



# Ćwiczenie projektowe





# DOBÓR ZESTAWU HYDROFOROWEGO

- Pierwszym etapem doboru ZH jest wyznaczenie obliczeniowego punktu pracy urządzenia:
- 1. Wymaganego ciśnienia podnoszenia zestawu  $p_p$

$$p_p = p_{\min} + p_{ss}^{\min}$$

- 2. Obliczeniowej wydajności  $Q_o$

$$Q_o \geq q$$



# DOBÓR ZESTAWU HYDROFOROWEGO

$$p_{min} = h_{g,tt} \cdot g + \Delta p_{str,tt} + p_{wyp} \quad [\text{kPa}]$$

- $h_{g,tt}$  - różnica wysokości między osią kolektora tłocznego zestawu hydroforowego a najniekorzystniej usytuowanym punktem czerpalmym w instalacji [m]
- $\Delta p_{str,tt}$  - suma liniowych i miejscowych strat ciśnienia w przewodach i urządzeniach od zestawu hydroforowego (ZH) do najniekorzystniej usytuowanego punktu czerpalmego (n.p.cz.)

$$\Delta p_{str,tt} = \Sigma(\Delta p_l + \Delta p_m)_{ZH-n.p.cz.} + \Delta p_{wodm} (+\Delta p_{wcu}) \quad [\text{kPa}]$$



# DOBÓR ZESTAWU HYDROFOROWEGO

- Minimalne ciśnienie zasilania zestawu hydroforowego:

$$p_{ss}^{min} = h_{g,ss} \cdot g + \Delta p_{str,ss} - H_{wggw} \cdot g \quad [\text{kPa}]$$

$H_{wggw}$  – wysokość gwarantowanego ciśnienia w wodociągu zewnętrznym [m]

$h_{g,ss}$  - różnica wysokości między osią wodociągu a osią kolektora ssawnego zestawu hydroforowego [m]

$\Delta p_{str,ss}$  – suma liniowych i miejscowych strat ciśnienia w przewodach i urządzeniach od wodociągu (W) do zestawu hydroforowego (ZH)

$$\Delta p_{str,ss} = \Sigma(\Delta p_l + \Delta p_m)_{W-ZH} + \Delta p_{wod} + \Delta p_{ZA} + \Delta p_F \quad [\text{kPa}]$$

$\Delta p_{wod}$  – strata ciśnienia na wodomierzu głównym [kPa]

$\Delta p_{ZA}$  – strata ciśnienia na zaworze antyskażeniowym [kPa]

$\Delta p_F$  – strata ciśnienia na filtrze wody [kPa]



- $p_{max}$  - ciśnienie maksymalne wyznaczone z zależności:

$$1) \quad p_{max} \leq p_{dop} \quad \text{czyli} \quad p_{max} \leq 600 \text{ kPa}$$

$$2) \quad p_{max} = p_{min} + \underbrace{10 \div 25 \text{ mH}_2\text{O}}$$

*co najmniej*



# Wykres pracy zestawu

Potencjalna wysokość podnoszenia (przy zerowej wydajności):

- w momencie włączenia ostatniej pompy (N):

$$H_{pN} = h_{g,ss} + p_{min} - H_{w gw}$$

- w momencie włączenia pompy przedostatniej (N-1):

$$H_{p(N-1)} = h_{g,ss} + p_{min} + \delta p - H_{w gw}$$

**wysokości włączania kolejnych pomp będą różnić się o wartość  $\delta p$**   
( $\delta p = 1 \div 2,5 \text{ mH}_2\text{O}$ )



# Wykres pracy zestawu

Potencjalna wysokość podnoszenia (przy zerowej wydajności):

- w momencie wyłączenia pierwszej pompy (N-1):

$$H_{p(N-1)} = h_{g,ss} + h + p_{max} - H_{w gw}$$

$h$  – różnica wysokości między kolektorem ssawnym i tłocznym dobranego zestawu

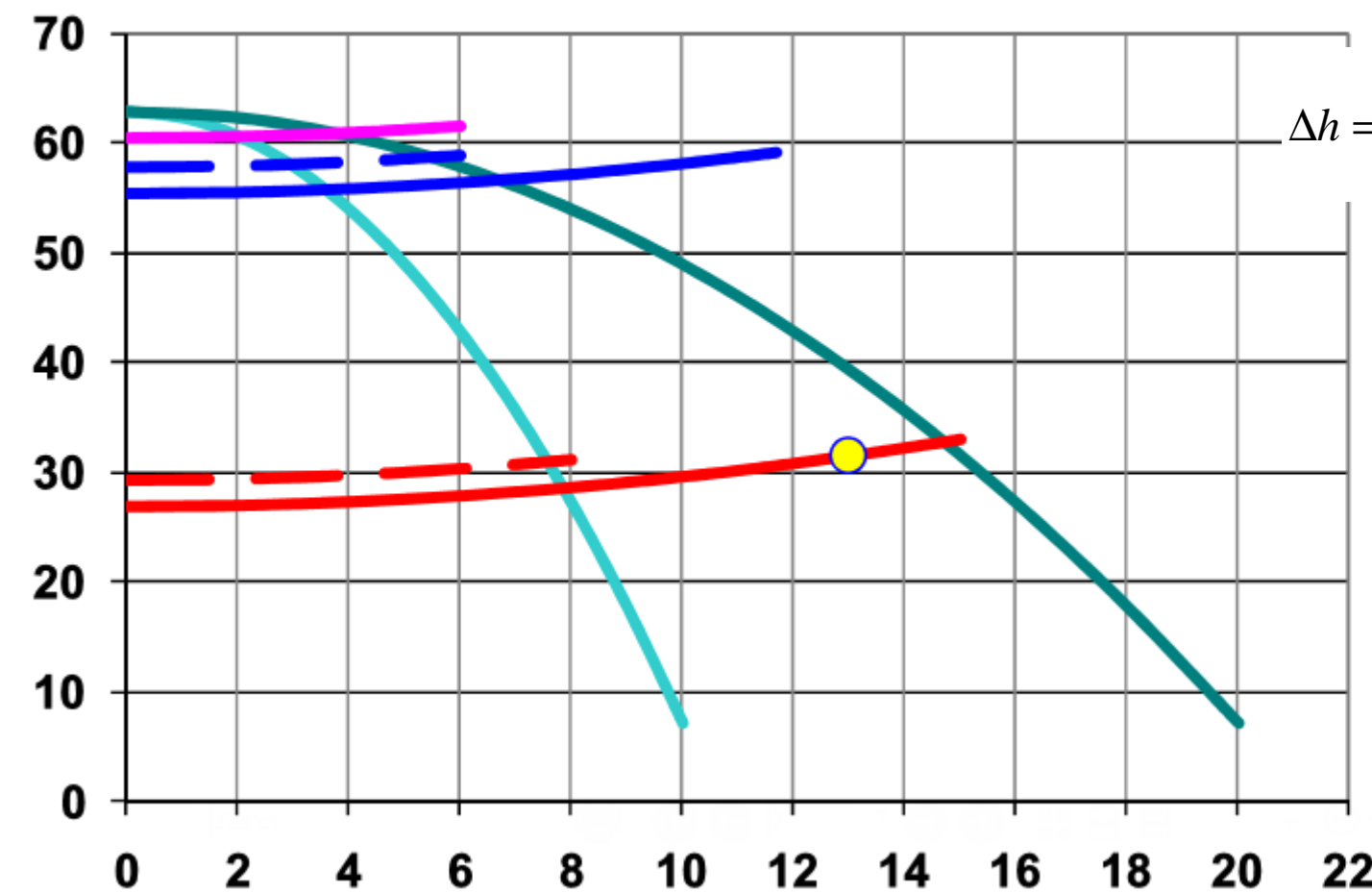
- w momencie wyłączenia kolejnej pompy (np. ostatniej N):

$$H_{pN} = h_{g,ss} + h + p_{max} - \delta p - H_{w gw}$$



## Wykres pracy zestawu hydroforowego

H, m



$$\Delta h = \frac{\Delta p_{str,ss}}{9,81} \cdot \left( \frac{Q}{Q_o} \right)^2 + H_p$$

- Hp (1)
- Hp (1+2)
- Hp (wł N=2)
- - - Hp (wł N-1=1)
- Hp (wył N=2)
- - - Hp (wył N-1=1)
- Qo Ho
- Hzb





## Zasady doboru ZB

Każdy ZH musi być zabezpieczony na wypadek wzrostu ciśnienia powyżej dopuszczalnego za pomocą ZB umieszczonego po stronie tłocznej ZH.

**PN-82/M-74101** Armatura przemysłowa. Zawory bezpieczeństwa. Wymagania i badania

**Aby dobrać ZB należy określić:**

1. Ciśnienie otwarcia zaworu  $p_{ZB} = 1,1p_{dop}$
2. Przepustowość ZB  $G_{ZB}$  - odczytuje się z wykresu pracy ZH w miejscu przecięcia charakterystyki pompy z charakt. rurociągu współpracującego z pompą w momencie otwarcia ZB



Potencjalna wysokość podnoszenia (przy zerowej wydajności):  
w momencie otwarcia zaworu bezpieczeństwa

$$H_{pZB} = h_{g,ss} + h + p_{ZB} - H_{wgg}$$

$p_{ZB}$  - ciśnienie otwarcia ZB:

$$p_{ZB} = 1,1 \cdot p_{dop}$$



## Wyznaczenie charakterystyki rurociągu współpracującego z pompą

W tym celu punkty do naniesienia na wykres pracy pompy wyznacza się wg zależności:

$$\Delta h = \frac{\Delta p_{str,ss}}{9,81} \cdot \left( \frac{Q}{Q_o} \right)^2 + H_{pZB}$$



## UWAGA!

Jeśli charakterystyki nie przecinają się wówczas zgodnie z wymaganiami UDT należy dobrać najmniejszy możliwy ZB.

### 3. Określić pole wyływu ZB:

$$F_{ZB} = \frac{G_{ZB}}{1414,5 \cdot \alpha \cdot \sqrt{p_{ZB} \cdot \rho}} [m^2]$$

**UWAGA!**  $G_{ZB}$  podstawiać w kg/s

$p_{ZB}$  podstawiać w MPa

$\alpha = 0,9 \cdot \alpha_{rz}$  - współczynnik wyływu

$\alpha_{rz}$  - współczynnik dla danego typu zaworu wg katalogu producenta

$\rho = 998 \text{ kg/m}^3$  - gęstość wody w temperaturze  $10^\circ\text{C}$



#### 4. Określić średnicę gniazda ZB:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{ZB}}{\pi}} [m]$$

Następnie dla obliczonej wartości  $d_0$  dobiera się ZB .