

**Krzysztof Niton**  
**PWiK Żory Sp z o.o., Żory**

## **TECHNICZNO -EKONOMICZNE ASPEKTY EKSPLOATACJI STACJI POMPOWYCH**

### **TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF PUMPING STATION**

**Abstract:** This abstract presents an information of the optimum sizing of a pumping station unit and criteria for the design elements distribution systems. Technical and economic analysis of pumping station have to used information about: water demand and emergency storage, preventative maintenance, wear/life expectancy of subcomponent, repair, power transmission, parallel operation and stand-by equipment, emergency power, surge protection, pumps, valves, piping, motors and controls.

This elements have to reduce the generated energy that cannot be transformed to hydraulic energy. Components in distribution systems pumping units, sensing and measuring elements, transmission of data, radio telemetry, GPS, GPRS systems, piping layouts, liquid level sensors, pressure sensors and flow meters are elements the costs a pumping station but eliminate many operational problems. That elements should be made in the planning on process of general design pumping station. The operators of pumping station can analysis existing pumping systems on observations of the operating piping system (pressures, differential pressures, and flow rates), or creating an accurate mathematical model of the piping system and then calculating the pressures and flow rates within the model.

#### **1. Wprowadzenie**

Budowa i eksploatacja obiektów gospodarki wodno ściekowej tworzy koszty. Koszty te będą ponoszone w następnych latach w celu osiągnięcia celów z dziedziny środowiska ustalonych w Traktacie o Unii Europejskiej, a przez to do wzmocnienia gospodarczej i społecznej spójności Wspólnoty poprzez zrównoważony rozwój, co jest zgodne z art. 17 Rozporządzenia Rady (WE) 1083/2006 z dnia 11 lipca 2006 r. Koszty te będą rzutować na kondycję finansową przedsiębiorstw wodno-ściekowych. Przychody tych przedsiębiorstw osiągane są głównie z taryfy na sprzedaż wody i zagospodarowanie (oczyszczanie) ścieków. Głównym ich płatnikiem są osoby fizyczne i podmioty gospodarcze, a beneficjentem przedsiębiorstwo, Państwo które w postaci wszelakich podatków (podatki bezpośrednie i pośrednie) obciąża taryfę za wodę i ścieki oraz gmina poprzez podatki za infrastrukturę przedsiębiorstwa (przewody wodociągowe, kanalizacyjne budynki i grunty). Budowa obiektów typu przepompownia wody lub ścieków wszystkie te warunki spełnia. Obiekty te stanowią stronę kosztową przedsiębiorstw na każdym ich etapie tworzenia oraz stronę kosztową wynikającą z ich eksploatacji. W celu efektywniejszego funkcjonowania przedsiębiorstwa należy wykonać tak obiekty przepompowni, aby ogólna działalność przed-

siębiorstwa była efektywniejsza i aby ta efektywność ulegała stałej poprawie.

Do kosztów eksploatacji zaliczamy:

- koszty energii elektrycznej,
- koszty dozoru obiektu,
- koszty napraw bieżących,
- koszty obsługi.

#### **2. Etapy realizacji obiektów przepompowni**

- założenia do projektu, przedmiot specyfikacji
- wymagania dotyczące właściwości materiałów budowlanych
- wymagania szczegółowe (określenie kabli elektroenergetycznych, przewodów kabelkowych, przewodów stałoprądowych, określenie szafy zasilająco – sterowniczej przepompowni)

1. Określenie szafy zasilająco – sterowniczej przepompowni winno zawierać między innymi informację o:

- typie obudowy
- sterowniku programowalnym przystosowanym do współpracy z sondą poziomą (ultradźwiękową, hydrostatyczną),
- zabezpieczeniem zwarciovym,
- zabezpieczeniem przed porażeniem,
- ochronie przepięciowej określonej klasy,

- zabezpieczeniem silnika każdej z pomp przed obciążeniem i zwarcieniem,
- zabezpieczeniem przed pracą niepełnofazową i asymetrią międzyfazową,
- przełączniku trybu pracy,
- przełączniku trybu zasilania (zasilanie z sieci/ zasilanie z agregatu prądotwórczego),
- wielofunkcyjnym wyświetlaczu LCD, umożliwiającym odczyty stanu pracy zespołów pompowych, czasu ich pracy, odczyt rzeczywisty poziomów w zbiornikach,
- modułu zdalnego monitoringu GSM/GPRS.

## 2. Określenie sterownika mikroprocesorowego

Program pracy sterownika winien umożliwiać:

- współpracę z przetwornicą częstotliwości lub softstartem,
- posiadać możliwość komunikacji i wykonania wizualizacji zestawu pompowego,
- sterowanie zespołami pompowymi analizując ich czasy pracy oraz sekwencję ich pracy,
- zabezpieczenie przed suchobiegiem, dualne poprzez sondę i przepływ,
- zabezpieczenie przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia na kolektorze tłocznym,
- zabezpieczenie przed przekroczeniem zaprogramowanego czasu pracy zespołu pompowego,
- dopasowaniem układu do charakterystyki rurociągu tłocznego w zależności od liczby włączonych zespołów pompowych,
- dopasowanie układu charakterystyki rurociągu w przypadku doposażenia układu w przepływomierz z nadajnikiem poprzez uzależnienie ciśnienia od przepływu,
- współpracę z modemem GSM celem monitoringu obiektu,
- współpracę z komputerem za pomocą złączy kablowych RS 485 lub 232,
- rejestrację zużycia energii elektrycznej i jej zdalny odczyt poprzez monitoring obiektu,

Sterownik winien być wyposażony w złącza RS 485 lub RS232 oraz dodatkowe wejścia pomiarowe analogowe i binarne w celu podłączenia urządzeń pomiarowych, ciśnieniomierza, przepływomierza i czujnika temperatury.

## 3. Określenie AKP:

- osprzęt AKP oraz aparaty i przetworniki winny być dopasowane do środowiska o dużej wilgotności a w przypadku przepompowni ścieków o dużej agresywności chemicznej, szczelność IP 65. Osprzęt winien posiadać znaki bezpieczeństwa oraz aprobaty techniczne.

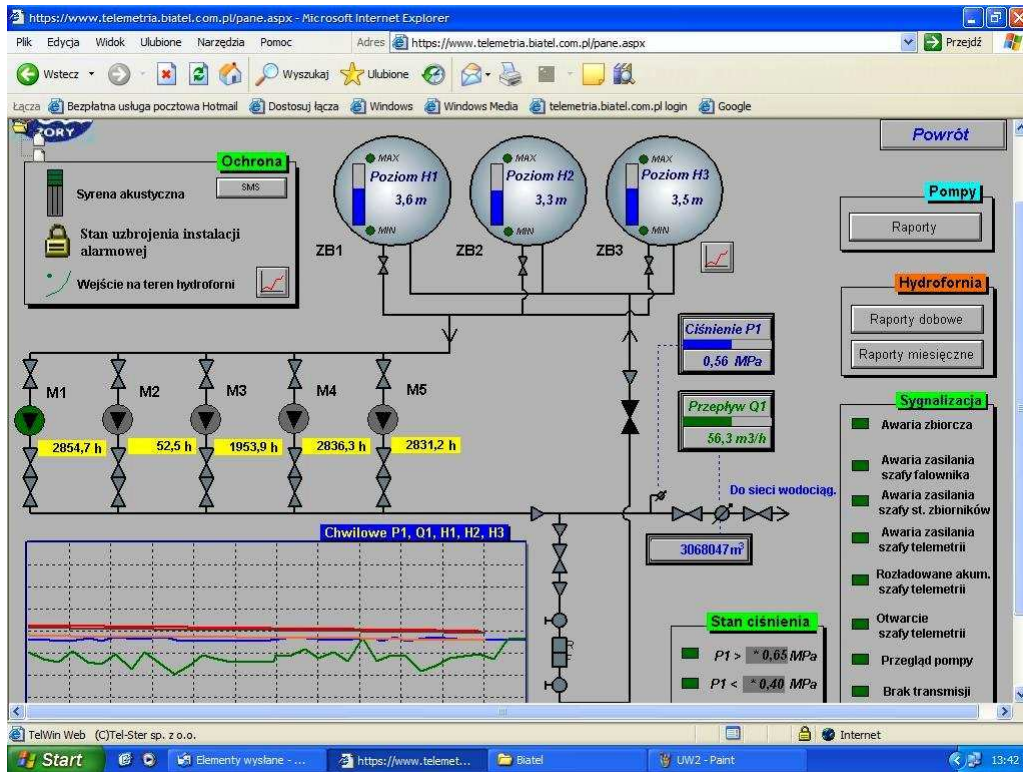
## 3. Dobór urządzeń wykonawczych

W celu osiągnięcia optymalnych warunków pracy zespołów pompowych należy zastosować przemienniki częstotliwości. Dobór zespołów pompowych w określonym ekonomicznym punkcie pracy w przypadku przepompowni jest praktycznie niemożliwy. Różnica pomiędzy minimalnymi i maksymalnymi rozbiorami może wynosić kilkaset procent, odnosi się to również do przepompowni ścieków. W przypadku idealnego systemu kanalizacji sanitarnej (szczelnego, odseparowanego od wód opadowych i infiltracji) różnice są analogiczne. Należy rozważyć, dobór zespołów pompowych o różnych charakterystykach lub jednakowych sterowanych przemiennikiem częstotliwości. Sterowanie przemiennikami częstotliwości staje się praktycznie standardem.

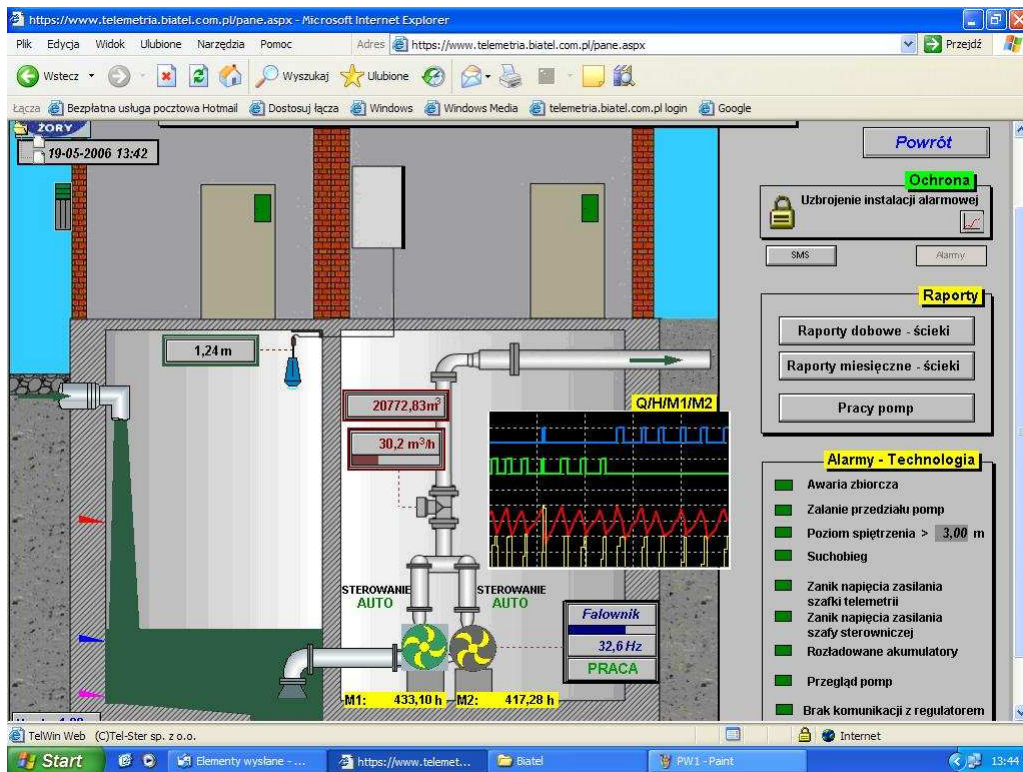
Aktywne zarządzanie przepompowniami wymaga monitorowania wszelkich parametrów obiektu. Do monitorowania przepompowni wykorzystywane są systemy informatyczne, automatyka i zdalna transmisja danych pomiarowych.

System monitoringu i zdalnego sterowania umożliwia osiągnięcie następujących celów:

- wykonanie złożonych analiz pracy przepompowni w dowolnych przedziałach czasu na podstawie wykresów i wartości liczbowych ciśnienia, przepływu, pracy zespołów pompowych, poziomu wody i ścieków w zbiornikach,
- możliwość szybkiego (natychmiastowego) reagowania na wszelkie anomalie pracy obiektu
- gromadzenie danych,
- dozоровanie obiektów,
- wizualizację obiektów eksploatowanych i dozоровanych.



Rys. 1. Przykład wizualizacji obiektu przepompowni wody



Rys. 2. Przykład wizualizacji obiektu przepompowni ścieków

#### 4. Zakres projektu obejmującego wizualizację i monitoring

Projekt winien obejmować pomiary i monitoring w obiektach w następującym zakresie:

- komunikacji pomiędzy pompownią a dyspozytornią (transmisja danych),
- pomiarów przepływu, ciśnień na ssaniu i tłoczeniu oraz sygnalizacja otwarcia drzwi w pompowni

Komunikację pomiędzy pompownią a dyspozytornią realizuje sterownik telemetryczny w określonym systemie umieszczony w szafce sterującej i połączony złączem RS 432 lub 232 ze sterownikiem rozdzielnic realizujący między innymi pomiar poziomu, przepływu oraz sygnalizację otwarcia pokryw w komorze pompowni i komorze zasuw. Umożliwia to panel wizualizacyjny.

#### 5. Założenia projektowe do dokumentacji pomiarowej

Dokumentację pomiarową należy wykonać w oparciu o następujące założenia:

- pompy wraz ze sterownikiem sterującym pracą pomp sterownik monitoringu z panel wizualizacyjny, przepływomierzem, przetwornikiem poziomu, sygnalizacja poziomu max, min.

1. Pomiary które winny być monitorowane i analizowane

- pomiar przepływu na tłoczeniu,
- pomiar poziomu w komorze czerpalnej.

2. Przykładowy wykaz sygnałów ze sterownika przepompowni:

Wejścia cyfrowe	
1.	Sygnał zasilania szafy
2.	Sygnał zaniku fazy
3.	Sygnał z czujnika zmierzchowego
4.	Sygnał załączenia oświetlenia
5.	Sygnał awarii – odczyt z miernika poziomu
6.	Sygnał awarii pompy P1 (termik)
7.	Sygnał awarii pompy P2 (termik)
8.	Sygnał awarii pompy P1 (przeciek)
9.	Sygnał awarii pompy P2 (przeciek)
10.	Sygnał awarii softstartu 1
11.	Sygnał awarii softstartu 2
12.	Sygnał pracy w trybie ręcznym
13.	Sygnał pracy w trybie automatycznym
14.	Sygnał włączonego stycznika 1K1 – pompa P1

15.	Sygnał włączonego stycznika 2K1 – pompa P2
16.	Start/stop softstartu P1
17.	Start/stop softstartu P2
18.	Sterowanie oświetleniem
19.	Sterowanie sygnaliz. akust. Włamania
20.	Sterowanie sygnaliz. opt. Włamania
Wejścia analogowe	
1.	Odczyt z miernika poziomu, ciśnienia,

Wyposażenie rozdzielni sterującej winno zawierać:

- sterownik mikroprocesorowy współpracujący z przetwornicą częstotliwości,
- przetwornica częstotliwości powinna posiadać wbudowanym filtr RFI klasy 1B,
- aparaturę zabezpieczająco-łączeniową: wyłącznik silnikowy (zabezpieczenie zwarciove i termiczne),
- rozłącznik główny,
- układ kontroli faz zasilania informujący o spadku napięcia, asymetrii, kolejność faz,
- układ kontroli ciśnienia: przetwornik ciśnienia,
- układ sygnalizacji zasilania i pracy pomp,
- układ manualnego załączanie zespołów pompowych,
- czujnik ciśnienia zamontowany do rozdzielni za pomocą złączy o stopniu ochrony IP 68, umożliwiających łatwą wymianę,

#### 6. Wnioski

Wykonanie obiektu wymaga dokładnej analizy potrzeb i celów jakie się ma osiągnąć.

Wybór i dobór urządzeń generuje określone koszty. Koszty te mogą być zmniejszone odpowiednim doбором urządzeń zapewniających optymalne parametry pracy obiektu.

Optymalne parametry można określić na podstawie analiz pracy obiektu otrzymanego na podstawie monitoringu danych. Dane o kosztach związanych z realizacją przepompowni oraz o kosztach rodzajowych wynikają z:

- amortyzacji,
- zużycia materiałów i energii,
- usług obcych,
- podatków i opłat,
- wynagrodzeń,
- ubezpieczeń i innych świadczeń,
- pozostałych kosztów rodzajowych.