



YAĞMUR SUYU UYGULAMA-1

29.03.2023

MİSAL - 5

Misal 4'de verilen bölgenin yağmursuyu kanal şebekesini geçirip ilk dört kanalın boyutlandırmasını yapınız.

Rasat yağmuru : $n_r = 0,5, T_r = 15 \text{ dk}, I_r = 115,3 \text{ l/s.ha.}$

Hesap yağmuru : $n = 0,5, T_h = 5 \text{ dk.}$

Kanalların için $J_{\min} = 0,003$ ve $J_{\max} = 0,080$ ve kanal çapı minimum 30 cm dir. yağmursuyu kanalı sırt derinliği 1,5 m olacaktır. Drenaj alanları için şekil üzerinde gösterilen değerler kabul edilecektir. Bölge için ortalama akış katsayısı $C = 0,25$ dir.

ÇÖZÜM

Atıksu ve yağmursuyu kanallarının cadde en kesitinde tarifiilen yerleri ve cadde eğimleri gözönünde tutularak yağmursuyu kanal şebekesi geçirilir. Yağmursuyu giriş yerleri belirlenir. Akış yönlerine dikkat edilerek bacalara numara verilir. Bacaların zemin kotları ile başlangıç bacasının kanal sırt kotu belirlenir ve yazılır. Kanal boyları ve drenaj alanları ve akış katsayıları hesap planında gösterilir.

Zaman katsayıları:

Rasat yağmuru için,

$$n_r = 0,5 \quad T_r = 15 \text{ dk} \quad \varphi_r = \frac{24}{15+9} \cdot \frac{1}{0,5^{0,35}} = 1,27$$

Hesap yağmuru için,

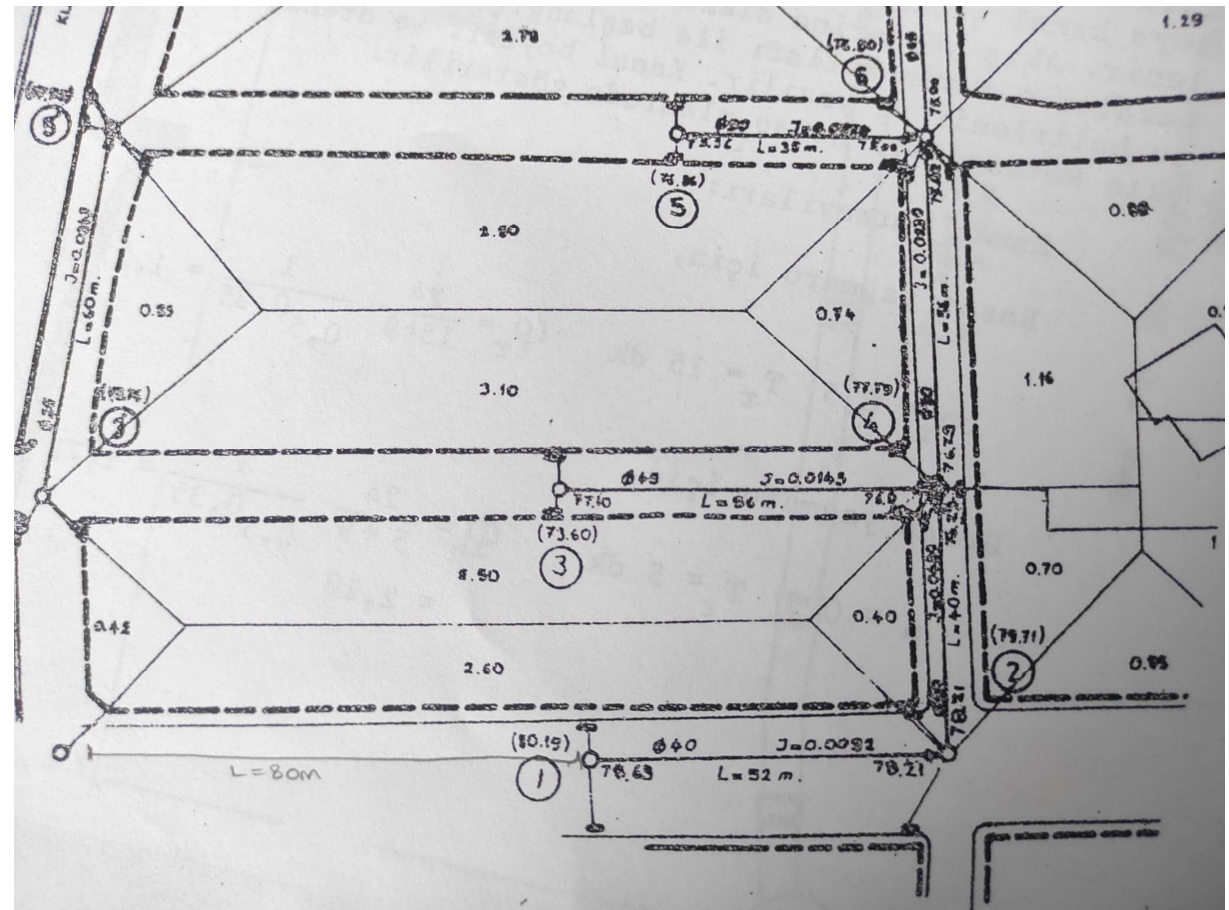
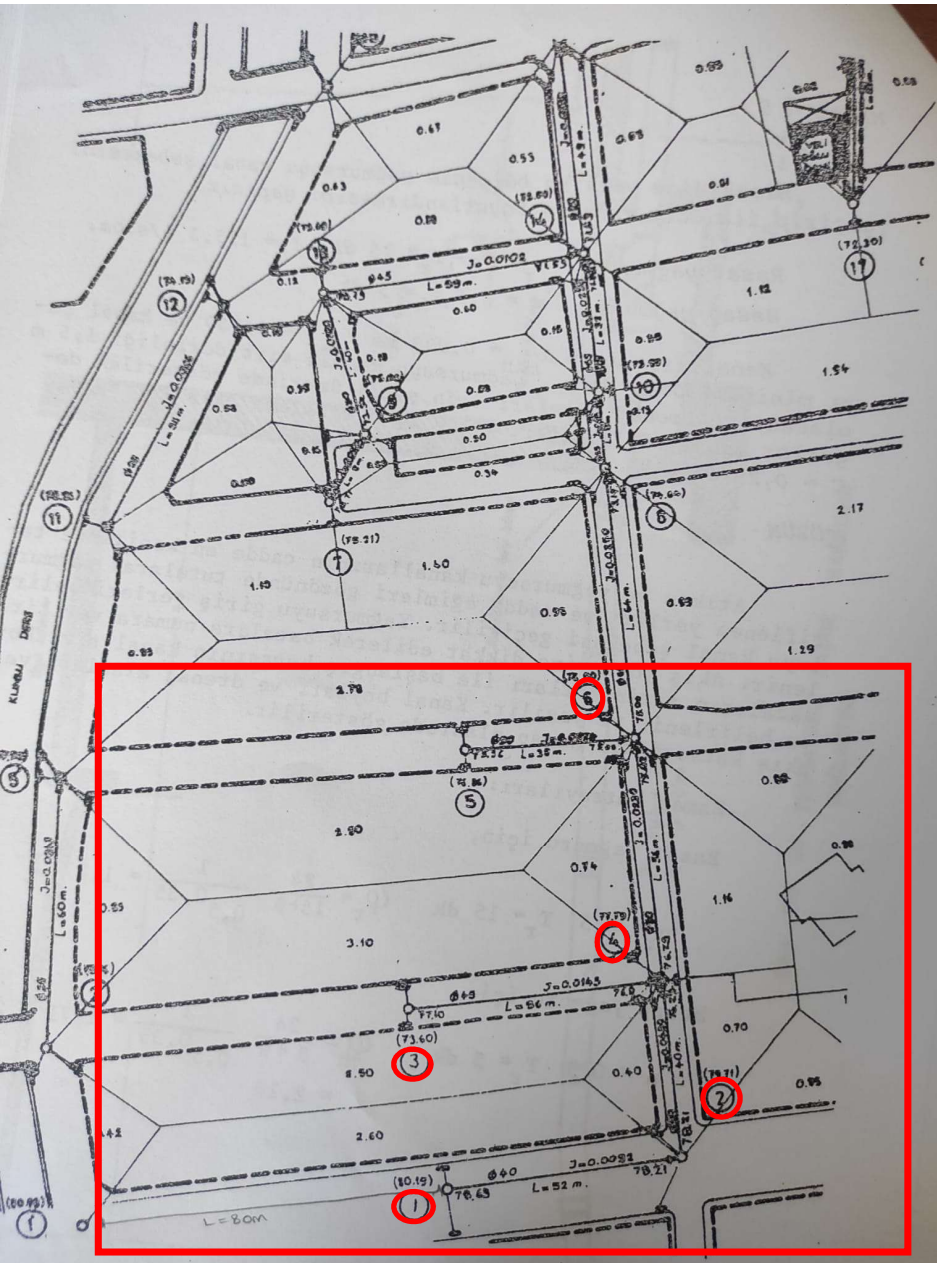
$$n = 0,5 \quad T_h = 5 \text{ dk} \quad \varphi_h = \frac{24}{5+9} \cdot \frac{1}{0,5^{0,35}} = 1,71 \cdot 1,27 = 2,18$$

$$\frac{\varphi_r}{\varphi_h} = \frac{I_r}{I_h} \quad \varphi = \frac{24}{(T + 9) n^{0,35}}$$

$$I_r = \frac{\varphi_r}{\varphi_h} \cdot I_h$$

$$\varphi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r}$$

$$Q = CIA$$



1-2 Kanalıının Hesabı

$$J_{\text{cadde}} = \frac{80,19-79,71}{52} = 0,0092$$

dir. $J_{\min} < J_c < J_{\max}$ olduğundan $J_k = J_c = 0,0092$ seçelim.

Akışa tekabül eden verim;

$$\frac{I_a}{\varphi_a} = \frac{I_r}{\varphi_r} \quad \text{den} \quad I_a = \frac{\varphi_a}{\varphi_r} \cdot I_r$$

olur. Buna göre debi,

$$Q_a = I_a \cdot A \cdot C$$

veya

$$Q_a = \frac{\varphi_a}{\varphi_r} I_r \cdot A \cdot C$$

olur. Burada,

$$Q_r = I_r \cdot A \cdot C \quad \text{olduğundan,}$$

$$Q_a = \frac{\varphi_a}{\varphi_r} \cdot Q_r = \varphi \cdot Q_r$$

yazılabilir. Burada,

$$\varphi = \frac{\varphi_a}{\varphi_r} = \text{gecikme katsayısı olarak ifade edilir.}$$

$$Q_r = I_r \cdot A \cdot C = 115,28 \cdot 2,6 \cdot 0,25 = 74,93 \text{ l/sn}$$

Kanalda akış süresi = $t_a \leq T_h = 5 \text{ dk}$ (kabul) ise zaman katsayıları

$$\frac{\varphi_r}{\varphi_h} = \frac{I_r}{I_h}$$

$$\varphi = \frac{24}{(T + 9) n^{0,35}}$$

$$I_r = \frac{\varphi_r}{\varphi_h} \cdot I_h$$

$$\varphi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r}$$

$$Q = CIA$$



$$n = 0,5 \text{ ve } t_a = T_h = 5 \text{ dk} \quad \varphi_a = \varphi_h = 2,18$$

$$n_r = 0,5 \text{ ve } T_r = 15 \text{ dk} \quad \varphi_r = 1,27$$

olduğundan,

$$\varphi = \frac{\varphi_a}{\varphi_r} = \frac{2,18}{1,27} = 1,71$$

olur.

$$12Q_r = I_r \cdot A \cdot C = 115,28 \cdot 2,6 \cdot 0,25 = 74,93 \text{ l/sn}$$

$$Q_{12} = \varphi \cdot 12Q_r = 1,71 \cdot 74,93 = 128,13 \text{ l/sn}$$

$$Q_{12} = 128,13 \text{ l/sn} \quad \left| \begin{array}{l} \text{Kutter tablosundan} \\ J_k = 0,0092 \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} Q_d = 180 \text{ l/sn} \\ v_d = 1,42 \text{ m/sn} \\ D = 0,40 \text{ m/sn} \end{array} \right.$$

okunur. $\frac{Q_d}{2} < Q_{12} < Q_d$ olduğundan $v = v_d = 1,42 \text{ m/sn}$ alınır. Suyun en uzak noktadan geldiği esas alınacağından $L = 132 \text{ m}$ olur. Buna göre akış süresi,

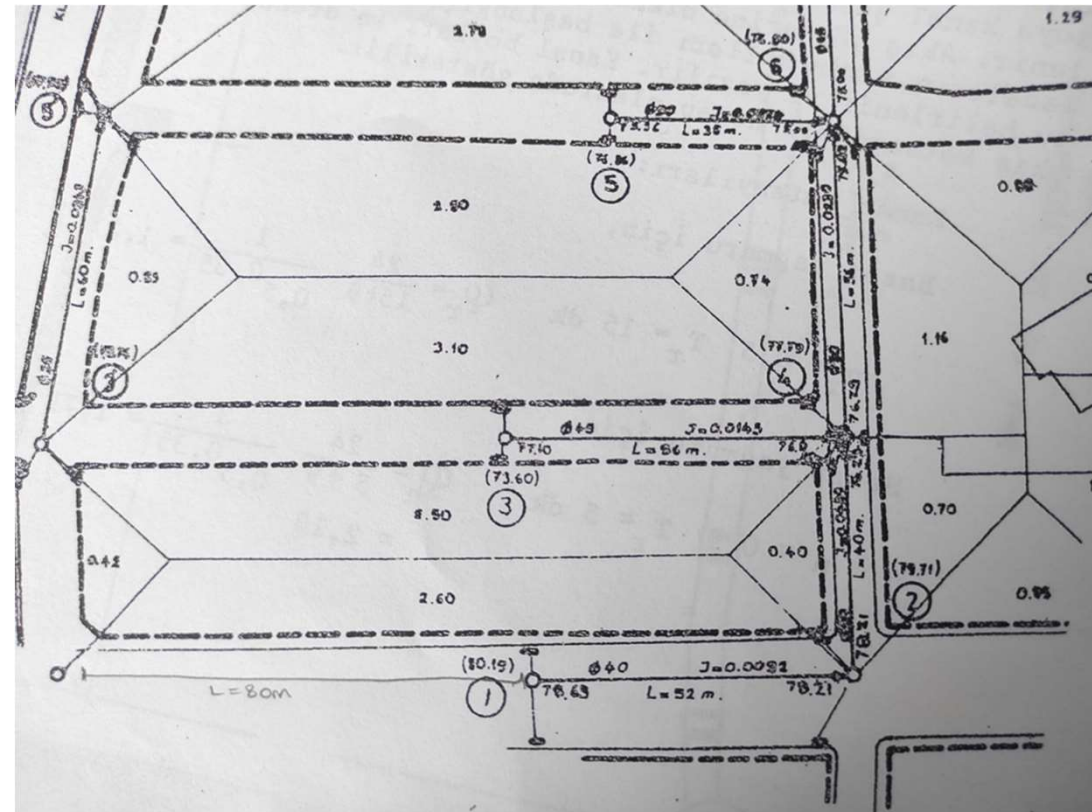
$$t_a = \frac{L}{v \cdot 60} = \frac{132}{1,42 \cdot 60} = 1,55 \text{ dk} < 5 \text{ dk}$$

olduğundan baştan yaptığımız kabul uygundur.

$$1 \text{ noktasında kanal sırt kotu} = \text{Baca kotu} - d_{\min}$$

$$= 80,19 - 1,5 = 78,69 \text{ m.}$$

$$2 \text{ noktasında kanal sırt kotu} = 78,69 - 0,0092 \cdot 52 = 78,21 \text{ m}$$



$$t_{24} = \frac{40}{3,13 \cdot 60} = 0,21 \text{ dk olduğundan,}$$

$$t_{14} = t_{12} + t_{24} = 1,55 + 0,21 = 1,76 < 5 \text{ dk.}$$

bulunur.

4 noktasındaki mecra sırt kotu:

$$78,21 - 0,048 \cdot 40 = 76,29 \text{ m.}$$

3-4 Kanalı Hesabı

$$L = 56 \text{ m} \quad J_{cad} = \frac{78,60 - 77,79}{56} = 0,0145$$

$$J_k = J_c = 0,0145$$

$$t_{34} < 5 \text{ dk kabul edilirse, } \Phi = 1,71 \text{ olur.}$$

$$34Q_r = \Phi \cdot 34Q_r = 1,71 \cdot 161,39 = 275,98 \text{ l/sn}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q = 276 \text{ l/sn} \\ J_k = 0,0145 \end{array} \right\} \text{Kutter tablosundan} \left\{ \begin{array}{l} Q_d = 310 \text{ l/sn} \\ v_d = 1,95 \text{ m/sn} \\ D = 0,45 \text{ m} \end{array} \right.$$

Akış süresi,

$$t_{34} = \frac{L}{60 \cdot v} = \frac{136}{60 \cdot 1,95} = 1,16 \text{ dk} < 5 \text{ dk (uygun).}$$

$$3 \text{ noktasında mecra sırt kotu} = 78,60 - 1,5 = 77,10 \text{ m}$$

$$4 \text{ noktasında mecra sırt kotu} = 77,10 - 0,0145 \cdot 56 = 76,29 \text{ m}$$



4-6 Kanalı Hesabı

$$L = 56 \text{ m} \quad J_{cad} = \frac{77,79 - 76,50}{56} = 0,023$$

4 noktasında kanal sırt kotu = 76,29

" " " derinliği = 1,50

olduğundan $J_k = J_c = 0,023$ alınır.

$$t_{16} < 5 \text{ dk (kabul)}, \quad \Phi = 1,71$$

$$16Q_r = 14Q_r + 34Q_r + 46Q_r = 106,63 + 161,39$$

$$115,28(0,74 + 1,16) 0,25 = 322,78 \text{ l/sn}$$

$$Q_{34} = \Phi_{16} Q_r = 1,71 \cdot 324,78 = 551,95 \text{ l/sn}$$

$$Q = 552 \text{ l/sn}$$

$$J_k = 0,023$$

Kutter tablosundan

$$Q_d = 689 \text{ l/sn}$$

$$v_d = 2,89 \text{ m/sn}$$

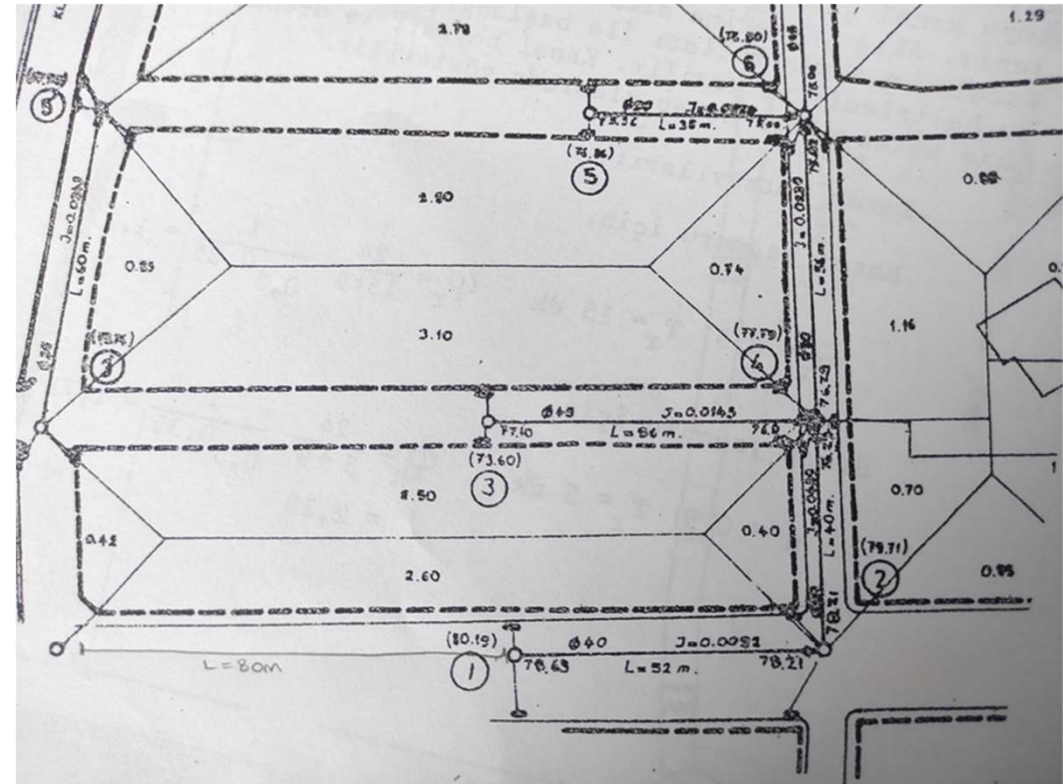
$$D = 0,50 \text{ m}$$

$$t_{46} = \frac{L}{60 \cdot v_d} = \frac{56}{60 \cdot 2,89} = 0,32 \text{ dk.}$$

$$t_{16} = t_{14} + t_{46} = 1,76 + 0,32 = 2,08 < 5 \text{ dk (uygun)}$$

diğer kotlar şekil üzerinde ve tabloda gösterilmiştir.

Yağmursuyu kanalları plan ve boykesitleri atıksu kanallındaki esaslara göre çizilebilir.



MİSAL - 9

Aşağıdaki kanalları boyutlandırınız.

Verilenler:

Rasat yağmuru : $n_r = 1$, $T_r = 15$ dk , $i_r = 2$ mm/dk

Hesap yağmuru : $n_h = 0,5$, $T_h = 10$ dk

Kutter bağıntısı kullanılacaktır.

a) $t_a = 5$ dk , $A = 3$ ha , $J_k = 0,003$, $C = 0,36$

b) $L_k = 1250$ m , $A = 3$ ha , $J_k = 0,003$, $C = 0,36$

c) $A = 3$ ha'lık drenaj alanı iki farklı yüzey akış tipinden meydana gelmektedir. (2 ha) lık kısımda $C = 0,4$, (1 ha)'lık bölgede $C = 0,3$ dür. $J_k = 0,003$ ve $t_a = 5$ dk'dir.

ÇÖZÜM - 9

a) $t_{ak1s} = 5 \text{ dk} < t_h = 10$ olduğundan gecikme yoktur. Boyutlandırma hesap yağmuruna göre yapılacaktır. Yani:

$$\phi_r = \frac{24}{T_r + 9} \cdot \frac{1}{n_r^{0,35}} = \frac{24}{15 + 9} \cdot \frac{1}{1^{0,35}} = 1$$

$$i_r = 2 \text{ mm/dk.}$$

$$\phi_h = \frac{24}{10 + 9} \cdot \frac{1}{(0,5)^{0,35}} = 1,61$$

$$\frac{\phi_r}{i_r} = \frac{\phi_h}{i_h} \quad i_h = \frac{\phi_h}{\phi_r} i_r = \frac{1,61}{1,0} \cdot 2 = 3,22 \text{ mm/dk.}$$

Verim:

$$I_h = 166,7 \cdot i_h = 166,7 \cdot 3,22 = 536,8 \text{ l/s.ha.}$$



Debi,

$$Q = C \cdot I \cdot A = 0,36 \cdot 536,8 \cdot 3 = 579,7 \text{ l/s}$$

Yağmursuyu kanalları dolu akışa göre boyutlandırılır.

$$\begin{array}{l} Q_k = 579,7 \text{ l/sn} \\ J_k = 0,003 \end{array} \left| \begin{array}{l} D = 80 \text{ cm} \\ Q_d = 690 \text{ l/sn} \geq Q_k \\ v_d = 1,37 \text{ m/sn} (0,6 < v_d < 4,5) \end{array} \right. \text{Tablodan}$$

olduğundan boyutlandırma uygundur.

b) Kanaldaki akış süresi belli değildir. Bunun için ilk yaklaşım yapılmalıdır. Bu maksatla kanaldaki su hızını $v_k = 1 \text{ m/sn}$ kabul edelim.

$$t_{\text{akış}} = \frac{L_k}{v_k} = \frac{1250 \text{ (m)}}{1 \text{ (m/sn)} \cdot 60 \text{ (sn/dk)}} = 21 \text{ dk} > t_h = 10 \text{ dk}$$

olduğundan kanalda gecikme var. Boyutlandırma ($n = 0,5$ $T = 21 \text{ dk}$) ya göre yapılacaktır.

$$\phi_{21} = \frac{24}{21+9} \cdot \frac{1,02}{0,5^{0,35}} = 1,02$$

$$i_{21} = \frac{\phi_{21}}{\phi_r} i_r = \frac{1,02}{1,0} = 2,04 \text{ mm/dk}$$

$$I_{21} = 2,04 \cdot 166,7 = 340,1 \text{ l/s.ha}, \quad Q_k = C \cdot I \cdot A = 0,36 \cdot 340,1 \cdot 3 = 367,31 \text{ lt/sn}$$

$$\begin{array}{l} Q_k = 367,3 \text{ l/sn} \\ J_k = 0,003 \end{array} \left| \begin{array}{l} D = 65 \text{ cm} \\ Q_d = 392 \text{ l/sn} \geq Q_k \\ v_d = 1,18 \text{ m/sn} (0,6 < v < 4,5) \end{array} \right. \text{Tablodan}$$

Akış süresi tahmini tahkiki

$$t_{\text{akış}} = \frac{L}{v} = \frac{1250}{1,18 \cdot 60} = 17,7 \text{ dk} < t_{\text{akış}} = 21 \text{ dk}$$

olduğundan başlangıçta yaptığımız akış süresi tahmini doğrudur. Bu sebepten hesapları $t_{akış} = 17$ dk. Bu halde, için tekrar edilir

$$I_{17} = 392,3 \text{ l/s.ha} \text{ ve } Q_k = 423,6 \text{ l/sn}$$

olur.

$$\left. \begin{array}{l} Q_k = 423,6 \text{ l/sn} \\ J_k = 0,003 \end{array} \right\} \text{ Tablodan } \left\{ \begin{array}{l} D = 70 \text{ cm} \\ Q_d = 479 \text{ l/sn} \\ v_d = 1,24 \text{ m/sn} \end{array} \right. \begin{array}{l} 1/\text{sn} \geq Q_k \\ (0,6 < v < 4,5) \end{array}$$

Akış süresi tahmini tahkiki,

$$t_{akış} = \frac{1250}{(1,24)(60)} = 16,8 \text{ dk.} \approx 17 \text{ dk}$$

uygundur. O halde $D = 70 \text{ cm}$, $Q_k = 423,6 \text{ l/sn}$ 'dir.

c) $t = 5 \text{ dk} < t_h = 10 \text{ dk}$ olduğundan Hesaplar (a) daki gibi yapılacaktır. (a)'dan gecikme yoktur.

Verim:

$$I_h = 536,8 \text{ l/s.ha}$$

dir. Bölgenin ortalama akış katsayısı,

$$C_{ort} = \frac{A_1 C_1 + A_2 C_2}{A_1 + A_2} = \frac{2 \cdot 0,4 + 1 \cdot 0,3}{2 + 1} = 0,37$$

olur.

$$Q = C.I.A = 0,37(536,8)(3) = 590,5 \text{ l/sn}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_k = 590,5 \text{ l/sn} \\ J_k = 0,003 \end{array} \right\} \text{ Tablo'dan } \left\{ \begin{array}{l} D = 80 \text{ cm} \\ Q_d = 690 \text{ l/sn} \\ v_d = 1,37 \text{ m/sn} \end{array} \right.$$



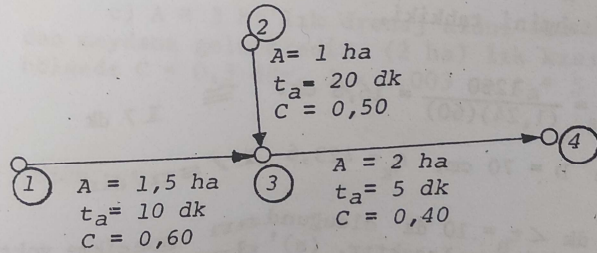
MİSAL - 10

Kanalların boyutlandırılma debilerini hesaplayınız.

Verilenler:

Rasat $n_r = 1$, $T_r = 15$ dk , $I_r = 100$ l/s.ha

Hesap $n_h = 2$, $T = 15$ dk.



ÇÖZÜM - 10

13 Kanalı Hesabı:

Rasat debisi,

$$13Q_r = C.I.A = 0,6 \cdot 100 \cdot 1,5 = 90 \text{ l/sn}$$

$$t_a = 10 \text{ dk} < t_h = 15 \text{ dk} \text{ gecikme yok}$$

$$Q_h = \frac{24}{15+9} \cdot \frac{1}{2^{0,35}} = 1,0,785 = 0,785$$

$$Q_r = 1$$

Boyutlandırma debisi,

$$Q_{13} = \frac{Q_h}{Q_r} \cdot 13Q_r = \frac{0,785}{1} \cdot 90 = 70,7 \text{ l/sn}$$

23. Kanalı Hesabı:

Rasat debisi,

$$12Q_r = C \cdot I_r \cdot A = 0,50 \cdot 100 \cdot 1 = 50 \text{ l/sn}$$

$$t_a = 20 \text{ dk} > t_h = 15 \text{ dk} \text{ olduğundan gecikme var.}$$

$$\phi = \frac{24}{20+9} \cdot \frac{1}{2^{0,35}} = 0,65$$

$$\phi_r = 1$$

Boyutlandırma debisi,

$$Q_{12} = \frac{\phi}{\phi_r} \cdot 12Q_r = 0,65 \cdot 50 = 32,5 \text{ l/sn}$$

34. Kanalı Hesabı:

Rasat debisi,

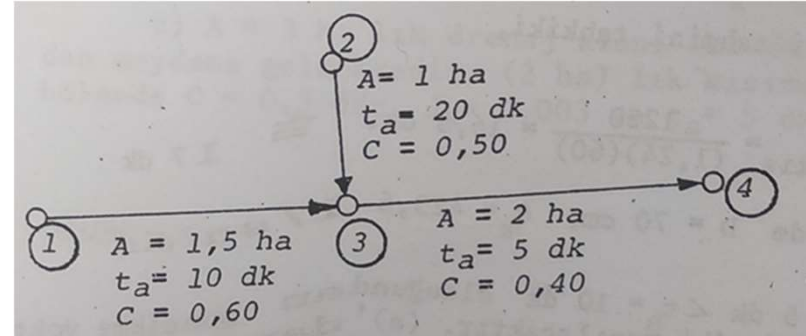
$$34Q_r = 13Q_r + 12Q_r + C \cdot I_r \cdot A_{34} = 90 + 50 + 0,4 \cdot 100 \cdot 2 = 220 \text{ l/s.}$$

34 kanalı, bütün suyun en uzak noktadan geldiği kabulü yapılarak toplam akış süresi belirlenir. Yani,

$$1.3.4 \text{ kanalında akış süresi } 10 + 5 = 15 \text{ dk}$$

$$2.3.4 \text{ kanalında akış süresi } 20 + 5 = 25 \text{ dk}$$

olduğundan 34 kanalı 25 dk'lık akış süresine göre boyutlandırılır. Yani,



$$\varphi_{25} = \frac{24}{25 \cdot 9} \cdot \frac{1}{2^{0,35}} = 0,554$$

$$\varphi_r = 1$$

olduğundan boyutlandırma debisi,

$$Q_{34} = \frac{\varphi_{25}}{\varphi_r} \cdot 34 Q_r = 0,554 \cdot 220 = 121,9 \text{ l/sn.}$$

olur.

MİSAL - 11

1000 mm çaplı ve 0,001 eğimli bir kullanılmış su kanalından maksimum 450 l/sn lik debi geçmektedir. Bu kanala maksimum debisi 85 l/sn olan 500 mm çaplı ve 0,002 eğimli diğer bir kullanılmış su kanalı bağlanacaktır. Birleşim bacasında küçük çaplı kanalda suyun geri tepmemesi için kanalların taban kotları arasında en az ne kadar fark olmalıdır.

ÇÖZÜM - 11

Küçük çaplı kanalda suyun geri tepmemesi için pratikte kanalların şırtlarının aynı kotta yapılması tavsiye edilir. Fakat en doğru yol, kanallarda maksimum debinin geçmesi halinde su seviyelerinin aynı kotta olmasını sağlamaktır. Bunun için su derinliklerini hesap edelim.

$$\begin{array}{l} D = 1000 \text{ mm} \\ J_k = 0,001 \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} \text{Kutter tablosundan} \\ Q_{\text{dolu}} = 730 \text{ l/sn} \end{array} \right.$$

bulunur.

$$\frac{Q}{Q_d} = \frac{450}{730} = 0,62 \text{ için doluluk tablosundan } \frac{h}{D} = 0,575$$

okunur. Buradan büyük çaplı kanalda su derinliği

$$(h_b = 0,575 \cdot 1000 = 575 \text{ mm})$$

447

hesaplanır. Benzer şekilde küçük çaplı kanalda,

$$\left. \begin{array}{l} D = 500 \text{ mm} \\ J_k = 0,002 \end{array} \right\} \text{Kutter tablosundan } Q_{\text{dolu}} = 156 \text{ l/sn}$$

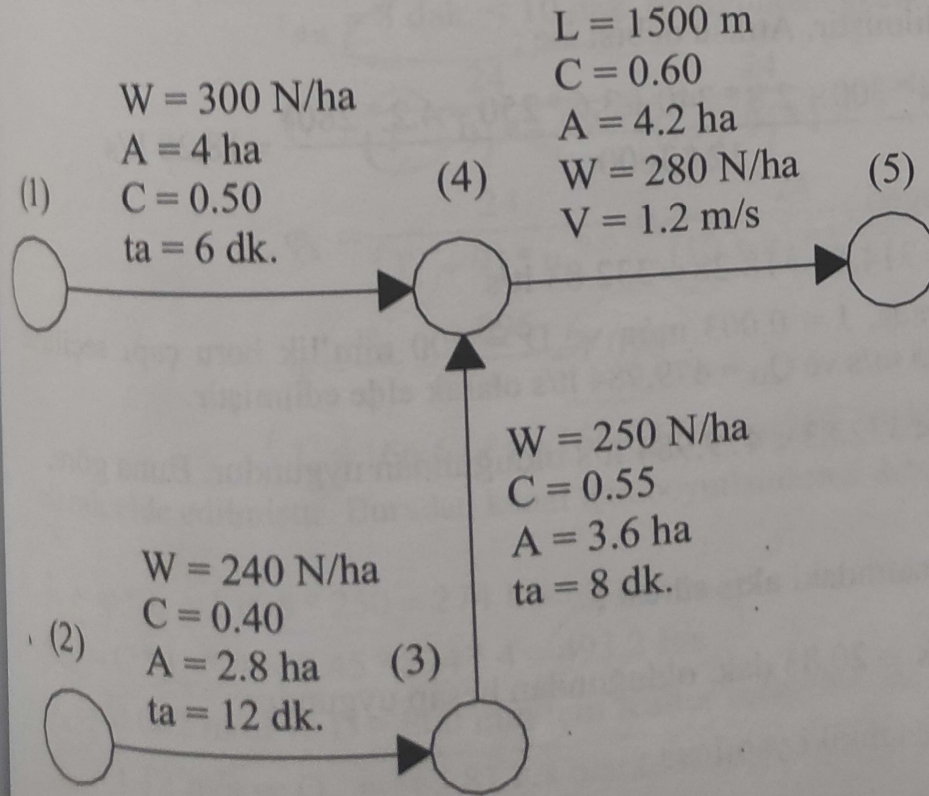
bulunur.

$$\frac{Q}{Q_d} = \frac{85}{156} = 0,55 \text{ için doluluk tablosundan } \frac{h}{D} = 0,531$$

okunur. Su derinliği $h_k = (0,531)(500) = 272 \text{ mm}$ olur.

İki kanaldaki su seviyesinin aynı olabilmesi için küçük çaplı kanal büyük çaplı kanaldan $h = h_b - h_k = 575 - 272 = 303 \text{ mm}$ daha yukarı yapılmalıdır.

Soru 6.6: Şekil 6.6.1'de görülen birleşik kanalizasyon sisteminde "4 – 5" no'lu kanal uygun eğim değeri seçerek Kutter formülüne göre boyutlandırınız ve gereken tahkikler yapınız.



Verilenler :

Rasat yağmuru için :
 $T_r = 10 \text{ dak.}; n_r = 1.5$

$I_r = 120 \text{ lt/s.ha}$

Hesap yağmuru için :

$T_h = 5 \text{ dak.}; n_h = 2.0$

Atıksu için :

$q_{\max} = 200 \text{ lt/N.gün}$

$m = 12 \text{ saat}$

Şekil 6.6.1

Çözüm 6.6:

"4 - 5" kanalına girişte;

$\sum t_{2-3-4} = 12 + 8 = 20$ dk. ve $\sum t_{1-4} = 6$ dk. şeklindedir. Burada, 20 dk. > 6 dk. olduğundan;

4 - 5 kanalına giriş süresi olarak 20 dk. esas alınacaktır. Yine 4 - 5 kanalındaki akış süresi;
 $t_{akış} = 1500 / (1.2 * 60) = 20.83$ dak. olur. Buradan toplam süre yani geçiş süresi;
 $t_{geçiş} = t_{giriş} + t_{akış} = 20 + 20.83 = 40.83$ dak. olarak hesaplanır. 40.83 dak. > $T_h = 5$ dak. olduğundan;

Kanalın boyutlandırılmasında bu süre dikkate alınacaktır.

Buradan zaman ve gecikme katsayıları;

$$\text{Rasat için zaman katsayısı : } \varphi_r = \frac{24}{(T_r + 9) * n_r^{0.35}} = \frac{24}{(10 + 9) * 1.5^{0.35}} = 1.096$$

$$\text{Hesap için zaman katsayısı : } \varphi_h = \frac{24}{(T_h + 9) * n_h^{0.35}} = \frac{24}{(40.83 + 9) * 2^{0.35}} = 0.378$$

olarak elde edilmiştir. Buradan gecikme katsayısı :

$$\varphi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r} = \frac{0.378}{1.096} = 0.344 \text{ olur. Buradan yağmursuyu için hesap debisi ;}$$

$$Q_a = \varphi * \sum (C * I_r * A) = 0.344 * (0.5 * 4 + 0.4 * 2.8 + 0.55 * 3.6 + 0.6 * 4.2) * 120 = 314.55 \text{ lt/s olarak elde edilmiştir. Atıksu debisi ise ;}$$

$$Q_K = \frac{q_{max} * \sum N}{m * 3600} = \frac{200 * (4 * 300 + 2.8 * 240 + 3.6 * 250 + 4.2 * 280)}{12 * 3600} = 18.28 \text{ lt/s}$$

olmaktadır. Toplam debi değeri ;

$$Q_{toplam} = Q_{yağmursuyu} + Q_{pissu} = 314.55 + 18.28 = 332.83 \text{ lt/s}$$

şeklinde hesaplanmıştır. Burada, $J = 0.003$ m/m ve $D = 700$ mm'lik boru çapı seçilirse Kutler formülünden, $v_D = 1.25$ m/s ve $Q_D = 479.984$ lt/s olarak elde edilmiştir.

$$\frac{Q_D}{2} < Q_a < Q_D \rightarrow \frac{479.984}{2} < 332.83 < 479.984 \text{ lt/s olduğundan uygundur. Buna göre,}$$

$v_a = v_D$ alınabilir.

$v_a = 1.25$ m/s için "4 - 5" kanalındaki akış süresi ;

$$t_{akış} = \frac{L}{V} = \frac{1500}{1.25 * 60} = 20 \text{ dak.} \approx 20.83 \text{ dak. olduğundan hesap uygundur.}$$

Atıksu debisi için kurak hava tahkiki yapılırsa ;



$$\frac{Q_K}{Q_D} = \frac{18.28}{479.984} = 0.038 \text{ değeri elde edilir. Doluluk tablosundan ;}$$

$$\frac{Q_K}{Q_D} = 0.038 \rightarrow \frac{h}{D} = \%13 \text{ ve } \frac{v}{v_D} = 0.50 \text{ olarak okunmuştur. Buna göre ;}$$

$$h = 0.13 * 70 = 9.1 \text{ cm} > 2 \text{ cm ve } v = 0.50 * 1.25 = 0.625 \text{ m/s} > 0.50 \text{ m/s}$$

olduğundan hesaplamalar uygundur.