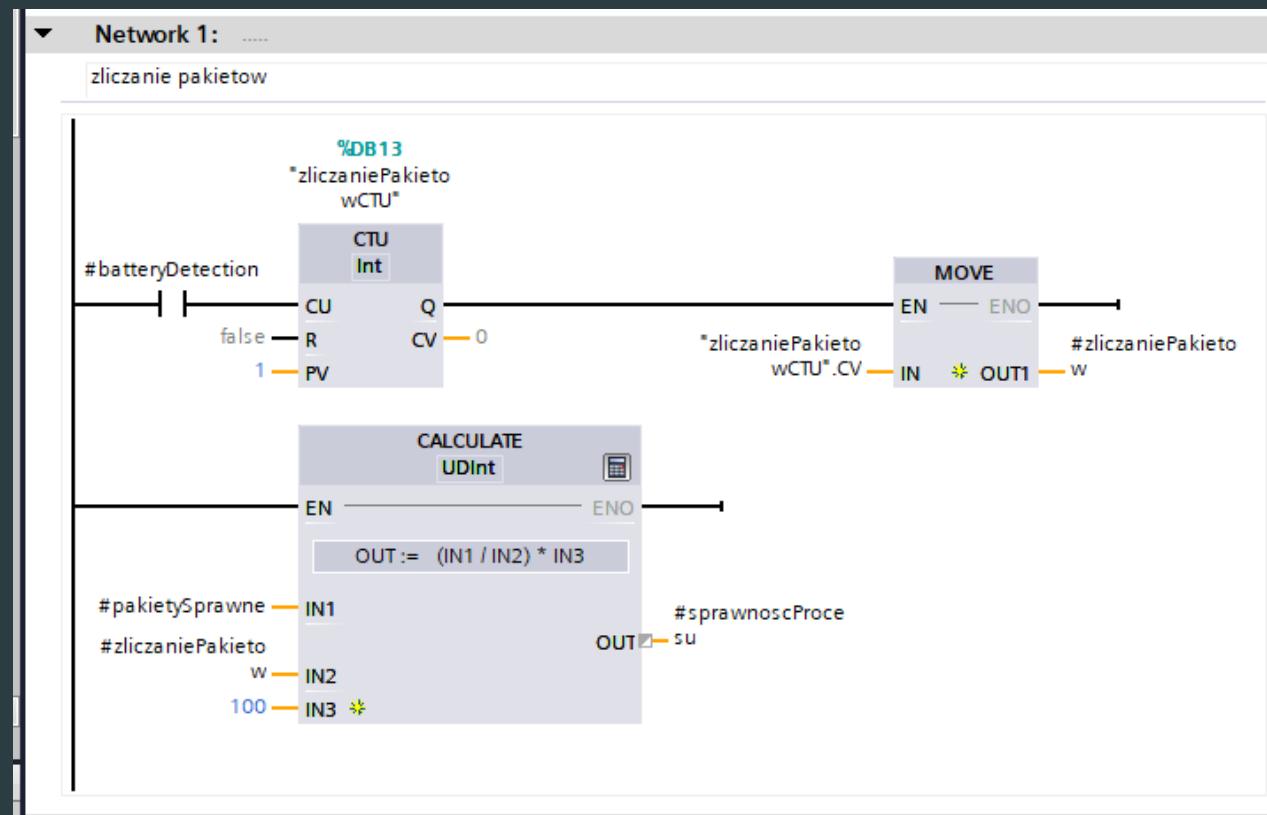
9.19. Serwer TCP

maszyna stanu do testowania zgrzewów

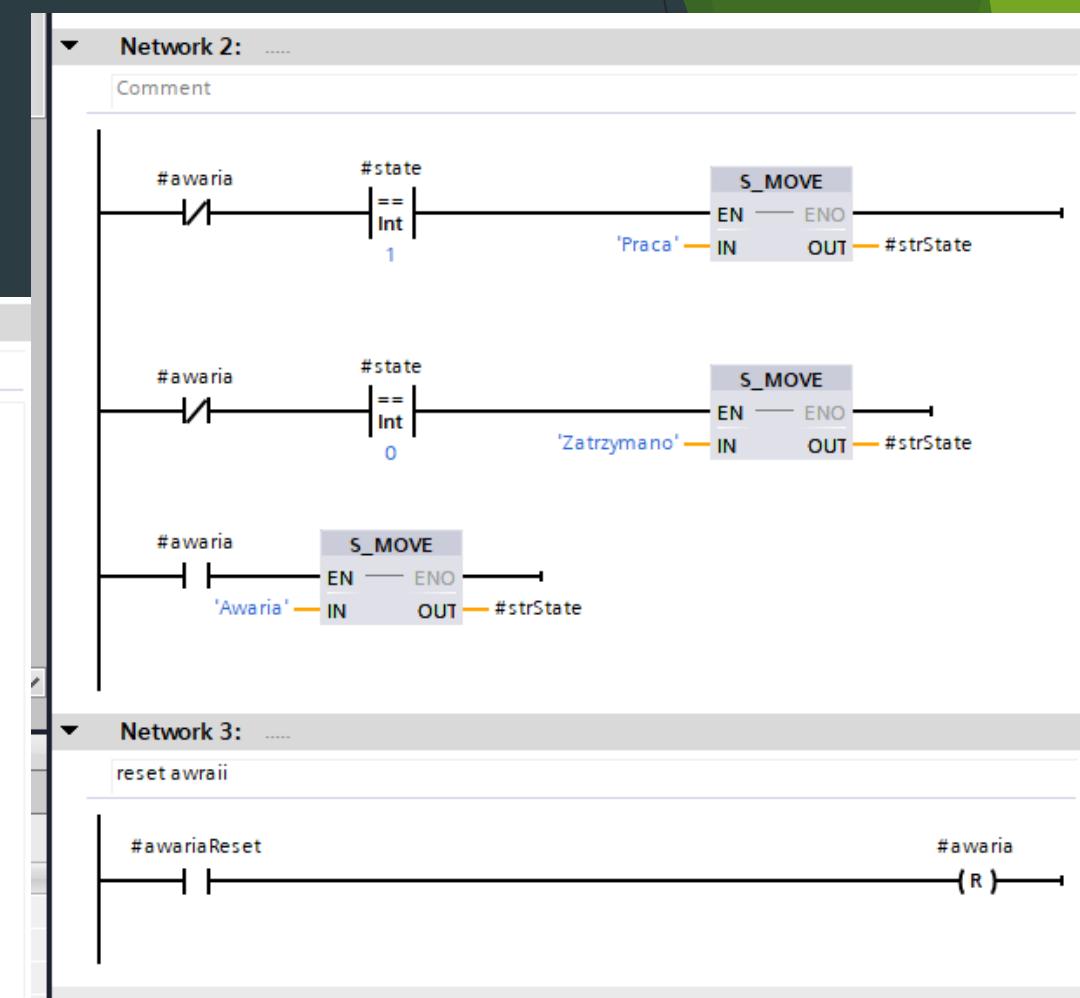
```
1 // maszyna stanu
2 CASE #state OF
3   1: // oczekiwanie na baterie
4     IF #batteryDetection THEN
5       #batteryDetectionRisingEdge := true;
6       #state := 2; // zmiana stanu na 2
7     END_IF;
8   2: // wykryto baterie, wyslanie informacji do systemu wizyjnego
9     // wyslanie
10    #dataToSend[0] := 5;
11    #dataToSend[1] := 0;
12    "TSEND_DB".TSEND(REQ:=TRUE,
13                      ID:=1,
14                      LEN:=2,
15                      DATA:="#dataToSend");
16    #state := 3;
17
18  3: // odebranie i analiza odpowiedzi
19    "TRCV_DB_1".TRCV(EN_R:=true,
20                      ID:=1,
21                      LEN:=2,
22                      RCVD_LEN:>#receivedDataLen,
23                      DATA:="#recivedData");
24    IF #receivedDataLen > 0 THEN
25      IF #recivedData[0] = 6 AND #recivedData[1] = 1 AND #finished = 0 THEN
26        #state := 4;
27        #detectedFailedPacket := 1;
28        #finished := 1;
29      ELSE
30        #state := 4;
31        #detectedGoodPacket := 1;
32        #finished := 1;
33      END_IF;
34    END_IF;
35  4: // oczekiwanie na opuszczenie baterii
36  #detectedFailedPacket := 0;
37  #detectedGoodPacket := 0;
38  IF #batteryDetection = false THEN
39    #state := 1;
40  END_IF;
41 END_CASE;
```

9.20. Maszyna stanu - system wizyjny

PLC - obsługa HMI

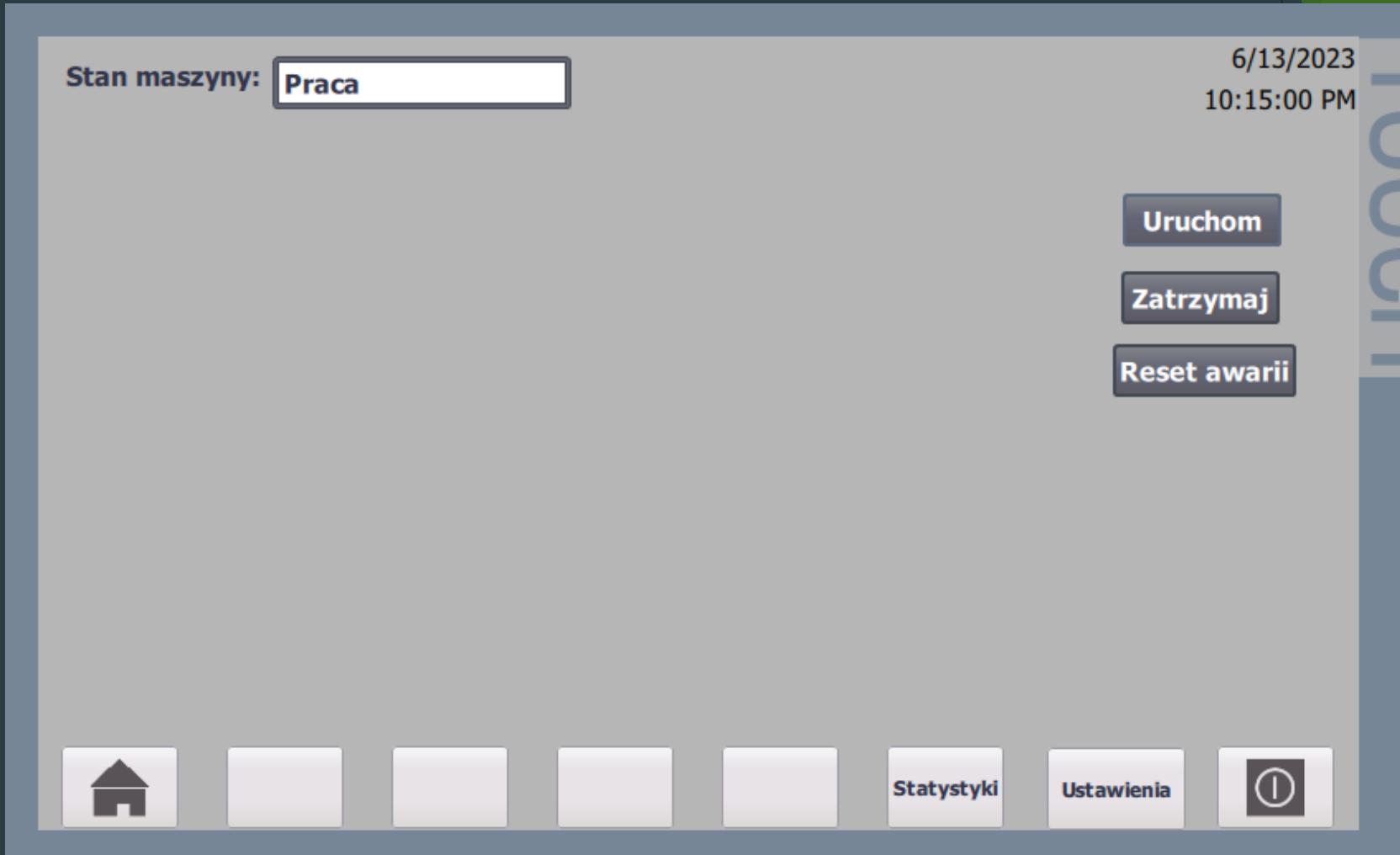


9.21. Zliczanie pakietów



9.22. Obsługa stanów awaryjnych

HMI



9.23. Ekran główny hmi

6/13/2023

10:15:20 PM

System wizyjny



Testy elektryczne pakietów



9.23. Ustawienia procesu

6/13/2023

10:36:07 PM

Ogólne

Wykonane pakiety

8

Uszkodzone pakiety

1

Sprawne pakiety

7

Sprawność procesu

+88

Statystki uszkodzeń

Pakiety z uszkodzonymi zgrzewami

1

Pakiety z uszkodzonymi ogniwami

0



9.25. Statystyki produkcji

Bibliografia

- [1] <https://magazynprzemyslowy.pl/artykuly/roboty-przemyslowe-koronawirus-wstrzymal-tylko-nieznacznie-robotyzacje-raport-2021>
- [2] <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02222-1>
- [3] <https://automatykab2b.pl/gospodarka/55246-raport-world-robotics-2021-branza-elektroniczna-najwiekszym-odbiorcą-robotow>
- [4] <https://controlengineering.pl/rynek-robotow-przemyslowych-i-wspolpracujacych-dzis-i-za-kilka-lat>
- [5] https://f.hubspotusercontent30.net/hubfs/2770580/Genesis -Automated_Battery_Welding_Systems.pdf
- [6] <https://figel.pl/wiedza/technologia-spawania/zgrzewanie-rezystancyjne/>
- [7] <http://www.e-spawalnik.pl/?zgrzewanie-punktowe,64>
- [8] <https://www.akademiaspawania.pl/oferta/lutowanie-zgrzewanie/kurs-lutowanie-indukcyjne.html>
- [9] <https://spawalnictwo.blogspot.com/2009/03/zgrzewanie-indukcyjne.html>
- [10] <https://www.tomsonic.pl/zgrzewanie-ultradzwiekowe/>
- [11] <https://automatykab2b.pl/technika/55108-ultradzwieki-w-przemysle-przeglad-zastosowan>
- [12] https://www.trumpf.com/pl_PL/rozwiazania/zastosowania/spawanie-laserowe/laserowe-zgrzewanie-tworzyw-sztucznych/
- [13] <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-34e67fa4-fff2-409e-894b-14136854e163>
- [14] https://www.engineerxxi.ath.eu/wp-content/uploads/2021/12/engineerxxi_2021_vol1_33.pdf
- [15] <http://www.wydawnictwo.wst.pl/uploads/files/345244edd3471d39d7796986d0983654.pdf#page=101>
- [16] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095495620307075#s0070>
- [17] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352152X15000055>
- [18] <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-8904968c-e3df-42bd-8060-f7ee2d5cb02d>

Dziękujemy za uwagę!