



# CMC 3206 Kanalizasyon Sistemlerinin Tasarımı

9-12. Dersler

**YAĞMURSUYU KANALİZASYONU ÖRNEKLERİ**

**Prof. Dr. Ahmet GÜNAY**

Balıkesir Üniversitesi,

Mühendislik Fakültesi

Çevre Müh. Böl.

Çağış/Balıkesir

[agunay@balikesir.edu.tr](mailto:agunay@balikesir.edu.tr)

[ahmetgunay2@gmail.com](mailto:ahmetgunay2@gmail.com)

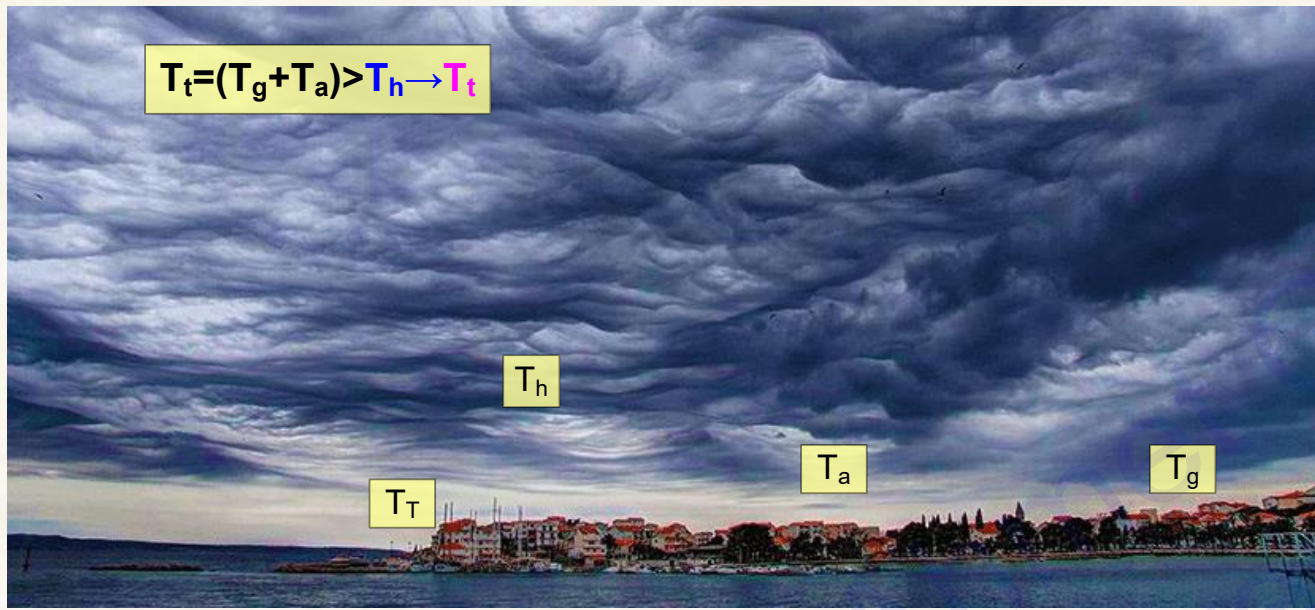
+90 505 529 43 17



## ÖZET

1. Yağmur suyu kanalları niçin tam dolu akışa göre projelendirilir?
2. Yağmur sularının tamamı kanala intikal eder mi?
3. Yağmur sularının toplanma süresi ile hesap yağmurunun süresi niçin karşılaştırılır? Yağmur sularının toplanmasında niçin gecikme ortaya çıkar? (Havzadaki su yolu uzunluğu fazla ve bu su yolunun eğimi düşük ise, toplanma süresi hesap süresinden uzun olabilir. Bu durumda, toplanma noktasına gelen maksimum debi süresi toplanma süresine eşit olan yağmurun verimine göre hesaplanır).
4. Yağmur suyu kanallarındaki debi nasıl bir davranış izler? (Toplanma noktasındaki debi su toplama alanının en uzan noktasına düşen yağmur suyu gelinceye kadar artar ve akabinde tedrici olarak azalarak yağmur kesildikten sonra tamamen durur).
5. İzokron nedir?
6. Rasat yağmuru ve hesap yağmuru nedir?
7. Akış katsayısı nasıl tahmin edilebilir?
8. Kanal çapları niçin standart alınır? Standart kanal çapları nedir?
9. Kanalların eğimi nasıl belirlenir?
10. Yağmur suyu ağızlığı nedir?
11. Giriş süresi ve akış süresi nedir?
12. Yağmurun verimi nasıl hesaplanır?
13. Kanal çapları küçük olursa ne olur? Kanal çapları büyük olursa ne olur?
14. Yağış şiddeti nedir? Aşırı şiddetli yağış yağdığı zaman ne olur?





**Düzlüklerde;**

$$T_t = (T_g + T_a) > T_h \rightarrow T_t$$



**Eğimli yerlerde;**

$$T_t = (T_g + T_a) < T_h \rightarrow T_h$$

# ÖRNEK-1

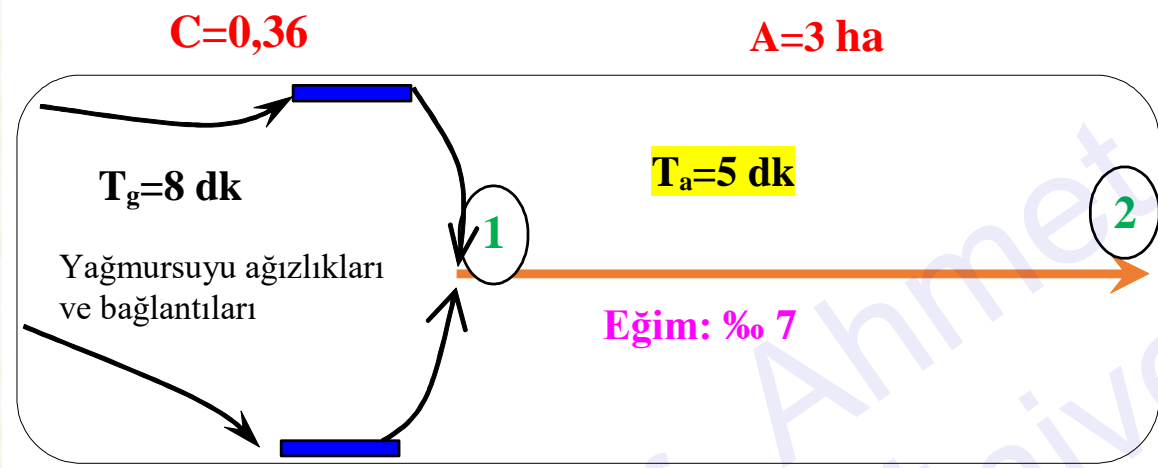
## Yağmur suyu kanalizasyonu



## ÖRNEK-1 Yağmursuyu debisi hesabı ve yağmursuyu kanal tasarımı

(Topacık, D. Ve Eroğlu V., Su Temini ve Atıksu Uzaklaştırma Uygulamaları, İTÜ Vakfı Yayınları, 1993, p456, revize edilmiştir)

Aşağıda planı verilen caddeneye ait yağmursuyu kanal debisini hesaplayınız, yağmursuyu kanalını boyutlandırınız.



1. *Rasat (gözlem) yağmuru için,*  $\varphi_r = \frac{24}{(T_r + 9)n_r^{0,35}}; \quad n_r = 1 \quad T_r = 15 \text{ dk}, \quad i_r = 13 \text{ mm} / 15 \text{ dk}$
2. *Hesap yağmuru için,*  $\varphi_h = \frac{24}{(T_h + 9)n_h^{0,35}}; \quad n_h = 0,5 \quad T_h = 15 \text{ dk}$
3. *Gecikme katsayısı,*  $\psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r}$
4. *Hesap debisi,*  $Q_h = \psi \times Q_r$

## ÇÖZÜM:

### Ön değerlendirme-problemin analizi:

Kanalın eğimi ‰7 ve A=3 ha, i=13/15 mm/dk için rasat debisi;

$$Q_r = 0,36 \times 166,67 \times \frac{13}{15} \times 3,0$$
$$= 0,36 \times 144,45 \times 3,0 = 156 L / sn$$

**Kanal çapı Ø400 ya da Ø500 olabilir mi?**

Bu hesap debisi değildir.

Rasat debisinden, hesap debisini bulmak gerekir.

D, mm		300		400		500		600	
J	J	V <sub>a</sub> m/sn	Q <sub>a</sub> L/sn	V <sub>a</sub> m/sn	Q <sub>a</sub> L/sn	V <sub>a</sub> m/sn	Q <sub>a</sub> L/sn	V <sub>a</sub> m/sn	Q <sub>a</sub> L/sn
0,001	‰1	0,38	26,9	0,47	59,6	0,56	110,3	0,64	181,9
0,002	‰2	0,54	38,0	0,67	84,4	0,79	156,0	0,91	257,3
0,003	‰3	0,66	46,5	0,82	103,3	0,97	191,1	1,11	315,1
0,004	‰4	0,76	53,7	0,95	119,3	1,12	220,6	1,29	363,8
0,005	‰5	0,85	60,1	1,06	133,4	1,26	246,7	1,44	406,7
0,006	‰6	0,93	65,8	1,16	146,1	1,38	270,2	1,58	445,6
0,007	‰7	1,01	71,1	1,26	157,8	1,49	291,9	1,70	481,3



## ÇÖZÜM-2 Yağmursuyu debisi hesabı ve yağmursuyu kanal tasarımı

### 1. Gecikme kontrolü;

i)  $T_g + T_a = 8 + 5 = 13dk < T_h = 15dk$  gecikme yoktur.

Hesap debisi hesap yağmuruna göre belirlenecektir.

ii) Gecikme katsayısı;

$$\varphi_r = \frac{24}{(T_r + 9)n_r^{0,35}}; \quad n_r = 1, \quad T_r = 15dk, \quad \varphi_r = \frac{24}{(15 + 9) \times 1^{0,35}} = 1,000$$

$$\varphi_h = \frac{24}{(T_h + 9) \times n_h^{0,35}} \rightarrow \varphi_h = \frac{24}{(15 + 9) \times 0,5^{0,35}} = 1,274$$

$$\text{Gecikme katsayısı; } \psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r} = \frac{1,274}{1,000} = 1,274$$

iii) Rasat yağmurunun verimi;  $I_r = 166,67 \times \frac{13}{15} \text{ mm / dk} = 144,45 \text{ L / sn - ha}$

iv) Hesap yağmurunun verimi;  $\frac{I_{rasat}}{I_{hesap}} = \frac{\varphi_{rasat}}{\varphi_{hesap}} \rightarrow I_{hesap} = \frac{1,274}{1,000} \times 144,45 = 184,11 \text{ L / sn - ha}$



## 2. Yağmursuyu debisi;

i) *Rasat debisi*;  $Q_r = C \times I_r \times A = 0,36 \times \left( 166,67 \times \frac{13}{15} \right) \times 3,0 \text{ ha} = 156 \text{ L / sn}$

ii) *Gecikme katsayısı*,  $\psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r} = \frac{1,274}{1,000} = 1,274$

iii) *Hesap debisi*,  $Q_h = \psi \times Q_r = C \times I_h \times A$   
 $= 1,274 \times 156 = 198,75 \text{ L / sn}$

## 3. Kanal çapı, debisi ve kanaldaki su hızı;

$\left. \begin{array}{l} \phi 500 \text{ ve} \\ \%7 \text{ eğim} \end{array} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Q_d = 291,9 \text{ L / sn} > 198,75 \text{ L / sn} \\ V_d = 1,49 \text{ m / sn} \end{array} \right. \quad \phi 500 \text{ uygundur.}$

D, mm		300		400		500		600	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,001	%1	0,38	26,9	0,47	59,6	0,56	110,3	0,64	181,9
0,002	%2	0,54	38,0	0,67	84,4	0,79	156,0	0,91	257,3
0,003	%3	0,66	46,5	0,82	103,3	0,97	191,1	1,11	315,1
0,004	%4	0,76	53,7	0,95	119,3	1,12	220,6	1,29	363,8
0,005	%5	0,85	60,1	1,06	133,4	1,26	246,7	1,44	406,7
0,006	%6	0,93	65,8	1,16	146,1	1,38	270,2	1,58	445,6
0,007	%7	1,01	71,1	1,26	157,8	1,49	291,9	1,70	481,3





# ÖRNEK-2

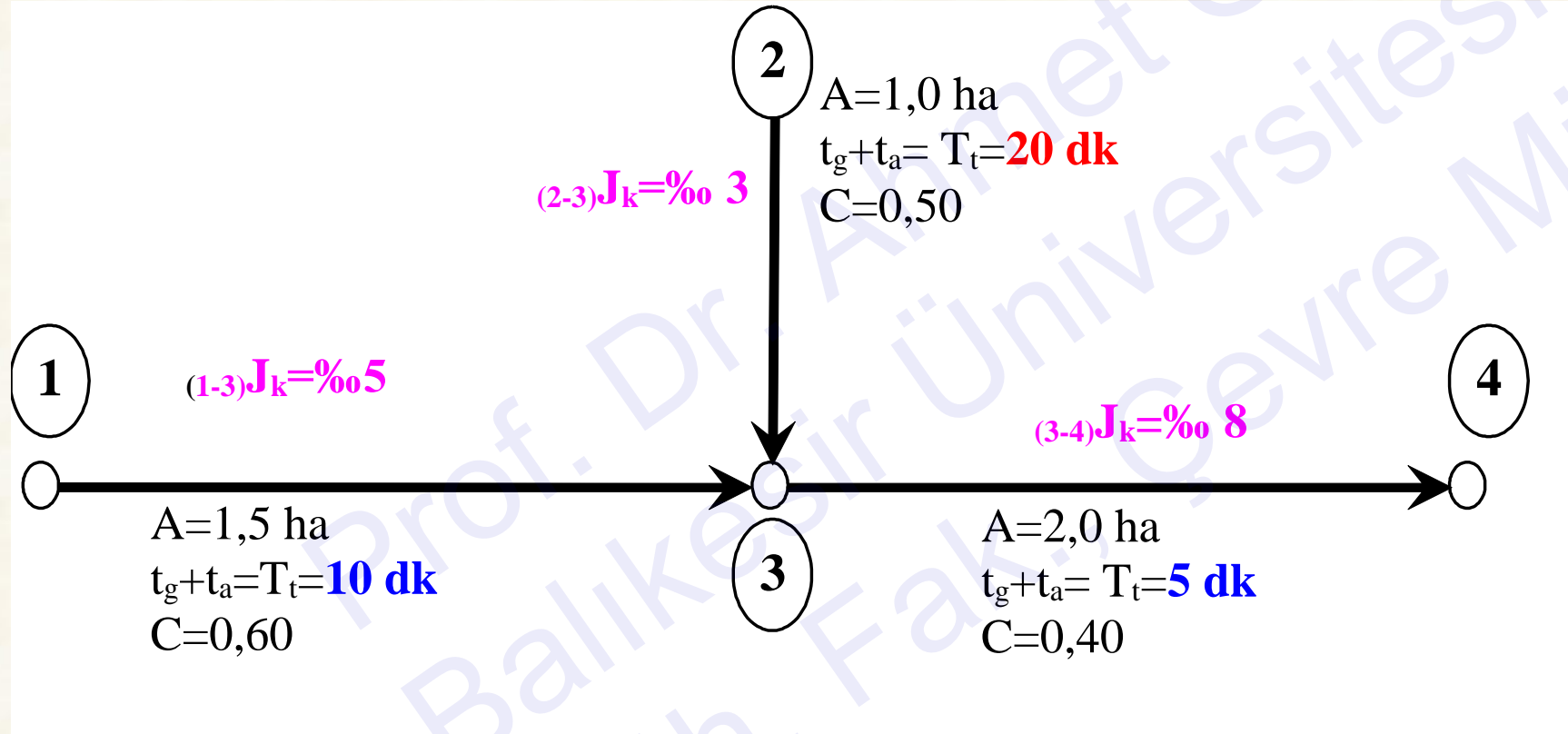
## Yağmur suyu kanalizasyonu



## ÖRNEK-2 Yağmursuyu debisi hesabı ve yağmursuyu kanal tasarımı

(Topacık, D. Ve Eroğlu V., Su Temini ve Atıksu Uzaklaştırma Uygulamaları, İTÜ Vakfı Yayınları, 1993, p460, revize edilmiştir)

Aşağıda planı verilen caddelere ait yağmursuyu kanal debilerini hesaplayınız, yağmursuyu kanallarının çaplarını ve su hızlarını belirleyiniz.



1. Rasat (gözlem) yağmuru için,  $\varphi_r = \frac{24}{(T_r + 9)n_r^{0,35}}; \quad n_r = 1 \quad T_r = 15 dk, \quad i_r = 1,2 mm / dk$   
 $I_r = i_r \times 166,667 = 200 l / sn - ha$

2. Hesap yağmuru için,  $\varphi_h = \frac{24}{(T_h + 9)n_h^{0,35}}; \quad n_h = 0,5 \quad T_h = 15 dk$

3. Gecikme katsayısı,  $\psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r}$

4. Hesap debisi,  $Q_h = \psi \times Q_r$

1-3 kanalının çapı Ø500 olabilir mi?

**ÇÖZÜM:**

**Ön değerlendirme-problemin analizi:**

1-3 kanalı (%05) için rasat debisi;

$$Q_r = C \times I_r \times A$$

$$= 0,60 \times 200 \times 1,5 = 180 L / sn$$

Bu hesap debisi değildir.

Rasat debisinden, hesap debisini bulmak gerekir.

D, mm		300		400		500		600	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,001	%01	0,38	26,9	0,47	59,6	0,56	110,3	0,64	181,9
0,002	%02	0,54	38,0	0,67	84,4	0,79	156,0	0,91	257,3
0,003	%03	0,66	46,5	0,82	103,3	0,97	191,1	1,11	315,1
0,004	%04	0,76	53,7	0,95	119,3	1,12	220,6	1,29	363,8
0,005	%05	0,85	60,1	1,06	133,4	1,26	246,7	1,44	406,7



## 1-(1-3) Kanalı

i) Rasat yamuru;

$$\begin{aligned} (1-3) Q_r &= C \times I_r \times A \\ &= 0,6 \times 200 \times 1,5 \\ &= 180 L / sn \end{aligned}$$

ii)  $T_t = 10 dk < T_h = 15 dk$  (gecikme yok)

$$\begin{aligned} iii) \varphi_h &= \frac{24}{(T_h + 9)n_h^{0,35}} \\ &= \frac{24}{(15 + 9)0,5^{0,35}} = 1,275 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} iv) \varphi_r &= \frac{24}{(T_r + 9)n_r^{0,35}} \\ &= \frac{24}{(15 + 9)1^{0,35}} = 1,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v) \psi &= \frac{\varphi_h}{\varphi_r} \\ &= \frac{1,275}{1,000} \\ &= 1,275 \end{aligned}$$

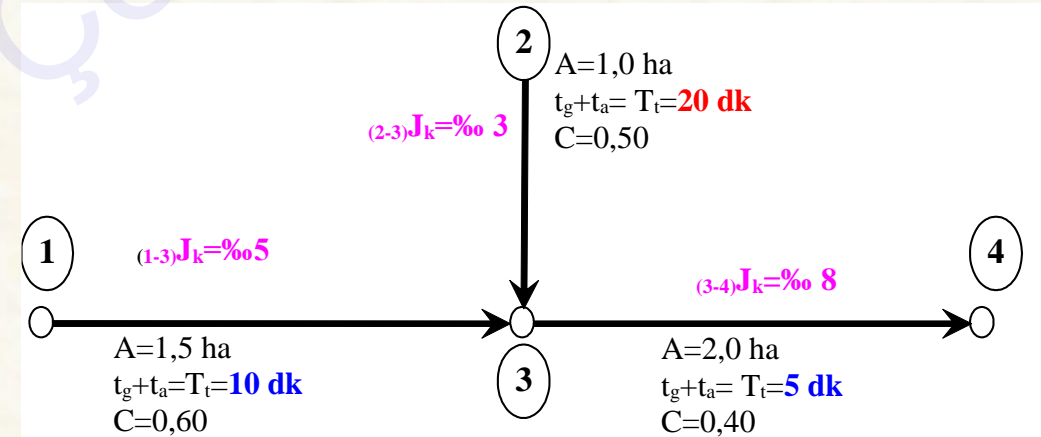
vi) Hesap debisi;

$$\begin{aligned} Q_h &= \psi \times Q_r \\ &= 1,275 \times 180 \\ &= 229,5 L / sn \end{aligned}$$

viii) Kanal çapı;

$$\left| \begin{array}{l} \phi 500 \text{ ve} \\ \%5 \text{ eğim} \end{array} \right| \rightarrow \left| \begin{array}{l} Q_d = 246,7 L / sn \\ V_d = 1,26 m / sn \end{array} \right|$$

D, mm		300		400		500	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,001	%1	0,38	26,9	0,47	59,6	0,56	110,3
0,002	%2	0,54	38,0	0,67	84,4	0,79	156,0
0,003	%3	0,66	46,5	0,82	103,3	0,97	191,1
0,004	%4	0,76	53,7	0,95	119,3	1,12	220,6
0,005	%5	0,85	60,1	1,06	133,4	1,26	246,7



## 2-(2-3) Kanalı

i) Rasat yamuru;

$$\begin{aligned} (2-3) Q_r &= C \times I_r \times A \\ &= 0,5 \times 200 \times 1,0 \\ &= 100,00 L / sn \end{aligned}$$

ii)  $T_t = 20 dk > T_h = 15 dk$  (gecikme var)

$$\begin{aligned} iii) \varphi_h &= \frac{24}{(T_h + 9)n_h^{0,35}} \\ &= \frac{24}{(20 + 9)0,5^{0,35}} = 1,055 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} iv) \varphi_r &= \frac{24}{(T_r + 9)n_r^{0,35}} \\ &= \frac{24}{(15 + 9)1^{0,35}} = 1,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v) \psi &= \frac{\varphi_h}{\varphi_r} \\ &= \frac{1,055}{1,000} \\ &= 1,055 \end{aligned}$$

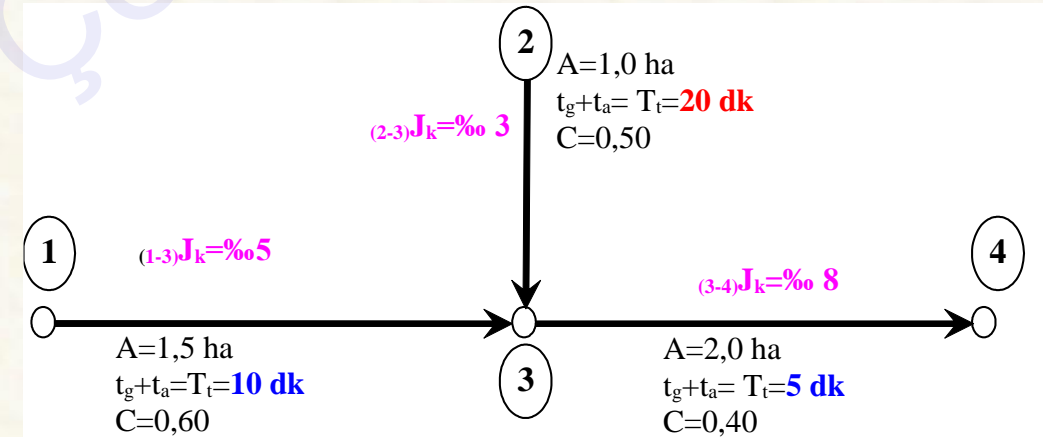
vi) Hesap debisi;

$$\begin{aligned} Q_h &= \psi \times Q_r \\ &= 1,055 \times 100 \\ &= 105,5 L / sn \end{aligned}$$

viii) Kanal çapı;

$$\left| \begin{array}{l} \phi 500 \text{ ve} \\ \%3 \text{ eğim} \end{array} \right| \rightarrow \left| \begin{array}{l} Q_d = 191,1 L / sn \\ V_d = 0,97 m / sn \end{array} \right.$$

D, mm		300		400		500	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,001	%1	0,38	26,9	0,47	59,6	0,56	110,3
0,002	%2	0,54	38,0	0,67	84,4	0,79	156,0
0,003	%3	0,66	46,5	0,82	103,3	0,97	191,1



### 3-(3-4) Kanalı

i) Rasat yamuru;

$$(3-4) Q_r = (1-3) Q_r + (2-3) Q_r + (3-4) Q_r$$

(1-3-4) kanalında  $\rightarrow T_t = 15$  dk

(2-3-4) kanalında  $\rightarrow T_t = 25$  dk

ii)  $T_t = 25$  dk  $>$   $T_h = 15$  dk (gecikme var)

Hesap debisi (2-3-4) kanalının toplanma süresine göre hesaplanır.

$$(3-4) Q_r = (1-3) Q_r + (2-3) Q_r + C \times I_r \times A$$

$$= 180 + 100,00 + 0,4 \times 200 \times 2,0$$

$$= 440,00 \text{ L / sn}$$

$$\text{iii) } \varphi_h = \frac{24}{(T_h + 9)n_h^{0,35}} = \frac{24}{(25 + 9)0,5^{0,35}} = 0,900$$

$$\text{iv) } \varphi_r = \frac{24}{(T_r + 9)n_r^{0,35}} = \frac{24}{(15 + 9)1,0^{0,35}} = 1,000$$

$$\text{v) } \psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r}$$

$$= \frac{0,900}{1,000}$$

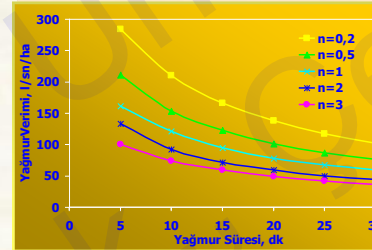
$$= 0,900$$

vi) Hesap debisi;

$$Q_h = \psi \times Q_r$$

$$= 0,900 \times 440,09$$

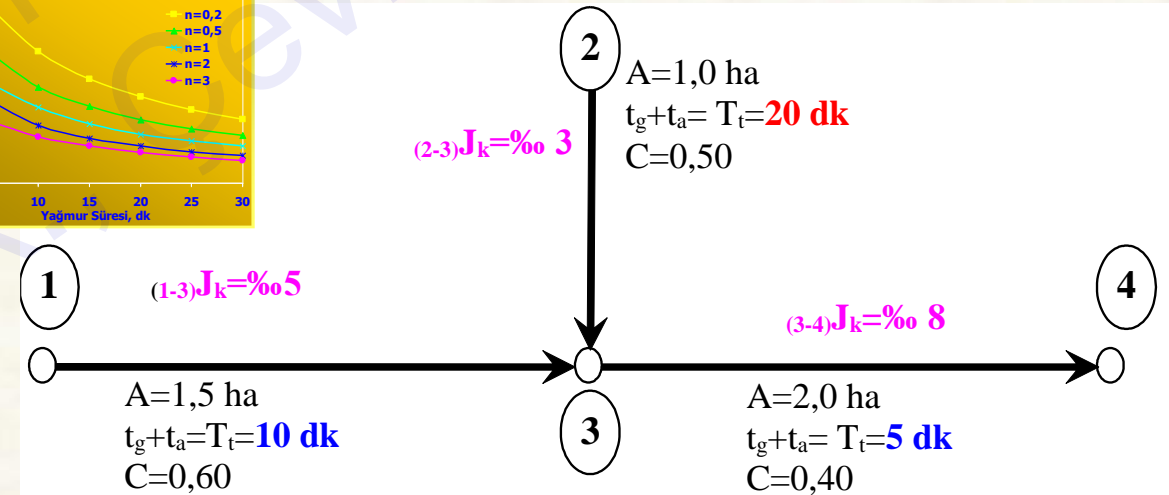
$$= 395,94 \text{ L / sn}$$

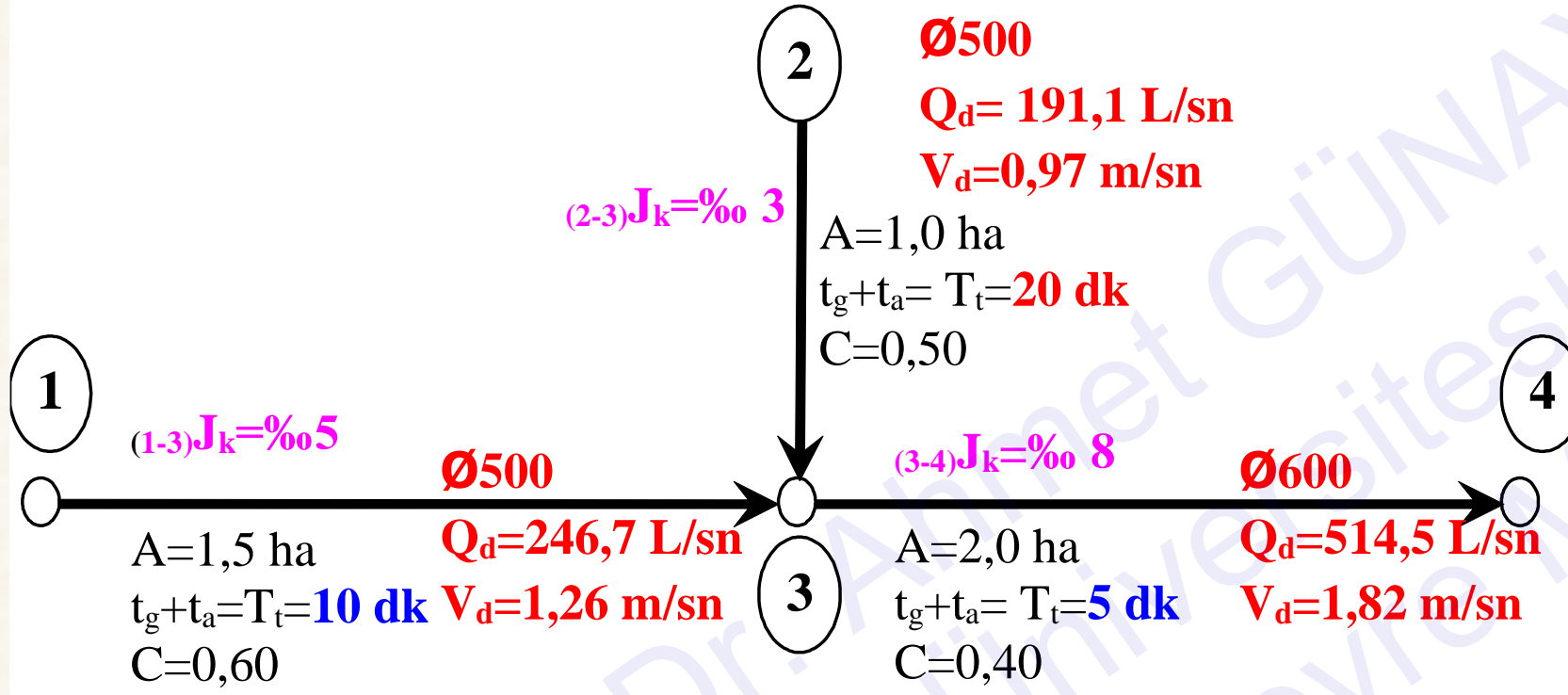


viii) Kanal çapı;

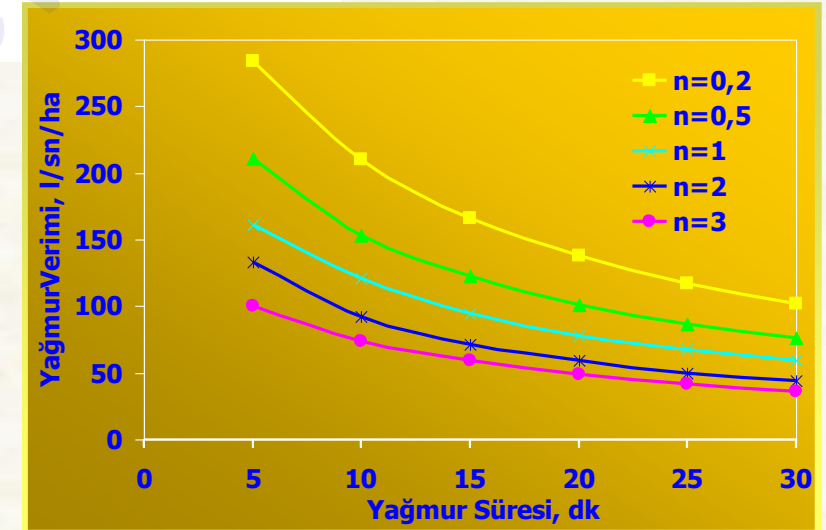
$$\left| \begin{array}{l} \phi 600 \text{ ve} \\ \%08 \text{ eğim} \end{array} \right| \rightarrow \left| \begin{array}{l} Q_d = 395,94 \text{ L / sn} \\ V_d = 1,82 \text{ m / sn} \end{array} \right|$$

D, mm		300		400		500		600	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,001	%1	0,38	26,9	0,47	59,6	0,56	110,3	0,64	181,9
0,002	%2	0,54	38,0	0,67	84,4	0,79	156,0	0,91	257,3
0,003	%3	0,66	46,5	0,82	103,3	0,97	191,1	1,11	315,1
0,004	%4	0,76	53,7	0,95	119,3	1,12	220,6	1,29	363,8
0,005	%5	0,85	60,1	1,06	133,4	1,26	246,7	1,44	406,7
0,006	%6	0,93	65,8	1,16	146,1	1,38	270,2	1,58	445,6
0,007	%7	1,01	71,1	1,26	157,8	1,49	291,9	1,70	481,3
0,008	%8	1,08	76,0	1,34	168,7	1,59	312,0	1,82	514,5





	$Q_r$	$\psi = \varphi_h / \varphi_r$	$Q_h$
$(1-3) Q_h$	180,04	1,275	<b>229,47 l/sn</b>
$(2-3) Q_h$	100,02	1,055	<b>105,50 l/sn</b>
$(3-4) Q_h$	440,09	0,900	<b>395,94 l/sn</b>



# ÖRNEK-3

## Yağmur suyu kanalizasyonu

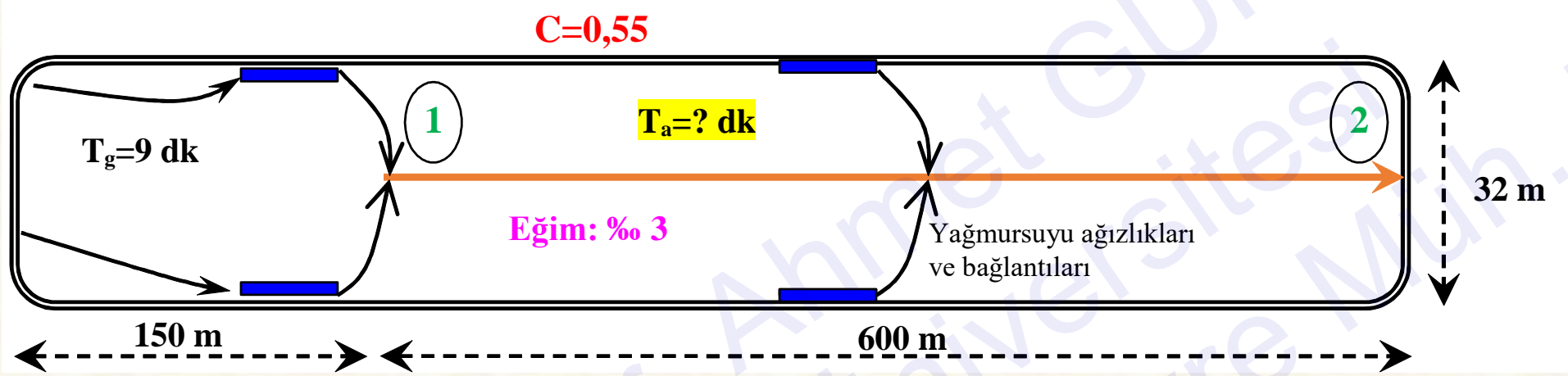




### ÖRNEK-3 Yağmursuyu debisi hesabı ve yağmursuyu kanal tasarımı

(Topacık, D. Ve Eroğlu V., Su Temini ve Atıksu Uzaklaştırma Uygulamaları, İTÜ Vakfı Yayınları, 1993, p456, revize edilmiştir)

Aşağıda planı verilen caddeye ait yağmursuyu kanal debisini hesaplayınız, yağmursuyu kanalını boyutlandırınız.



1. *Rasat (gözlem) yağmuru için,*  $\varphi_r = \frac{24}{(T_r + 9)n_r^{0,35}}; \quad n_r = 1 \quad T_r = 15 \text{ dk}, \quad i_r = 2 \text{ mm / dk}$
2. *Hesap yağmuru için,*  $\varphi_h = \frac{24}{(T_h + 9)n_h^{0,35}}; \quad n_h = 0,5 \quad T_h = 15 \text{ dk}$
3. *Gecikme katsayısı,*  $\psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r}$
4. *Hesap debisi,*  $Q_h = \psi \times Q_r$

## ÇÖZÜM:

### Ön değerlendirme-problemin analizi:

Kanalın eğimi ‰3 ve  $A=750\text{m}\times 32\text{m}=2,4$  ha,  $i=2$  mm/dk,  $C=0,55$  için rasat debisi;

$$Q_r = 0,55 \times 166,67 \times 2 \times 2,4 = 440 \text{ L/sn}$$

**Kanal çapı Ø700 olabilir mi?**

Bu hesap debisi değildir.

Rasat debisinden, hesap debisini bulmak gerekir.

D, mm		300		400		500		600		700		800	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,001	‰1	0,38	26,9	0,47	59,6	0,56	110,3	0,64	181,9	0,72	277,2	0,79	398,8
0,002	‰2	0,54	38,0	0,67	84,4	0,79	156,0	0,91	257,3	1,02	392,0	1,12	563,9
0,003	‰3	0,66	46,5	0,82	103,3	0,97	191,1	1,11	315,1	1,25	480,1	1,37	690,7

## ÇÖZÜM-2 Yağmursuyu debisi hesabı ve yağmursuyu kanal tasarımı

1. Yağmur suyu hesap debisi;  $Q_h = \psi \times C \times I_r \times A = C \times I_h \times A$  (ortalama akış hızı katsayısı=0,55; A=2,4 ha)

2. Gecikme kontrolü;

$$i) \varphi_r = \frac{24}{(T_r + 9)n_r^{0,35}}; n_r = 1 \quad T_r = 15 dk, \quad \varphi_r = \frac{24}{(15 + 9) \times 1^{0,35}} = 1,000$$

ii)  $\varphi_h$  hesaplamak için  $T_a$  bilinmek zorundadır.

iii) Kanal çapı  $\phi 700$  (‰3) olsa;  $V_{d-tahmin} = 1,25 m / sn$  (KABUL) ve

$$iv) T_{a-tahmin} = \frac{600 m}{1,25 m / sn \times 60 sn / dk} = 8,00 dk$$

v)  $T_a + T_g = T_t = 9 + 8 = 17 dk > T_h = 15 dk$  (büyük olan alınır)

$$vi) T_a + T_g = 17,00 dk için; \varphi_h = \frac{24}{(T_h + 9) \times n_h^{0,35}} \rightarrow \varphi_h = \frac{24}{(17 + 9) \times 0,5^{0,35}} = 1,177$$

$$vii) Gecikme katsayısı; \psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r} = \frac{1,177}{1,000} = 1,177$$

$$viii) I_r = 166,67 \times 2 mm / dk = 333,33 L / sn - ha$$

$$ix) \frac{I_{rasat}}{I_{hesap}} = \frac{\varphi_{rasat}}{\varphi_{hesap}}$$
$$I_{hesap} = \frac{1,177}{1,000} \times 333,33$$
$$= 392,33 L / sn - ha$$



### 3. Yağmursuyu debisi;

i) Rasat debisi;  $Q_r = C \times I_r \times A = 0,55 \times (166,67 \times 2) \times 2,4 \text{ ha} = 440 \text{ L / sn}$

ii) Gecikme katsayısı,  $\psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r} = \frac{1,177}{1,000} = 1,177$

iii) Hesap debisi,  $Q_h = \psi \times Q_r = C \times I_h \times A$   
 $= 1,177 \times 440 = 517,67 \text{ L / sn}$

iv)  $\frac{I_{rasat}}{I_{hesap}} = \frac{\varphi_{rasat}}{\varphi_{hesap}}$   
 $I_{hesap} = \frac{1,177}{1,000} \times 333,33$   
 $= 392,3 \text{ L / sn - ha}$

### 4. Kanal çapı, debisi ve kanaldaki su hızı;

$\left. \begin{array}{l} \phi 700 \text{ ve} \\ \%3 \text{ eğim} \end{array} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Q_d = 480,10 \text{ L / sn} < 517,67 \text{ L / sn} \\ V_d = 1,25 \text{ m / sn} \end{array} \right. \quad \phi 700 \text{ uygun değil}$

Bu kanal çapı **517,67 L/sn** debiyi taşımak için yeterli değildir. Kanaldaki su akış hızı tahmin edildiği gibi **Ta=1,25 m/sn** olamaz. Akış hızı bir üst çap **Ø800** için tahmin edilerek hesaplar tekrarlanmalıdır.

D, mm		300		400		500		600		700		800	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,001	%01	0,38	26,9	0,47	59,6	0,56	110,3	0,64	181,9	0,72	277,2	0,79	398,8
0,002	%02	0,54	38,0	0,67	84,4	0,79	156,0	0,91	257,3	1,02	392,0	1,12	563,9
0,003	%03	0,66	46,5	0,82	103,3	0,97	191,1	1,11	315,1	1,25	480,1	1,37	690,7



## 5. Ta tahminini deęiřtirip hesaplar tekrarlanır; Ø800 için $V_d=1,37$ m/sn

i)  $\varphi_r = 1,000$

ii)  $\varphi_h$  hesaplamak için  $T_a$  bilinmek zorundadır.

iii) Kanal çapı  $\phi 800$  olsa;  $V_{d-tah\ min} = 1,37$  m / sn (KABUL) ve

iv)  $T_{a-tah\ min} = \frac{600\ m}{1,37\ m / sn \times 60\ sn / dk} = 7,30\ dk$

Kanal çapı belirlendikten sonra bu kabul doğrulanmalıdır (kabulun doğruğu teyit edilmelidir).

v)  $T_a + T_g = T_t = 9 + 7,30 = 16,30\ dk > T_h = 15\ dk$  (büyük olan alınır)

vi)  $T_a + T_g = 16,30\ dk$  için;  $\varphi_h = \frac{24}{(T_t + 9) \times n_h^{0,35}} \rightarrow \varphi_h = \frac{24}{(16,30 + 9) \times 0,5^{0,35}} = 1,209$

vii) Gecikme katsayısı;  $\psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r} = \frac{1,209}{1,000} = 1,209$

viii)  $I_r = 166,67 \times 2\ mm / dk = 333,33\ L / sn - ha$

ix)  $\frac{I_{rasat}}{I_{hesap}} = \frac{\varphi_{rasat}}{\varphi_{hesap}} \rightarrow I_{hesap} = \frac{1,209}{1,000} \times 333,33 = 403\ L / sn - ha$

## 6. Yağmursuyu debisi;

i) *Rasat debisi;*  $Q_r = C \times I_r \times A = 0,55 \times 333,33 \times 2,4 \text{ ha} = 440 \text{ L / sn}$

ii) *Gecikme katsayısı,*  $\psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r} = \frac{1,209}{1,000} = 1,209$

iii) *Hesap debisi,*  $Q_h = \psi \times Q_r = C \times I_h \times A$   
 $= 1,209 \times 440 = 532,0 \text{ L / sn}$

ix)  $\frac{I_{rasat}}{I_{hesap}} = \frac{\varphi_{rasat}}{\varphi_{hesap}}$   
 $I_{hesap} = \frac{1,209}{1,000} \times 333,33$   
 $= 403 \text{ L / sn - ha}$

## 7. Kanal çapı;

$\left| \begin{array}{l} \phi 800 \text{ ve} \\ \%3 \text{ eğim} \end{array} \right| \rightarrow \left| \begin{array}{l} Q_d = 690,7 \text{ L / sn} > 532 \text{ L / sn} \text{ uygun} \\ V_d = 1,37 \text{ m / sn} \end{array} \right|$

## 8. Akış kontrolü;

$$T_a = \frac{600 \text{ m}}{1,37 \times 60} = 7,30 \text{ dk}$$

$$T_t = 16,30 \text{ dk} = 7,30 \text{ dk} + 9 = 16,30 \text{ dk}$$

*Kabul doğrulanmıştır.*

D, mm		300		400		500		600		700		800		900	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,001	%1	0,38	26,9	0,47	59,6	0,56	110,3	0,64	181,9	0,72	277,2	0,79	398,8	0,86	549,1
0,002	%2	0,54	38,0	0,67	84,4	0,79	156,0	0,91	257,3	1,02	392,0	1,12	563,9	1,22	776,5
0,003	%3	0,66	46,5	0,82	103,3	0,97	191,1	1,11	315,1	1,25	480,1	1,37	690,7	1,49	951,1

**Ø700 olsa?**

# ÖRNEK-4

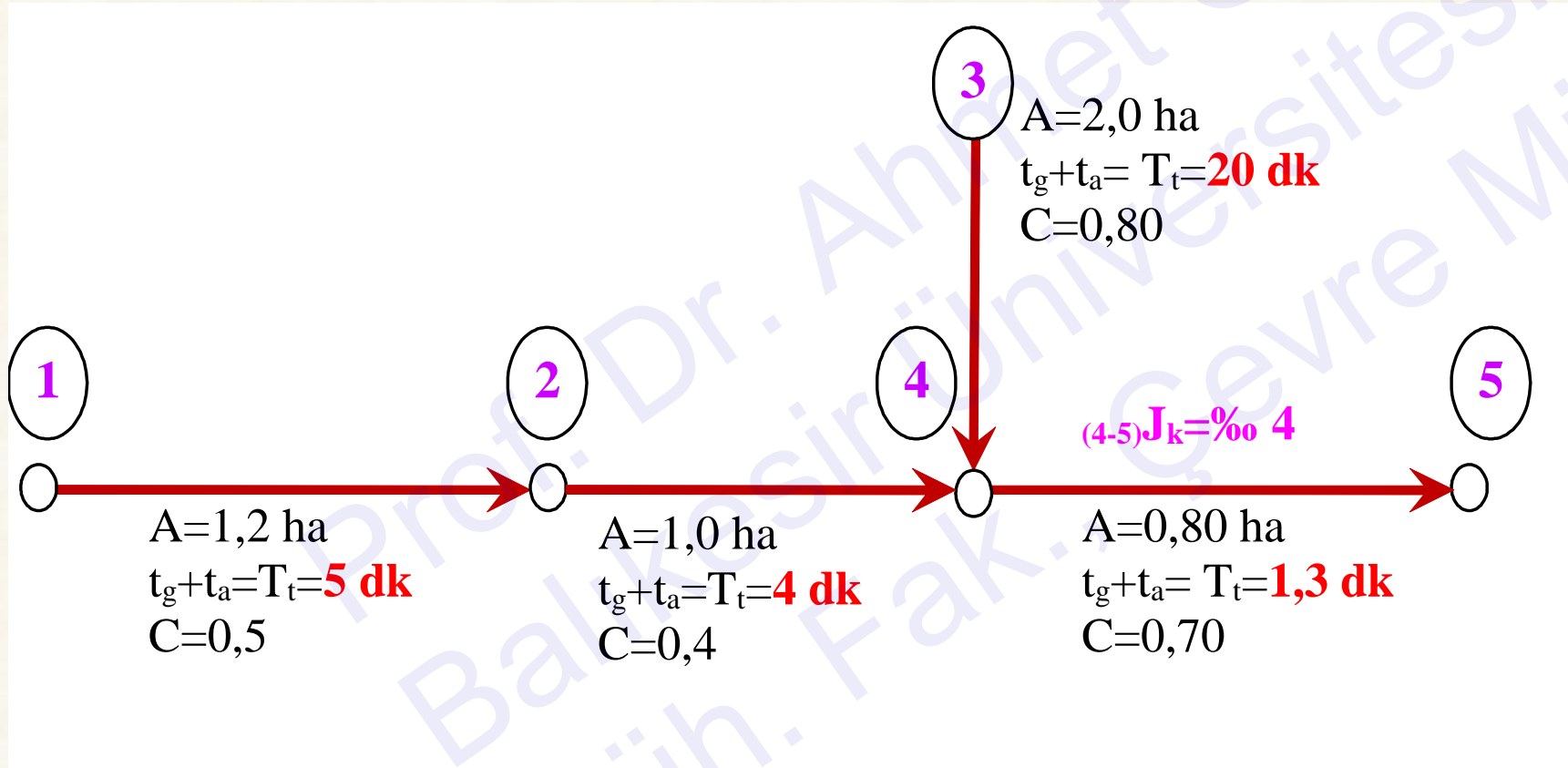
## Yağmur suyu kanalizasyonu



## ÖRNEK-4 Yağmursuyu debisi hesabı ve yağmursuyu kanal tasarımı

Kaynak: Aral, N, () Su Getirme ve Kanalizasyon

Aşağıda planı verilen caddeye ait 5 nolu bacaya gelen yağmursuyu debisini hesaplayınız, yağmursuyu kanalını boyutlandırınız.





$$1. \text{Rasat (gözlem) yağmuru için,} \quad \varphi_r = \frac{24}{(T_r + 9)n_r^{0,35}}; \quad n_r = 0,5 \quad T_r = 15 \text{ dk}, \quad i_r = 12 \text{ mm}$$

$$2. \text{Hesap yağmuru için,} \quad \varphi_h = \frac{24}{(T_h + 9)n_h^{0,35}}; \quad n_h = 1,0 \quad T_h = 15 \text{ dk}$$

$$3. \text{Gecikme katsayısı,} \quad \psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r}$$

$$4. \text{Hesap debisi,} \quad Q_h = \psi \times Q_r$$

### ÇÖZÜM-3 Yağmursuyu debisi hesabı ve yağmursuyu kanal tasarımı

#### Ön değerlendirme-problemin analizi:

Kanalın eğimi ‰ 4 ve  $\Sigma A=5$  ha,  $i=12$  mm/dk,  $C \cong 0,60$  için rasat debisi;

$$Q_r = 0,60 \times 166,67 \text{ (L/sn-ha)} \times 12 / 15 \text{ (mm/dk)} \times 5 \text{ ha} = 400 \text{ L/sn}$$

Bu hesap debisi değildir. Rasat debisinden, hesap debisini bulmak gerekir.

D, mm		300		400		500		600		700	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,001	‰1	0,38	26,9	0,47	59,6	0,56	110,3	0,64	181,9	0,72	277,2
0,002	‰2	0,54	38,0	0,67	84,4	0,79	156,0	0,91	257,3	1,02	392,0
0,003	‰3	0,66	46,5	0,82	103,3	0,97	191,1	1,11	315,1	1,25	480,1
0,004	‰4	0,76	53,7	0,95	119,3	1,12	220,6	1,29	363,8	1,44	554,4
0,005	‰5	0,85	60,1	1,06	133,4	1,26	246,7	1,44	406,7	1,61	619,8

**Kanal çapı Ø700 olabilir mi?**



### ÇÖZÜM-3 Yağmursuyu debisi hesabı ve yağmursuyu kanal tasarımı

1. Ortalama akış hızı katsayısı;

$$C_{ort} = \frac{0,5 \times 1,2 + 1,0 \times 0,4 + 0,80 \times 0,70 + 2,0 \times 0,8}{1,2 + 1,0 + 2,0 + 0,8} = 0,632$$

2. Gecikme;

$$\varphi_r = \frac{24}{(15 + 9) \times 0,5^{0,35}} = 1,275$$

$$\varphi_h = \frac{24}{(T_a + T_a + 9) \times n_h^{0,35}} \rightarrow \varphi_h = \frac{24}{(21,3 + 9) \times 1,0^{0,35}} = 0,792$$

$$\psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r} = \frac{0,792}{1,275} = 0,621$$

3. Yağmurun verimi;

$$I_r = 166,67 \times \frac{12}{15} = 133,34 \text{ L / sn - ha}$$

$$\frac{I_{rasat}}{I_{hesap}} = \frac{\varphi_{rasat}}{\varphi_{hesap}} \rightarrow I_{hesap} = \frac{0,792}{1,275} \times 133,34 = 82,83 \text{ L / sn - ha}$$



#### 4. Yağmursuyu debisi;

$$Q_{4-5} = C \times I_h \times A = \psi \times C \times I_r \times A$$
$$= 0,621 \times 82,83 \times 5,0 = 257,18 L / sn$$

#### 5. Kanal çapı;

*Kanal çapı;*

$$\left| \begin{array}{l} \phi 600 \text{ ve} \\ \%4 \text{ eğim} \end{array} \right| \rightarrow \left| \begin{array}{l} Q_d = 363,8 L / sn > 257,18 L / sn \text{ uygundur.} \\ V_d = 1,29 m / sn \end{array} \right.$$

Toplanma süresi **21,3 dk** olduğundan hesap yağmurunun süresine göre gecikme olur ve hesap debisi rasat debisinden düşük çıkmaktadır.

D, mm		300		400		500		600		700	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,001	%01	0,38	26,9	0,47	59,6	0,56	110,3	0,64	181,9	0,72	277,2
0,002	%02	0,54	38,0	0,67	84,4	0,79	156,0	0,91	257,3	1,02	392,0
0,003	%03	0,66	46,5	0,82	103,3	0,97	191,1	1,11	315,1	1,25	480,1
0,004	%04	0,76	53,7	0,95	119,3	1,12	220,6	1,29	363,8	1,44	554,4
0,005	%05	0,85	60,1	1,06	133,4	1,26	246,7	1,44	406,7	1,61	619,8



D, mm		300		400		500		600		700		800		900		1000		1100		1250	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,001	%01	0,38	26,9	0,47	59,6	0,56	110,3	0,64	181,9	0,72	277,2	0,79	398,8	0,86	549,1	0,93	730,5	0,99	945,1	1,09	1334,1
0,002	%02	0,54	38,0	0,67	84,4	0,79	156,0	0,91	257,3	1,02	392,0	1,12	563,9	1,22	776,5	1,32	1033,1	1,41	1336,6	1,54	1886,7
0,003	%03	0,66	46,5	0,82	103,3	0,97	191,1	1,11	315,1	1,25	480,1	1,37	690,7	1,49	951,1	1,61	1265,2	1,72	1637,0	1,88	2310,7
0,004	%04	0,76	53,7	0,95	119,3	1,12	220,6	1,29	363,8	1,44	554,4	1,59	797,5	1,73	1098,2	1,86	1461,0	1,99	1890,3	2,17	2668,2
0,005	%05	0,85	60,1	1,06	133,4	1,26	246,7	1,44	406,7	1,61	619,8	1,77	891,7	1,93	1227,8	2,08	1633,4	2,22	2113,4	2,43	2983,1
0,006	%06	0,93	65,8	1,16	146,1	1,38	270,2	1,58	445,6	1,76	679,0	1,94	976,8	2,11	1345,0	2,28	1789,3	2,44	2315,1	2,66	3267,9
0,007	%07	1,01	71,1	1,26	157,8	1,49	291,9	1,70	481,3	1,91	733,4	2,10	1055,1	2,28	1452,8	2,46	1932,7	2,63	2500,6	2,88	3529,7
0,008	%08	1,08	76,0	1,34	168,7	1,59	312,0	1,82	514,5	2,04	784,0	2,24	1127,9	2,44	1553,1	2,63	2066,1	2,81	2673,3	3,07	3773,4
0,009	%09	1,14	80,6	1,42	178,9	1,69	331,0	1,93	545,7	2,16	831,6	2,38	1196,3	2,59	1647,3	2,79	2191,5	2,98	2835,4	3,26	4002,3
0,010	%10	1,20	85,0	1,50	188,6	1,78	348,9	2,03	575,2	2,28	876,5	2,51	1261,0	2,73	1736,4	2,94	2310,0	3,14	2988,8	3,44	4218,8
0,011	%11	1,26	89,1	1,57	197,8	1,86	365,9	2,13	603,3	2,39	919,3	2,63	1322,6	2,86	1821,2	3,08	2422,7	3,30	3134,7	3,61	4424,7
0,012	%12	1,32	93,1	1,64	206,6	1,95	382,1	2,23	630,1	2,50	960,2	2,75	1381,4	2,99	1902,1	3,22	2530,5	3,45	3274,1	3,77	4621,5
0,013	%13	1,37	96,9	1,71	215,1	2,03	397,8	2,32	655,9	2,60	999,4	2,86	1437,8	3,11	1979,8	3,35	2633,8	3,59	3407,7	3,92	4810,2
0,014	%14	1,42	100,5	1,78	223,2	2,10	412,8	2,41	680,6	2,69	1037,1	2,97	1492,1	3,23	2054,5	3,48	2733,2	3,72	3536,4	4,07	4991,7
0,015	%15	1,47	104,1	1,84	231,0	2,18	427,3	2,49	704,5	2,79	1073,5	3,07	1544,4	3,34	2126,6	3,60	2829,2	3,85	3660,5	4,21	5166,9
0,016	%16	1,52	107,5	1,90	238,6	2,25	441,3	2,57	727,6	2,88	1108,8	3,17	1595,1	3,45	2196,4	3,72	2921,9	3,98	3780,6	4,35	5336,4
0,017	%17	1,57	110,8	1,96	245,9	2,32	454,8	2,65	750,0	2,97	1142,9	3,27	1644,2	3,56	2264,0	3,83	3011,9	4,10	3896,9	4,48	5500,6
0,018	%18	1,61	114,0	2,01	253,1	2,38	468,0	2,73	771,8	3,06	1176,0	3,37	1691,8	3,66	2329,6	3,95	3099,2	4,22	4009,9	4,61	5660,1
0,019	%19	1,66	117,1	2,07	260,0	2,45	480,9	2,80	792,9	3,14	1208,2	3,46	1738,2	3,76	2393,5	4,05	3184,1	4,34	4119,8	4,74	5815,2
0,020	%20	1,70	120,2	2,12	266,7	2,51	493,4	2,88	813,5	3,22	1239,6	3,55	1783,4	3,86	2455,6	4,16	3266,8	4,45	4226,8	4,86	5966,3
0,021	%21	1,74	123,1	2,18	273,3	2,57	505,5	2,95	833,6	3,30	1270,2	3,64	1827,4	3,96	2516,3	4,26	3347,5	4,56	4331,2	4,98	6113,6
0,022	%22	1,78	126,0	2,23	279,8	2,64	517,4	3,02	853,2	3,38	1300,1	3,72	1870,4	4,05	2575,5	4,36	3426,3	4,66	4433,1	5,10	6257,5
0,023	%23	1,82	128,9	2,28	286,1	2,69	529,1	3,09	872,4	3,45	1329,4	3,80	1912,4	4,14	2633,4	4,46	3503,3	4,77	4532,7	5,21	6398,1
0,024	%24	1,86	131,6	2,33	292,2	2,75	540,4	3,15	891,1	3,53	1357,9	3,89	1953,6	4,23	2690,0	4,56	3578,6	4,87	4630,2	5,33	6535,7
0,025	%25	1,90	134,4	2,37	298,2	2,81	551,6	3,22	909,5	3,60	1385,9	3,97	1993,9	4,32	2745,5	4,65	3652,4	4,97	4725,7	5,44	6670,5



D, mm		300		400		500		600		700		800		900		1000		1100		1250	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,026	%026	1,94	137,0	2,42	304,1	2,86	562,5	3,28	927,5	3,67	1413,4	4,05	2033,3	4,40	2799,9	4,74	3724,8	5,07	4819,3	5,54	6802,6
0,027	%027	1,98	139,6	2,47	309,9	2,92	573,2	3,34	945,2	3,74	1440,3	4,12	2072,1	4,48	2853,2	4,83	3795,7	5,17	4911,1	5,65	6932,2
0,028	%028	2,01	142,2	2,51	315,6	2,97	583,7	3,40	962,5	3,81	1466,7	4,20	2110,1	4,57	2905,6	4,92	3865,4	5,26	5001,2	5,75	7059,4
0,029	%029	2,05	144,7	2,56	321,2	3,03	594,1	3,46	979,6	3,88	1492,7	4,27	2147,5	4,65	2957,0	5,01	3933,8	5,36	5089,7	5,85	7184,3
0,030	%030	2,08	147,2	2,60	326,7	3,08	604,2	3,52	996,3	3,95	1518,2	4,35	2184,2	4,73	3007,5	5,09	4001,0	5,45	5176,7	5,95	7307,2
0,031	%031	2,12	149,6	2,64	332,1	3,13	614,2	3,58	1012,8	4,01	1543,3	4,42	2220,3	4,81	3057,3	5,18	4067,2	5,54	5262,3	6,05	7427,9
0,032	%032	2,15	152,0	2,69	337,4	3,18	624,0	3,64	1029,0	4,07	1568,0	4,49	2255,8	4,88	3106,2	5,26	4132,2	5,63	5346,5	6,15	7546,8
0,033	%033	2,18	154,4	2,73	342,6	3,23	633,7	3,70	1045,0	4,14	1592,3	4,56	2290,8	4,96	3154,3	5,34	4196,3	5,71	5429,4	6,25	7663,8
0,034	%034	2,22	156,7	2,77	347,8	3,28	643,3	3,75	1060,7	4,20	1616,3	4,63	2325,2	5,03	3201,8	5,42	4259,4	5,80	5511,1	6,34	7779,1
0,035	%035	2,25	159,0	2,81	352,9	3,32	652,6	3,81	1076,2	4,26	1639,9	4,69	2359,2	5,11	3248,5	5,50	4321,6	5,88	5591,5	6,43	7892,6
0,036	%036	2,28	161,2	2,85	357,9	3,37	661,9	3,86	1091,4	4,32	1663,1	4,76	2392,6	5,18	3294,6	5,58	4382,9	5,97	5670,8	6,52	8004,6
0,037	%037	2,31	163,5	2,89	362,8	3,42	671,0	3,91	1106,5	4,38	1686,1	4,83	2425,6	5,25	3340,0	5,66	4443,4	6,05	5749,1	6,61	8115,0
0,038	%038	2,34	165,7	2,93	367,7	3,46	680,0	3,97	1121,3	4,44	1708,7	4,89	2458,2	5,32	3384,9	5,73	4503,0	6,13	5826,2	6,70	8223,9
0,039	%039	2,37	167,8	2,96	372,5	3,51	688,9	4,02	1136,0	4,50	1731,0	4,95	2490,3	5,39	3429,1	5,81	4561,9	6,21	5902,4	6,79	8331,4
0,040	%040	2,40	170,0	3,00	377,2	3,55	697,7	4,07	1150,5	4,56	1753,1	5,02	2522,1	5,46	3472,8	5,88	4620,0	6,29	5977,6	6,88	8437,6
0,041	%041	2,43	172,1	3,04	381,9	3,60	706,4	4,12	1164,7	4,61	1774,9	5,08	2553,4	5,53	3515,9	5,96	4677,4	6,37	6051,8	6,96	8542,4
0,042	%042	2,46	174,2	3,08	386,6	3,64	714,9	4,17	1178,9	4,67	1796,4	5,14	2584,3	5,59	3558,6	6,03	4734,1	6,45	6125,2	7,05	8645,9
0,043	%043	2,49	176,2	3,11	391,1	3,68	723,4	4,22	1192,8	4,72	1817,7	5,20	2614,9	5,66	3600,7	6,10	4790,1	6,52	6197,7	7,13	8748,3
0,044	%044	2,52	178,3	3,15	395,7	3,73	731,8	4,27	1206,6	4,78	1838,7	5,26	2645,2	5,73	3642,3	6,17	4845,5	6,60	6269,3	7,21	8849,4
0,045	%045	2,55	180,3	3,18	400,1	3,77	740,0	4,32	1220,2	4,83	1859,4	5,32	2675,0	5,79	3683,5	6,24	4900,2	6,67	6340,2	7,29	8949,4
0,046	%046	2,58	182,3	3,22	404,5	3,81	748,2	4,36	1233,7	4,89	1880,0	5,38	2704,6	5,85	3724,2	6,31	4954,4	6,75	6410,2	7,37	9048,3
0,047	%047	2,61	184,2	3,25	408,9	3,85	756,3	4,41	1247,1	4,94	1900,3	5,44	2733,8	5,92	3764,4	6,38	5007,9	6,82	6479,5	7,45	9146,1
0,048	%048	2,63	186,2	3,29	413,2	3,89	764,3	4,46	1260,3	4,99	1920,4	5,50	2762,8	5,98	3804,3	6,44	5060,9	6,89	6548,1	7,53	9242,9
0,049	%049	2,66	188,1	3,32	417,5	3,93	772,2	4,50	1273,3	5,04	1940,3	5,55	2791,4	6,04	3843,7	6,51	5113,4	6,96	6616,0	7,61	9338,7
0,050	%050	2,69	190,0	3,36	421,8	3,97	780,1	4,55	1286,3	5,09	1960,0	5,61	2819,7	6,10	3882,7	6,58	5165,3	7,03	6683,1	7,69	9433,5



D, mm		300		400		500		600		700		800		900		1000		1100		1250	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,051	%51	2,71	191,9	3,39	426,0	4,01	787,8	4,59	1299,0	5,14	1979,5	5,67	2847,8	6,16	3921,3	6,64	5216,7	7,10	6749,6	7,76	9527,4
0,052	%52	2,74	193,8	3,42	430,1	4,05	795,5	4,64	1311,7	5,19	1998,8	5,72	2875,6	6,22	3959,6	6,71	5267,6	7,17	6815,5	7,84	9620,3
0,053	%53	2,77	195,6	3,46	434,2	4,09	803,1	4,68	1324,3	5,24	2018,0	5,78	2903,1	6,28	3997,5	6,77	5318,0	7,24	6880,7	7,91	9712,4
0,054	%54	2,79	197,5	3,49	438,3	4,13	810,7	4,73	1336,7	5,29	2036,9	5,83	2930,4	6,34	4035,0	6,83	5367,9	7,31	6945,3	7,99	9803,6
0,055	%55	2,82	199,3	3,52	442,4	4,17	818,1	4,77	1349,0	5,34	2055,7	5,88	2957,4	6,40	4072,2	6,90	5417,4	7,38	7009,3	8,06	9893,9
0,056	%56	2,84	201,1	3,55	446,4	4,20	825,5	4,81	1361,2	5,39	2074,3	5,94	2984,1	6,46	4109,1	6,96	5466,4	7,44	7072,8	8,14	9983,5
0,057	%57	2,87	202,9	3,58	450,3	4,24	832,9	4,86	1373,3	5,44	2092,7	5,99	3010,7	6,52	4145,6	7,02	5515,0	7,51	7135,6	8,21	10072,2
0,058	%58	2,90	204,7	3,61	454,3	4,28	840,2	4,90	1385,3	5,49	2111,0	6,04	3037,0	6,57	4181,8	7,08	5563,2	7,57	7198,0	8,28	10160,2
0,059	%59	2,92	206,4	3,65	458,2	4,32	847,4	4,94	1397,2	5,53	2129,1	6,09	3063,0	6,63	4217,7	7,14	5611,0	7,64	7259,7	8,35	10247,4
0,060	%60	2,94	208,2	3,68	462,0	4,35	854,5	4,98	1409,0	5,58	2147,1	6,15	3088,9	6,69	4253,3	7,20	5658,3	7,70	7321,0	8,42	10333,9
0,061	%61	2,97	209,9	3,71	465,9	4,39	861,6	5,02	1420,7	5,63	2164,9	6,20	3114,5	6,74	4288,6	7,26	5705,3	7,77	7381,8	8,49	10419,6
0,062	%62	2,99	211,6	3,74	469,7	4,42	868,6	5,07	1432,3	5,67	2182,6	6,25	3139,9	6,80	4323,6	7,32	5751,8	7,83	7442,0	8,56	10504,7
0,063	%63	3,02	213,3	3,77	473,4	4,46	875,6	5,11	1443,8	5,72	2200,1	6,30	3165,2	6,85	4358,3	7,38	5798,0	7,89	7501,8	8,63	10589,1
0,064	%64	3,04	215,0	3,80	477,2	4,49	882,5	5,15	1455,2	5,76	2217,5	6,35	3190,2	6,91	4392,8	7,44	5843,9	7,96	7561,1	8,70	10672,8
0,065	%65	3,06	216,7	3,83	480,9	4,53	889,4	5,19	1466,6	5,81	2234,8	6,40	3215,0	6,96	4427,0	7,50	5889,4	8,02	7620,0	8,76	10755,8
0,066	%66	3,09	218,3	3,86	484,6	4,56	896,2	5,23	1477,8	5,85	2251,9	6,45	3239,6	7,01	4460,9	7,56	5934,5	8,08	7678,3	8,83	10838,3
0,067	%67	3,11	220,0	3,89	488,2	4,60	903,0	5,27	1488,9	5,90	2268,9	6,49	3264,1	7,07	4494,6	7,61	5979,3	8,14	7736,3	8,90	10920,1
0,068	%68	3,13	221,6	3,91	491,9	4,63	909,7	5,31	1500,0	5,94	2285,8	6,54	3288,4	7,12	4528,0	7,67	6023,7	8,20	7793,8	8,96	11001,3
0,069	%69	3,16	223,2	3,94	495,5	4,67	916,4	5,34	1511,0	5,98	2302,5	6,59	3312,5	7,17	4561,2	7,73	6067,9	8,26	7850,9	9,03	11081,9
0,070	%70	3,18	224,8	3,97	499,0	4,70	923,0	5,38	1521,9	6,03	2319,1	6,64	3336,4	7,22	4594,1	7,78	6111,7	8,32	7907,6	9,10	11161,9
0,071	%71	3,20	226,4	4,00	502,6	4,73	929,5	5,42	1532,7	6,07	2335,6	6,68	3360,1	7,27	4626,8	7,84	6155,2	8,38	7963,9	9,16	11241,3
0,072	%72	3,23	228,0	4,03	506,1	4,77	936,1	5,46	1543,5	6,11	2352,0	6,73	3383,7	7,32	4659,3	7,89	6198,4	8,44	8019,8	9,22	11320,2
0,073	%73	3,25	229,6	4,06	509,6	4,80	942,5	5,50	1554,2	6,15	2368,3	6,78	3407,1	7,37	4691,5	7,95	6241,3	8,50	8075,3	9,29	11398,5
0,074	%74	3,27	231,2	4,08	513,1	4,83	949,0	5,53	1564,8	6,20	2384,5	6,82	3430,4	7,42	4723,5	8,00	6283,9	8,56	8130,4	9,35	11476,4
0,075	%75	3,29	232,7	4,11	516,6	4,87	955,4	5,57	1575,3	6,24	2400,5	6,87	3453,5	7,47	4755,3	8,05	6326,2	8,61	8185,1	9,41	11553,6



D, mm		300		400		500		600		700		800		900		1000		1100		1250	
J	J	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn	V <sub>d</sub> m/sn	Q <sub>d</sub> L/sn
0,076	%76	3,31	234,3	4,14	520,0	4,90	961,7	5,61	1585,8	6,28	2416,5	6,92	3476,4	7,52	4786,9	8,11	6368,2	8,67	8239,5	9,48	11630,4
0,077	%77	3,34	235,8	4,17	523,4	4,93	968,0	5,65	1596,2	6,32	2432,3	6,96	3499,2	7,57	4818,3	8,16	6410,0	8,73	8293,6	9,54	11706,7
0,078	%78	3,36	237,3	4,19	526,8	4,96	974,3	5,68	1606,5	6,36	2448,1	7,01	3521,9	7,62	4849,5	8,21	6451,5	8,78	8347,2	9,60	11782,4
0,079	%79	3,38	238,8	4,22	530,2	4,99	980,5	5,72	1616,8	6,40	2463,7	7,05	3544,4	7,67	4880,5	8,27	6492,7	8,84	8400,6	9,66	11857,7
0,080	%80	3,40	240,4	4,25	533,5	5,03	986,7	5,75	1627,0	6,44	2479,3	7,10	3566,7	7,72	4911,3	8,32	6533,7	8,90	8453,6	9,72	11932,5
0,081	%81	3,42	241,9	4,27	536,8	5,06	992,9	5,79	1637,1	6,48	2494,7	7,14	3589,0	7,77	4941,9	8,37	6574,4	8,95	8506,2	9,78	12006,9
0,082	%82	3,44	243,3	4,30	540,1	5,09	999,0	5,83	1647,2	6,52	2510,1	7,18	3611,0	7,82	4972,3	8,42	6614,8	9,01	8558,6	9,84	12080,8
0,083	%83	3,46	244,8	4,32	543,4	5,12	1005,0	5,86	1657,2	6,56	2525,3	7,23	3633,0	7,86	5002,5	8,47	6655,0	9,06	8610,6	9,90	12154,2
0,084	%84	3,48	246,3	4,35	546,7	5,15	1011,1	5,90	1667,2	6,60	2540,5	7,27	3654,8	7,91	5032,6	8,52	6695,0	9,12	8662,3	9,96	12227,2
0,085	%85	3,50	247,8	4,38	549,9	5,18	1017,1	5,93	1677,1	6,64	2555,6	7,31	3676,5	7,96	5062,4	8,57	6734,7	9,17	8713,7	10,02	12299,8

