

TERFİ MERKEZİ TASARIM HESAPLAMALARI

Tasarlanacak olan terfi merkezi, aşağıdaki debilere göre hesaplanacaktır:

	Açılış debisi (2024)			Birinci Kademe (2039)			İkinci Kademe (2054)		
	m ³ /gün	m ³ /saat	m ³ /sn	m ³ /gün	m ³ /saat	m ³ /sn	m ³ /gün	m ³ /saat	m ³ /sn
Q _{max}	29.664	1236	0,343	49.200	2050	0,570	86.256	3594	0,998
Q _{ort}	19.008	792	0,220	34.800	1450	0,403	60.960	2540	0,694
Q _{min}	11.568	482	0,134	21.192	883	0,245	37.128	1547	0,430

Islak Haznenin Hacim Hesabı

$$V = \frac{Q \left(\frac{m^3}{\text{saat}} \right)}{4i} = \frac{900 \cdot Q \left(\frac{m^3}{\text{sn}} \right)}{i} = \frac{0,9 \cdot Q \left(\frac{lt}{\text{sn}} \right)}{i}$$

i değeri; Küçük ölçekli tesisler için 15-30,
Orta ölçekli tesisler için 8-15,
Büyük ölçekli tesisler için 6-8 olarak seçilir.

Bazı kaynaklarda (4-6) (i=4, Ahmet SAMSUNLU 2010, i=6, Hikmet TOPRAK 2006) Bu tasarımda i=4 olarak seçilmiştir.

Hacim hesabı Q_{max}'a göre yapılır. Hesaplamalar 2054 yılı verilerine göre yapılmalı, 2039 ve 2024 yılları için gerekli kontroller sağlanmalıdır.

$$V = \frac{Q}{4i} = \frac{3594 \left(\frac{m^3}{\text{saat}} \right)}{4 * 4} = 224,63 m^3$$

Bu projede, emme haznesinin daire biçiminde olmasına karar verilmiştir. Dairenin çapının 9 m olduğu varsayılırsa;

$$V = \frac{\pi * D^2}{4} * h$$
$$224,63 m^3 = \frac{\pi * (9m)^2}{4} * h$$

h = 3,53 m olarak bulunur.

Pompa seçimi, uygun görülen herhangi bir pompa firmasının katalog bilgilerinden seçilebilir. Bu projede, Grundfos marka 3 farklı model seçilmeye uygundur. Bu 3 pompadan herhangi birinin tercihi uygun olacaktır. Seçilen pompalar şunlardır:

1. S2.100.200.650.4.66M.S.350.G.N.D
2. S2.100.200.550.4.66M.S.338.G.N.D
3. S1.100.200.650.4.66H.S.406.G.N.D

2024 yılında, Q_{min} 'de bu pompaların yalnızca 1'i,
 Q_{ort} 'da bu pompaların yalnızca 1'i,
 Q_{max} 'da bu pompaların 2'si kullanılacaktır.

2039 yılında, Q_{min} 'de bu pompaların yalnızca 1'i yeterli gelecektir.
 Q_{ort} 'da bu pompaların 2'si yeterli gelecektir, Q_{max} 'da
ise 3 pompaya ihtiyaç duyulacaktır.

2024 yılında alınan pompa sayısı 2+1 olacak ancak işletimde olacak pompa sayısı 2 olacaktır. Her zaman için +1 pompanın yedekte kalması gerekeceğinden, 2039 yılının maksimum debisini karşılamak için 1 pompa daha alınması gerekecektir. Alınacak pompa farklı debilerde seçilebilir. Örneğin var olan 2+1 adet ($250 \text{ L/sn}=900 \text{ m}^3/\text{sa}$ 'lık pompaya ek olarak;

1. Aynı debide $900 \text{ m}^3/\text{sa}$ (250 L/sn) 1 adet daha pompa alınabilir,
2. Debisi $350 \text{ m}^3/\text{sa}$ ($97,22 \text{ L/sn}$) olan 1+1 adet daha pompa alınabilir
3. Debisi $200 \text{ m}^3/\text{sa}$ ($55,55 \text{ L/sn}$) olan 2+1 adet pompa alınabilir.....

Alınabilecek olan pompa debisi alternatifleri artırılabilir. Ancak bu örnekte, hidrolik hesabın tek seferde hesaplanabilmesini sağlamak için **1. Seçenek** seçilmiştir.

NOT: Aynı hesaplamalar 2054 yılı için tekrarlanmalıdır. Alınması gereken pompa sayıları ve debileri bulunarak, uygun pompa seçimi yapılmalıdır.

Pompaların çalışma süreleri

Pompaların döngü süreleri incelendiğinde, iki parametre öne çıkar.

1. Pompa çalışma süresi (t_c),
2. Pompa dinlendirme süresi (t_d).

Pompa çalışma süresi (t_c) şu şekilde hesaplanır:

$$t_c = \frac{V}{(\text{Terfi edilen atıksu debisi}) - (\text{Gelen atıksu debisi})}$$

($Q_{2024 \text{ max}}=343 \text{ L/sn}$), ($Q_{2024 \text{ ort}}=220 \text{ L/sn}$), ($Q_{2024 \text{ min}}=134 \text{ L/sn}$),

$$t_{\text{ç}} = \frac{222,66 \text{ m}^3}{(2 * 250 \text{ L/sn}) - (343 \text{ L/sn})}$$

$$t_{\text{ç}} = 1418,22 \text{ sn} = 24 \text{ dk}$$

Pompa dinlendirme süresi (t_D) şu şekilde hesaplanır:

$$t_D = \frac{V}{(\text{Gelen atıksu debisi})}$$

$$t_D = \frac{222,66 \text{ m}^3}{(343 \text{ L/sn})}$$

$$t_D = 649,15 = 11 \text{ dakika olarak bulunur.}$$

Pompa döngüsü süresi = $t_{\text{ç}} + t_D = 24 \text{ dk} + 11 \text{ dk} = \mathbf{35 \text{ dakika}}$ (i: $60/35=1,71$)

Bu debide terfi merkezi hacminin yarısı da kullanılabilir. ($11,8 \text{ dk} + 5,4 \text{ dk} = 17 \text{ dk} \rightarrow \text{i: } 60/17:3,5$)

Şalt sayısı (i) : pompanın birim zamanda devreye girme sayısı,

Buna göre;

i=6 ise pompa saatte maksimum 6 kez devreye girebilir (en kısa süre = 10 dk)

i=4 ise pompa saatte maksimum 4 kez devreye girebilir (en kısa süre = 15 dk)

2024 yılının maksimum debisinde pompanın döngü süresi 35 dakika olarak bulunmuştur. Şalt sayısı ise ≤ 4 olduğuna göre (pompa en fazla 15 dakikada 1 kez devreye girebilir), şalt sayısı pompa döngüsünü karşılayabilmektedir. Tüm debilere göre pompa döngü süreleri şu şekildedir:

2024 Yılı için;				
Maksimum debi (343 L/sn) -2pompa	24 dk	11 dk	~ 35 dk	İ:1,7
Ortalama debi (220 L/sn)-2pompa	13 dk	17 dk	~ 30 dk	İ:2
Minimum debi (134 L/sn)- 1pompa	10 dk	28 dk	~ 38 dk	İ:1,6
2039 yılı için;				
Maksimum debi (570 L/sn)-3pompa	21 dk-	7 dk	~ 28 dk	İ:2,2
Ortalama debi (403 L/sn)- 2pompa	38 dk-	9 dk	~ 47 dk	İ: 1,3
Minimum debi (245 L/sn)- 2pompa	15 dk-	15 dk	~ 30 dk	İ:2

NOT: Aynı hesaplamalar 2054 yılı için tekrarlanmalıdır. Pompa döngü süreleri hesaplanarak şalt sayısı ile uygunluğu kontrol edilmelidir.

Pompa yapısına giren ve pompa yapısından çıkan suyun hızı

Suyun pompaya girişindeki ve pompadan çıkışındaki hızı önemlidir. Suyun pompaya giriş ve pompadan çıkışı için optimum hızı şu olmalıdır:

- Pompaya giriş hızı : 1,0 - 1,5 m/s
- Pompadan çıkış hızı : 1,5 - 2 m/s

Buna göre, pompaya giriş hızının 1,3 m/sn ve pompadan çıkış hızının 1,7 m/sn olduğunu varsayabiliriz. Bu bilgiler doğrultusunda giriş borusunun çapı şu şekilde hesaplanabilir:

$$V(m/sn) = \frac{Q(m^3/sn)}{A(m^2)}$$

$$1,3 m/sn = \frac{0,250 m^3/sn}{A(m^2)} \quad A=0,192 m^2 \text{ olarak bulunur.}$$

Giriş borusu daire biçiminde olacağından,

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} = 0,192 m^2 = \frac{\pi * D^2}{4}$$

D = 0,494 m olarak bulunur.

0,49 m çapında bir boru kullanmak mantıklı olmadığından, giriş borusunun çapı 0,5 m'ye yuvarlanır. Ancak yapılan yuvarlama sebebiyle, borudan geçecek olan suyun hız kontrolünün yapılması gerekir:

$$V(m/sn) = \frac{0,250 m^3/sn}{\frac{\pi * 0,5^2}{4} m^2} = 1,27 m/sn \text{ olacaktır.}$$

Hesaplanan hız, tasarım kriterleri arasında olduğundan, boru çapı kabul edilebilir.

Benzer şekilde, pompanın çıkış borusunun çapı da hesaplanmalıdır:

$$V(m/sn) = \frac{Q(m^3/sn)}{A(m^2)}$$

$$1,7 m/sn = \frac{0,250 m^3/sn}{A(m^2)} \quad A=0,147 m^2 \text{ olarak bulunur.}$$

Çıkış borusunun çapı;

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} = 0,147 m^2 = \frac{\pi * D^2}{4}$$

D = 0,432 m olarak bulunur.

0,432 m çapında bir boru kullanmak mantıklı olmadığından, giriş porusunun çapı 0,4 m'ye yuvarlanır. Ancak yapılan yuvarlama sebebiyle, borudan geçecek olan suyun hız kontrolünün yapılması gerekir:

$$V(m/sn) = \frac{0,250 m^3/sn}{\frac{\pi * 0,4^2}{4} m^2} = 1,99 m/sn$$

olacaktır. Hesaplanan hız, tasarım kriterlerinin

sınırında da olsa, limitler arasında olduğundan 0,4 m boru çapı kabul edilebilir.

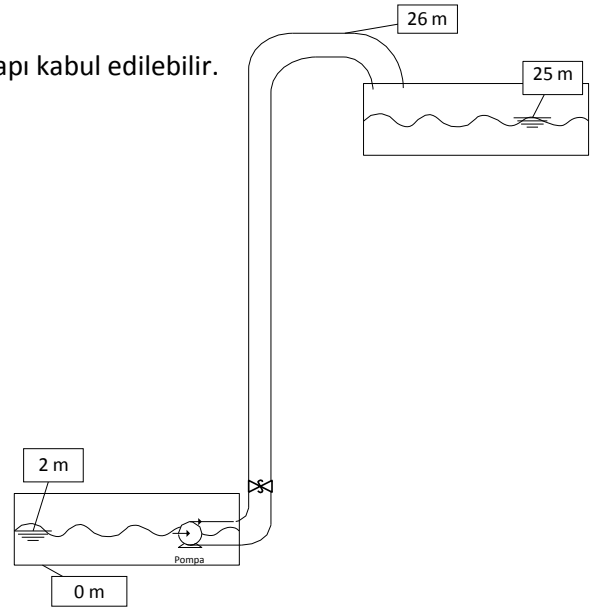
Pompa seçimindeki en önemli hususlardan biri de, suyu basma yüksekliğidir. Bu örnekte,

Emme haznesindeki beton kotu : 0,0 m

Emme haznesindeki su kotu : 2,0 m

Suyun basılması planlanan kot: 25 m

Pompa borusunun en üst kotu: 26 m'dir.



Buna göre;

$$\text{Suyun basılması gereken yükseklik} = (26 \text{ m} - 2 \text{ m}) + \text{Yük kayıpları}$$

Yük kaybı hesapları

Üst sayfada yer alan terfi merkezi tasarımına göre, atıksuyun toplanma kotundan (2 m) taşınması gereken yüksekliğe (26 m) kadar, 4 farklı hidrolik yük kaybı gerçekleşecektir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Sürekli yük kaybı,
2. Check vanadan kaynaklı kayıp,
3. 90°'lik dönüşlerde (3 adet dönüş)
4. Boru çıkışında

Buna göre her bir yük kaybı, gerekli formüllerle şu şekilde hesaplanabilir:

1. Sürekli yük kaybı

Darcy-Weisbach Denklemi: $h_L = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g} = 0,56 \text{ m}$

2. Check vanadan kaynaklı kayıp

$$h_V = K_V * \frac{v^2}{2g} = 0,505 \text{ m}$$

3. 90°'lik dönüşlerde (3 adet dönüş)

$$h_b = K_b * \frac{v^2}{2g} = 0,0606 \text{ m}$$

90°'lik dönüş sayısı 3 olduğundan, hesaplanan hidrolik yük 3 ile çarpılmalıdır. Buna göre 90°'lik dönüşlerden kaynaklı toplam yük kaybı;

$$0,0606 * 3 = 0,182 \text{ m olarak bulunur.}$$

4. Boru çıkışında

$$h_d = K_d * \frac{v^2}{2g} = 0,1 \text{ m}$$

$$h_{L,\text{toplam}} = 0,56\text{m} + 0,505\text{m} + 0,182\text{m} + 0,1\text{m} = 1,347\text{m}$$

NOT: Hidrolik yük kaybının tüm debiler için kontrol edilmesi gereklidir. Pompanın basabileceği maksimum debiye göre yapılan hesaplamalar sonucu, pompanın basma yüksekliğinin

$$H_m = (26\text{m} - 2\text{m}) + 1,347\text{m} \cong 25,5\text{m} \text{ olarak seçilmesi gerekir.}$$

Pompanın motor gücü

$$N = \frac{\gamma * Q * H_m}{102 * \eta} * E_k$$

$$N = \frac{1000 * (0,250 \text{ m}^3/\text{sn}) * 25,5\text{m}}{102 * 0,8} * 1,2 = 93,8 \text{ kw}$$