



Awarie

4 awarie do wyboru - objawy, możliwe przyczyny, sposoby usunięcia

(źle dobrana pompa nie jest awarią)



Natężenie przepływu

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
------	------------	--------

$$Q_{\text{sr},d} = M_k \cdot q_j, \left[\frac{m^3}{d} \right]$$

M_k - ilość mieszkańców równoważnych

q_j - średni dobowy jednostkowy zrzut ścieków



Natężenie przepływu

Średnie godzinowe natężenie przepływu

$$Q_{\acute{s}r,h} = \frac{Q_{\acute{s}r,d}}{24}, \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Maksymalne godzinowe natężenie przepływu

$$Q_{\max,h} = k_g \cdot Q_{\acute{s}r,h}, \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

k_g - współczynnik nierównomierności zrzutu ścieków.



Natężenie przepływu

Godzinowe natężenie przepływu pompowni

Założenie: 2 pompy czynne i 1 rezerwowa.

Według poradnika projektowania pompowni firmy X

$$Q_{pompowni} = k \cdot Q_{\max, h}, \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

k - współczynnik nadmiaru wydajności pompowni dla właściwego *i* (tabele)



Natężenie przepływu

Godzinowe natężenie przepływu pompy

$$Q_{pompy} = \frac{Q_{pompowni}}{i}, \left[\frac{m^3}{h} \right]$$



Wymagana objętość zbiornika pompowni

Objętość czynna zbiornika dla 1 pompy

$$V_{cz,p(i)} = \frac{Q_{pompy} \cdot T_{min}}{4}, [m^3]$$

T_{min} - minimalny czas pomiędzy załączeniem pompy

Objętość czynna pompowni przy pracy naprzemiennej pomp

$$V_{cz} \approx V_{cz,p(i)}, [m^3]$$



Wymagana objętość zbiornika pompowni

Wymiary zbiornika

Obliczeniowe pole powierzchni zbiornika wynosi

$$A_{obl} = \frac{V_{cz}}{h_{cz}}$$

Wyliczyć obliczeniową krawędź (dla prostopadłościennych) lub średnicę (dla walcowych).

Odnieść do zbiorników produkowanych seryjnie i zweryfikować (obliczyć RZECZYWISTĄ powierzchnię zbiornika i wysokość czynną).



Wymagana objętość zbiornika pompowni

Objętość rezerwowa zbiornika

Założyć rezerwową wysokość i obliczyć odpowiadającą jej rezerwową objętość zbiornika

$$h_{rez} = 0,30 m$$

Całkowita objętość zbiornika

$$V_c = V_{cz} + V_{rez}$$



Parametry ciśnieniowe rurociągu tranzytowego

Dobór średnic rurociągu

$$d_{obl} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{pompowni}}{\pi \cdot v}} \quad [m]$$

Dla rurociągów tłocznych prędkości wynoszą w zależności od średnic odpowiednio:

$$D \leq 250 \text{ mm} \quad v = (1,0 \div 1,5) \text{ m/s}$$

$$D > 250 \text{ mm} \quad v = (2,0 \div 2,5) \text{ m/s}$$

$$d_{wew} = D_{zew} - 2 \cdot g, \quad [mm]$$

Prędkość rzeczywista w rurociągu:

$$v_{rzecz} = \frac{4 \cdot Q_{pompowni}}{\pi \cdot d_{wew}^2} \quad \left[\frac{m}{s} \right]$$



Obliczenia oporów hydraulicznych przepływu ścieków w rurociągu tranzytowym

Obliczanie strat liniowych w rurociągu

Obliczenie chropowatości względnej rurociągu

$$e = \frac{k}{d_{wew}}$$

k – współczynnik chropowatości bezwzględnej

Liczba Reynoldsa

$$Re = \frac{v_{rzecz} \cdot d_{wew}}{\nu}$$

ν - kinematyczny współczynnik lepkości



Parametry ciśnieniowe rurociągu tranzytowego

Obliczenie chropowatości granicznej rurociągu

norma PN-76/M-34034 - wzór Filonienki - Altszula

$$e_{gran} = \frac{18 \cdot \log Re - 16,4}{Re}$$

Obliczanie współczynnika tarcia

Zastosować wzór zgodny z normą PN-76/M-34034, w zależności od wartości e oraz Re



Parametry ciśnieniowe rurociągu tranzytowego

Obliczanie strat liniowych

Zgodnie z normą PN-76/M-34034:

$$\Delta h_l = \lambda \cdot \frac{l}{d_{wew}} \cdot \frac{v_{rzecz}^2}{2 \cdot g}, [mH_2O]$$

l – długość rurociągu od przepompowni do odbiornika, m

Obliczenie strat miejscowych

$$\Delta h_m = 5\% \Delta h_l$$



Parametry ciśnieniowe rurociągu tranzytowego

Obliczenie strat w rurociągu tranzytowym

$$\Delta h_{tranz} = \Delta h_l + \Delta h_m, [mH_2O]$$

Obliczenie stałej strat hydraulicznych w rurociągu tranzytowym

$$\Delta h_{tranz} = C \cdot Q_{pompowni}^2 \quad C = \frac{\Delta h_{tranz}}{Q_{pompowni}^2}$$

Wykres strat hydraulicznych w rurociągu tranzytowym



Wyznaczenie charakterystyki całkowitej wysokości podnoszenia układu pompowego w funkcji natężenia przepływu ścieków

Charakterystyka układu pompowego

$$H_c = H_g + \sum \Delta h + \frac{p_g - p_d}{\gamma} + \frac{v_s^2 - v_d^2}{2g}, [mH_2O]$$

$\sum \Delta h$ - suma strat hydraulicznych w rurociągu tranzytowym oraz strat w pompowni, $[mH_2O]$,

H_g - geometryczna wysokość podnoszenia $[mH_2O]$,

γ - ciężar właściwy cieczy, kG/m^3 ,

p_g, p_d - ciśnienia

g - przyspieszenie ziemskie, m/s^2

v_g, v_d - prędkości cieczy w zbiorniku górnym i dolnym, m/s ,



Straty hydrauliczne w rurociągu tranzytowym i pompowni

$$\sum \Delta h = \Delta h_{tranz} + \Delta h_p, mH_2O$$

Δh_p - straty hydrauliczne w pompowni



Maksymalna i minimalna geometryczna wysokość podnoszenia

Maksymalna geometryczna wysokość podnoszenia

$$H_{g \max} = |R_{odb}| + |R_r| + h_{rez} + h_{cz}, [mH_2O]$$

R_{odb} - rzędna odbiornika, [m]

R_r - rzędna dna kanału doprowadzającego ścieki do przepompowni, [m].

Minimalna geometryczna wysokość podnoszenia

$$H_{g \min} = |R_{odb}| + |R_r| + h_{rez}, mH_2O$$



Maksymalna i minimalna całkowita wysokość podnoszenia

$$H_{c \max} = H_{g \max} + \sum \Delta h, \quad mH_2O$$

$$H_{c \min} = H_{g \min} + \sum \Delta h, \quad mH_2O$$

Stała układu pompowego

$$H_{c \max} = H_{g \max} + \sum \Delta h = H_{g \max} + C^* \cdot Q_{pompowni}^2$$



Dobór pomp

Dobór pomp na podstawie ich charakterystyk, punktu pracy i sprawności.

Na koniec zmiana parametrów pompy przez zmianę średnicy wirnika – stoczenie wirnika. Przy założeniu niezmięnionej sprawności.

$$\eta = \eta' = \text{const}$$