



ATIKSU ARITIMINDA TESİS TASARIMI

KUM TUTUCULAR

Prof. Dr. Eyüp DEBİK

22.10.2018

- **Kum olarak tanımlanan maddeler**

Kum, taş, cüruf gibi yoğunluğu veya çökme hızı, biyolojik arıtmada parçalanabilen organik maddelere kıyasla daha yüksek olan inorganik maddelerdir.

Yumurta kabukları, kemik parçacıkları, tohumlar, kahve parçacıkları ve yemek artıkları gibi organik parçacıklar da bu kapsama girmektedir.

Organik madde içerdiğinden dolayı atıksudan ayrıldıktan sonra uygun şekilde bertaraf edilmezse kolaylıkla çürür.

- **Kum tutucular;**

- Kum, çakıl gibi inorganik maddeleri atıksudan ayırmak,
- Arıtma tesislerindeki pompa ve benzeri teçhizatın aşınmasına ve çöktürme havuzlarında tıkanma tehlikesine engel olabilmek,
- Hareketli mekanik ekipmanın aşınmasını önlemek,
- Boru ve kanallarda birikintileri engellemek,
- Kum birikiminden dolayı çamur çürütücünün temizlenme periyodunu azaltmak

amaçları için kullanılır.

- Bu maddeler genellikle, yağmur suları ile sürüklenerek kanalizasyon sistemlerine karışır.
- Kum tutucularda sadece, inorganik malzemelerin çökmesi istenir.
- Organik maddelerin çökmesi sonucu koku problemi olabileceğinden, organik maddelerin çökmesi istenmez.
- Kum tutucular;
 - yoğunluğu 2650 kg/m^3
 - tane çapı $>0,1-0,2 \text{ mm}$olan inorganik maddelerin tam olarak tutulmasını sağlamak için kullanılır.
- Kum tutucular genellikle kaba ızgaradan sonra ön çöktürmeden önce teşkil edilirler.

- 
- Kum tutucular;
 - istenen büyüklükteki katı maddeler tutulacak,
 - arzu edilmediği halde tabana çökelen daha küçük çaplı katı maddeler ve organik maddelerin tekrar suya karışımı sağlanacak şekilde

projelendirilmelidir.

- 
- Kum tutucuların boyutlandırılmasında kullanılan en önemli parametre yatay akış hızı: 0,25-0,4 m/s (ortalama 0,3 m/s)
 - Bu akış hızı organik maddelerin çökmeden kum tutuculardan dışarıya atılmasını temin etmektedir.
 - Kum tutucuların boyutlandırılmasında kullanılan ikinci önemli parametre, yüzey yüküdür.
 - 0,1 mm ve daha büyük çaptaki daneciklerin çöktürülmesi için yüzey yükü: $<24 \text{ m/sa}$
 - Yeterli bir yüzey alanına sahip olmalı

- Kum tutucularda tutulan kum miktarı:
 - kanalizasyon sistemine,
 - yolların buzlanmaya karşı ne sıklıkta kumlandığına,
 - endüstriyel atıksu türüne,
 - mutfak öğütücüsü kullanım oranına,
 - yöredeki kumlu toprak miktarına

bağlı olarak $0,004-0,21\text{m}^3/10^3\text{m}^3$ aralığında değişmektedir.

- Kişi başına ise günlük: 5 – 15 g

- 
- Kum tutucu tabanında biriken maddeler az da olsa bir miktar organik madde ve patojen mikroorganizma ihtiva ettiğinden bunların gelişigüzel atılmaları sakıncalıdır.
 - Bunlar da ızgara atıklarında olduğu gibi evsel katı atıklarla beraber bertaraf edilebilirler.
 - Kum tutucularda toplanan kum, kireçle stabilize edilip düzenli çöp depolama alanlarında bertaraf edilebilir.

- 
- Kum tutucular;
 - Dikdörtgen planlı yatay akışlı,
 - Havalandırmalı,
 - Daire planlı kum tutucular,
 - Düşey akımlı kum tutucular

olarak sınıflandırılmışlardır.

Yatay akışlı kum tutucular

- Yatay akışlı kum tutucular uzun havuzlardan ibarettir.
- Küçük tesislerde kum temizleme el ile mümkündür.
- Bu durumlarda temizlenecek olan havuz devre dışı kalacağı için en az iki gözlü olarak boyutlandırılması gerekmektedir.
- Büyük tesislerde mekanik temizleme ekipmanının teçhiz edilmesi gerekmektedir.

Yatay akışlı kum tutucular

- Yatay akışlı kum tutucularda atıksu, kum tutucuyu yatay doğrultuda geçer. Akış hızı; kum tutucunun boyutu, girişte dağıtım mekanizması ve çıkışta çeşitli savaklarla kontrol edilir.

Yatay akış hızı için;

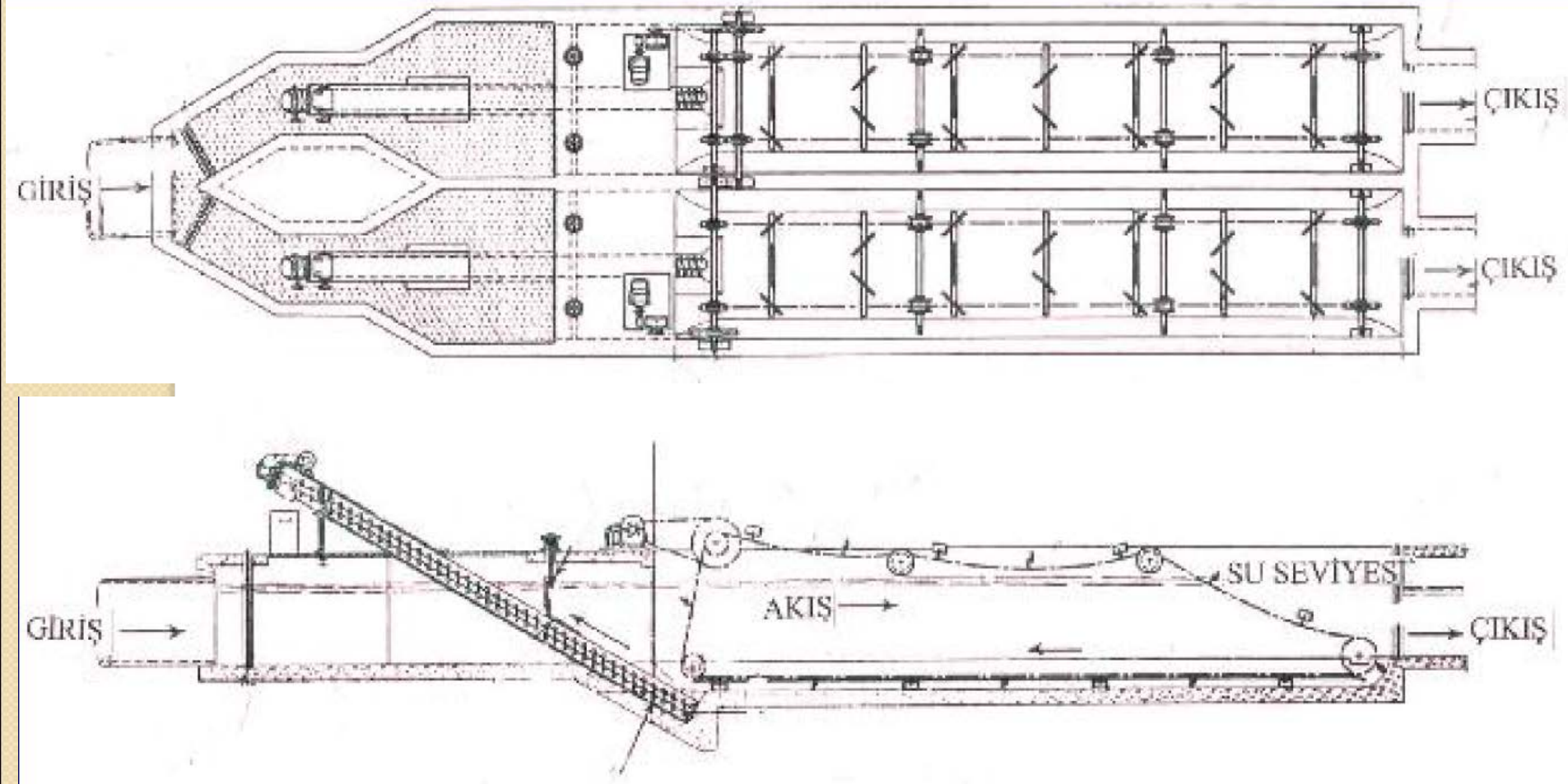
Venturi (Parshal) Kanalı

Dikdörtgen savak

Orantılı akım savağı gibi hız ölçerler kullanılabilir.

Kum tutucu kanalları, su hızı 0,2-0,4 m/sn olacak şekilde projelendirilirler. En uygun su hızı 0.3 m/s olacak şekilde ayarlanır veya kanalların çıkışına orantılı kontrol savağı yerleştirilerek hız kontrolü yapılabilir. Bu hızda, ağır kum partikülleri çökelir ve daha hafif organik maddeler kalır.

Yatay akışlı kum tutucular



Dikdörtgen Planlı Kum Tutucuların Avantaj ve Dezavantajları

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
• Çıkış yapısı ayarlanarak, sistemin performansı değiştirilebilir. • İnşası kolaydır.	• Hızın sabit (0,3 m/s) olmasını sağlamak zordur. • Bakım gerektiren ve aşınabilen parçaları vardır. • Eğer hız kontrolü iyi sağlanmazsa, organik maddelerde tutulabilirler, bu kumun uzaklaştırılmadan önce yıkanmasını gerektirir. • Akım kontrolünü sağlayan savaktaki yük kaybı yüksektir. (Genellikle akım derinliğinin %30'u veya %40'ı kadar.) Savaklar, kanal tabanı yakınlarında hızı arttırılabilirler, bu da tabandaki kumun hareket etmesine, su içinde dağılmasına yol açabilir.

Yatay akışlı kum tutucular için projelendirme kriterleri

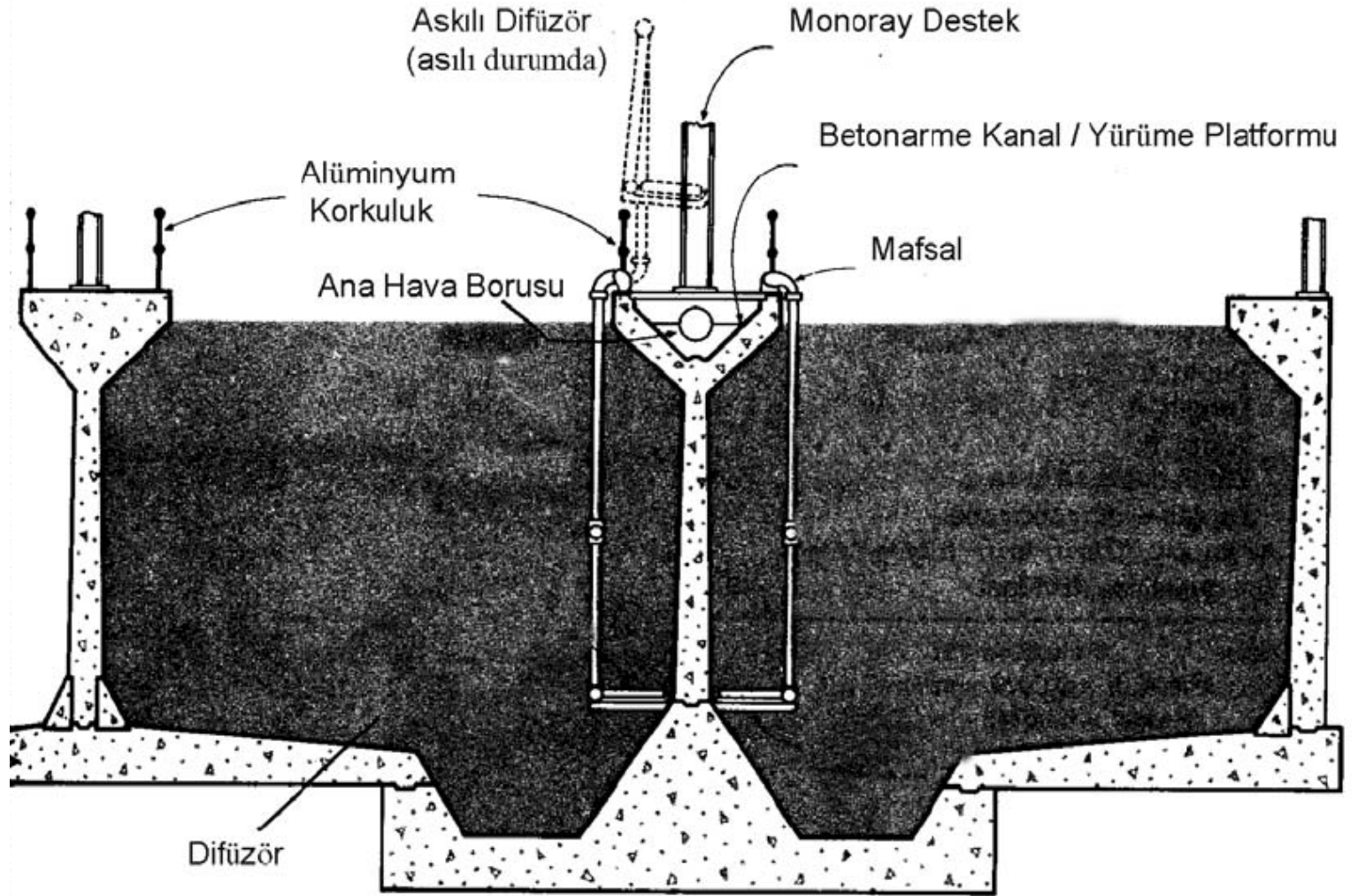
Parametre	Değer	
	Aralık	Ortalama
Hidrolik bekletme süresi, sn	45-90	60
Yatay hız, m/s	0.24-0.40	0.30
Çökelme hızı:		
65 no.lu elekten geçen madde, m/dk	0.98-1.28	1.16
100 no.lu elekten geçen madde, m/dk	0.61-0.91	0.76

Havalandırmalı kum tutucular

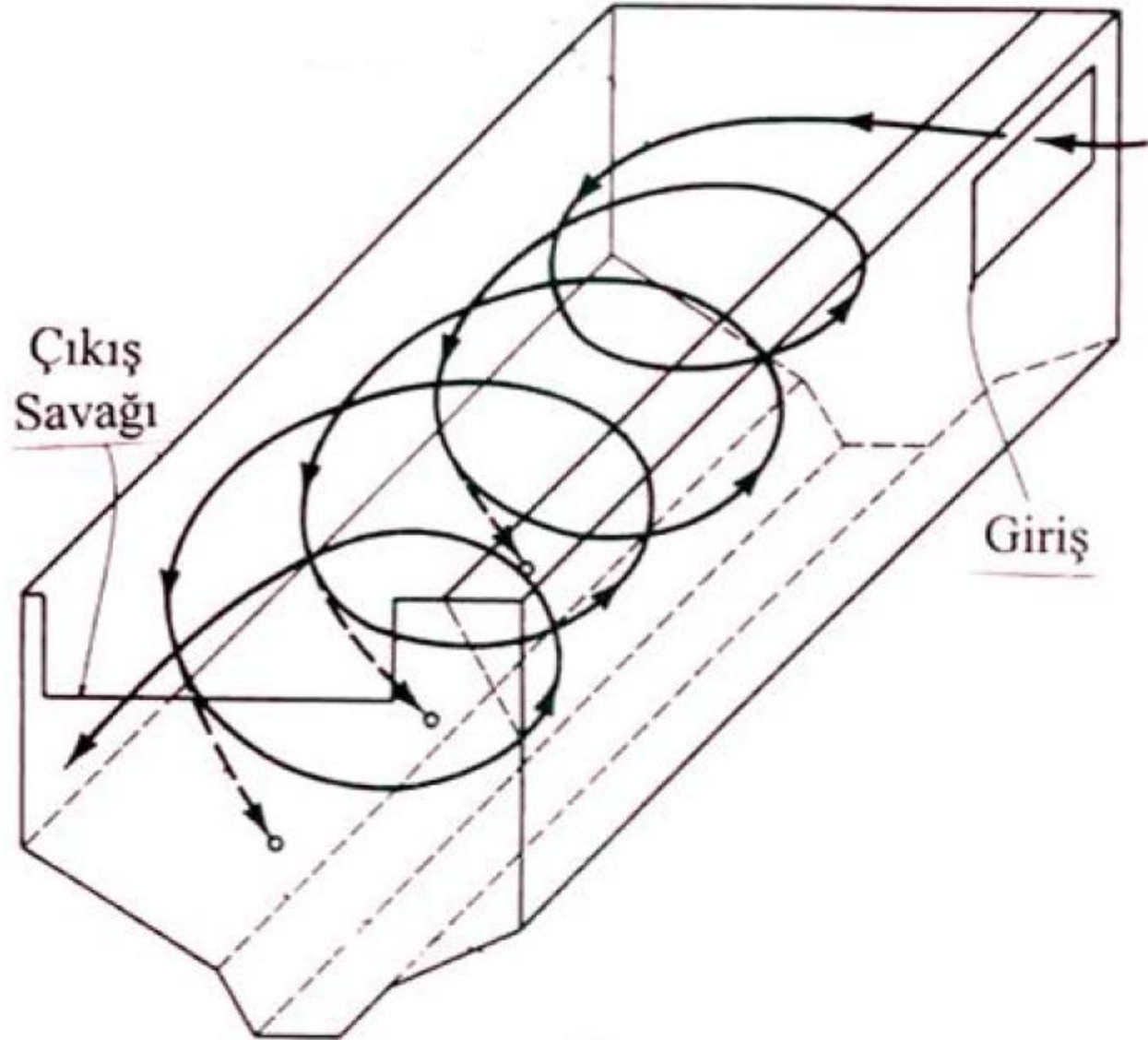
- Havalandırmalı kum tutucularda, havalandırma basınçlı havalandırma ile yapılmaktadır.
- Saatlik pik debilerde, 0,2 mm boyutundaki partikülleri, 2-5 dakikalık kalma süresinde gidermek üzere tasarlanırlar.
- Havalandırma difüzörleri, kum tutucu havuz tabanının 0,45-0,60 m yukarısına yerleştirilir.
- Endüstriyel atıksuların da karıştırıldığı kentsel atıksuların, havalandırmalı kum tutucularda arıtımında, havalandırmadan dolayı UOK (Uçucu Organik Karbon) oluşumu dikkate alınmalıdır.
- UOK oluşumu, arıtma tesisi işletmecileri açısından sağlık riski taşımaktadır.

- 
- Eğer UOK oluşumu önemli miktarlarda ise;
 - kum tutucu üzeri kapatılmalı veya
 - havalandırmasız kum tutucular tercih edilmelidir.
 - Havalandırılmalı kum tutucular spiral akışlı havalandırma tankından oluşur.
 - Spiral hız, tank boyu ve verilen hava miktarı ile kontrol edilir.

Havalandırmalı kum tutucular



Bir Daneciğin Havalandırılmalı Kum Tutucudaki Hareketi



Havalandırmalı Kum Tutucular



Havalandırmalı Kum Tutucular



Havalandırmalı Kum Tutucuların Avantaj ve Dezavantajları

AVANTAJLARI

- Büyük debi değişimlerinde bile aynı verimle kum tutar
- Yük kaybı azdır.
- Havalandırma sistemi kontrol edilerek, nispeten düşük ayrışma özelliğine sahip organik madde kumdan ayrılabilir.
- Gelen atıksudaki septik şartlar azaltılabilir.
- Değişik arazi koşullarına uyum sağlanabilir.
- Bu tip, kum tutucularda, atıksuya kimyasal maddeler katılması ve karıştırma gibi, bazı işlemler yapılabilir.
- İlave AKM ve BOİ giderimi gerçekleşir.
- Yağ tutma amacına da hizmet edebilir.
- Kum yıkama ekipmanının gerekmez.
- Yatay hız kontrolü gerekli değildir.

DEZAVANTAJLARI

- Diğer kum tutuculardan daha fazla enerji tüketir.
- Havalandırma sistemi bakım gerektirir.
- Tasarımında bazı zorluklar ve belirsizlikler vardır.
- Zararlı ve koku yapan organik maddeler, bazen problem çıkarabilirler.
- Blower ve difüzör kullanımı nedeni ile ilk yatırım ve işletme maliyetleri yüksek olabilir.

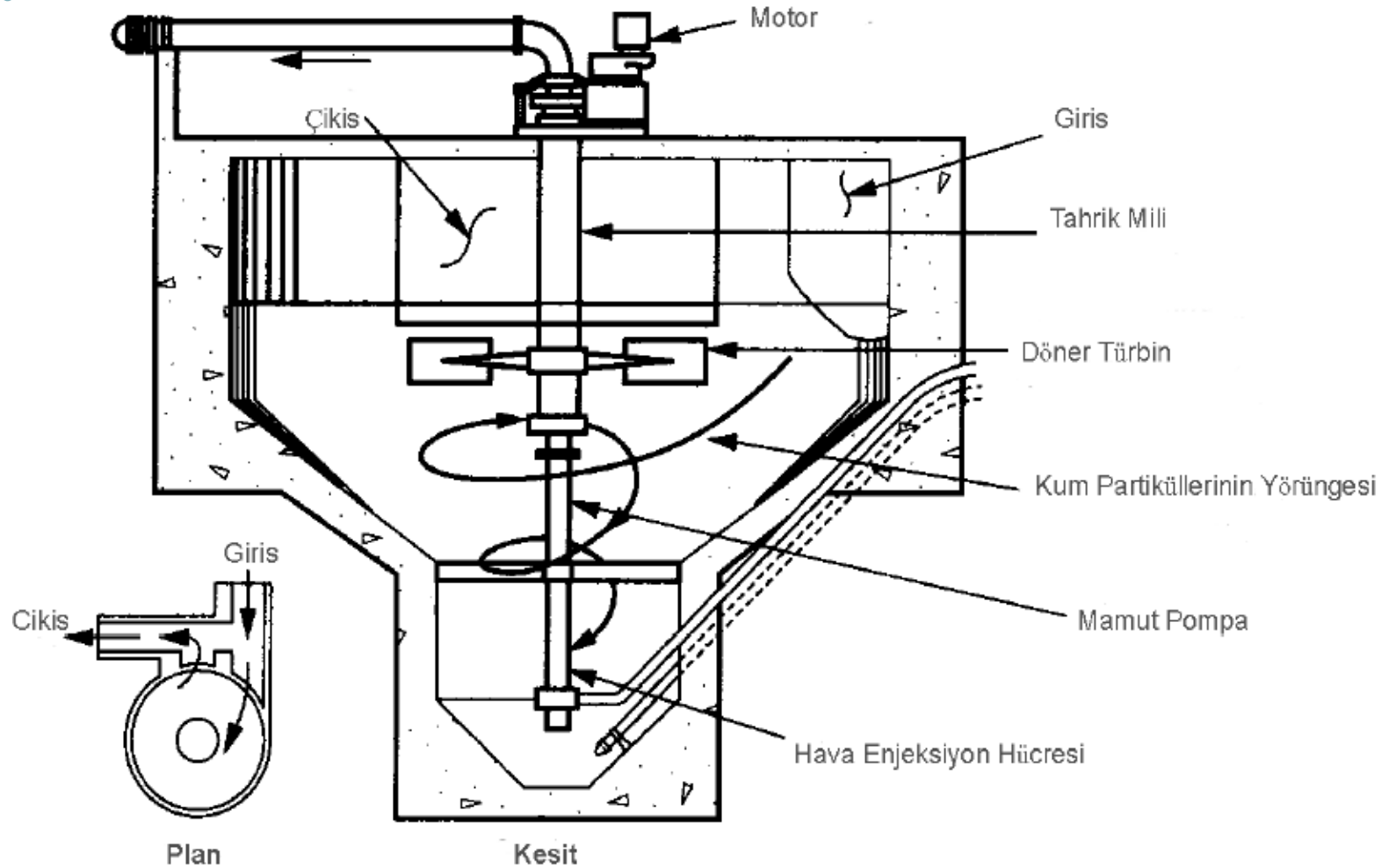
Havalandırmalı kum tutucular için projelendirme kriterleri

Parametre	Değer	
	Aralık	Ortalama
Pik debide hidrolik bekletme süresi, dk	2-5	3
Boyutlar:		
Derinlik, m	2-4	3
Uzunluk, m	7.5-40	20
Genişlik, m	2.5-7	5
Genişlik-derinlik oranı	1:1-5:1	1.5:1
Uzunluk-genişlik oranı	3:1-5:1	4:1
Verilecek hava, m ³ /dk.m uzunluk	0.19-0.46	
Tutulan kum miktarı, m ³ /10 ³ .m ³	0.004-0.2	0.015

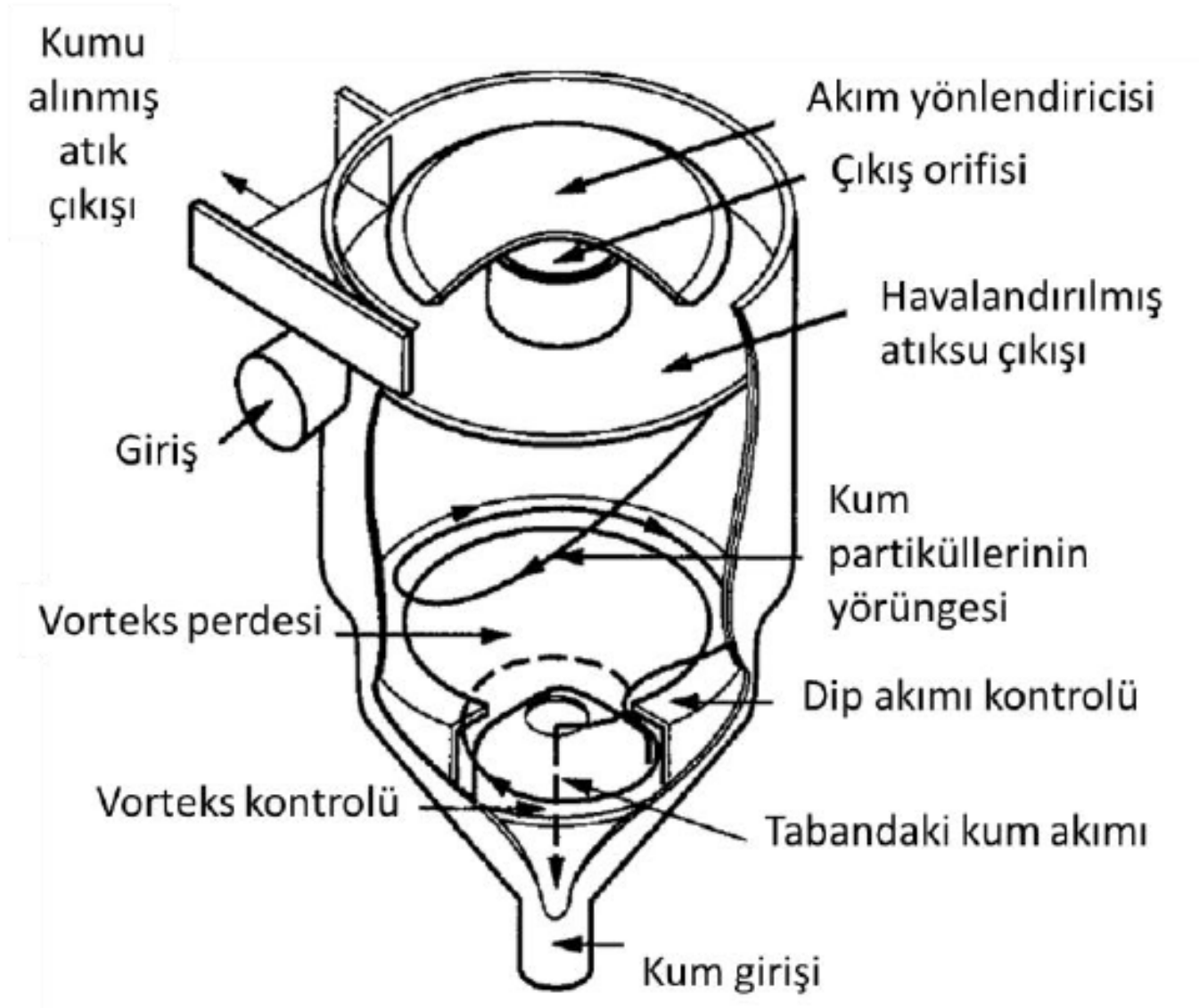
Dairesel planlı kum tutucular

- Giriş ve çıkışı ayarlamak sureti ile akıma dairesele bir yörünge verildiği kum tutuculardır.
 - Kumlar, merkezkaç kuvvetinin etkisi ile merkezdeki kum bölmesinde birikirler.
 - Atıksu teğetsel olarak giriş yaparak girdap oluşturur.
 - Santrifüj ve yerçekimi kuvvetleri kumun çökmesine neden olur.
- Yüzey yükü: $24 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{sa}$
 - Pik debide hidrolik bekletme süresi: 30 s
 - Çap: 1,5 – 7 m
 - Yükseklik: 3 – 4,5 m

Dairesel planlı kum tutucular



Dairesel planlı kum tutucular



Dairesel Planlı Kum Tutucuların Avantaj ve Dezavantajları

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
• Büyük debi değişimlerinde bile aynı verimle kum tutar. • Bakımı kolaydır. • Yer ihtiyacı az ve verimi ucuzdur. • Yük kaybı çok azdır. (Genellikle 6 mm.) • Enerji tüketimi azdır. • İnce kumu da tutabilir.	• Özel tasarım gerektirir. • Pedallarda paçavralar birikebilir. • Kum birikintileri sıkışabilir ve sistemin çalışmasını engelleyebilir. Bu durum yüksek basınçla ve hava püskürtme ile düzeltilebilir. Hava pompaları genellikle bu işi yapabilecek güçte değildir.

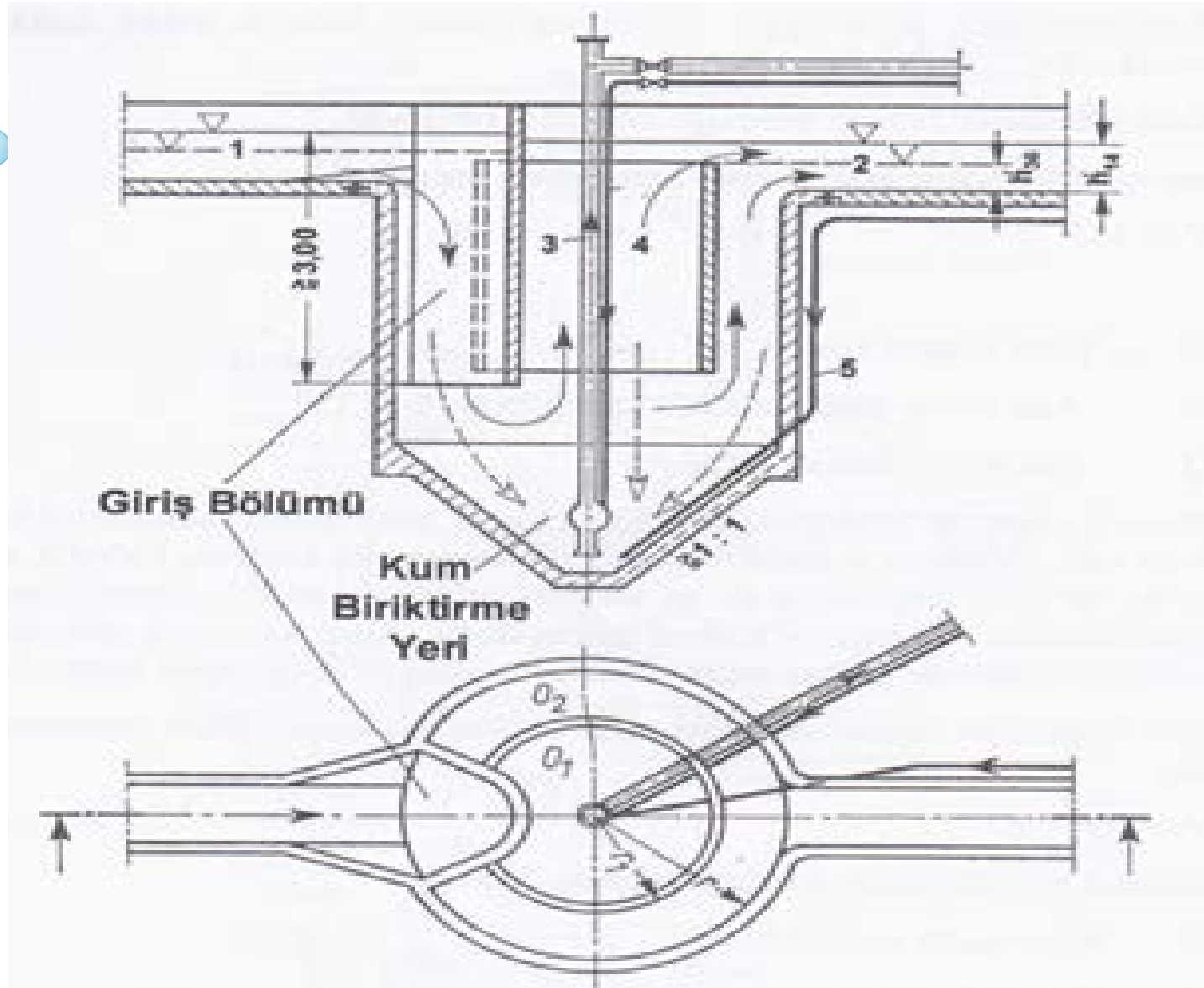
Dairesel planlı kum tutucular için tasarım kriterleri

	Değer	
	Aralık	Tipik
Pik debide hidrolik kalış süresi, sn		30
Boyutlar:		
Çap		
Üst bölme, m	1,22-7,32	
Alt bölme, m	0,91-1,83	
Yükseklik, m	2,74-4.88	
Kum tutma verimi, %		
50 no.lu elekten geçen (0,30mm üstü)		95
70 no.lu elekten geçen (0,24 mm üstü)		85
100 no.lu elekten geçen (0,15 mm üstü)		65

Düşey Akımlı Kum Tutucular

- Küçük arıtma tesislerinde ve tesis alanının dar olduğu yerlerde bu tip kum tutucular tercih edilir.
- Dairesel kesitli olup, gövdesi silindirik şeklinde, tabanı konik yapıda inşa edilen betonarme yapılardır.
- “Derin kum tutucular”da denilmektedir.
- Uygulamalarda pek tercih edilmezler.

Düşey Akışlı Kum Tutucu Planı ve Kesiti



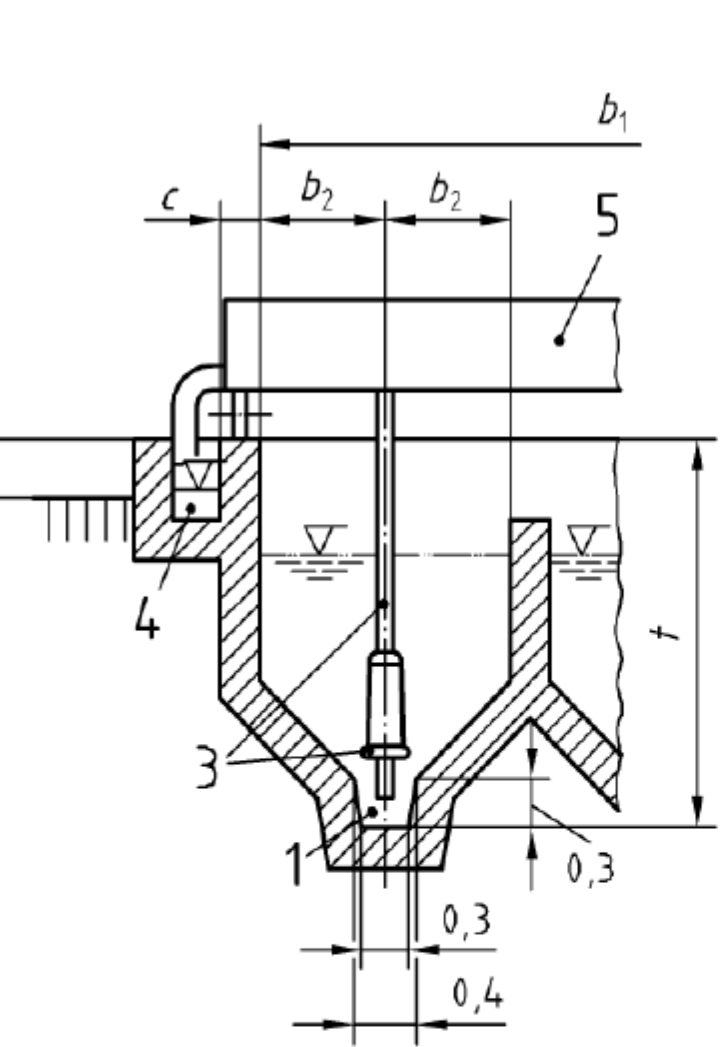
1. Giriş 2. Çıkış 3. Emme Borusu 4. Hava Borusu 5. Biriken kuma verilen hava ve su karışımı

- 
- Kum tutucularda toplanan kum ve çakıl;
 - büyük tesislerde basınçlı hava ile çalışan pompalar veya
 - bantlı, kovalı ve helezonlu mekanizmalar ile sürekli olarak,
 - küçük tesislerde ise el ile zaman zaman temizlenirler.

Nüfusa bağlı olarak kum tutucuların tip seçimi

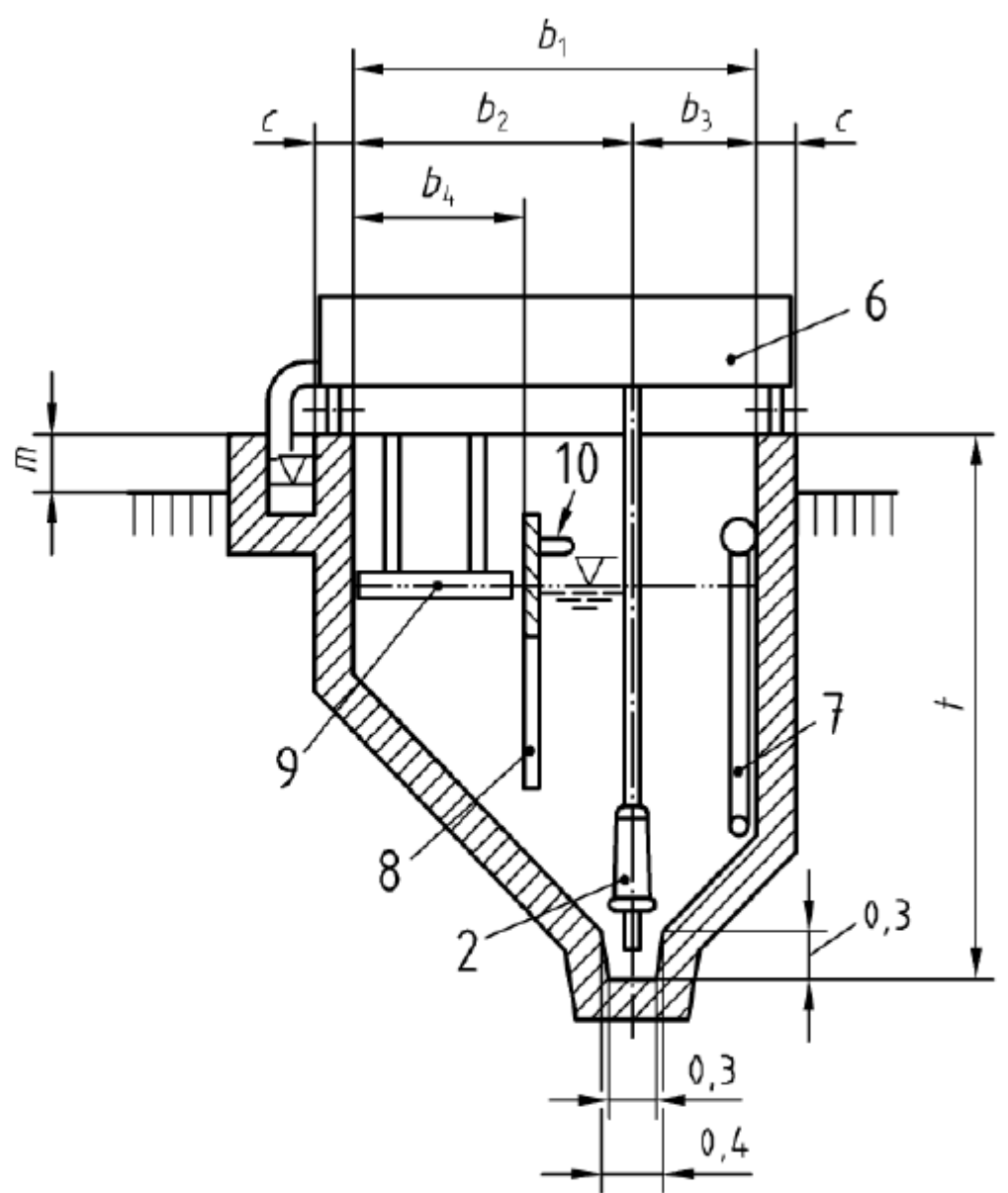
Kum tutucular için tasarım kriterleri (MWA, 1998)

<i>Tanım</i>	<i>Birim</i>	<i>N<5.000</i>	<i>5.000<N<10.000</i>	<i>N>10.000</i>
<i>Kum tutucu birimi</i>				
<i>Kum temizliği</i>	-	<i>El ile</i>	<i>Mekanik (pompa)</i>	<i>Mekanik (konveyör)</i>
<i>Kum tutucu tipi</i>	-	<i>Yatay akışlı veya dairesel planlı</i>	<i>Mekanize yatay akışlı veya dairesel planlı</i>	<i>Havalandırmalı veya dairesel planlı</i>
<i>Minimum bekletme süresi, (Q_{pik})</i>	<i>dak.</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
<i>Kum yıkama ve susuzlaştırma</i>		<i>Yok</i>	<i>Var</i>	<i>Var</i>
<i>Yağ ayırma birimi</i>				
<i>Yağ ayırma Tank tipi</i>		<i>Basit el ile Dikdörtgen</i>	<i>Önleyici levha Perdeli tank</i>	<i>Mekanik Havalandırmalı</i>
<i>Minimum bekletme süresi, (Q_{pik})</i>	<i>dak.</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
<i>Kum ve yağ depolama süresi</i>	<i>gün</i>	<i>30</i>	<i>7</i>	<i>7</i>



a) Havalandırmaz kum tutucular

(Bu kesiti, emme pompası, geri akım oluğu, sıyrıcı köprüsü, yürüme iskelesi, havalandırma cihazı, yavaşlatıcı, yavaşlatıcı levha formları ve emme kanalı sayısı örnek olarak verilmiştir.)



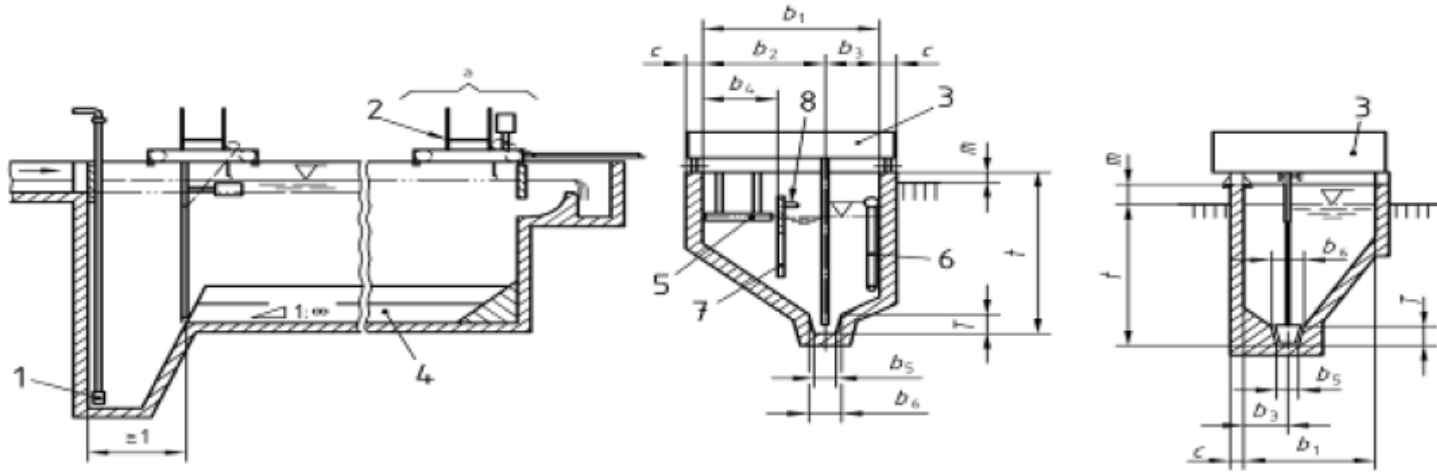
b) Havalandırmalı kum tutucular

- 1 : Emme kanalı
 2 : Emme pompası
 3 : Emme pompası ve basma hattı
 4 : Geri akım oluğu
 5 : Sıyırıcı ve emme köprüsü
 6 : Yürüme iskelesi
 - Minimum muhtemel genişlik : 0.6 m
 - İzin verilen hareketli yük : 1.5 kN/m²
 7 : Havalandırma borusu
 8 : Yavaşlatıcı levha

- 9 : Yüzer madde sıyırıcısı
 10 : Destek çubuğu
 b_1 : Muhtemel toplama kanalı genişliği
 b_2, b_3 : Emme kanalının merkez ekseninin havuz iç duvarlarına olan mesafesi
 b_4 : Yüzer madde toplama bölgesindeki muhtemel genişlik
 c : Sıyırıcı güzergahı için havuz duvarının üst genişliği
 m : Platform üzeri yolun zeminden yüksekliği (DIN 12255-10'da mevcut)
 t : Havuz derinliği

Havalandırmalı ve havalandırmasız emme tertibatlı dikdörtgen kum tutucu yapısı ana boyutlar (m olarak) (DIN 19551-3)

b_1	b_2, b_3, b_4	$c \text{ min.}$	t
0,8'den 2,6'ya kadar 0,2 artarak	0,4'den başlayıp 0,1 artarak	0,25	0,6'dan 4'e kadar 0,2 artarak,
2,8'den 6'ya kadar 0,4 yükselerek			4'den 6'ya kadar 0,4 artarak
7'den 16'ya kadar 1 artarak		0,3	



(Havuz kesiti, akım, vakum cihazı, sıyrıcı köprüsü, yürüme iskelesi, kum toplama kanalı, havalandırma cihazı, yavaşlatıcı levha, yüzer madde sıyrıcı formları birer örnek olarak verilmiştir.)

1: Vakum cihazı, pnömatik krikolu

2: Yürüme iskelesi

- Minimum muhtemel genişlik: 0.6 m

- İzin verilen hareketli yük: 1.5 kN/m²

3: Sıyrıcı köprüsü

4: Kum toplama kanalı

5: Yüzer madde sıyrıcı

6: Havalandırma cihazı

7: Yavaşlatıcı levha

8: Destek çubuğu

a: Bakım onarım için kazıyıcı

b₁: Muhtemel toplama kanalı genişliği

b₂, b₃: Kum toplama kanalının merkez ekseninin havuz iç duvarlarına olan mesafesi

b₄: Yüzer madde toplama bölgesindeki muhtemel genişlik

b₅, b₆: Kanal genişliği

m: Platform üzeri yolun zeminden yüksekliği (DIN 12255-10'da mevcut)

T: Kanal derinliği

t: Havuz derinliği

c: Sıyrıcı güzergahı için havuz duvarının üst genişliği

b_1 genişliğine bağlı olarak havalandırmalı ve sıyrıcı tertibatlı dikdörtgen kum tutucular için boyutlar (m)

b_1	b_2	b_3	b_4	t	b_5	b_6	T	C_{min}
1,6'dan 2,6'ya kadar 0,2 artarak	1'den başlayıp 0,1 artarak		0,6'dan başlayıp 0,1 artarak		0,3	0,4	0,3	
2,8'den 4,8'e kadar 0,4 artarak	1,8'den başlayıp 0,2 artarak	0,4 'den başlayıp 0,1 artarak	1,2'den başlayıp 0,2 artarak	1,6'dan 4'e kadar 0,1 artarak, 4'ten 6'ya kadar 0,4 artarak	0,4	0,6	0,5	0,25
5,2'den 7,2'ye kadar 0,4 artarak					0,5	1,0	0,8	

Dikkat: Havuz genişliği b_1 , b_2 , b_3 , b_4 ve havuz derinliği t seçilebilir değerlerdir. Diğer boyutlar Tablo'daki geometrik bağımlılıkları izlemektedir.

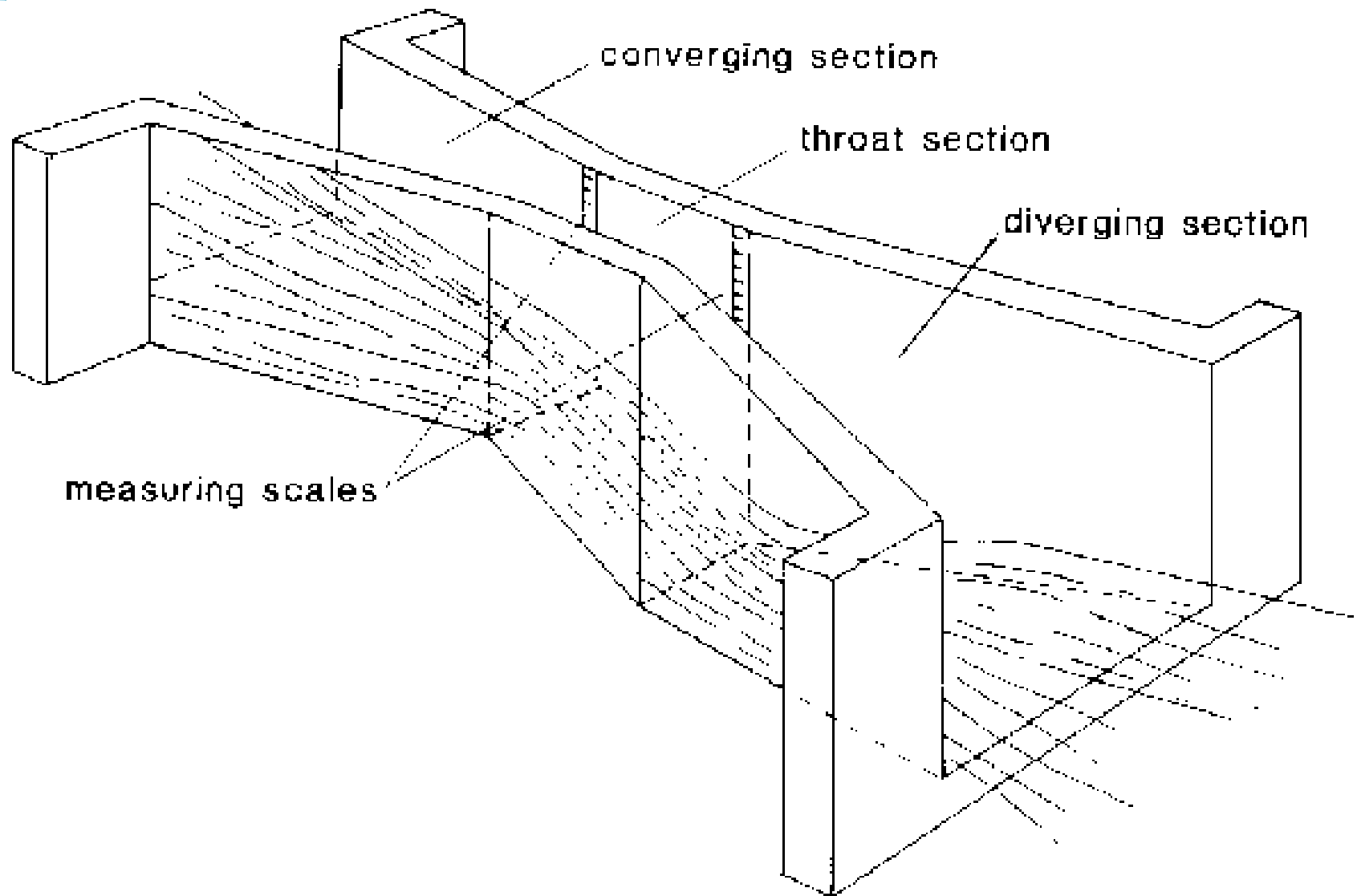
b_2 genişliğine bağlı olarak havalandırmasız ve sıyrıcı dikdörtgen kum tutucular için boyutlar (m)

b_1	b_3	b_5	b_6	T	c_{min}	t
0,8'den 1,8'e kadar 0,2 artarak	0,45	0,3	0,4	0,3		
2,0'den 2,6'ya kadar 0,2 artarak	0,8	0,4	0,6	0,5	0,25	0,6'dan 4,6'ya kadar 0,2 artarak
2,8'den 4'e kadar 0,4 artarak	1,0	0,5	1,0	0,8		

Dikkat: Havuz genişliği b_1 ve havuz derinliği t seçilebilir değerlerdir. Diğer tüm boyutlar Tablo'dan verilen geometrik değerleri izleyecektir.

- 
- Kum tutucularda hızı kontrol etmek için debi kontrol birimleri teşkil edilmelidir.
 - Bunlar;
 - Parshal savakları,
 - Dikdörtgen savak
 - Orantılı akım savağıdır.

Parshall savağı



Parshall savağı

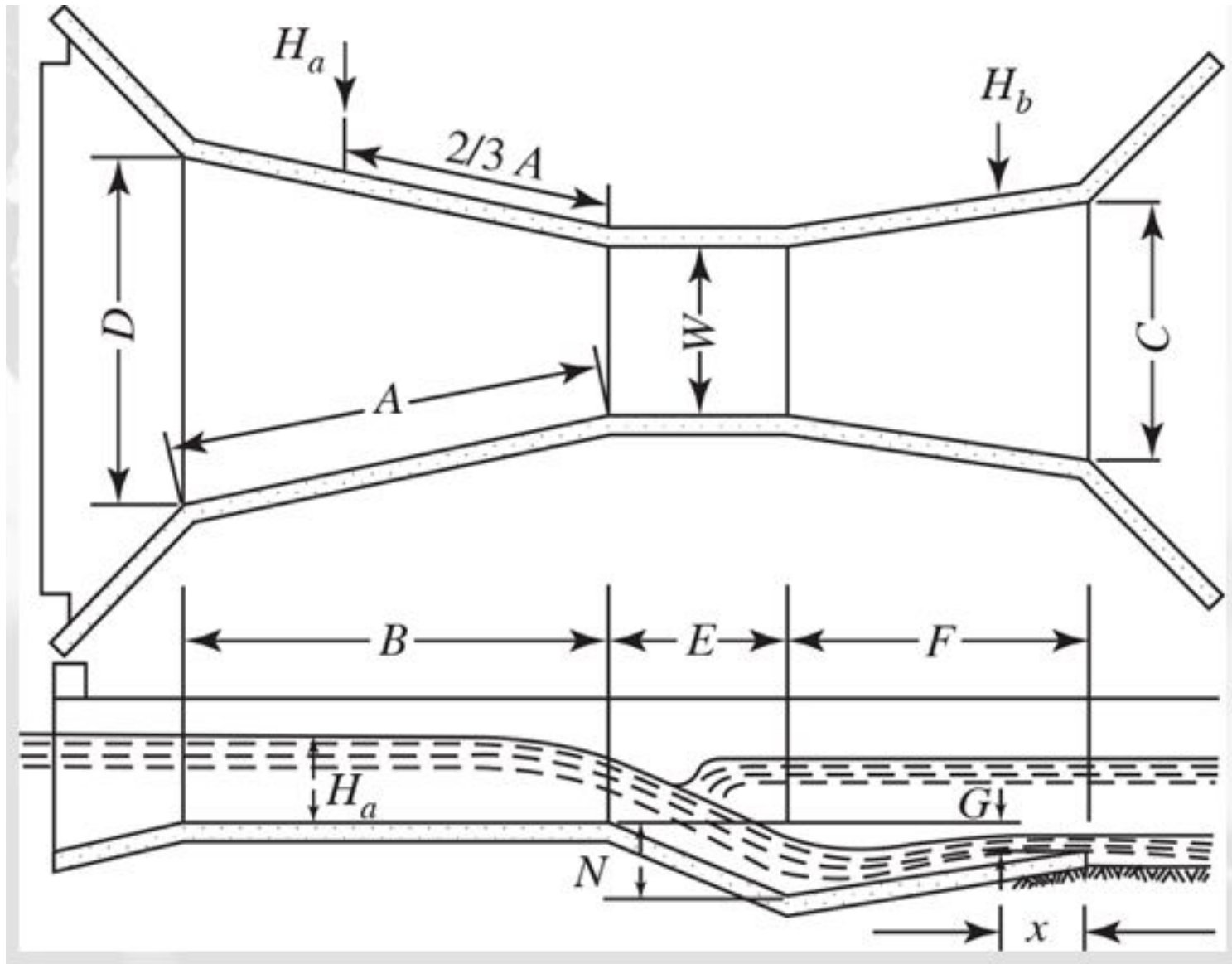


Parshall savağı



$$Q = C \cdot H_a^n$$

$H_a \leq 2 \text{ m}$ ve $0,152 \leq W \leq 15,24 \text{ m}$ için



Parshall savağı boyutları

Minimum debi, m^3/sa	Maksimum debi, m^3/sa	W , m	A , m	B , m	C , m	D , m	E , m	F , m	G , mm	N , mm	x , mm
5	300	0.15	0.61	0.61	0.40	0.40	0.30	0.61	76	114	51
10	520	0.23	0.88	0.86	0.38	0.57	0.30	0.46	76	114	51
40	1,630	0.30	1.37	1.34	0.61	0.84	0.61	0.91	76	229	51
50	2,450	0.46	1.45	1.42	0.76	1.03	0.61	0.91	76	229	51
70	3,360	0.61	1.52	1.50	0.91	1.21	0.61	0.91	76	229	51
100	5,100	0.91	1.68	1.64	1.22	1.57	0.61	0.91	76	229	51
130	6,900	1.22	1.83	1.79	1.52	1.94	0.61	0.91	76	229	51

