

CALCUL DE PUISSANCE POUR UNE POMPE À EAU

Enoncé

La commune de Saint-Claire envisage d'améliorer son système de distribution d'eau potable pour répondre à la demande croissante de sa population.

Un des aspects clés de ce projet consiste à installer une nouvelle pompe pour acheminer l'eau depuis la station de traitement jusqu'au réservoir principal situé sur une colline à proximité du village.

La station de traitement se trouve à une altitude inférieure par rapport au réservoir. Pour cela, il est essentiel de calculer la puissance nécessaire à la pompe pour effectuer ce travail de façon efficace.

Données:

- Débit nécessaire de la pompe : $Q=200 \text{ m}^3/\text{h}$
- Altitude de la station de traitement de l'eau : $z_1=100 \text{ mètres}$
- Altitude du réservoir principal : $z_2=200 \text{ mètres}$
- Distance horizontale entre la station de traitement et le réservoir : $L=5000 \text{ mètres}$
- Rendement de la pompe : $\eta=0.75$ (75\%)
- Accélération due à la gravité : $g=9.81 \text{ m/s}^2$
- Densité de l'eau : $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$.

Questions:

1. **Calculer la hauteur manométrique totale H** que la pompe doit surmonter. La formule pour la hauteur manométrique totale prend en compte la différence d'altitude entre les deux points, les pertes de charge dues à la friction (ici simplifiée comme proportionnelle à la distance par un facteur $k=0.08 \text{ m/km}$), et d'autres pertes fixes ($H_f=10 \text{ mètres}$ pour les accessoires comme les coudes, vannes, etc.):

2. **Calculer la puissance mécanique P** requise par la pompe.

3. **Expliquer l'influence du rendement de la pompe** sur la puissance consommée et les implications pour le choix de la pompe.

4. **Proposer des mesures** pour améliorer le rendement de la pompe ou réduire la puissance nécessaire.

CORRECTION

1. 1. CALCUL DE LA HAUTEUR MANOMÉTRIQUE TOTALE (H)

La hauteur manométrique totale H est définie comme la somme de la différence d'altitude entre le réservoir et la station de traitement, les pertes de charge dues à la friction dans les tuyaux, et les pertes fixes dues aux accessoires comme les coudes et vannes.

La formule pour calculer H est :

$$H=(z_2-z_1)+(k\cdot L/1000)+H_f$$

où :

- $z_2=200$ m (altitude du réservoir)
- $z_1=100$ m (altitude de la station de traitement)
- $L=5000$ m (distance horizontale)
- $k=0.08$ m/km (facteur de friction)
- $H_f=10$ m (pertes fixes)

En substituant les valeurs données, nous obtenons :

$$H = (200-100)+(0.08\cdot 5000/1000)+10$$

$$H=110.4 \text{ mètres}$$

2. CALCUL DE LA PUISSANCE MÉCANIQUE (P) REQUISE

La puissance mécanique nécessaire pour la pompe est calculée à partir du débit Q, de la hauteur manométrique H, de la densité de l'eau ρ , de l'accélération due à la gravité g et du rendement η de la pompe.

La formule pour la puissance est :

$$P=\rho\cdot g\cdot Q\cdot H/\eta$$

Convertir d'abord le débit Q de m^3/h en m^3/s :

$$Q=2003600 \text{ m}^3/\text{s}\approx 0.0556 \text{ m}^3/\text{s}$$

Substituons les valeurs :

$$P=1000\cdot 9.81\cdot 0.0556\cdot 110.4/0.75$$

$$P\approx 804.128 \text{ kW}$$

3. EXPLICATION DE L'INFLUENCE DU RENDEMENT DE LA POMPE

Le rendement de la pompe η a une influence directe sur la puissance consommée. Un rendement plus élevé signifie que la pompe utilise l'énergie plus efficacement, réduisant ainsi la puissance totale nécessaire pour un même travail.

Un rendement de 75 % indique que 25 % de l'énergie électrique consommée est perdue, principalement sous forme de chaleur due à la friction et autres inefficacités internes de la pompe.

4. PROPOSITION DE MESURES POUR AMÉLIORER LE RENDEMENT

Pour améliorer le rendement de la pompe et réduire la puissance nécessaire, plusieurs mesures peuvent être envisagées :

- **Sélectionner des pompes avec un meilleur rendement** : Investir dans des technologies de pompe plus avancées avec des rendements plus élevés.
- **Optimiser les dimensions des tuyaux** : Utiliser des diamètres de tuyau qui minimisent les pertes de charge pour le débit donné.
- **Maintenance régulière** : Garantir que la pompe et le système sont bien entretenus pour minimiser les pertes d'efficacité dues à l'usure ou à l'encrassement.