

**T.M.M.O.B.
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İZMİR ŞUBESİ**

ÇOK KATLI YAPILAR SEMPOZYUMU

(21-22-23 Eylül 1989)

**Mak.Yük.Müh. Kevork ÇİLİNGİROĞLU
YÜKSEK YAPILARDA MEKANİK TESİSAT
DÜZENLERİ**

**Yüksek yapılarda mekanik tesisat düzenleri
ve yangın korusu**

HAZIRLAYAN:

**Kevork Çilingiroğlu
Mak.Y. Müh.(İ.T.Ü.)**

AĞUSTOS 1989

Yüksek yapılarda mekanik tesisat düzenleri
ve yangın konusu

Kevork Çilingiroğlu

T.M.M.O. ve M.M.M.B. üyesi

Özet:

Yüksek yapılarda uygulanabilecek iklimlendirme sistemleri, bunların ekonomik ve konfor açısından kıyaslanması; enerji tasarrufu yönünden faydalılığı olan düzenler ele alınmış dünyada uygulanmış ve Türkiye'de uygulanacak çok katlı yapılar gözden geçirilmiştir.

Ayrıca Y.Yapılarda yangın konusuna temas edilerek konfor sistemi ile entegrasyonu gözden geçirilmiş ve Y.Y. da yangına karşı alınması gerekli tedbir ve önemi vurgulanmıştır.

Takdim:

Yüksek yapılarda mekanik tesisat düzenlerinin çeşitleri, birbirine nazaran faydalılık dereceleri ve uygulanma kabiliyetleri ile sistem çeşitlerinin özellikleri.

Y.Y.a uygulanan sistemlerin bünyesinde bulunan tasarruf ve diğer bir sistemin yardımı ile elde edilen ekonomi.

Dünyada uygulanan ve Türkiye'de uygulanacak bazı yüksek yapılardaki mekanik tesisat örnekleri.

Y.Y.larda yangın ve can güvenliği için mekanik tesisat tedbirleri. Yapı bünyesi ile ilgili mimari ve statik düzenlemeler ile önlemlerin alınması.

Somuncun irdelenmesi:

1.0. Yüksek yapılarda mekanik tesisat düzenleri:

Yüksek yapılarda mekanik düzenlerin kapsamı kule tabir ettiğimiz yapı formunun yükselen bölümü içindir. Bu kapsama gerek bodrum bölümü gerekse müstemilat yapılar dahil değildir.

Bilindiği gibi, mekanik ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme tesisatı bir çok yönlerden sınıflandırmaya tabi tutulabilir. Bu sınıflandırmadan bir tanesinde sistemdeki hava hızlarına göre sınıflandırmadır.

- a) Yüksek hava hızlı (High velocity) sistemler,
- b) Düşük hava hızlı (Low velocity) sistemler'dir.

Ayrıca akışkan cinsine ve kombinasyonuna göre de sınıflandırmalar mevcuttur.

a) Tüm hava (All-air) sistemleri:

- 1- Tek zonlu (düşük hızlı) sistem
- 2- Tekrar ısıtmalı (Reheat) sistem (düşük ve yüksek hızlı)
- 3- Değişken hava hacimli (VAV Variable air Volume) sistem (Düşük ve yüksek hızlı)
- 4- İndükleme (Induction) sistem
- 5- Çift kanallı (Dual-duct) sistem

b) Hava-su (air-water) sistemleri:

- 1- İki borulu Fan-coil primer havalı sistem (Düşük basınç havalı)
- 2- Dört borulu Fan-coil primer havalı sistem (Düşük basınç havalı)
- 3- İki borulu indüksiyon primer havalı sistem (orta basınç havalı)
- 4- Dört " " " " " (" " ")

c) Tüm su'lu sistemler (All water systems):

- 1- Fan-Coil unitli, infiltrasyonlu ve exhaust havalı sistem
- 2- Fan-Coil unitli, dış duvar menfezli ve exhaust havalı sistem
- 3- Fan-Coil unitli, dış hava kanallı ve exhaust havalı sistem
- 4- Duvara asılı saçaklı (valance unit) unitli sistem. (Havanın konveksiyonu ile çalışır)

d) Çok unitli veya tek uniteli sistemler:

- 1- Pencere tipi iklimlendirici sistemler,
- 2- Paket tipi iklimlendirici sistemler,
- 3- (Rooftop) çatı tipi iklimlendirici sistemler,
- 4- Tek üniteli iklimlendirici sistemler
- 5- Su bağlantılı ısı pompaları sistemi.

Bu sınıflandırmaları arttırmak mümkündür. Ancak burada konu dışıdır. Yüksek yapılarda bu sistemlerden hangisini kullanmak daha verimli, daha ekonomik yangın emniyeti bakımından daha güvenli ve yapı karakterine daha uygundur?

1.1. Tesisat sistemlerinin seçilmesi:

Yüksek bir yapıya uygulanacak mekanik tesisat sistemini saptamak için, evvela kıyaslama faktörlerini ortaya koymak gerekir. Şüphesiz her şekildeki ısıtma ve soğutma sistemi ile her tipteki yapıyı ısıtmak ve soğutmak mümkündür. Ancak gelişigüzel seçilen bu sistemler bazı özverilerin göze alınmasını mecbur kılar. Bu fedakârlıklar bazı sistemde maddi, bazı sistemde yapıların mimari karakterini bozacak ve strüktürü zorlayacak nitelikte, bazı sistemde işletmeyi aksatacak ve pahalılaştıracak

şekilde, bazı sistemde yangın güvenliğini ortadan kaldıracak şekilde ve bazı sistemde de konfordan mahrumiyet şeklinde kendini gösterir. Şu halde mekanik tesisat sistemlerinin saptanmasında aşağıda belirtilen bazı etkenleri gözönüne almak gerekir.

1. Yapının tipi ve karakteri,
2. Yapı dahilindeki yer ve bölüm şekilleri,
3. Yapıyı kullanma müddetleri,
4. Yapının mimari formu ve imkanları,
5. Seçilecek sistemin ilk tesis masrafı,
6. " " işletme kolaylığı ve masrafları,
7. Yapı sahiplerinin istekleri,
8. Yapının yeri ve önemi,
9. Diğer özel düşünceler.

Bu etkenleri ana tema sistemler arasında ekonomik bir kıyaslama olarak ele alıp bir örnek ile oluşturalım.

1.2. Muhtelif tip iklimlendirme tesisleri için ekonomik kıyaslama:

Bir tesisin fiyatı veya maliyeti, ilk yatırım masrafları ile işletme bedellerinin toplamıdır. Zira işletme masraflarında muhtelif tip masrafları ihtiva ederek ve ilk yatırım masrafları işletme esnasında azalabilir. Böylece amortisman ve kârlılık hesapları yapılarak toplam sermaye değeri tayin edilebilir.

Bir iklimlendirme tesisinin ekonomikliği hakkında hüküm verebilmek için aşağıda belirtilen maliyetleri tayin etmek gerekir:

- Kapital değeri (Capital Cost):
 - 1) Amortisman
 - 2) Kâr
- İşletme masrafları (Running Costs)
 - 1) Enerji masrafları
 - 2) Onarım masrafları
 - 3) Bakım masrafları

Yukarıdaki tariflerden de anlaşıldığı üzere, bir tesisin ilk yatırım masrafları yüksek fakat işletme masrafları düşük olabilir. Diğer bir tesisin de ilk yatırım masrafları düşük fakat işletme masrafları yüksek olabilir. Ayrıca enerji sarfiyatı ve enerji fiyatıda münferiden önemli bir etkindir. Zira enerjinin mevcut durumu ile gelecekteki durumu büyük rol oynar.

Air-Conditioning tesislerinde enerji tasarruf etmek mümkün olduğu için teknik tecrübelerle istinaden pahalı bir tesis amortisman müddetini uzatarak ucuzluğunu isbat edebilir.

Muhtelif tip tesislerin mukayese edilebilirliği:

Dikkat edilecek husus, mukayese ederken aynı değerde tesislerin birbiriyle mukayese edilebilmesidir. (Mukayese edilebilirlik) kelimesi, oda hava kalitesini, yük durumuna göre değişime uyum sağlayabilmesi, yapıdaki bölümlere göre fleksibilitesi bulunması, unitlerin ömrü ve niteliği ve tesisin teknik seviyesini kapsamaktadır. Örneğin bir indüksiyon uniteli tesis, tek zonlu bir (Low velocity) tesis ile katıyen mukayese edilemez fakat bir değişken hava hacımlı (VAV) tesis ile pekala mukayese edilebilir.

İstenen bir uygulama için en uygun tesis, uygulanabilir sistemler içinde detaylarının analizi ve mukayesesi ile tayin edilebilir.

Deneyimli bir iklimlendirme mühendisi, tecrübelerinden istifade ederek ve en muğlak hallere çözüm getirerek bu konuda faydalı ve gerekli hizmeti verebilir.

1.2.1. Muhtelif tesislere ait relativ toplam maliyetin mukayesesi:

Bir iklimlendirme tesisinin toplam maliyeti, yapının büyük yaygınlığı içinde tesis edilen tesisat ve detaylarının tetkik ve hesaplanması ile tayin edilebilir.

Mamafi relativ toplam maliyeti bulmak için yol gösterici değerler, pratik tecrübe ile mümkün olabilir. Şekil (1), (all-air) tüm hava ve (air-water) hava-su sistemlerini gösteren tipik bir mukayeseyi vermektedir. Dayulur ısısının fazla olduğu soğutma yüklerinde, hava-su sistemlerini düşünmek gerekir. Zira su hem soğutma hemde ısıtma akışkanı olarak kullanılabilir ve az yer işgal eder, hatta havadan daha az enerji sarfı ile taşıma avantajı vardır.

Şekil (1) de görülen, tüm hava ile kesişme noktası, içeriye verilen havanın oda sıcaklığı ile $\Delta t = 8^\circ\text{C}$

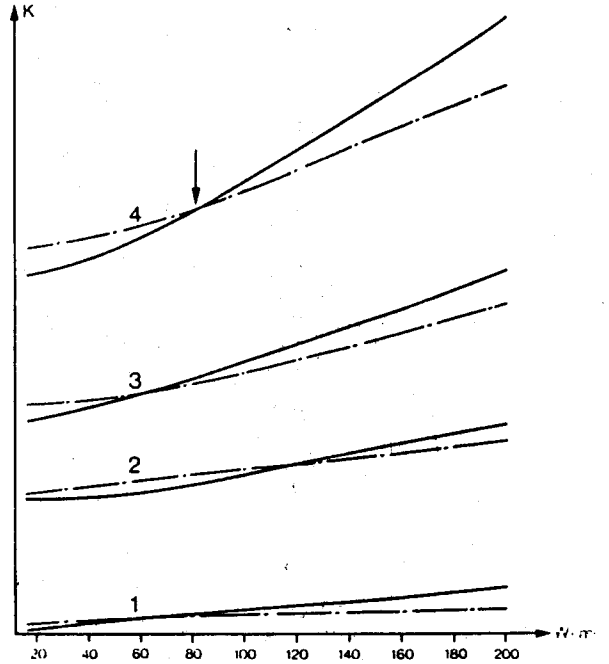


Fig.(1): All-air ve air-water sistemlerinin mukayesesi

fark göstermesi halidir. Buna göre iklimlendirilen hacmin döşeme birim alanına duyulur ısı yükü 81 W/m^2 .dir. Δt 'nin daha yüksek olması halinde kesişme noktası sağa doğru hareket edecektir.

Şekil (2), muhtelif air-conditioning sistemlerinin tipik dikdörtgen şekilli bir office binasına uygulanmasına ait rölatif toplam maliyetleri göstermektedir.

All-air system —————

Air-water system —

W/m^2 : duyulur ısı yükü

K : Rölatif maliyet

1 : Tetkik edilmekte olan

yapının hacımsal kıymeti

2 : Bakım masrafları

3 : Sabit masraflar

4 : Toplam masraf

1.2.2. Verilen bir yapı için air-conditioning sisteminin seçilme örneği:

Bu örnekte, aşağıda parametreleri verilen bir office binası seçilmiştir. Şekil (3)

- Şekil (3)'te bir katının planı görülen yapı 9 katlıdır.
- Kat, iç ve dış zon olmak üzere iki zona ayrılmıştır.
- Oda bölmelerinin değişmesi ihtimaline göre maximum flexibility istenmiştir.
- Oda sıcaklıkları bağımsız olarak kontrol edilebilecek ve tolerans $\pm 1.5^\circ\text{C}$ olacaktır.
- Yaz için oda sıcaklığı: 25°C ; ızafe rutubet: % 50 max.
- Kış için oda sıcaklığı: 22°C ; ızafe rutubet: % 30 min.
- Dış iklim verileri: Münih meteorolojik şartlarındadır.
- İçerideki şahıs durumu: Ortalama bir pencere modülü için 1.5 şahıstır.
- Günlük dolu çalışma şartları 12 h/gün.
- Dış hava ihtiyacı: $0.008 \text{ m}^3/\text{s}/\text{şahıs}$ ($30 \text{ m}^3/\text{h}$ şahıs)
- Yapı hafif konstrüksiyon ve duvar geçirgenlik katsayısı $0.35 \text{ W/m}^2\text{C}$ dir.

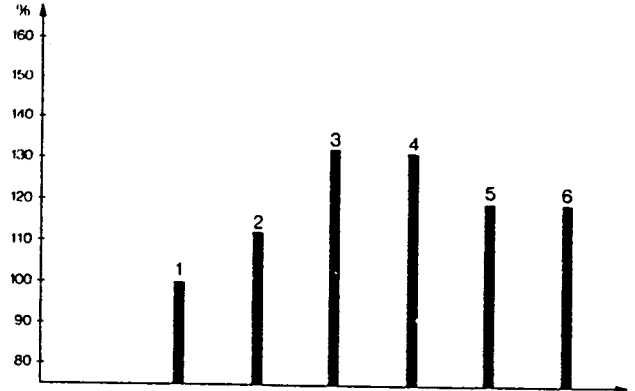


Fig.(2) muhtelif sistemlerin rölatif toplam maliyetlerinin kıyaslanması.

1. Unit üzerinde ısıtmalı VAV sistemi
2. İki borulu indüksiyon sistemi.
3. Dört borulu indüksiyon sistemi.
4. Dual-dmct sistem.
5. Dual-Conduit sistem.
6. All-air indüksiyon sistem (Lokal ısıtmalı)

- Pencerede çift cam ve arasında lamelli gölgelikler bulunmaktadır. Ve gölge faktörü: 0.36 dır.
- Yaz için ortalama rüzgar hızı: 12 Km/h tır.
- Aydınlatma yükü: 24 W/m^2 . olup max. yük devresinde 1/2 si alınacaktır.
- İklimlendirilecek toplam alan: 16000 m^2 . dir.

Bu bilgiler ışığında evvela kıyaslanacak air-conditioning sistemleri izah edilerek seçilecek, daha sonra toplam maliyet tayin edilecektir.

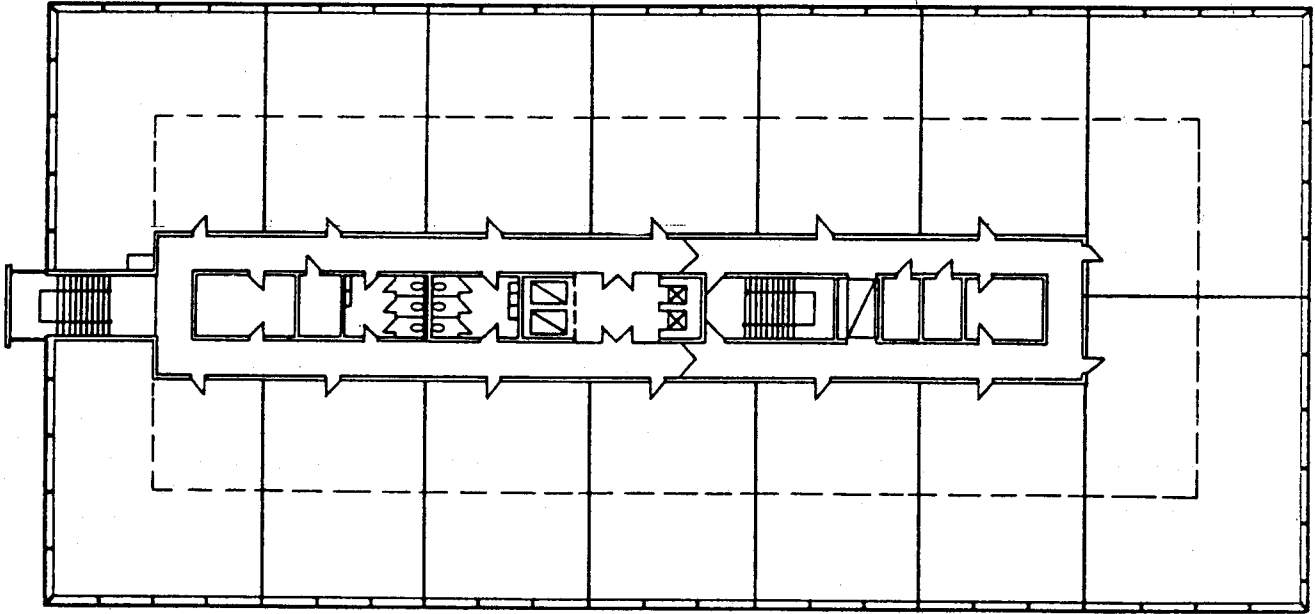


Fig. (3) office binasının kat planı

Yapının verilerini gözönüne alarak, çok odalı yapılara uygulanabilecek bir çok sistem içinden bir tanesini seçmek lazımlıdır. En iyi çözümü getirecek sistemi seçmek pek kolay olmasa gerektir. Bu nedenle ancak tüm detayları incelemek ve hesapları yapmakla mümkün olacaktır.

Öncelikle probleme cevap verecek sistemlerin hangileri olacağını seçmek gerekir. Mafahi mümkün tüm sistemlerin detaylarının incelenmesi ekonomik bir sonuç doğurmayabilir. Bu nedenle bir iklimlendirme mühendisi, kendi tecrübelerine dayanarak prosese tam cevap verecek sistemleri ele almalıdır. Aşağıda kısaca izah edilen sistemler problemi cevaplayan ana sistemlerdir.

1) Tüm hava (all-air) sistemleri grubundan:

- a) Değişken hacımlı havalı (Variable air Volume) sistem, (VAV, tek kanallı) iç ve dış zonda ısıtma pencere altında ısıtıcılar ile gerçekleşiyor.

- b) Dış zon için çift kanallı sistem (Dual conduit system) iç zon yine VAV ve tek kanallı sistemde.
- c) Dual-duct sistem, iç ve dış zon çift kanallı sistemde.
- d) Dış zon için Local reheating system, iç zon VAV sistem.

II) Hava-su (air-water) sistemleri gurubundan:

- a) Dış zon, iki borulu induction sistemi, iç zon için ise VAV sistemi ile kombine edilmiş durumda.
- b) Dış zon dört borulu induction sistemi, iç zon ise VAV sistemi.
- c) Dış zon, dört borulu Fan-coil, iç zon VAV sistemi ile kombine edilmiş.

III) Bağımsız oda üniteleri gurubundan:

Dış zonda bağımsız ısı pompası iklimlendirme oda unitleri, iç zonda VAV sistemi. Isı pompası iklimlendirme cihazları heat recovery gayesiyle bir kondenser suyu sistemine irtibatlandırılmış durumdadır. Görülüyor ki birçok sistemler uygulanmaya müsaittir. Fakat bir çok sistemleri devrede tutmak yerine, onların bir kısmını tasviye etmek için aşağıdaki esaslar vazedilmiştir.

Daha evvel belirtildiği gibi (all-air) tüm hava sistemlerinde tüm soğutma hava ile temin ediliyordu, (air-water) su-hava sisteminde ise tüm soğutma, her iki akışkan ile temin edilmektedir.

Bu nedenle (air-water) hava-su sistemi, ısı oranı büyük olan yapılarda, en uygun sistem hava-su sistemidir.

Çünkü su, havaya nazaran daha az yer işgal eden bir ısı transfer vasıtası olup, ısı transfer maliyetleri daha düşüktür. Fakat bu durum 1 no.lu şekilde görüldüğü üzere kesişme noktasında birbirine eşittir. Durum, oda sıcaklığı ile verilen hava arasında $\Delta t = 8^{\circ}\text{C}$ fark için, yaklaşık oda ısı yükü 81 W/m^2 civarında iken gerçekleşmektedir.

Bu noktanın solunda (all-air) sistemi daha ucuz düşmektedir. Eğer Δt artabilir ise, çok iyi bir hava dağıtım çıkışı ile denge noktası, Şekil (1) de $\Delta t = 14^{\circ}\text{C}$ için sağa kayarak 170 W/m^2 ye varabilir. Farzedelim ki yapının ısı yükü 91 W/m^2 dir. Yukarıda belirtilen imkanlar dahilinde, Δt yi arttırmak suretiyle (all-air) sistemi kullanma kararını vermek mümkündür.

Şurası da bir gerçektir ki hava-su sistemi, local reheating sistemleri ve bağımsız oda cihazları iklimlendirme için dış zona uygundur.

Bu nedenle iç zonda ayrı sistemler kullanılabilir.

VAV dual-conduit veya dual-duct sistemleri tüm katlar için kullanılabilir.

	Criterion (indicated as desirable or aimed for characteristic)	Air-water systems			All-air systems				Single room units
		2-pipe induction system (non-change-over)	4-pipe induction system	4-pipe fan coil system	VAV system	Dual conduit system	Dual duct system	System with local reheating	
Design features	Noise problems are negligible	4	4	2	4	4	4	4	1
	Life span is long	5	5	3	5	5	5	5	5
	Space required for room units or openings is small	4	3	2	6	4	4	3	1
	Space required for air ducts is small	5	5	4	4	2	1	3	6
	Space required for central air handling plant is small	5	5	5	5	4	2	3	6
Engineering and application	No condensation in the air-conditioned room	6	6	6	6	6	6	6	1
	Possibilities for humidification are good	6	6	6	5	6	5	6	6
	Flexibility with regard to changes in building partitioning is good	4	4	4	6	4	4	4	4
	Air pressure inside the building is constant	6	6	6	3	6	6	6	2
	Quantity of outside air is constant	6	6	6	3	6	6	6	3
	Extract air from different rooms is not mixed	6	6	6	1	1	1	6	6
	The system is suitable for inner and outer zones	3	3	3	6	6	6	3	1
Energy consumption	Non-simultaneous occurrence of the loads can be made use of	1	1	1	6	4	1	1	1
	Potential for natural cooling (outside air cooling) is high	4	4	4	5	5	6	4	2
	Potential for heat recovery is high	4	4	4	3	3	3	2	6
Mounting and installation	Installation is simple	4	3	4	6	4	4	5	6
	Electrical connections in the room are not necessary	6	6	1	6	6	6	6	1
Maintenance and demands on quality	Possibilities of air filtration are good	6	6	6	5	5	5	6	3
	Ventilation is good	5	5	5	5	6	6	6	3
	Servicability is easy	5	5	2	5	4	3	5	1
Costs	Investment costs are low	6	3	3	5	4	1	3	5
	Operational costs are low	4	4	4	6	4	1	1	3
Output control	Individual adjustment of output is possible in each room	5	6	6	6	6	6	6	6
	Dehumidification is controllable	6	6	5	5	6	4	6	1
	Control flexibility is good	5	6	6	6	6	6	6	5
	Individual mode of operation (switching off individual room units) is possible	1	1	6	2	1	1	1	6
	Change-over from summer to winter operation is not necessary	6	6	6	6	6	6	6	6
	Total points	128	125	116	131	124	109	119	91

The best system is the one with the highest number of points

4 no.lu tablo

4 no.lu tablo, Şekil (3) te gösterilen yapı için mhtelif iklimlendirme tesisatının değerlendirilmesini vermektedir. Bu değerlendirmeye göre toplam maliyetin detaylarının analizi için aşağıdaki sistemler seçilmiş bulunmaktadır:

- 1) (VAV) Variable Volume System, iç ve dış zon için statik ısıtıcılar kullanılmakta ve (back-up) destekleme ısıtması elde edilmektedir.
- 2) Dış zon için 2 borulu induction system (non-change-over system) otomatik geçişsiz sistem ve iç zonda VAV sistemi ile kombine edilmiş durumda.
- 3) Dış zon için 4 borulu induction sistemi ve iç zon için VAV ile kombine edilmiş durumda.

1.2.3. Tüm masrafların ayrıntılı biçimde tayini hakkında düşünceler:

Kıyaslamanın başlangıcında muhtelif tip masraflardan söz edilmişti. Şimdi ise en ekonomik tesisatı belirleyebilmek için tesislerin nice-liği açıklanacaktır.

Daha hassas bir inceleme için, ısıtma ve soğutma yüklerinin tayini, unitelerin seçimi v.b. gerekir. Bu dar çerçeve içinde bütün bunların yapılması mümkün değildir. Ancak burada yalnız somuçlar tartışılacaktır.

1.2.3.1. Kapasiteler:

Tablo 5 te seçilen sistemler için gerekli soğutma kapasiteleri ve hava miktarları gösterilmiştir. Öncelikle soğutma kapasiteleri tüm sistemler için aynı olup tahmin edildiği gibi all-air VAV sisteminde, bilindiği gibi (air-water) hava-su induction sistemine göre daha fazladır.

Required capacity	Air-water systems		All-air systems
	2-pipe induction system	4-pipe induction system	VVA system
Outside air flow r. Min. m ³ /s Max. m ³ /s	20,6 36,0	20,6 36,0	20,6 54,0
Supply air flow rate m ³ /s	36,0	36,0	54,0
Return air flow rate m ³ /s	15,4	15,4	33,5
Exhaust air flow rate m ³ /s	2,5	2,5	2,5
Cooling output MW	1,58	1,58	1,58

Table 5: Required cooling capacities and air flow rates for the three air-conditioning systems selected for the building shown in fig 3

1.2.3.2. Elektrik güc tahmini:

Tablo 6, üç sistem için elektrik tesis güçlerini göstermektedir. Yalnız bu tabloya bakarak enerji sarfiyatı bakımından all-air VAV sisteminin gayrı müsait bir sistem olduğuna karar vermek doğru olmaz. Cetvelde görülen rakamlar ful yüke göre çıkartılmıştır. Sistem senenin büyük bir bölümünde kısmi yüklerde çalıştığına daha ekonomik çalışabilir.

Bu nedenle bu tablo senelik hakiki bir çalışma tablosu değil, tesis edilen güçlerin tablosudur. Aşağıdaki iki misal bu durumu aksettirmektedir.

Tablo (6)

Consumer	Air-water systems		All-air system
	2-pipe Induction system	4-pipe induction system	VAV system
	kW	kW	kW
Supply air fan 1	55,0	55,0	60,0
Supply air fan 2	28,0	28,0	60,0
Return air fans	25,0	25,0	40,0
Exhaust air fans	2,5	2,5	2,5
Refrigeration machines	400,0	400,0	400,0
Cold water pumps	53,0	53,0	30,0
Condenser water pumps	18,5	18,5	18,5
Recooling plant fan	30,0	30,0	30,0
Heating pumps	2,0	23,0	15,0
Total	614,0	635,0	656,0

Table 6: Electric ratings for the three air-conditioning systems selected for the building shown in fig 3

Şekil 7, bir VAV sistemindeki bir fanın hava girişinin değişken giriş kanatları ile kısılmasında hacim ve enerji sarf ilişkilerini göstermektedir.

Fig. (7)

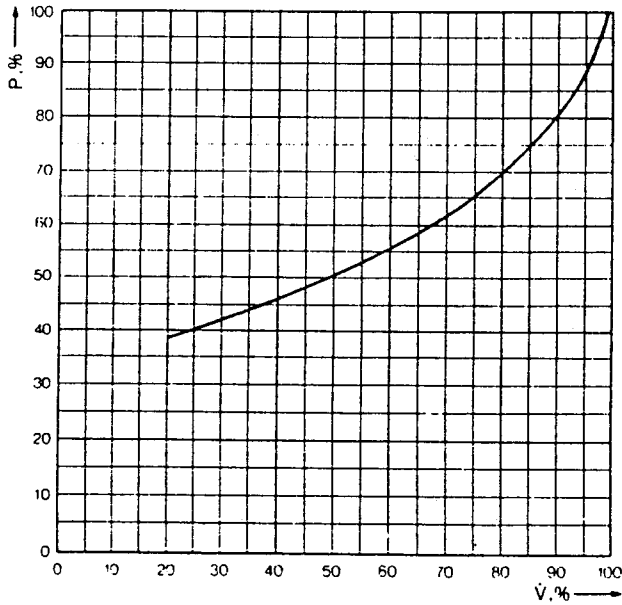


Fig. 7 Typical power consumption curve for a fan in a VAV system with throttling of air flow rate by means of changeable inlet impellers

V Air flow rate, %

P Power consumption, %

Bu eğriden görüldüğü gibi enerji tüketimi değişken hacim ile doğrusal olarak orantılı değildir. Genelde VAV sistemde fan çalışması, yoğun yük zamanında % 60 - % 90 miktarı ile çalışır. Şu halde enerji tüketimi her zaman % 100 değildir. Durum şekil (8) de görüldüğü gibi mesala turbo soğutma makinası için de aynı şekilde yoğun yük saatlerinde % 40 - % 80 soğutma talebi vardır.

Fig. (8)

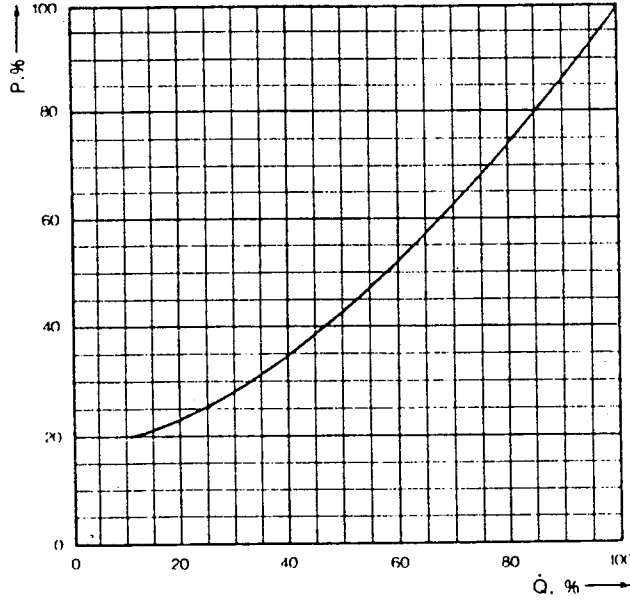


Fig.8 Typical partial load characteristic of a turbo refrigeration machine
 $\dot{Q}$ Cooling output, %
P Motor output, %

Bunlara göre makinanın tesis edilmiş elektrik güçleri tayin ve tasnifi, sistem seçiminde pekiyi bir kriter değildir.

1.2.3.3. Enerji masrafları:

Yıllık enerji masrafı, bu problem için, tahmini tablo (9) da görülmektedir. Burada kazan yıllık işletme masrafları her üç sistemde de aynı olduğundan hesaba katılmamıştır.

Fiyatlar İsviçre'de Ocak 1982 fiyatlarıdır.

Consumer	Energy costs Fr./year		
	Air-water systems		All-air system
	2-pipe induction system	4-pipe induction system	VAV system
Supply air fan 1	40'764		30'626
Supply air fan 2	20'752		30'626
Return air fans	18'529		20'416
Exhaust air fans	1'853		1'853
Refrigeration machines	74'482		74'482
Cold water pumps	39'282	36'000	12'081
Condenser water pumps	7'450		7'450
Recooling plant fan	12'081		12'081
Heating pumps	10'467	21'138	11'821
Total energy costs, Fr./year	225'660	233'049	201'436
	112 %	115,7 %	100 %

Table 9 Comparison of the expected annual energy costs for the three air-conditioning systems selected for the building shown in fig. 3

Remarks:

1) Current tariff:

Working tariff : High tariff Fr. 0,19 / kWh

: Low tariff Fr. 0,05 / kWh

Power tariff : Fr. 6. - / kW / month

Mixed tariff : Fr. 0,21 / kWh

2) The amount of energy required for heating purposes has been assumed to be the same for all the three systems and has, therefore, not been taken into account for the analysis

1.2.3.4. İlk tesis masrafları:

Yine kazan her üç sistemde aynı olduğundan, kazan ve teferruatları ilk tesis masraflarında gözönüne alınmadı.

Tablo (10)

Costs	Air-water systems		All-air system
	2-pipe induction system	4-pipe induction system	VAV system
Investment costs SFr.	2'088'000	2'695'000	2'204'000
Amortization and interest SFr./year	311'112	401'555	328'396

Table 10: Comparison of the investment costs, amortization and interest for the three air-conditioning systems selected for the building shown in fig. 3

Remarks:

1) Amortization period : 10 years

2) Average rate of interest : 8 %

3) Annuity factor : 0,149

4) Costs : Basis January 1982

1.2.3.5. Toplam maliyet:

Tablo 11, seçimi tartışılan üç sistemin (Kazan ve teferruatları hariç) toplam maliyetlerini göstermektedir. Tablodan da görüldüğü üzere VAV sistemi, gerek maliyetler bakımından, gerekse enerji tüketimi bakımından daha müsait görülmektedir.

Tablo (11)

Costs	Air-water systems		All-air system
	2-pipe induction system	4-pipe induction system	VAV system
Amortization and interest SFr.	311'112	401'555	328'396
Energy SFr.	225'660	233'049	201'436
Repairs SFr.	31'300	40'400	33'100
Maintenance SFr.	62'600	80'800	66'200
Total plant costs SFr.	630'672	755'804	629'132
Auxiliary costs SFr.	69'200	67'800	9'000
Total annual costs SFr.	699'872	823'604	638'132
%	109,6	129,0	100
Energy consumption %	112	115,7	100

Table 11: Comparison of the expected total costs and the relative energy consumption for the three air-conditioning systems selected for the building shown in fig. 3

1.2.3.6. Sonuç:

Şekil (3) te görülen office binası için proje mühendisinin VAV sistemini seçeceği anlaşılmaktadır.

1.3. Sistemlerin yüksek yapılara uygulanma yetenekleri:

Yüksek yapılara uygulanması düşünülen iklimlendirme tesisatlarından istenen bazı özellikler vardır.

Bu özellikler:

- Yapı inşaatını zorlayıcı nitelikte olmaması,
- Tekerrür eden yapı ritmine uyması ve flexibilitesi bulunması,
- Yapıda konfor şartlarını eksiksiz yerine getirebilmesi,
- Yapıda enerji tasarrufu gerçekleştirmesi
- Yangın tehlikesinde kolayca kontrol altına alınabilmesi hatta yangın tecridine ve bu gibi hallerde yapının tahliyesine yardımcı olabilmesi,

1.3.1. Yapı inşaatını zorlayıcı nitelikte olmaması:

Bilindiği gibi hava ile iklimlendirmede hava kanallarının büyüyen kesitlerini taşımak inşaatın şaftlarını zorlaması yönünden yapıya zarar verecek niteliktedir. Kat çıkışlarında, yapı betonarme strüktürde ise, perdelerde açılacak daha büyük delikler yapı statüğünü sarsıcı istikamette olabilir. Ayrıca katlarda kanal yüksekliklerinin artması kat yüksekliklerini artırıcı biçimde olabilir.

Bu nedenle yüksek yapılarda yüksek hava hızlı (High velocity) sistemleri kullanmak ihtiyacı doğmaktadır.

Bu sistemlere örnek olarak

- Değişken hava hacimli (VAV) sistemleri
- İndüklemeli (Induction) sistemlerini örnek verebiliriz.

1.3.2. Tekerrür eden yapı ritmine uyması ve flexibilitesi bulunması:

Yüksek yapılar mimari forma göre tekrar eden katların üstüste dizilmesinden meydana gelmiştir. Ayrıca katlarda akslara göre bir modülleme yapmak mümkündür. Bu özelliklere dikkat ederek tesisatta da bir modülleme yapmak mümkündür.

Her modüle, o bölümün iklimlendirme ihtiyacını karşılayacak sistem elemanlarını yerleştirme imkanı veren mekanik tesisat sistemlerini kullanmak mümkündür. Bu sistemler gerek tüm hava (all-air), gerekse hava-su (air-water) genellemelerinde bulunmaktadır.

1.3.1. maddesinde verilen sistemlerin haricinde primer hava devresini yüksek hızlı yaparak Fan-coil sistemlerini de kullanmak mümkündür.

1.3.3. Yapıda konfor şartlarını eksiksiz yerine getirebilmesi:

Y.Yapı, büyük bir yatırımdır. Bu yatırımda her şeyin mükemmel olması gerekir. Ayrıca bu yapılar kendi içlerinde bağımsız birer ticari kenttir. Böyle bir kentin tüm ihtiyaçları karşılaması önemlidir. Bu nedenle seçilecek mekanik tesisat sistemleri, iklimlendirmenin tüm gereklerini yerine getirmelidir. Gerek sıcaklık dereceleri gerek nem oranları gerekse hava dağıtım hızları ve gürültü susturulması bakımından tam bir konfor sağlamalıdır. Bilhassa ara mevsimlerde yönlemlere göre değişen iklim ve yük şartlarında tam bir zonlama yaparak konfor düzeyini yüksek tutma uyumuna sahip olmalıdır.

1.3.4. Yapıda enerji tasarrufu gerçekleştirilmesi:

Yüksek yapılara uygulanacak bir mekanik tesisat sisteminin en büyük özelliklerinden bir taneside enerji tasarrufu sağlama yeteneği olmasıdır. Böylesine büyük bir düzendeki enerji sarfiyatı

işletmede büyük paraları gerektiren bir olaydır. Bu hmsusu düşünerek işletmede büyük tasarruflar sağlayacak sistemleri seçmede fayda vardır.Örneğin çalışmayan bir hacmi iklimlendirmek büyük bir kayıptır. Buna göre seçilen sistem, tüm tesisat faaliyette iken arada zuhur eden iklimlendirilmesine ihtiyaç olmayan bir bölümü kendi arasında faaliyetten men etmelidir. Son gelişmelere göre bu düzenler mevcuttur. Bunları uygulamak gerekir.

1.3.5. Yangın olayında iklimlendirme sisteminin görevi:

Bir yüksek yapıda 30 m. yüksekliğin üstünde dışarıdan yangına müdahale etmek mümkün değildir. Zira yangın söndürme ekiplerinin merdiven normları ancak bu yüksekliğe erişebilir. Demek ki bu yüksekliğin üzerindeki bölümler kaderleri ile başbaşa kalmaktadır. Bu nedenle ileride izah edileceği gibi uygulanan havalandırma ve iklimlendirme tesisatı da en ekonomik şekilde yangın tedbirlerini kapsayacak nitelikte olmalıdır.

1.4. Yüksek yapılardaki mekanik tesisatlar için tasarruf düşünceleri:

Yüksek yapılarda kullanılacak mekanik tesisat sistemlerinin işletmede getireceği maddi yükler düşünülerek gerek seçilen sistemlerin gerekse yardımcı düzenlerin işletmeyi daima az enerji sarfına yöneltmesini sağlamak gerekir.

1.4.1. Mekanik sistemlerdeki enerji tasarrufu:

Örneğin bir değişken hava hacımlı (VAV) sistem ile sabit hava hacımlı iklimlendirme tesisatında enerji tasarrufu yönünden büyük farklar vardır.

Bir sabit hava hacımlı sistemde yazın hacmın konfor şartlarda kalabilmesi termostat kontrolüne bağlı olup soğutma kangalına etkilemekle elde edilir. Hava sıcaklığını modüle edebilmek için, soğutma sistemini kısmak gerekir. Ve böylece enerji tasarrufu sağlanır. Fakat bu düzen bir mahal için geçerlidir. Muhtelif hacımları bir termostat ile idare edip gerekli kısmaları sağlamak mümkün değildir. Ancak enerji kaybetmek suretiyle yani havayı tekrar ısıtmak, soğutulmuş havaya daha sıcak hava katarak suretiyle zonlama yapmak mümkündür.

Bu düzen soğutma için enerji harcamasını tam yükte tutmak ve münzam enerji sağlamak icap ettiren ve gayrı ekonomik olan bir sistemdir. Fakat değişken hacımlı (VAV) sistemler böyle değildir.

Bu sistemler sabit sıcaklıkta değişken hava miktarları verdiğinden hacmin konforunu değişik hacımlarda istenilen şartta enerji tasarrufu elde etmek suretiyle temin edebilir.

Bir örnek verelim: Sabit hava hacımlı bir sistemde hacmin duyulur ısı ihtiyacı: 10800 W.; Odanın sıcaklığı: 26°C ; içeriye verilen hava sıcaklığı ise: 16°C dir. Gerekli hava miktarı:

$$V = \frac{10800}{0.36 \times (26-16)} = 3000 \text{ m}^3/\text{h. tır.}$$

Oda yükünün 5400 W.'a düştüğünü farz edelim. Bu halde odayı dengede tutmak ve sabit miktarda havayı devam ettirebilmek için içeriye:

$$26 - \frac{5400}{0.36 \times 3000} = 21^\circ\text{C de } 3000 \text{ m}^3/\text{h hava vermek gerekir.}$$

Halbuki bu örnekte VAV sistem kullanılsaydı, ikinci şartlarda sabit 16°C sıcaklıkta:

$$V = \frac{5400}{0.36 (26-16)} = 1500 \text{ m}^3/\text{h içeriye hava verilecekti.}$$

Şu halde havayı sevk eden fan enerjisinden büyük tasarruf elde edilmektedir.

Ayrıca soğutma makinasındanda tasarruf elde edilmektedir. Çünkü soğutma serpantini üzerinden az hava geçtiğinden dönüş suyu sıcaklığı düşmekte ve dolayısıyla soğutma makinası az enerji sarf etmektedir.

1.4.2. Merkezi otomasyon sistemi ile elde edilen enerji tasarrufu:

Mekanik tesisat sistemlerinin ekonomik işletmesi en iyi olanının seçilmesi yanında, sistemleri daha ekonomik hale getirecek yardımcı sistemlerinde seçilerek devreye sokulması gerekir. Bunların içinde en etken olanı bina otomasyon sistemidir.

1.4.3. Bina otomasyon kavramı:

Bir yapıdaki mekanik ve elektriksel sistemler binanın toplam maliyetinin oldukça büyük bir kısmını oluşturur.

Bu sistemler: Isıtma, soğutma, iklimlendirme, aydınlatma, taşıma (asansörler, yürüyen merdivenler vs.), yangın alarm ve güvenlik kontrolü gibi hizmetleri verirler. Bu sistemlerin işletim ve bakımları yapıdaki diğer hizmetlerden çok daha fazla harcama gerektirir. İşte bu nedenle, tüm bina sahibi ve yöneticileri bu sistemlerin daha etkin, daha verimli bir şekilde çalışmasını sağlayacak bir denetim yolu bulmak zorundadırlar.

Bu durum gökdelenler, havaalanları, üniversite kampüsleri ve fabrika gibi büyük yüksek ve yaygın yerleşim yerlerinde daha fazla önem kazanır. Bu ihtiyacı karşılayacak sistemler mevcuttur. Bina otomasyon sistemi bu istemi karşılayabilen en mükemmel bir düzendir. Bina otomasyonlarının bilindiği gibi üç amacı vardır.

- Merkezi denetim ve işletmeyi sağlamak,
- Enerji tasarrufunu sağlamak,
- Güvenlik kontrolünü sağlamak,

Bir yüksek ve yaygın binada mekanik ve elektriksel sistemlerin büyük çoğunluğu gözönünde değildir. Ayrıca bu sistemlerin işletim ve denetim noktaları da bina içinde dağınık bir şekildedir. Bu nedenle bu sistem ve cihazların günlük işlevlerini yerine getirebilmeleri için yapının büyüklüğüne ve içindeki sistemlerin karmaşıklığına bağlı olarak değişen sayıda ve kalitede personele ihtiyaç vardır.

Bina işletimini gerçekleştiren bu personelin görevi, örneğin havalandırma fanlarının çalıştırılıp durdurulmasından, aydınlatma ile ilgili olarak ışıkların yakılıp söndürülmesine, kazanların bakımına kadar değişik elektriksel ve mekaniksel işlevleri kapsar. Yalnızca bu işleri yapmak ve sistemleri devrede tutmak için önemli ve pahalı bir insan gücü gerekmektedir. Bina otomasyonu sisteminde ise merkezi kumanda odasında bir konsolun başına oturmuş bir tek kişi yapıdaki tüm sistemleri sürekli olarak kontrol altında bulundurur ve gerektiğinde müdahale eder.

Bu durum personel sayısında bir azalma meydana getirir ve kullanılan personeline ancak çok acil ve gerekli durumlarda bakım ve onarım görevlerini üstlenmesini, çok daha verimli ve insan hatasına yer vermeyen bir merkezi işletme elde edilmesini sağlar. Bina otomasyon sistemi, yapı işletimi için hayati önem taşıyan bu üç amacı gerçekleştirirken ihtiyacın büyüklüğüne göre aşağıdaki programların hepsini veya birkaçını kullanır.

1.4.3.1. Merkezi kumanda ve kontrol programları:

- a) Zamana bağlı başlatma ve durdurma programları: Bu tür programların uygulama alanları aydınlatma, taşıma gibi belli zamanlarda başlatmasını ve durmasını istediğimiz sistemler olabileceği gibi sadece bir cihazda olabilir.
- b) Olay programlar: Bu tür programlar bir olayın meydana geldiği andan itibaren (örneğin bir yangın ihbarının) daha önce belirlenmiş bir önlemler dizisini başlatırlar. (Meselâ yazılı ve sesli yangın ihbarını verir, havalandırma sistemlerini durdurur, bazılarını yol verir, duman tahliyesi için yangın damperlerini açar, itfaiyeye haber verir v.b.)

1.4.3.2. Enerji yönetimi programları:

a) Döngüsel kumanda programları (Duty cycling):

Bu program bilhassa ısıtma, havalandırma, iklimlendirme sistemlerini belli bir düzene göre devreye alıp çıkartarak enerji tasarrufunu gerçekleştirir. Mesela iklimlendirme fanlarını hacımların konfor şartlarını aynı tutmak kaydıyla saatte belli bir müddet durdurur.

b) Güç talep programları (Power demand control):

Ülkemizde olduğu gibi bir çok ülke elektrik idaresi belli bir güç sarfiyatının üzerine çıkıldığı zaman birim fiyatları arttırmaktadır. Bu durumda bir program ile bu limite yaklaşıldığında önceden belirlenen elektriksel sistemleri önem sırasına göre devreden çıkartır ve sarfiyata göre tekrar devreye sokar.

c) Optimum başlatma ve durdurma programları (Optimum-start-stop):

Bu program sabahları yapının konfor şartlarına erişebilmesi için ısıtma, havalandırma, iklimlendirme sistemlerinin saat kaçta devreye alınması gerektiğini mahal sıcaklığını, dış hava sıcaklığını ve diğer psikrometrik değerleri ölçerek sapar.

d) Yük ayar programları (Load reset):

Bu program yapıda çeşitli zonlar mevcutsa, en fazla yükü bulunan zonu tesbit eder ve ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerini bu yüke göre optimum seviyede çalıştırır.

e) Soğutucu optimizasyon programları:

Yapıda birden fazla soğutucu sistemi mevcut olduğu durumlarda, soğutma gerektiğinde soğutma suyu gidiş ve dönüş sıcaklıklarını ve çektikleri elektrik enerjisini hesaplayarak en uygun soğutucuyu veya soğutucuları devreye alır.

1.4.3.3. Güvenlik kontrol programları:

a) Bekçi turu (patrol tour):

Bu program bekçi turlarının programını, zamanlamasını ve sırasını kontrol eder. Bu program sayesinde turların güzergahı ve aralıklarını değiştirmek mümkündür.

b) Kapı kontrol (Access control):

Kapılara konan kart okuyucuları vasıtası ile kişilerin yapıya girişlerini ve çıkışlarını denetleyen bu program sayesinde

kartlara çeşitli öncelikler ve zaman açısından kısıtlamalar koymak mümkündür.

Sonuç olarak bina otomasyonu sistemlerini, merkezi denetimi ve işletimi, enerji tasarrufunu ve bina güvenliğini amaçlayan ve bu işi en az sayıda personel ile en mükemmel ve hatasız bir şekilde gerçekleştiren, genel amaçlı mikro işlemci temele dayalı Elektronik-Digital bir sistem olarak tanımlamak mümkündür ve de bir yüksek yapının can damarıdır.

1.5. Yüksek yapılarda birkaç mekanik tesisat örneği:

Yüksek yapılarda uygulanan ve Türkiye'de uygulanacak bazı yüksek yapılardaki mekanik tesisat örneklerini gözden geçirelim.

1.5.1. Dünyada uygulanan bir örnek:

ABD'nin Şikago kentinde uygulanan 37 katlı NBC Tower yapısı.

Şikago nehri ile Michigan Ave. ve göl kenarında tesis edilen 37 katlı NBC Tower yeni yapısı 20 hektar (50-acre) üzerinde şehrin gelişim sahasında bulunmaktadır. Yapımı esnasında 48000 işçi, 10000 i yerel halk olmak üzere çalışmıştır.

Yaklaşık 92907 m^2 . (1000000 sq.ft.) inşaat alanı olan NBC Tower yapısı 8281 m^2 . (89100 sq.ft.) parking alanı, 1915 m^2 . (20600 sq.ft.) satış alanları, 23870 m^2 . (256840 sq.ft.) kiralık alan ve 58241 m^2 . (626670 sq.ft.) office alanlarını kapsamaktadır.

Yapının sahibi Equitable Life Assurance Society of America olup yapı Tishman-Speyer Properties, Inc. tarafından geliştirildi. Bu geliştirme, ASHRAE'nin 1987 Illinois toplantısındaki Enerji takdim programına göre yapıldı. Proje Şikago'nun Morse/Diesel Inc. inşaat müdürlüğü (İdaresi) tarafından tamamlandı.

Dizayner dış tarafta (limestone) ve prekast seçti. Buna neden, yakında bulunan Chicago Tribune Tower binası ile uyum sağlamaktı.

Enerji tasarrufu sağlamak için gray-tinted çift camı kullanıldı. Bu camın geçirgenlik katsayısı $3.23 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($0.57 \text{ Btu/hr.ft}^2\text{.}^\circ\text{F}$), duvarın geçirgenliği ise $0.45 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($0.08 \text{ Btu/hr.ft}^2\text{.}^\circ\text{F}$) dır.

Bunlara göre tüm yapı kabuğunun bileşik ısı geçirgenlik katsayısının $1.45 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($0.256 \text{ Btu/hr.ft}^2\text{.}^\circ\text{F}$) olduğu anlaşıldı. Bu değer, ASHRAE standard 90'da tavsiye edilen $1.93 \text{ W/m}^2\text{.}^\circ\text{K}$ ($0.34 \text{ Btu/hr.ft}^2\text{.}^\circ\text{F}$) değerinden küçük olduğundan uygun bulundu.

Direkt solar ısı kazancını azaltmak için, gölge faktörü 0.55 olan bir cam ile takviye edildi.

Bu şekilde NBC stüdyoları triple-pane, yani üçlü cam grey-tinted ve gölgeleyici cam şeklinde dış soğutma ve ısıtma yükünü azaltıcı düzene kavuştu. Mekanik tesisat sistemi o şekilde geliştirilmelidir ki, yükün her şartında, termal konfor uyumsuzluğunu kaldırarak binanın üst düzeydeki dizayn filozofisine uygun olarak konforu muhafaza edebilsin. İklimlendirme sistemi, değişken hacim konsepti (variable volume concept) ne adapte edilmeli ve hatta VAV sistemi ile değişken sıcaklık sistemi terkip edilmelidir.

Yapının 3.Bodrumunda soğutulmuş su (chilled water) santral dairesi vardır. Ve burada 3 ad. santrifüj soğutucu makina bulunmaktadır.

Klima santralleri 21.katta tesis edilmiştir. 37. katta ise 24 saat durmadan çalışan üç hücreli soğutma kuleleri vardır. 21.katta dört adet VAV sisteminde çalışan klima santrali vardır. Ve bunlarda vaneaxial fanlar bulunup değişken kanatları mevcuttur. Ayrıca soğutulmuş su serpantini, dış hava şartları müsait olduğunda serbest soğutma elde etmek için hava tarafında kullanılabilen ekonomizör mevcuttur.

Ana binaya ait HVAC elemanları Table 1 de özetlenmiştir. Bu özete ait yerleşim durumunda Şekil 1 de gösterilmiştir. İleride, komputer alanları veya PRX telefon tesisleri için kullanma ihtiyacını karşılamak üzere soğutma kuleleri ve boruları kapasiteleri fazla tutulmuştur.

20.Kattan 24.kata kadar termal bir zon vardır. Bu katlarda office'lerin her köşesi ayrı ayrı bağımsız kontrole sahiptir. Fan-Powered terminal unitlerden her zonda insan konforu için gerektiği gibi iklimlendirme yapmak ve hava hareketini optimal sınırlarda tutmak gayesiyle değişen sıcaklıklarda sabit miktarda hava verilmektedir. Bilindiği gibi VAV sistemi relatif olarak her terminal unite düşük sıcaklıkta az miktarlarda primary hava vermektedir.

Fan-powered unitlerin iki girişi vardır: bir tanesi plenuma, diğeri ise ana veriş kanalına bağlanmıştır. Tavana monte edilen bu unit, havayı office hacmine baştan başa vermektedir. Hava akımı olmadığı zamana ait şartlarda, şikayetlere mani olmak için VAV kutularındaki fan'ın yükleme modunda sabit sıcaklıktaki soğuk primary hava ile plenumdaki sıcakça havayı karıştırarak sabit miktarda vermesi gerekir. Hacmin meşgul olduğu şartlarda hava akımı talebi olmadığında, meydana gelecek şikayetleri önlemek için VAV kutusu ile fan işbirliği yaparak bir miktar sıcak olan plonyumdaki havayı çekerek merkezden gelen primer havayı karıştırarak sabit miktarda içeri hava verir. Fan-powered VAV terminal unit'lerin en büyük avantajı, kutu düzeni çevresinden ısıtma talebi geldiğinde plomunda mevcut bulunan birikmiş ısıyı alarak plomunun dışındaki zonlara çıkartmasıdır.

Bina dış kabuğu tarafında daha fazla ısıtma talebi halinde, ikinci bir ısı kaynağı olarak elektrikli ısıtıcı ilâve edilmiştir.

Yapının mekanik sistemleri (DDC) direct digital control tekniği ile mikro-prosesör bazlı bir dağıtıcı sisteme bağlanarak kontrol edilmekte ve gözlenmektedir. Yapının mekanik sistemi, düzeninin en büyük ve önemli kısımlarından birisidir. Ve tüm DDC sistemi tek bir imalatçı firma tarafından tesis edilmiştir. Böylece aynı firmada ekonomik sonuçları avantajlı biçime getiren gelişmelere ait parçaları ve düzenleri satın almak ve uygulamak daha kolay olacaktı. Sonuç olarak, konvansiyon sistemdeki otomatik kontrol sistemleri maliyeti, seçilen monitorlu ve DDC programlı (akıllı) sisteme göre aynı maliyetlere ulaşmaktaydı.

Beher soğutucu, imal edildiği fabrika tarafından üzerinde tesis edilen Micro-processor vasıtasıyla kontrol edilmekte ve izlenmektedir. Bu kontrol işlemi merkezdeki stand'dan yürütülmektedir. Biraz daha açarsak, soğutucu ünitenin microprocessorü ile işbirliği yaparak automatic start-up, chiller dizisinin çalışma sıra düzeni yani ardışıklığı, soft loading stratejisi yani optimim performansı ve benzeri ekonomik çalışma hali merkezi kontrol panelinden haberleşme düzeni ile kontrol edilip gözlenmekte ve kaydedilmektedir.

Beher merkezi VAV (Variable air Volume) hava hazırlayıcıları da DDC sistemi paneli ile merkezi stand'dan izlenmektedir. Gerekli haber ve alarm 2.Bodrumdaki işletme mühendisleri bölümüne bildirilmektedir. Minimum dış hava damperinin konumunun sürdürülüp sürdürülmemesi, modülasyon konumu yine bu sistem ile kontrol edilmektedir.

Bu düzen sayesinde, soğutmanın azaltılacağı peryotlarda, dış hava alış miktarını düşürmek mümkün olmaktadır. Fazla soğutma gerektiğinde ise, serbest (bedava) soğutma için gereken dış hava miktarını temin etmek için yine bu düzen kullanılmaktadır. Yapının yalnız dış hava ile soğutulamadığı hallerde soğutma serpantinini yine bu düzenle ayarlamak mümkündür. Dış havanın soğutma etkisini kaybettiği anlarda, sistem "minimum dış hava" konumuna geçirilmekte ve soğutma yalnız (chilled water) soğutulmuş su ile sağlanmaktadır. Buna bağlı olarak statik basıncı kontrol eden düzen veriş ve egzost fan'larını ikaz ederek gerekli veriş ve egzost hava miktarları farkını ayarlar.

Beher hava hazırlayıcı santral gerek veriş, gerekse dönüş yönünden katlara varan şaftlara irtibatlanmış olup her kata ayrı ayrı hizmet vermektedir.

Bu irtibatlarda her katı izole edici, veriş ve dönüş/egzost kanallarında damperler vardır. Bu damperler her katı aktivite bakımından sistemden tecrit ettiği gibi katların yükselen ve düşen basınçlarını ayarlamak vazifesinden öte kattaki yangın alarmı durumunada yardım etmektedir.

Her katın verici kanal sistemi iki verici şaft dolayısıyla kendi arasında kapalı bir loop teşkil etmiş ayrıca tavan plemmı her iki dönüş/egzost şaftına irtibatlanmıştır.

Her fan-powered terminal unit, merkezi DDC sisteme bağlı olup buradan kontrol edilmektedir. Terminal unit kontrol edicisi, bağımsız bir sıcaklık ve hava akış set-pointine, analog bir sıcaklık ve akış habercisine ve terminal unit fan komma habercisine sahiptir. Bu düzen merkeze bir interface ve communication irtibatıyla terminal unit'e bağlanmıştır. Terminal unit'ler merkezdeki operatör için uyumlu birer gruptan ibarettir. Öyle ki set-pointler, nightsetback ve warm-up veya soğukluğu azaltma işlemleri, işletme programında listelenerek operatör için herşey kolaylaştırılmıştır. Merkezi operation-station'da tüm gruplar için ayrılma ve benzeri işlemler mümkündür.

Yapının güvenlik sistemi, Chicago High Rise Code'un zor şartlarına göre düzenlenmiş ve yapının merkezi kontrol sistemine interface aracılığı ile bağlanmıştır.

Güvenlik (life safety) sistemi, alarmı gerektirecek şartları bulup yapıdaki merkezi kontrol sistemine ve şahıslara emergency irtibatlar ile duyurma niteliğine sahiptir.

Bu durumda merkezi kontrol sistemine bağlı sprinkler sistemine, Lobby' de toplanacak asansör duman detektörleri, elektrik ve telefon hücrelerindeki detektörleri, emergency generator odaları, ısı detektörlerini elektrik transformator ve genel hacim detektörlerini faaliyete geçirir. Emergency (acil tehlike) irtibat sisteminde birinci yol tehlike bulunan zon'un veya katların boşaltılması, ikinci yol ise itfaiye irtibatlanmak (haber vermek) tir. Her ikisi de batı girişi plaza'sında bulunan itfaiye merkezinden kontrol edilmektedir. Yapı kontrol sistemi ile güvenlik (life safety) sistemi arasındaki (interface), bir alarm anında mekanik sistemin cevap vermesini sağlamaktadır.

Yapının kontrol sistemi alarm halini aksettirmeğe ihtiyaç duyduğunda, güvenlik (life safety) sistemi araştırma yapar ve yerini bularak alarm fonksiyonunu yerine getirir.

1.5.2. Türkiye'de uygulanacak bir örnek:

Söz konusu İstanbul, 4.Leventte uygulanacak iki adet kulesi bulunan yaklaşık 100375 m² inşaat alanlı Sabancı Center yapı topluluğudur. Yapı grubunda iki adet yüksek kule binası bulunmaktadır. Bu kuleler Kule I ve Kule II adıyla anılmaktadır. Yapı office binası olarak kullanılmaktadır.

Kule I, zeminden itibaren 34 kattır. Kule II ise zeminden itibaren 29 kattır. Zemin katın altında beş adet bodrum kat bulunmaktadır. Yapı gurubunun batısında zeminden itibaren yükselen 3 katlı Banka şube binası ve doğusunda ise zeminden itibaren yükselen 2 katlı Konferans ve toplantı salonları binası vardır.

Kule I, 34 katlı olup, 17. katı mekanik tesisat katıdır. Kule II ise 29 katlı olup 14. katı mekanik tesisat katıdır. Yapı zarfına gelince, pencerelerde renkli ısı cam kullanılmaktadır. Doğrama çift cam olup dışta reflektif mavi, arada hava boşluğu ve geride renksiz düz flot cam vardır. Bu cama ait "K" katsayıları yaz için 1.920 W/m²°C, kış için 2.33 W/m²°C olup gölge faktörü 0.22 dir. Çıplak betonarme bölümlerinde K= 0.65 W/m²°C, camlı bölümlerde K= 0.70 W/m²°C dir. Bina zarfının ortalama geçirgenliği 1.35 W/m²°C (1.16 Kcal/hm²°C) olup enerji bakanlığının İstanbul için vazettiği 1.51 W/m²°C (1.30 Kcal/hm²°C) değerinden küçük kalarak istenilen şartları yerine getirmektedir,

1.5.2.1. Kule I ve Kule II ye uygulanan klima sistemi:

Yüksek kulelere uygulanan sistem değişken hava hacımlı (Variable air Volume) VAV sistemidir. Burada ısı kaybeden dış satırlarda metre duvar uzunluğu başına 400 w/m. veya daha büyük değerler bulunduğundan hava sirkülasyonunu iyileştirmek için kış aylarında parapet altına konan ısıtıcılar faaliyete geçecek şekilde yüksek basınçlı ve tek kanallı VAV sistemi uygulandı.

Bu sistemde çalışma mekanizması şöyledir:

Merkezde yüksek basınçta çalışan bir hava santrali mevcuttur.

Bu santraldan sabit sıcaklıkta örneğin 13°C (55°F) derecede hava hazırlanarak, yüksek hız ve basınçta kanallar vasıtasıyla iklimlendirilecek hacımlara gönderilecektir. Hacımlara gelen hava evvelâ bir kontrol kutusundan geçecektir. Kontrol kutusu gürültüye karşı yalıtılmış ve hava miktarlarını kontrol eden bir cihazdır. Sabit sıcaklıktaki hava miktarlarını azaltıp çoğaltarak içerideki ihtiyaçlara cevap vermektedir. Böylece her hacımda, o andaki değişik durum şartlarını karşılayarak yapı sakinlerine tatminkar bir ortam sağlamaktadır. Yani bir zonlama yapmaktadır. Bu suretle sistem gerek vantilatör elektrik motor sarfiyatını gerekse soğutma makinalarının sarfiyatını azaltarak % 30-40'a varan işletme tasarruflarını sağlamaktadır.

Klapeli veya damperli kutudan geçen hava, flexibel borular ile (slot diffuser) dediğimiz özel yönlendiricileri bulunan hattı bir menfezden hacme üfürülmektedir. Bunların en büyük özelliği (Coanda) etki-

sini meydana getirmektir. Bu etki sayesinde iklimlendirilen hacimde, tüm odayı kapsayan bir karışım meydana gelerek klimatizasyon tesiri hacmin her tarafına homojen olarak ulaşır. Ayrıca döşemeden itibaren 1.50 veya 1.60 mesafesinde en etkili karışım meydana gelerek hava hızları yaz için 0.3 m/s. kış için ise 0.2 m/s civarında kalarak hava cereyanları meydana getirmez. Yani insan seviyesinde rahatsız edici etkide bulunmaz.

Bu nedenle VAV sistemlerinde (slot diffuser) kullanmak en verimli hava dağıtımı sistemidir. Bu özellikleri dolayısıyla VAV sistemi uygulanan bölümlerde hava verici olarak bu menfezler kullanılacaktır. Dönüş havası asma tavan arasından, vericilere uyum sağlayacak şekilde geri çekilecektir. Havanın asma tavan arasından çekilmesi ışıklandırma cihazlarının soğutulmasını temin etmesi bakımından önemlidir. Emişler üzerinde yine susturuculu kontrol kutuları bulunmaktadır. Gerek menfezlerin gerek kontrol kutularının ve gerekse ısıtıcıların diziliş şekli açık ofis sahasının betonarme kolonları hizasındaki bölümleri halinde modüle edilecek şekildedir. Her modül kendine yetecek miktardaki ısıtma ve soğutmayı karşılayacak düzende tertiplenmiştir.

1.5.2.2. Isı üreticileri:

- a) 5.Bodrumda 3 ad. sıcak su üretici kazan mevcuttur. Bunlardan 2 adedi beheri 2000 Kw. diğeri bir ad. 1000 Kw. gücündedir. Kazanlar 80°C/60°C düzeni ile çalışmaktadır.
- b) Yapı topluluğunun soğutulmasıyla ilgili kompresörler yine 5. Bodrum katta ayrı bir bölmede bulunmaktadır. Burada bulunan soğutma makineleri 2 ad. x 3500Kw. ve 2 ad. x 600 kw. gücündedir. İlk iki makina santrifüj su soğutmalı kondenserli, diğeri iki makina ise pistonlu kompresörlü olup yine su soğutmalı kondenserlidir. Ancak bu son iki pistonlu kompresör aynı zamanda ısı pompası (heat pump) olarakta çalışmak ta olup 50°C de sıcak su üretmektedir. Soğutma kompresörleri 6°C/11°C de soğutulmuş su üretmektedir.

1.5.2.3. Soğutma kuleleri:

Dört adet soğutma kulesi vazedilmiştir. Soğutma kuleleri bilindiği üzere soğutma makinelerinin kondenserlerini soğutmaktadır. Bu soğutma kulelerinin beheri 2500 Kw. olup toplam 10000 Kw.ı toplamaktadır. Soğutma kuleleri kapalı tipte ve santrifüj fanlıdır. Yani kondenser soğutma suyu kapalı bir sistemde ve soğutma kulesinde bir boru kangalı içinden geçmek ve kangalın üzerine su püskürtülmek suretiyle soğutulmaktadır.

Yaz aylarında su püskürtmesi ile kule fanları kombine çalışmaktadır. Bu kulelerin bir özelliğide, kış aylarında kangal içinden geçen suyu soğutmak üzere fanlar ile kangal üzerine dış havayı üflemek yeterli olmaktadır.

Kulenin bu özelliğinden istifade ederek kış aylarında da faaliyette bulunan bilgisayar odaları soğutma cihazları soğutucu kangalları beslenebilmektedir. Bu suretle soğutma makineleri devreden çıkarak enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu maksatla tesisatta yapılan otomatik bir düzenleme ile dış hava 13°C nin altına düştüğü anda otomatik vana düzeni açılarak kondenser hattının soğutma kulesi bölümü, chiller devresine bağlamakta ve soğutma kulesinde soğuyan kondenser suyu bu işe tahsis edilen sirkülasyon pompaları vasıtasıyla soğutma devresinde dolaşarak bilgisayar soğutma makinelerini soğutmaktadır. Soğutma kuleleri dışarıda inşa edilecek 1000 m³.lük kağır su depolarının üzerine yerleştirilmiştir.

1.5.2.4. Aktif yangın güvenliği:

Aktif yangın güvenliği, yapılarda yangın yönünden alınacak aktif güvenlik önlemleri, genellikle yangın başlangıçlarını anında haber alıp etrafa sirayet etmeden yangını lokalize etmeğe, kurtarma ve mücadele faaliyetlerini kolaylaştırmaya, kişileri güvenle bina ve bölümlerden boşaltmaya veya yangını bünyesel olarak söndürmeğe dönük çeşitli çözüm ve girişimlerin tümünü içerir. Burada yalnız havalandırma ile ilgili bazı tedbirleri belirteceğiz.

1.5.2.5. Hava kanalları içinde yangın damperleri:

Bu damperler yangına dayanıklı malzemeden yapılmış olup yangın zonlarını birbirinden ayırmaktadır. Bilhassa hacim girişlerinde hava kanallarına konmak suretiyle uygulanmaktadır. Bu damperler projeye uygulanmıştır. Aynı zamanda merkezi kumanda-gözetme ve komuta verme düzeni olan otomasyona bağlamak suretiyle yangın ihbar aygıtından kumanda alarak anında kapatmak yeteneğine sahiptirler. Bu damperler damper motor ile otomatik olarak kumanda edilmektedir.

1.5.2.6. Havalandırma sisteminin yangın anındaki durumu:

Yangın anında tüm havalandırma sistemleri duracak yalnız duman tahliye eden aspiratörler ile merdiven kovalarını ve holleri basınçlandıran vantilatörler çalışacaktır. Tüm bunlar yangın ihbar santralına dolayısıyla yapı otomasyonuna bağlı olacaktır.

1.5.2.7. Basınçlandırma ve duman tahliye eden Fan'lar:

Tüm yangından kaçış merdivenleri ve holleri özel basınçlandırma vantilatörleri ile basınç altında tutulacaktır. Diğer bir bölüm aspiratörler duman tahliyesinde kullanılacaktır. Bunlardan bir bölümü garaj aspiratörleridir.

1.5.2.8. Sprinkler sistemi:

Yapının her tarafında sprinkler sistemi vardır. Basınçlandırma zonları kulelere göre düzenlenmiş olup gerekli basınçlı tanklar tesisat katlarına yerleştirilmiştir.

Bilgisayar alanlarında podyum altında CO₂ olup tavanda sprinkler bulunmaktadır.

2.0. Yüksek yapılarda can güvenliği:

Yüksek yapılarda can güvenliği çok önemlidir. Bilhassa yangın ve panik konusu muhakkak bu tip binalarda çözüme kavuşturulmalıdır. Fakat hemen şunu belirtelim ki sorun, bilindiği gibi tek elden, diğer disiplin ve meslekler ile işbirliğine gitmeden çözümlenebilecek ve bir etapta sonuçlandırılabilir nitelikte değildir.

2.1. Gerekli önlem ve koşullar:

Yüksek yapıda yangından korunma ve bina yangın güvenliği konusunda alınması gereken önlem ve uyulması zorunlu koşullar iki ana bölümde toplanmıştır.

Bunlar kısaca:

- Pasif yangın güvenliği önlemleri,
- Aktif yangın güvenliği önlemleridir.

Görüldüğü gibi bir bölüme söz konusu isede, her iki güvenlik önleminin amacı veya çıkış nedeni aynıdır. Yapılarda yangın risklerini azaltmak gelişip yayılmalarını önlemek ve yapı içi insan güvenliğini sağlamak gibi. Bunu gerçekleştirmek içinde, hiç kuşkusuz, genel ayırimda pasif ve aktif güvenlik önlemleri olarak adlandırılan yangın güvenliği koşullarını daha mimari tasarım çalışmalarının başında, bina strüktürünü tayin, yapı malzeme ve elemanları ile bina donatım ve dekorasyon düzenlerini belirlerken ele alıp çözümlmek ve bunlarla ilgili zorunlu (sınır değerlerine) uymak gerekli ve şarttır.

Bununla beraber, ülkemizde henüz bu konuda uyulması zorunlu yönetmenlik maddeleri veya yayınlanmış herhangi bir yangın

standardı (Yapı ile ilgili) bulunmadığından, bu tür katlı yüksek yapılarda alınması gerekli yangından korunma, yapı yangın güvenliği önlem ve koşullarını belirlerken, batı ülkelerinde kabul ve yürürlükte olan yönetmenlik maddeleri ile hareket etmek büyük yarar sağlayacaktır.

2.1.1. Pasif yangın güvenliği önlemleri:

Yapı kullama şekline bağlı olarak yapı malzeme ve elemanlarının pasif yangın güvenliğidir. Herşeyden önce yapıya giren bileşen ve malzemelerden yangına direnç göstermeleri, üstelik yangının büyüüp gelişmesini önleyici nitelikte olmaları beklenir.

Bilindiği gibi, bir yapının yangına dayanıklı olup olmadığını belirleyen daha ziyade omn yapısal bileşenleridir.

Bununla beraber bunların dışında kaplama ve bitirme malzemeleri ile eşya ve mobilyaların meydana getirdikleri bina içi (ısıl yük) seviyesi yangın başlama ve gelişmesini o düzeye getirebilirki, dayanıklı olarak kabul edilen yapı malzeme ve bileşenlerinin bu nitelikleri büyük ölçüde ortadan kalkar.

Anglo-Sakson memleketlerinde, yapının bağıl yangın riski sıralaması: özellikle (ısıl yük) terimi ile belirlenen yangın sırasında birim düşeme alanına düşen, serbest kalori miktarı ile değerlendirilir.

Farklı komlarda hacımların kullanılışların farklı ısıl yüke sahip hacımlar ortaya çıkaracağı kabul edilirse, yangın risklerinin önem ve dereceleride hiç kuşkusuz farklı değerler olacaktır.

Bu farklı yangın riski sıralamasında yüksek yapının yeri ne olursa olsun kullanılan yapı bileşenlerin yangına dayanıklılığı 90 dakkadan az olmamalıdır. Örneğin yapı strüktürü betonarme olarak düzenlendiği takdirde, demir armatürü çevreleyen betomun et kalınlığı en az:

- Kolonlarda 40 mm.

- Döşemelerde 35 mm. olmak zorundadır.

Bu rakkamlara sıva dahildir. Yapı pasif güvenliği açısından günümüzde ortaya çıkan bir sorunda sentetik yapı malzemelerinin kullanımındaki artıştır.

Örneğin bu yönden bir karşılaştırma yapmak gerekirse bir libre (453gr.) polystreene yandığında yaklaşık 18000 Btu (4500 kcal) negredilirken aynı ağırlıktaki çam kereste ancak 8000 Btu (2000 kcal) ağığa çıkarmaktadır.

2.1.2. Aktif yangın güvenliği önlemleri:

Yapılarda yangın yönünden alınacak aktif güvenlik önlemleri, genellikle yangın başlangıçlarını anında haber alıp etrafa sirayet etmeden yangını lokalize etmeğe, kurtarma ve mücadele etme faaliyetlerini

kolaylaştırmaya, sakinleri güvenle yapı ve bölümlerden boşaltmaya veya yangını bünyesel olarak söndürmeye dönük çeşitli çözüm ve girişimlerin tümünü içerir. Bu önlemler iki bölümde toplanabilir:

I) Yangın bulma ve anında haber alma olanakları (Elektriksel):

- Yapı içi gözetme servisi,
- Otomatik yangın bulma tesisatı,
- Yangın haber veren cihazlar (alarm düzeni)

II) Yangın söndürme olanakları (mekaniksel):

- Yangın dolap-hortum sistemi (içeride)
- Hidrantlar (dışarıda)
- Otomatik veya elle çalışır sabit yangın söndürücüleri (sprinkler, yağmırlama tesisatı),
- Portatif-taşınabilir söndürücüler,
- İlk müdahale araçları,
- Hava kanallarında yangın damperleri,
- Hava ile yaratılan basınçlı kaçış bölgeleri.

Batı ülkeleri, yangın güvenliği yönetmenliklerinde aktif yangın güvenliği ile ilgili olarak çeşitli önlem ve kurallar söz konusu edilmektedir. Genel kurallar dışında, yapı kullanma şekli, mekansal düzenleme farklılıkları, kişi (veya taşıt) sayısı, yapı büyüklük ve yüksekliği, yangın duyarlılığı v.b. parametrelere bağlı olarak değerlendirilirler. Örneğin ABD, NFPA'a göre tehlike riskleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- 1) Light Hazard Occupancies
- 2) Ordinary Hazard Occupancies (group 1)
- 3) Ordinary Hazard Occupancies (group 2)
- 4) Ordinary Hazard Occupancies (group 3)
- 5) Extra Hazard Occupancies (group 1)
- 6) Extra Hazard Occupancies (group 2)

Yangın tedbirleri bunlara göre alınmaktadır.

Ülkemizde 27.8.1966 gününden itibaren yürürlüğe girmiş bulunan "Devlet tarafından kullanılan yapıların yangından korunması hakkındaki yönetmenlik" (Karar sayısı: 6/6851, resmi gazete no. 12386 tarih 27.8.1966) daha ziyade aktif yangın söndürme olanaklarına dönük önlem ve koşulları vaz etmektedir.

Bilindiği üzere bir yangında ortaya çıkabilecek insan güvenliği ile ilgili sorunlar, yangının bulunması, alarm ve yapıyı boşaltma zamanı

ile çok yakından ilişkili olup, üzerinde önemle (bilhassa yüksek yapılarda) durulması gerekir.

Alarm zamanı veya "alarm mühleti" dediğimiz yangının doğuşu ile fark edilip alarm verildiği an arasında geçen zaman parçasıdır. Bu zaman dilimi çok önemli olduğundan bunu gerek yüksek olmayan yapılarda, gerekse bilhassa yüksek yapılarda insan insiyativine bırakmak katiben doğru olmaz.

Bu nedenle yapı otomatik yangın bulucu ve uyarıcı bir sisteme bağlanmalıdır. Bu suretle alarm mühletinde bir gecikme olasılığı büyük ölçüde ortadan kalkar. Özetlersek, yangın ile mücadelenin mümkün olabileceği gerçek zaman aralığı:

- Yangın başlangıçlarını bulma ve tehlikeyi haber verme alarm mühletine,
- Kullanılan söndürme araç ve olanaklarına,
- Önleyici önlemlerin etkinliğine,
- Taşıyıcı strüktürün gerçek yangın direnci ve kalınlığına bağlı olmaktadır.

2.2. Yüksek yapılarda yangın olayının neden olduğu mimari, mekanik ve bünyesel etkinlikler:

Yüksek yapılarda en büyük risk yangın olayıdır. Bilindiği üzere yüksek yapılarda dışarıdan kurtarma müdahalesi ancak 75 ft (23 m) yüksekliğe kadar bölümde olabilmektedir. Zira itfaiyenin merdiven standardı ancak bu yüksekliğe erişmektedir. Bu nedenle 23 m. yüksekliğin üzerinde insanlar yapı içinde kaderleri ile başbaşa kalmaktadır. Buna göre batı ülkelerinde yüksek yapıların işletmeye açılması yani iskân alınabilmesi, mahalli yangın kodlarının tam olarak yapıda uygulanabilmesine bağlıdır.

Durum böyle olunca gerek mimari düzenlemede, gerek yapı bünyesinde, gerekse elektro mekanik düzenlemelerde bazı kısıtlamalar ortaya çıkmaktadır. Mimaride yangın tedbirlerinin uygulanabileceği, örneğin kaçış merdivenleri ve bunların basınçlandırılmaları ile ilgili düzenlemelerin ve katların compartment'lara ayrılmaları olayının işlemesi gerekir. Statikte, yapı strüktürü ister çelik ister betonarme olsun bunların yangından korunması veya mayyan bir zaman yangına dayanıklılığının temini problemlerinin halli vardır.

Dekorasyonda yangın ısı az olan malzemelerin kullanılması temini gerekliliği üzerinde çalışılması vardır. Hatta mekanik tesisat sistemlerinin, yangının katlara sirayetini önleyici mahiyette geliştirilmesi yapılan çalışmalar arasındadır.

2.2.1. Yüksek yapıların dizaynında, yangın ve duman kontrolu için ilk düşünülecek olay yapının ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemleridir.

2.2.1.1. Merkezi hava santralleri ekipmanları:

Yaklaşık 10 ÷ 20 kata, tek ekipman ile hizmet veren orta veya yüksek hızlı kanal sistemini ihtiva eden düzenlerdir. Bu sistem induction sistem, VAV sistem, fan-powered terminal unit sistem veya double-duct VAV sistem olabilir. Bu sistemde ana kanallar bütün katları geçtiğinden duman taşıma özelliği vardır.

Bu nedenle kat girişlerine duman ve yangını tecrit edici kapatma damperleri konur. Duman kontrolu teorisine göre bu gibi hallerde yangın olan katta verici devredeki yangın damperi kapalı, fakat dönüş devresindeki yangın damperi açık kalmalıdır.

2.2.1.2. Bağımsız kat unitleri (Floor-By-Floor) sistemi:

Son zamanlarda modern yüksek office binalarında (high-rise office buildings) her kat için bağımsız (individual) air-conditioning cihazları kullanılmaya meyli başladı.

Bağımsız kat unitleri sistemi genelde her kat için katın büyüklüğüne göre bir veya iki cihaz olabilir. Bu cihazlar sabit hacimli sistemde çalışan cihazlar olabileceği gibi VAV sistemi, fan powered terminal units veya kombine edilmiş sistemler olabilir. Bu düzende dış hava şartlandırılmış veya şartlandırılmamış olarak her kattaki cihaza gönderilir. Atış, exhaust için WC shaftlarında kullanılabilir. Bir katta yangın halinde, bağımsız unit durdurulur, unitlere dış hava temin eden cihazın veriş bölümü yangın damperi kapanır ve dönüş bölümü damperi açılır.

Eğer süratli duman tahliyesi isteniyor ise ayrı bir duman tahliye düzeni vazetmek gerekir. Bu sistemde duman ve yangının kattan kata geçiş tehlike riskini artıran yapıyı yukarıya doğru kateden fazla shaftlar yoktur.

2.2.2. İkinci olarak düşünülecek olay yapının kendi dizaynıdır. Daha projelendirme safhasında, yangın ve diğer, aşağıda belirtilen kavramları projeye yerleştirmek gerekir.

2.2.2.1. Örneğin office binasının, yüksekliği, kat alanları, atriumlar, yapı zarfı (envelope) v.b. aşağıdaki düşünceler gibi:

- "Standard yüksek office binaları" en az iki merdiven kovalı olmalı,

- asansör kümeleri komumu, ana giriş lobbisi ve relativ olarak dış zarfın hava sızdırmazlığı, atriumsuz mı? Computer odaları v.b.
- Atrium olup olmaması, var ise office hacımlarının buraya açık veya kapalı olması v.b.

- 2.2.2.2. Diğer bir düşünce, yapının taşıyıcı sistemidir. Yapı taşıyıcı sistemi betonarme mi? yangından korunmuş çelik bünyelimi? yoksa ikisinin karışımı mıdır? yüksek yapılarda kesinlikle taşıyıcı bünyede prekast beton kullanılmamalıdır. Dış duvar, pencere ve döşeme ek yerlerinde katıyetle sızıntı aralıkları bulunmamalıdır. Ve eklemeler için bazı metodlar ortaya konmalıdır.
- 2.2.2.3. Yapı zarfı diğer önemli bir düşüncedir. Örneğin tüm pencerelerin tirizleri, aralıkları, granit kaplama dolayısıyla pencere limitleri v.b. tümüyle şüphesiz sızıntı üzerine tesir edecektir.
- 2.2.2.4. Asansör sistemleri hayati öneme haiz bir düşünce ve tasarım komusudur. Yolcuları boşalttıktan sonra, kapıların kapanış şekli, baca tesirini azaltmak için ve sızıntıları limitlemek için etüd edilmeli. Zira düşey taşıma işlemi önemli bir komudur. Asansör sevkette sistemi, yangın emniyeti sistemiyle çok dikkatli bir şekilde koordine edilmelidir. Ve bu koordinasyon yangın alarmı verildiğinde o şekilde integre edilmeli ki tüm asansörler zeminde çıkış katında toplanmalıdır. Bu düşünce silsilesini devam ettirmek mümkündür. Bunu en iyi anlayabilmek için uygulaması gerçekleştirilmiş bir yapıyı gözden geçirelim.
- 2.3. Bu proje inşaat alanı 1200000 ft^2 (111480 m^2) olan 55 katlı "office" binası ile bu binaya ait yanında bulunan 15 katlı banka ve parking sahalarını içermektedir. Proje 1985'in ilkbaharında tamamlanmıştır. Projede ısı santrali parking hacminin üst katına yerleştirilmiştir ve soğutma makinalarını, soğutma kulelerini, pompaları ve elektrik generatorunu kapsamaktadır. Proje designe'ı 1981'de yapılmıştır. Bu projede yapı katı, merkezin de bulunan ve her katı ayrı ayrı besleyen iki adet çok zonlu blow-through ve by-passlı HVAC sistemi ile iklimlendirilmektedir. Sabit olarak 1.4 cfm/ft^2 ($0.0071 \text{ m}^3/\text{s/m}^2$) hava sirkülasyonludur. Her kattaki hava santrali odasına, şartlandırılmış dış hava, aşağı ve roof'a yakın konan hava santralleri ile verilmektedir. Her kattaki hava santralleri ise o katın sirkülasyonunu temin etmektedir. Öyle ki düşey shaft, yalnız 0.1 cfm/ft^2 ($0.00051 \text{ m}^3/\text{s/m}^2$) ye göre eb'atlandırılmış ve şartlandırılmış dış hava geçişi shaftı,

duman tahliye şaftı ve tuvalet egzost şaftı olarak yapı içine girmiştir. Buna göre tabii olarak yapı yatay compartımanlara ayrılmış durumdadır. Projede yukarı veya aşağı inen uzun ve geniş dağıtıcı ve toplayıcı kanalları bulunan hava santralleri yoktur. Ayrıca, yapı 26 ve 29 kat olarak bölünmüş durumdadır. Çatıdaki ve aşağıdaki dış hava hazırlayıcı ve egzost santralleri bu şekilde tertiplenerek 26.katta yapı tamamen kapatılmıştır. Yalnız bütün yapı boyunca devam eden iki adet kaçış merdiveni ile bir adet servis asansörü şaftları vardır. Yapının dış kabuğu ve taşıyıcı sistemi çelik karkas olup çelik karkas betonarme ile kaplanmışdır. Zemin granit malzeme ile kaplanmış kolonlar üzerinde yükselen bir yapıdır. Duvarların sızdırması, test edilerek 1.57 lb.f/f^2 . (75 Pa) basınçta 0.06 cfm/ft^2 . ($0.00031 \text{ m}^3/\text{s/m}^2$.) bulunmuştur. Döşeme geçişlerinde boru v.b. etrafı, ateşe dayanıklı malzeme ile sızdırmaz hale getirilmiştir. Öyleki düzey yönde zehirli duman geçişleri büyük ölçüde redüksiyona uğratılmıştır. Beher kaçış veya çıkış merdiveni boşluğu basınçlandırılması için iki adet beheri 40000 cfm ($18.9 \text{ m}^3/\text{s}$) kapasiteli fan tesis edilmiştir. Bunlardan bir tanesi tepeye diğeri ise aşağıya konmuştur. Bu fanlar kapalı tipte olup iki saat ateşe dayanıklı malzeme tarafından sandıklanmıştır. Bu 40000 cfm. ($18.9 \text{ m}^3/\text{s}$) miktarındaki dış hava metal kanallar ile sevkedilmektedir. Bu kanallar dahi iki saat ateşe dayanıklı bir malzeme ile bütün çıkış merdiveni boyunca kaplanmışdır. Ve hava her üç katta bir menfezden dışarı verilmektedir. Kaçış merdiveni etrafı da dikkatle inşa edilmiş ve yüksek sızdırmazlık derecesinde techiz edilmiştir. Merdivenin çıkış kapılarının üç tarafı contalanıp alt tarafı (drag-strip) sızdırmaz şekilde yer süpürücüsü ile techiz edilmiştir. Hatta modern kaçış merdiveni duvarları ve kapıları için prosodur, sızıntı dengesini sağlayabilmek için ihtiyaç hava miktarına beher kat için 100 ilâ 200 cfm. ($0.0472 \div 0.094 \text{ m}^3/\text{s}$) daha hava ilâve etmektir. Kaçış merdivenine verilen hava veriş fanının üzerinden veya etrafından by-pass edilmelidir. Bu suretle merdiven boşluğunun basınç yükselmesine mani olunabilir. Bu by-pass mekanizmasını kaçış merdiveni içine konan bir basıncı sensörü ile tüm kapılar kapalı iken gerçekleştirmek mümkün olmaktadır. Bu uygulamada, dört kapı açık kaldığı halde merdiven kovanında basıncın yaklaşık 0.10 inwg. (24.9 pa.) artı basınçta kalabilmesi için yeterli hava miktarı vardır. Bu yapının yangın ve duman kontrol sistemlerine güvenilirlik için neye ihtiyaç vardır? tahliye ve sığınak alanları ile donatılmaya mı ihtiyacı vardır? Hatırlanacağı gibi beher kata iki adet hava santrali hizmet vermektedir.

Bunlardan bir tanesi her katta bulunan hava santrali, diğeri ise merkezi olup dış havayı ıslah ettikten sonra her kattaki mustakil hava santrallerine veren dış hava santrali. Faal olan alarm düzeni, yangın duyar elemanları ve alarm sistemi aşağıdaki gibi olacaktır:

1. Yangın zühür eden katta yangının sirayetini önlemek için o katta bulunan hava santralını durdurmak ayrıca dış havayı içeriye veren hattı kapatmak gerekir.
2. Yangın çıkan katta, duman tahliye sistemini çalıştırmak ve egzost kapasitesini artırmak gerekir. Bu kapasite artımı hacmin saatte altı kere değişimi miktarında olmalıdır.
Örneğin egzost fanı alt 26.katta 115000 cfm ($54.3 \text{ m}^3/\text{s}$) ve sistem üstteki 29. kat için egzost kabiliyeti 98000 cfm. ($46.26 \text{ m}^3/\text{s}$) olmalıdır.
3. Yangın çıkan katın alt ve üstündeki katları basınçlandırmak için dış havayı veren santralin çalışmaya devam etmesi gerekir. Ayrıca bu katlarda istenilen pozetif basıncı yaratmak için (make-up) takviye havasına ihtiyaç vardır. Bunun için her katta istenilen basıncı elde edebilmek için yaklaşık 0.30 cfm/ft^2 . ($0.00153 \text{ m}^3/\text{s m}^2$.) havaya ihtiyaç vardır. Bunun için dış havayı veren primer hava santralının fan'ı hızını değiştirmek suretiyle bu işi başarmaktadır. Bu suretle olayın çıktığı katın alt ve üst katlarında, yaratılan bu basınç fazlası ile zehirli dumanların hadise yerinden diğer bölgelere transferi önlenmiş olmaktadır.
4. Yukarıdaki hadisenin (yangın ve dumanın) ilerlemesi halinde yangın kontrol sistemi, her defasında aynı sistem hareketini, bu bölgeler veya katlar için tekrarlayacaktır.
5. Kaçış merdivenleri, yangın çıkan kattan insanların tahliyesi için kapı açılması halinde de yangın ve dumanın girişine mani olmak için basınçlandırılmıştır. Dikkat edilmesi gereken noktalardan bir tanesi de, basınç kontrol edilmeli ve basıncın yükselmesine mani olunmalıdır. Aksi halde diğer kapıları açmak mümkün olmayacaktır. Bunu elde etmek için iki adet beheri 40000 cfm. ($18.9 \text{ m}^3/\text{s}$) lik yüksek kapasiteli ve düşük basınçlı fan kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi yapının tepesine, diğeri ise alt seviyeye konmuştur. Ayrıca yapı boyunca dışa açılış yolu olan bu kaçış yolunda (low-pressure drop duct) düşük basınçlı kanal sistemi kullanmak suretiyle basınç değişimi minimuma indirilmiş olacaktır.
6. Yangın ile mücadele anında, tüm hava sistemleri, itfaiyeci tarafından kullanılabilir şekilde manuel kontrol sistemine sahiptir. Bu düzen, özel olarak "fire man's panel" adı altında yangın kontrol odasına yerleştirilmiştir.

Ve bunun anahtarı yangında faaliyet gösterecek olan itfaiyede bulunmaktadır. Bu anahtar yapı personeline verilmemiştir. Bu düzen yani "fire man's panel" sayesinde, fan'lar energy management sistem programından çıkarılabilmekte olup el kumandasına alınabilmektedir. Bazı detektör ve komuyla ilgili devrelerde aynı işleme tabi tutulabilir.

Yukarıda izah edilen yangın ve duman kontrolü düzenleri, yangın detektörleri ve alarm sistemi ile integre edilmiştir. Ve hatta muhtelif havalandırma sistemleri bu integrasyona dahil edilerek güvenilir, otomatik ve anında harekete geçen bir düzen elde edilebilir.

Normal elektrik şebekesi arızalandığında kaçış merdivenlerini basınçlandıran fan motorları, duman boşaltıcı fan motoru, egzost fan motorları, yangın servisine tahsis edilen asansörler, yangın pompaları, alarm sistemi, çıkış aydınlatması, emergency aydınlatma v.b. yedek elektrik üretetine bağlanmalıdır.

Proje uygulayıcısının sistemi test ederek bu integrasyonun emniyetli çalıştığını göstermesi gereklidir.

Bu testlerin mahalli kodlara uygunluğu yetkililer tarafından görülerek tastik edilmelidir. Yangın alarm sistemi tümüyle, belirtildiği gibi, aktif durumda olmalıdır. Yerel yetkililer mayyan zaman aralıklarıyla değişik yerlerde aynı kata duman bombaları koyarak yangın taklidi uygulamalar yapmalıdır. Çıkışa işaretine bir metre mesafeye konan duman üretici (ki bunun yoğunluğu görüşü kısıtlayacak nitelikte olmalı) den çıkan duman tahliyesi on dakikada berrak hale getirildiği test edilmeli. Ve 20 ft. (6.1 m.) den çıkış işareti açıkça okunabilmelidir. Yangın benzetmeleri ve senaryoları ile yangın emniyet sisteminin sağlıklı olarak çalıştığını her fırsatta test etmeliyiz.

Zira büyük miktardaki dumanı, yapı içindeki herhangi kattan 10 dakikada tahliye etmek, çok pahalı ve fevkalade zor bir olaydır. İntegre yangın emniyet sisteminin başarısı, alarm sistemi, damper tahrik edici ve swiçi ve büyük kapasiteli fanlara sahip olmasıyla gerçekleşebilir. Sistemin hareketli ve salim olduğundan emin olmak için periyodik olarak test edilmelidir.

SONUÇ:

Yukarıda belirtilen konulardan da anlaşılacağı üzere Y.Y.larda gerek mimari, gerek statik gerekse elektrik ve mekanik yönünden en önemli olgu insan güvenliği ve konforudur.

Bu olgu, Y.Y.'nin dizaynında en ön sırayı işgal ederek yapı formuna strüktürüne ve iç düzenlemesine yol gösteren en büyük etkidir.

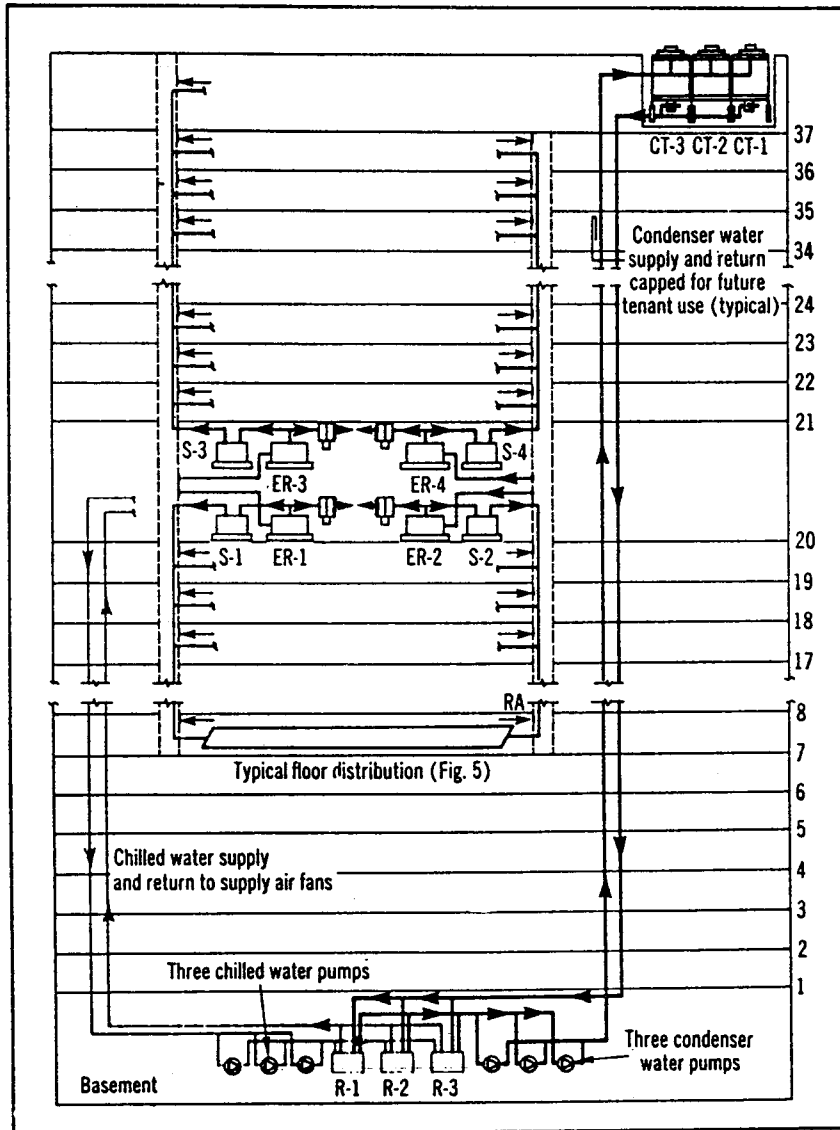
Ayrıca Y.Y. dizaynı, deneyimli mimar, statikçi, mekanikçi, elektrikçi, yangın danışmanı ve dekoratör ile bir ekip çalışması ürünüdür.

NBC tower gökdelen yapısı ile ilgili
mekanik tesisat diyagramlarından
bazıları

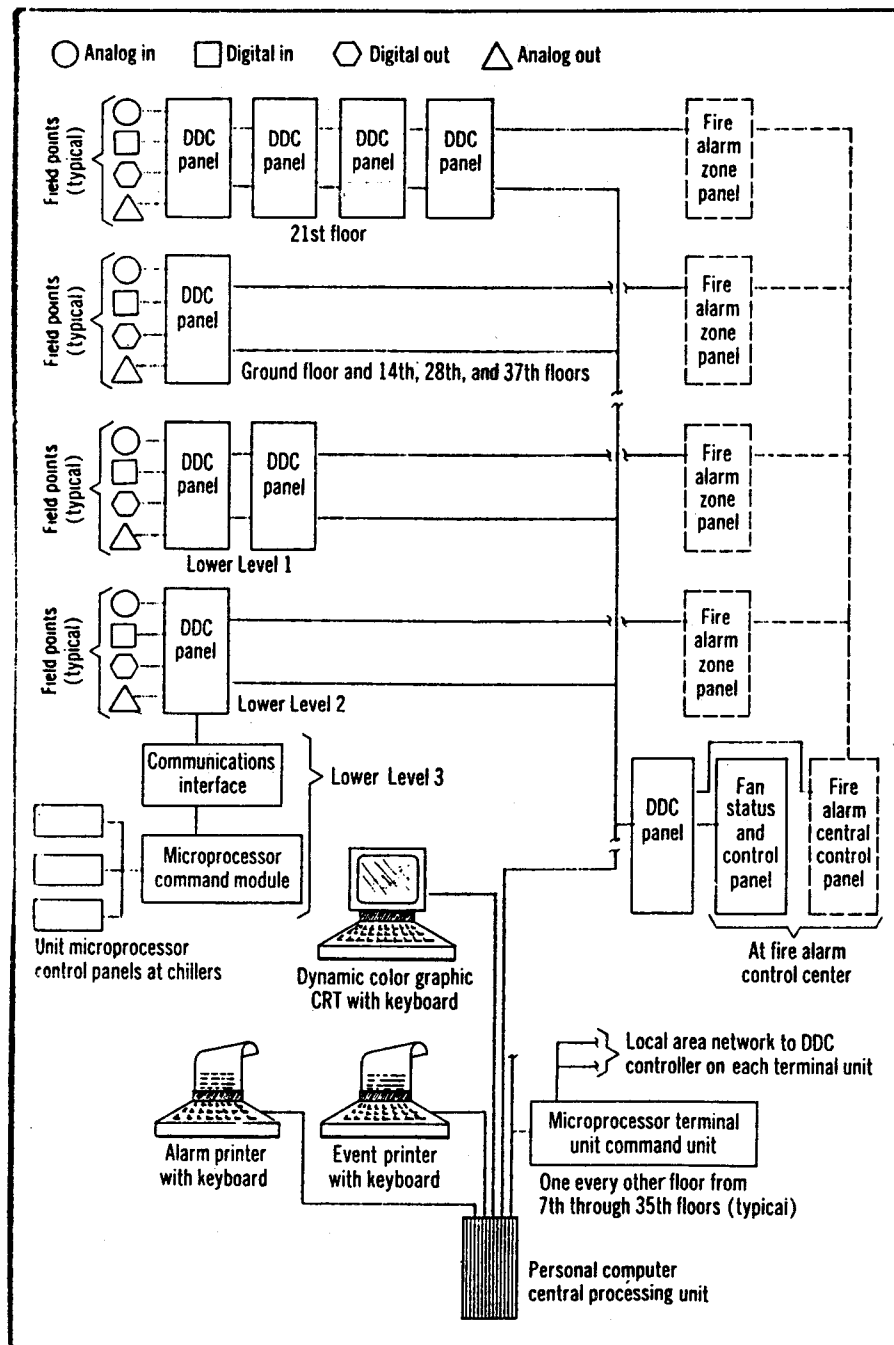
Table 1—Major HVAC equipment summary (see Fig. 1 for vertical layout).

Item	Designation	Performance criteria
Supply air fans	S-1, S-2 S-3, S-4	151,000 cfm each at 5.5 in. wg 126,300 cfm each at 5.5 in. wg
Exhaust/return air fans	ER-1, ER-2 ER-3, ER-4	131,600 cfm each at 2.0 in. wg 109,900 cfm each at 2.0 in. wg
Hermetic centrifugal chillers	R-1, R-2, R-3	667 tons each (2001 total tons) at 498 kw input; 1000 gpm chilled water flow each with 58 F EWT and 42 LWT (3000 total gpm); 1333 gpm condenser water flow each with 85 F EWT and 100 F LWT (3999 total gpm)
Three-cell, induced draft cooling towers with two-speed fans	CT-1, CT-2, CT-3	5320 total gpm* with 100 F EWT and 85 LWT at 79 F wb
Condenser water pumps	P-1, P-2, P-3	1333 gpm each at 75 hp and 120 ft head
Chilled water pumps	P-4, P-5, P-6	1000 gpm each at 60 hp and 120 ft head

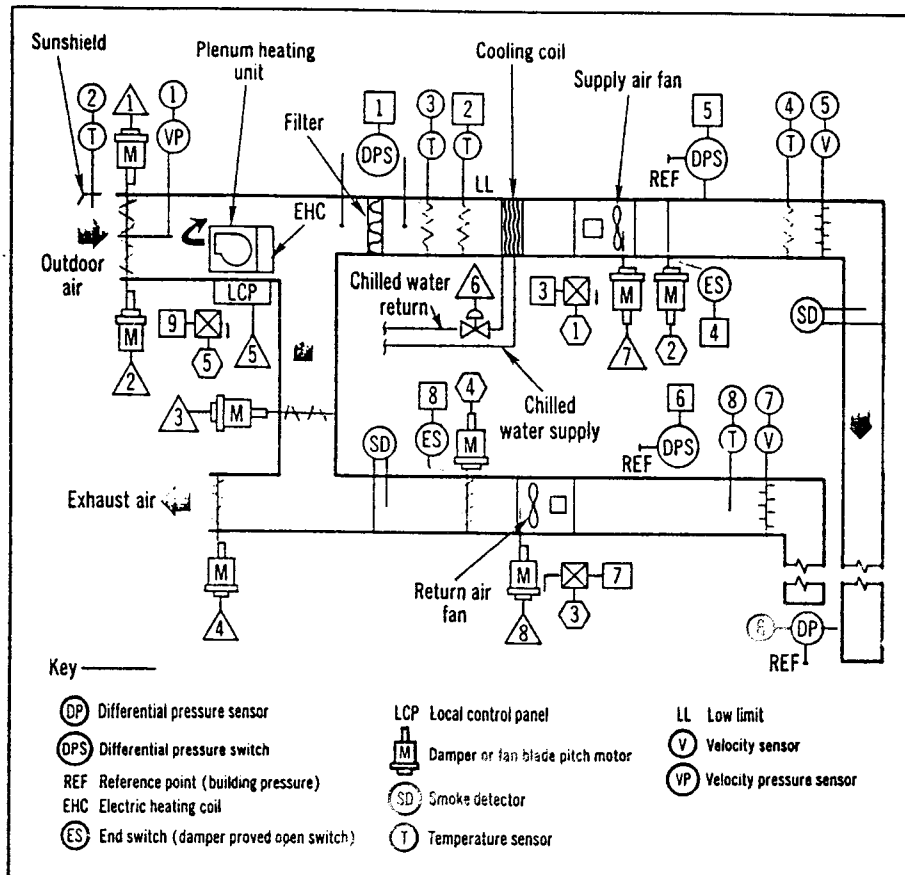
*Cooling towers are sized to handle future tenant-owned air conditioning units for loads in excess of the base building cooling capacity.



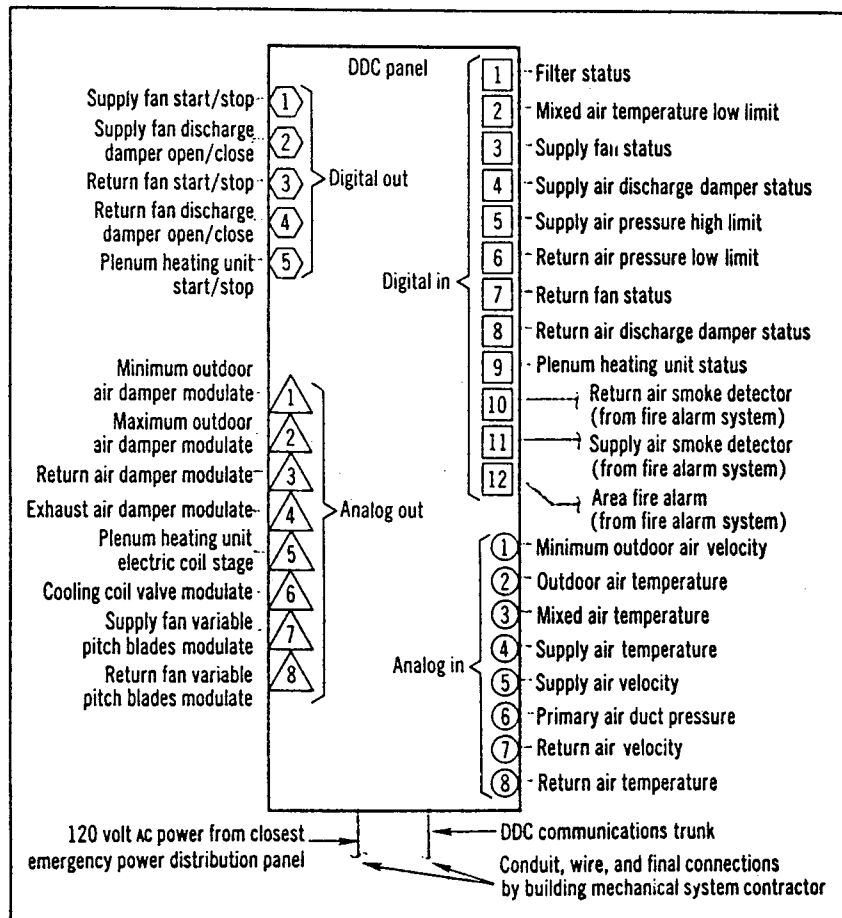
1 Riser diagram showing the major components of the HVAC system.



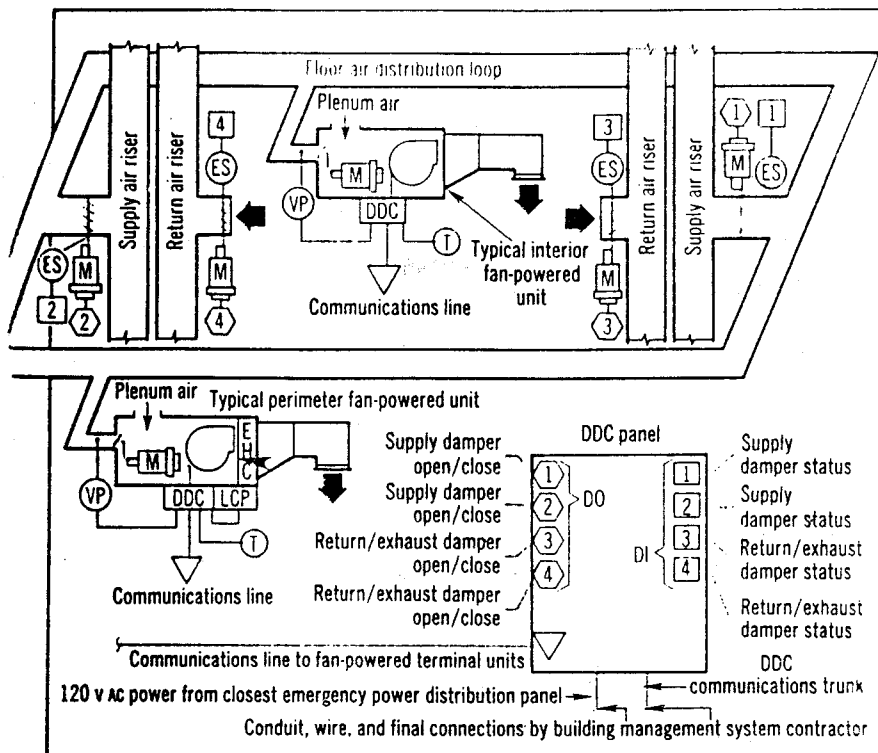
2 Building management system riser diagram (see Fig. 4 for an explanation of DDC control panels). Devices shown by solid lines were provided by the building management system contractor, and those shown by dashed lines were provided by the fire alarm contractor.



3 Central VAV system (see Fig. 4 for an explanation of the numbered symbols).

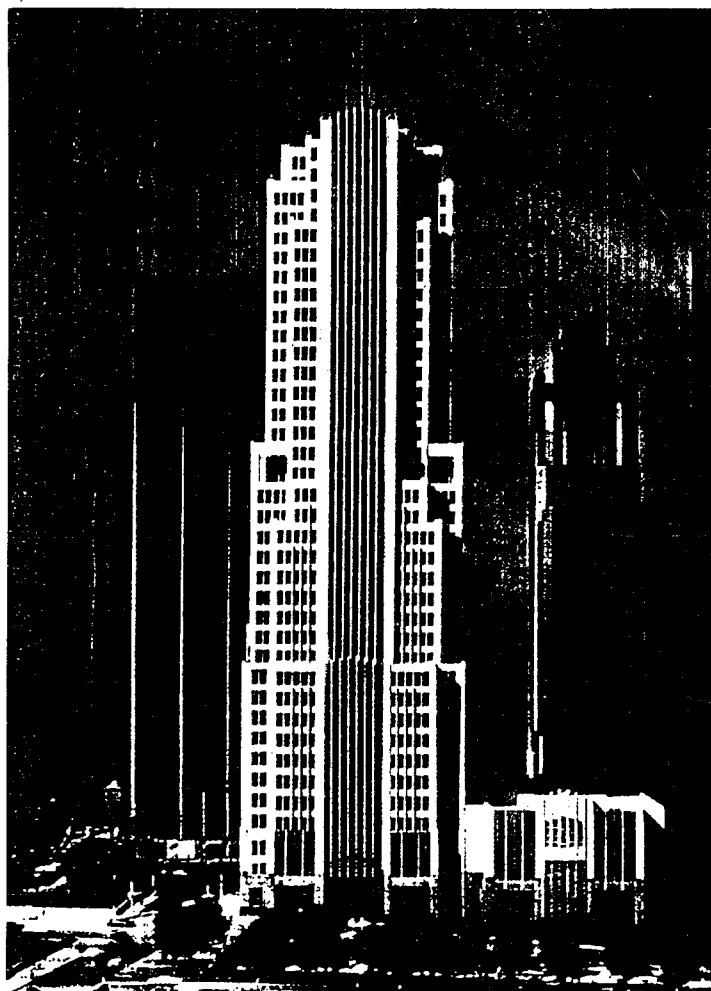


4 Direct digital control panel functions.



5 Floor air distribution and control (refer to the key in Fig. 3 for definitions of abbreviations).

STATE-OF-THE-ART HVAC



KAYNAKLAR

- ASHRAE, 1989 Fundamental (Hand book)
- ASHRAE, 1987 HVAC Systems and applications (Hand book)
- TRANE, International Applications Engineering Manual, Vari Trane variable Air Volume Systems Mammal, S.l. unites (1988)
- LANDIS & GYR, Air-Conditioning Plants, E/50-421, 8404 (1982)
- Heating Piping Air Conditioning (January 1989), By Ermane gildo Dilorio, pe. and Edward J.Jennett, Jr.
- ASHRAE, Technical Data Bulletin, Fire and Smoke Control (A Collection of papers from the ASHRAE Meetings at Chicago and Honolulu, Jernary and June 1985) J.B.Buckley, P.E.)
- Design of smoke control systems for buildings (1983) By John H.Klote, John W. Fathergill, Jr.
- Mersin Metropolu, 52 katlı Otel ve İş Merkezi mekanik sistem teklif raporu 1/200 (1986), Kevork Çilingiroğlu.
- NFPA 13 standard for the Installation of Sprinkler Systems 1985 Edition.
- NFPA 90 A Instalation of Air Conditioning and Ventilating Systems 1985 Edition.
- ASHRAE Technical Data Bulletin, Intelligent Buildings (A collection of papers from the ASHRAE Winter Meeting at Dallas, Texas, Jamuary 1988)
- Sabancı Center Yapı Topluluğu mekanik tesisat sistemleri 1988 Kevork Çilingiroğlu.
- Mesken topluluklarında yangın problemi ve yangından korunmanın planlanması üzerine bir deneme (1966)
Dr. Y.Müh.(Mim.) Şevket Sunar