|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **POLITECHNIKA KRAKOWSKA im. T. Kościuszki**  Wydział Mechaniczny  **Katedra Pojazdów Szynowych i Transportu** |  |

Kierunek studiów: **Środki Transportu i Logistyka**

Specjalność: **Logistyka i Spedycja**

STUDIA STACJONARNE

**PRACA DYPLOMOWA**

MAGISTERSKA

inż. **Jakub Tomczyk**

Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w przewidywaniu losowych zdarzeń podczas transportu towarów

The application of artificial neural networks in predicting random events during the transportation of goods

Promotor:

dr inż. **Augustyn Krzysztof Lorenc**

Kraków, rok akad. 2022/2023



Spis treści

[1. Cel i zakres prasy 10](#_Toc135986988)

[2. Wstęp 11](#_Toc135986989)

[3. Podstawy projektowe 12](#_Toc135986990)

[**3.1. Sztuczna inteligencja w logistyce** 12](#_Toc135986991)

[**3.2. Sztuczne sieci neuronowe** 13](#_Toc135986992)

[**3.3. Analiza i inżynieria danych** 14](#_Toc135986993)

[4. Założenia projektowe 15](#_Toc135986994)

[**4.1. Dane** 4](#_Toc135986995)

[**4.2. Oprogramowanie** 4](#_Toc135986996)

[5. Wykonanie projektu 6](#_Toc135986997)

[**5.1. Biblioteki Pythona** 6](#_Toc135986998)

[**5.1.1. NumPy** 6](#_Toc135986999)

[**5.1.2. Matplotlib** 7](#_Toc135987000)

[**5.1.3. Pandas** 7](#_Toc135987001)

[**5.1.4. TensorFlow** 8](#_Toc135987002)

[**5.2. Przygotowanie danych** 9](#_Toc135987003)

[**5.3. Sieć neuronowa** 9](#_Toc135987004)

[**5.4. Graficzne przedstawienie wyników** 9](#_Toc135987005)

[**5.5. Analiza wyników** 10](#_Toc135987006)

[6. Wnioski 11](#_Toc135987007)

[Literatura 12](#_Toc135987008)

[Summary 13](#_Toc135987009)

[Spis załączników 14](#_Toc135987010)

# 1. Cel i zakres prasy

Celem niniejszej pracy magisterskiej jest zaprojektowanie sztucznej sieci neuronowej, która zostanie wykorzystana do prognozowania losowych zdarzeń podczas transportowania towarów.

Projekt dedykowany będzie firmom logistycznym, przewoźnikom transportującym towary, na których stan mogą niekorzystnie wpłynąć zmiany w temperaturze.

Praca składa się z dwóch części: teoretycznej i praktycznej. W części teoretycznej przybliżone zostaną podstawy teoretyczne zagadnień poruszonych w pracy, oraz przykłady praktycznych zastosowań sztucznej inteligencji w wiodących firmach logistycznych., opis sztucznej sieci neuronowej, przedstawienie technologii wykorzystanych przy projektowaniu sieci. Częścią praktyczną jest zamodelowanie sieci neuronowej oraz wizualizacja predykcji.

Do wykonania projektu wykorzystano język programistyczny Python 3.

# 2. Wstęp

W dzisiejszych czasach, branża logistyczna odgrywa kluczową rolę w globalnej gospodarce. Wraz ze wzrostem globalizacji i e-commerce, rośnie również zapotrzebowanie na usługi logistyczne, co stawia przed nią coraz większe wyzwania. Jednym z najważniejszych wyzwań, przed którymi stoi branża logistyczna, jest zapewnienie niezawodności transportu towarów. Wiele losowych zdarzeń może wpłynąć na niezawodność transportu towarów, takich jak opóźnienia w dostawach, zdarzenia losowe na drodze, awarie sprzętu czy problemy związane z magazynowaniem towarów.

Aby sprostać tym wyzwaniom, coraz więcej firm logistycznych zaczyna wykorzystywać sztuczne sieci neuronowe w celu przewidywania losowych zdarzeń podczas transportowania towarów. Sztuczne sieci neuronowe to jedna z technologii sztucznej inteligencji, która umożliwia analizę dużych zbiorów danych oraz generowanie prognoz na ich podstawie.

Zainteresowanie sztucznymi sieciami neuronowymi w branży logistycznej rośnie w tempie ekspotencjalnym. Według raportu firmy Allied Market Research, globalny rynek sztucznych sieci neuronowych w branży logistycznej wzrośnie z 712,2 milionów dolarów w 2020 roku do 1,98 miliarda dolarów w 2027 roku, co stanowi roczny wzrost o 16,4% w okresie prognozowanym.

# 3. Podstawy projektowe

W tym rozdziale zostaną omówione główne zagadnienia związane z tematem pracy. W pierwszym podrozdziale omówione zostaną ogólne zasady wykorzystania sztucznej inteligencji w logistyce, wraz z przykładami zastosowań w praktyce. Następnie zostaną przedstawione podstawy teoretyczne sztucznych sieci neuronowych, w tym ich architektura, proces trenowania oraz różne rodzaje sieci. W kolejnym podrozdziale zostanie poruszona tematyka analizy i inżynierii danych, w tym procesy przetwarzania i czyszczenia danych, a także budowanie modeli predykcyjnych.

## **3.1. Sztuczna inteligencja w logistyce**

Sztuczna inteligencja (AI) to dziedzina informatyki, która umożliwia maszynom i systemom komputerowym podejmowanie decyzji i wykonywanie zadań, które dotychczas wykonywane były tylko przez ludzi. W logistyce, gdzie skuteczne planowanie, zarządzanie łańcuchem dostaw i koordynacja działań są kluczowe dla efektywności i konkurencyjności przedsiębiorstw, sztuczna inteligencja odgrywa coraz większą rolę.

Wśród najważniejszych zastosowań sztucznej inteligencji w logistyce należy wymienić:

Predykcja popytu: sztuczna inteligencja umożliwia dokładne przewidywanie zapotrzebowania na produkty lub usługi, co pozwala przedsiębiorstwom na optymalizację procesów produkcyjnych i dostaw, zmniejszenie kosztów magazynowania oraz poprawę jakości obsługi klienta.

Planowanie tras: dzięki sztucznej inteligencji możliwe jest skuteczne planowanie tras dostaw, uwzględniające wszelkie dostępne dane, takie jak ruch uliczny, informacje pogodowe, ograniczenia czasowe, itp.

Zarządzanie magazynami: sztuczna inteligencja pozwala na optymalizację procesów magazynowych, w tym na szybkie i precyzyjne określenie najlepszych lokalizacji dla magazynów, zoptymalizowanie procesów kompletacji zamówień, a także przewidywanie zapotrzebowania na poszczególne produkty.

Automatyzacja procesów: sztuczna inteligencja umożliwia automatyzację wielu procesów logistycznych, co pozwala na znaczne zmniejszenie kosztów i zwiększenie efektywności działań.

Przykłady konkretnych zastosowań sztucznej inteligencji w logistyce to m.in.:

* Wprowadzenie systemu AI w procesie planowania tras pozwoliło firmie UPS na zaoszczędzenie 8 milionów litrów paliwa rocznie oraz zmniejszenie emisji CO2 o ponad 20 tysięcy ton.
* Firma Amazon wykorzystuje sztuczną inteligencję do skutecznego zarządzania magazynami, w tym do przewidywania zapotrzebowania na poszczególne produkty, optymalizacji procesów pakowania i kompletacji zamówień, a także do monitorowania stanu magazynowego.
* Firma Maersk, jedna z największych firm transportowych na świecie, wykorzystuje sztuczną inteligencję do optymalizacji procesów logistycznych, w tym do predykcji popytu na transport morski, planowania tras oraz zarządzania magazynami.
* Firma DHL wykorzystuje sztuczną inteligencję do optymalizacji procesów transportowych, w tym do planowania tras oraz do zarządzania flotą pojazdów.
* Firma Coca-Cola wykorzystuje sztuczną inteligencję do predykcji popytu na produkty oraz do optymalizacji procesów magazynowych i transportowych.

Wprowadzenie sztucznej inteligencji do logistyki pozwala na znaczne zwiększenie efektywności działań, poprawę jakości obsługi klienta oraz znaczne obniżenie kosztów. W kontekście transportu towarów, zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do przewidywania losowych zdarzeń pozwoli na jeszcze dokładniejsze i precyzyjniejsze planowanie działań, co przyczyni się do zwiększenia efektywności transportu towarów oraz poprawy jakości obsługi klienta.

## **3.2. Sztuczne sieci neuronowe**

Sztuczne sieci neuronowe to modele matematyczne inspirowane funkcjonowaniem ludzkiego mózgu. Sieci neuronowe składają się z wielu połączonych ze sobą węzłów, zwanych neuronami, które przetwarzają informacje. Sieci te są zdolne do nauki i dostosowywania się do nowych danych, co czyni je bardzo skutecznymi w przewidywaniu losowych zdarzeń.

Sztuczne sieci neuronowe mogą mieć różną architekturę i różne funkcje aktywacji. Najpopularniejsze rodzaje sieci neuronowych to:

* Perceptron wielowarstwowy (MLP)
* Sieci rekurencyjne (RNN)
* Sieci konwolucyjne (CNN)

Perceptron wielowarstwowy składa się z jednej lub wielu warstw neuronów, gdzie każdy neuron jest połączony z każdym neuronem z poprzedniej i następnej warstwy. MLP wykorzystywany jest w zadaniach klasyfikacji, przewidywania i regresji.

Sieci rekurencyjne wykorzystywane są w zadaniach przetwarzania języka naturalnego, tłumaczenia maszynowego oraz przetwarzania czasowego. RNN posiada połączenia zwrotne między neuronami, co pozwala na przetwarzanie sekwencji danych.

Sieci konwolucyjne wykorzystywane są w zadaniach przetwarzania obrazów i dźwięków. CNN wykorzystuje filtrację i warstwy konwolucyjne, które pozwalają na ekstrakcję cech z obrazów i dźwięków.

Przykłady zastosowań sieci neuronowych to:

* przewidywanie popytu na produkty w handlu detalicznym,
* klasyfikacja dokumentów w przetwarzaniu języka naturalnego,
* diagnozowanie chorób na podstawie badań medycznych,
* przewidywanie wyników meczów w sporcie,
* rozpoznawanie twarzy w systemach zabezpieczeń,
* sterowanie robotami w przemyśle.

W kontekście transportu towarów, sieci neuronowe mogą być wykorzystane do przewidywania opóźnień w dostawach, szacowania czasu potrzebnego na dostarczenie towarów czy optymalizacji tras transportowych. Wykorzystanie sieci neuronowych pozwoli na dokładniejsze i bardziej efektywne planowanie działań w transporcie towarów.

## **3.3. Analiza i inżynieria danych**

Analiza i inżynieria danych to proces przetwarzania i wykorzystywania danych w celu uzyskania wiedzy oraz wyciągnięcia wniosków. W kontekście sztucznej inteligencji i sztucznych sieci neuronowych jest to kluczowy element, ponieważ jakość danych i ich odpowiednie przetworzenie ma wpływ na skuteczność i dokładność modeli sztucznej inteligencji.

Analiza danych umożliwia poznanie charakterystyki danych, ich wzorców oraz identyfikację problemów. W kolejnym etapie, inżynieria danych, czyli proces projektowania, tworzenia i utrzymania struktury danych, pozwala na wykorzystanie tych informacji w procesie uczenia maszynowego.

W kontekście sztucznych sieci neuronowych, analiza i inżynieria danych są niezwykle ważne. Sieci neuronowe uczą się na podstawie zbioru danych, więc jakość i ilość danych mają bezpośredni wpływ na jakość modelu. Wprowadzenie niedokładnych lub błędnych danych może prowadzić do nieprawidłowych wniosków i wyników.

Przykłady zastosowania analizy i inżynierii danych w kontekście AI i sztucznych sieci neuronowych to:

* Przygotowanie danych do uczenia maszynowego, w tym czyszczenie, normalizacja i transformacja danych.
* Identyfikacja istotnych cech danych, które mają wpływ na wynik modelu.
* Optymalizacja procesu uczenia maszynowego, poprzez wykorzystanie odpowiednich algorytmów i technik, takich jak walidacja krzyżowa.
* Monitorowanie i ocena modelu, w celu wykrycia błędów i poprawy dokładności modelu.

Podsumowując, analiza i inżynieria danych są kluczowe w procesie tworzenia i uczenia sztucznych sieci neuronowych. Poprawne przetwarzanie i wykorzystanie danych pozwala na uzyskanie dokładniejszych i bardziej efektywnych modeli sztucznej inteligencji, co jest niezwykle ważne w kontekście transportu towarów i innych dziedzin związanych z logistyką.

# 4. Założenia projektowe

Założeniem projektowym pracy magisterskiej "Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w przewidywaniu losowych zdarzeń podczas transportu towarów" jest opracowanie efektywnego modelu sztucznej inteligencji, który będzie mógł przewidywać losowe zdarzenia podczas transportu towarów.

W celu osiągnięcia tego celu, w pracy zostaną wykorzystane sztuczne sieci neuronowe oraz analiza i inżynieria danych, aby zapewnić jak najdokładniejsze przewidywanie oraz minimalizację ryzyka związanego z transportem towarów.

Kolejnym założeniem projektowym jest wykorzystanie realnych danych transportowych, aby model sztucznej inteligencji był oparty na rzeczywistych danych i mógł być łatwiej zastosowany w praktyce. W ramach pracy zostaną przetworzone odpowiednie dane, aby były gotowe do wykorzystania w procesie uczenia maszynowego.

Ostatecznym celem projektu jest stworzenie skutecznego narzędzia, które będzie mogło być wykorzystane w praktyce w branży logistycznej, aby przewidywać losowe zdarzenia podczas transportu towarów i minimalizować ryzyko związanego z tym procesem.

## 

## **4.1. Dane**

W pracy magisterskiej "Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w przewidywaniu losowych zdarzeń podczas transportu towarów" dane wejściowe są w dostarczone formacie CSV (Comma Separated Values).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Index** | **MeasurementDateTime** | **SensorId** | **ModuleCode** | **MeasurementInterval** | **ModuleName** | **Number of Records** | **Unit** | **Value** |
| 0 | 21.06.2020 19:03 | 602267e77f522d0007fb01cc | Temperature | 00:05:00 | SHT3X\_Temperature | 1 | °C | 21.5625 |
| 1 | 21.06.2020 19:08 | 602267e77f522d0007fb01cc | Temperature | 00:05:00 | SHT3X\_Temperature | 1 | °C | 21.5625 |
| 2 | 21.06.2020 19:13 | 602267e77f522d0007fb01cc | Temperature | 00:05:00 | SHT3X\_Temperature | 1 | °C | 21.5625 |
| 3 | 21.06.2020 19:18 | 602267e77f522d0007fb01cc | Temperature | 00:05:00 | SHT3X\_Temperature | 1 | °C | 21.5625 |
| 4 | 21.06.2020 19:23 | 602267e77f522d0007fb01cc | Temperature | 00:05:00 | SHT3X\_Temperature | 1 | °C | 21.5625 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Dane te zawierają informacje pomiarowe o różnych aspektach związanych z warunkami wewnątrz chłodni:

* ‘MeasurementDateTime’ – data i godzina zarejestrowania pomiaru,
* ‘SensorId’ – identyfikator sensora,
* ‘ModuleCode’ – rodzaj informacji zarejestrowanej przed sensor,
* ‘MeasurementInterval’ – odstęp czasowy pomiędzy pomiarami,
* ‘ModuleName’ – rodzaj sensora,
* ‘Number of Records’ – ilość rejestrów w jednym pomiarze,
* ‘Value’ – zarejestrowana wartość.

Dane zostały zapisane w pliku CSV, który będzie wykorzystany jako wejście do modelu sztucznej inteligencji.

W celu zapewnienia poprawności i kompletności danych, zostały one poddane procesowi weryfikacji oraz walidacji. Weryfikacja danych polegała na sprawdzeniu, czy wszystkie wpisy są poprawnie sformatowane i czy nie zawierają błędów. Walidacja danych polegała na sprawdzeniu, czy dane są zgodne z rzeczywistością oraz czy nie występują w nich nieprawidłowości.

W pracy zostaną wykorzystane zaawansowane techniki analizy danych, takie jak uczenie maszynowe, aby opracować skuteczny model przewidywania losowych zdarzeń podczas transportu towarów. Wykorzystanie sztucznej inteligencji w połączeniu z rzeczywistymi danymi transportowymi ma na celu zapewnienie jak największej dokładności oraz minimalizacji ryzyka związanego z transportem towarów.

## **4.2. Oprogramowanie**

W pracy magisterskiej "Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w przewidywaniu losowych zdarzeń podczas transportu towarów" do tworzenia modeli sztucznej inteligencji wykorzystany zostanie język programowania Python 3. Python to język interpretowany, wysokiego poziomu, który cieszy się popularnością w środowisku data science i uczenia maszynowego.

Jedną z najważniejszych zalet Pythona jest jego prostota i czytelność kodu. Dzięki temu programiści mogą tworzyć czytelne i łatwe do zrozumienia modele, które są intuicyjne dla użytkowników końcowych. Ponadto, Python posiada bogatą bibliotekę modułów i narzędzi, które ułatwiają pracę z danymi i uczeniem maszynowym. Wśród nich znajdują się m.in. NumPy, Pandas, Scikit-Learn, TensorFlow i Keras.

Python 3 jest również bardzo popularny w środowisku sztucznych sieci neuronowych. Dzięki narzędziom takim jak TensorFlow i Keras, można łatwo i szybko tworzyć i trenować modele sieci neuronowych. Python umożliwia tworzenie zarówno prostych, jak i skomplikowanych modeli, które można dopasować do specyficznych potrzeb projektu.

Python ma również zalety związane z jego otwartością i wsparciem społeczności. Dostępność otwartoźródłowych narzędzi i bibliotek umożliwia łatwe dzielenie się kodem i rozwiązaniami z innymi programistami na całym świecie. Dodatkowo, Python 3 jest aktywnie rozwijany i aktualizowany, co oznacza, że użytkownicy mogą liczyć na stałe udoskonalenia i nowe funkcjonalności.

Podsumowując, język Python 3 jest bardzo dobrym wyborem dla projektów związanych z uczeniem maszynowym i sztucznymi sieciami neuronowymi. Prostota i czytelność kodu, bogata biblioteka modułów i narzędzi oraz otwartoźródłowe podejście do rozwoju sprawiają, że Python 3 jest jednym z najpopularniejszych języków w środowisku data science i uczenia maszynowego.

# 5. Wykonanie projektu

Rozdział "Wykonanie projektu" to centralna część pracy magisterskiej "Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w przewidywaniu losowych zdarzeń podczas transportu towarów". W tym rozdziale przedstawiony zostanie proces tworzenia i trenowania modelu sztucznej sieci neuronowej oraz analiza wyników uzyskanych w procesie eksperymentu. Rozdział "Wykonanie projektu" jest kluczowy dla całej pracy magisterskiej, ponieważ to w nim zostanie przedstawiony proces tworzenia i trenowania modelu sztucznej sieci neuronowej oraz analiza uzyskanych wyników.

## **5.1. Biblioteki Pythona**

Podstawowy opis bibliotek wykorzystanych w pracy.

### **5.1.1. NumPy**

NumPy to biblioteka języka Python, która umożliwia wykonywanie operacji matematycznych i naukowych na tablicach oraz macierzach. Dzięki wykorzystaniu NumPy można w prosty sposób wykonywać zaawansowane obliczenia numeryczne w Pythonie.

Głównym elementem NumPy są wielowymiarowe tablice (ndarray). NumPy umożliwia tworzenie, modyfikowanie oraz manipulowanie tymi tablicami. Zaletą NumPy jest również to, że umożliwia on szybką i wydajną pracę z dużymi ilościami danych.

Do najważniejszych funkcji i metod biblioteki NumPy należą m.in.:

* Tworzenie tablic: NumPy umożliwia tworzenie tablic różnych kształtów i typów danych, w tym tablic jednowymiarowych, dwuwymiarowych, trójwymiarowych i więcej.
* Indeksowanie i wycinanie: NumPy umożliwia łatwe indeksowanie i wycinanie tablic, co pozwala na szybkie dostęp do poszczególnych elementów tablicy.
* Operacje matematyczne: NumPy umożliwia wykonywanie różnych operacji matematycznych na tablicach, takich jak dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie i wiele innych.
* Agregowanie danych: NumPy umożliwia agregowanie danych na podstawie różnych funkcji, takich jak suma, średnia, maksimum czy minimum.

W projekcie "Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w przewidywaniu losowych zdarzeń podczas transportu towarów" biblioteka NumPy została wykorzystana do przetwarzania i analizy danych numerycznych. Dzięki wykorzystaniu NumPy można w prosty sposób wykonywać operacje na dużych zbiorach danych, co jest kluczowe w kontekście sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego.

### **5.1.2. Matplotlib**

Matplotlib to biblioteka języka Python, która umożliwia tworzenie wykresów, histogramów, diagramów i innych wizualizacji danych. Matplotlib umożliwia tworzenie wysokiej jakości wykresów w prosty sposób, dzięki czemu jest bardzo popularna wśród naukowców, inżynierów i analityków danych.

Do najważniejszych funkcji i metod biblioteki Matplotlib należą m.in.:

* Tworzenie wykresów: Matplotlib umożliwia tworzenie różnych typów wykresów, takich jak wykresy liniowe, słupkowe, kołowe i punktowe.
* Personalizacja wykresów: Matplotlib umożliwia personalizowanie wykresów w zależności od potrzeb, takie jak zmiana kolorów, stylów linii i etykiet osi.
* Wyświetlanie danych w czasie rzeczywistym: Matplotlib umożliwia wyświetlanie danych w czasie rzeczywistym, co jest bardzo przydatne w przypadku monitorowania procesów w czasie rzeczywistym.
* Wyświetlanie wielu wykresów na raz: Matplotlib umożliwia wyświetlanie wielu wykresów na jednej płaszczyźnie, co pozwala na łatwe porównywanie różnych zestawów danych.

W projekcie "Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w przewidywaniu losowych zdarzeń podczas transportu towarów" biblioteka Matplotlib została wykorzystana do przedstawienia wyników przeprowadzonych analiz. Dzięki wykorzystaniu Matplotlib możliwe jest łatwe i szybkie wyświetlanie danych w postaci graficznej, co pozwala na szybkie zrozumienie i interpretację wyników.

### **5.1.3. Pandas**

Pandas to biblioteka języka Python, która umożliwia łatwe i efektywne manipulowanie danymi w formacie tabelarycznym. Biblioteka pandas pozwala na łatwe wczytywanie i zapisywanie danych w różnych formatach, takich jak CSV, Excel, SQL, JSON i wiele innych.

Do najważniejszych funkcji i metod biblioteki pandas należą m.in.:

* Wczytywanie i zapisywanie danych: pandas umożliwia łatwe wczytywanie i zapisywanie danych w różnych formatach, co pozwala na łatwe przetwarzanie i analizowanie danych.
* Manipulowanie danymi: pandas umożliwia manipulowanie danymi w różny sposób, takim jak sortowanie, filtrowanie, grupowanie i łączenie.
* Przetwarzanie brakujących danych: pandas umożliwia łatwe przetwarzanie brakujących danych, co pozwala na łatwe uzupełnienie i analizowanie danych.
* Wizualizacja danych: pandas umożliwia wizualizowanie danych w formie wykresów i grafów, co pozwala na łatwe zrozumienie i interpretację danych.

W projekcie "Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w przewidywaniu losowych zdarzeń podczas transportu towarów" biblioteka pandas została wykorzystana do przetwarzania danych i przygotowania ich do analizy. Dzięki wykorzystaniu pandas możliwe jest łatwe wczytanie danych w formacie CSV oraz przeprowadzenie różnych operacji na danych, takich jak filtrowanie i grupowanie. Biblioteka pandas pozwala na łatwe i efektywne przetwarzanie danych w formacie tabelarycznym, co jest niezbędne w procesie analizy danych w projekcie AI i sztucznych sieci neuronowych.

### **5.1.4. TensorFlow**

TensorFlow to biblioteka open-source stworzona przez Google, która umożliwia łatwe tworzenie i szkolenie modeli sztucznej inteligencji, w tym także sieci neuronowych. TensorFlow obsługuje wiele rodzajów sieci neuronowych, w tym sieci konwolucyjne, rekurencyjne i autoenkodery.

TensorFlow jest jednym z najpopularniejszych narzędzi do tworzenia modeli AI i sztucznych sieci neuronowych, a jego popularność jest związana z wydajnością i elastycznością. Biblioteka TensorFlow umożliwia łatwe tworzenie zaawansowanych modeli AI i sztucznych sieci neuronowych, które mogą być stosowane do rozwiązywania różnych problemów.

Do najważniejszych funkcji i metod biblioteki TensorFlow należą m.in.:

* Tworzenie i szkolenie modeli: TensorFlow umożliwia łatwe tworzenie i szkolenie modeli AI i sztucznych sieci neuronowych, w tym sieci konwolucyjnych, rekurencyjnych i autoenkoderów.
* Obsługa wielu platform: TensorFlow działa na wielu platformach, w tym na desktopach, serwerach i urządzeniach mobilnych.
* Wizualizacja modeli: TensorFlow umożliwia wizualizowanie modeli w formie grafów, co pozwala na łatwe zrozumienie struktury modelu.
* Dystrybucja obliczeń: TensorFlow umożliwia dystrybucję obliczeń na wiele urządzeń, co pozwala na szybsze szkolenie modeli.

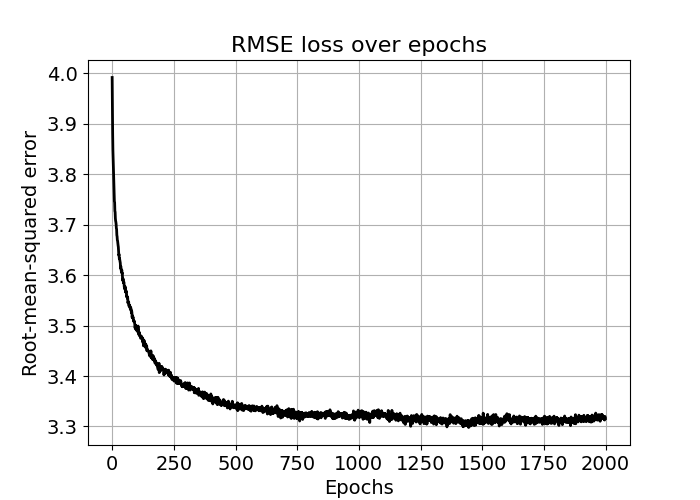
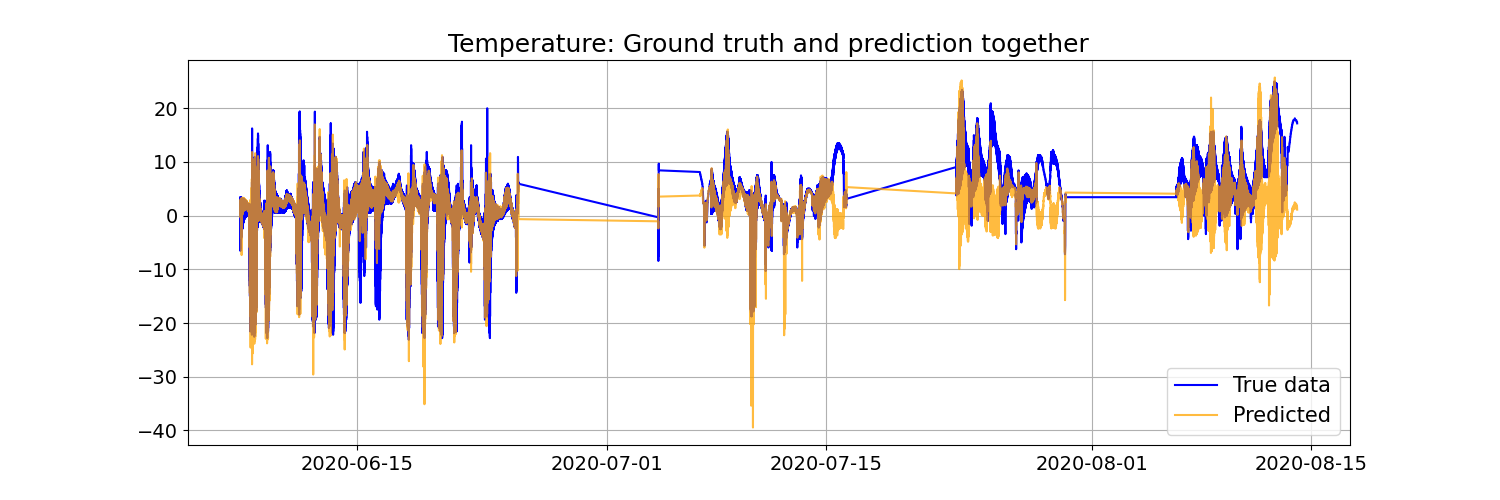
W projekcie "Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w przewidywaniu losowych zdarzeń podczas transportu towarów" biblioteka TensorFlow została wykorzystana do tworzenia i szkolenia modelu sztucznej sieci neuronowej. Dzięki wykorzystaniu TensorFlow możliwe jest łatwe tworzenie zaawansowanych modeli AI i sztucznych sieci neuronowych, co jest niezbędne do przewidywania losowych zdarzeń podczas transportu towarów. TensorFlow umożliwia szybkie szkolenie modelu i dystrybucję obliczeń na wiele urządzeń, co pozwala na osiągnięcie wysokiej wydajności i dokładności modelu.

## **5.2. Przygotowanie danych**

W projekcie "Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w przewidywaniu losowych zdarzeń podczas transportu towarów" biblioteka TensorFlow została wykorzystana do tworzenia i szkolenia modelu sztucznej sieci neuronowej. Dzięki wykorzystaniu TensorFlow możliwe jest łatwe tworzenie zaawansowanych modeli AI i sztucznych sieci neuronowych, co jest niezbędne do przewidywania losowych zdarzeń podczas transportu towarów. TensorFlow umożliwia szybkie szkolenie modelu i dystrybucję obliczeń na wiele urządzeń, co pozwala na osiągnięcie wysokiej wydajności i dokładności modelu.

## **5.3. Sieć neuronowa**

## **5.4. Graficzne przedstawienie wyników**



## **5.5. Analiza wyników**

# 6. Wnioski

Praca inżynierska została podzielona na część teoretyczną oraz część projektową.

# Literatura

[1]<https://www.intercity.pl/pl/dokumenty/WARS/Korzystanie%20z%20wagon%C3%B3w%20gastronomicznych%20-19%2003%202013.pdf>

[2] <https://rcin.org.pl/igipz/Content/83105/WA51_108228_r2019-t91-z3_Przeg-Geogr-Chmielew.pdf>, 2019

[3] <https://utk.gov.pl/pl/raporty-i-analizy/analizy-i-monitoring/statystyka-przewozow-pa/15772,Dane-podstawowe.html>

[4] Przybyszewski M.: *Elektryczny zespoły trakcyjne*, WKŁ 2017

[5] [http://www.transportszynowy.pl](http://www.transportszynowy.pl/kolopiswozkibud.php)

[6] <https://www.newag.pl/pierwsze-polskie-hybrydy-pojada-do-szczecina/>, 2020

[7] <http://www.transportszynowy.pl/36wea/36wea-zestPGZ.jpg>

[8] <https://www.vagonweb.cz/fotogalerie/foto/201902/M1066310.jpg>

[9] <https://www.vagonweb.cz/fotogalerie/foto/201902/M1066311-kopie.jpg>

[10] Karta UIC 567: *Postanowienia ogólne dla wagonów osobowych*, Międzynarodowy Związek Kolei UIC, 2-ie wydanie, listopad 2004

[11] Karta UIC 562: *Półki bagażowe, wieszaki do odzieży i szatnie. Środki zaradcze dla zabezpieczenia bagażu podróżnych przed kradzieżą.*, Międzynarodowy Związek Kolei UIC, 5-te wydanie, styczeń 1991

[12] <http://a.umed.pl/pl/doc/bhp/2013/Ergonomia-zdrowa-praca-biurowa.pdf>

[13] <http://pracujkomfortowo.pl/wp-content/uploads/2015/02/b.png>

# Summary

Nowadays more and more industries are being overcome by digitization. The rapid development of rail transportation and programming unveils new needs, which were unknown until recent days. In 2019 almost 336 milions of people travelled across Poland using rail transportation. It’s 8% more than in previous year. People are more aware and they know that travelling by train is not only cheaper, but also more eco-friendly than travelling by car. People try to study and work while travelling, but there are no ergonomic and comfortable workstations in polish railway. Notebook workstation, equipped with adjustable desktop’s arm applied in electric traction unit meets their expectations. This Engineering Thesis is split into two parts. The first part starts with explanation what is such vehicle as electric traction unit (ezt). EZT Impuls 2 type 36WEh has been presented as inspiration and foundation to this academic work. Thereafter, the main assumptions and norms have been featured. Problem of ergonomic and private workspace has been also elaborated. The idea behind this project is to use sideway facing seats and desktop equipped with foldable side panels. After unfolding panels, laptop user can be sure that noone can see the content on his screen, because panels are veiling the screen. Sideway facing seats ensures that no one is peeking from behind. This helps with securing the important and confidential data, such as, personal data. It also creates some sort of isolated environment to work in. In such an environment user can feel privately and freely which leeds to many positive effects in work and study, thanks to that much more people who uses notebooks every day will choose train transportation as their main form of transport. Afterwards, main technological processes which were used in the process of building this project up, such as bending, cutting and welding have been introduced and deeply explained. The second part of academic work consist in descriptions of modelling individual parts of the project, which were splitted into several main groups. This part contains renders of these parts, which helps with project’s visualization. Autodesk Inventor Professional 2020 has been used to make the visualization of the project and technical documentation which are necessary to bring the project to life. The visualization of complete workstation can be seen at the end of this Engineering Thesis. All of the information used in this Engineering Thesis has been acquired during studies at Rail Vehicle Engineering speciality of studies at Cracow University of Technology.

# Spis załączników

Załącznik nr 1 – Dokumentacja techniczna kantili

1. EZT\_IPSz\_201100-1-00#Kantila
2. EZT\_IPSz\_201100-1-01#Poprzecznica
3. EZT\_IPSz\_201100-1-02#Podłużnica
4. EZT\_IPSz\_201100-1-03#Wspornik\_główny
5. EZT\_IPSz\_201100-1-04#Płaskownik
6. EZT\_IPSz\_201100-1-05#Zaślepka

Załącznik nr 2 – Dokumentacja techniczna miejsca bagażowego

1. EZT\_IPSz\_201300-1-00#Podstawa
2. EZT\_IPSz\_201300-1-01#Krata
3. EZT\_IPSz\_201300-1-02#Ramka

Załączniki zamieszczono w kolejności przedstawionej w wyżej sporządzonej liście.