



ÇATILARDAKİ YAĞMUR SULARININ NEGATİF BASINÇ SİSTEMİ İLE DRENAJ VE HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

T.Fikret GENÇGEL

ÖZET

Bu çalışmada ; binaların çatılarına düşen yağmurun rogarlara iletilmesi yöntemlerinden vakumlu yağmur drenaj sisteminin çalışma prensipleri ve hesaplama yöntemleri üzerinde duruldu.Sistem hakkında genel bilgi ve diğer sistemler ile farklılıkları verildikten sonra örnek bir binadan alınan değerler kullanılarak hesaplama yöntemleri hakkında bilgiler verildi. Son olarak bu sistemin kullanım alanları ve uygulama şekilleri ile ilgili bilgiler verildi.

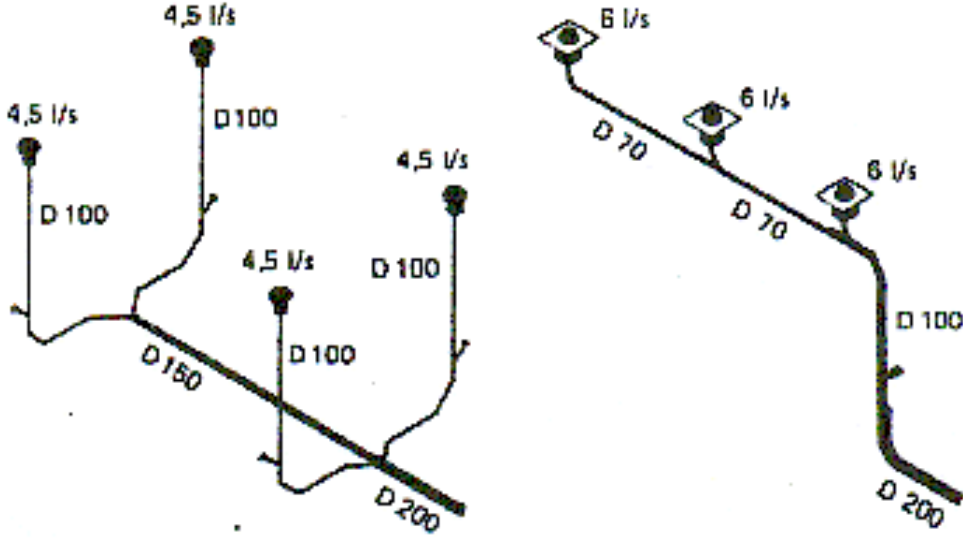
1. GİRİŞ

Bugüne kadar yağmur sisteminin drenajı ile ilgili olarak konvansiyonel sistemler kullanılmıştır. Konvansiyonel yağmur drenajı; yağmur sularının kendi doğal akışı ile hava ile yer değiştirerek borular içinden akıtılması ,bu esnada yatay hatta 2-3 % eğim verilmesi ile sağlanmaktadır.Su ile hava arasındaki denge suyun sağlıklı bir şekilde drene edilebilmesindeki en önemli etkidir. Bu sistemde boruda su ve hava beraber çalıştığından boru tam kapasite su ile dolu olarak çalışmaz.

Vakumlu yağmur drenaj sistemi; boruların tamamen dolu olarak çalışma prensibi ile sağlanmaktadır.Yatay hatta verilen 0 % eğim ve hesaplama sonucunda bulunan düşük çaplar ile sistemin önce tam olarak su ile dolması sağlanır. Tam olarak su ile dolan ve içinde hava barındırmayan ortamda su yatay hattan dikey hatta geçerken beraberinde vakum etkisi yaratır. Bu vakum sayesinde suyun hızı ve dolayısı ile debisi artar. Boruların tamamen doldurulması ile boru çapları konvansiyonel sisteme göre yarı yarıya azalır. Yatay hatta çok uzun mesafelere eğim olmadan borulama yapılabilir.İniş sayıları konvansiyonele göre çok daha azalır.Yüksek debi sayesinde sistemin kendi kendine temizleme özelliği vardır.

2. VAKUMLU YAĞMUR DRENAJ SİSTEMİNİN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

Vakumlu yağmur drenaj sisteminde vakum etkisi ; sistemin tamamen dolu çalışması ile sağlanır. konvansiyonel sistemle karşılaştırıldığında eğime gerek olmaması ve daha düşük çapta boruların kullanılması en önemli fark olarak göze çarpmaktadır.



Şekil 1. Vakumlu ve Konvensiyonel Drenaj Sistemi Arasındaki Farklar

3. VAKUMLU DRENAJ SİSTEMİNİN AVANTAJLARI

- Daha düşük çapta boru kullanımı. (Konvensiyonel sistemde kullanılan boruların yaklaşık yarısı kadar)
- Boru ve ekipmanların daha az yer tutması .
- Yatay hatta eğime gerek duyulmaması.
- Daha az yer altı boruları ve dolayısıyla daha az işçilik ve malzeme.
- Yüksek debiden kaynaklanan kendi kendine temizleme özelliği ile tesisatın tıkanma riskinin olmaması.
- Özel askılama sistemi ile boruların genişmeden dolayı yarattıkları hareketlerin kontrol altına alınabilmesi ve dolayısıyla daha güvenilir bir tesisat özelliği.

4. VAKUMLU DRENAJ SİSTEMİ HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

İki çeşit hesaplama yöntemi bulunmaktadır.Hesaplamalar Konvensiyonel sisteme göre daha farklı yapılmaktadır.

- Hesaplamaların manuel olarak yapılması
- Özel geliştirilmiş bilgisayar programı ile yapılması

4.1 HESAPLAMANIN MANUEL OLARAK YAPILMASI

Hesaplamalar laboratuarlarda bir çok kere test edilerek yapılmaktadır.Yapılan son testlerde az da olsa bir havanın vakum etkisi sırasında sistemde olduğu tespit edilmiştir. Yeni geliştirilen bir metot ile bu hesaplamalara dahil edilmeyen havayı da sistem hesaplarına dahil etmiştir.Bu sistem iki ayrı safhada gerçekleştirilmektedir.

4.1.1 TOPLAM YAĞIŞ MİKTARININ HESAPLANMASI

Toplam yağış miktarı (Türkiye’de 0,03 lt/sn ve 0,06 lt/sn arasında değişmektedir.
 $r = 0,03 \text{ lt / sn}$

Hesaplama şekli:

Toplam Yağış Miktarı=QT

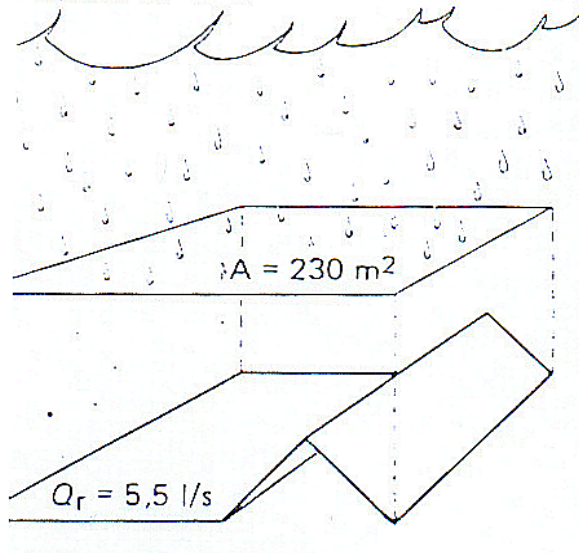
W=Çatı Su Akış Katsayısı

$$QT = A \times r \times W \quad [1]$$

$$QT = 230 \times 0,03 \times 0,8$$

$$QT = 5,5 \text{ lt / sn}$$

W katsayısı %15 ve üzerindeki eğimli çatılarda 1 olarak ,daha az eğimli çatılarda ise 0,8 olarak alınır. Çakıllı ve topraklı çatılarda bu katsayı 0,5 olarak alınır.



Şekil 2. Toplam yağış miktarının hesaplanması

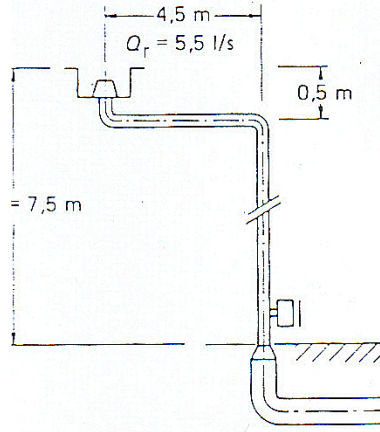
4.1.2 TOPLAM BORU YÜKSEKLİĞİNİN VE UZUNLUĞUNUN HESAPLANMASI

Toplam yükseklik HT (mSS cinsinden) = 7,5 metre

Toplam boru uzunluğu L = 12 metre

10 mSS= 1 Bar=1000 mbar

1mSS=100 mbar

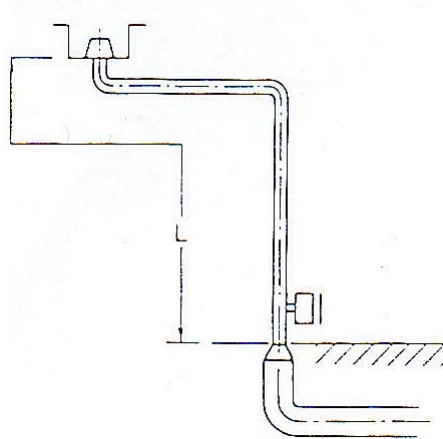


Şekil 3. Toplam yükseklik ve boru uzunluğu

4.1.3 GERÇEK BORU UZUNLUĞU (LA)

Boruların sürtünme katsayıları hesaba katıldığında normal uzunluğun 60% fazlası alınarak gerçek boru uzunluğu bulunur.

$$LA = L * 1,6 \\ = 5,0 * 1,6 = 8,0 \text{ metre}$$



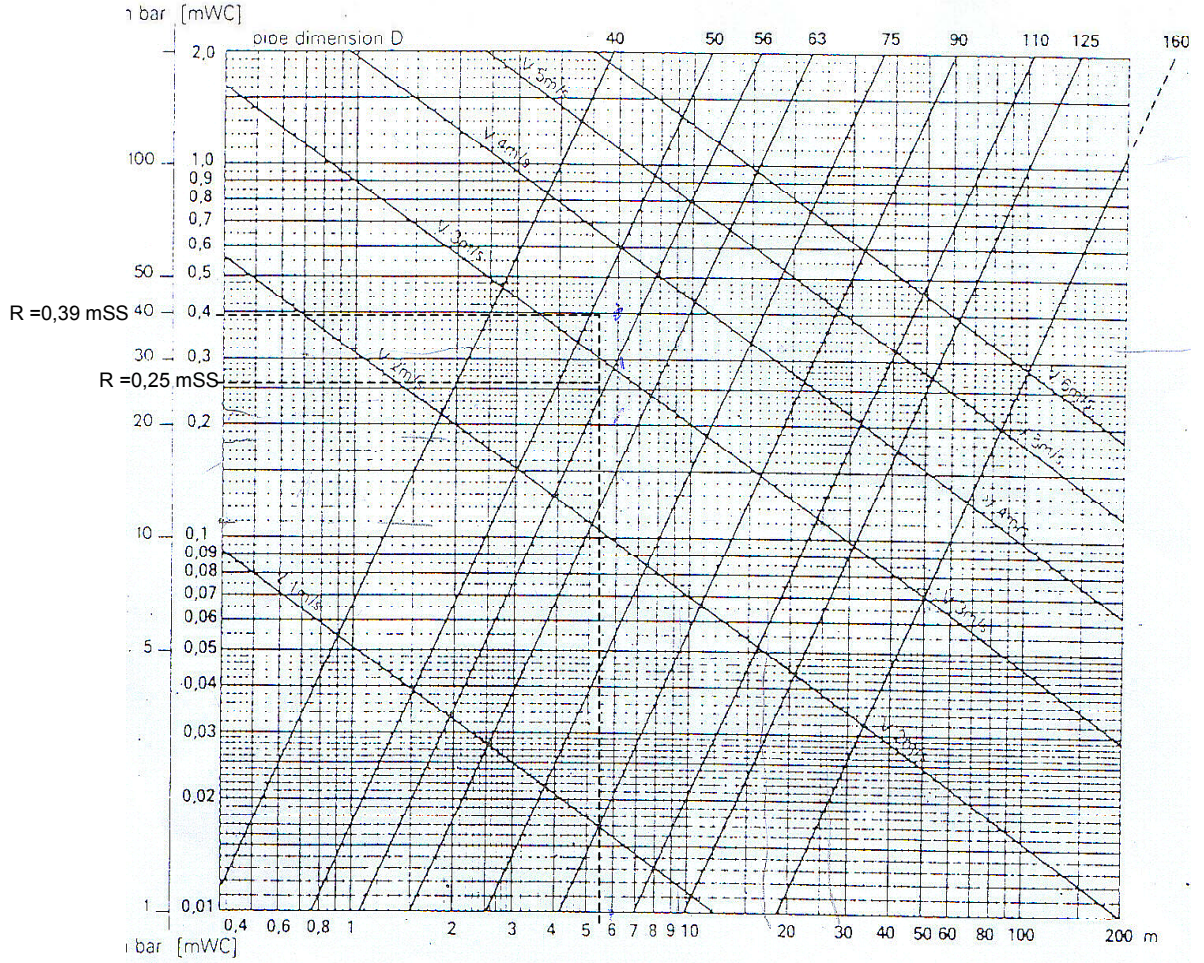
Şekil 4. Gerçek boru uzunluğunun bulunması

4.1.4 BORU SÜRTÜNME DİRENCİ (R SÜRT.) BULMA YÖNTEMİ

$$R \text{ sürt} = HT / LA \\ = 7,5 \text{ m} / 19,2 \text{ m} = 0,39 \text{ mSS} / \text{m}$$

4.1.5 DİAGRAMLARI OKUYARAK ÇAP VE HIZ DEĞERLERİNİN BULUNMASI

- 5,5 lt / sn'den dikey hat çizin.
- 0,39 mSS ' dan yatay hat çizin.
- Çapraz hatlarla belirtilen Q 56 mm hattında dikey hat çizin.
- Su sütunu hattına yatay hat çizildiğinde R=0,25 mSS bulunacaktır.
- Diğer çapraz hatlar (çap hatlarını dik kesen) hızı belirtmektedir. Birleşme noktasındaki hız 2.8 m/sn olarak bulunur.

Diyagram 1. Basınç-Hız-Debi Diyagramı [2]**Tablo 1. Fittings Dirençleri Tablosu**

Boru çapı	ND DQ	32 40	40 50	50 56	60 63	70 75	80 90	100 110	125 125	160 160
Süzgeç Çıkış çapı ø 56		2,8	3,5	4,2	5,6	5,6	7,6			
45'lik dirsek (kapalı kullanılırsa 2*45 düşünülmeli)		0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	2,1
Y Bağlantı elemanı		1,0	1,3	1,6	1,9	2,4	3,0	3,9	4,7	6,3



ND: Nominal Çap

DQ: Dış Çap

Gerçek Boru Uzunluğu= Boru uzunluğu+ Süzgeç sürtünme etkisi+ 4 adet dirsek (her biri 0,5)

$$\begin{aligned} LA \text{ eff} &= 12 + 4,2 + 2 \\ &= 18,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Hız kontrolü ; Suyun akış hızı 1m/sn 'den büyük olmalıdır.

Minimum yükseklik : H min = 3 m (75 mm 'den küçük boru çapları için)
H min = 5 m (90 mm ve üzerindeki boru çapları için)

4.1.6 BASINÇ DÜŞÜMÜNÜN (TR) HESAPLANMASI

Boru sürtünme şiddeti ile gerçek boru uzunluğunun çarpılması ile bulunur.

$$TR = R \cdot LA$$

$$TR = 0,25 \text{ mSS} \cdot 18,2 \text{ m} = 4,6 \text{ mSS}$$

4.1.7 OLMASI GEREKEN MİNİMUM BASINÇ DÜŞÜMÜNÜN HESAPLANMASI

Toplam basınç düşüm değeri olan TR ,toplam yükseklik HT 'den düşük veya eşit olabilir ancak büyük olamaz.

$$HT = 7,5 \text{ mSS} \quad TR = 4,6 \text{ mSS}$$

$$PR = 2,9 \text{ mSS} \text{ (basınç rezervi)}$$

$$PR = HT - TR = 7,5 - 4,6$$

$$PR = 2,9 \text{ mSS}$$

4.1.8 AYNI HAT ÜZERİNDEKİ SÜZGEÇLER ARASINDAKİ BASINÇ FARKLILIKLARI

Aynı hat üzerindeki süzgeçler arasındaki basınç farklılıkları 1 mss 'yi geçmemelidir.

4.1.9 VAKUM ETKİSİNİN HESAPLANMASI

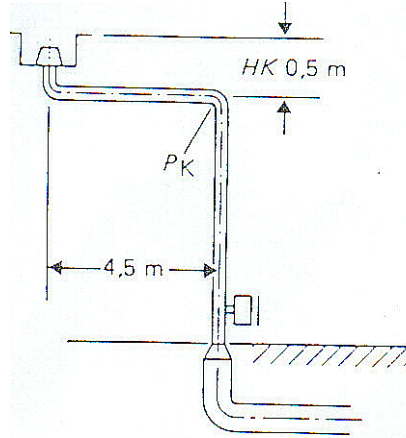
HK = Pluvia süzgecinin üst kısmı ile kritik nokta arasında kalan yükseklik farkıdır.

R = Boru sürtünme direnci

RLA =Pluvia süzgeci ile kritik nokta arasında kalan basınç düşümü

PK =Vakum etkisinin hesaplandığı kritik nokta(bu nokta daima yatay hattan dikey hatta geçen noktalardır.)

$$PK = HK - \Sigma (R \cdot LA)$$



Şekil 5. Vakumun Oluşması

Boru uzunluğu(4,5+0,5 m)= 5 m
Süzgecin uzunluğa etkisi = 4,2 m
2 dirsek 90(2*1 m) = 2,0 m

LA = 11,2 m

HK=0,5 mSS R=0,25 mSS

Vakum etkisinin hesabı (PK noktasında)

PK =HK- R.LA

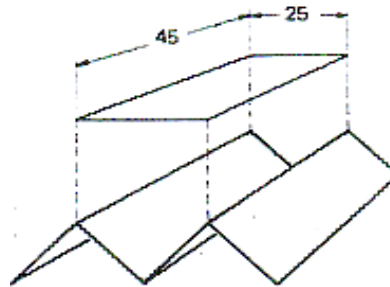
PK = 0,5 – (0,25 . 11,2) = -2,3 mSS

4.2 ÖZEL GELİŞTİRİLMİŞ BİLGİSAYAR PROGRAMI İLE YAPILMASI

Bu konuda çalışan firmalar , tüm bu hesaplamaları bilgisayar ortamında yapan özel programlar üretmektedir. Bilgisayar aracılığı ile hesaplama yapmak önemli zaman tasarrufları sağlamak ve hesaplamanın daha hatasız olmasına olanak tanımaktadır.

5. ÖRNEK ÖLÇÜLENDİRME

5.1 YAĞMUR MİKTARININ VE SÜZGEÇ KAPASİTESİNİN BULUNMASI



Şekil 6. Örnek Çatı Alanı

$$r = 0,03 \text{ lt / sn}$$

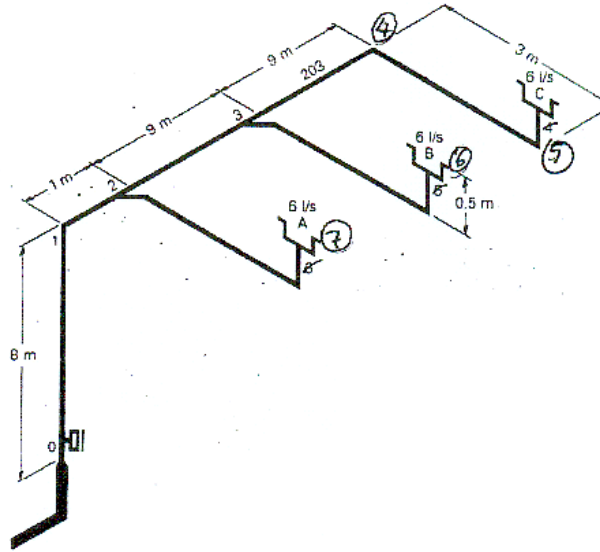
W=Çatı Su Akış Katsayısı

$$QT = A \times r \times W$$

$$QT = 1125 \times 0,02 \times 0,8$$

$$QT = 18 \text{ lt/sn}$$

Süzgeç başına düşen yağış $18/3 = 6 \text{ lt/sn}$



Şekil 7. Süzgeçlerin Yerleşimi

5.2 BORULARIN ÇAPLANDIRILMASI

$$QT = A \times r \times W = l/sn$$

Süzgeç No	Çatı Alanı	l/sn	Süzgeç No	Çatı Alanı	l/sn	Süzgeç No	Çatı Alanı	l/sn
5	375	6						
6	375	6						
7	375	6						

$$HT = 8,5$$

$$L = 8 + 1 + 9 + 9 + 3 + 0,5 = 30,5$$

$$\text{Tahmini sürtünme katsayısı} + 60\% = 18,3$$

$$\text{Toplam LA} = 48,8$$

$$R \text{ sürt} = HT / LA = 8,5 / 48,8 = 0,46 \text{ mSS}$$



Diyagramı kullanarak aşağıdaki değerlere ulaşırız.

Seçilen boru alanı	Yağmur miktarı l/sn	Boru çapı	Boru sürtünme K. R	Hız m/sn	Boru Uzunluğu	Süzgeç çıkış sürt. kuv	Dirsek 45 °	Y çatal	Gerçek boru uzunluğu	Basınç düşümü	Boru alanı içindeki basınç düşümü	Toplam yükseklik	Basınç Rezervi	Kritik noktalardaki sifonik etki
1-0	18	110	0,065	2,3	8	-	2*1,3	-	10,6	0,69				
2-1	18	110	0,065	2,3	1	-	1*1,3	-	2,3	0,15	0,84			
3-2	12	75	0,260	3,6	9	-	2*0,8	-	10,6	2,76	3,6			
4-3	6	75	0,055	1,7	9	-	1*0,8	-	9,8	0,54	4,14			
5-4	6	56	0,310	3,1	3,5	4,2	4*0,5	-	9,7	3,01	7,15	8,5	1,35	-5,96
6-3	6	56	0,310	3,1	3,5	4,2	5*0,5	1,6	11,8	3,66	7,26	8,5	1,24	-6,07
7-2	6	50	0,6	4,0	3,5	3,5	5*0,5	1,3	10,8	6,48	7,32	8,5	1,18	-6,13

PK kritik noktadaki basınç farkı

Basınç Farkı = PR max - PR min

$$= 1,35-1,18 = 0,17 \text{ mSS}$$

$$(1,5) \quad 0,5-(0,15+2,76+0,54+3,01) = - 5,96 \text{ mSS}$$

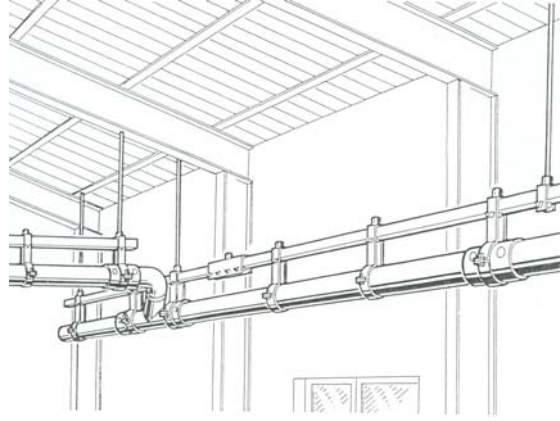
$$(1,3+6) \quad 0,5-(0,15+2,76+3,66) = - 6,07 \text{ mSS}$$

$$(1,2+7) \quad 0,5-(0,15+6,48) = - 6,13 \text{ mSS}$$

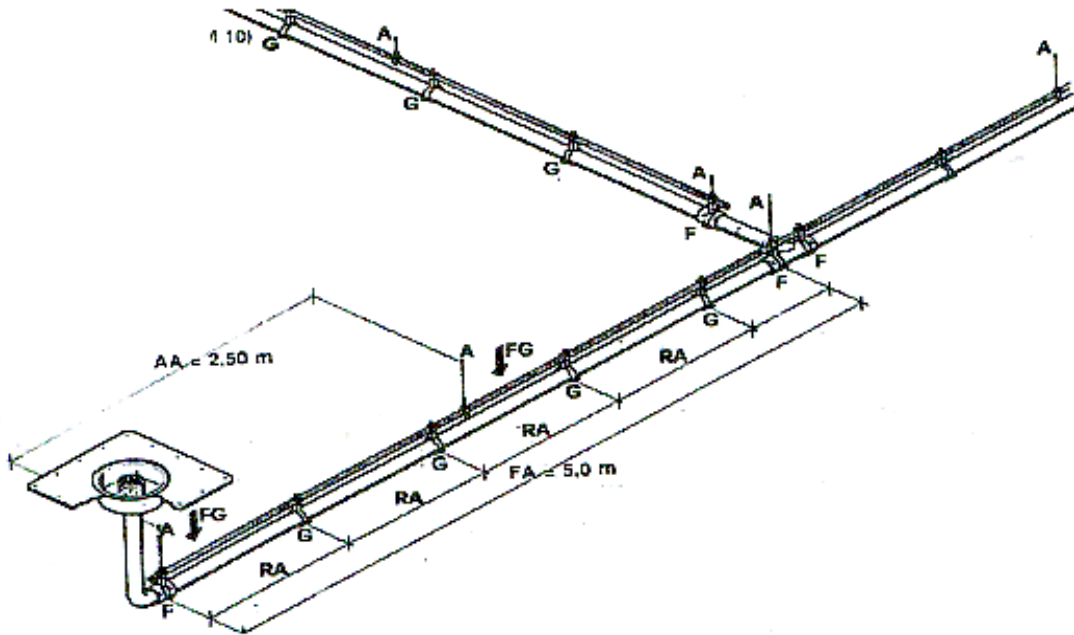
6. ASKILAMANIN YAPILMASI

Vakumlu sistem ile borular içinden geçen suyun debisi konvansiyonel sisteme göre çok daha fazla olacağından suyun güvenli taşınması için özel bir askılama sistemi gerekmektedir.

0 % eğimle boruların yatay hatta güvenli çalışmasını sağlayan sistem aşağıdaki gibidir. Kutu profillerin tavana monte edilmesi ve bu kutu profiller üzerine geçirilen özel boru kelepçeleri ile sağlanan bu askılama metodu bu sistemler için son derece güvenilir bir çözüm sunar.

**Şekil 8. Örnek Askılama****Diyagram 2. Çaplara Göre Kelepçe Ölçüleri ve Boru Ağırlığı**

BORU ÇAPI (mm)	RA (m)	FG (N)
40	0,8	70
50	0,8	88
56	0,8	107
63	0,8	129
75	0,8	156
90	0,9	203
110	1,1	279
125	1,2	348
160	1,6	628

**Şekil 9. Örnek Askılama**



7. SONUÇ

Yaklaşık 20 senedir Avrupa'nın bir çok binasında kullanılan (yaklaşık 40.000 proje,30.000.000 m2 çatı alanında uygulanmıştır.) bu sistem konvansiyonel sistemle karşılaştırıldığında belirtmiş olduğumuz bir çok avantaja sahiptir.

- Daha az iniş hattı
- Daha az boru kullanımı
- Daha az yer altı boruları
- Daha az işçilik
- Yatay hatta eğim yok
- Vakum etkisinin bozulmaması için contalı soket sistemi ile borulama bu sistemde yapılamamaktadır. Elektro manşon veya alın kaynak kullanılarak HDPE boru ve fittingsleri ile kapalı bir devre yaratıldığından daha güvenli bir sistem
- Özel bilgisayar programı ile hesaplamalarda güvenilirlik.
- Üretici ve uygulayıcı firma tarafından 10 yıllık kullanım garantisi.

KAYNAKLAR

- [1] SN 592000 , “Schweizer Norm-Liegenschaftsentwaesserung” , 1990.
[2] GEBERIT , “ Handbuch für Sanitaerplaner” , 1993

ÖZGEÇMİŞ

T. Fikret GENÇGEL

1963 yılı Eskişehir doğumludur. 1986 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 1994 yılından beri tesisat sektöründe çalışmakta olup 1999 yılından beri de Geberit firması bünyesinde çeşitli kademelerde görev almaktadır. Şu anda Geberit Tesisat Sistemleri firmasında Teknik Müdür olarak çalışmaktadır.