



ZESPÓŁ SZKÓŁ
KACZNOŚCI

IM. OBRONCÓW POCZTY POLSKIEJ W GDAŃSKU



FUNDACJA
ROZWOJU
ZESPOŁU
SZKÓŁ
KACZNOŚCI

Ogólnopolskie Zawody Techniczne Primus Inter Pares 2025

Temat: Stacja Uzdatniania Wody

Spis treści

Teoretyczny opis procesu uzdatniania wody	3
Kroki procesu uzdatniania wody	3
Napowietrzanie	3
Filtracja	3
Regeneracja filtra F1	3
FAZA I	4
FAZA II	4
FAZA III	4
FAZA IV	4
Zadanie automatyzacji procesu uzdatniania wody	4
Opis	4
Wytyczne	4
OZT 2025 AiR – Zadanie Etap 2	6
Zadanie część 1: Proces uzdatniania i magazynowania wody	6
Zadanie część 2: Zapewnienie stałego dostępu do wody (P11, P12, P13, P14):	6
Kryteria oceny zadania:	8
Rozwiązywanie zadania, prezentacja w formie filmu	8
Prezentacja online	8
Pytania	8
Macierz sterowania	9
Załączniki:	9

Teoretyczny opis procesu uzdatniania wody

Woda pobierana ze studni głębinowej może zawierać różne zanieczyszczenia, w tym żelazo i mangan, których duża zawartość to częsty problem w wodach studziennych. Zawartość tych zanieczyszczeń może być różna w zależności od lokalizacji studni i warunków geologicznych.

Badania – przeprowadzone dla dwóch przykładowych studni głębinowych – wykazały znaczące wahania zawartości żelaza i manganu w obu badanych studniach. Maksymalna odnotowana zawartość żelaza wynosiła $1,94 \text{ mg/dm}^3$, a maksymalne stężenie manganu $2,87 \text{ mg/dm}^3$. Podane wartości mogą być przyjęte do obliczenia wymaganego przepływu powietrza przez aerator.

Wydajność każdej studni to $10 \text{ m}^3/\text{h}$. Dla zachowania równowagi i uniknięcia nadmiernego zużycia studni, obie studnie są wykorzystywane naprzemiennie.

Zawartość omawianych zanieczyszczeń może być różna w różnych warunkach, ale nawet niskie poziomy mogą powodować nieprzyjemny smak i zapach wody, a także osady na urządzeniach sanitarnych.

Konieczne jest skuteczne uzdatnianie wody, aby zapewnić jej odpowiednią jakość do spożycia i użytku domowego. Proces uzdatniania wody, oparty na napowietrzaniu i filtracji, ma na celu usunięcie tych zanieczyszczeń, aby zapewnić czystą i bezpieczną wodę do spożycia.

Proces uzdatniania wody, zwłaszcza w przypadku wody ze studni głębinowych, obejmuje kilka kluczowych etapów (opisanych poniżej jako kroki procesu uzdatniania wody), które mają na celu eliminację zanieczyszczeń, takich jak żelazo i mangan, oraz poprawę ogólnej jakości wody.

Kroki procesu uzdatniania wody

Napowietrzanie

Woda ze studni, która zawiera rozpuszczone związki żelaza i manganu, jest poddawana procesowi napowietrzania, w którym powietrze jest pompowane do wody w zbiorniku M1, celem utlenienia rozpuszczalnych związków dwuwartościowego żelaza i manganu do trudno rozpuszczalnych związków o wyższej wartościowości. Proces ten zwykle odbywa się za pomocą aeratora z kompresorem i regulowanym przepływem powietrza.

Filtracja

Uwodnione tlenki trójwartościowego żelaza i trój- oraz czterowartościowego manganu są usuwane z wody poprzez filtrację przez złożo filtracyjne w zbiorniku F1, zwykle wykonane z piasku lub innych mediów filtracyjnych. Woda jest przepuszczana przez filtr pośpieszny F1 o maksymalnej wydajności $15 \text{ m}^3/\text{h}$, gdzie zanieczyszczenia są zatrzymywane, a oczyszczona woda jest przekazywana do zbiornika buforowego o objętości 50 m^3 na wodę uzdatnioną.

Regeneracja filtra F1

Po pewnym czasie filtracja przestaje być skuteczna, gdyż następuje zanieczyszczenie złoża filtracyjnego, dlatego konieczne jest regularne przeprowadzanie procesu regeneracji filtra F1. Wytyczne producenta zakładają, że powinno nastąpić to po przefiltrowaniu 800 m^3 wody napowietrzonej. Proces ten obejmuje cztery główne fazy.

FAZA I: Obniżenie lustra wody do poziomu złoża filtra F1 : Woda w zbiorniku filtra jest obniżana do poziomu złoża filtracyjnego w celu umożliwienia skutecznej regeneracji powietrzem; niskie lustro ogranicza ryzyko przepływu złoża do osadnika.

FAZA II: Uruchomienie dmuchawy powietrza K2. Dmuchawa powietrzna jest uruchamiana, aby przeprowadzić odwrotne płukanie złoża filtracyjnego przy użyciu powietrza. Pozwala to na oczyszczenie złoża z zanieczyszczeń. Czas od 2 do 10 minut.

FAZA III. Uruchomienie pompy płuczającej P5. Pompa płuczająca jest włączana, aby przeprowadzić płukanie złoża filtracyjnego wodą uzdatnioną. To pomaga w usunięciu resztek zanieczyszczeń i powietrza ze złoża. Objętość wody wykorzystywanej do tego celu wynosi od 2 do 8 m³.

FAZA IV. Wstępne układanie złoża. Po zakończeniu płukania złoża F1, filtr jest napełniany wodą, a złożo filtracyjne jest układane, przygotowując filtr do ponownego użytku. Przy przepływie 10 m³/h czas układania złoża jest ustawiany w przedziale od 10 do 30 minut (czas dobierany doświadczalnie w zależności od jakości wody na wyjściu z F1).

Cały proces regeneracji kieruje popłuczyny do osadnika.

Zadanie automatyzacji procesu uzdatniania wody

Opis

System automatycznej kontroli procesu uzdatniania wody został tak zaprojektowany, by zapewnić skuteczne usuwanie zanieczyszczeń, takich jak żelazo i mangan, oraz zapewnić ciągły dostęp do czystej wody odbiorcom. Proces uzdatniania wody to napowietrzanie i filtracja, które muszą być kontrolowane i monitorowane w sposób ciągły.

Wytyczne

Usunięcie zanieczyszczeń

Proces uzdatniania wody musi skutecznie usuwać zanieczyszczenia, takie jak żelazo i mangan, z wody pitnej. Należy policzyć minimalny przepływ powietrza dla podanych parametrów wody (program do kalkulacji w załączniku nr 2).

Ciągły dostęp do wody

System powinien zapewnić ciągły dostęp do czystej wody dla odbiorców, nawet podczas procesów regeneracji filtra lub innych prac konserwacyjnych.

Automatyczne dostosowanie

System powinien automatycznie dostosowywać parametry procesu uzdatniania wody w zależności od zmiany warunków, takich jak zmiana zapotrzebowania na wodę.

Regeneracja złoża powinna wykonywać się automatycznie według wytycznych producenta.

Monitorowanie

Ciągłe monitorowanie przepływu wody surowej i uzdatnionej, powietrza utleniającego, liczby regeneracji filtra F1.

Alarmy i powiadomienia:

System powinien być wyposażony w alarmy i powiadomienia, które informują personel o jakichkolwiek problemach lub zagrożeniach w funkcjonowaniu systemu.

OZT 2025 AiR – Zadanie Etap 2

Celem zadania jest realizacja zagadnień opisanych w części 1 i części 2 poprzez:

- Zaprojektowanie schematów elektrycznych układu sterowania opartego na sterowniku PLC,
- Opracowanie algorytmu sterowania oraz napisanie programu na sterownik PLC,
- Zaprojektowanie i wykonanie wizualizacji (panel operatorski lub SCADA), realizujących zadania opisane w części 1 i części 2,
- Wykorzystanie w programie urządzeń pomiarowych i wykonawczych umieszczonych na schemacie technologicznym „SUW”: przetworników ciśnienia, przetwornika poziomu, sygnalizatorów poziomu, sygnalizatora suchobiegu, zaworów, pomp, kompresorów.
- Zaprogramowanie symulatora odzwierciedlającego działanie Stacji uzdatniania wody

Zadanie część 1: Proces uzdatniania i magazynowania wody

- Monitorowanie parametrów. System ciągle monitoruje przepływ i ciśnienie wody oraz powietrza utleniającego; należy uzasadnić nastawę minimalnego (wymaganego do utlenienia całego żelaza i manganu) przepływu powietrza do wody surowej.
- Napowietrzanie. System automatycznie uruchamia napowietrzanie wody za pomocą aeratora, aby przyspieszyć proces utleniania żelaza i manganu.
- Filtracja. Woda jest kierowana przez filtr F1, gdzie zanieczyszczenia są usuwane przez złożę filtracyjne.
- Regeneracja filtra F1. W przypadku konieczności regeneracji filtra, system automatycznie uruchamia odpowiednie procedury.
- Ciągły dostęp do wody. Podczas procesu regeneracji filtra, system zapewnia ciągły dostęp do wody dla odbiorców poprzez odpowiednie napełnienie wodą uzdatnioną zbiornika buforowego. System powinien zapewnić ciągłość procesu uzdatniania wody także w przypadku awarii jednej z pomp: P1 lub P2.
- Alarmy i powiadomienia. W przypadku wykrycia awarii, nieprawidłowości lub zagrożeń, system generuje alarmy i powiadomienia dla personelu, aby umożliwić szybką interwencję.

Dzięki zautomatyzowanemu systemowi proces uzdatniania wody powinien działać sprawnie i skutecznie, zapewniając ciągły dostęp do czystej wody dla odbiorców przy minimalnym zaangażowaniu obsługi i przy spełnianiu standardów jakościowych.

Magazynowanie wody uzdatnionej. Czysta woda jest przechowywana w zbiorniku buforowym na wodę uzdatnioną, gdzie jest gotowa do użycia do celów spożycia, użytkowych lub innych zastosowań.

Zadanie część 2: Zapewnienie stałego dostępu do wody (P11, P12, P13, P14):

System automatycznej kontroli pomp wody został tak zaprojektowany, aby zapewnić stały, bezprzerwowy dostęp do wody odbiorcom zasilanym z zbiornika buforowego o pojemności 50 m³. Celem jest utrzymanie ciśnienia w przedziale 3-4 barów, nawet przy zmieniającej się wydajności poboru wody od 0 do 15 m³/h.

Do odbiorców woda podawana jest zestawem pompowym P11, P12, P13, P14 w celu zagwarantowania właściwego poziomu ciśnienia oraz wydajności przy zmieniającym się poborze wody. Zakres zmienności

poborów wody od 0 m³/h w porach nocnych do 15 m³/h w porannym i wieczornym szczycie trwającym maksymalnie 2h łącznie.

Wytyczne:

- Ciśnienie wody dostarczanej do odbiorców powinno być utrzymane w przedziale 3-4 barów,
- Wydajność wody może zmieniać się w zakresie od 0 do 15 m³/h w zależności od zapotrzebowania,
- System powinien zapewnić ciągłą dostępność wody dla odbiorców, nawet w przypadku awarii jednej z pomp P11-P14,
- System powinien automatycznie dostosowywać pracę poszczególnych pomp w zależności od zmiany zapotrzebowania na wodę,
- System ma zapewnić równe wykorzystanie pomp, zrównanie czasu pracy pomp,
- Ciągłe monitorowanie parametrów systemu, takich jak ciśnienie i wydajność, w celu szybkiego wykrywania awarii lub nieprawidłowości,
- System powinien być wyposażony w alarmy i powiadomienia, które informują personel o jakichkolwiek problemach lub zagrożeniach w funkcjonowaniu systemu.

Procedura automatyzacji:

Monitorowanie parametrów. System ciągle monitoruje ciśnienie w zbiorniku oraz wydajność wody.

Regulacja pracy pomp. W zależności od zapotrzebowania, system automatycznie włącza lub wyłącza odpowiednią liczbę pomp, aby utrzymać ciśnienie w wymaganym zakresie.

Alarmy i powiadomienia. W przypadku wykrycia awarii, niskiego ciśnienia lub innych problemów, system generuje alarmy i powiadomienia dla personelu, aby umożliwić szybką interwencję.

Dzięki zautomatyzowanemu systemowi pompy powinny zapewniać stały, bezprzerwowy dostęp do wody odbiorcom.

Kryteria oceny zadania:

1. Stworzenie dokumentacji technicznej
 - Opis procesu
 - Instrukcja użytkownika
 - Instrukcja serwisowa
 - Wykaz elementów – BOM
 - Karty katalogowe
 - Stworzenie filmu prezentującego działanie programu i symulatora stacji uzdatniania wody
 - Wydruk programu logicznego i symulatora
2. Program sterowania
 - Działanie stacji uzdatniania w trybie automatycznym
 - Działanie stacji uzdatniania w trybie ręcznym
3. Wizualizacja
 - Pełna wizualizacja elementów stacji uzdatniania wody
 - Wizualizacja listy alarmowej
 - Archiwizacja, logowanie operacji
 - Możliwość konfigurowania parametrów procesu z poziomu wizualizacji
4. Symulator
 - Odzwierciedlenie procesu stacji uzdatniania wody w symulatorze
 - Połączenie programu sterowania z symulatorem

Rozwiązywanie zadania, prezentacja w formie filmu

Do **07.03.2025** do godziny **23:59** drużyny zrealizują zadanie i prześlą dokumentację techniczną (opis rozwiązania, wykaz elementów systemu, instrukcje użytkownika, strukturę systemu, kody źródłowe) z rozwiązaniem zadaniem (metoda będzie przekazana indywidualnie poszczególnym drużynom).

Drużyny prześlą film z demonstracją działającej aplikacji (do 20 minut).

Prezentacja online

W dniach **15–18 marca 2025** roku drużyny zaprezentują działanie swojego systemu (w wersji przesłanej do 7 marca 2025 roku) w formie zdalnej prezentacji na platformie Microsoft Teams. Prezentacja będzie trwała 15 minut, po czym przewidziano 20 minut na pytania od komisji zawodów. Dokładny termin prezentacji zostanie przesłany kapitanom drużyn w formie indywidualnych zaproszeń.

Pytania

Drużyny mają możliwość zadawania pytań. Pytania muszą być przesyłane z adresu kapitana drużyny na adres: **primusinter pares@zsl.gda.pl**.

Odpowiedzi na zgłoszone pytania będą publikowane na oficjalnej stronie zawodów, aby umożliwić równy dostęp do informacji dla wszystkich uczestników.

Komisja NIE ZWRACA kosztów wykonania zadania, przesłania i prezentacji projektu!

Macierz sterowania

			Zawory						Elektrozawory		Kompresory		Pompy			Uwagi
Regeneracja	Parametr	JM	A	B	C	D	E	F	Odpowietrzający M1	Odpowietrzający F1	K2	K1	P5	P1	P2	
FAZA I	4	min	Z	O	O	Z	Z	Z	Z	O	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	
FAZA II	2-10	min	Z	O	O	O	Z	Z	Z	Z	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	
FAZA III	2-8	m3	Z	O	Z	Z	Z	O	Z	Z	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	
FAZA IV	10-30	min	O	Z	O	Z	Z	Z	O	O	OFF	ON	OFF	ON	ON	Jedna z pomp P1/P2
Uzdatnianie			O	Z	Z	Z	O	Z	ON/OFF	ON/OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	<ul style="list-style-type: none"> Odpowietrzanie od czujników poziomu. P1,P2 = w zależności od potrzeb

O - Otwarty

Z- Zamknięty

ON - Włączony

OFF – Wyłączony

Załączniki:

1. Schemat_tehnologiczny_Systemu_Uzdatniania_Wody.pdf („SUW”)
2. Kalkulator_dozowania_powietrza.html