

OTWARTE SEMINARIA IETU

ZASTOSOWANIE MODELOWANIA MATEMATYCZNEGO I SYSTEMU WSPOMAGANIA DECYZJI DO OPTYMALIZACJI CIŚNIENIA ORAZ OBLICZENIA WYCIEKÓW W SIECIACH WODOCIĄGOWYCH

Rafał Ulańczyk

Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Piotr Cofałka

Instytut Ekologii Terenów
Uprzemysłowionych

Katowice, 16 marca 2017



- **Wstęp – o modelach i systemach wspomagania decyzji**
- **O projekcie EWATUS: cele, zastosowanie DSS i modeli**
- **Struktura DSS opracowanego w projekcie EWATUS**
 - baza i monitoring:
 - prognozy zapotrzebowania
 - modele hydrauliczne w DSS
 - interfejs DSS
 - narzędzia (modele) służące do walidacji
- **Podsumowanie i dyskusja**





System wspomagania decyzji (ang. Decision Support System – DSS)

- narzędzie informatyczne opracowane w celu wspomagania procesu planowania i podejmowania decyzji
- system komputerowy oparty na bazach danych, wiedzy, informacjach i funkcjach umożliwiających dialog z użytkownikiem, zapewniający osobie podejmującej decyzje aktualną i użyteczną informację
- system, który używa dużej liczby danych wejściowych, przetwarza je, ocenia i kategoryzuje w użyteczny sposób i ostatecznie pozwala na ich prezentację w formie dostosowanej do celu podejmowanych decyzji³

Model matematyczny

- Zbiór reguł i relacji które pozwalają za opisać wycinek rzeczywistości (obiekt, proces) za pomocą języka matematycznego (często element DSS)

(definicje obu pojęć są liczne)





- **Pierwsze systemy DSS – lata 60.**
- **Pierwsze systemy DSS dla gospodarki wodnej – lata 70.**
- **Upowszechnienie systemów DSS dla gospodarki wodnej – lata 90. (rozwój komputeryzacji)**

Cel:

- **Początkowo zastosowanie głównie w ekonomii**
- **Obecnie (najprawdopodobniej) wszystkie aspekty gospodarowania wodą**





Cel:

- **Początkowo zastosowanie głównie w ekonomii**
- **Obecnie (najprawdopodobniej) wszystkie aspekty gospodarowania wodą, np.:**
 - ocena wpływu inwestycji na środowisko
 - ocena skutków potencjalnego zanieczyszczenia środowiska
 - identyfikacja przyczyn zmian w ilości i jakości zasobów wodnych
 - optymalizacja poboru wody z różnych źródeł
 - prognoza zapotrzebowania na wodę
 - prognoza zasobności źródeł zaopatrzenia w wodę
 - optymalizacja ciśnienia w sieci wodociągowej
 - prognoza i analiza scenariuszy dopływu ścieków do oczyszczalni
 - prognoza i ocena skutków przelewów z kanalizacji ogólnospławnej
 - analiza efektów i potrzeb związanych z rozbudową sieci wodociągowej (i kanalizacyjnej)
 - (. . .)





Systemy wspomaganie:

- ułatwiają obserwację i kontrolę zjawisk / procesów (np. przepływ i ciśnienie wody)
- ułatwiają identyfikację awarii
- przyspieszają analizę i raportowanie danych
- pozwalają na szybsze i usystematyzowane podejmowanie decyzji opartych o różne źródła informacji
- przyczyniają się do zysków finansowych (poprzez oszczędność czasu i optymalizację podejmowanych decyzji)

Modele matematyczne:

- mogą służyć jako wirtualne sensory (np. ciśnienia, przepływu, jakości wody)
- pozwalają na wykonanie prognoz





Systemy wspomagania i modele matematyczne coraz częściej są zalecane do stosowania przy zintegrowanym zarządzaniu (gospodarowaniu) zasobami wodnymi.

Samo zintegrowane zarządzanie i gospodarowanie zasobami wodnymi jest także w coraz większym stopniu zalecane i wymagane.

- Organizacja Narodów Zjednoczonych, w tym Europejska Komisja Gospodarcza
- Globalne Partnerstwo dla Wody (Global Water Partnership – GWP)
- Komisja Europejska
- Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju
- Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej





Komercyjne pakiety oprogramowania (przykłady):

- **WaterGEMS** (DSS, obejmuje modele i narzędzia CAD/GIS dla sieci wodociągowych i kanalizacyjnych)
 - **WaterCAD** (model i narzędzia CAD/GIS dla sieci wodociągowych)
 - **HAMMER** (model i narzędzia do zarządzania ciśnieniem w sieci, zapobiegania uderzeniom hydraulicznym itp.)
 - **SewerGEMS** (narzędzia do analizy i projektowania sieci kanalizacyjnej)
 - **SewerCAD** (model i narzędzia CAD/GIS dla kanalizacji sanitarnej i ogólnospławnej)
 - **CivilStorm** (DSS, obejmuje modele i narzędzia CAD/GIS dla kanalizacji deszczowej)
 - **StormCAD** (model i narzędzia CAD/GIS dla kanalizacji deszczowej)
- **HydrauliCAD** (narzędzia CAD do projektowania i symulacji sieci wodociągowych)
- **InfoWater** (narzędzia GIS do modelowania sieci wodociągowych)
- **InfoWaterSA** (system GIS do zarządzania i modelowania sieci wodociągowych)
- **MIKE URBAN** (system do modelowania sieci wodociągowych i kanalizacyjnych)
- **CityWater** (DSS dla sieci wodociągowych)

Niekomercyjne modele hydrauliczne:

- **EPANET** (model hydrauliczny sieci wodociągowej)
- Liczne modele opracowane w ramach prac naukowych (często jednak używane wyłącznie przez twórców)





ISS-EWATUS

Usługi w zakresie DSS i modelowania

Duże firmy o zasięgu międzynarodowym, np.:

- Bentley
- Innovyze
- DHI

Dziesiątki firm, instytutów, uczelni.





Integrated Support System for Efficient Water Usage and Resources Management

issewatus.eu

issewatus@us.edu.pl



This project has received funding from the European Union's
Seventh Framework Programme for research, technological development
and demonstration under grant agreement no 619228



PARTNERS:



UNIVERSITY OF SILESIA
IN KATOWICE



Institute
for Ecology
of Industrial
Areas



Municipal
Water Company
of Sosnowiec



Center
for Research
and Technology
Hellas



Municipal
Water Company
of Skiathos



University
Pablo de Olavide
Seville

Brunel
UNIVERSITY
L O N D O N

Loughborough
University

DOTSOFT
TECHNOLOGY SOLUTIONS

VU
VRJIE
UNIVERSITEIT
AMSTERDAM

VU
University
Amsterdam

Cele projektu:

- Wpływ na świadomość użytkowników wody poprzez platformę społecznościową (<http://watersocial.org>)
- Wpływ na świadomość użytkowników wody i na zużycie wody poprzez system wspomagania decyzji w skali gospodarstw domowych
- Opracowanie adaptacyjnego systemu taryfowego opłat za wodę
- Zmniejszenie strat wody i energii w systemach dystrybucji wody poprzez system wspomagania decyzji w skali miasta



Cele projektu:

- Wpływ na świadomość użytkowników wody poprzez platformę społecznościową (<http://watersocial.org>)
- Wpływ na świadomość użytkowników wody i na zużycie wody poprzez system wspomagania decyzji w skali gospodarstw domowych
- Opracowanie adaptacyjnego systemu taryfowego opłat za wodę
- Zmniejszenie strat wody i energii w systemach dystrybucji wody poprzez system wspomagania decyzji w skali miasta



- **Obliczanie optymalnego ciśnienia w sieci wodociągowej (element systemu DSS działającego na bieżąco)**

Jakie ciśnienie powinno być zadane na dopływie do sieci aby:

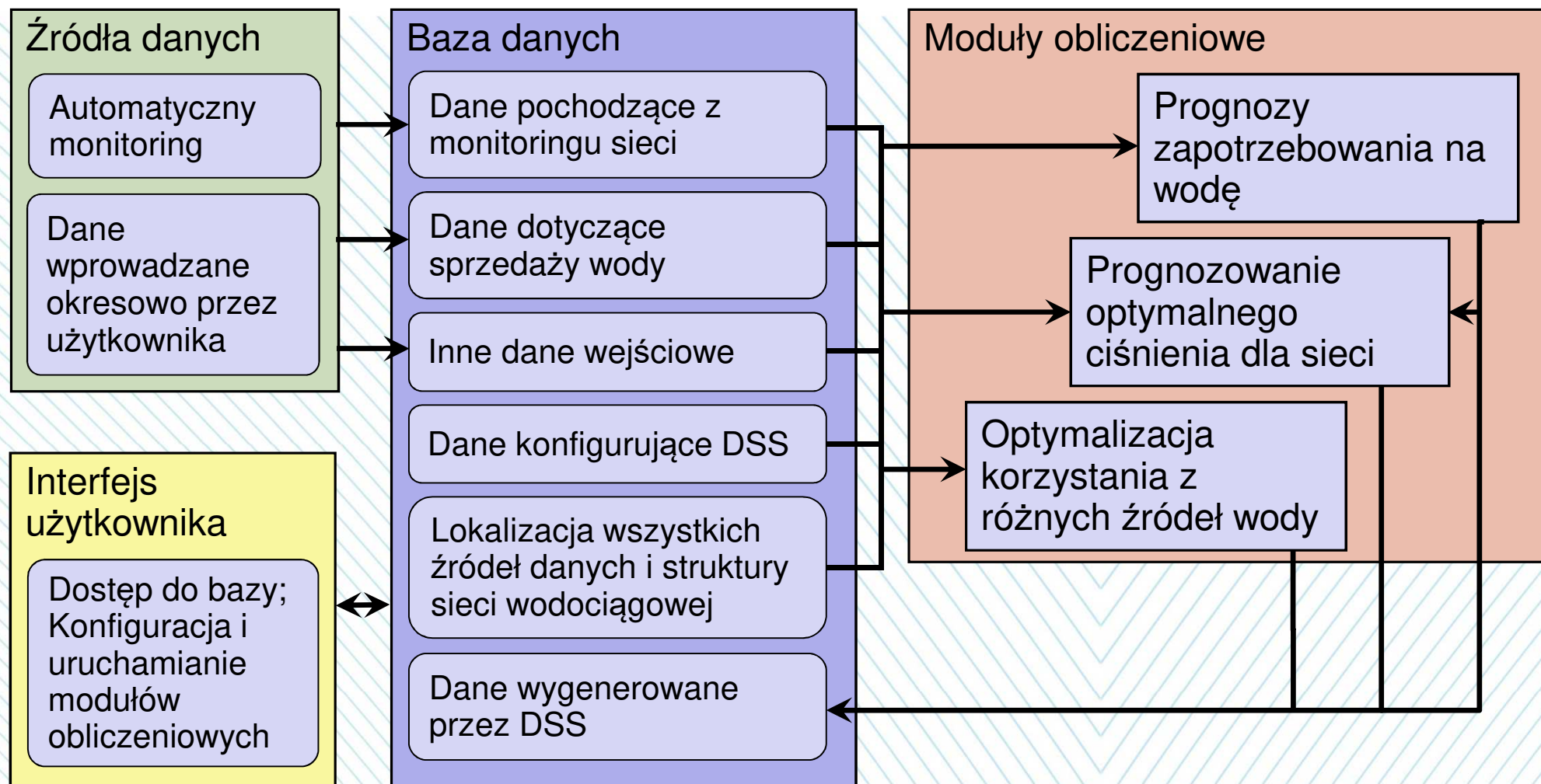
- utrzymać ciśnienie na odpowiednim poziomie w określonych punktach sieci,
- sprostać określonemu zapotrzebowaniu na wodę?

- **Ocena wyniku optymalizacji ciśnienia (element narzędzi o nazwie „Leakage tools”)**

Jak optymalizacja ciśnienia wpłynie na redukcję:

- Wycieków, ciśnienia, kosztów produkcji wody i in.?

Struktura systemu wspomagania decyzji



System wspomagania decyzji

- Dane i bazy danych



ISS-EWATUS
czasowo-
przestrzenna
baza danych

Centralne repozytorium

- Lokalizacja wszystkich źródeł danych (kategorie, współrzędne, adresy itp.)
- Lokalizacja danych generowanych przez DSS (współrzędne)
- Zużycie wody w skali miasta (wodomierze)
- **Monitoring sieci wodociągowej:**
 - Ciśnienie w punktach krytycznych
 - Ciśnienie i przepływ w regulatorach ciśnienia
 - Dopływ do sieci wodociągowej
- **Dane meteorologiczne**
- **Dane wygenerowane przez DSS w skali miasta**
 - Prognozowane zapotrzebowanie na wodę
 - Symulowane ciśnienie w sieci wodociągowej
 - Prognoza optymalnego ciśnienia dla regulatorów

System monitoringu w skali gospodarstw domowych

- Zużycie i temperatura wody
- Użytkownicy wody
- Cele użycia wody (system WaterDiary)
- Spersonalizowane wskazówki dotyczące zużycia wody

Dodatkowe funkcje / cechy bazy

- System automatycznego raportowania (np. na wypadek przerwy w dostawie danych)
- Algorytmy korekcji danych
- System kopii zapasowych
- System przetwarzania danych na potrzeby DSS





Podstawowe cechy

- obsługuje wiele sieci wodociągowych (klientów)
- współpracuje z różnymi źródłami danych przesyłających dane w sposób automatyczny
- kopia zapasowa jest tworzona co najmniej raz dziennie
- Posiada system raportowania przerwy w dostawie danych (powiadomienia e-mail dla klientów)
- znajduje się w IETU
- oparta jest o system MS SQL

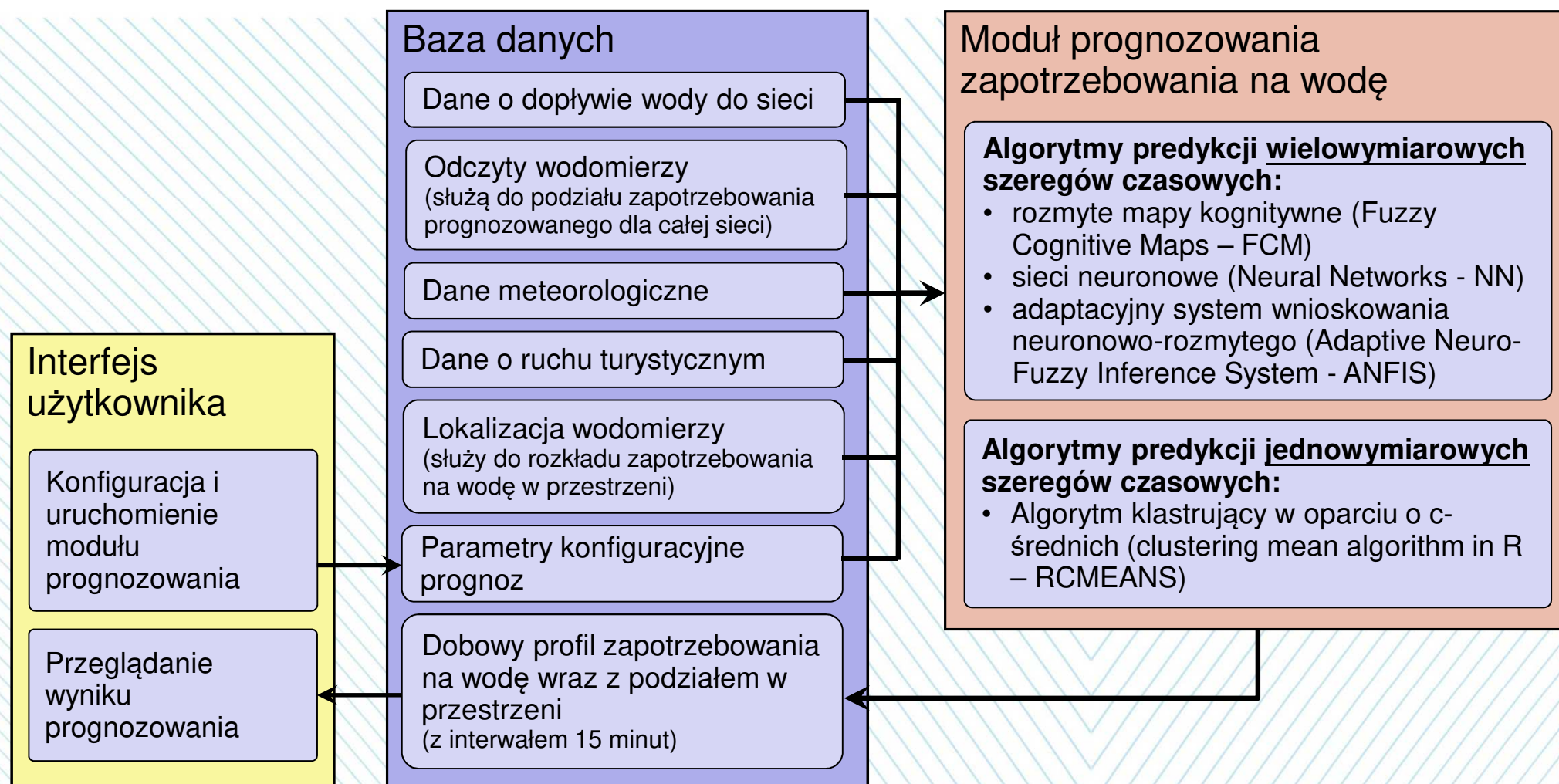
Konieczne prace utrzymaniowe

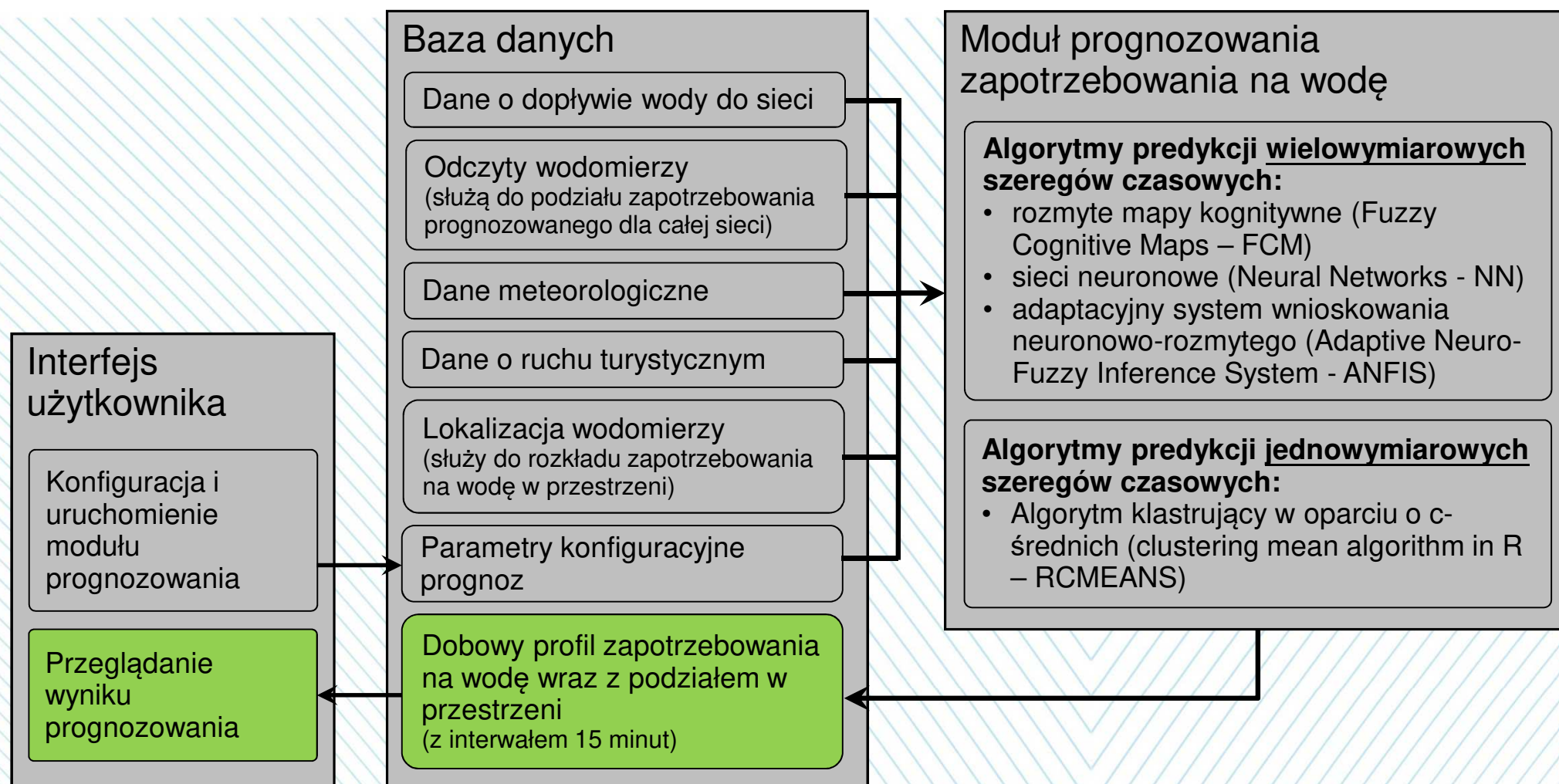
- okresowy nadzór nad systemem kopii zapasowych
- konieczność interwencji u klientów, który pomimo monitu o przerwach w dostawie danych nie usunęli usterki

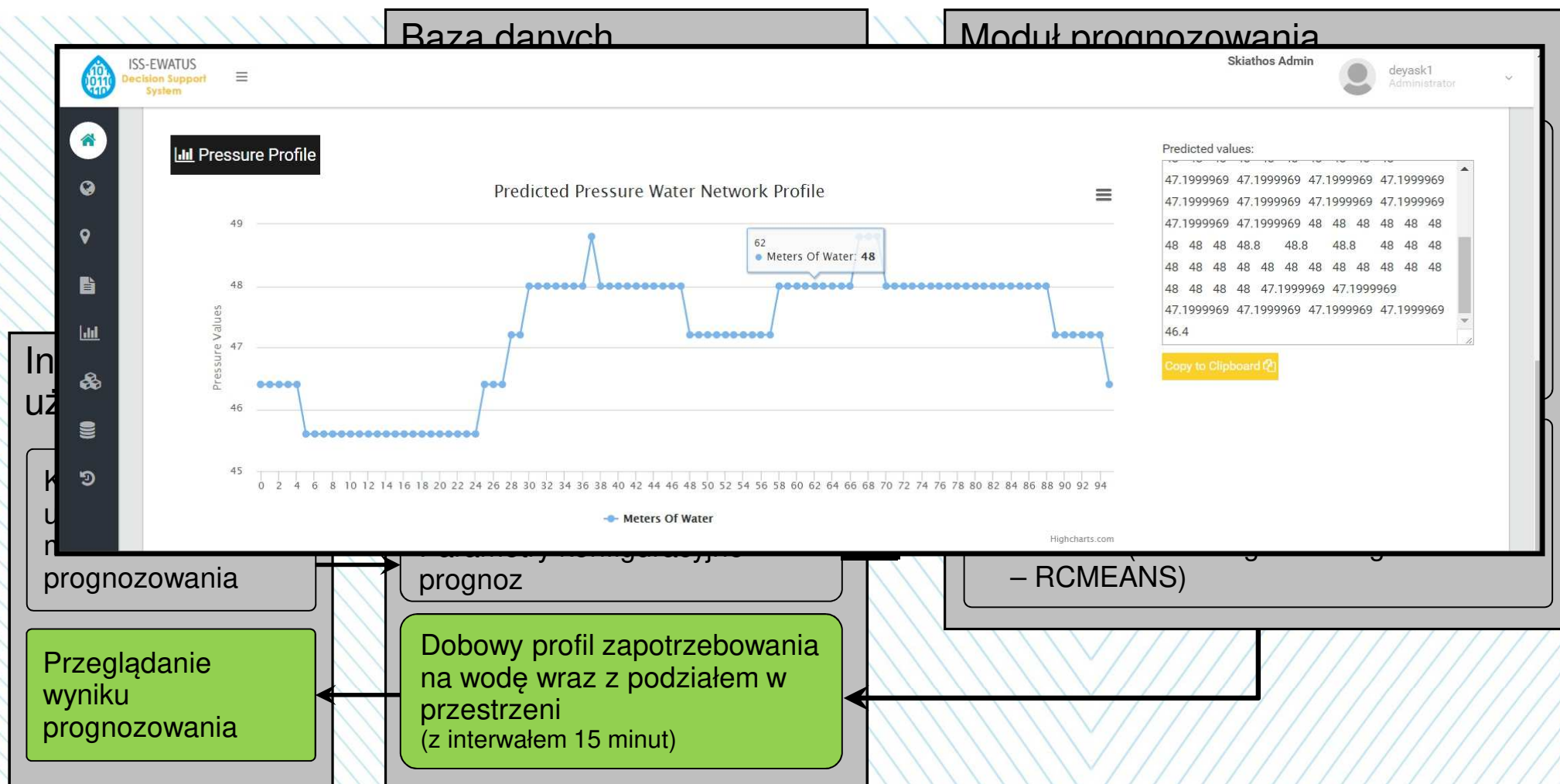


System wspomagania decyzji

- Prognozy zapotrzebowania na wodę







System wspomagania decyzji

- Modele hydrauliczne i optymalizacja ciśnienia

Zmienne w czasie dane wejściowe:

Wszystkie możliwe dopływy do sieci (dane historyczne / prognozy)

Przestrzenna dezagregacja danych (oparta o odczyty liczników)

Wymagane ciśnienie w punktach krytycznych (wymagania prawne lub operatora sieci)

Zmienne w czasie dane wejściowe:

Wszystkie możliwe dopływy do sieci (dane historyczne / prognozy)

Przestrzenna dezagregacja danych (oparta o odczyty liczników)

Wymagane ciśnienie w punktach krytycznych (wymagania prawne lub operatora sieci)

Wszystkie możliwe dopływy

Q1

Q2

Q3

Q...

Zmienne w czasie dane wejściowe:

Wszystkie możliwe dopływy do sieci (dane historyczne / prognozy)

Przestrzenna dezagregacja danych (oparta o odczyty liczników)

Wymagane ciśnienie w punktach krytycznych (wymagania prawne lub operatora sieci)

Wszystkie możliwe dopływy

Q1	$= q_11 + q_12 + q_13 + q_1...$
Q2	$= q_21 + q_22 + q_23 + q_2...$
Q3	$= q_31 + q_32 + q_33 + q_3...$
Q...	$= q_{...1} + q_{...2} + q_{...3} + q_{...}...$

Zmienne w czasie dane wejściowe:

Wszystkie możliwe dopływy do sieci (dane historyczne / prognozy)

Przestrzenna dezagregacja danych (oparta o odczyty liczników)

Wymagane ciśnienie w punktach krytycznych (wymagania prawne lub operatora sieci)

Wszystkie możliwe dopływy

Q1	$= q_{11} + q_{12} + q_{13} + q_{1...}$
Q2	$= q_{21} + q_{22} + q_{23} + q_{2...}$
Q3	$= q_{31} + q_{32} + q_{33} + q_{3...}$
Q...	$= q_{...1} + q_{...2} + q_{...3} + q_{...}$

W punkcie X1 ciśnienie powinno wynosić Y1
W punkcie X2 ciśnienie powinno wynosić Y2
W punkcie X3 ciśnienie powinno wynosić Y3
(...)

Zmienne w czasie dane wejściowe:

Wszystkie możliwe dopływy do sieci (dane historyczne / prognozy)

Przestrzenna dezagregacja danych (oparta o odczyty liczników)

Wymagane ciśnienie w punktach krytycznych (wymagania prawne lub operatora sieci)

Model hydrauliczny

Obliczanie optymalnego ciśnienia dla:
1) Wszystkich scenariuszy dopływu
2) Ciśnienia wymaganego w punktach krytycznych

Wszystkie możliwe dopływy

Q1

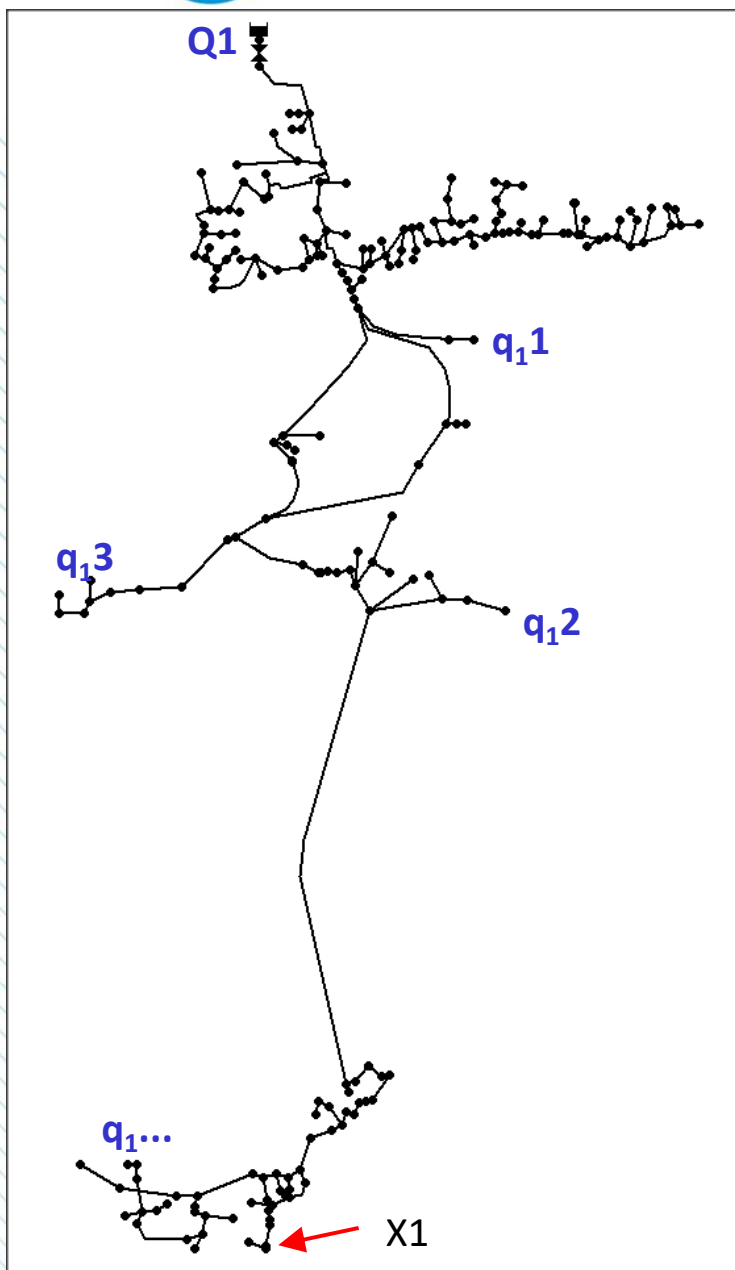
Q2

Q3

Q...

Optymalizacja ciśnienia - Model hydrauliczny

Model sieci
wodociągowej w
Sosnowcu
(Dzielnica Kolonia
Cieśle)



Wszystkie
możliwe
dopływy

Q1

$$= q_{11} + q_{12} + q_{13} + q_{1...}$$

Q2

$$= q_{21} + q_{22} + q_{23} + q_{2...}$$

Q3

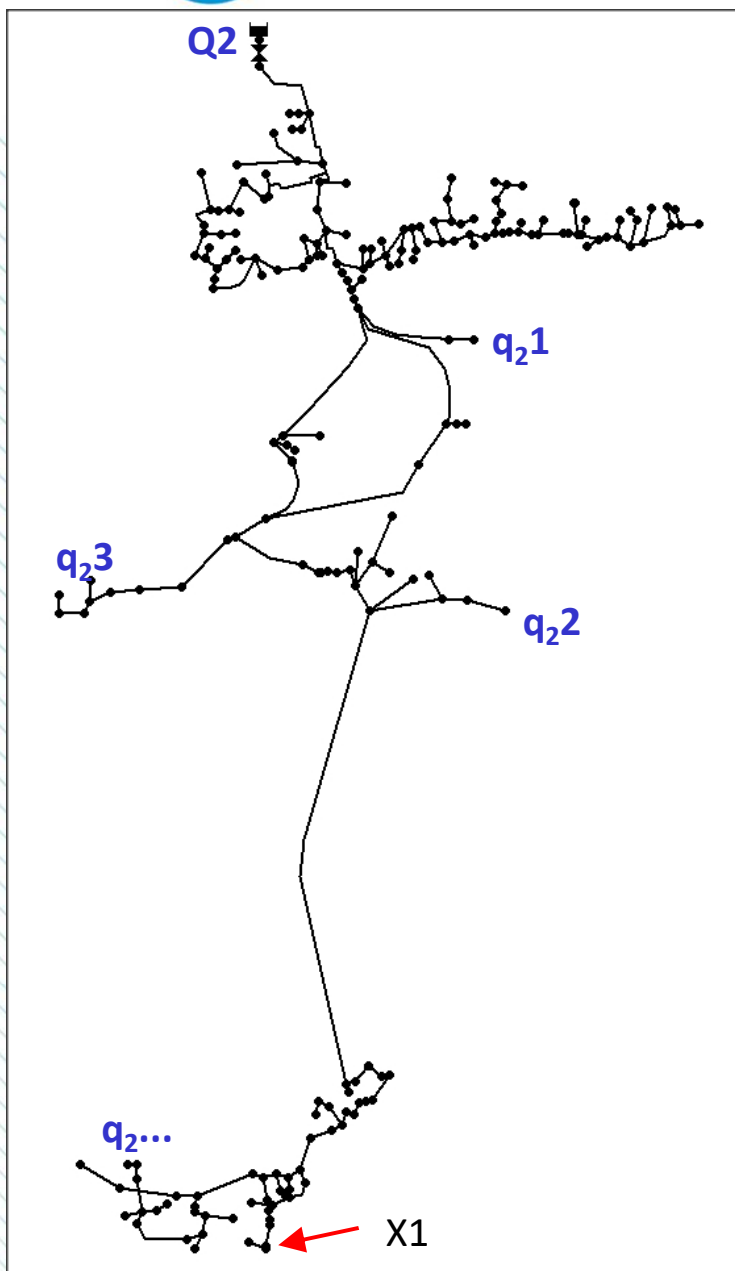
$$= q_{31} + q_{32} + q_{33} + q_{3...}$$

Q...

$$= q_{...1} + q_{...2} + q_{...3} + q_{...}$$

W punkcie X1 ciśnienie powinno wynosić Y1
W punkcie X2 ciśnienie powinno wynosić Y2
W punkcie X3 ciśnienie powinno wynosić Y3
(...)

Model sieci
wodociągowej w
Sosnowcu
(Dzielnica Kolonia
Cieśle)



**Wszystkie
możliwe
dopływy**

Q1

$$= q_{11} + q_{12} + q_{13} + q_{1...}$$

Q2

$$= q_{21} + q_{22} + q_{23} + q_{2...}$$

Q3

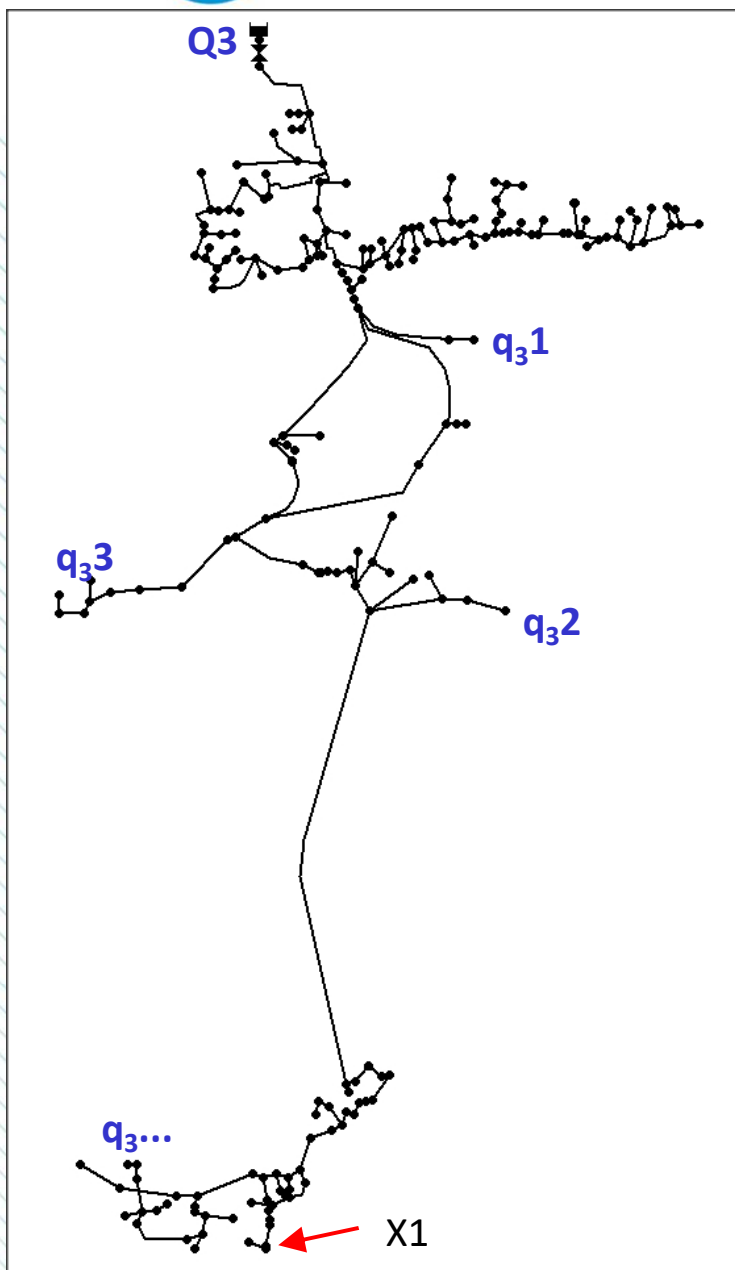
$$= q_{31} + q_{32} + q_{33} + q_{3...}$$

Q...

$$= q_{...1} + q_{...2} + q_{...3} + q_{...}$$

W punkcie X1 ciśnienie powinno wynosić Y1
W punkcie X2 ciśnienie powinno wynosić Y2
W punkcie X3 ciśnienie powinno wynosić Y3
(...)

Model sieci
wodociągowej w
Sosnowcu
(Dzielnica Kolonia
Cieśle)



**Wszystkie
możliwe
dopływy**

Q1

$$= q_{11} + q_{12} + q_{13} + q_{1...}$$

Q2

$$= q_{21} + q_{22} + q_{23} + q_{2...}$$

Q3

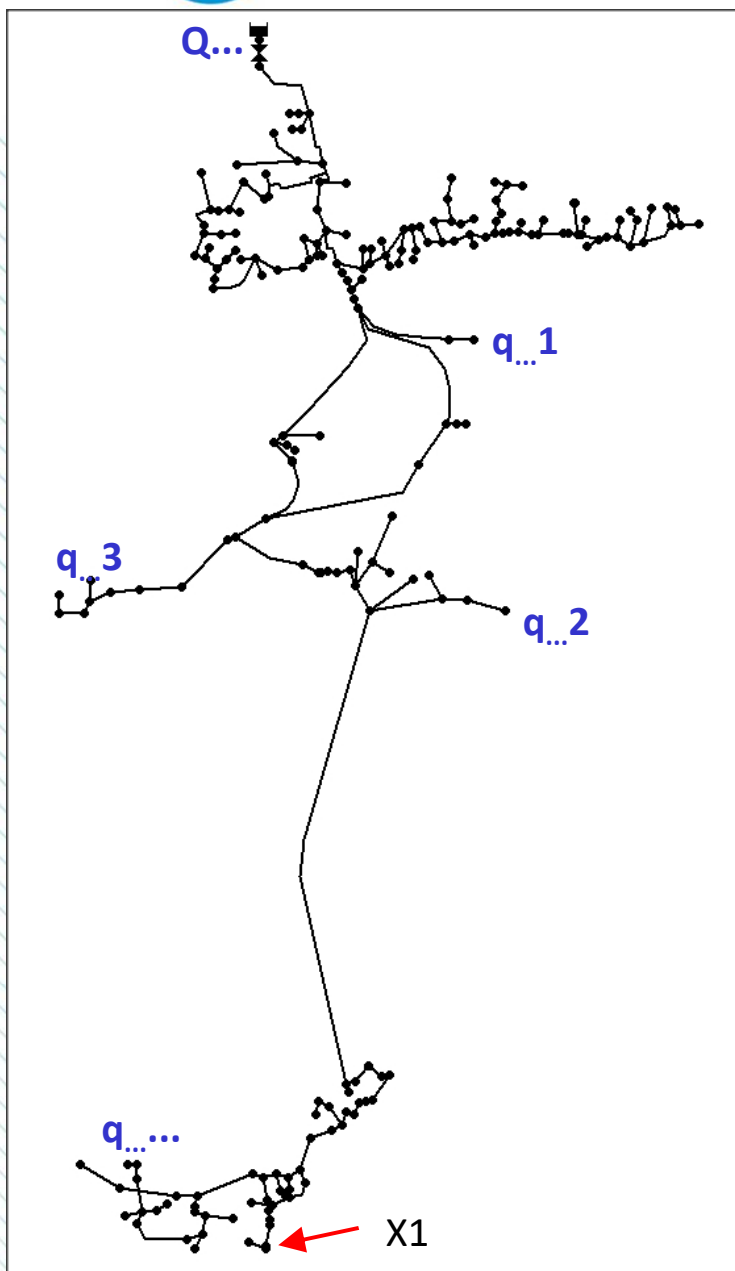
$$= q_{31} + q_{32} + q_{33} + q_{3...}$$

Q...

$$= q_{...1} + q_{...2} + q_{...3} + q_{...}$$

W punkcie X1 ciśnienie powinno wynosić Y1
W punkcie X2 ciśnienie powinno wynosić Y2
W punkcie X3 ciśnienie powinno wynosić Y3
(...)

Model sieci
wodociągowej w
Sosnowcu
(Dzielnica Kolonia
Cieśle)



Wszystkie
możliwe
dopływy

Q1

$$= q_{11} + q_{12} + q_{13} + q_{1...}$$

Q2

$$= q_{21} + q_{22} + q_{23} + q_{2...}$$

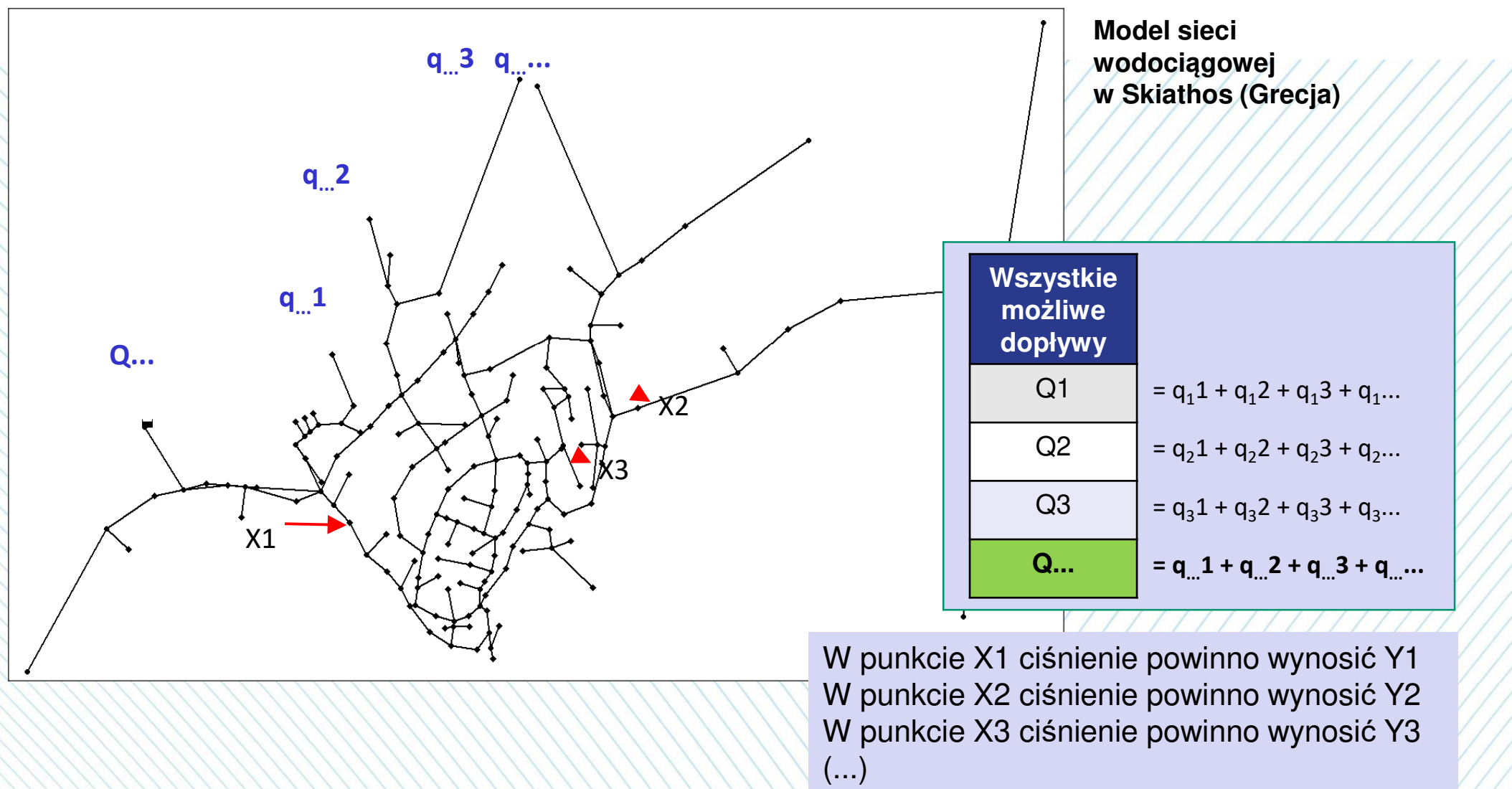
Q3

$$= q_{31} + q_{32} + q_{33} + q_{3...}$$

Q...

$$= q_{...1} + q_{...2} + q_{...3} + q_{...}$$

W punkcie X1 ciśnienie powinno wynosić Y1
W punkcie X2 ciśnienie powinno wynosić Y2
W punkcie X3 ciśnienie powinno wynosić Y3
(...)



Zmienne w czasie dane wejściowe:

Wszystkie możliwe dopływy do sieci (dane historyczne / prognozy)

Przestrzenna dezagregacja danych (oparta o odczyty liczników)

Wymagane ciśnienie w punktach krytycznych (wymagania prawne lub operatora sieci)

Model hydrauliczny

Obliczanie optymalnego ciśnienia dla:
1) Wszystkich scenariuszy dopływu
2) Ciśnienia wymaganego w punktach krytycznych

Wszystkie możliwe dopływy

Q1

Q2

Q3

Q...

Zmienne w czasie dane wejściowe:

Wszystkie możliwe dopływy do sieci (dane historyczne / prognozy)

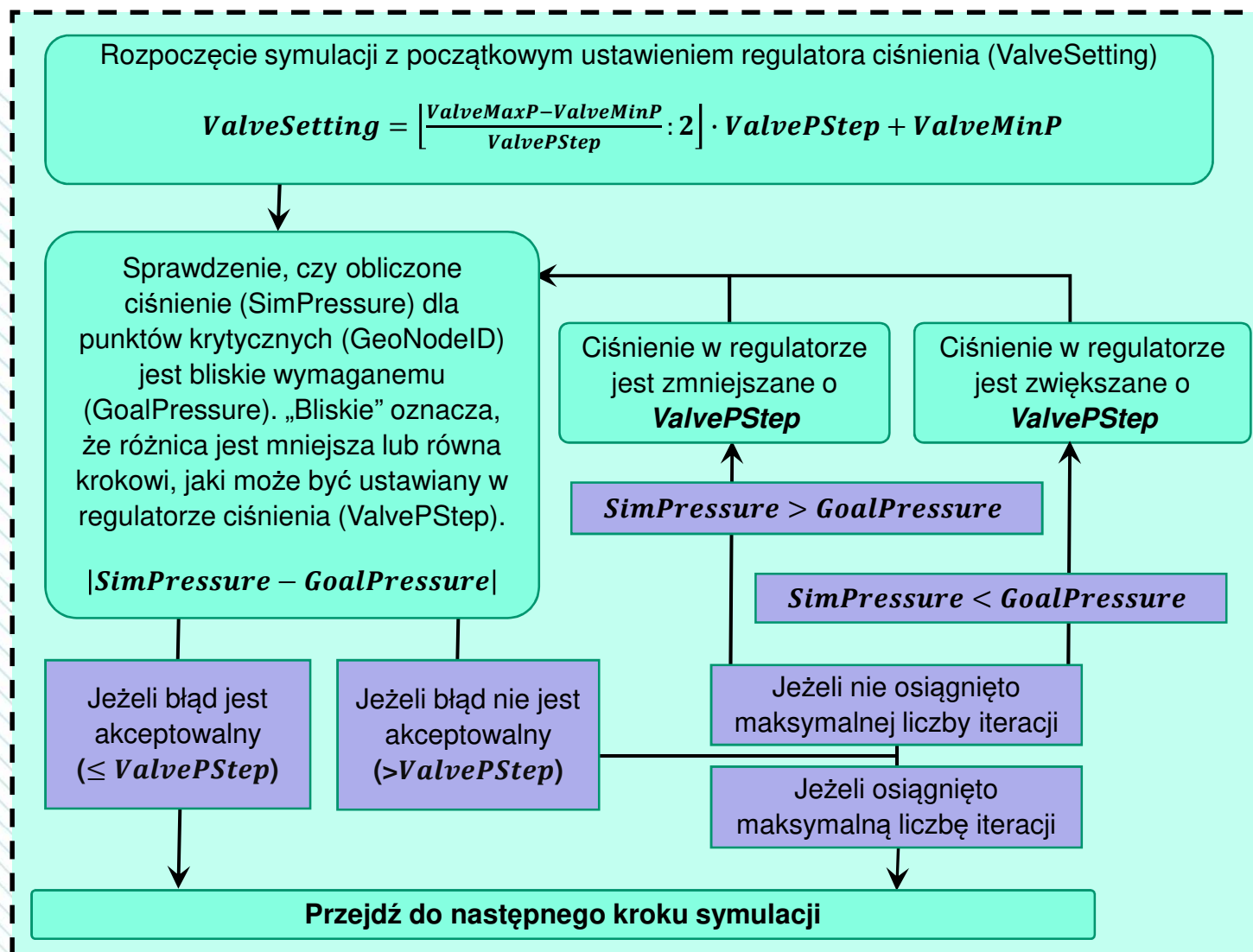
Przestrzenna dezagregacja danych (oparta o odczyty liczników)

Wymagane ciśnienie w punktach krytycznych (wymagania prawne lub operatora sieci)

Model hydrauliczny

Obliczanie optymalnego ciśnienia dla:
1) Wszystkich scenariuszy dopływu
2) Ciśnienia wymaganego w punktach krytycznych

Wszystkie możliwe dopływy	Optymalne ciśnienie
Q1	P1
Q2	P2
Q3	P3
Q...	P...



Reguły optymalizacji ciśnienia w modelu

ValveSetting – Początkowe ciśnienie w regulatorze (PRV)

ValveMinP – minimalne ciśnienie w regulatorze dozwolone przez użytkownika

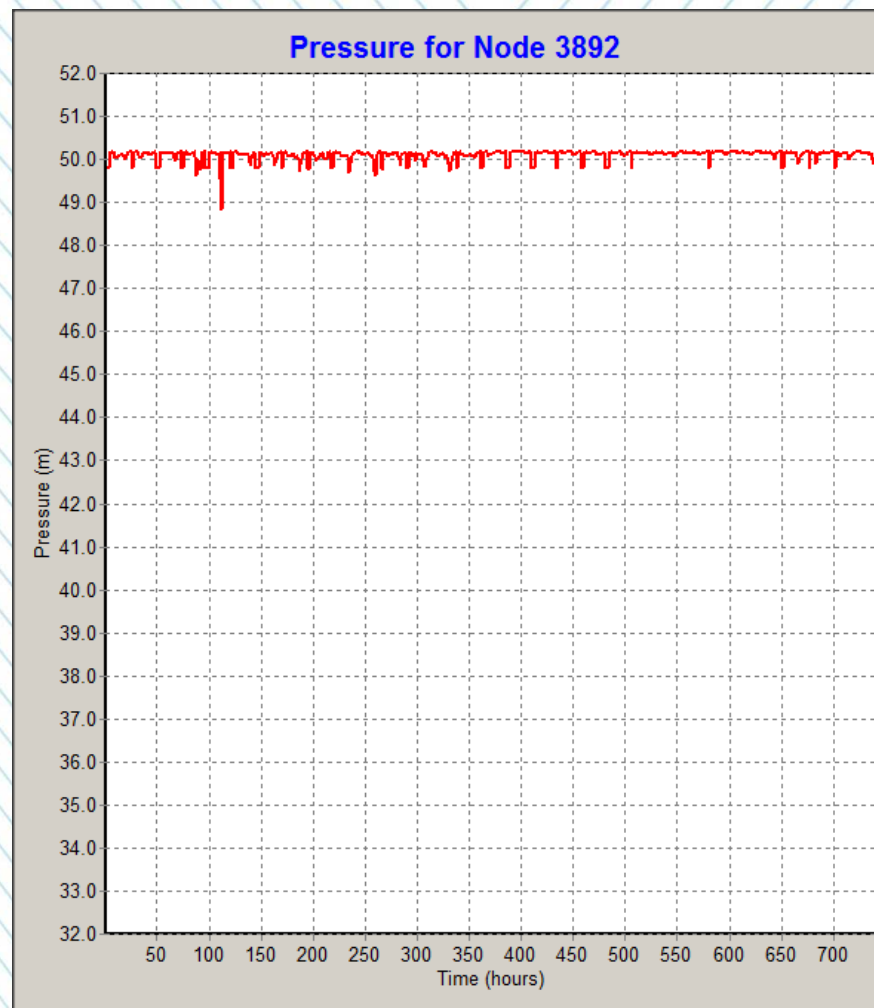
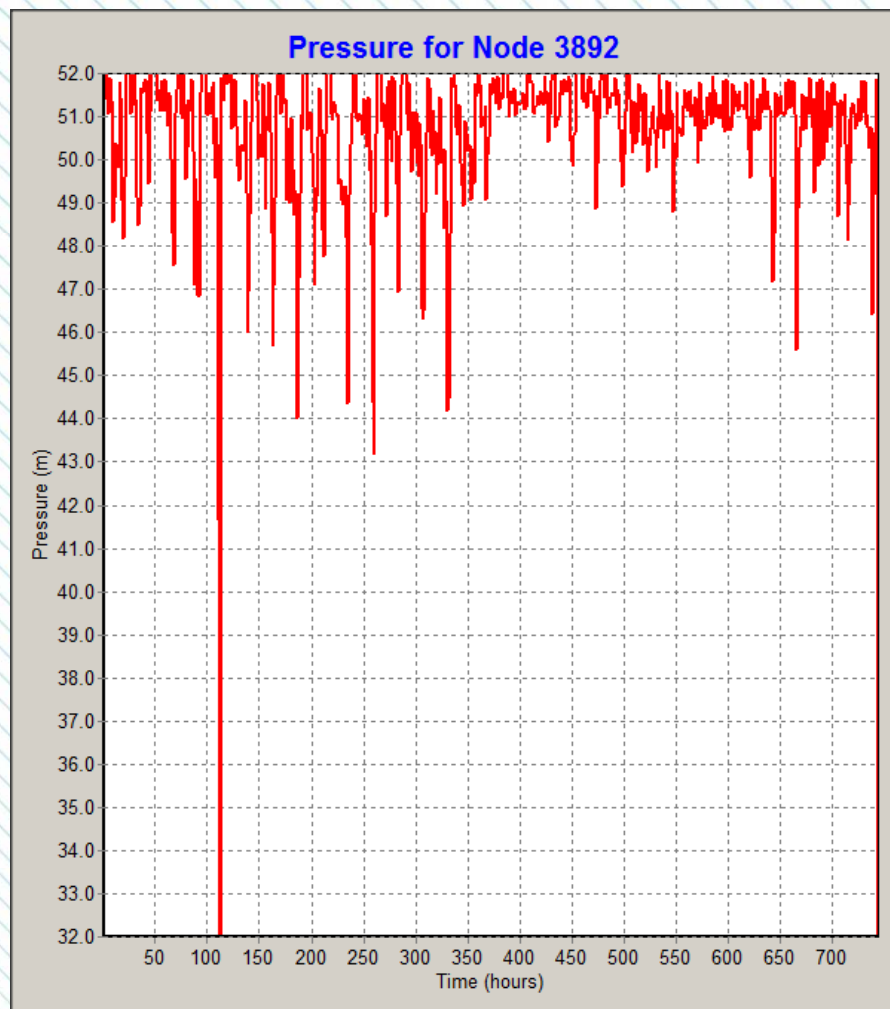
ValveMaxP – maksymalne ciśnienie w regulatorze dozwolone przez użytkownika

ValvePStep – krok, o jaki może być zmienione ciśnienie w regulatorze

SimPressure – obliczone ciśnienie dla punktów krytycznych

GoalPressure – wymagane ciśnienie dla punktów krytycznych

Wyniki optymalizacji ciśnienia w modelu



Zmienne w czasie dane wejściowe:

Wszystkie możliwe dopływy do sieci (dane historyczne / prognozy)

Przestrzenna dezagregacja danych (oparta o odczyty liczników)

Wymagane ciśnienie w punktach krytycznych (wymagania prawne lub operatora sieci)

Model hydrauliczny

Obliczanie optymalnego ciśnienia dla:
1) Wszystkich scenariuszy dopływu
2) Ciśnienia wymaganego w punktach krytycznych

Wszystkie możliwe dopływy	Optymalne ciśnienie
Q1	P1
Q2	P2
Q3	P3
Q...	P...

Zmienne w czasie dane wejściowe:

Wszystkie możliwe dopływy do sieci (dane historyczne / prognozy)

Przestrzenna dezagregacja danych (oparta o odczyty liczników)

Wymagane ciśnienie w punktach krytycznych (wymagania prawne lub operatora sieci)

Model hydrauliczny

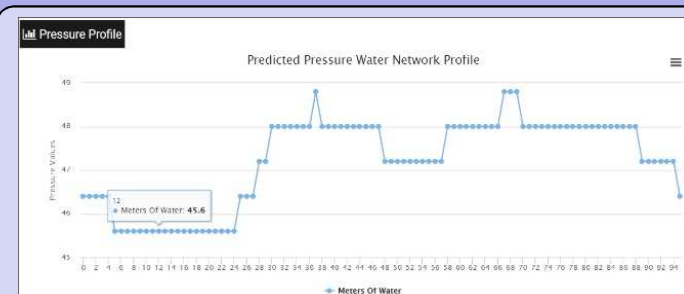
Obliczanie optymalnego ciśnienia dla:
1) Wszystkich scenariuszy dopływu
2) Ciśnienia wymaganego w punktach krytycznych

Wszystkie możliwe dopływy	Optymalne ciśnienie
Q1	P1
Q2	P2
Q3	P3
Q...	P...

Prognoza zapotrzebowania na wodę dla następnego dnia [Q1,Q2,Q3,...]



Profil ciśnienia prognozowany dla następnego dnia [P1,P2,P3...]



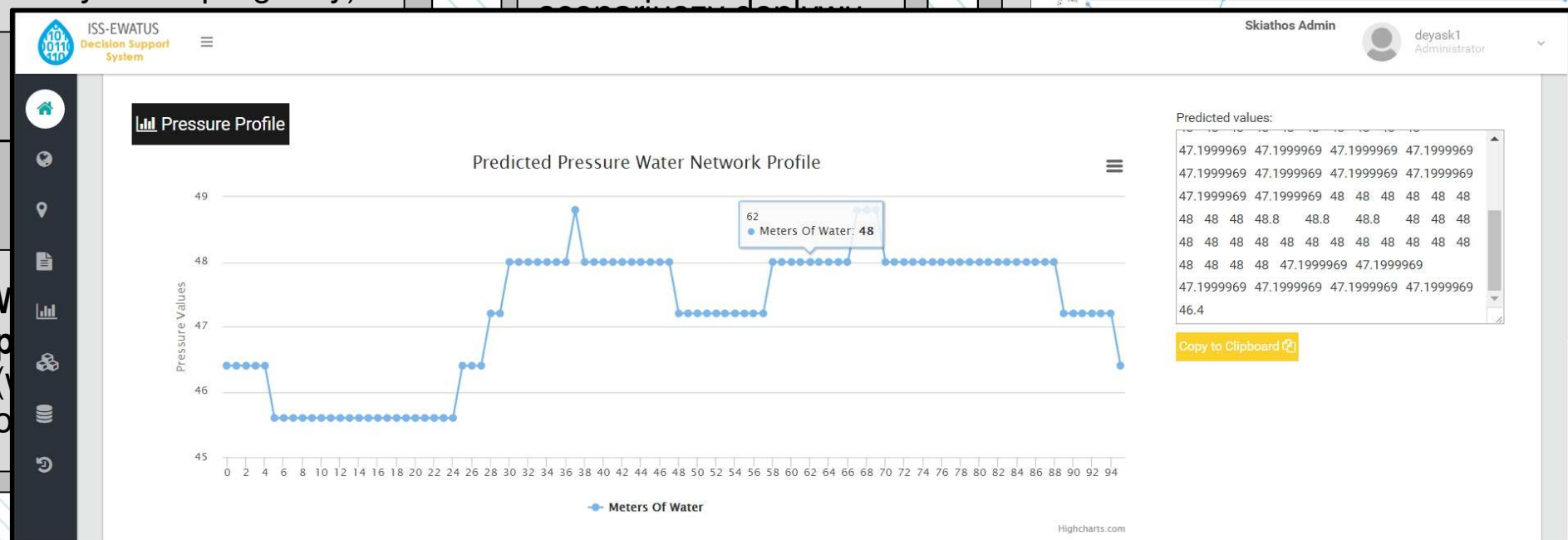
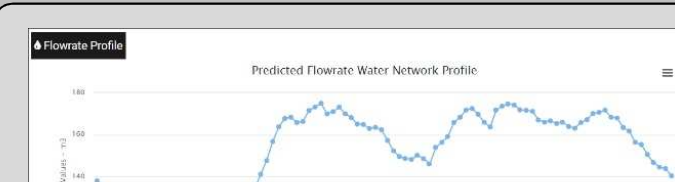


Optymalizacja ciśnienia - Wyniki końcowe

Wszystkie możliwe dopływy do sieci (dane historyczne / prognozy)

Obliczanie optymalnego ciśnienia dla:

Prognoza zapotrzebowania na wodę dla następnego dnia [Q1,Q2,Q3,...]



R. Ulańczyk (IOŚ-PIB), P. Cofałka (IETU), Katowice, 16.03.2017 r.

This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no 619228



System wspomagania decyzji

- Interfejs użytkownika

Podstawowe cechy

- Dostępny przez przeglądarki internetowe z dowolnego miejsca (dowolny typ urządzeń)
- Pozwala na określenie uprawnień dla poszczególnych użytkowników

DSS ISS-EWATUS x

← → ↻ www.issewatus.certh.gr/#

WELCOME TO ISS-EWATUS DSS

Login

Log In

User Name: admin_poland

Password:

☐ Remember me next time.

Log In

▲ Add alarm / Poland

▲ Add alarm / Skiathos



ISS-EWATUS

Interfejs użytkownika - Podstawowy podział funkcji



1. Monitoring:

- Przeglądanie danych z monitoringu w postaci map i wykresów
- Przeglądanie danych z odczytów wodomierzy w postaci map i wykresów
- Zarządzanie alarmami dotyczącymi sieci

2. Zarządzanie systemem

- Dodawanie i edycja punktów reprezentujących źródła danych
- Dodawanie i edycja obszarów, dla których mają być agregowane dane

3. Prognozy

- Prognoza zapotrzebowania na wodę
- Optymalizacja ciśnienia dla prognozowanego zapotrzebowania na wodę
- Optymalizacja korzystania ze źródeł wody

4. Bazy danych

- Przeglądanie i edycja danych w bazie

5. Zarządzanie danymi

- Kontrola ciągłości danych (identyfikacja braków)
- Uzupełnianie brakujących danych w bazie



1. Monitoring:

- Przeglądanie danych z monitoringu w postaci map i wykresów
- Przeglądanie danych z odczytów wodomierzy w postaci map i wykresów
- Zarządzanie alarmami dotyczącymi sieci

2. Zarządzanie systemem

- Dodawanie i edycja punktów reprezentujących źródła danych
- Dodawanie i edycja obszarów, dla których mają być agregowane dane

3. Prognozy

- Prognoza zapotrzebowania na wodę
- Optymalizacja ciśnienia dla prognozowanego zapotrzebowania na wodę
- Optymalizacja korzystania ze źródeł wody

4. Bazy danych

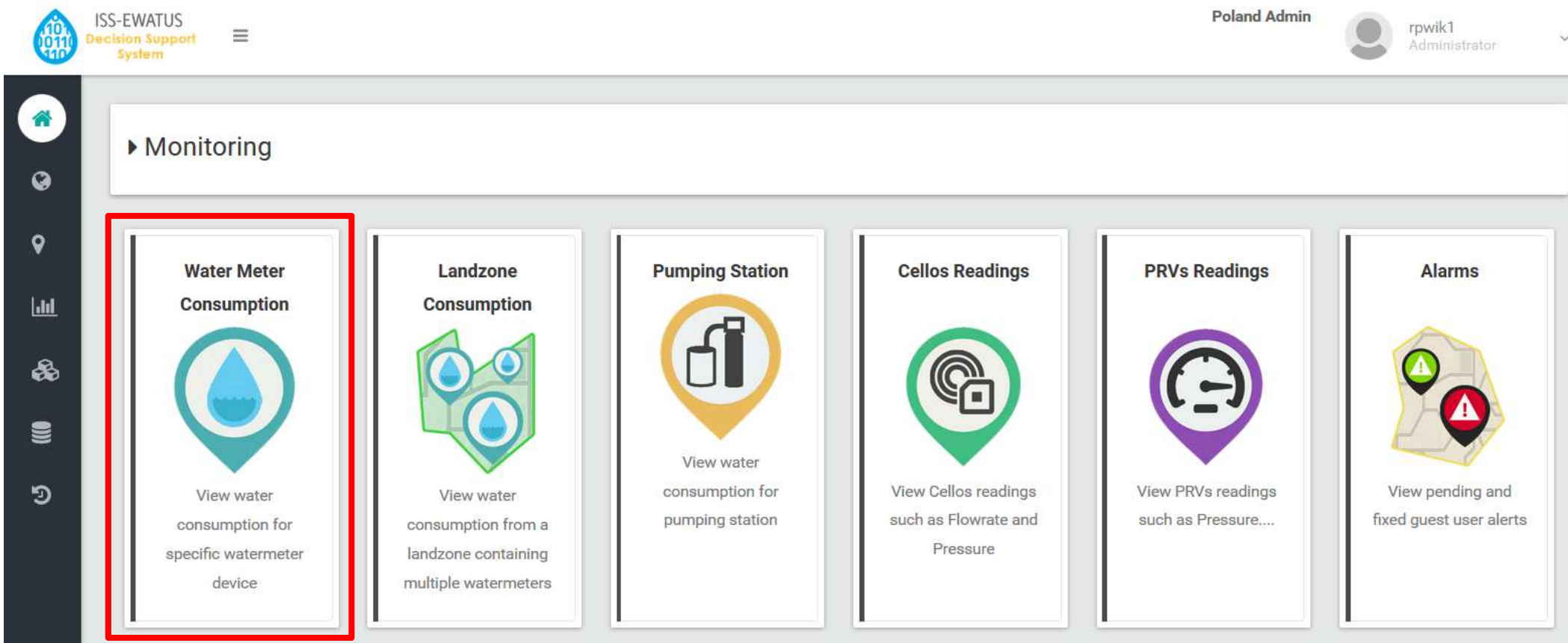
- Przeglądanie i edycja danych w bazie

5. Zarządzanie danymi

- Kontrola ciągłości danych (identyfikacja braków)
- Uzupełnianie brakujących danych w bazie



Przykład wizualizacji danych z odczytów wodomierzy (uruchomienie funkcji)



The screenshot displays the ISS-EWATUS Decision Support System interface. The top navigation bar includes the system logo, the text "ISS-EWATUS Decision Support System", a hamburger menu icon, the user name "Poland Admin", and a user profile icon for "rpwik1 Administrator". A vertical sidebar on the left contains icons for home, location, map, bar chart, network, and refresh. The main content area is titled "Monitoring" and features six functional cards. The first card, "Water Meter Consumption", is highlighted with a red border and contains a water drop icon and the text "View water consumption for specific watermeter device". The other cards are "Landzone Consumption" (multiple watermeters), "Pumping Station" (pump icon), "Cellos Readings" (circular sensor icon), "PRVs Readings" (pressure gauge icon), and "Alarms" (map with warning icons).

ISS-EWATUS Decision Support System

Poland Admin

rpwik1 Administrator

Monitoring

Water Meter Consumption

View water consumption for specific watermeter device

Landzone Consumption

View water consumption from a landzone containing multiple watermeters

Pumping Station

View water consumption for pumping station

Cellos Readings

View Cellos readings such as Flowrate and Pressure

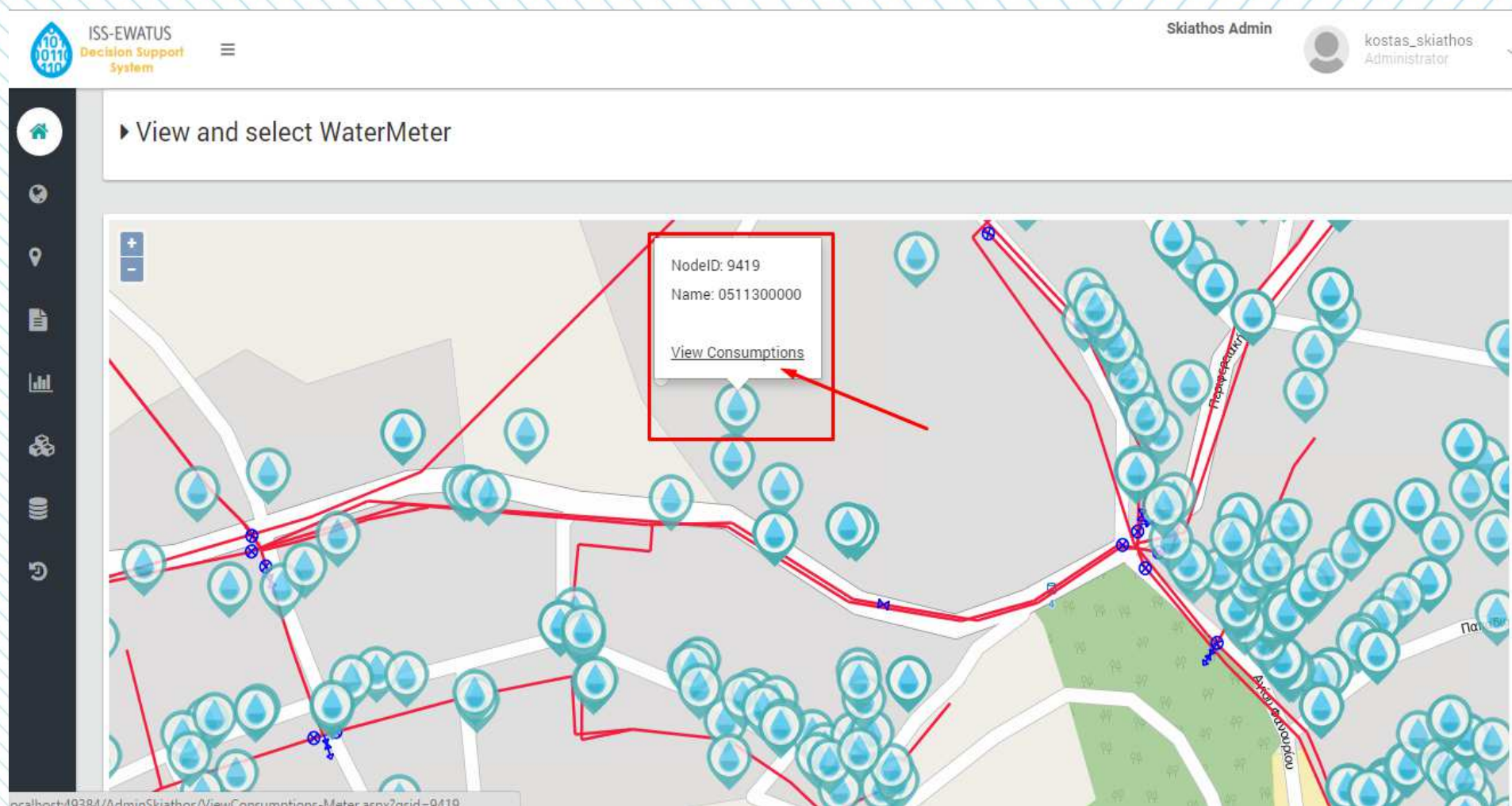
PRVs Readings

View PRVs readings such as Pressure....

Alarms

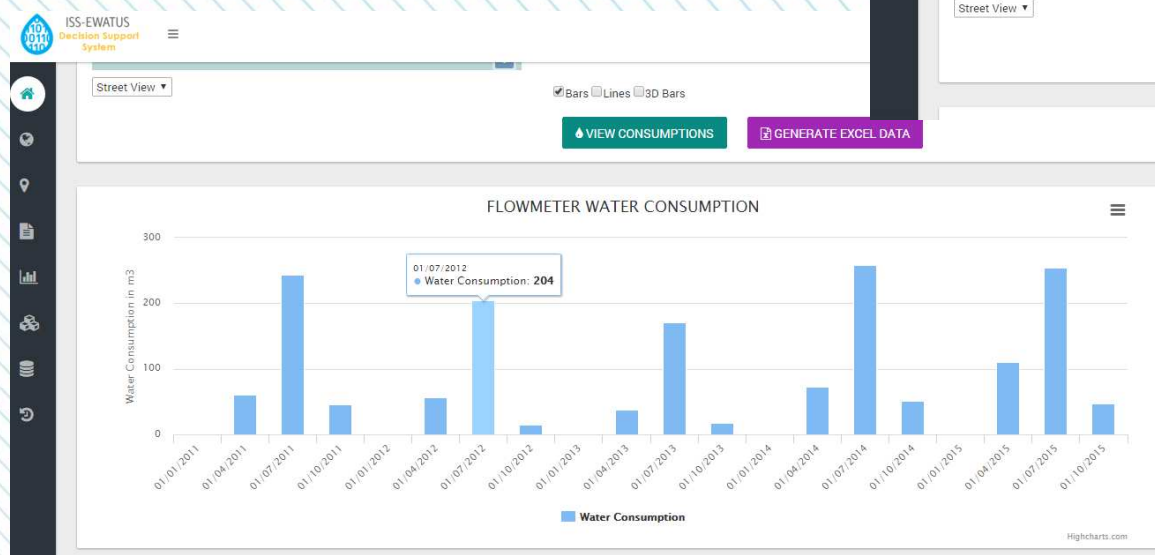
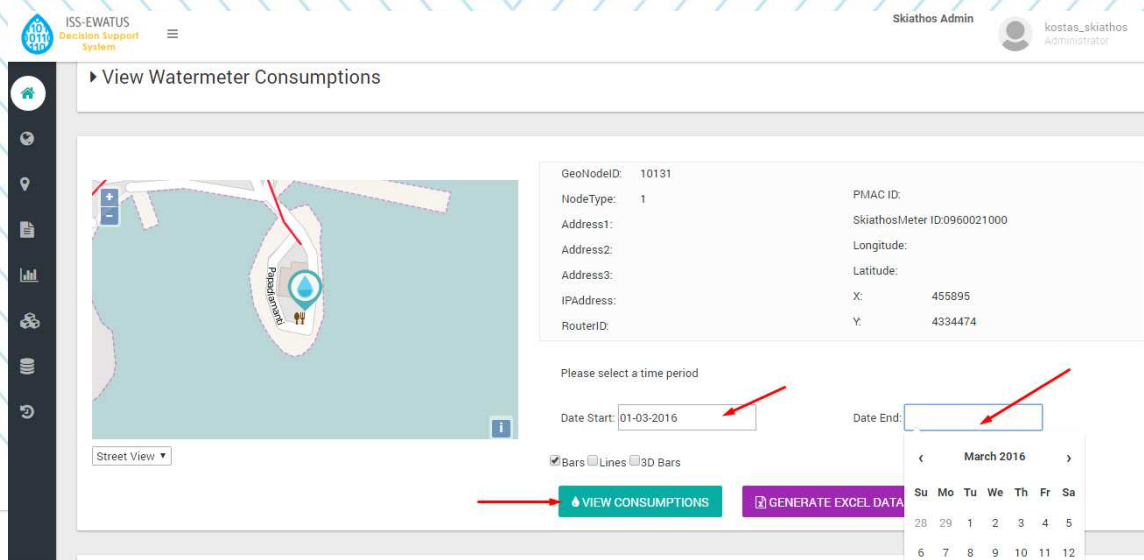
View pending and fixed guest user alerts

Przykład wizualizacji danych z odczytów wodomierzy (wybór wodomierza)

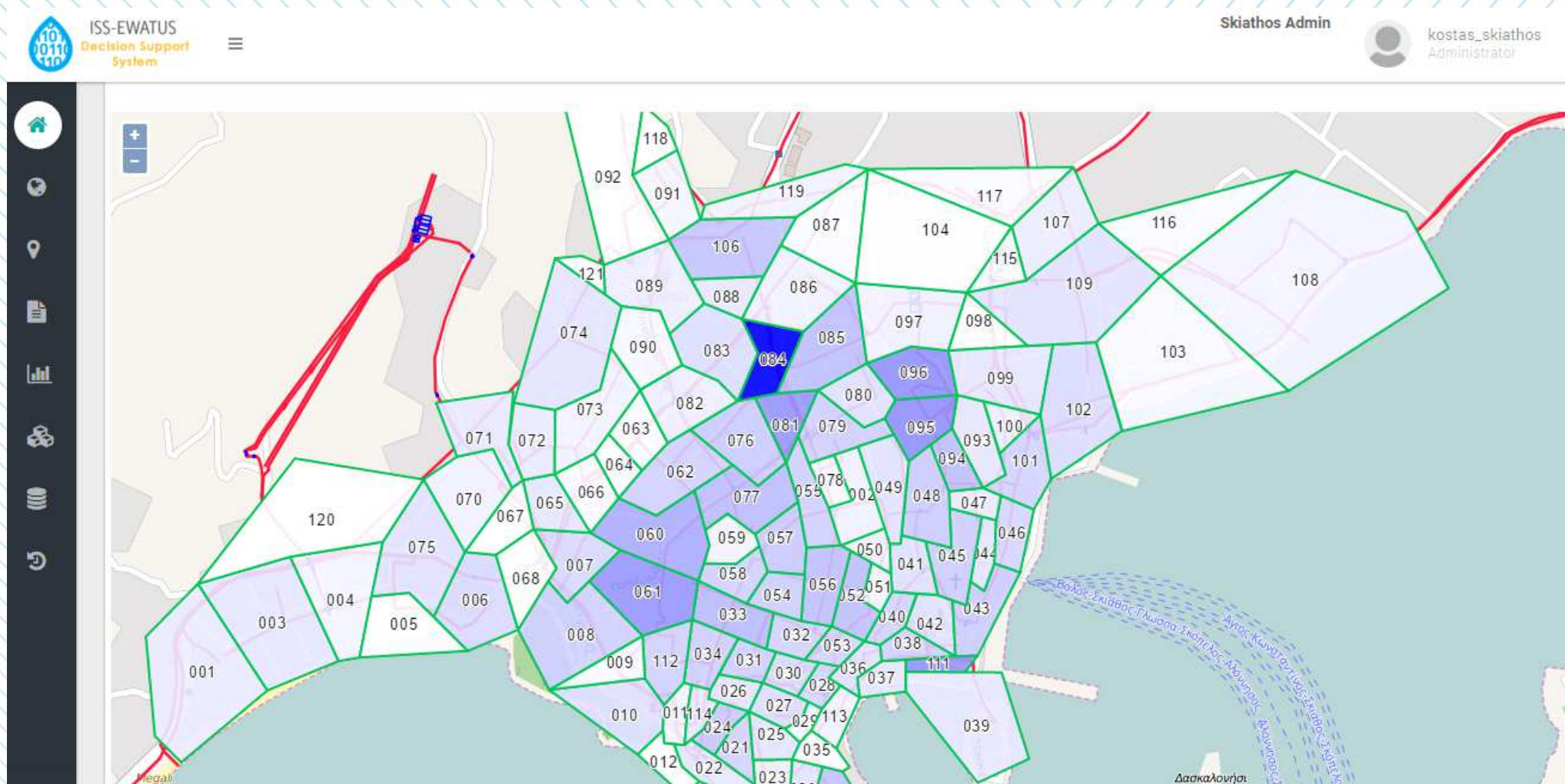


Przykład wizualizacji danych z odczytów wodomierzy

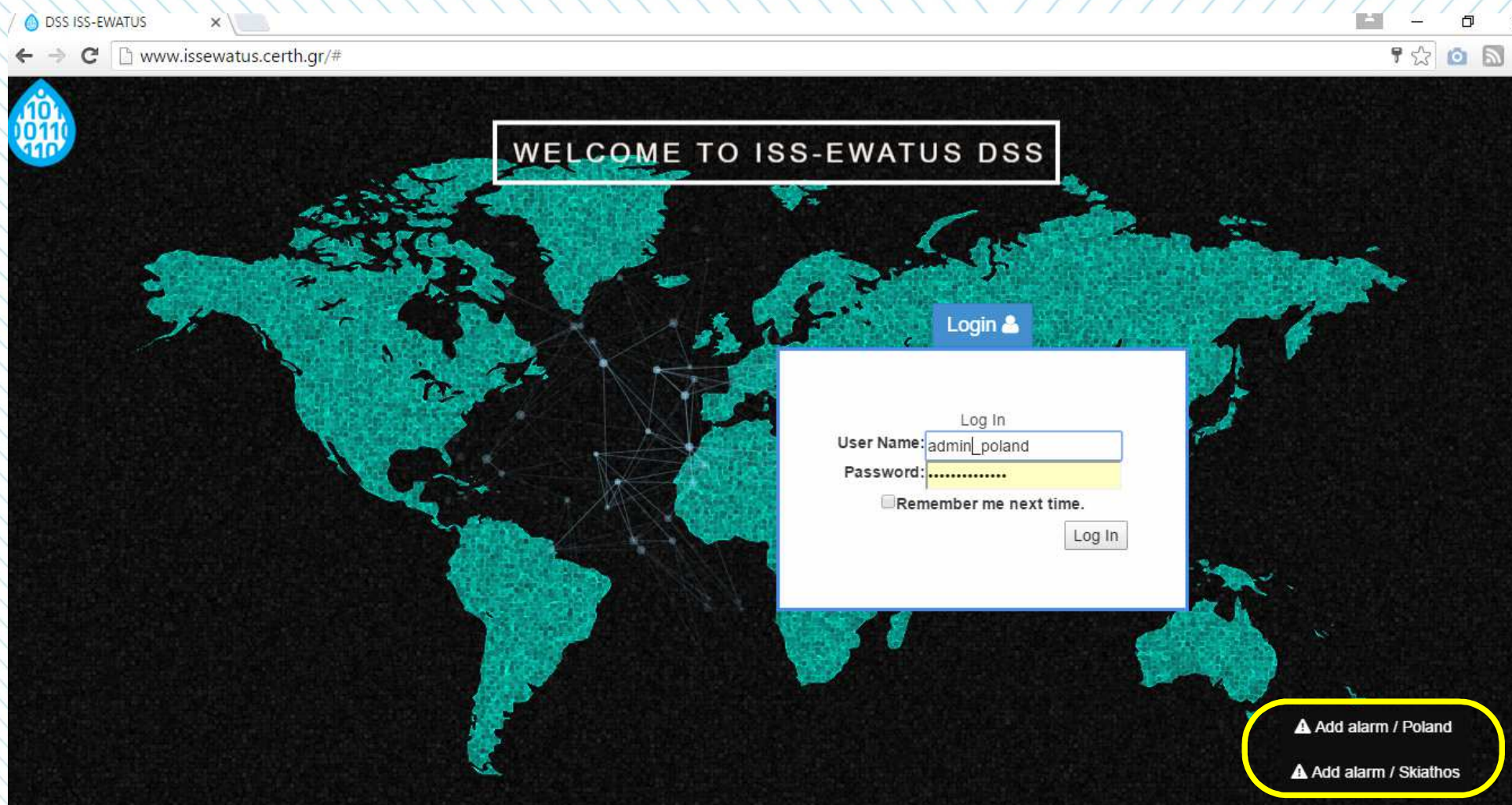
(prezentacja danych o wodomierzu i danych z odczytów)



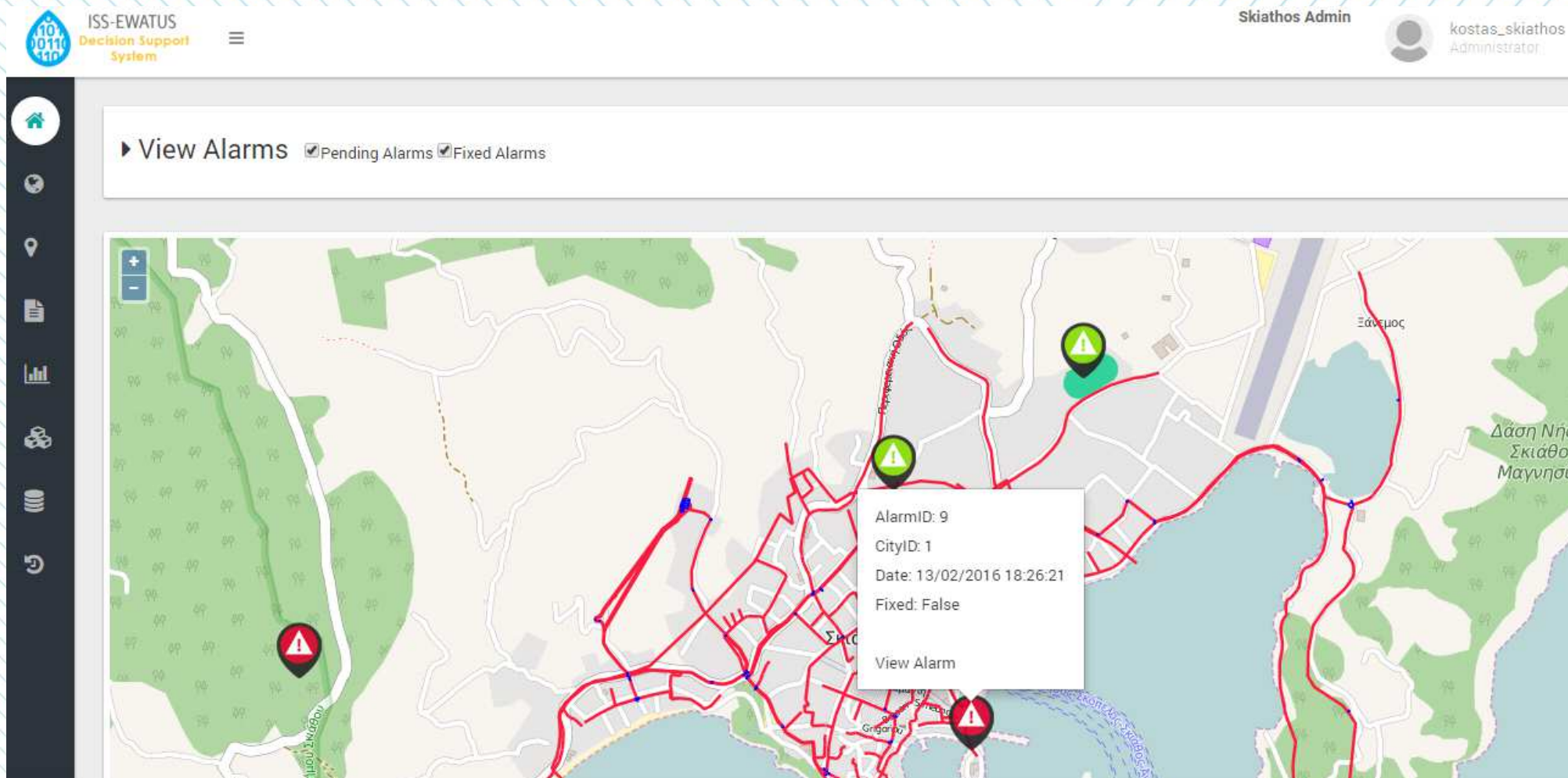
Przykład wizualizacji danych z odczytów wodomierzy (mapa porównująca zużycie wody w strefach)



Wizualizacja danych o zgłoszonych awariach (logowanie się w celu zgłoszenia awarii)



Wizualizacja danych o zgłoszonych awariach (problemy rozwiązane: zielone, nierozwiązane: czerwone)



Wizualizacja danych o zgłoszonych awariach (Szczegóły dotyczące zgłoszenia i zarządzanie zgłoszeniem)

 ISS-EWATUS
Decision Support
System

Skiathos Admin

 kostas_skiathos
Administrator



► View Alarm Infos



Aerial View ▼

AlarmID: 9

Longitude: 23.490933084655754

Latitude: 39.16176457796428

Date: 13/02/2016 18:26:21

Fixed: ☐

User Email:
lefteris1029@hotmail.com

User Comments:
problem

Admin Comments:
Fixed right now!

UPDATE



1. Monitoring:

- Przeglądanie danych z monitoringu w postaci map i wykresów
- Przeglądanie danych z odczytów wodomierzy w postaci map i wykresów
- Zarządzanie alarmami dotyczącymi sieci

2. Zarządzanie systemem

- Dodawanie i edycja punktów reprezentujących źródła danych
- Dodawanie i edycja obszarów, dla których mają być agregowane dane

3. Prognozy

- Prognoza zapotrzebowania na wodę
- Optymalizacja ciśnienia dla prognozowanego zapotrzebowania na wodę
- Optymalizacja korzystania ze źródeł wody

4. Bazy danych

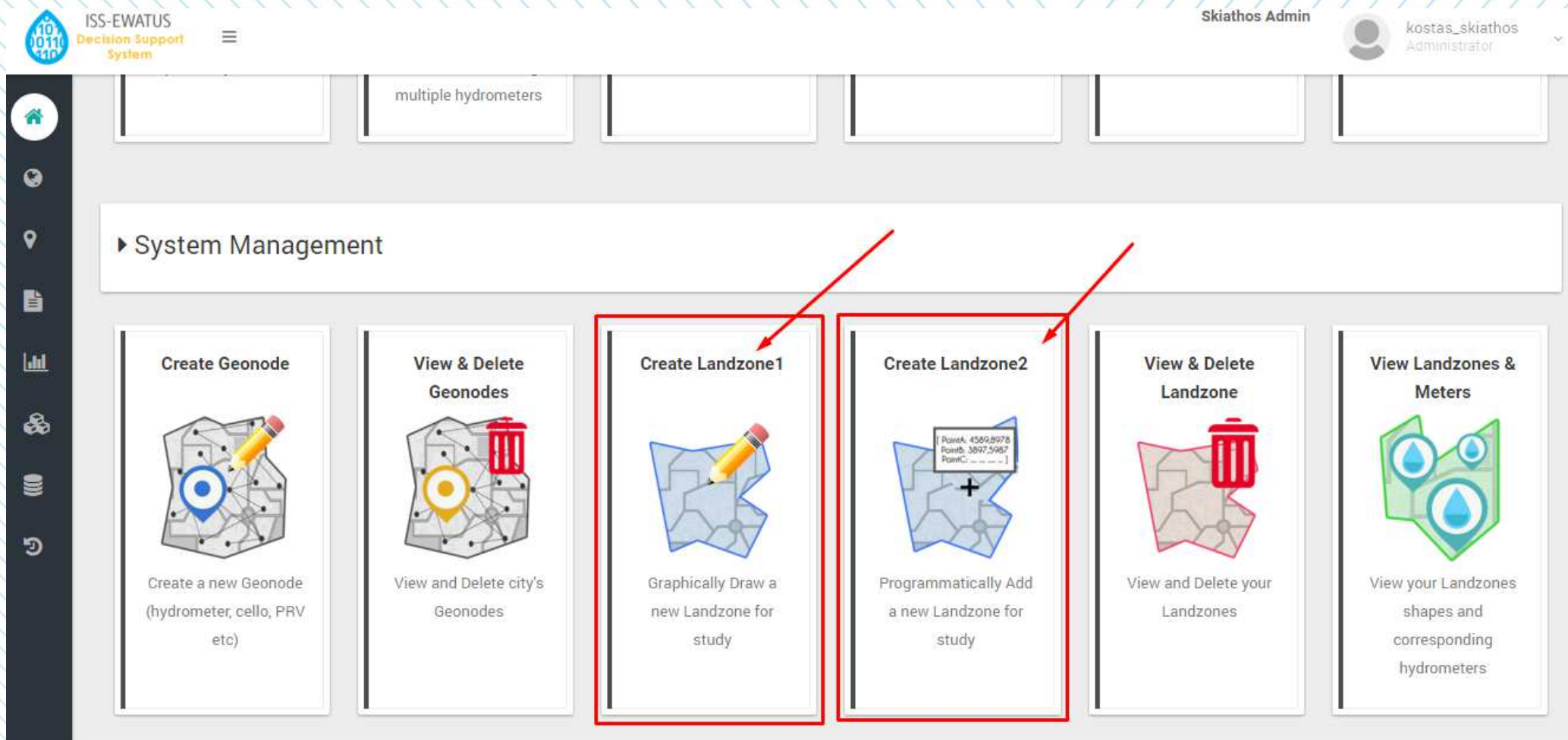
- Przeglądanie i edycja danych w bazie

5. Zarządzanie danymi

- Kontrola ciągłości danych (identyfikacja braków)
- Uzupełnianie brakujących danych w bazie



Przykład edycji stref, dla których analizowane są dane (uruchomienie funkcji)



The screenshot displays the ISS-EWATUS Decision Support System interface. At the top, the user is logged in as 'Skiathos Admin' (kostas_skiathos Administrator). The main navigation bar includes a home icon, a location pin, a document, a bar chart, a network diagram, and a refresh icon. The 'System Management' section is active, showing a grid of six functional cards. Two red boxes highlight the 'Create Landzone1' and 'Create Landzone2' cards, with red arrows pointing to them from above. The 'Create Landzone1' card features a map icon with a pencil and the description 'Graphically Draw a new Landzone for study'. The 'Create Landzone2' card features a map icon with a plus sign and a data box showing 'PointA: 4589.8978', 'PointB: 3897.5987', and 'PointC: ...', with the description 'Programmatically Add a new Landzone for study'. Other cards include 'Create Geonode', 'View & Delete Geonodes', 'View & Delete Landzone', and 'View Landzones & Meters'.

ISS-EWATUS Decision Support System

Skiathos Admin kostas_skiathos Administrator

multiple hydrometers

► System Management

Create Geonode
Create a new Geonode (hydrometer, cello, PRV etc)

View & Delete Geonodes
View and Delete city's Geonodes

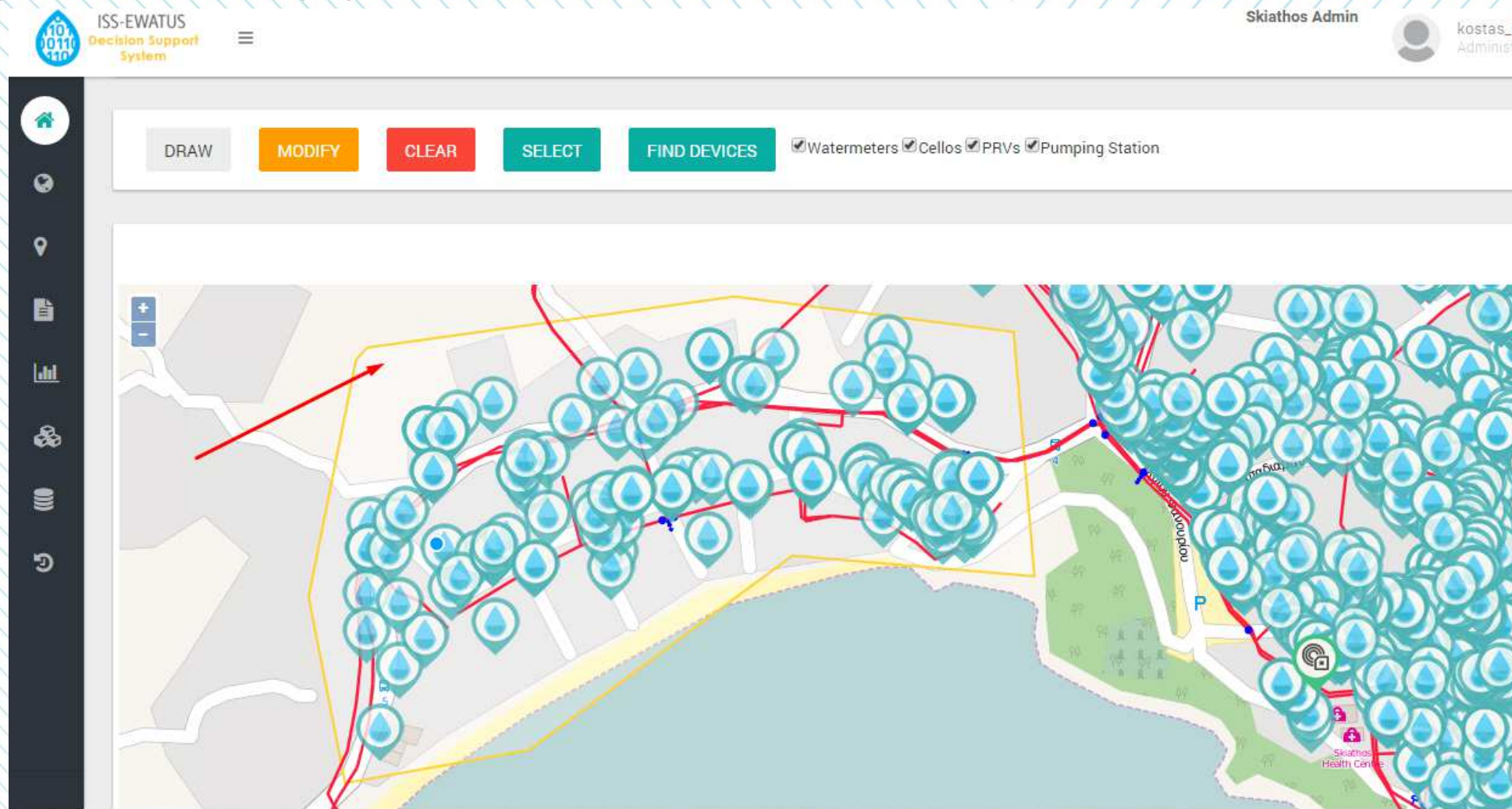
Create Landzone1
Graphically Draw a new Landzone for study

Create Landzone2
Programmatically Add a new Landzone for study

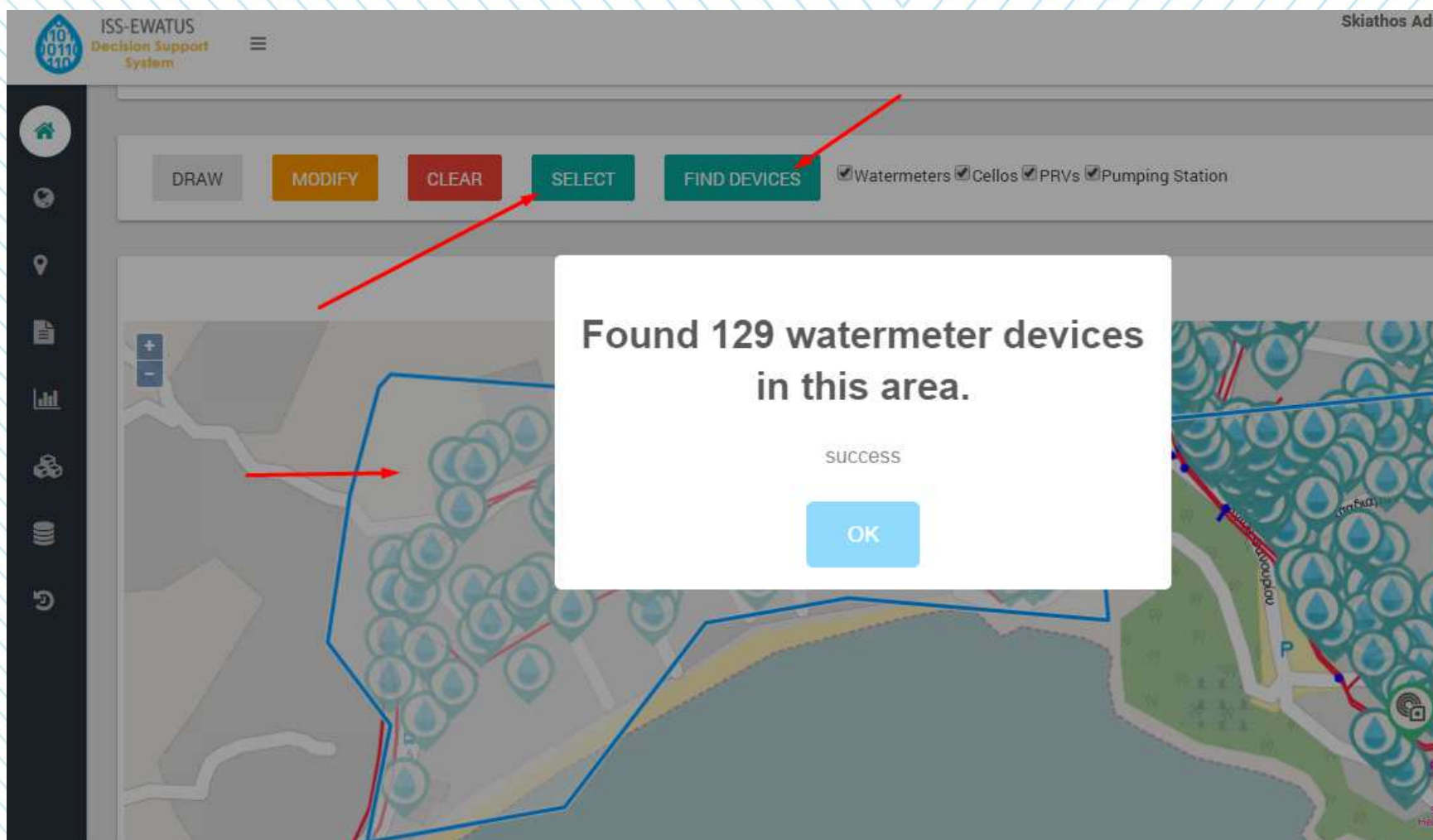
View & Delete Landzone
View and Delete your Landzones

View Landzones & Meters
View your Landzones shapes and corresponding hydrometers

Przykład edycji stref, dla których analizowane są dane (rysowanie i edycja stref)



Przykład edycji stref, dla których analizowane są dane
(rysowanie i edycja stref)





1. Monitoring:

- Przeglądanie danych z monitoringu w postaci map i wykresów
- Przeglądanie danych z odczytów wodomierzy w postaci map i wykresów
- Zarządzanie alarmami dotyczącymi sieci

2. Zarządzanie systemem

- Dodawanie i edycja punktów reprezentujących źródła danych
- Dodawanie i edycja obszarów, dla których mają być agregowane dane

3. Prognozy

- Prognoza zapotrzebowania na wodę
- Optymalizacja ciśnienia dla prognozowanego zapotrzebowania na wodę
- Optymalizacja korzystania ze źródeł wody

4. Bazy danych

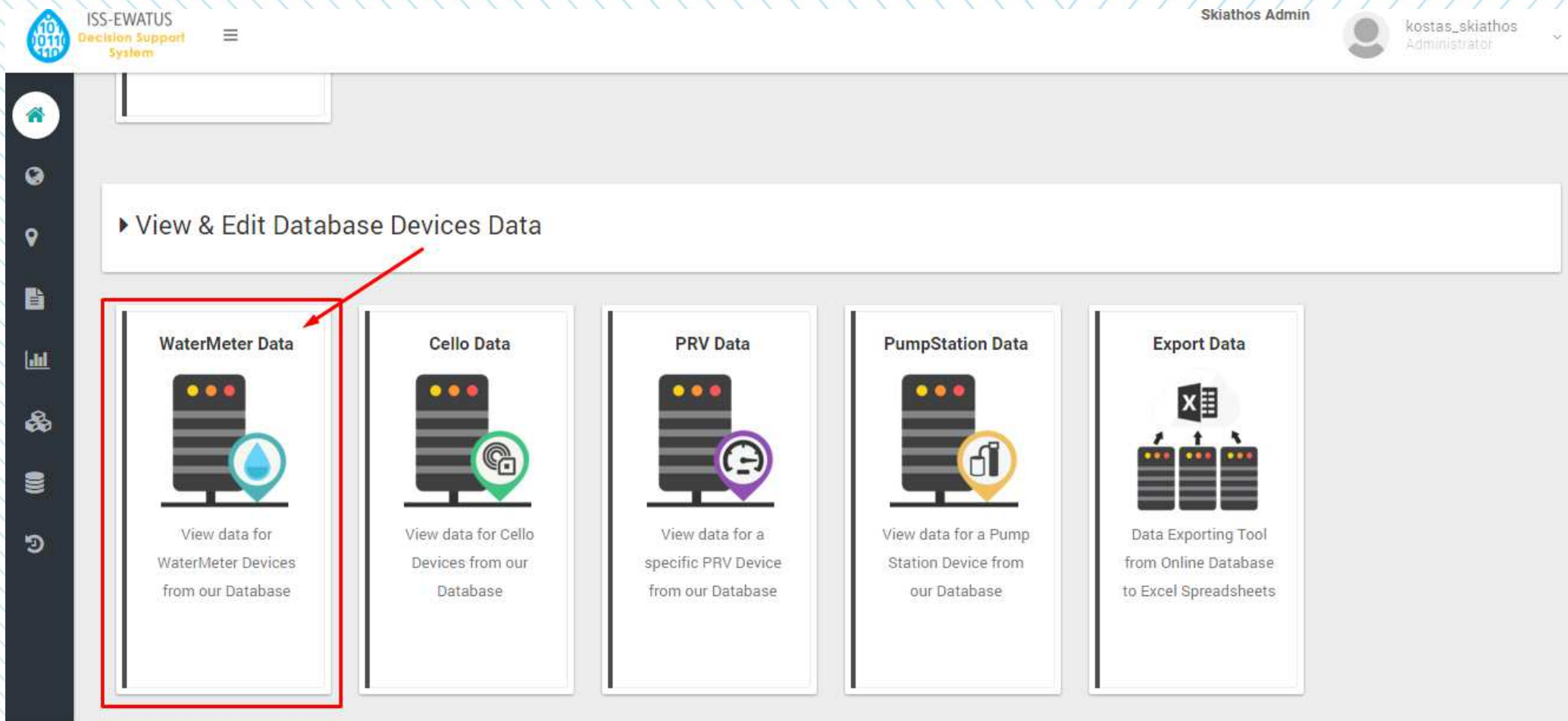
- Przeglądanie i edycja danych w bazie

5. Zarządzanie danymi

- Kontrola ciągłości danych (identyfikacja braków)
- Uzupełnianie brakujących danych w bazie



Przykład przeglądania danych nt. zużycia wody w sieci (uruchomienie funkcji)



The screenshot displays the ISS-EWATUS Decision Support System interface. The top navigation bar includes the system logo, the title 'ISS-EWATUS Decision Support System', and user information for 'Skiathos Admin' (kostas_skiathos Administrator). The main content area is titled 'View & Edit Database Devices Data' and contains five interactive cards:

- WaterMeter Data**: View data for WaterMeter Devices from our Database. This card is highlighted with a red box and a red arrow.
- Cello Data**: View data for Cello Devices from our Database.
- PRV Data**: View data for a specific PRV Device from our Database.
- PumpStation Data**: View data for a Pump Station Device from our Database.
- Export Data**: Data Exporting Tool from Online Database to Excel Spreadsheets.

Przykład przeglądania danych nt. zużycia wody w sieci (przeglądanie danych)

ISS-EWATUS Decision Support System

Skiathos Admin  kostas_skiathos Administrator

1) Please select a time period:
Date Start: Date End:

2) Select Watermeter: 7877

VIEW DATA

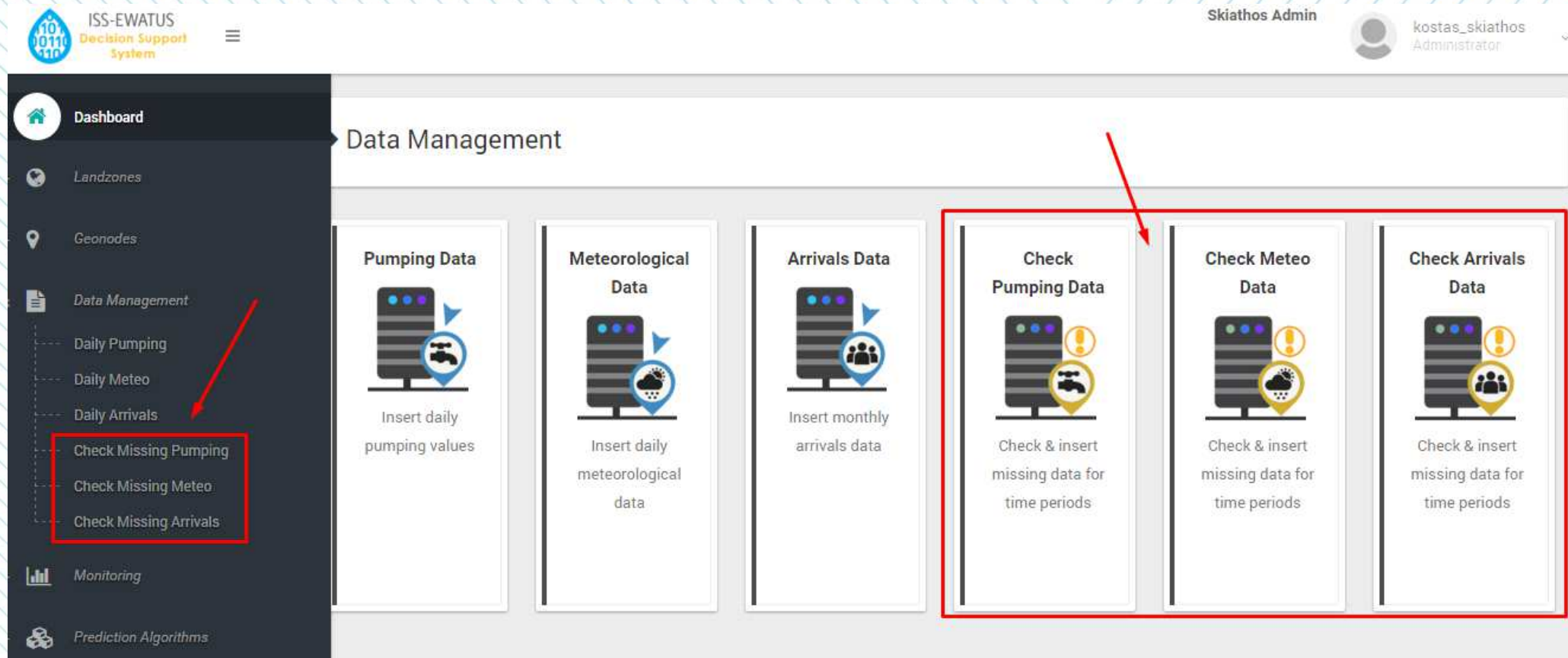
Street View

March 2016

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
28	29	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9

DataID	GeoNodeID	FlowmeterID	Reading	Consum
Edit f68cf02d-70a1-4bf1-8546-8e661ba3d382	7877	0047000000	30	
Edit 61038621-afe1-4181-a4e0-423fa6332112	7877	0047000000	169	01/07/2015 00:00:00
Edit c9229d0f-52d0-4188-bc59-43f143be3de3	7877	0047000000	92	01/04/2015 00:00:00
Edit 2c28cba8-2d69-4604-bf32-74422494c6b4	7877	0047000000	26	01/01/2015 00:00:00
Edit 39d2129f-2188-40f4-a808-61b9bc2c3844	7877	0047000000	95	01/10/2014 00:00:00
Edit 6ac6187f-aa92-4514-aac0-f043a605621f	7877	0047000000	186	01/07/2014 00:00:00
Edit 24d6895c-89cc-49f7-b642-d96b32cbfc5b	7877	0047000000	15	01/04/2014 00:00:00
Edit 9daf41a4-5a0c-4ac0-a5fe-7a7823bfea4a	7877	0047000000	2	01/01/2014 00:00:00
Edit 7f1d4216-e703-4559-a897-9cb4847b12cd	7877	0047000000	2	01/10/2013 00:00:00
Edit 4a0a072e-d479-4030-9f04-f291873a791a	7877	0047000000	21	01/07/2013 00:00:00

Przykład kontroli ciągłości danych (Uruchomienie funkcji)



ISS-EWATUS Decision Support System

Skiathos Admin kostas_skiathos Administrator

Data Management

- Dashboard
- Landzones
- Geonodes
- Data Management
 - Daily Pumping
 - Daily Meteo
 - Daily Arrivals
 - Check Missing Pumping**
 - Check Missing Meteo**
 - Check Missing Arrivals**
- Monitoring
- Prediction Algorithms

Pumping Data
Insert daily pumping values

Meteorological Data
Insert daily meteorological data

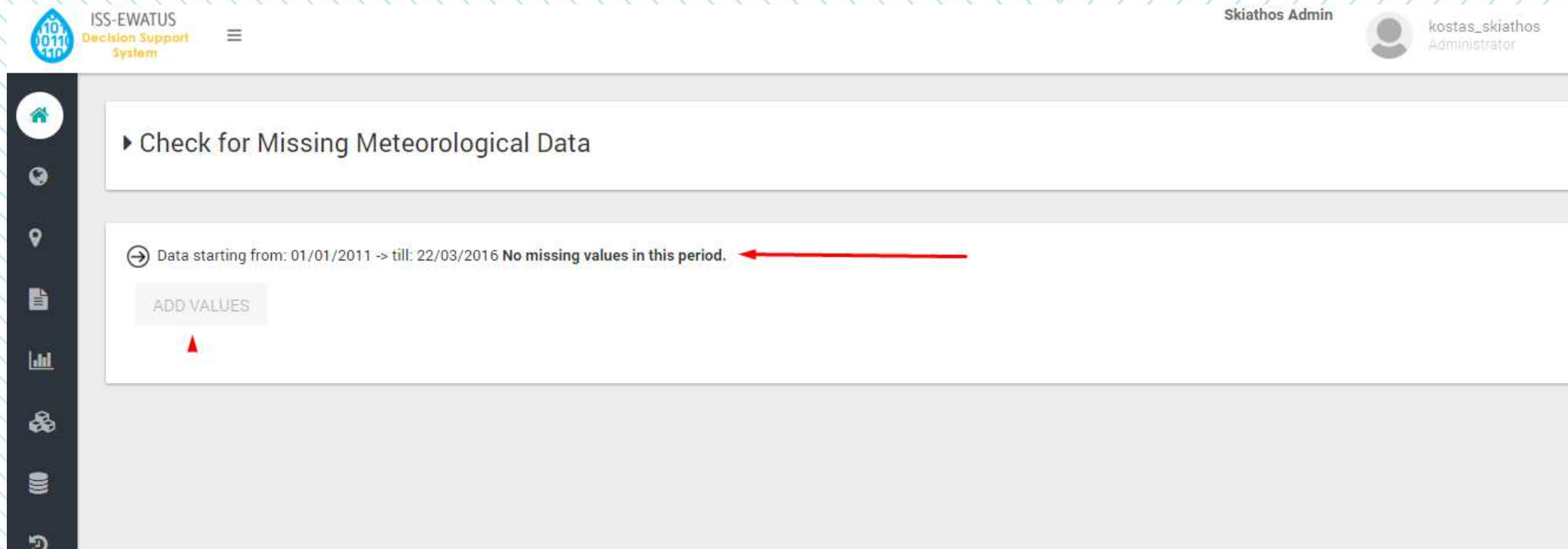
Arrivals Data
Insert monthly arrivals data

Check Pumping Data
Check & insert missing data for time periods

Check Meteo Data
Check & insert missing data for time periods

Check Arrivals Data
Check & insert missing data for time periods

Przykład kontroli ciągłości danych (komunikat o braku luk w serii danych)



The screenshot displays the ISS-EWATUS Decision Support System interface. The top header includes the system logo, name, and a user profile for 'Skiathos Admin' (kostas_skiathos Administrator). A sidebar on the left contains navigation icons. The main content area features a section titled 'Check for Missing Meteorological Data'. Below this, a message states: 'Data starting from: 01/01/2011 -> till: 22/03/2016 No missing values in this period.' A red arrow points to this message. Below the message is an 'ADD VALUES' button and a small red triangle icon.



1. Monitoring:

- Przeglądanie danych z monitoringu w postaci map i wykresów
- Przeglądanie danych z odczytów wodomierzy w postaci map i wykresów
- Zarządzanie alarmami dotyczącymi sieci

2. Zarządzanie systemem

- Dodawanie i edycja punktów reprezentujących źródła danych
- Dodawanie i edycja obszarów, dla których mają być agregowane dane

3. Prognozy

- Prognoza zapotrzebowania na wodę
- **Optymalizacja ciśnienia dla prognozowanego zapotrzebowania na wodę**
- Optymalizacja korzystania ze źródeł wody

4. Bazy danych

- Przeglądanie i edycja danych w bazie

5. Zarządzanie danymi

- Kontrola ciągłości danych (identyfikacja braków)
- Uzupełnianie brakujących danych w bazie





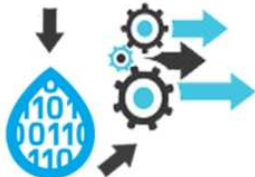
Przygotowanie danych do modeli EPANET

ISS-EWATUS
Decision Support
System

Skiathos Admin
deyask1
Administrator

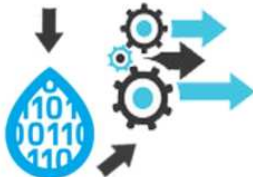
Prediction Algorithms for Water Demand

ANFIS



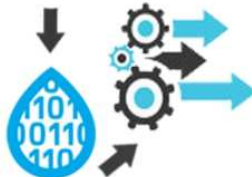
Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems.
Anfis constructs a fuzzy inference system (FIS) whose membership function parameters are tuned (adjusted) using either a back propagation algorithm alone or in combination with a least squares type of method. This adjustment allows your fuzzy systems to learn from the data they are modeling. Furthermore, the shape of the membership functions depends on parameters, and changing these parameters change the shape of the membership function.

FCM



Fuzzy Cognitive Maps.
Anfis constructs a fuzzy inference system (FIS) whose membership function parameters are tuned (adjusted) using either a back propagation algorithm alone or in combination with a least squares type of method. This adjustment allows your fuzzy systems to learn from the data they are modeling. Furthermore, the shape of the membership functions depends on parameters, and changing these parameters change the shape of the membership function.

NNs



Neural Nets.
[more info goes here....](#)

Run new Epanet Simulation

Przygotowanie danych do modeli EPANET

 ISS-EWATUS
Decision Support
System

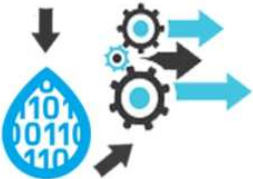
Skiathos Admin

deyask1
Administrator



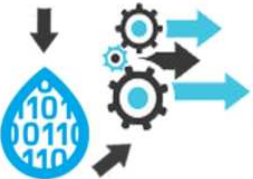
Prediction Algorithms for Water Demand

► ANFIS



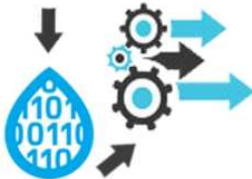
Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems.
Anfis constructs a fuzzy inference system (FIS) whose membership function parameters are tuned (adjusted) using either a back propagation algorithm alone or in combination with a least squares type of method. This adjustment allows your fuzzy systems to learn from the data they are modeling. Furthermore, the shape of the membership functions depends on parameters, and changing these parameters change the shape of the membership function.

► FCM



Fuzzy Cognitive Maps.
Anfis constructs a fuzzy inference system (FIS) whose membership function parameters are tuned (adjusted) using either a back propagation algorithm alone or in combination with a least squares type of method. This adjustment allows your fuzzy systems to learn from the data they are modeling. Furthermore, the shape of the membership functions depends on parameters, and changing these parameters change the shape of the membership function.

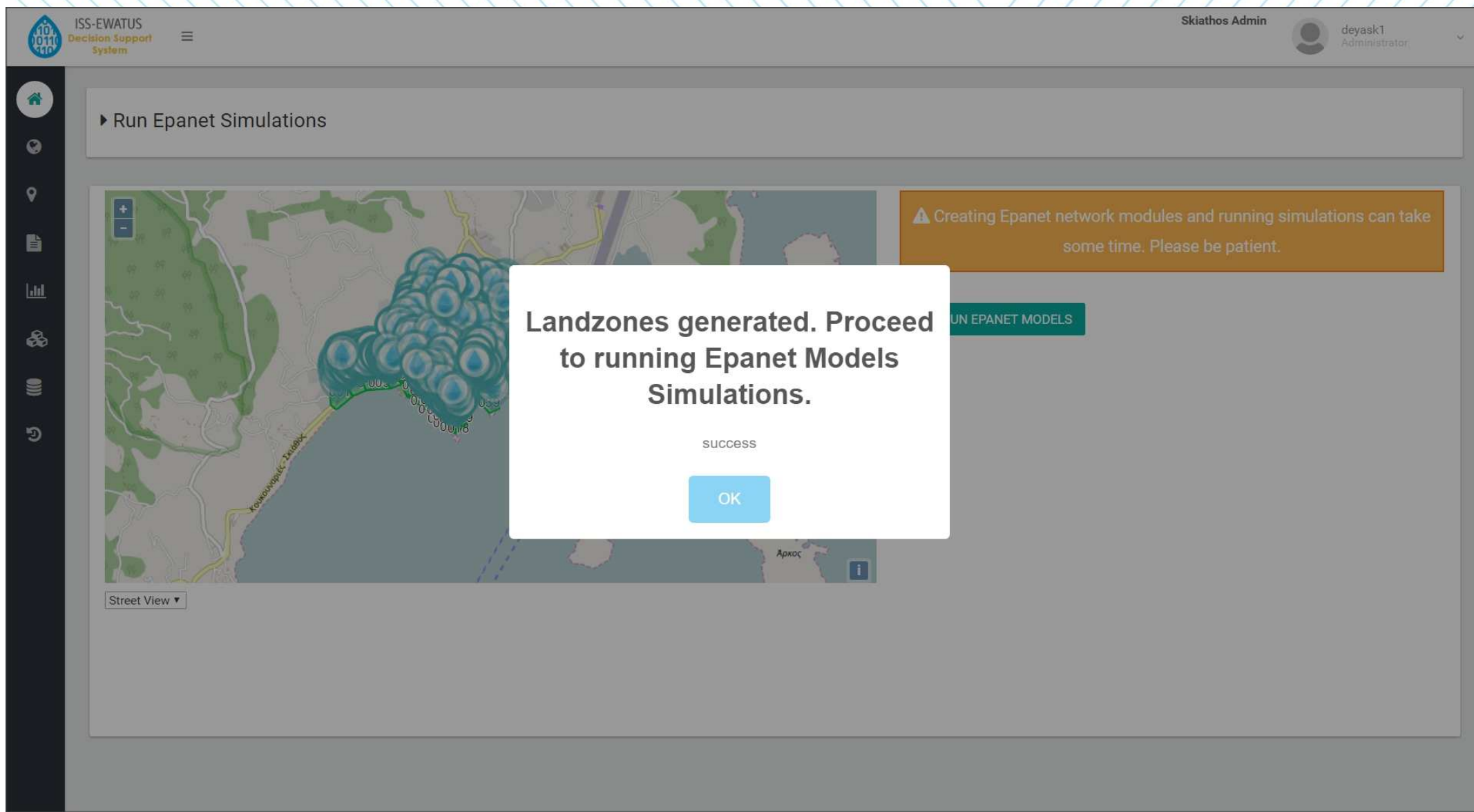
► NNs



Neural Nets.
more info goes here....

Run new Epanet Simulation

Przygotowanie danych do modeli EPANET



The screenshot displays the ISS-EWATUS web application interface. At the top, the header includes the ISS-EWATUS logo and name on the left, and the user 'Skiathos Admin' with a profile icon and the role 'deyask1 Administrator' on the right. A navigation sidebar on the left contains icons for home, location, documents, charts, and other functions. The main content area features a map with a blue overlay representing landzones. A white modal dialog box is centered on the screen, displaying the message: 'Landzones generated. Proceed to running Epanet Models Simulations.' Below the message, it says 'success' and has an 'OK' button. In the background, an orange warning banner reads: 'Creating Epanet network modules and running simulations can take some time. Please be patient.' A green button labeled 'RUN EPANET MODELS' is also visible.

Uruchomienie modeli EPANET dla scenariuszy zasilania sieci


ISS-EWATUS
Decision Support
System

Skiathos Admin
deyask1
Administrator

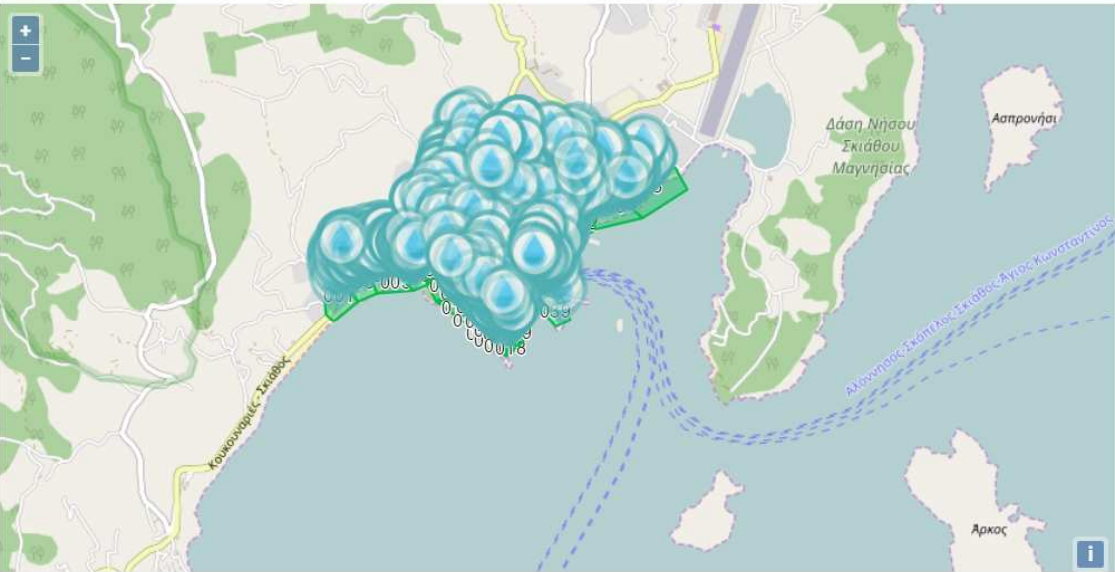









Run Epanet Simulations

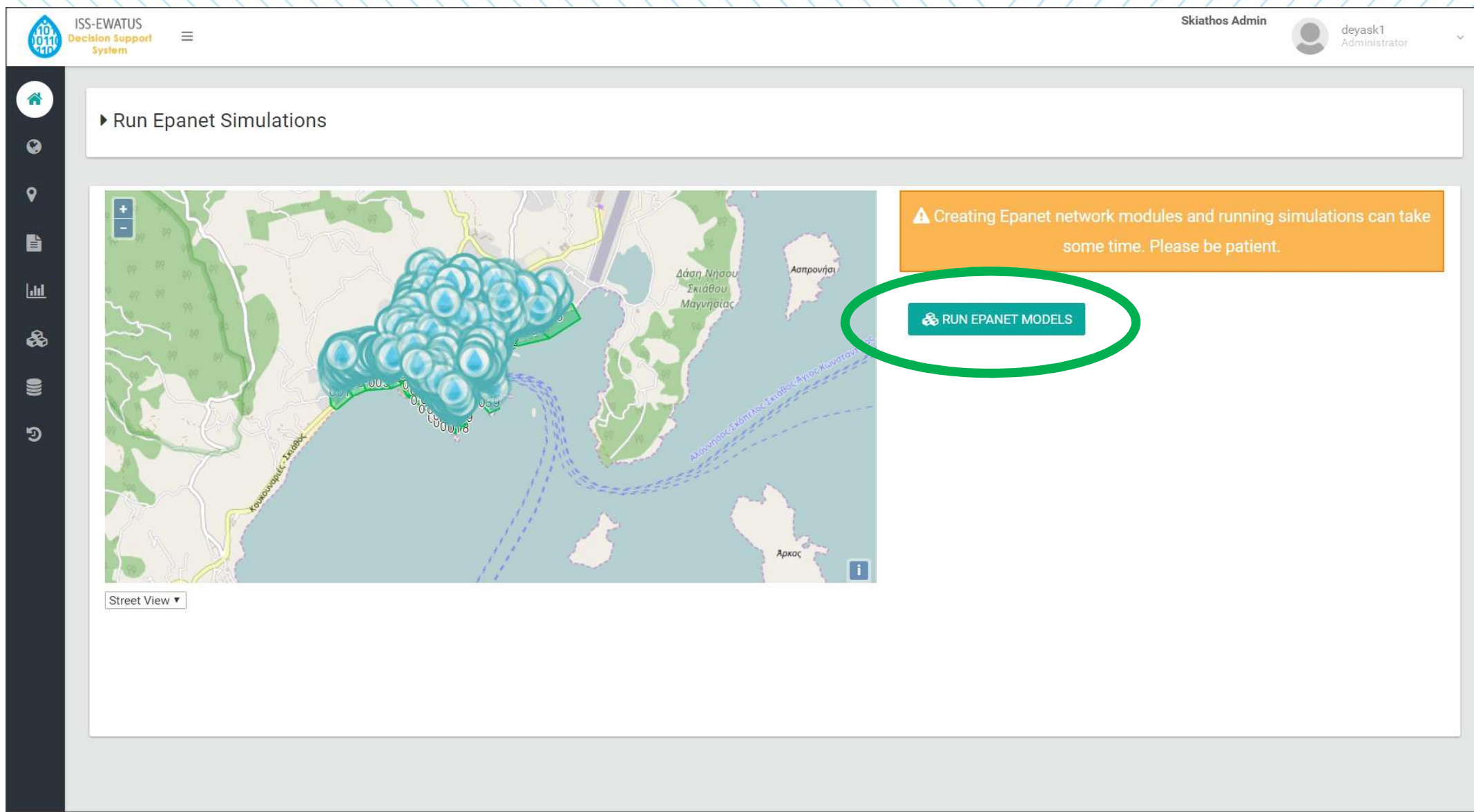


Street View ▾


Creating Epanet network modules and running simulations can take some time. Please be patient.


RUN EPANET MODELS

Uruchomienie modeli EPANET dla scenariuszy zasilania sieci



ISS-EWATUS
Decision Support
System

Skiathos Admin

deyask1
Administrator

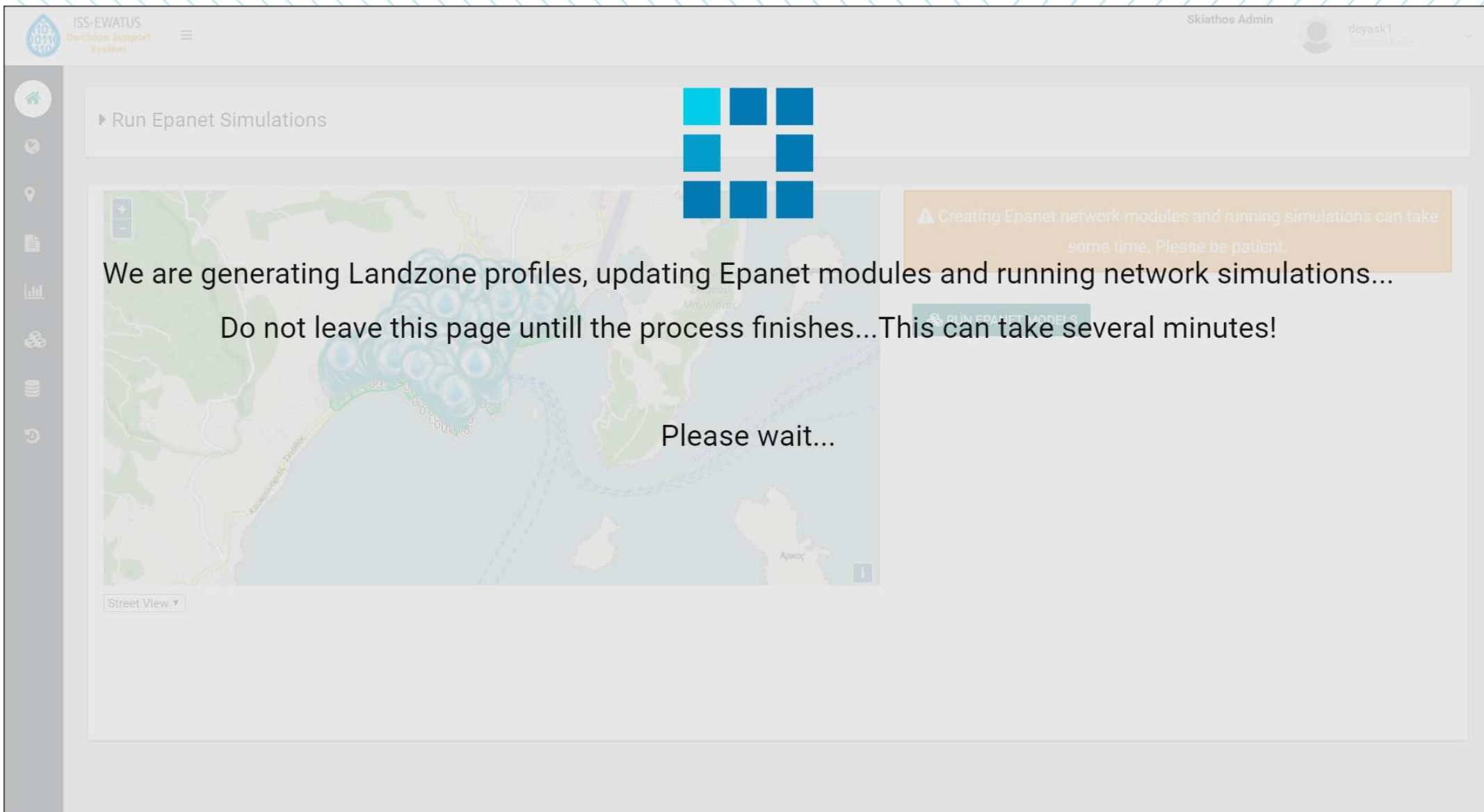
► Run Epanet Simulations

Creating Epanet network modules and running simulations can take some time. Please be patient.

 RUN EPANET MODELS

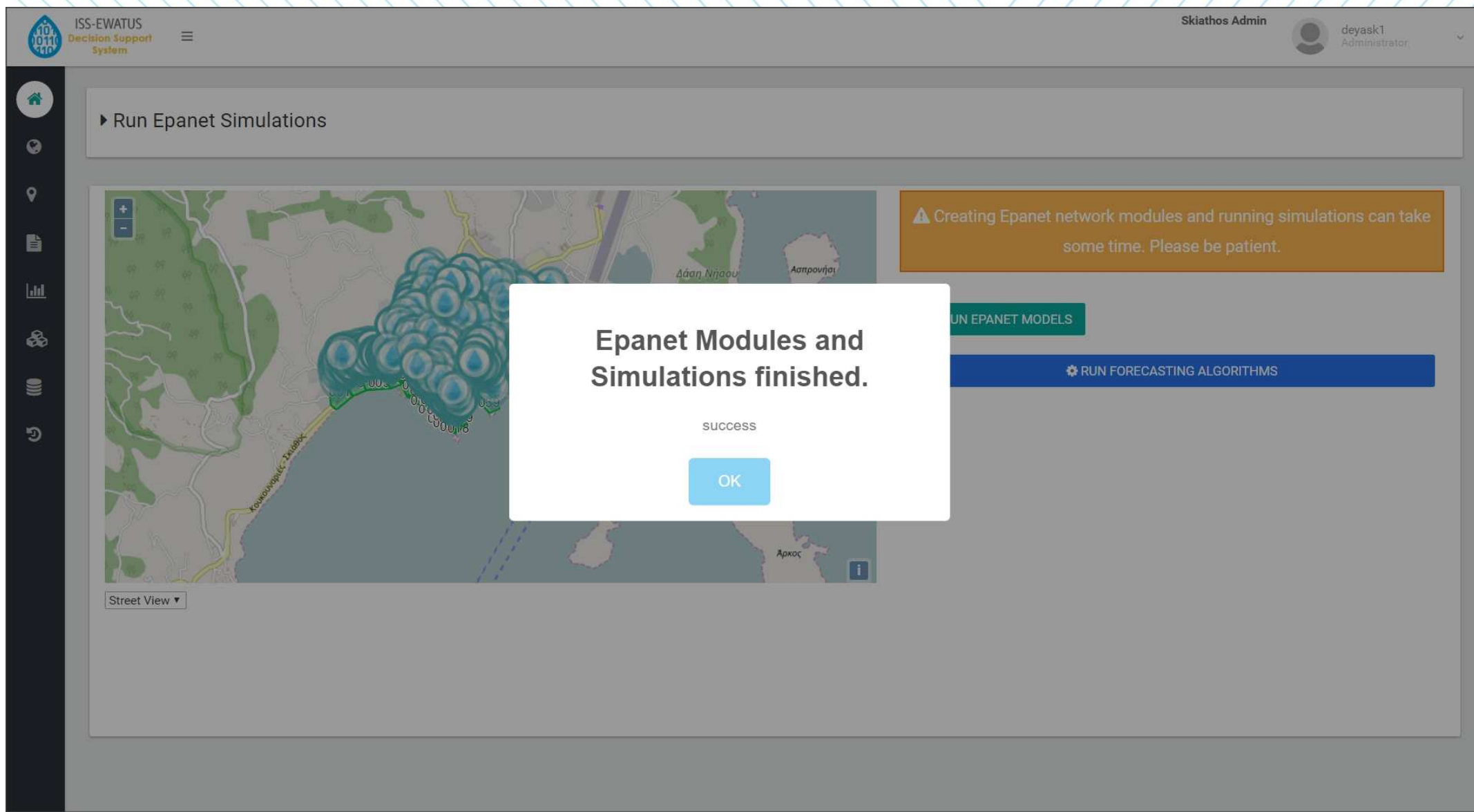
Street View ▼

Uruchomienie modeli EPANET dla scenariuszy zasilania sieci



The screenshot displays the ISS-EWATUS web interface. At the top left is the logo and name 'ISS-EWATUS Decision Support System'. At the top right, the user 'Skiathos Admin' is logged in as 'deyask1'. A sidebar on the left contains navigation icons. The main content area features a button 'Run Epanet Simulations' with a blue grid icon. Below this, a map of a coastal area is shown with a blue overlay representing the simulation. Overlaid on the map is the text: 'We are generating Landzone profiles, updating Epanet modules and running network simulations... Do not leave this page until the process finishes...This can take several minutes!'. A large orange warning box on the right says: 'Creating Epanet network modules and running simulations can take some time. Please be patient.' Below the map, a 'Street View' button is visible. A 'Please wait...' message is also present near the map.

Uruchomienie modeli EPANET dla scenariuszy zasilania sieci



ISS-EWATUS Decision Support System

Skiathos Admin

deyask1 Administrator

► Run Epanet Simulations

Creating Epanet network modules and running simulations can take some time. Please be patient.

Epanet Modules and Simulations finished.

success

OK

RUN EPANET MODELS

RUN FORECASTING ALGORITHMS

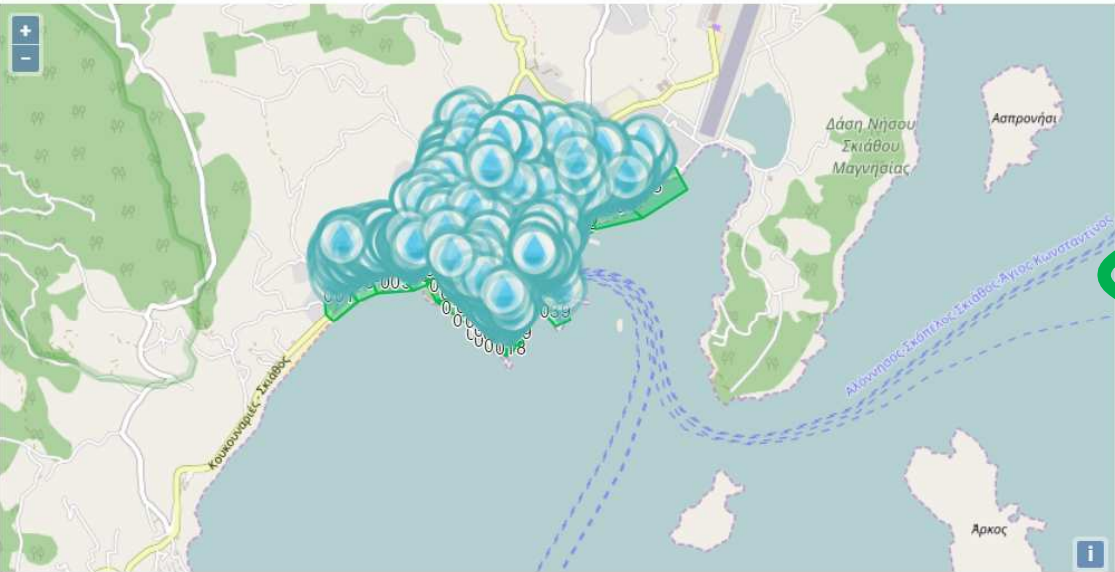
Street View

Uruchomienie prognozy zapotrzebowania na wodę

 ISS-EWATUS
Decision Support
System

Skiathos Admin
deyask1
Administrator

Run Epanet Simulations



Street View ▾

⚠ Creating Epanet network modules and running simulations can take some time. Please be patient.

 RUN EPANET MODELS

 RUN FORECASTING ALGORITHMS

Konfiguracja prognozy zapotrzebowania na wodę


ISS-EWATUS
Decision Support
System

Skiathos Admin


deyask1
Administrator

Prediction Algorithms - ANFIS

Online DataBase latest Values:

Date	MeanTemp	High Temp	Rain	Arrivals	Water Consumption
21/07/2016	26	28.8	0	1.51935317419355	3862
22/07/2016	26.4	31.2	0	1.51935317419355	3893
23/07/2016	27.2	32.7	0	1.51935317419355	3863
24/07/2016	28.2	32.7	0	1.51935317419355	3926
25/07/2016	28.1	31.1	0	1.51935317419355	3871

-> Step 1: Verify Last Day Values

MeanTemp:
High Temp:
Rain:
Arrivals:
Water Consumption:

-> Step 2: Enter Next Day Estimated Values

Mean Temp:
High Temp:
Rain:
Arrivals:

-> Step 3: Enter Period Start

Date Start:

** Leave empty for entire DataSet*

PREPARE DATASET



ISS-EWATUS

Interfejs użytkownika - Uruchomienie modeli

Obliczenia algorytmu prognozującego

The screenshot displays the ISS-EWATUS Decision Support System interface. The top header includes the system logo and name on the left, and the user 'Skiathos Admin' with a profile icon on the right. A left sidebar contains navigation icons for home, search, location, documents, charts, and settings. The main content area features a section titled 'Skiathos Predicted Profiles' with a 3x3 grid of blue squares. Below this, a message states 'Predicted Water Demand for Whole Network: 2370.943 m³'. A large text overlay reads 'We are generating your profiles... This may take some time...' and 'Please wait...'.

ISS-EWATUS
Decision Support System

Skiathos Admin

deyask1

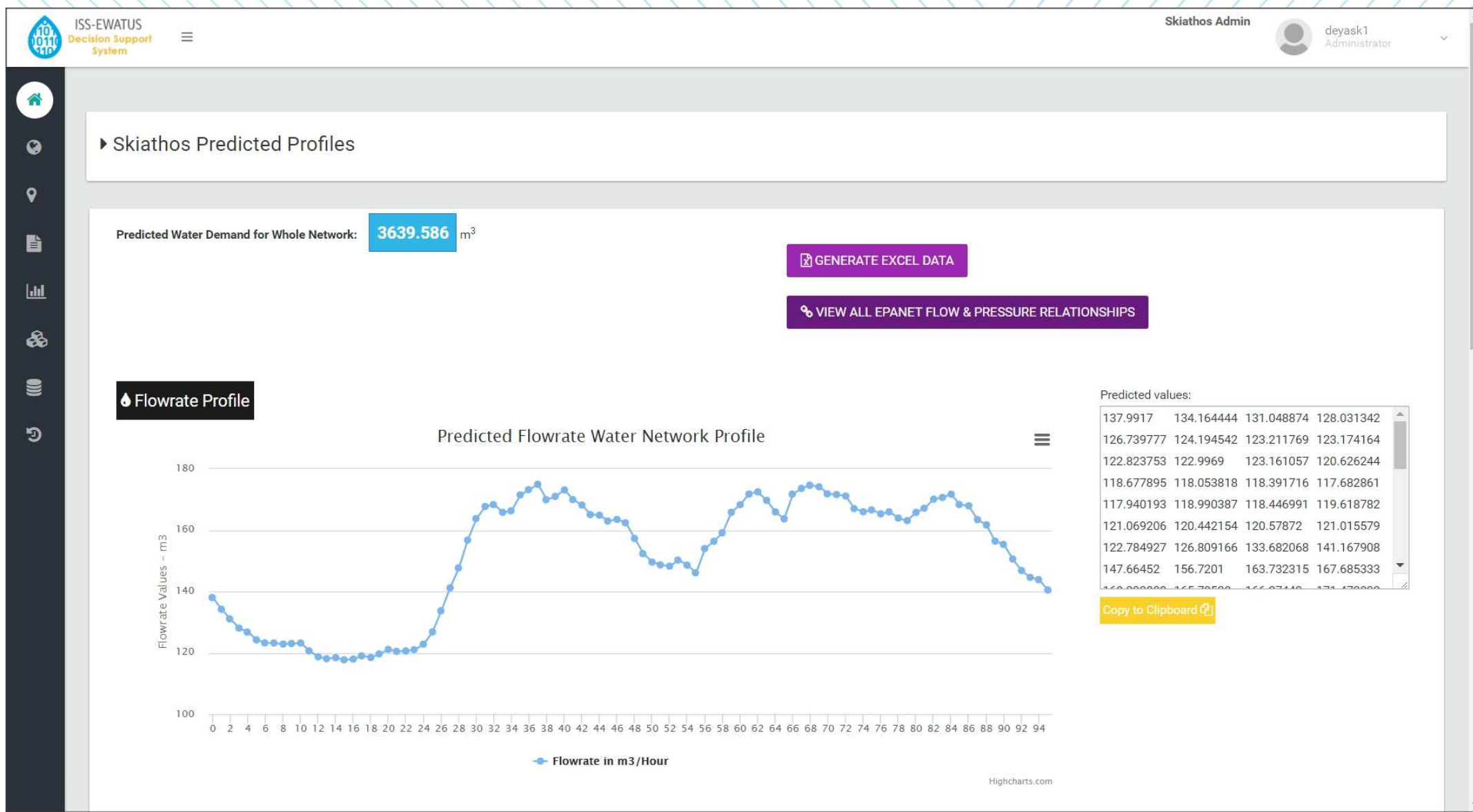
Skiathos Predicted Profiles

Predicted Water Demand for Whole Network: 2370.943 m³

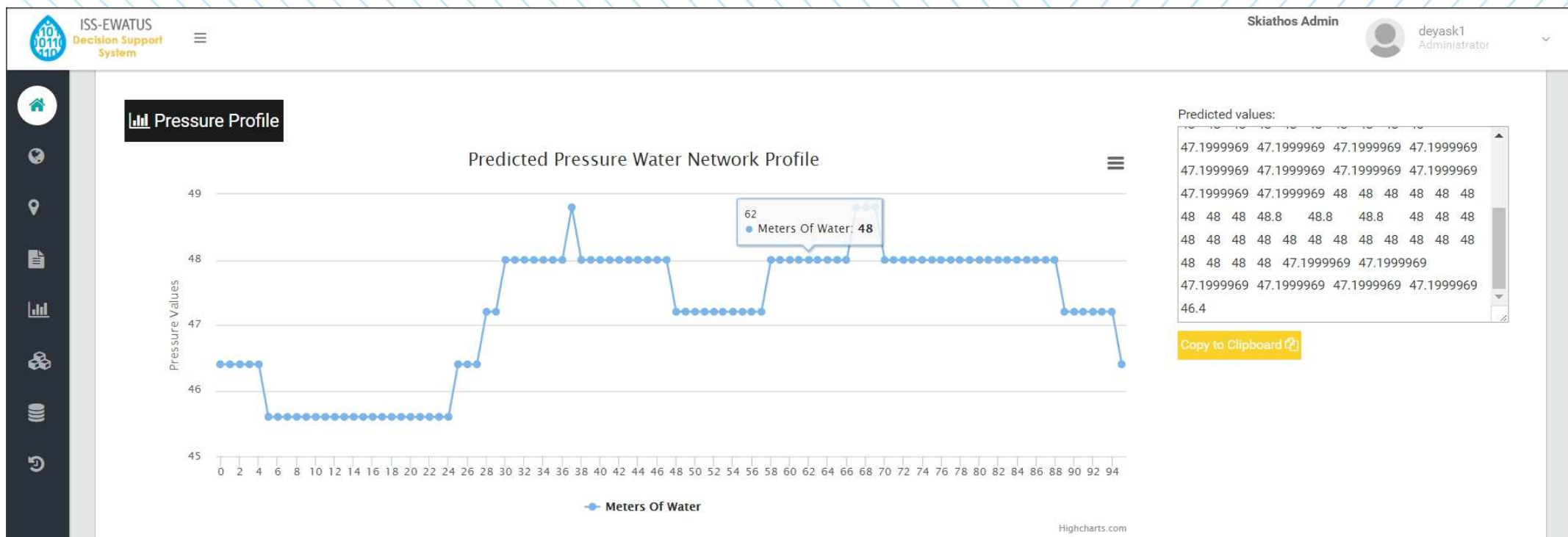
We are generating your profiles... This may take some time...

Please wait...

Zapotrzebowanie na wodę prognozowane dla następnego dnia



Optymalne ciśnienie dla następnego dnia



Narzędzia (modele) służące do walidacji

- **Obliczanie:**
 - **wycieków**
 - **redukcji wycieków**
 - **redukcji kosztów**

„Leakage Tools” – narzędzia do walidacji DSS:

- Obliczenia wycieków z sieci wodociągowej
- Kalibracja modelu sieci wodociągowej
- Obliczenia efektów optymalizacji ciśnienia:
 - Redukcja wycieków
 - Redukcja wycieków w odniesieniu do długości sieci
 - Obniżenie ciśnienia w sieci
 - Obniżenie wahań ciśnienia
 - Redukcja odcinków, na których przekroczone jest określone ciśnienie
 - Redukcja energii (potrzebnej do pompowania wody, oczyszczania itp.)
 - Redukcja kosztów produkcji wody

(wszystko obliczane jest dla całej sieci i dla jej odcinków)

„Leakage Tools” – interfejs (MS Excel)



ISS-EWATUS

Purpose of this tool is to enable calculation of leakage in the EPANET

Steps:

- Ensure that all white cells in this spreadsheet are filled in with input data. All models will be created and calibrated for periods listed in the column B of table 1.
- Run the initial EPANET models in order to calculate the network leakage coefficient. It may take about 5-10 minutes per analysed period.
- Run iterations of the EPANET model in which the leakage coefficients for all land zones will be calibrated. It may take about 1 minute per analysed period.
- Calibrated models for all billing periods analysed in previous 2 steps can be rerun in order to calculate the network leakage coefficient. Pressure Reduction Valve (PRV) located at the inflow to water distribution system. As a result the leakage before pressure optimisation and after the optimisation will be calculated.
- Hourly outputs from models excluding and including pressure optimisation are stored in the "Output.xlsx" file for each analysed period. Files are stored in directory: "epanet_hourly".
- All outputs can be found in the "Output.xlsx" file.

	A	B	C	D
1	Parameters: general and used for the calibration of leakage			
2	City to be analysed (name of the EPANET file in the main folder)	Symbol	Unit	Value
3	Pressure exponent (constant for all nodes / land zones)	N		1.1
4	Threshold value for the EPANET to stop iterations.			
5	The acceptable difference between observed total leakage in the WDS in analysed period and the calculated leakage.	Qnet_E	%	0.1
6	Threshold value for the Knet to be modified if EPANET iterations are not stopped (optimal KJ values not found).	Knet_E	%	0.1
7	Maximal number of iterations allowed to calibrate the leakage calculation.	max_iter		100
8	Parameters used for the optimisation of pressure in hydraulic model			
9	Using these parameters the pressure in the inflow to the WDS will be increased or decreased in order to keep desired pressure in the critical point.			
10	Parameter	Symbol	Unit	Value
11	Identification number of node in EPANET model which serves as a Critical Point. Critical Point is a point in the water distribution system where the desired pressure has to be kept (in Skiathos 7849, in Sosnowiec 3992)	GeoNodeID		7849
12	Desired pressure in Critical Point (5 for Skiathos, 53 for Sosnowiec)	GoalPressure	m	5
13	Node in EPANET where Pressure Reduction Valve (PRV) is located (158 in Skiathos, 67 in Sosnowiec)	ValveID		158
14	Minimal allowed pressure in PRV (38 in Skiathos, 30 in Sosnowiec)	ValveMinP	m	38
15	Maximal allowed pressure in PRV (60 in Skiathos, 50 in Sosnowiec)	ValveMaxP	m	60
16	Pressure step by which the setting of PRV will be changed (0.4 in Skiathos 0.1 in Sosnowiec)	ValvePStep	m	0.05
17	Parameters used for the calculation of energy and economic efficiency and for other performance indicators			
18	Parameter	Symbol	Unit	Value
19	Energy used for the production of water (e.g. pumping energy, treatment etc.)	Energy	kWh/m3	0.423
20	Production cost of the water (e.g. energy for pumping, energy for treatment, chemicals for treatment etc.)	Cost	EUR/m3	0.11199
21	Max. pressure which should not be exceeded in the water distribution network	WDSmaxP	m	55
22	Hour at which the reduction of pressure at night should be calculated	NightH	(0-23)	2
23	Parameters used as reference status (before the pressure optimisation)			
24	Parameter	Symbol	Unit	Value
25	Elevation of the pressure regulation valve (16 in Skiathos, 276 in Sosnowiec)	PRVelev	m a.b.l.	16
26	Fixed pressure in PRV in winter (X-III)	PRV_Pm	m	48.95
27	Fixed pressure in PRV in summer (IV-IX)	PRV_Pm	m	54.55
28				

This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no 619228



„Leakage Tools” vs „DSS” (różnice w modelach hydraulicznych)

DSS	Leakage Tools
Każdy węzeł modelu (lub strefa w modelu) ma przypisane zapotrzebowanie na wodę łącznie z wyciekami (obliczone na podstawie dezagregacji całkowitej produkcji wody)	Każdy węzeł modelu (lub strefa w modelu) ma przypisane zapotrzebowanie na wodę bez wycieków (obliczone na podstawie odczytów wodomierzy)
Wycieki nie są obliczane	Wycieki są obliczane jako funkcja ciśnienia
Model jest uruchamiany dla każdego z możliwych scenariuszy dopływu do sieci	Model jest uruchamiany dla okresu określonego przez użytkownika (zazwyczaj zgodny z okresami rozliczeniowymi)
Wynikiem jednej symulacji jest jedna wartość: Optymalne ciśnienie, które powinno być ustawione w regulatorze w przypadku pojawienia się określonego dopływu do sieci	Wyniki obejmują: Ciśnienie w każdym punkcie, w każdej godzinie objętej symulacją Wycieki w każdym punkcie, w każdej godzinie objętej symulacją

„Leakage Tools” vs „DSS” (różnice w modelach hydraulicznych)

DSS	Leakage Tools
Każdy węzeł modelu (lub strefa w modelu) ma przypisane zapotrzebowanie na wodę łącznie z wyciekami (obliczone na podstawie dezagregacji całkowitej produkcji wody)	Każdy węzeł modelu (lub strefa w modelu) ma przypisane zapotrzebowanie na wodę bez wycieków (obliczone na podstawie odczytów wodomierzy)
Wycieki nie są obliczane	Wycieki są obliczane jako funkcja ciśnienia
Model jest uruchamiany dla każdego z możliwych scenariuszy dopływu do sieci	Model jest uruchamiany dla okresu określonego przez użytkownika (zazwyczaj zgodny z okresami rozliczeniowymi)
Wynikiem jednej symulacji jest jedna wartość: Optymalne ciśnienie, które powinno być ustawione w regulatorze w przypadku pojawienia się określonego dopływu do sieci	Wyniki obejmują: Ciśnienie w każdym punkcie, w każdej godzinie objętej symulacją Wycieki w każdym punkcie, w każdej godzinie objętej symulacją

Leakage Tools – podstawowe kroki obliczeń:

- 1) Pierwsze uruchomienie EPANET w celu obliczenia współczynnika wycieków dla całej sieci (network leakage coefficient).
- 2) Uruchomienie serii modeli w celu kalibracji współczynnika wycieków i przypisania różnych jego wartości do poszczególnych węzłów modelu (kalibracja)
- 3) Powtórne uruchomienie skalibrowanego modelu ale z uruchomioną optymalizacją ciśnienia
- 4) Analiza porównawcza wyników dla modelu bez optymalizacji i z optymalizacją

Leakage Tools – podstawowe kroki obliczeń:

- 1) Pierwsze uruchomienie EPANET w celu obliczenia współczynnika wycieków dla całej sieci (network leakage coefficient).
- 2) Uruchomienie serii modeli w celu kalibracji współczynnika wycieków i przypisania różnych jego wartości do poszczególnych węzłów modelu (kalibracja)
- 3) Powtórne uruchomienie skalibrowanego modelu ale z uruchomioną optymalizacją ciśnienia
- 4) Analiza porównawcza wyników dla modelu bez optymalizacji i z optymalizacją



ISS-EWATUS

Ocena efektów sterowania ciśnieniem (Leakage Tools)

Leakage Tools – wycieki jako funkcja ciśnienia:

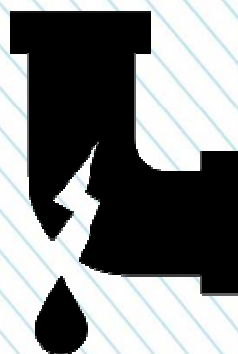
Dopływ do sieci



Znany
(dane
monitoringowe)



Wycieki



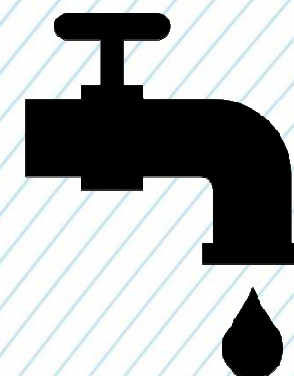
$$Q_j = K_j \cdot P_j^N$$

Gdzie:

- Q_j Wyciek w węźle j modelu
- K_j Współczynnik wycieków w węźle j modelu
- P_j Ciśnienie w węźle j modelu
- N Współczynnik stały dla całej sieci



Odływ z sieci



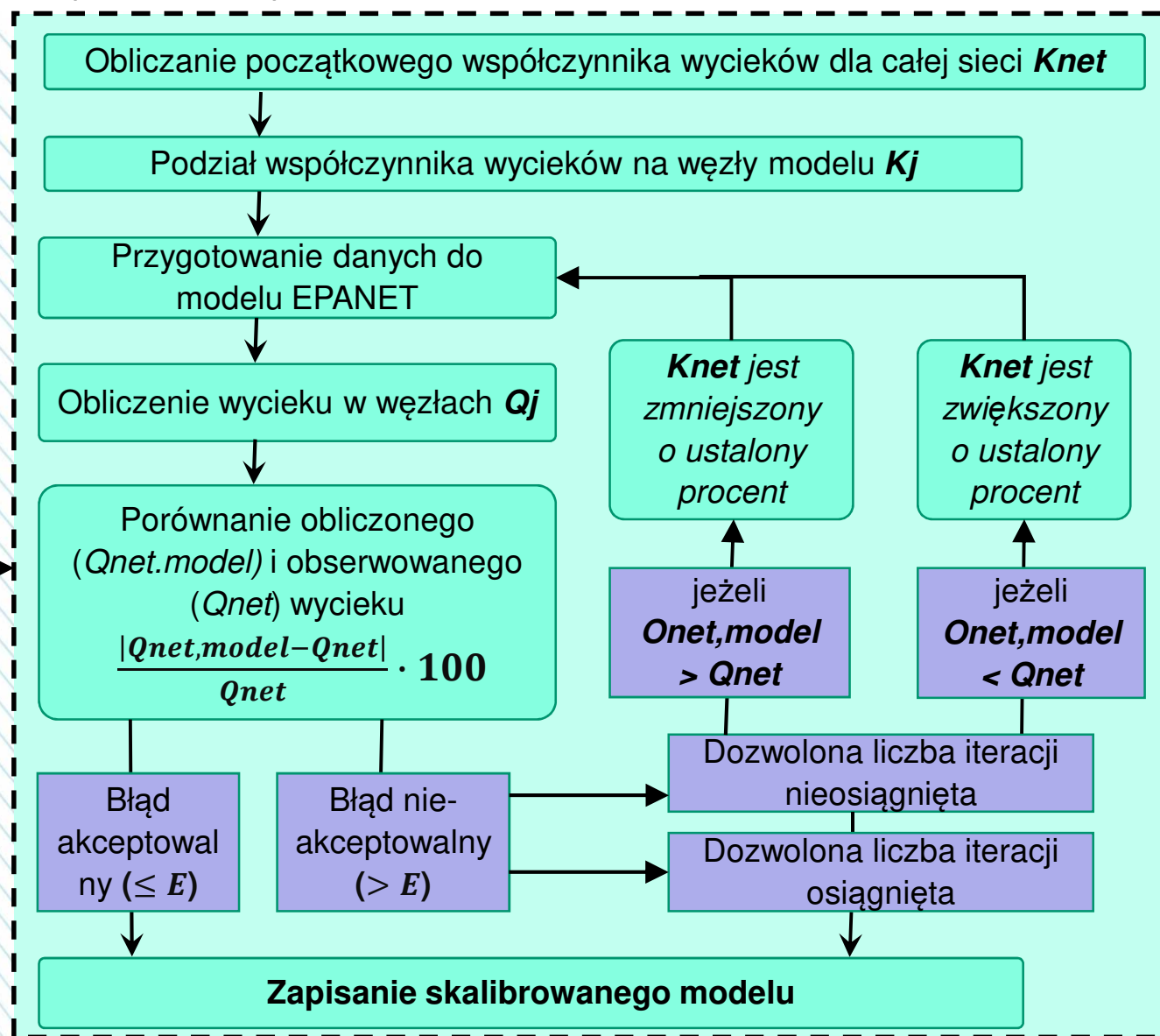
Znany
(dane z
wodomierzy)



Leakage Tools – współczynniki wycieku

Przygotowanie danych wejściowych

- Dopływy do sieci
- Odczyty wodomierzy
- Identyfikatory wodomierzy
- Charakterystyka odcinków sieci (wiek, długość, przyłącza, średnica itp.)
- Model EPANET
- Akceptowalny błąd obliczenia wycieków
- Dozwolona procentowa zmiana współczynnika wycieków w trakcie kalibracji
- Dozwolona liczba iteracji w czasie kalibracji modelu
- Godzinowy rozkład zużycia wody w sieci





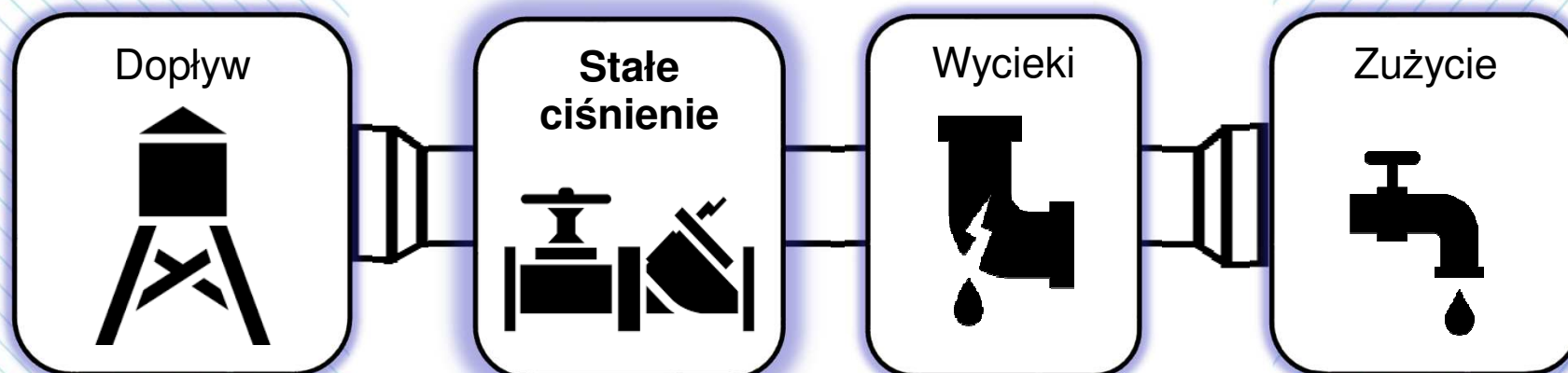
Leakage Tools – podstawowe kroki obliczeń:

- 1) Pierwsze uruchomienie EPANET w celu obliczenia współczynnika wycieków dla całej sieci (network leakage coefficient).
- 2) Uruchomienie serii modeli w celu kalibracji współczynnika wycieków i przypisania różnych jego wartości do poszczególnych węzłów modelu (kalibracja)
- 3) Powtórne uruchomienie skalibrowanego modelu ale z uruchomioną optymalizacją ciśnienia
- 4) Analiza porównawcza wyników dla modelu bez optymalizacji i z optymalizacją

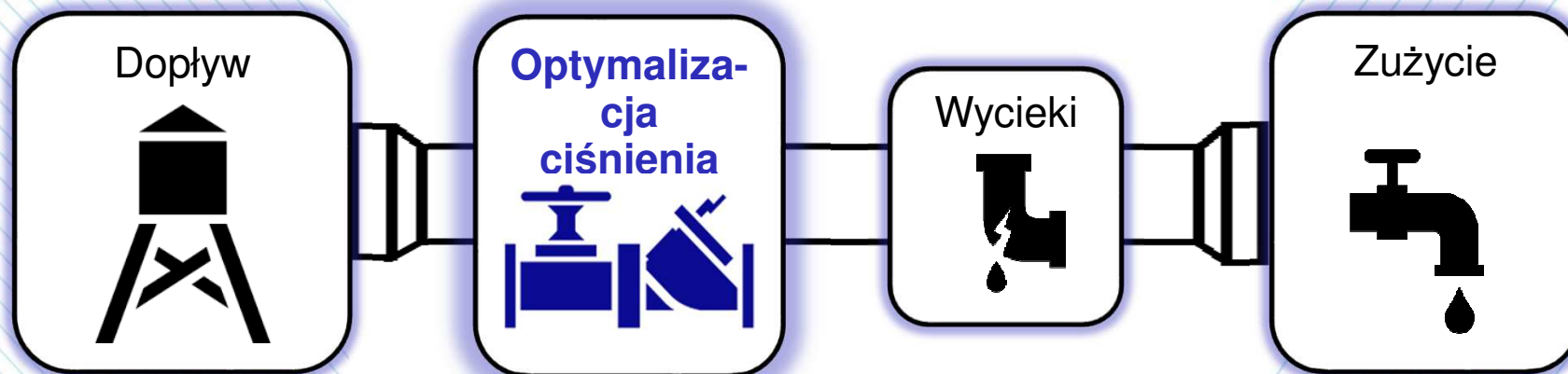


Leakage Tools – uruchomienie i porównanie 2 modeli

Model 1

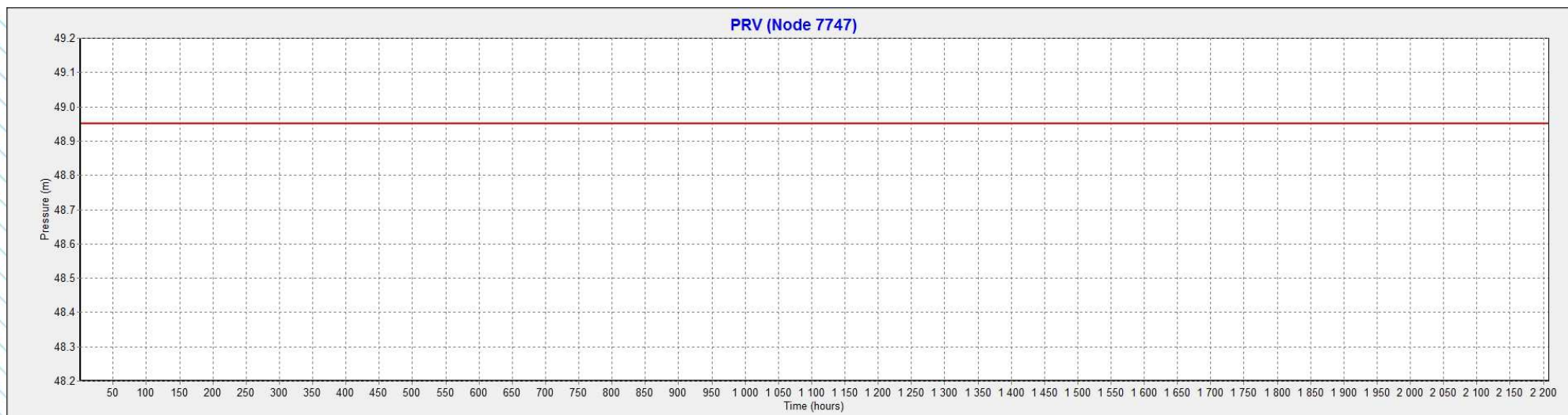


Model 2

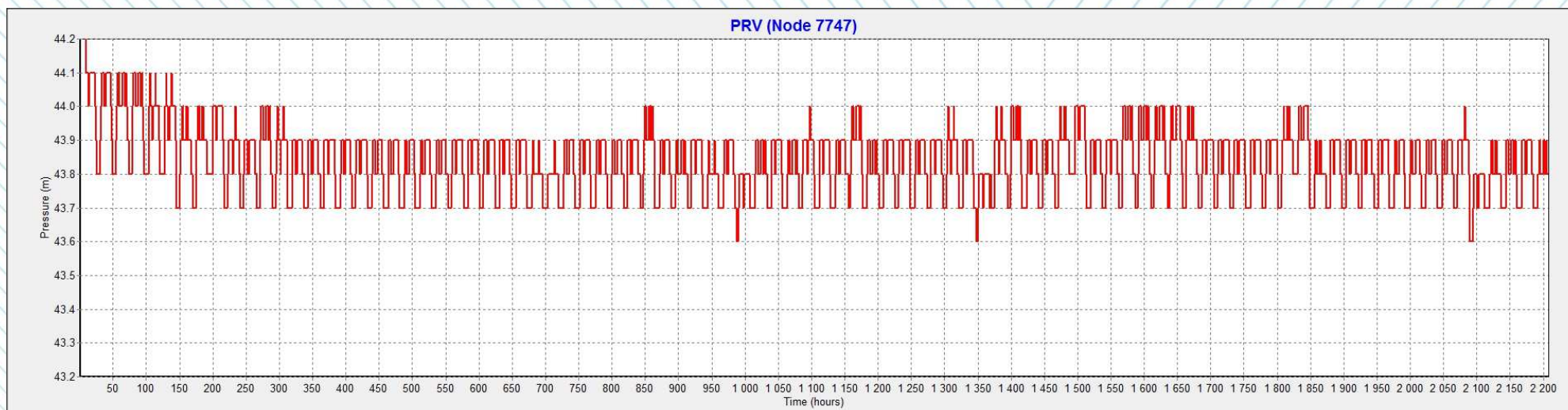


Leakage Tools – ciśnienie w regulatorze (dopływ do sieci)

Model 1
BEZ OPTYMALIZACJI



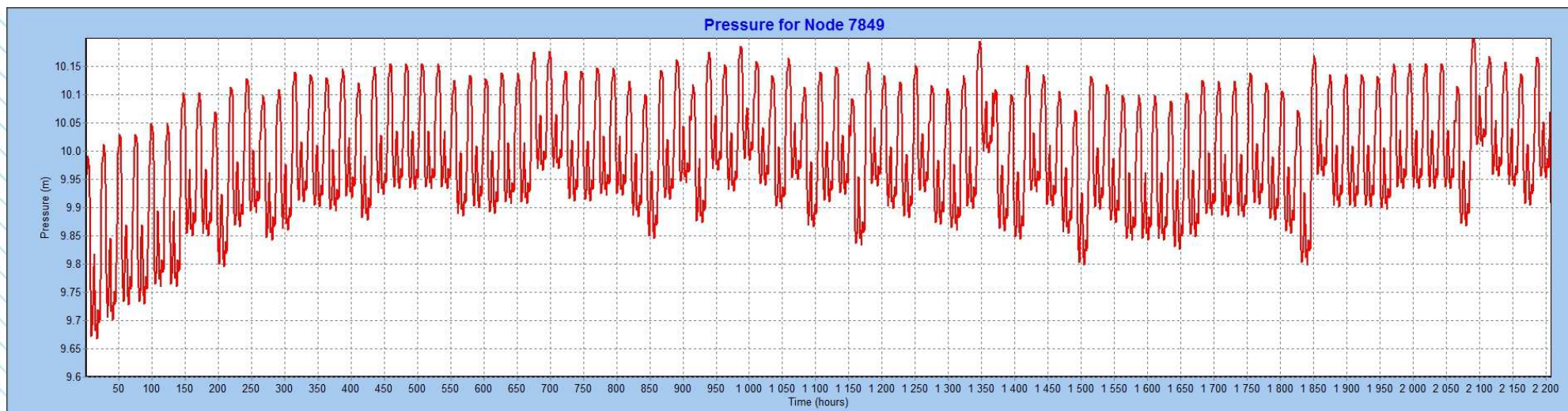
Model 2
OPTYMALIZACJA



Leakage Tools – Ciśnienie w punkcie krytycznym

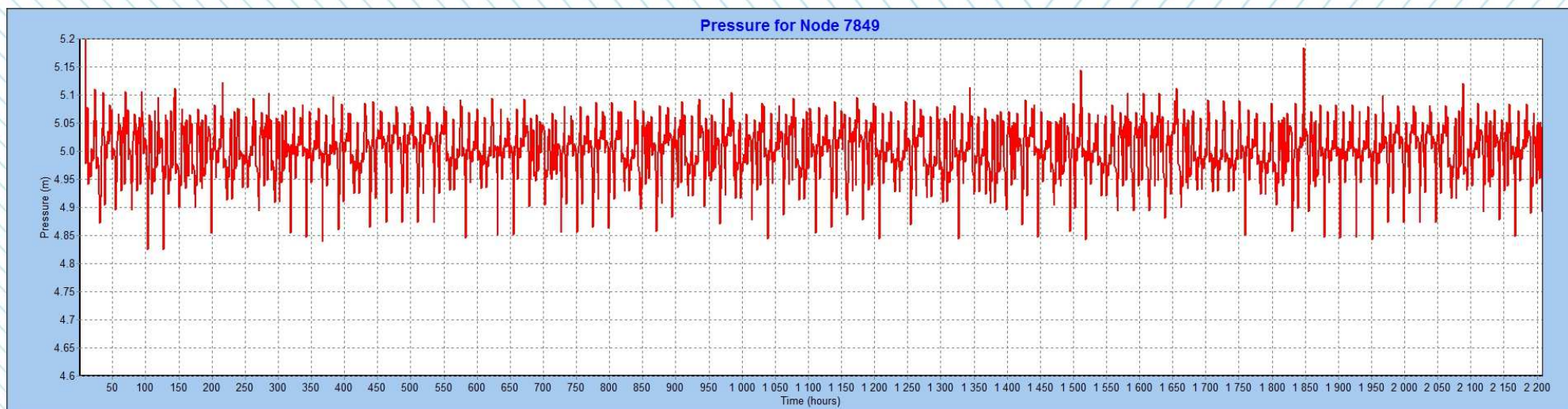
Model 1

BEZ OPTYZALIZACJI



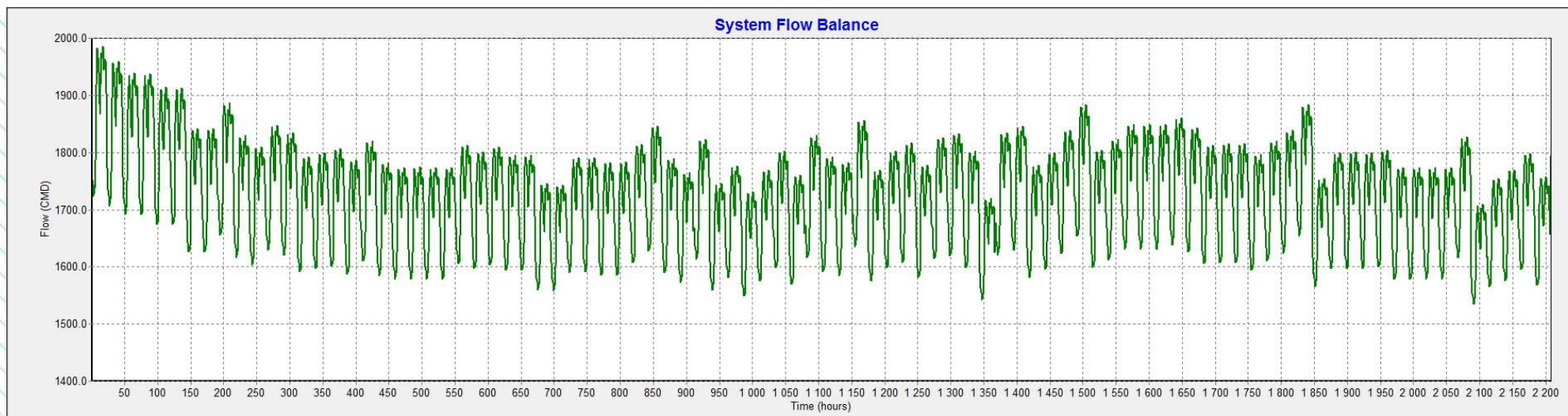
Model 2

OPTYZALIZACJA

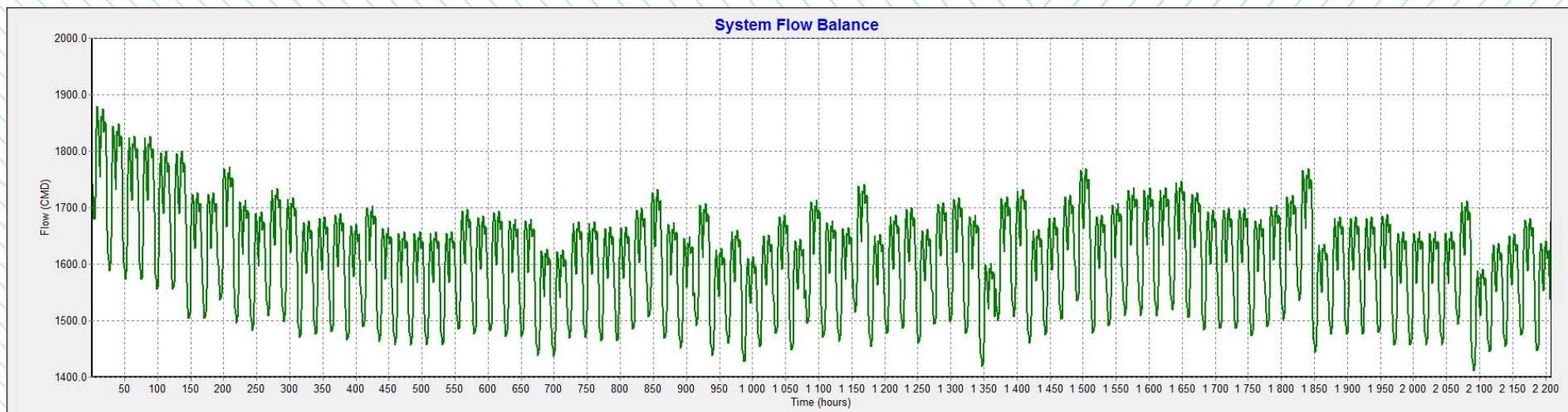


Leakage Tools – Całkowita produkcja wody

Model 1
BEZ OPTYZALIZACJI

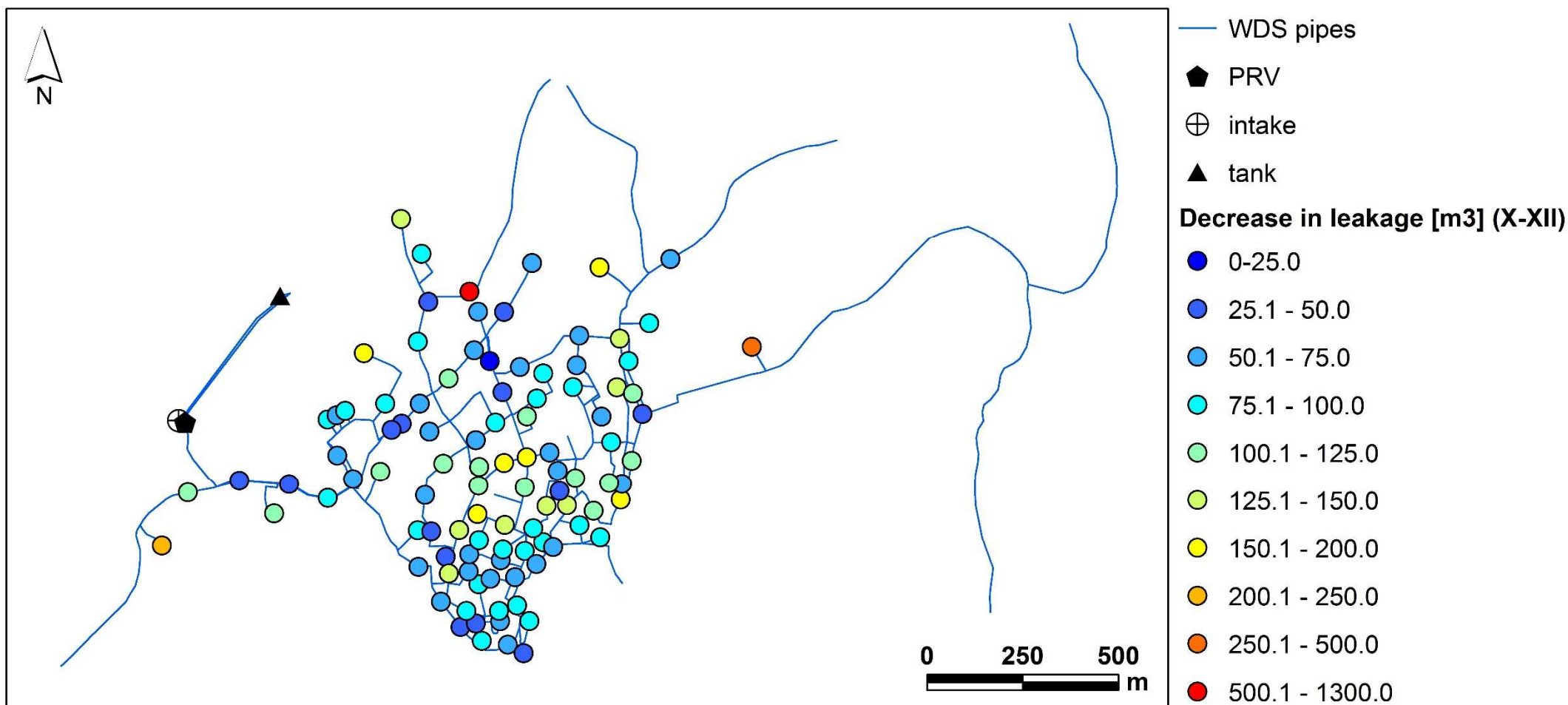


Model 2
OPTYZALIZACJA



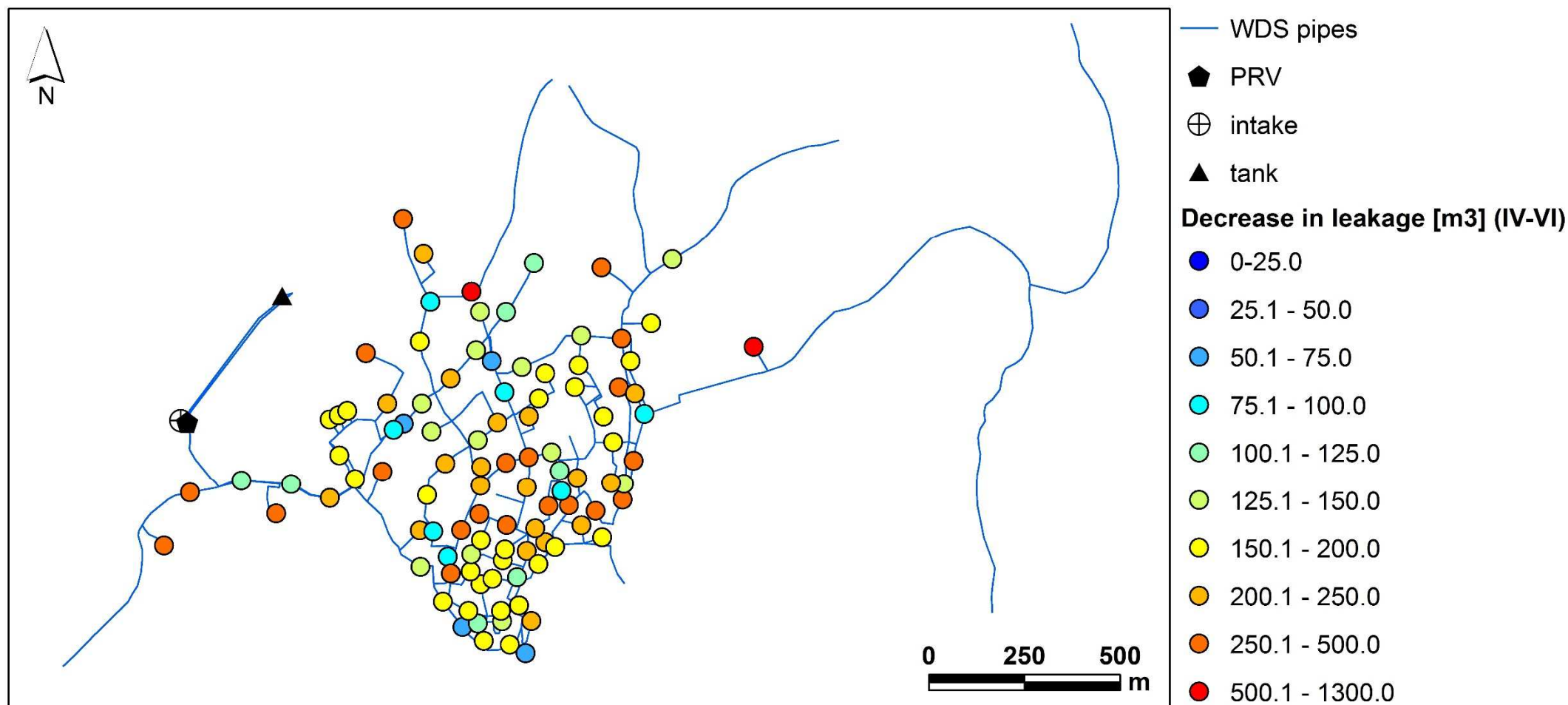
Wizualizacja wyników obliczeń

- **Redukcja wycieków, Skiathos, X-XII**



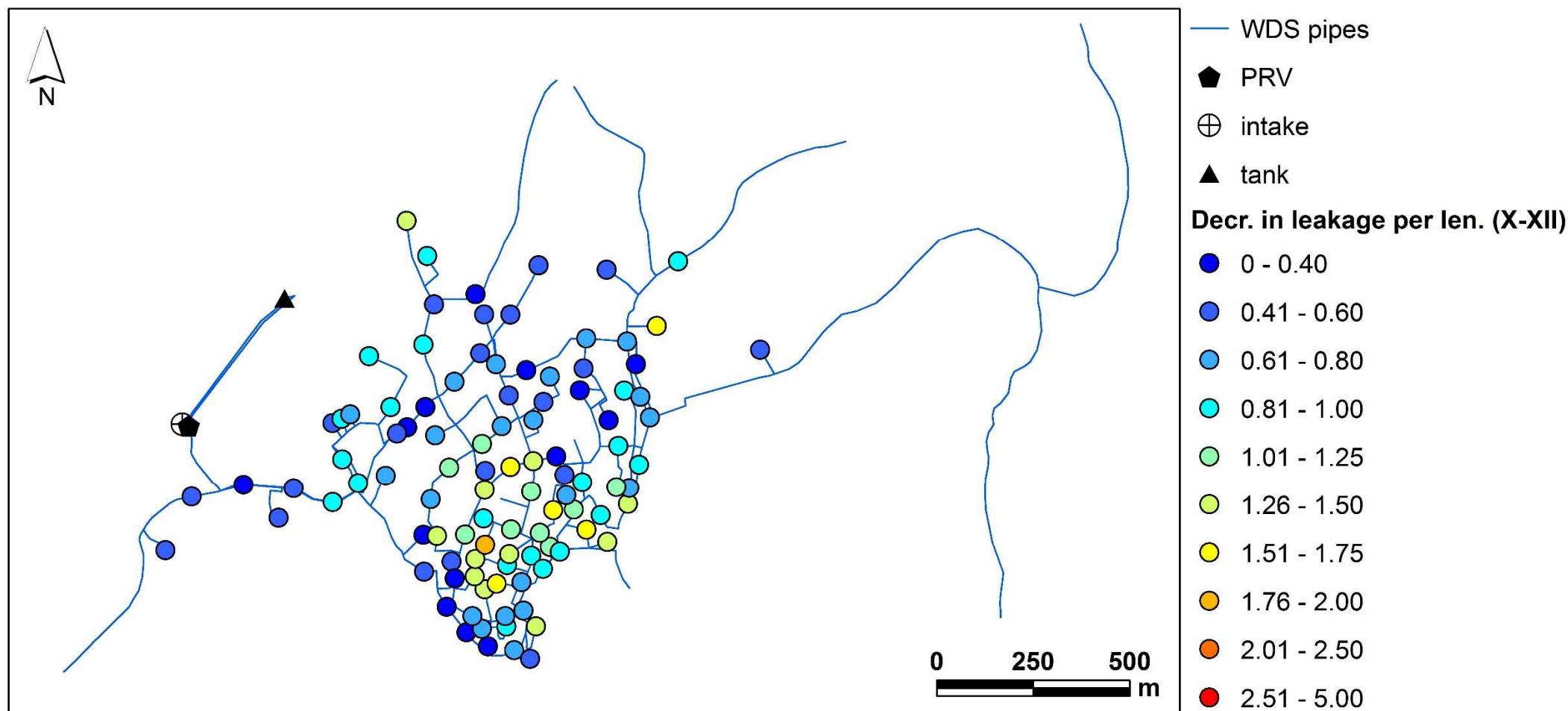
Wizualizacja wyników obliczeń

- **Redukcja wycieków, Skiathos, IV-VI**



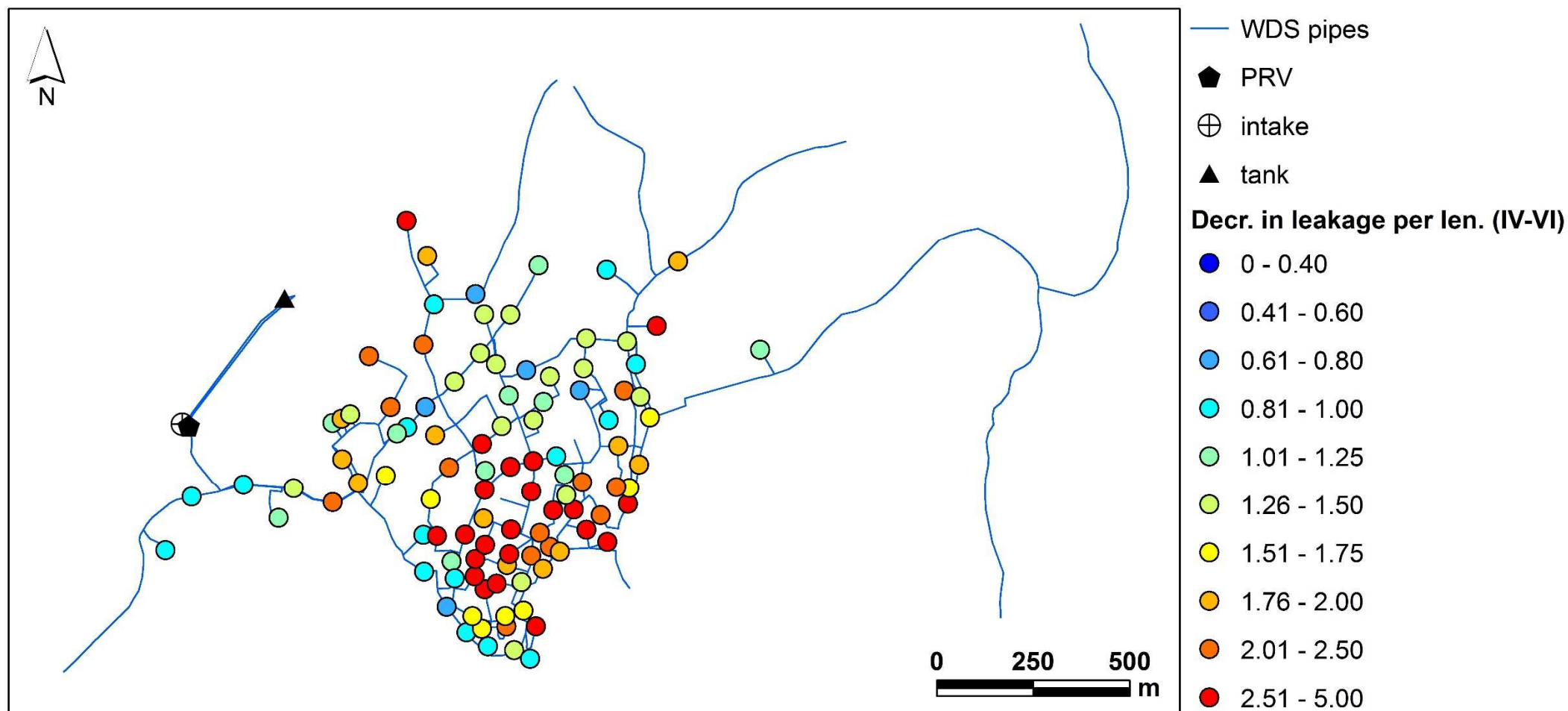
Wizualizacja wyników obliczeń

- **Redukcja wycieków na metr sieci, Skiathos, X-XII**



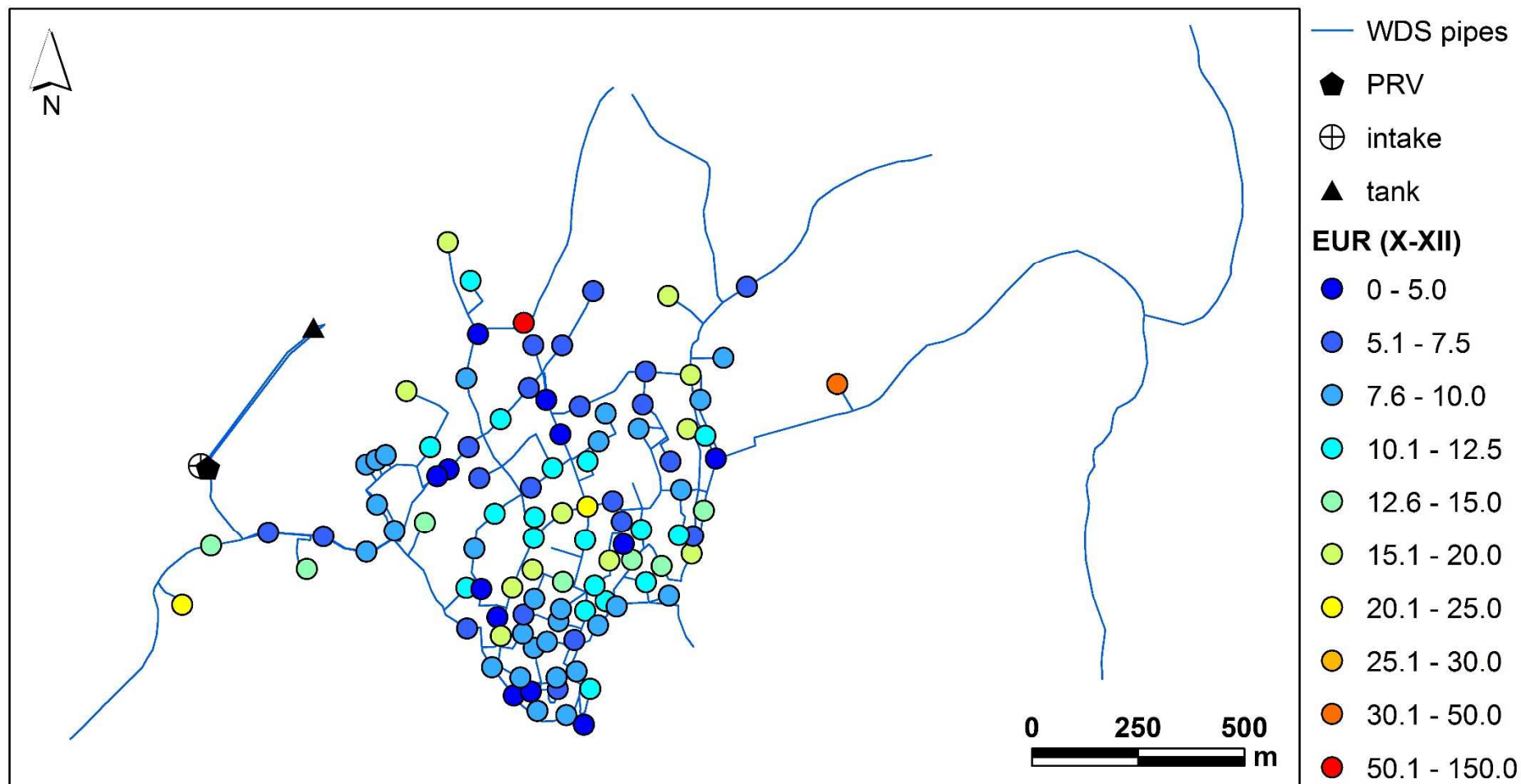
Wizualizacja wyników obliczeń

- **Redukcja wycieków na metr sieci, Skiathos, IV-VI**



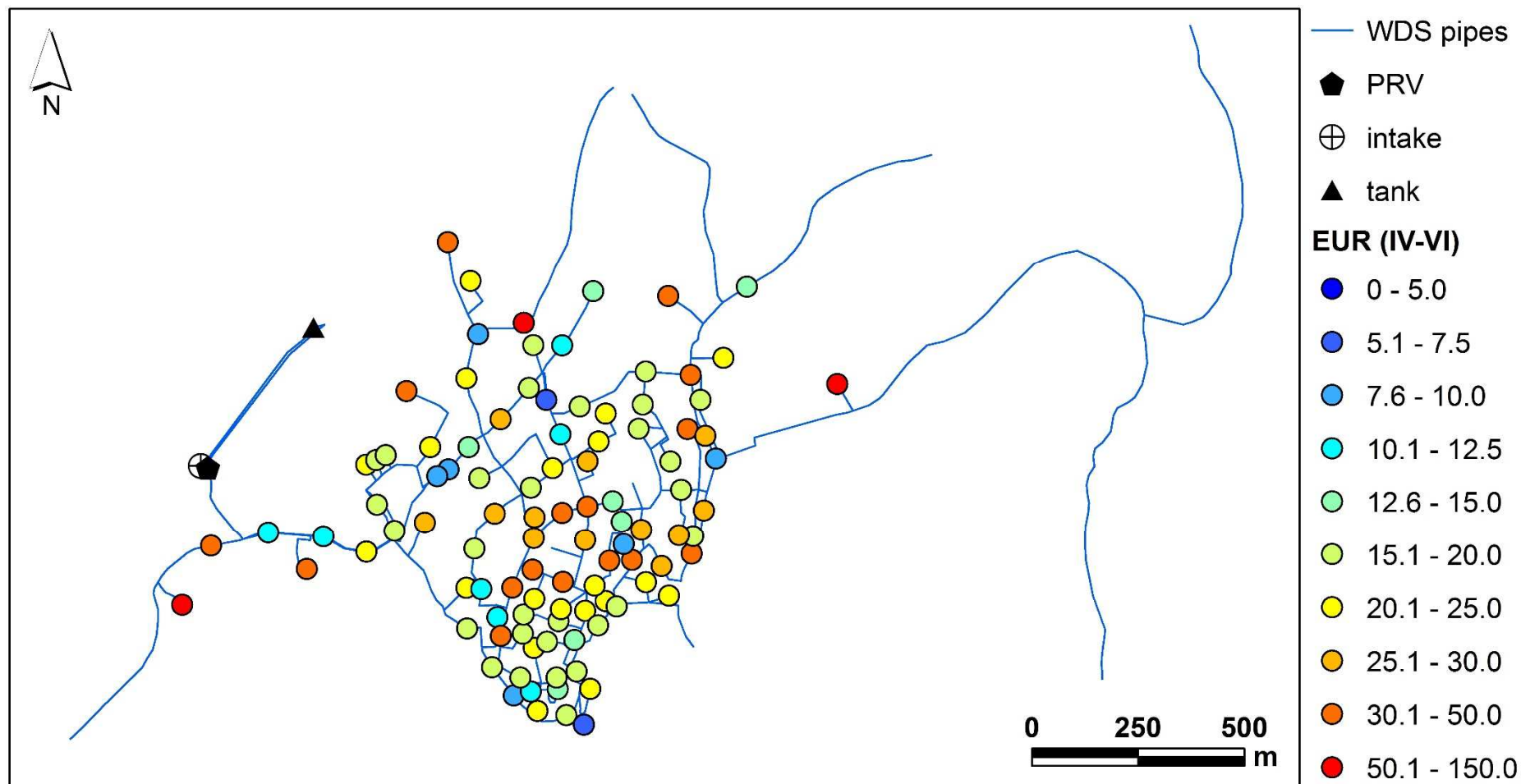
Wizualizacja wyników obliczeń

- **Redukcja kosztów produkcji wody (efekt redukcji wycieków),
Skiathos, X-XII**



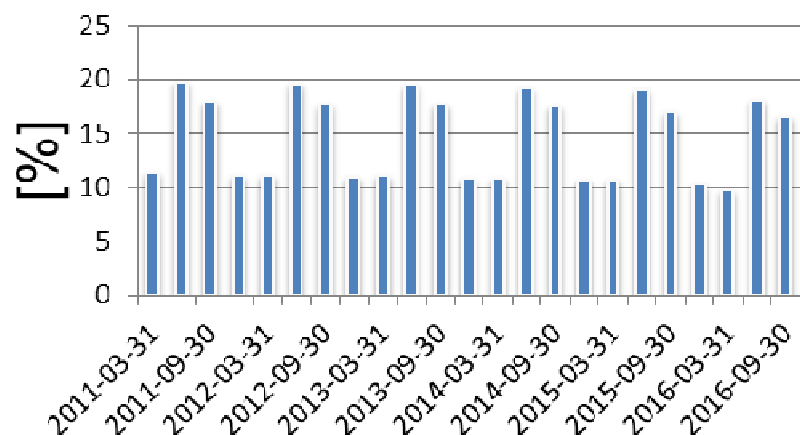
Wizualizacja wyników obliczeń

- **Redukcja kosztów produkcji wody (efekt redukcji wycieków),
Skiathos, IV-VI**



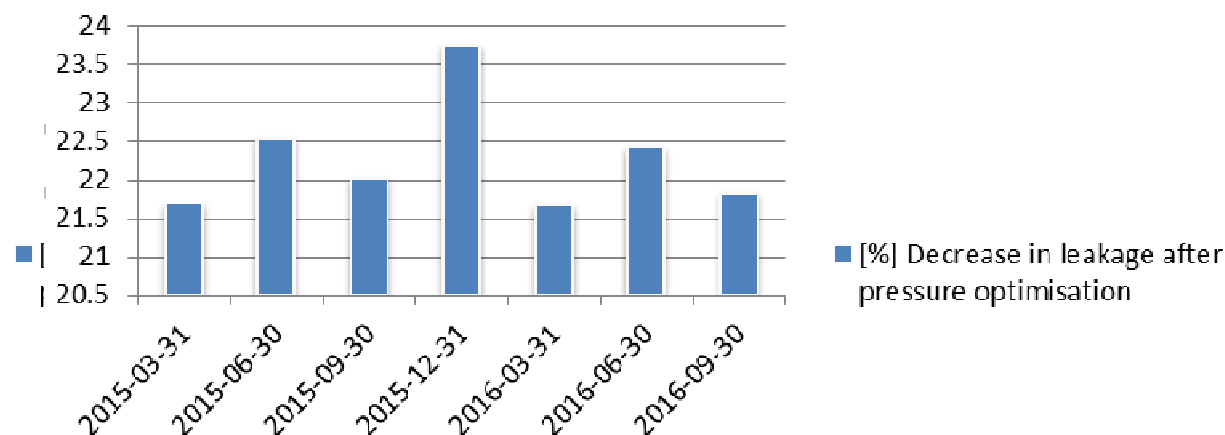
Skiathos:

Decrease in leakage

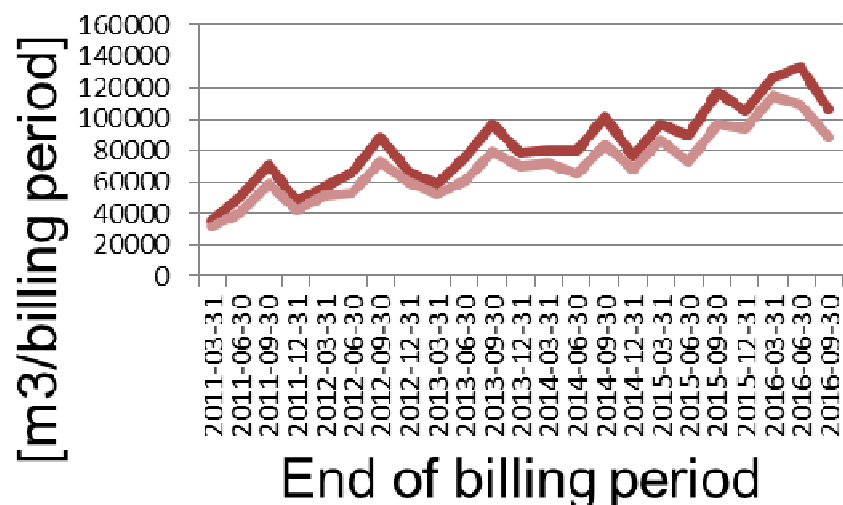


Sosnowiec:

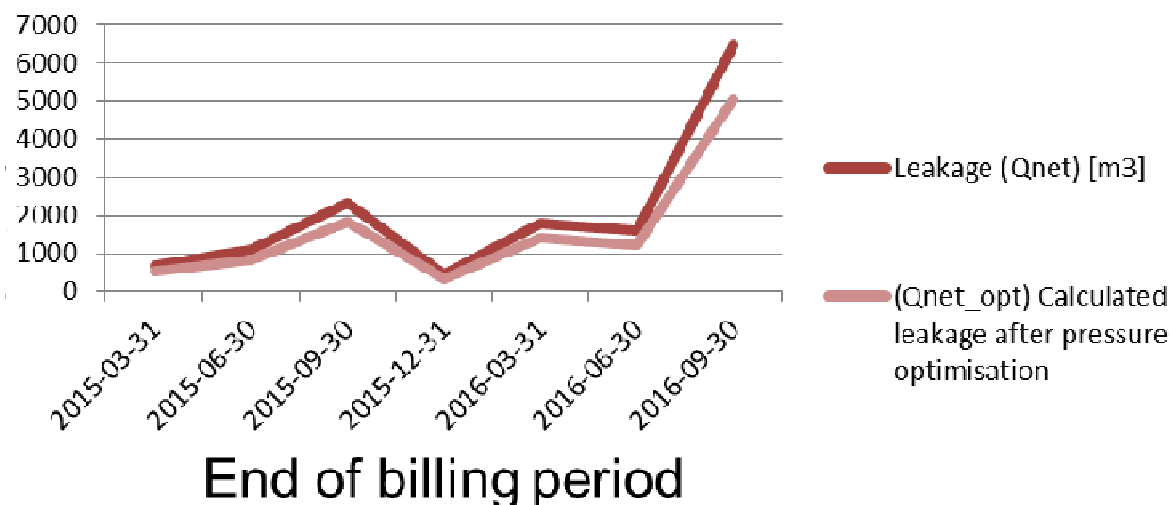
Decrease in leakage



Leakages



Leakages



Dziękujemy za uwagę

- **Rafał Ulańczyk** (rafal.ulanczyk@ios.edu.pl)
- **Piotr Cofalka** (p.cofalka@ietu.katowice.pl)

<http://issewatus.eu>



Praca naukowa finansowana ze środków finansowych na naukę w latach 2014-2017 przyznanych na realizację projektu międzynarodowego współfinansowanego.