



# CMC 3206 Kanalizasyon Sistemlerinin Tasarımı

## 1. Ders

### KANAL TASARIMI

**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



Ders sayısı	Ders puanı +	Final + Eklenik
1	☒ Devamsız	☒ Devamsız
2	☒ Devamsız	☒ Devamsız
3	-10	-20
4	-6	-10
5	-4	-4
6	0	0
7	1	1
8	2	3
9	3	6
10	4	10
11	5	15
12	5	20



Casio FX-5800P  
Bilimsel Fonksiyonlu Hesap Makinesi  
10+2 Hane Programlanabilir



## ATIKSU KANALLARINDA AKIM

Atıksu kanalları;

- (1) serbest (açık) yüzeyli (basıncsız) olarak,
- (2) permanent ve üniform olmayan akım şartlarını yerine getirecek tarzda ve
- (3) atık maddelerin çökmesine ve ayrışmasına meydan vermeyecek veya çökmeyi ve ayrışmayı normal sınırlar içinde tutarak iletecek şekilde hesap edilirler ve projelendirilirler.

Atıksu kanalları 1869 yılında geliştirilen Kutter Formülü ve 1890'da geliştirilmiş olan Manning Formülüne göre projelendirilebilir. Manning Formülü, daha uzun ve kullanışsız olan, Kutter ve Ganguillet formülleri kadar deneysel sonuçları sağlamakta ve matematik bakımdan kullanılmaya daha elverişlidir. Bu sebepten Manning formülü açık kanallardaki (açık yüzeyli) akımla ilgili bütün hesaplarda uygulanmıştır.

**Ganguillet-Kutter formülüne göre;**

$$V = C\sqrt{RJ} \quad \text{ve} \quad C = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \quad (m = 0,35)$$

$$V = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \sqrt{RJ}$$



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	<b>0,66</b>	<b>46,5</b>	<b>0,82</b>	<b>103,3</b>	<b>0,97</b>	<b>191,1</b>	<b>1,11</b>	<b>315,1</b>	<b>1,25</b>	<b>480,1</b>
0,004	%04	0,76	53,7	0,95	119,3	1,12	220,6	<b>1,29</b>	<b>363,8</b>	1,44	554,4
0,005	%05	0,85	60,1	<b>1,06</b>	<b>133,4</b>	1,26	246,7	1,44	406,7	1,61	619,8
0,006	%06	0,93	65,8	1,16	146,1	1,38	270,2	1,58	445,6	1,76	679,0
0,007	%07	1,01	71,1	1,26	157,8	1,49	291,9	1,70	481,3	1,91	733,4
0,008	%08	1,08	76,0	1,34	168,7	1,59	312,0	1,82	514,5	2,04	784,0
0,009	%09	1,14	80,6	1,42	178,9	1,69	331,0	1,93	545,7	2,16	831,6
0,010	%10	1,20	85,0	1,50	188,6	1,78	348,9	2,03	575,2	2,28	876,5
0,011	%11	1,26	89,1	1,57	197,8	1,86	365,9	2,13	603,3	2,39	919,3
0,012	%12	1,32	93,1	1,64	206,6	1,95	382,1	2,23	630,1	2,50	960,2
0,013	%13	1,37	96,9	1,71	215,1	2,03	397,8	2,32	655,9	2,60	999,4
0,014	%14	1,42	100,5	1,78	223,2	2,10	412,8	2,41	680,6	2,69	1037,1
0,015	%15	1,47	104,1	1,84	231,0	2,18	427,3	2,49	704,5	2,79	1073,5
0,016	%16	1,52	107,5	1,90	238,6	2,25	441,3	2,57	727,6	2,88	1108,8
0,017	%17	1,57	110,8	1,96	245,9	2,32	454,8	2,65	750,0	2,97	1142,9
0,018	%18	1,61	114,0	2,01	253,1	2,38	468,0	2,73	771,8	3,06	1176,0
0,019	%19	1,66	117,1	2,07	260,0	2,45	480,9	2,80	792,9	3,14	1208,2
0,020	%20	1,70	120,2	2,12	266,7	2,51	493,4	2,88	813,5	3,22	1239,6
0,021	%21	1,74	123,1	2,18	273,3	2,57	505,5	2,95	833,6	3,30	1270,2
0,022	%22	1,78	126,0	2,23	279,8	2,64	517,4	3,02	853,2	3,38	1300,1
0,023	%23	1,82	128,9	2,28	286,1	2,69	529,1	3,09	872,4	3,45	1329,4
0,024	%24	1,86	131,6	2,33	292,2	2,75	540,4	3,15	891,1	3,53	1357,9
0,025	%25	1,90	134,4	2,37	298,2	2,81	551,6	3,22	909,5	3,60	1385,9
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

$$V = C\sqrt{RJ} \quad \text{ve} \quad C = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \quad (m = 0,35)$$

$$V = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \sqrt{RJ} \quad R = \frac{\text{Islak alan}}{\text{Islak çevre}}$$

Herhangi bir çap ve eğim için dolu debi ve dolu hızı hesaplayınız.



**D=Ø..... ve J=%00.....**

i)  $R = \frac{\text{Islak alan}}{\text{Islak çevre}}$

ii)  $C = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \quad (m = 0,35)$

iii)  $V = C\sqrt{RJ}$

iv)  $A = \frac{\pi D^2}{4}$

v)  $Q_d = V_d \times A$



## Atıksu Kanalizasyon Sistemleri

Su temini sistemleri basınçlı akım olarak planlanırken, atıksu toplama ve uzaklaştırma sistemleri **açık yüzeyli akım** olarak projelendirilir. Basınçlı akımların hidrolüğünde yaygın olarak Darcy Weisbach Formülü uygulanır ve bu formül açık yüzeyli akımlarda uygulanmaz. Açık yüzeyli akımların hidrolüğünde ise Manning, Kutter ya da Prandtl-Colebrook Formülleri uygulanabilir.

Manning Formülü hem açık yüzeyli akımlar için hem de basınçlı akımlar için geçerlidir. Ancak, basınçlı akımlar için Darcy Weisbach Formülünün uygulanması daha basit olduğundan, Manning Formülü açık yüzeyli akımların hidrolüğünde uygulanır.

Darcy Weisbach formülü;

$$J = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \times g}$$

{ Sadece basınçlı akımların hidrolüğü }

Manning Formülü;

$$V = \frac{1}{n} \cdot J^{1/2} \cdot R^{2/3}$$

{ Hem açık yüzeyli, he basınçlı akımların hidrolüğü }

$$V = \frac{1}{0,013} \cdot J^{1/2} \cdot R^{2/3}$$

# KANALİZASYON SİSTEMLERİNİN TASARIM PRENSİPLERİ

## 1. Kanalizasyon sistemlerinde atıksu debisi;

$$Q = \frac{\max q_{\text{gün}} \times N}{\alpha \times 3600}$$

Q: atıksu debisi, L/sn

$\max q_{\text{gün}}$ : kişi başına maksimum günlük su tüketimi, L/N-gün

$\alpha$ : kanala intikal süresi, saat

Nüfus	$\alpha$ (saat)
>500 000	16
100 000- 500 000	14
20 000 - 100 000	12
5 000 - 20 000	10
<5 000	8

**Kanala intikal süresi nüfusla niçin değişir?**

## 2. Kanallarda maksimum ve minimum hızlar;

Atıksu kanallarında kum partiküllerinin çökmesini engellemek için minimum atıksu akış hızı;

$$V_{\min.} = 0,5-0,6 \text{ m/sn'dir}$$

Atıksu kanallarının cidarlarında yüksek akış hızından kaynaklanan kum partiküllerinin sebep olabileceği aşınma olmaması için azami atıksu akış hızı;

$$V_{\max.} = 2,5-3,0 \text{ m/sn'dir.}$$

Birleşik sistem kanallarında azami atıksu akış hızı;

$$V_{\max.} = 5,0 \text{ m/sn'dir.}$$

**Kanallarda hız kriteri nasıl uygulanır?**

**Birleşik sistem kanallarında maksimum hız niçin 5 m/sn'ye kadar uygulanabilir?**





### 3. Kanalizasyon sistemlerinde eğim;

Atıksu kollarlarında maksimum ve minimum kanal eğimleri;

$$J_{\min} = \frac{1}{D(\text{mm})} = \text{‰}2-3 \quad D_{\min} = \phi 300$$

$$J_{\max} = \text{‰}8 \quad D_{\max} = \phi ??$$

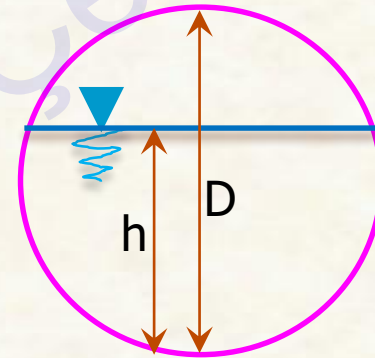
Boru çapı arttıkça daha düşük eğimlerde bile hız kriteri için sağlanabilir?

Maksimum kanal çapı için yoktur.

### 4. Kanallarda doluluk oranı;

- Kanallar kısmen dolu akışa göre projelendirilir: Atıksu kanallarında maksimum doluluk oranı h/D cinsinden %60'tan düşük olmalıdır.
- Atıksu kanalları açık yüzeyli akımdır, kısmen doludur.
- Tam dolu akışta basınçlı akım gibi çalışır ve bunun sonucunda bina bağlantı noktalarından ve bacalardan atıksu geri tepebilir.

Atıksu kanalları için kısmi dolu akışa göre projelendirilir.



$$\frac{h}{D} \leq 0,60$$

$$\frac{Q}{Q_d} \leq 0,67$$

Kanal enkesiti

profil D m	1 : 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 300 ‰		1 : 4 250 ‰		1 : 5 200 ‰		1 : 6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 150 ‰		1 : 10 100 ‰		1 : 11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 90 ‰		1 : 12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 80 ‰		1 : 14 <sup>1</sup> / <sub>7</sub> 70 ‰		1 : 16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> 60 ‰	
	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
0,125	3,25	40	2,97	36	2,65	32	2,29	28	1,87	23	1,78	22	1,68	20	1,57	19	1,45	18
0,150			3,46	61	3,09	54	2,68	47	2,18	38	2,07	36	1,95	34	1,83	32	1,69	30
0,175					3,50	84	3,03	73	2,48	59	2,35	56	2,22	53	2,07	50	1,92	46
0,20							3,38	106	2,76	86	2,62	82	2,47	77	2,32	72	2,14	67
0,25									3,28	162	3,12	153	2,94	144	2,76	133	2,54	125
0,30													3,40	240	3,18	223	2,94	207
0,35																	3,34	321
0,40																		
0,45																		
0,50																		

Aynı eğim için kanal çapı arttıkça kanaldaki akış hızı niçin artar?

Çap arttıkça dolu debi ve dolu hız niçin hesaplanmamıştır?



profil D m	1 : 40 25 ‰		1 : 41 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> 24 ‰		1 : 43 <sup>11</sup> / <sub>13</sub> 23 ‰		1 : 45 <sup>5</sup> / <sub>11</sub> 22 ‰		1 : 47 <sup>13</sup> / <sub>21</sub> 21 ‰		1 : 50 20 ‰		1 : 52 <sup>12</sup> / <sub>19</sub> 19 ‰		1 : 55 <sup>9</sup> / <sub>19</sub> 18 ‰		1 : 58 <sup>14</sup> / <sub>17</sub> 17 ‰	
	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
0,125	0,94	11	0,92	11	0,90	11	0,88	10	0,86	10	0,84	10	0,82	10	0,79	9	0,77	9
0,150	1,09	19	1,07	19	1,05	18	1,02	18	1,00	17	0,97	17	0,95	17	0,93	16	0,90	16
0,175	1,23	29	1,21	29	1,19	28	1,16	28	1,13	27	1,10	26	1,08	26	1,05	25	1,02	24
0,20	1,38	43	1,35	42	1,33	41	1,29	40	1,27	39	1,23	38	1,20	37	1,17	36	1,13	35
0,25	1,64	81	1,61	79	1,58	78	1,54	76	1,51	74	1,47	72	1,43	70	1,39	68	1,35	66
0,30	1,90	134	1,86	131	1,82	129	1,78	125	1,74	123	1,69	120	1,66	117	1,61	113	1,56	110
0,35	2,15	207	2,11	203	2,07	199	2,01	194	1,97	190	1,91	185	1,88	181	1,82	176	1,77	170
0,40	2,37	299	2,33	293	2,28	287	2,22	280	2,18	274	2,12	266	2,07	261	2,01	253	1,95	246
0,45	2,57	409	2,53	401	2,48	394	2,41	383	2,36	376	2,30	365	2,25	358	2,18	347	2,12	337
0,50	2,81	548	2,76	540	2,71	530	2,63	516	2,58	506	2,51	492	2,46	481	2,38	467	2,31	454
0,55	3,00	715	2,95	702	2,89	689	2,81	670	2,76	657	2,68	639	2,62	625	2,55	608	2,47	590
0,60	3,22	914	3,16	897	3,10	880	3,02	856	2,96	839	2,88	816	2,82	798	2,74	775	2,65	753
0,65	3,40	1129	3,33	1108	3,27	1085	3,18	1059	3,12	1035	3,03	1008	2,97	986	2,88	959	2,80	930
0,70					3,45	1330	3,36	1293	3,29	1268	3,20	1239	3,13	1207	3,04	1171	2,95	1138
0,80													3,13	1207	3,04	1171	2,95	1138
													6	1740	3,36	1690	3,26	1640

**Aynı eğim için kanal çapı arttıkça kanaldaki akış hızı niçin artar?**



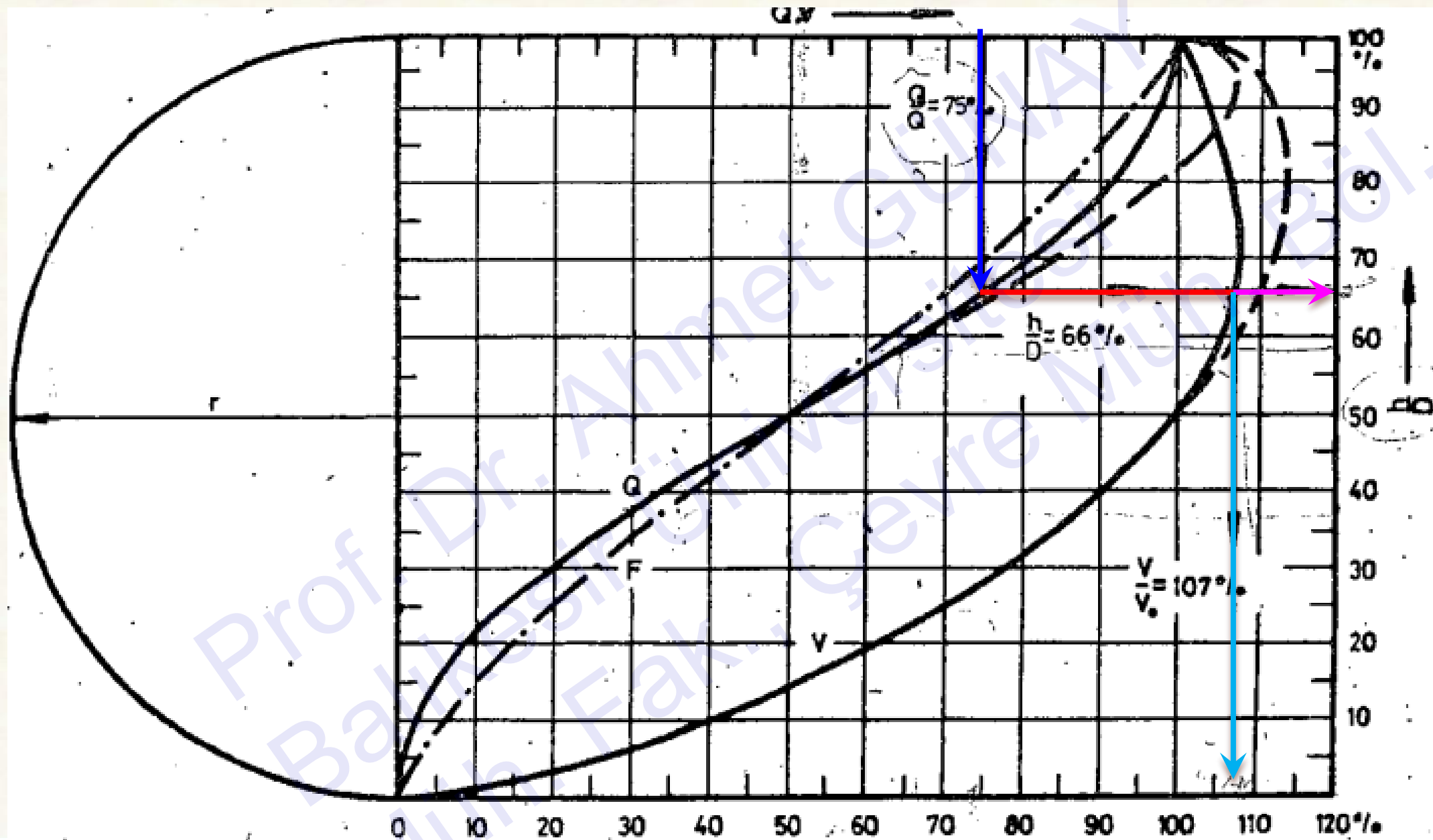
profil D m	1 : 800 1,25 ‰		1 : 1000 1 ‰		1 : 1250 0,8 ‰		1 : 1666 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> 0,6 ‰		1 : 2000 0,5 ‰		1 : 2500 0,4 ‰		1 : 3333 <sup>1</sup> / <sub>3</sub> 0,3 ‰		1 : 4000 0,25 ‰		1 : 5000 0,2 ‰	
	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q

Düşük eğim ve küçük çaplar için dolu debi ve dolu hız niçin hesaplanmamıştır?

0,125																		
0,150																		
0,175																		
0,20	0,31	9																
0,25	0,37	18	0,33	16														
0,30	0,41	30	0,38	27	0,34	24												
0,35	0,48	46	0,43	41	0,38	37	0,33	32	0,30	29								
0,40	0,53	67	0,47	60	0,42	58	0,36	48	0,33	42	0,30	41						
0,45	0,57	91	0,51	82	0,46	73	0,40	68	0,36	58	0,32	52						
0,50	0,63	128	0,56	110	0,50	99	0,43	86	0,40	78	0,36	70	0,30	60				
0,55	0,67	160	0,60	143	0,54	128	0,48	111	0,42	101	0,38	91	0,33	78	0,30	71		
0,60	0,72	204	0,64	182	0,57	163	0,50	141	0,45	129	0,40	115	0,35	100	0,32	91		
0,65	0,76	253	0,68	226	0,61	188	0,53	175	0,48	160	0,43	143	0,38	122	0,34	113	0,30	101
0,70	0,80	309	0,71	278	0,64	247	0,55	214	0,51	196	0,45	175	0,39	151	0,36	138	0,32	123
0,80	0,89	446	0,79	398	0,71	356	0,61	309	0,56	282	0,50	252	0,43	218	0,39	199	0,36	177

profil D m	1 : 20 50 ‰		1 : 20 <sup>10</sup> / <sub>49</sub> 49 ‰		1 : 20 <sup>20</sup> / <sub>48</sub> 48 ‰		1 : 21 <sup>13</sup> / <sub>47</sub> 47 ‰		1 : 21 <sup>17</sup> / <sub>46</sub> 46 ‰		1 : 22 <sup>9</sup> / <sub>45</sub> 45 ‰		1 : 22 <sup>11</sup> / <sub>44</sub> 44 ‰		1 : 23 <sup>11</sup> / <sub>43</sub> 43 ‰		1 : 23 <sup>17</sup> / <sub>42</sub> 42 ‰	
	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
0,125	1,33	16	1,31	16	1,30	16	1,29	16	1,27	15	1,26	15	1,24	15	1,23	15	1,21	15
0,150	1,55	27	1,53	27	1,51	26	1,50	26	1,48	26	1,47	25	1,45	25	1,43	25	1,42	25
0,175	1,75	42	1,73	41	1,71	41	1,70	41	1,68	40	1,66	40	1,64	39	1,62	39	1,60	38
0,20	1,96	61	1,93	60	1,91	60	1,90	59	1,87	58	1,85	58	1,83	57	1,81	56	1,80	56
0,25	2,33	114	2,30	113	2,28	112	2,26	111	2,22	109	2,20	108	2,18	107	2,15	106	2,13	105
0,30	2,69	190	2,65	187	2,63	186	2,60	184	2,57	181	2,54	180	2,52	178	2,48	176	2,46	174
0,35	3,05	294	3,01	290	2,98	287	2,95	284	2,91	280	2,88	278	2,86	275	2,82	271	2,79	269
0,40	3,36	424	3,32	418	3,29	414	3,26	410	3,21	405	3,18	400	3,16	398	3,10	392	3,08	387
0,45									3,49	554	3,46	548	3,42	544	3,37	536	3,34	531
0,50																		





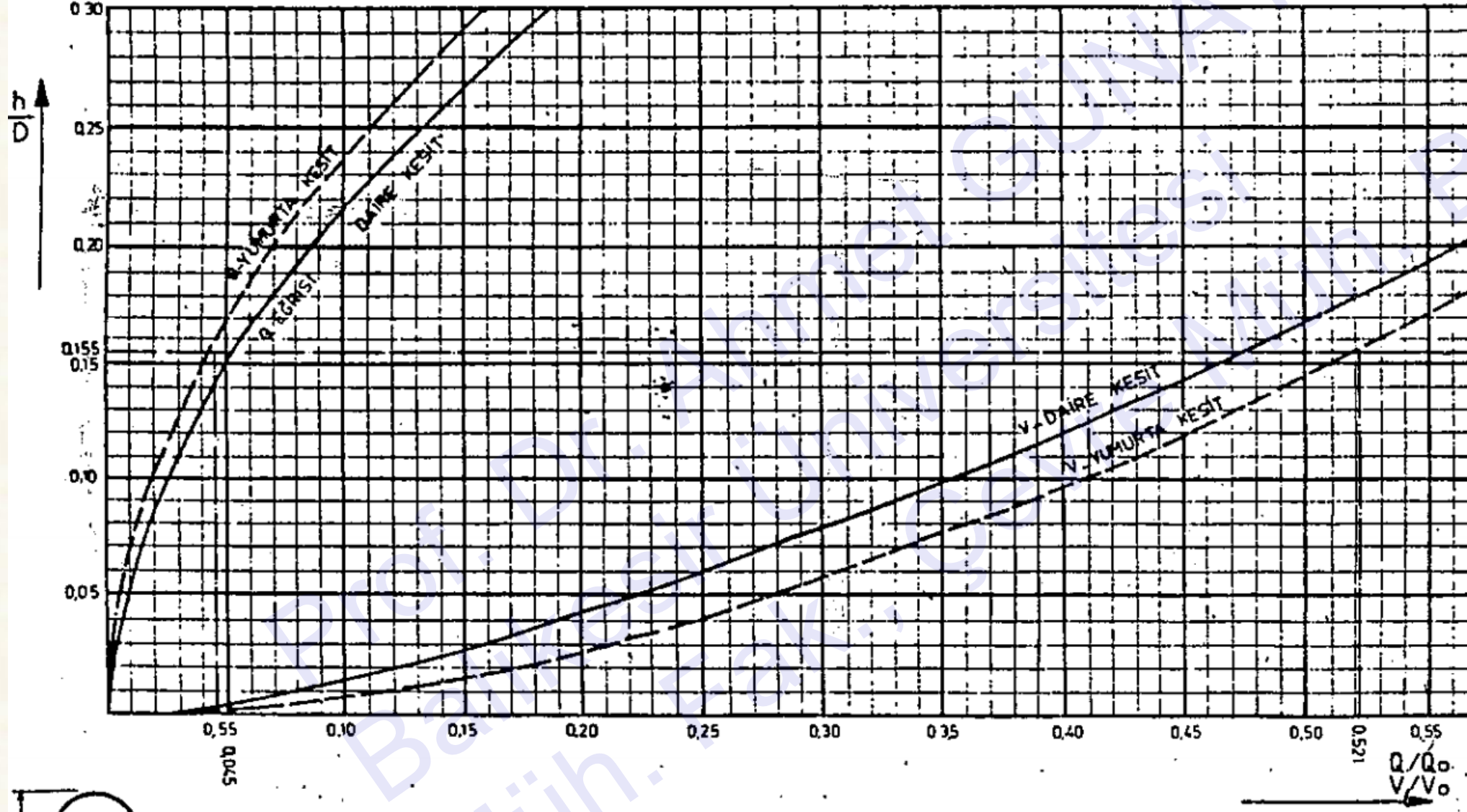
$h/D$



$v/V_d$



-- Daire ve yumurta kesitli kanallarda küçük doluluk eğrileri



Küçük doluluk oranları içindir

DAİRE ve YUMURTA KESİTLİ KANALLARDA KÜÇÜK DOLULUK EĞRİLERİ



## 5. Maksimum ve minimum kanal çapları;

- Bina bağlantıları;  $\emptyset=150$
- Minimum atıksu kanal çapı  $\emptyset=300$
- Maksimum atıksu kanal çapı  $\emptyset=??$
- **Kanal çapı mansap yönünde küçültülmez**

Kanallarda minimum atıksu kanal çapı niçin  $\emptyset=300$ 'dür?

Kanal çapları niçin küçültülmez?

## 6. Maksimum ve minimum kanal derinlikleri;

- Minimum atıksu kanal derinliği  $h=1,8-3,0$  m
- Maksimum atıksu kanal derinliği  $h=4,5-6,0$  m

Kanallarda minimum ve maksimum kanal derinliğini neye göre belirlenir?

## 7. Muayene bacaları;

- Kanal çapı veya kanal eğimi veya kanal yönü değiştiğinde baca tesis edilir. İki baca arasındaki kanal tek doğrultudadır (iki baca arasındaki kanalın çapı ve eğimi sabittir, tek doğrultudadır).
- Azami 50-60 m'de bir baca tesis edilir.

Atıksu kanalları üzerinde niçin muayene bacaları yer alır?

## 8. Kanalizasyon sistemlerindeki betonarme boruların standart çapları;

- $\emptyset=300$
- $\emptyset=400$
- $\emptyset=500$
- $\emptyset=600$
- $\emptyset=700$
- $\emptyset=800$
- $\emptyset=900$
- $\emptyset=1000$
- ...
- Özel atıksu tünelleri

- Atıksu kanallarında minimum çap niçin  $\emptyset300$ 'dür?
- Kanalizasyon sistemlerinde niçin betonarme boru tercih edilir? (su kaçağı önemsiz, çap büyük, maliyet avantajı)

### Basıncı (plastik) borular için standart çaplar;

$\emptyset20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600$



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

