



dr inż. Andrzej Foremny

Metody sztucznej inteligencji jako narzędzie do wykrywania zmów przetargowych i audytów zamówień na roboty budowlane

Promotor:

dr hab. inż. Janusz Kulejewski, prof. ucz.

Promotor pomocniczy:

dr inż. Hubert Anysz

Warszawa, dn. 22.01.2024 r.

Plan prezentacji

1

- Wprowadzenie

2

- Przedmiot i cele pracy
- Teza
- Geneza podjęcia tematu
- Baza danych

3

- Metoda autorska
- Symptomy zmowy
- Schematy procesu
- Przykład zastosowania

4

- Podsumowanie i wnioski
- Kierunki dalszych badań

Sekretne zmoły przedsiębiorców - starożytność



THE PIRAEUS WITH THE LONG WALLS, RESTORED.



Zmowy przetargowe - obecnie

>18 MILD ZŁ !



Według szacunków OECD, eliminacja zmów przetargowych mogłaby spowodować obniżenie cen w zamówieniach publicznych, o co najmniej 20%.

Dla przykładu, taka potencjalna oszczędność dla samych robót budowlanych, dla jednego roku 2022 opiewałaby na kwotę ponad 18 mld zł.

Część 2

1

- Wprowadzenie

2

- Przedmiot i cele pracy
- Teza
- Geneza podjęcia tematu
- Baza danych

3

- Metoda autorska
- Symptomy zmowy
- Schematy procesu
- Przykład zastosowania

4

- Podsumowanie i wnioski
- Kierunki dalszych badań

Przedmiot i cel pracy

- 1) Przedmiotem niniejszej rozprawy doktorskiej jest zagadnienie obiektywizacji dowodów skłaniających do wnioskowania o zaistnieniu zmowy
- 2) Praca dotyczy postępowań przetargowych w Polsce, dla dużych zamówień publicznych na budowę autostrad, dróg ekspresowych
- 3) Głównym celem rozprawy jest **opracowanie metody oceny ryzyka wystąpienia zmowy przetargowej w budownictwie drogowym**
- 4) Opracowana metoda powinna pozwolić na identyfikację przetargów najbardziej obciążonych symptomami zmowy oraz na ich uszeregowanie w rankingu ryzyka,

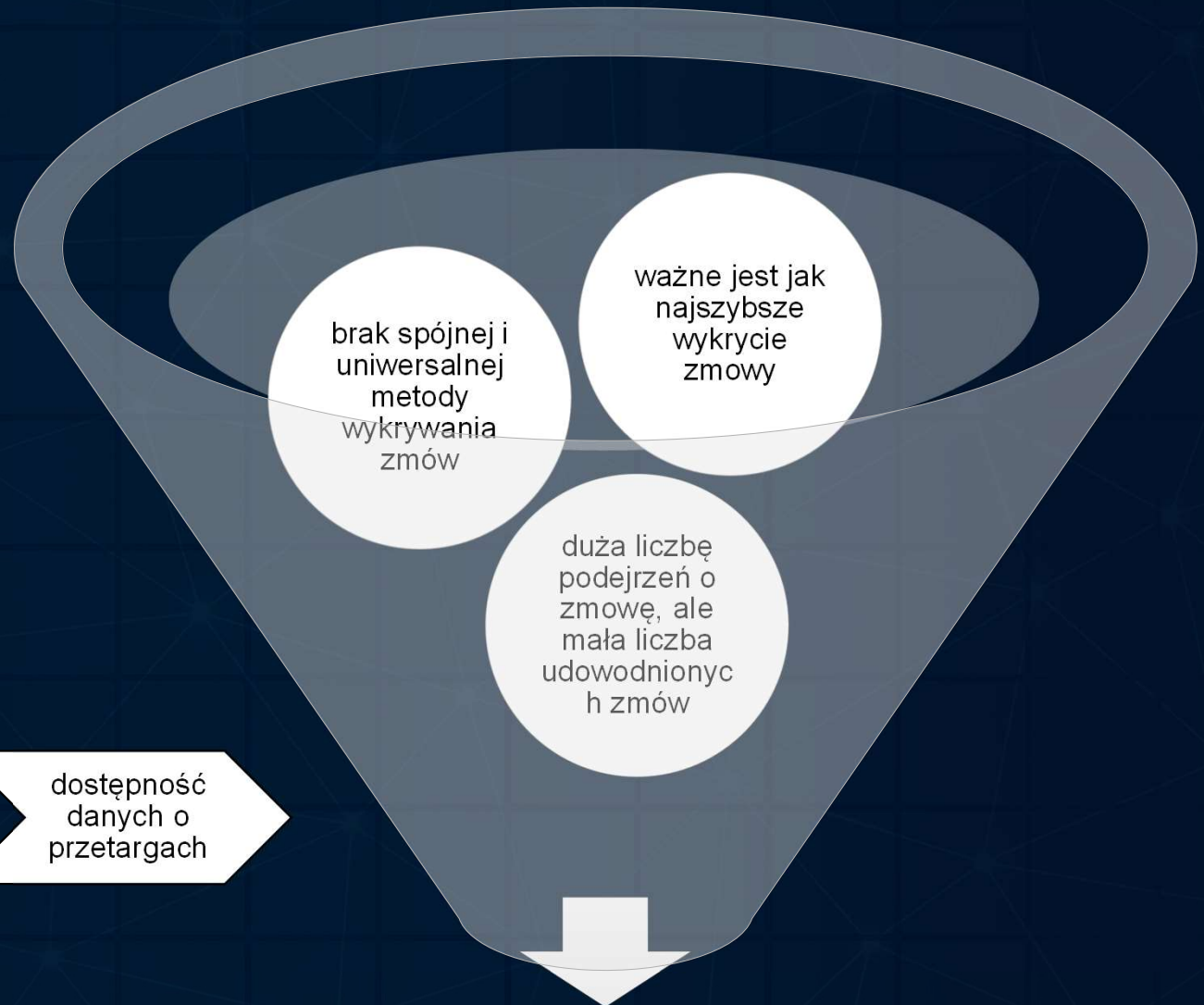
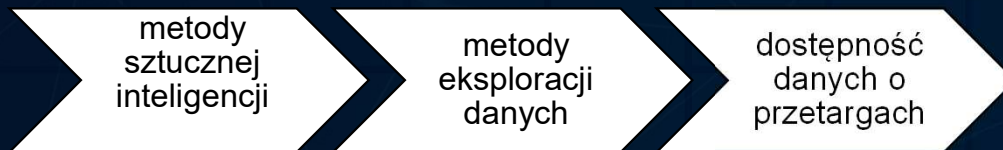
Cele szczegółowe

- 1) Przegląd literatury i wywiad ekspercki w zakresie budownictwa drogowego, zamówień publicznych, zmów przetargowych oraz sztucznej inteligencji
- 2) Utworzenie i eksploracja bazy danych o 386 przetargach polskiego budownictwa drogowego
- 3) Utworzenie kompletnego i spójnego zestawu symptomów zmowy – czynników, mogących wskazywać na zwiększone ryzyko wystąpienia zmowy przetargowej

TEZA ROZPRAWY

Możliwa jest ocena poziomu ryzyka zmowy w przetargu budownictwa drogowego przy wykorzystaniu metod eksploracji danych i uczenia maszynowego.

Stan wiedzy i geneza podjęcia tematu



**OPRACOWANIE NOWEJ METODY
WCZESNEJ OCENY RYZYKA ZMOWY**

Część 3

1

- Wprowadzenie

2

- Przedmiot i cele pracy
- Teza
- Geneza podjęcia tematu
- Baza danych

3

- Metoda autorska
- Symptomy zmowy
- Schematy procesu
- Przykład zastosowania

4

- Podsumowanie i wnioski
- Kierunki dalszych badań

Symptomy i wskaźniki zmowy przetargowej

Lp.	Symptom	Opis symptomu i źródło	Wskaźnik	Opis wskaźnika zmowy
1	s1	Mała liczba ofert [1,6,42]	w1	Liczba ofert złożonych w przetargu
2	s2	Oferta z najniższą ceną nie jest zwycięska [5,64,70]	w2	Wskaźnik przyjmuje wartość dychotomiczną w zależności od relacji pomiędzy najniższą i zwycięską ceną ofertową
3	s3	Odrzucenie względnie dużej liczby ofert [71]	w3	Iloraz liczby ofert odrzuconych i liczby ofert złożonych
4	s4	Relatywnie wysoka cena [1,6,32,48,64,72]	w4	Iloraz wartości zwycięskiej oferty i wartości szacunkowej zamówienia z vat
5	s5	Nagły wzrost/spadek dynamiki cen na rynku [52]	w5	Prosta średnia ruchoma (koczająca) ilorazu wartości zwycięskiej oferty i wartości szacunkowej zamówienia z vat
6	s6	Mały współczynnik zmienności cen ofertowych [42,44,73,74]	w6	Współczynnik zmienności cen ofertowych
7	s7	Mała skośność rozkładu cen ofertowych [42,44,73,74]	w7	Współczynnik skośności cen ofertowych
8	s8	Duża kurtoza rozkładu cen ofertowych [42,43]	w8	Współczynnik kurtozy cen ofertowych
9	s9	Relatywnie duża różnica cen ofertowych [42-44]	w9	Względna różnica cen ofertowych drugiej i wygrywającej mierzona sposobem 1
10	s10	Relatywnie duża różnica cen ofertowych [42-44]	w10	Względna różnica cen ofertowych drugiej i wygrywającej mierzona sposobem 2
11	s11	Relatywnie duża różnica cen ofertowych [42-44]	w11	Względna różnica cen ofertowych drugiej i wygrywającej mierzona sposobem 3
12	s12	Osobliwe związki liczbowe w cenach ofertowych [1,6,26]	w12	Liczba występujących osobliwości liczbowych
13	s13	Osobliwe konfiguracje oferentów w przetargach [1,6,8,10,26]	w13	Wskaźnik przyjmuje wartość dychotomiczną w zależności od tego czy występuje osobliwość czy nie

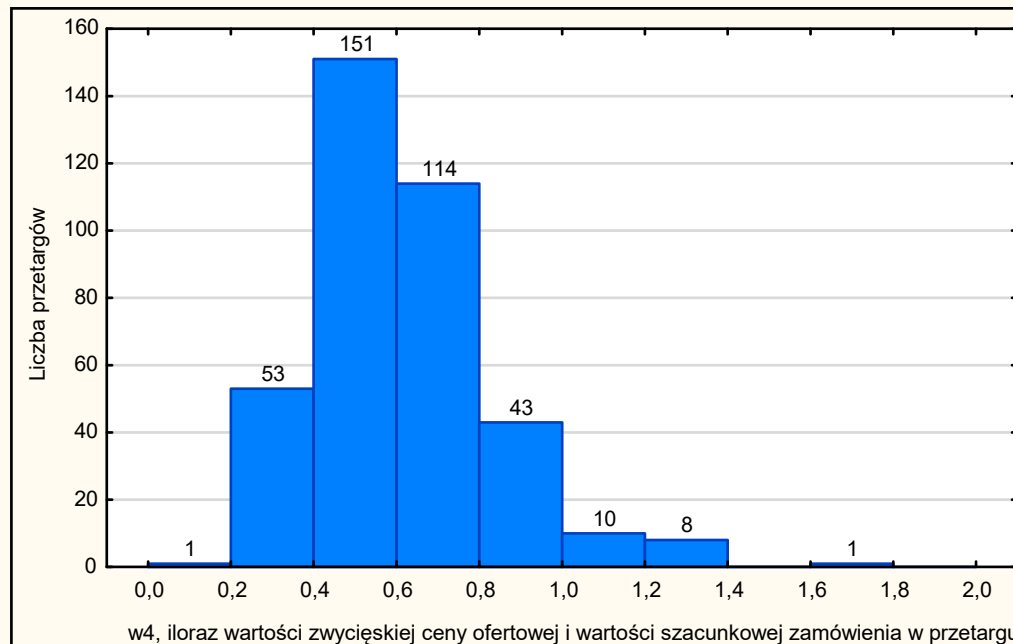
Symptom nr 4 - relatywnie wysoka cena w przetargu

Dla symptomu s4, przyjęto wskaźnik

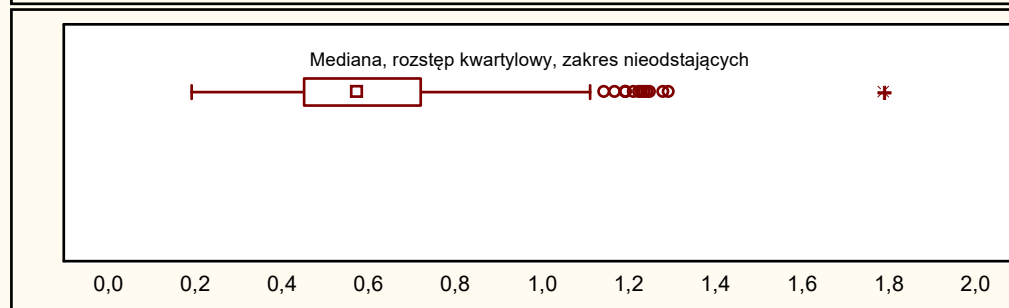
$$w4 = \frac{z13}{z6}$$

z13 – wartość zwycięskiej oferty,

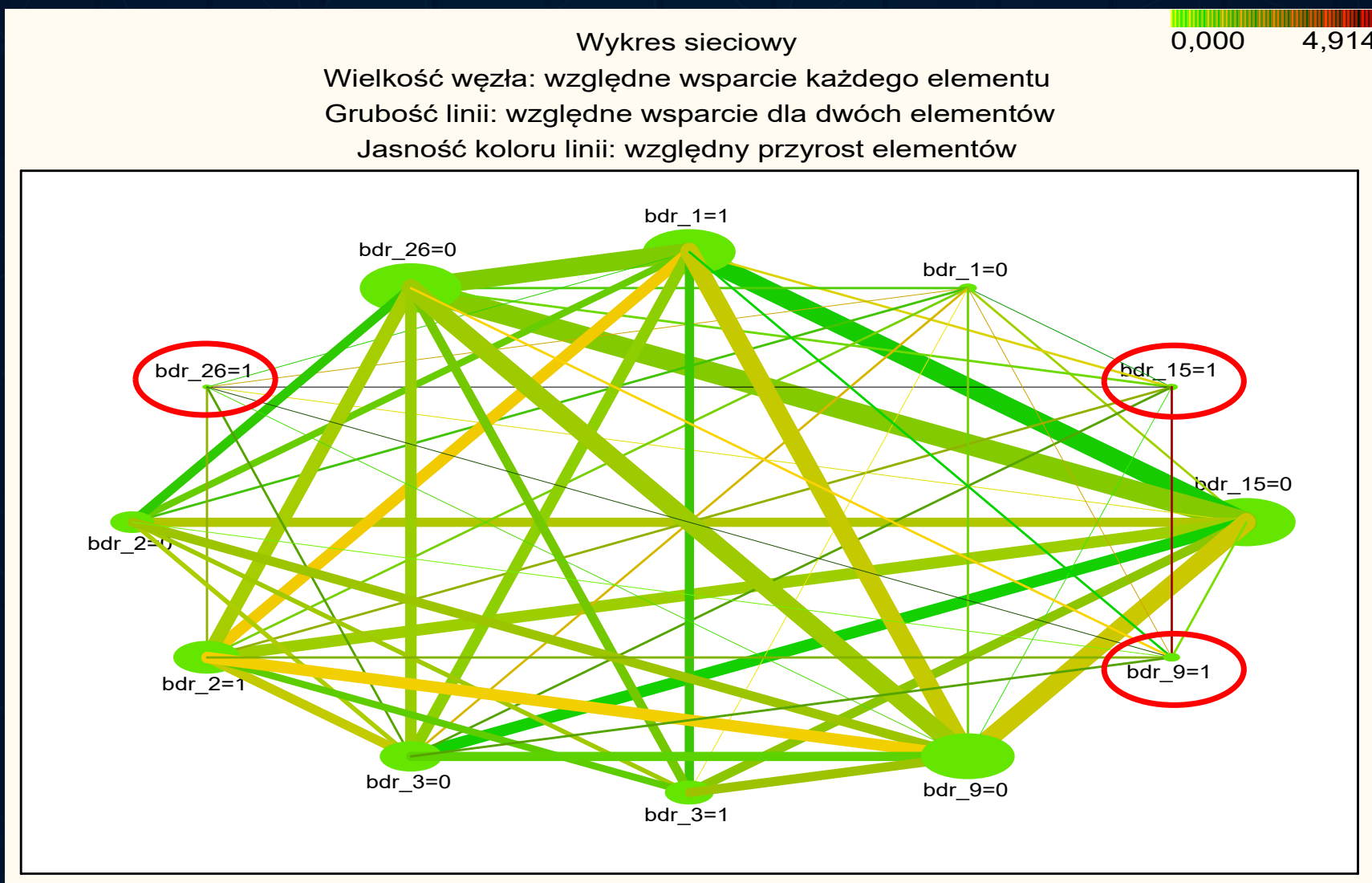
z6 - wartość szacunkowa zamówienia

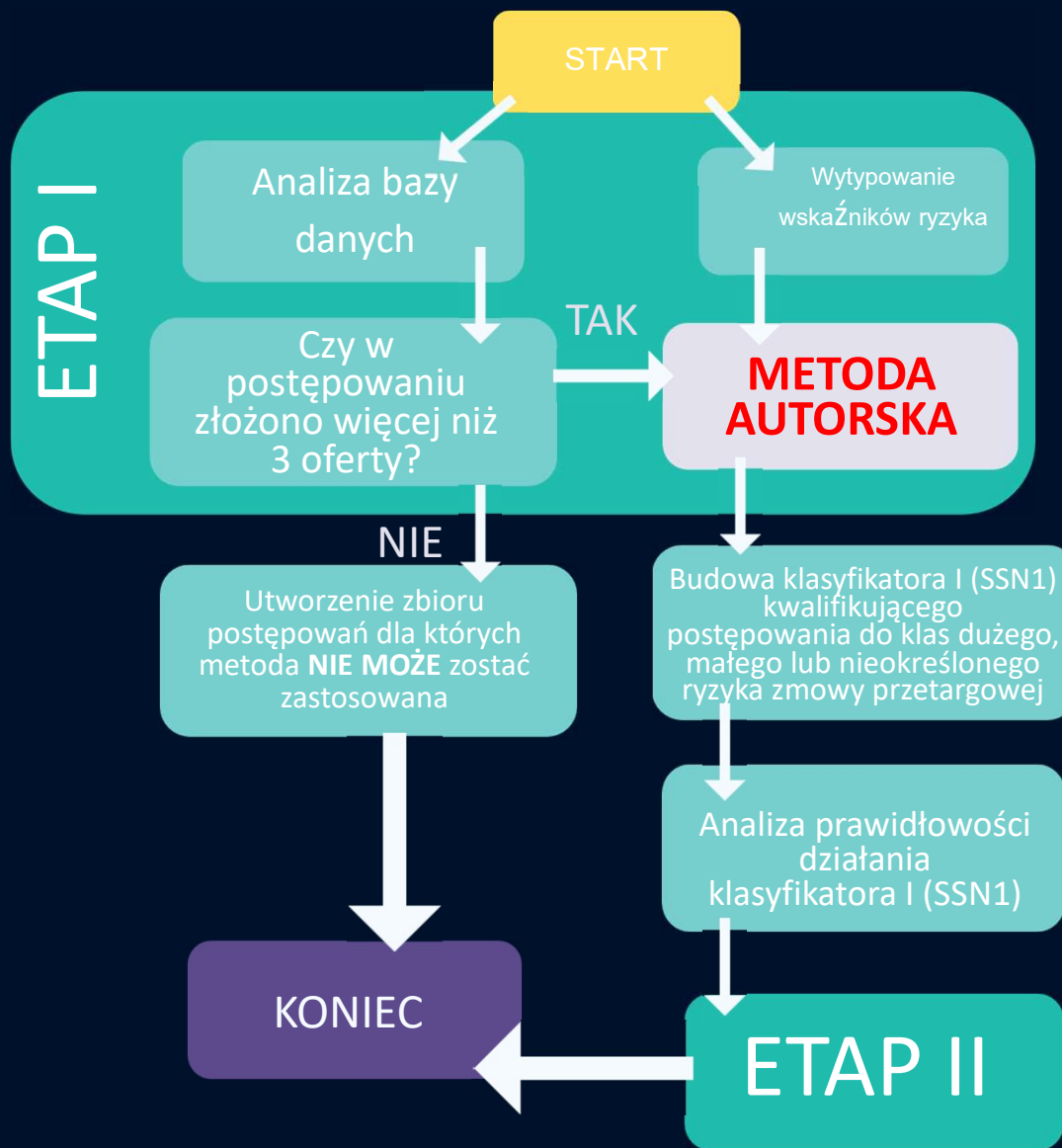


Średnia:	0,611
Odch.std:	0,223
Wariancja:	0,0498
Skośność:	1,095
Liczba obserwacji:	381
Minimum:	0,195
Dolny kwartył:	0,455
Mediana:	0,576
Górny kwartył:	0,724
Maksimum:	1,793



Symptom nr 13 - osobliwe konfiguracje oferentów





Krok 1: Analiza bazy danych o zakończonych postępowaniach przetargowych

Krok 2: Utworzenie podzbioru postępowań, dla których ocena ryzyka z umowy nie może zostać dokonana autorską metodą analityczną

Krok 3: Utworzenie podzbioru postępowań, dla których ocena ryzyka z umowy może zostać dokonana metodą analityczną

Krok 4: Wytypowanie wskaźników, których wartości liczbowe zostaną wykorzystane w analitycznej ocenie ryzyka z umowy przetargowej

Krok 5: Ustalenie kryteriów klasyfikacji przetargu do klasy o dużym lub małym ryzyku z umowy uwzględnionym podzbiore

Krok 6: Obiektywne ustalenie pomocniczych wartości liczbowych wskaźników ryzyka z umowy oraz określenie jednoczesności występowania symptomów w przetargu. Podział przetargów na trzy podzbiory o dużym, małym lub nieokreślonym ryzyku z umowy (przy wykorzystaniu autorskiej oceny decylowej)

Krok 7: Budowa klasyfikatora I (SSN1) kwalifikującego postępowania do klas dużego, małego lub nieokreślonego ryzyka z umowy przetargowej

Krok 8: Analiza prawidłowości działania klasyfikatora I (SSN1)

Krok 9a: Utworzenie podzbioru postępowań o prawidłowo określonym przez SSN1, małym lub dużym ryzyku z umowy przetargowej

Krok 9b: Utworzenie podzbioru postępowań o nieokreślonym lub błędnie ocenionym ryzyku z umowy przetargowej

Krok 10: Budowa klasyfikatora II (SSN2) o wysokiej trafności automatycznej kwalifikacji postępowania do klas dużego lub małego ryzyka z umowy przetargowej

Krok 11: Ostateczna kwalifikacja postępowań, w których złożono więcej niż trzy oferty, do klas dużego lub małego ryzyka z umowy przetargowej

Krok 12: Numeryczna ocena poziomu ryzyka z umowy dla każdego przetargu za pomocą klasyfikatora II (SSN2)

ETAP I

START

Analiza bazy danych

Wytypowanie wskaźników ryzyka

Czy w postępowaniu złożono więcej niż 3 oferty?

METODA AUTORSKA

Krok 7: Budowa klasyfikatora (SSN1) kwalifikującego postępowania do klas dużego, małego lub nieokreślonego ryzyka zmowy przetargowej

Krok 8: Analiza prawidłowości działania klasyfikatora I (SSN1)

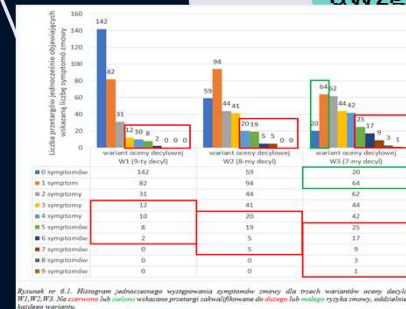
METODA AUTORSKA

Krok 3: Utworzenie podzbioru postępowań, dla których ocena ryzyka zmowy może zostać dokonana metodą analityczną

Krok 5: Ustalenie kryteriów klasyfikacji przetargu do klasy o dużym lub małym ryzyku zmowy uwzględnionym podzbiore

Krok 6: Obiektywne ustalenie pomocniczych wartości liczbowych wskaźników ryzyka zmowy oraz określenie jednoczesności występowania symptomów w przetargu. Podział przetargów na trzy podzbiory o dużym, małym lub nieokreślonym ryzyku zmowy (przy wykorzystaniu **OCENY DECYLOWEJ**)

Etap I



Ocena decylowa – jednoczesność symptomów



Rysunek nr 6.1. Histogram jednoczesnego występowania symptomów zmowy dla trzech wariantów oceny decylowej W1, W2, W3. Na czerwono lub zielono wskazano przetargi zakwalifikowane do dużego lub małego ryzyka zmowy, oddzielnie dla każdego wariantu.

ETAP I

START

Analiza bazy danych

Wytypowanie wskaźników ryzyka

Czy w postępowaniu złożono więcej niż 3 oferty?

METODA AUTORSKA

Krok 7: Budowa klasyfikatora I (SSN1) kwalifikującego postępowania do klas dużego, małego lub nieokreślonego ryzyka zmowy

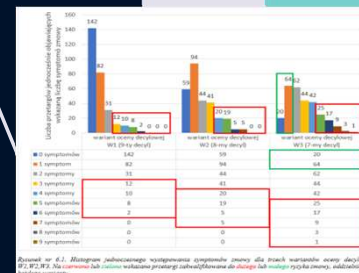
Krok 8: Analiza prawidłowości działania klasyfikatora I (SSN1)

METODA AUTORSKA

Krok 3: Utworzenie podzbioru postępowań, dla których ocena ryzyka zmowy może zostać dokonana metodą analityczną

Krok 5: Ustalenie kryteriów klasyfikacji przetargu do klasy o dużym lub małym ryzyku zmowy uwzględnionym podzbiorze

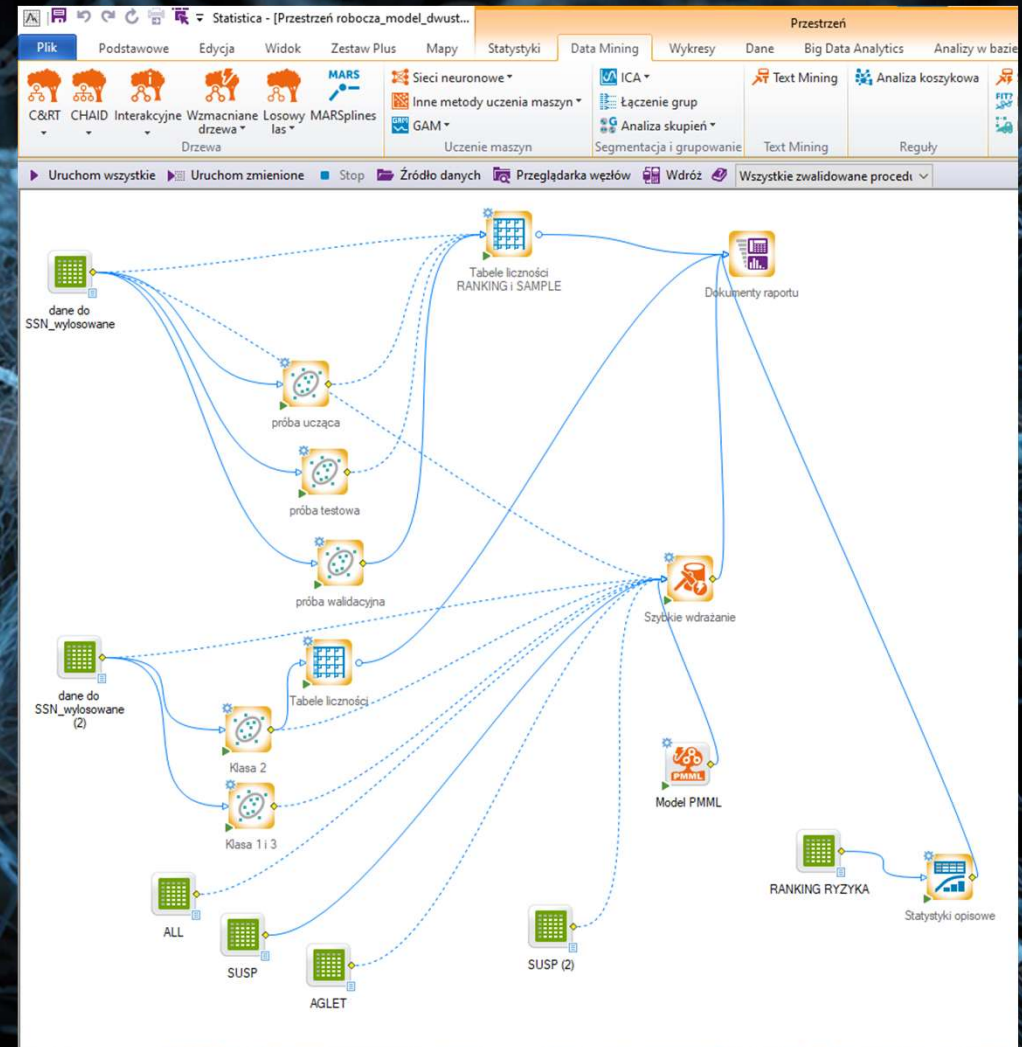
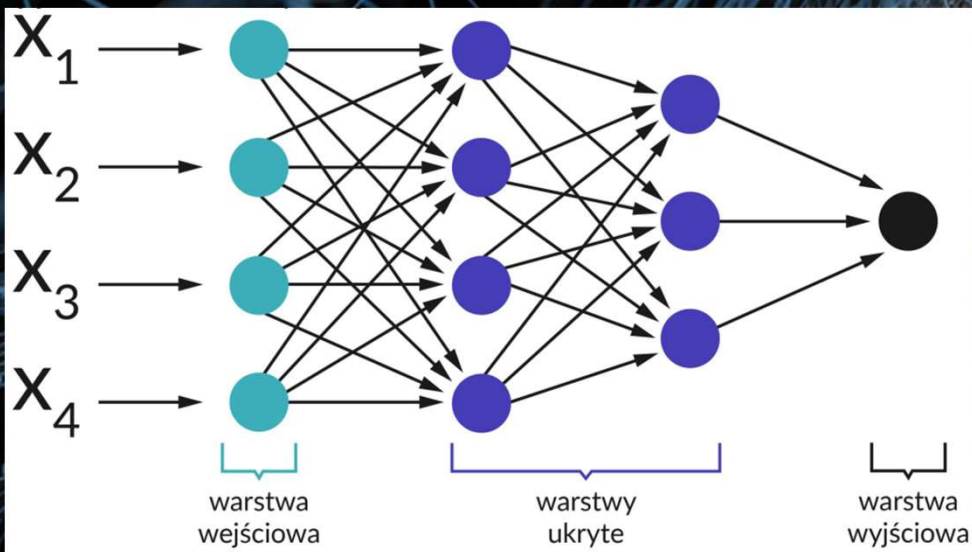
Krok 6: Obiektywne ustalenie pomocniczych wartości liczbowych wskaźników ryzyka zmowy oraz określenie jednoczesności występowania symptomów w przetargu. Podział przetargów na trzy podzbiory o dużym, małym lub nieokreślonym ryzyku zmowy (przy wykorzystaniu **OCENY DECYLOWEJ**)



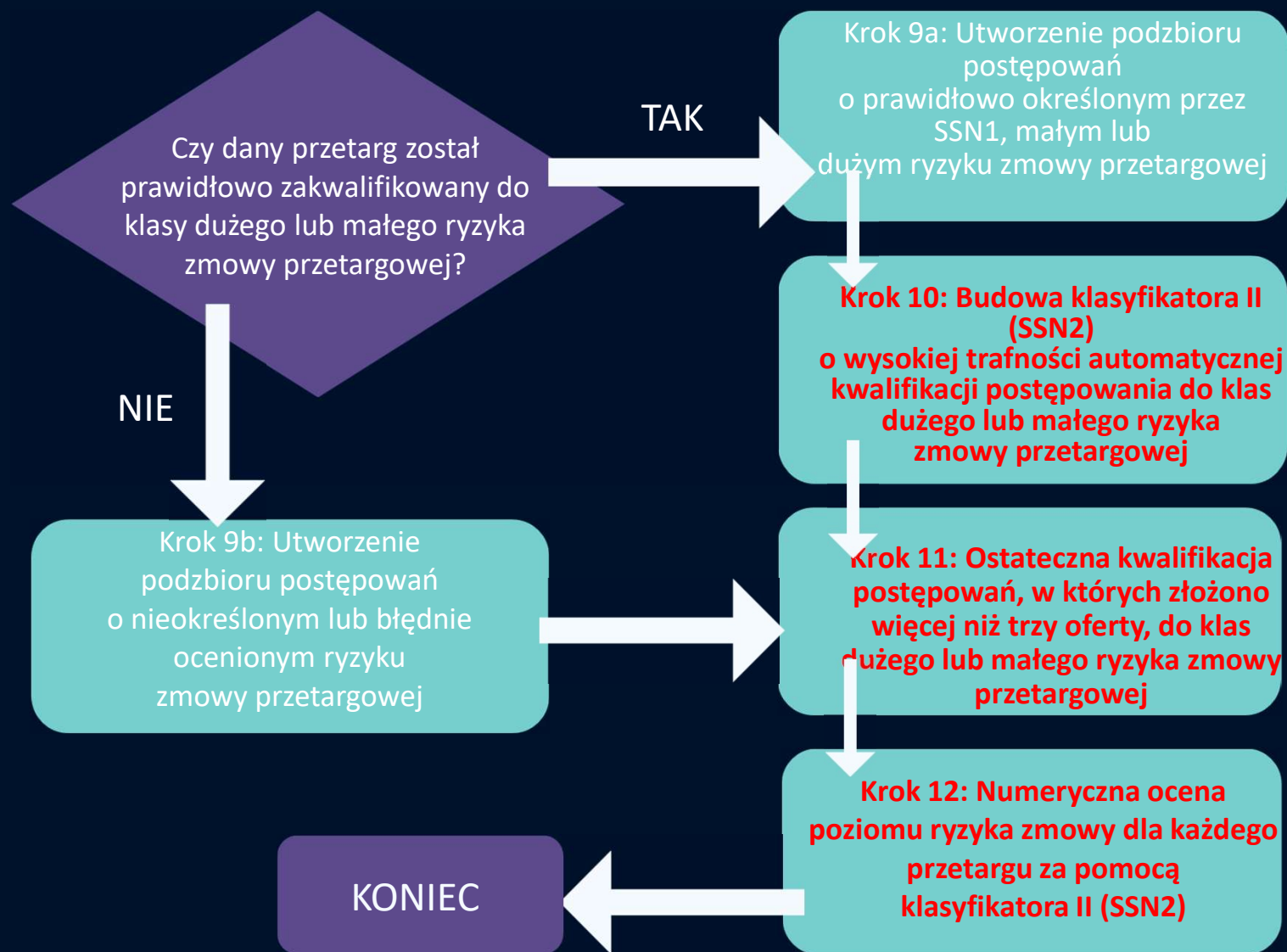
Etap I

Sztuczne sieci neuronowe

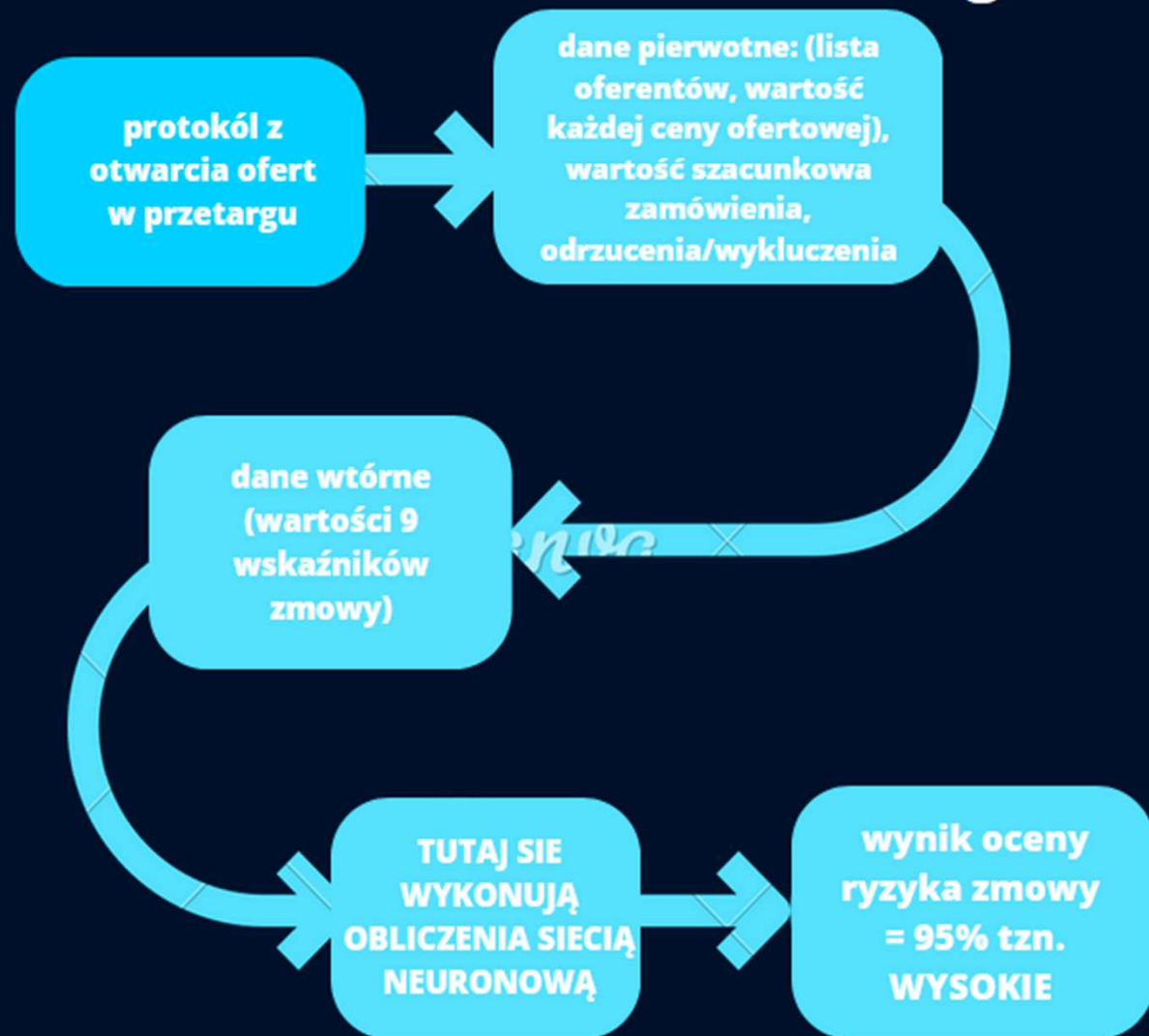
Etap I



Etap II



Przykład zastosowania metody

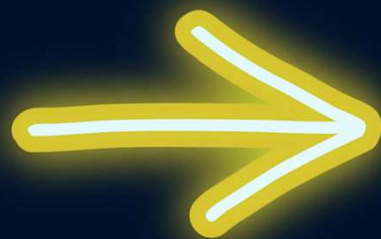


DANE WEJŚCIOWE SSN





Przetwarzanie przez sieć neuronową



WYJŚCIE SSN

UWAGA!

DUŻE RYZYKO ZMOWY!

Prawdopodobieństwo = 95%

Część 4

1

- Wprowadzenie

2

- Przedmiot i cele pracy
- Teza
- Geneza podjęcia tematu
- Baza danych

3

- Metoda autorska
- Baza danych
- Symptomy zmowy
- Schematy procesu
- Przykład zastosowania

4

- Podsumowanie i wnioski
- Kierunki dalszych badań



Podsumowanie i wnioski

- 1) Teza pracy została udowodniona, wszystkie cele osiągnięte
- 2) Opracowana metoda przy wykorzystaniu SSN wskazuje obiektywny poziom ryzyka zmowy w przetargu oraz wyjaśnia tę ocenę
- 3) Metoda umożliwia utworzenie modelu wykrywania zμών przetargowych dla konkretnego rynku
- 4) Metoda jest możliwa do zastosowania w praktyce do i tym samym – do obniżenia kosztów zamówień w budownictwie



Kierunki dalszych badań

- 1) Poszukiwanie nowych symptomów zmowy
- 2) Automatyzacja pozyskiwania, wprowadzania i przechowywania danych o przetargach
- 3) Szersze zastosowanie metod i technik sztucznej inteligencji oraz analizy asocjacji
- 4) Opracowana metoda jest podstawą do zbudowania konkretnego **NARZĘDZIA INFORMATYCZNEGO** do wykrywania zmów przetargowych i audytu zamówień publicznych, prowadząc w efekcie - do obniżenia cen zamówień

Potencjalni nabywcy NARZĘDZIA INFORMATYCZNEGO

Instytucje kontrolujące konkurencję i badające nadużycia/korupcję

- UOKiK
- UZP
- CBA
- CBS
- jednostki kontroli wewnętrznej w urzędach/JST

Instytucje/spółki Skarbu Państwa, zamawiające roboty budowlane

- GDDKiA
- PKP
- CPK
- Zarządy dróg wojewódzkich
- Zarządy dróg powiatowych
- Zarządy dróg gminnych
- Prezydenci, burmistrzowie, wójtowie
- Zarządy Dróg Miejskich
- STOEN, PGE itp.
- MPWiK, ZWiK itp.
- TAURON, SPEC itp.
- PGNiG, PSG itp.
- Orlen, JSW, Lotos itp.

- **Instytucje finansujące przyszłą odbudowę Ukrainy** (Bank Światowy, USA itp.)

Przedsiębiorstwa prywatne zamawiające roboty budowlane

- Budimex
- Strabag
- Porr
- Erbud
- Unibep
- Warbud
- Polimex Mostostal
- Torpol
- Mostostal Warszawa
- Trakcja
- Mirbud
- PBG
- Mota-Engil Central Europe
- Skanska
- Dekpol
- Pekabex
- Intercor

Zadania szczegółowe planowanego projektu B+R

- 1) Opracowanie bazy danych historycznych o przetargach, oferentach, zamówieniach
- 2) Zbudowanie konkretnego modelu wykrywania zmów na podstawie metody opracowanej w ramach rozprawy doktorskiej : wybór zestawu symptomów zmowy, wskaźników zmowy wraz ze sposobem ich pomiaru
- 3) Prace nad modułem AI modelu: architektura SSN, opracowanie algorytmów SSN, proces uczenia SSN
- 4) Opracowanie programu komputerowego, aplikacji i strony internetowej do pracy on-line, chat-bota AI

Dziękuję za uwagę