

Transformacja cyfrowa w sektorze WOD-KAN: Wykorzystanie sztucznej inteligencji i metod uczenia maszynowego w predykcyjnej diagnostyce i sterowaniu systemami wodociągowymi

Tematyka

Identyfikacja/diagnoza problemów technologicznych, badawczych

Sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe (Deep Learning) w sektorze WOD-KAN

Inteligentna detekcja oraz diagnostyka stanów i zdarzeń krytycznych w systemach produkcji i dystrybucji wody z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego (Deep Learning)

Sztuczna inteligencja w realizacji strategicznych zadań ograniczenia strat wody, bezpieczeństwa dostaw wody i stabilizacji pracy obiektów infrastruktury krytycznej systemu wodociągowego

Identyfikacja/diagnoza problemów technologicznych, badawczych

-BŁĘDY WYNIKAJĄCE Z BRAKU DIAGNOSTYKI UKŁADÓW REGULACJI, URZĄDZEŃ POMIAROWYCH, WYKONAWCZYCH, DIAGNOSTYKI W TYM PREDYKCYJNEJ DIAGNOSTYKI DANYCH Z RÓŻNYCH BAZ DANYCH CZYLI ŹRÓDEŁ DANYCH, BRAK DIAGNOSTYKI TORÓW POMIAROWYCH I STEROWANIA, BŁĘDY TRANSMISJI DANYCH, BŁĘDY WYNIKAJĄCE Z NIEKOMPLETNOŚCI DANYCH, BRAKU ANALIZY I REKONSTRUKCJI DANYCH

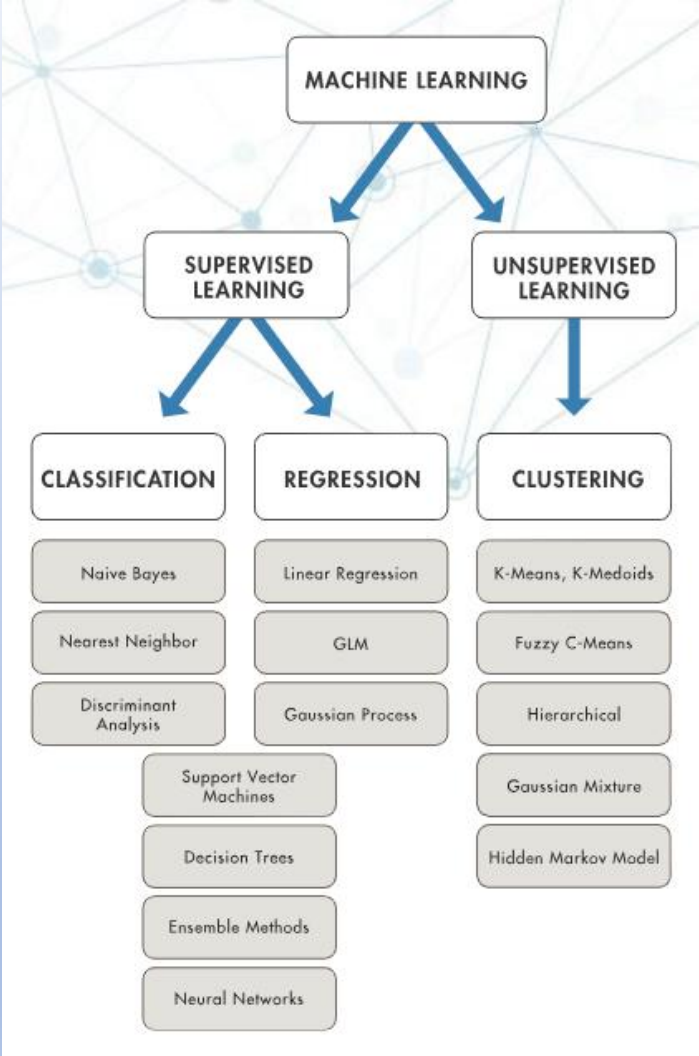
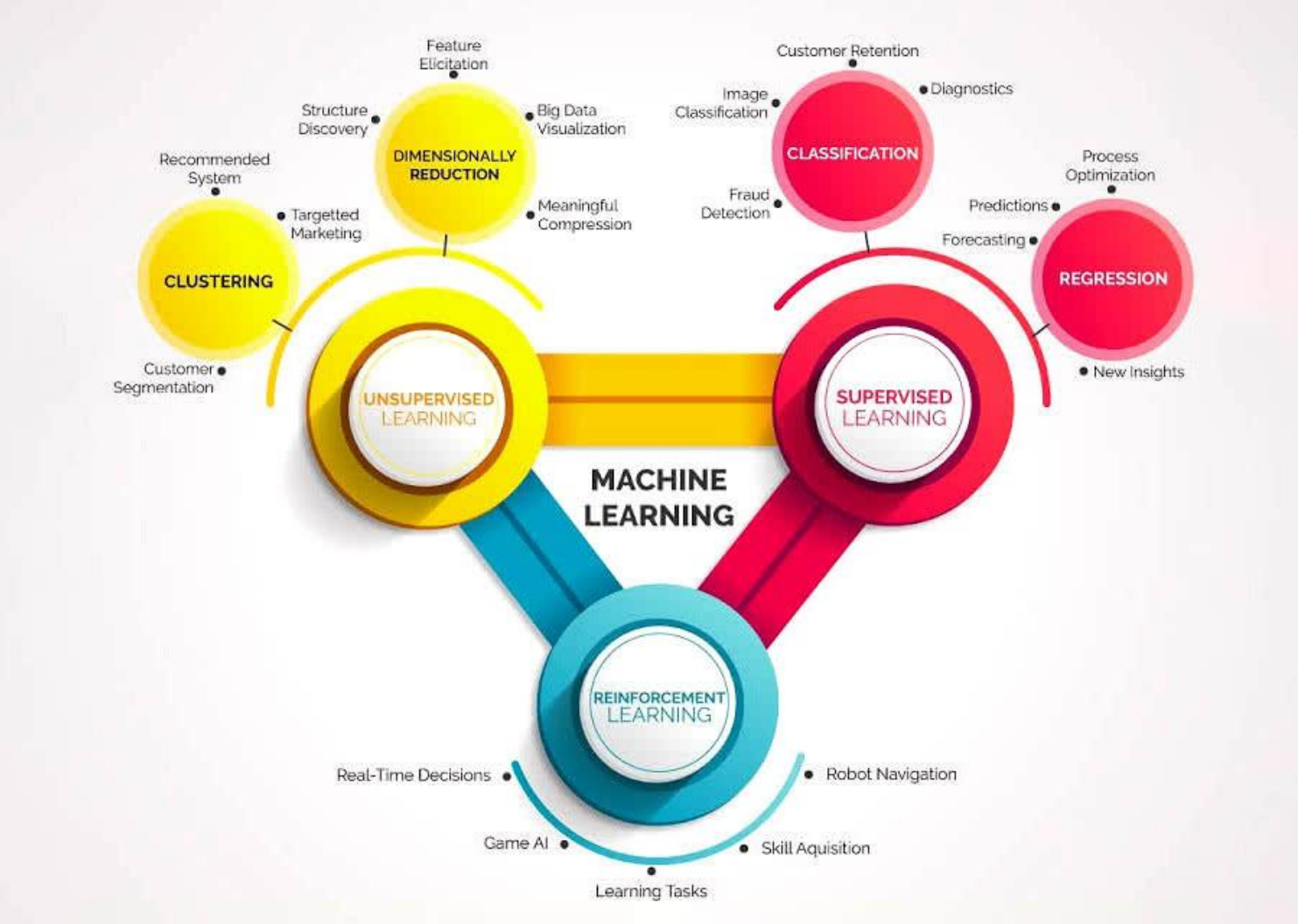
-BŁĘDY WYNIKAJĄCE Z BRAKU UWZGLĘDNIENIA DYNAMIKI OBIEKTÓW, PROCESÓW – BRAK ANALIZY WŁASNOŚCI DYNAMICZNYCH, CHARAKTERYSTYK CZASOWYCH I CZĘSTOTLIWOŚCIOWYCH, BRAK ANALIZY PUNKTÓW PRACY I OBSZARÓW OPTYMALNEJ PRACY POMP/ZESPOŁÓW POMPOWYCH ETC

-BŁĘDY W SYCHRONIZACJI BAZ DANYCH (ODCZYTY Z RÓŻNYM STEMPEM CZASOWYM)

Metoda badawcza - rozwiązanie problemu badawczego

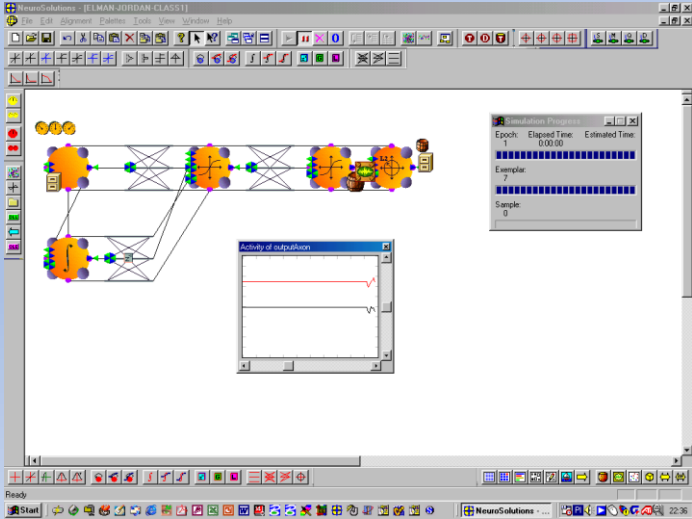
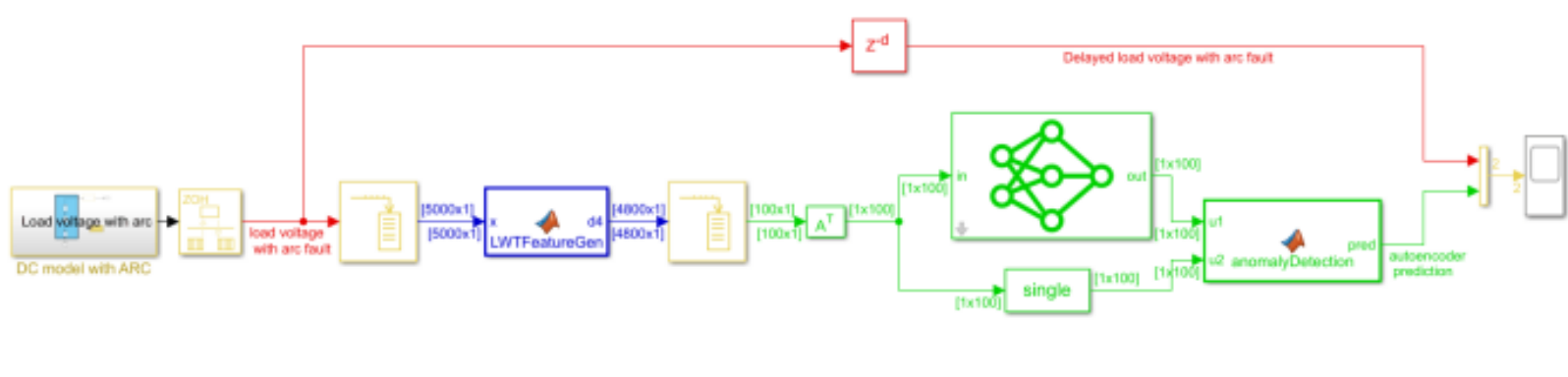
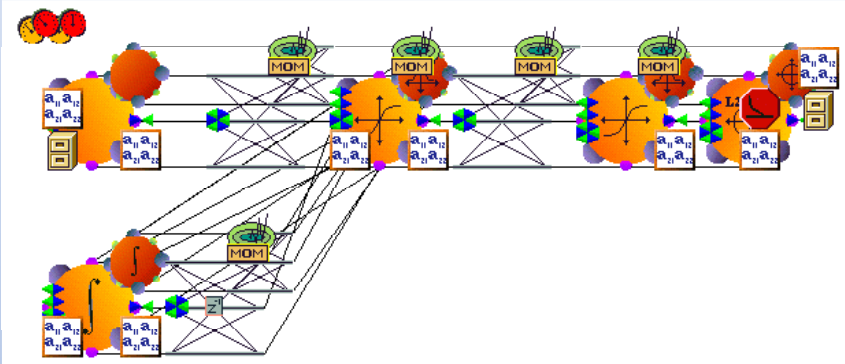
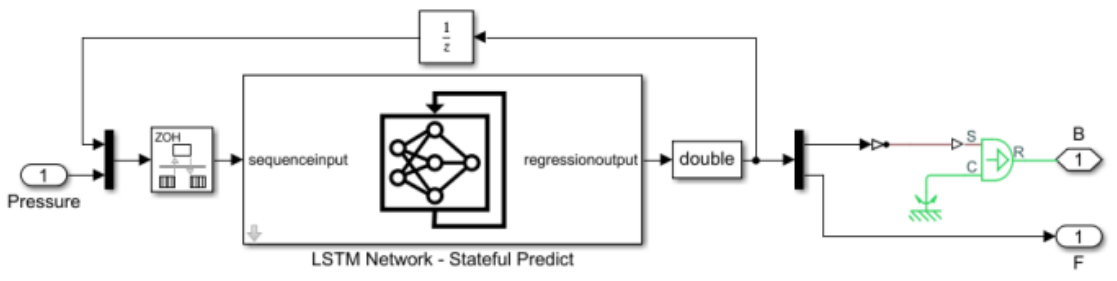
- zastosowanie predefiniowanych modeli metod/algorytmów sterowania obiektów dynamicznych z logiczną reprezentacją wiedzy o procesie, obiekcie sterowania i sterowaniu, dla których proces uczenia się polega na sukcesywnej walidacji i uaktualnianiu wiedzy oraz wykorzystywaniu wyników tego uaktualniania do wyznaczania decyzji oraz problem stabilizacji parametrów procesowych (w odpowiedzi na zmianę sygnałów wymuszających, zakłócających, błędów w danych, w modelach, niedokładności kalibracji modeli, aktualizacji trajektorii sterowania i nieuzyskania minimum błędu nadążania za trajektorią referencyjną).
- zastosowanie zmiennych – dynamicznie aktualizowanych referencyjnych trajektorii sterowania
- zastosowanie sekwencyjnych – wielowątkowych algorytmów sterowania MPC opartych na definicji funkcji celu minimalizującej błąd nadążania za dynamicznie uaktualnianą trajektorią referencyjną na zmiennym horyzoncie predykcji i sterowania
- zastosowanie sekwencyjnych multiagentowych algorytmów sterowania - pozwalając sterować procesami technologicznymi uzdatniania wody z uwzględnieniem dynamiki reakcji chemicznych, czasami filtracji, sedymentacji, czasem opadania cząstek przy jednoczesnym zapewnieniu stabilności układów sterowania (w sensie Lapunowa) oraz stabilności hydraulicznej układu technologicznego
- zastosowanie multiagentowego modelu sterowania inferencyjnego, który zostanie zaimplementowany na wyższym poziomie nadzoru w celu manipulowania nastawami wielu pętli sterujących, w celu optymalizacji systemów kontroli i śledzenia zmian wartości zmiennych procesowych i będzie oparty na modelu przestrzeni stanów służącego do prognozowania wpływu w czasie niezależnych zmiennych wejściowych procesu – zarówno manipulowanych, jak antycypacyjnych – na zależne zmienne wyjściowe procesu – tak regulowane, jak i inne nieregulowane zmienne prognozowane

Sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe (Deep Learning) w sektorze WOD-KAN - zastosowania



Sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe (Deep Learning) w sektorze WOD-KAN - zastosowania

Predykcyjna diagnostyka stanów pracy obiektów dynamicznych i procesów technologicznych - metody rekonstrukcji sygnałów pomiarowych z zastosowaniem hybrydowego autoenkodera splotowego z warstwą dekompozycji falkowej, metody detekcji/diagnostyki anomalii w maszynach przepływowych za pomocą autoenkodera LSTM oraz metody detekcji zmiany stanów pracy obiektów dynamicznych z wykorzystaniem dyskretnej transformaty falkowej (DWT). Autoenkoder jako wielowarstwowy układ autoasocjacyjny stwarzający ze sobą dane wejściowe jest specjalnym rozwiązaniem głębokiej sieci neuronowej, którego zadaniem jest skopiowanie danych wejściowych w wyjściowe z akceptowalnym błędem. Wykorzystanie mechanizmów samoorganizacji zarówno w sensie generacji cech diagnostycznych, jak i zastosowania końcowej jednostki wykonawczej (klasyfikatora lub układu regresyjnego) oraz możliwości przetwarzania danych oryginalnych bez potrzeby wstępnej analizy eksperckiej i zdolności uogólniania wiedzy nabytej w uczeniu.



Sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe (Deep Learning) w sektorze WOD-KAN - zastosowania

Inteligentna detekcja oraz diagnostyka stanów i zdarzeń krytycznych w systemach produkcji i dystrybucji wody z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego

Act	Time In	Time Last	Node	Tagname	Status	Value	Description
Woda	Zbiornik 1	Sensory	Kalifornia	Seneca	Operacyjny 1	Zbiornik	Brzoza
Zbiornik 1	Zbiornik 2	Stary Sact	Zbiornik 10	Awaryjny 10	Operacyjny 10	Podziemia	Zawies
Reaktor 1	Zbiornik 1	Korona	Zbiornik 10	Lewonka	Wstrzymane	Podziemia	Szczepki

Hydrofornia Mysłec

Suchobieg Brak zasobów

Stwierzenie

Zal pompowni

Wył pompowni

Kasowanie awarii

Lokalne

Zdalne

Tryb regulacji

Regulacja

Progowa

Parametry pompowni

- Zadane ciśnienie w trybie regulacji: 11.7 bar
- Maksymalne ciśnienie w trybie progowym: 12.0 bar
- Minimalne ciśnienie w trybie progowym: 11.5 bar
- Ciśnienie zabezpieczające tryb pożarowy: 10.0 bar
- Ciśnienie wyłączone tryb pożarowy: 12.0 bar
- Maksymalne ciśnienie w kolektorze bocznym: 14.0 bar
- Ciśnienie suchobiegu: 0.2 bar
- Licznik czasu pracy P1: 139154 godz
- Licznik czasu pracy P2: 49 godz
- Waga impulsu w litrach: 10

Parametry regulatora

- Wysięcie regulatora: 63.5
- Wzmocnienie: 0.4
- Czas zbieżności [s]: 5.0

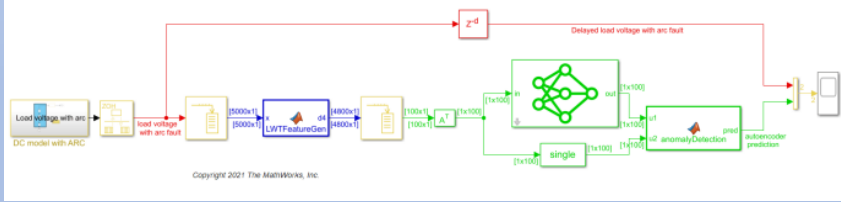
Licznik: 52167 m3

FTI_MYSLEC: 0.0 m3/h

FTI_MYSLEC: 3.60 bar

FTI_MYSLEC: 11.58 bar

Act	Time In	Time Last	Node	Tagname	Status	Value	Description
Woda	Zbiornik 1	Sensory	Kalifornia	Seneca	Operacyjny 1	Zbiornik	Brzoza
Zbiornik 1	Zbiornik 2	Stary Sact	Zbiornik 10	Awaryjny 10	Operacyjny 10	Podziemia	Zawies
Reaktor 1	Zbiornik 1	Korona	Zbiornik 10	Lewonka	Wstrzymane	Podziemia	Szczepki



Act	Time In	Time Last	Node	Tagname	Status	Value	Description
Woda	Zbiornik 1	Sensory	Kalifornia	Seneca	Operacyjny 1	Zbiornik	Brzoza
Zbiornik 1	Zbiornik 2	Stary Sact	Zbiornik 10	Awaryjny 10	Operacyjny 10	Podziemia	Zawies
Reaktor 1	Zbiornik 1	Korona	Zbiornik 10	Lewonka	Wstrzymane	Podziemia	Szczepki

Hydrofornia Mysłec

Suchobieg Brak zasobów

Stwierzenie

Zal pompowni

Wył pompowni

Kasowanie awarii

Lokalne

Zdalne

Tryb regulacji

Regulacja

Progowa

Parametry pompowni

- Zadane ciśnienie w trybie regulacji: 11.7 bar
- Maksymalne ciśnienie w trybie progowym: 12.0 bar
- Minimalne ciśnienie w trybie progowym: 11.5 bar
- Ciśnienie zabezpieczające tryb pożarowy: 10.0 bar
- Ciśnienie wyłączone tryb pożarowy: 12.0 bar
- Maksymalne ciśnienie w kolektorze bocznym: 14.0 bar
- Ciśnienie suchobiegu: 0.2 bar
- Licznik czasu pracy P1: 139154 godz
- Licznik czasu pracy P2: 49 godz
- Waga impulsu w litrach: 10

Parametry regulatora

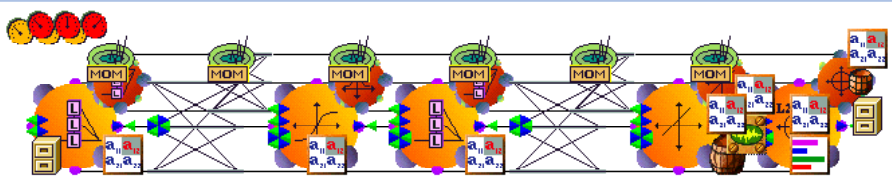
- Wysięcie regulatora: 63.5
- Wzmocnienie: 0.4
- Czas zbieżności [s]: 5.0

Licznik: 52167 m3

FTI_MYSLEC: 0.0 m3/h

FTI_MYSLEC: 3.60 bar

FTI_MYSLEC: 11.58 bar



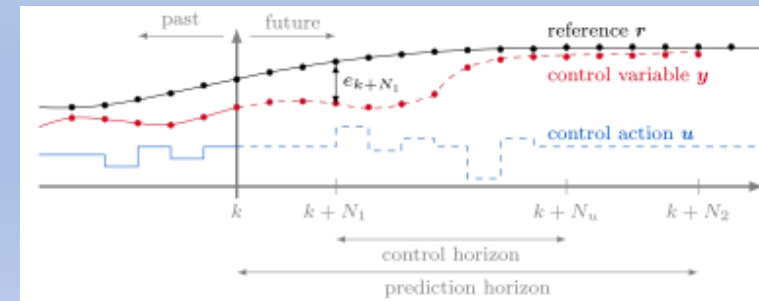
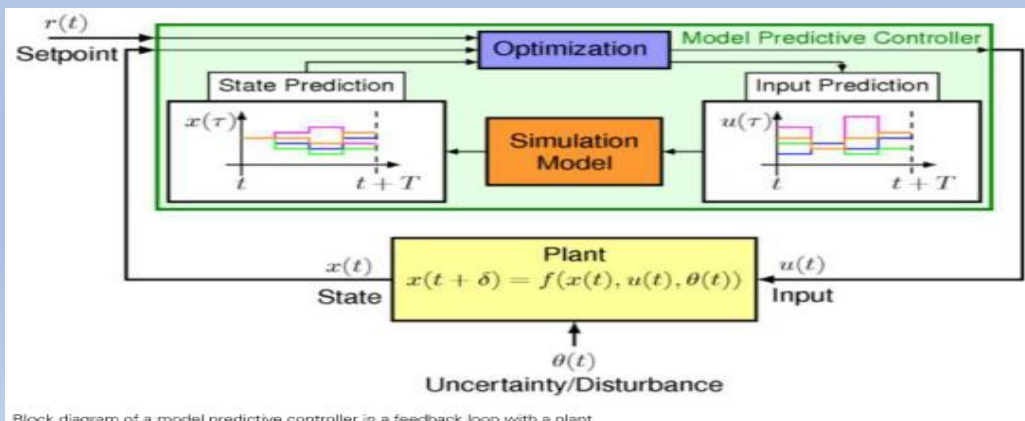
Sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe (Deep Learning) w sektorze WOD-KAN - zastosowania

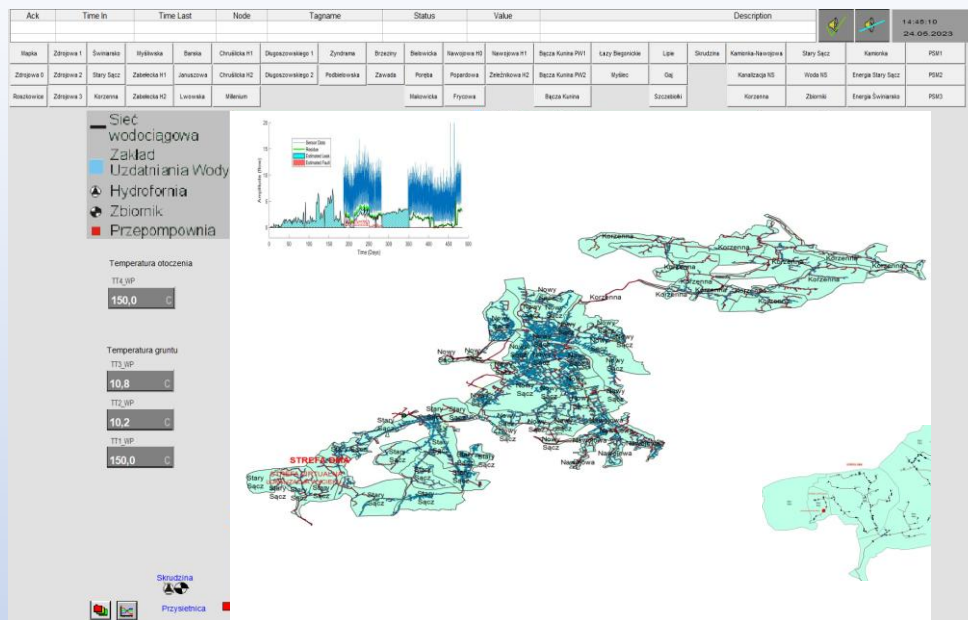
Sterowanie predykcyjne/inferencyjne

Model sterowania predykcyjnego MPC - zaimplementowany na wyższym poziomie nadzoru w celu manipulowania nastawami wielu pętli sterujących, w celu optymalizacji systemów kontroli i śledzenia zmian wartości zmiennych procesowych – oparty na modelu przestrzeni stanów służącego do prognozowania wpływu w czasie niezależnych zmiennych wejściowych procesu – zarówno manipulowanych, jak antycypacyjnych – na zależne zmienne wyjściowe procesu – tak regulowane, jak i inne nieregulowane zmienne prognozowane.

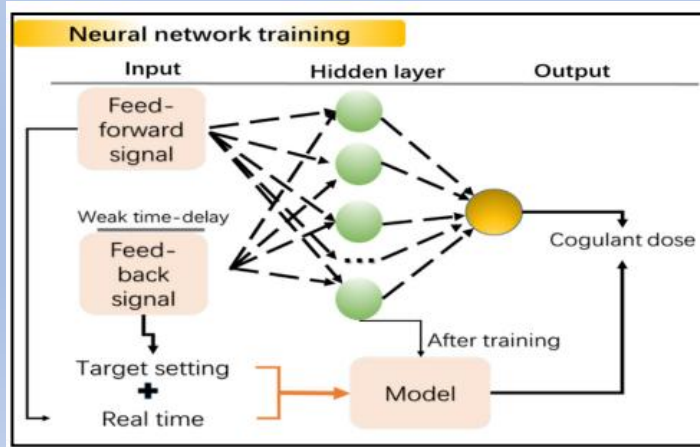
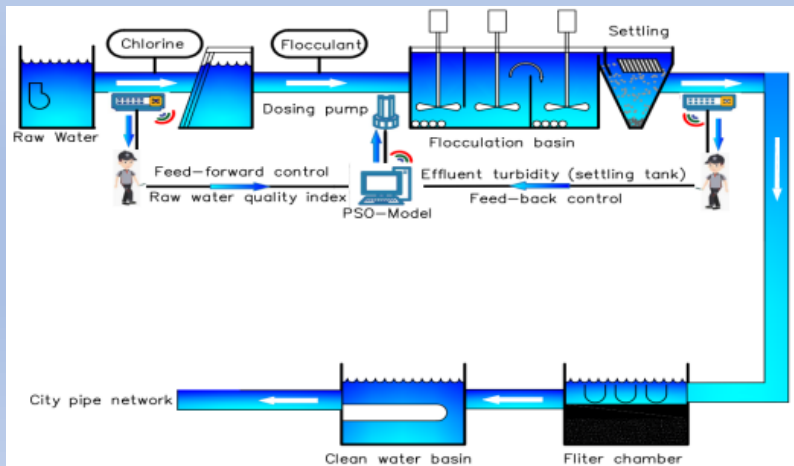
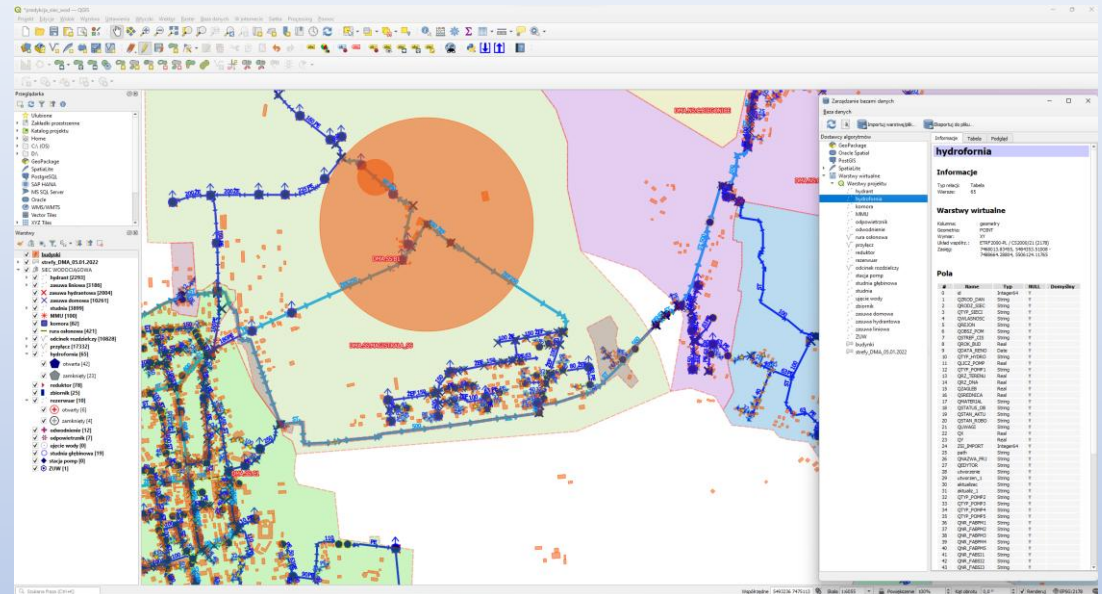
Model umożliwia uwzględnienie dynamiki procesu między zmianą zmiennych niezależnych a oczekiwanymi zmianami zmiennych zależnych. Algorytm MPC prognozuje przyszły przebieg procesu i porównuje go z celami roboczymi procesu. Wewnętrznie oblicza też strategię przyszłych decyzji, zapisując w nastawach regulatorów niższego poziomu tylko bieżące zmiany. Ten wieloetapowy proces obliczeniowy, powtarzany przy każdym wykonaniu, umożliwi sterownikowi planowanie z wyprzedzeniem w celu zapewnienia optymalnej dynamicznej kontroli regulowanych zmiennych procesowych.

Sterowanie procesem z wykorzystaniem algorytmu MPC nadążającego za trajekcją referencyjną realizowane jest przez wykonanie symulacji procesu, czyli wyznaczenia charakterystyk czasowych i częstotliwościowych odpowiedzi układu na wymuszenia, w tym symulowane (w zdefiniowanej przestrzeni stanów i zdarzeń).





Model detekcji wycieków oparty na algorytmach analizy i predykcyjnej diagnostyki dynamiki zmian parametrów procesowych w przestrzeni zmiennych stanu obiektów i procesów oraz zdarzeń w infrastrukturze systemu wodociągowego



Model predykcyjnej detekcji zmian parametrów jakościowych wody pitnej w systemach produkcji wody (zakładach uzdatniania wody) i optymalizacji zużycia środków chemicznych i zużycia energii elektrycznej



CONTACT Prof. dr hab. inż. Krzysztof Gaska



Wydział Informatyki

ul. Kawory 21, budynek D17, pok. 4.46, 30-055 Kraków

+48 604 963 868

kgaska@agh.edu.pl



Politechnika Śląska

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Katedra Inżynierii Wody i Ścieków

ul. Konarskiego 18, pok. 207, 44-100 Gliwice

+48 32 237 11 94 / +48 32 237 28 49 / +48 604 963 868

krzysztof.gaska@polsl.pl



Sąddeckie Wodociągi Spółka z o.o.

ul. Wincentego Pola 22

33-300 Nowy Sącz

tel.: +48 18 443 86 43/+48 604 963 868

e-mail: krzysztof.gaska@swns.pl