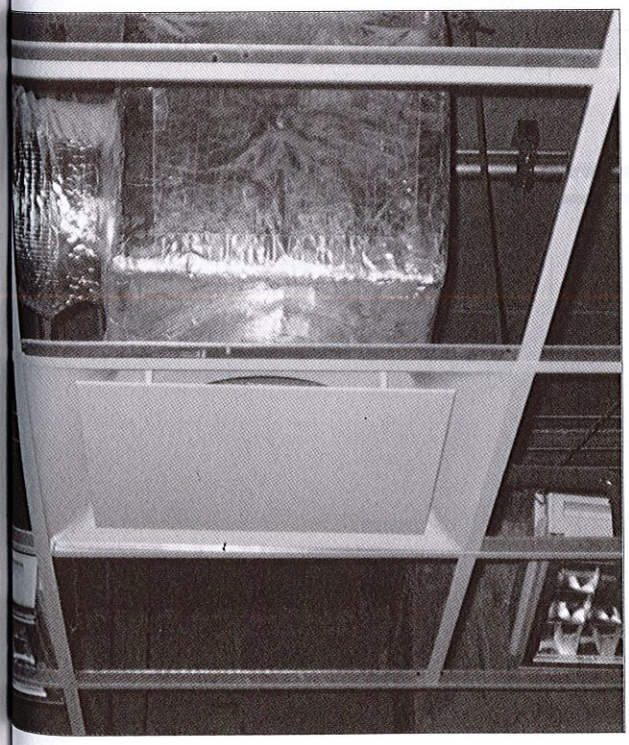
การเลือกใช้และการหาตำแหน่ง

ติดตั้งหัวจ่าย

OUTLET LOCATION AND SELECTION

เชษฐ์ประดิษฐ์ สวัสดิชัย
กรรมการผู้จัดการ
บริษัท ไทยแอร์มูฟเมนต์ แอนด์
คอนโทรล จำกัด



เมื่อเราเดินเข้าไปในอาคารต่าง ๆ หากมีความรู้สึกร้อน ๆ หนาว ๆ เช่น บางบริเวณรู้สึกหนาวมาก บางบริเวณรู้สึกร้อน ทำให้รู้สึกไม่ค่อยสบาย คงมีคำถามในใจว่า ทำไมระบบปรับอากาศในแต่ละบริเวณไม่เหมือนกัน ทั้ง ๆ ที่อยู่ในอาคารเดียวกัน คำตอบที่ใกล้เคียงความจริงที่สุด คือ อาคารนี้มีการกระจายลม (AIR DISTRIBUTION) ที่ไม่ดี อันเนื่องจากการเลือกใช้และการหาตำแหน่งติดตั้งหัวจ่าย (DIFFUSER) ไม่ถูกต้อง

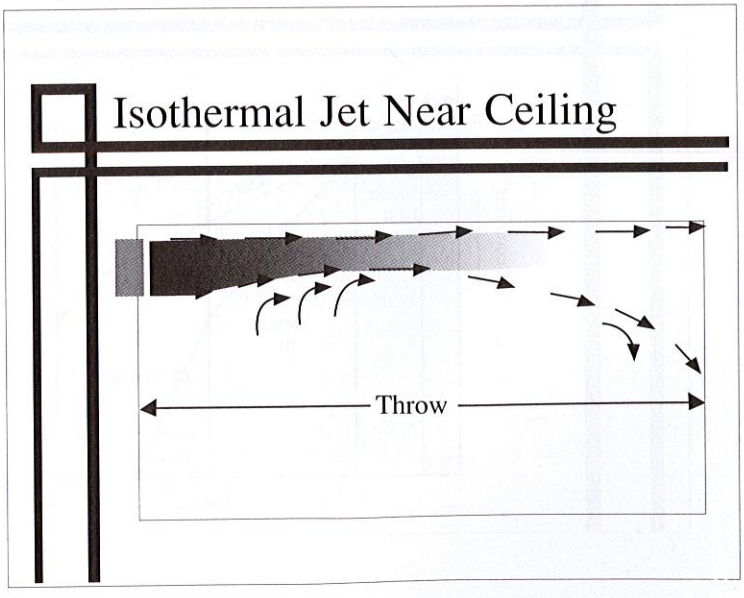
ก่อนที่เราจะทำการเลือกใช้และการหาตำแหน่งติดตั้งหัวจ่าย เรามารู้จักคำว่า THROW กันก่อน

THROW ของหัวจ่าย (X) คือ ระยะจากจุดกึ่งกลางของหัวจ่ายไปยังจุดที่เกิดการผสมของ AIR STREAM ณ บริเวณความเร็วของอากาศลดลงตามที่กำหนด เรียกว่า TERMINAL VELOCITY (Vx) การวัดระยะ THROW นี้ทำได้ 2 วิธี คือ

วัดความเร็วของ AIR STREAM ที่ระยะต่าง ๆ จากหัวจ่าย

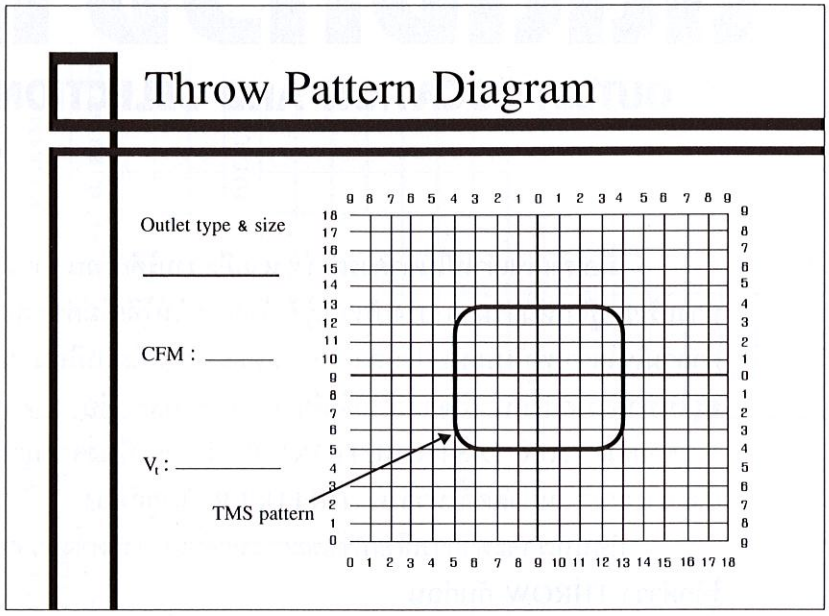
วัดความเร็ว ณ บริเวณที่ได้รับค่าความเร็วสูงสุด โดยวัดห่างจากฝ้าเพดานมา 3-4 จุด

รูป 1 แสดง Throw ของ Grille



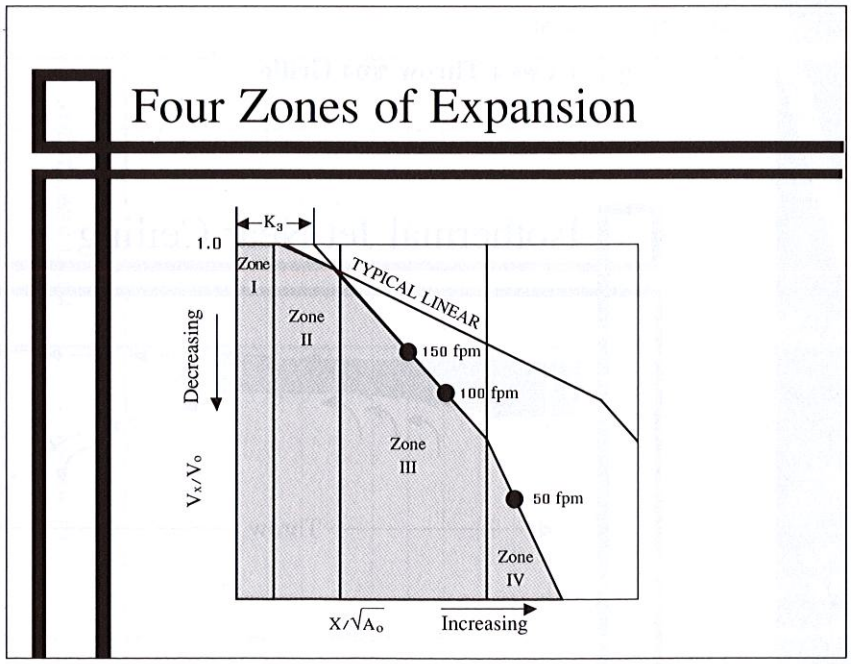
เมื่อวัดความเร็ว THROW ของหัวจ่ายแบบต่างๆ แล้วนำข้อมูลนั้นมา PLOTTED ใน THROW PATTERN DIAGRAM ตามรูป2

รูป 2 แสดง Throw Pattern Diagram



เราจะได้ THROW PATTERN ของหัวจ่ายแบบต่างๆ นอกจากนี้ เรายังจะเห็นความแตกต่างการขยายตัวของ AIR STREAM ในระยะ ZONES ต่างๆ ดังรูป 3

รูป 3 แสดง Four Zones of Expansion



As air leaves an outlet, four distinct zones of expansion define the jet

Zone 1

- Characterized by constant velocity with minimum mixing.
- Approximately 1-1/2 duct diameters out.

Zone 2

- The jet begins mixing with air in the room. Induction of room air causes jet to expand.
- Linear diffusers have a long zone2

Zone 3

- Most of the induction occurs here
- It is the most important zone because it affects room air veloccities.

Zone 4

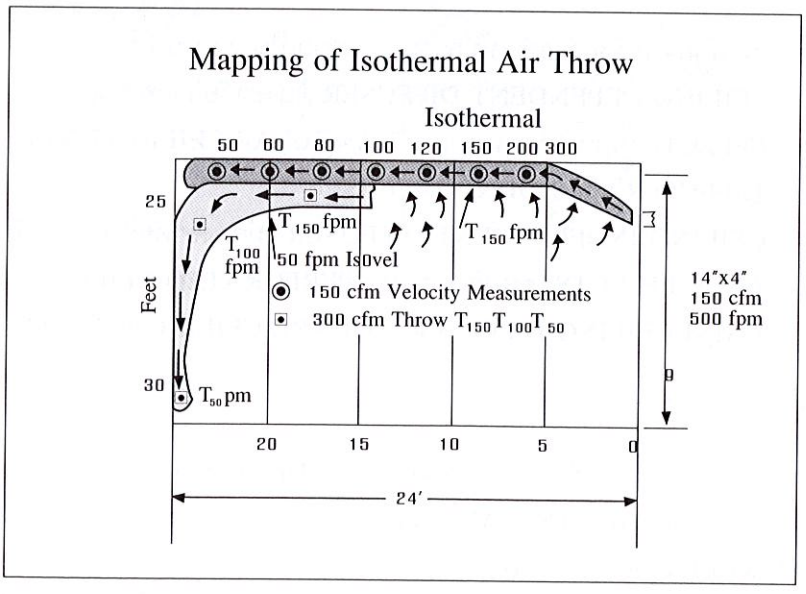
- Characterized by low velocities.
- Performance here is a function of CFM.

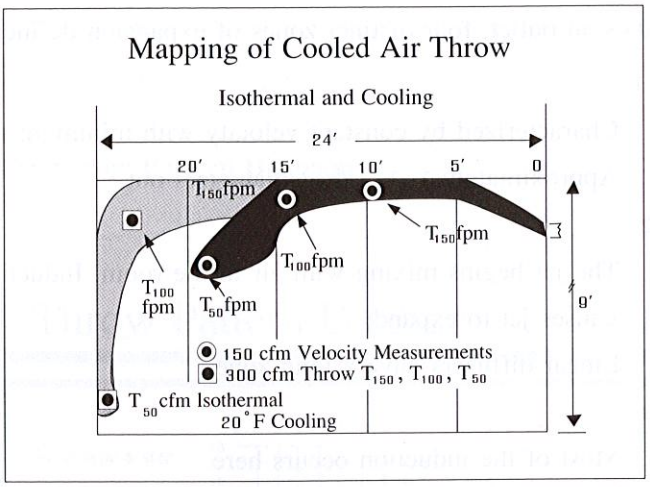
Vx = Air velocity at x
Vo = Outlet velocity
X = Throw distance
Ao = Effective area
K = Zone constant

SURFACE EFFECTS (หรือ COANDA EFFECT) คือ เมื่อลมเย็นถูกส่งผ่านช่องหัวจ่ายซึ่งมีลักษณะแคบและยาวมากออกมา อากาศเย็นจะถูกรีดให้มีความเย็นเร็ว และ VELOCITY PRESSURE สูงขึ้น จนทำให้ STATIC PRESSURE ลดลง และ มีค่าต่ำกว่าอากาศภายในห้อง อันมีผลให้ลมเย็นไม่ตกลงมาสู่ OCCUPIED ZONE โดยตรง แต่จะยึดเกาะฝ้าเพดานไปเรื่อย ๆ

รูป 4 แสดง Surface Effects

Basic Principles of Air Distribution(Continued)





Jet Characteristics Surface Effect (Coanda Effect)

The previous section discussed the relationships between velocity and throw in free space applications. If the jet is projected parallel to and within a few inches of a surface, the jet's performance will be affected by the surface. This is called surface effect or Coanda Effect. The surface effect creates a low pressure region and tends to attach the jet flow to the ceiling or surface. (The higher pressure in the room holds the airstream to the ceiling.)

AS the jet flows along a surface, secondary room air can no longer mix with the part of the jet adjacent to the surface, which causes the amount of induction to decrease. This surface effect will occur if :

The angle of discharge between the jet and the surface is less than 40° for circular pattern diffusers, somewhat less for jets.

A side wall outlet is within 1' of the ceiling.

Floor or sill outlet is near (within 10") to a wall.

A ceiling outlet discharges along the ceiling.

จากปรากฏการณ์ดังกล่าวทำให้มีการผลิตหัวจ่ายเป็น 2 แบบ คือ

- CEILING DEPENDENT DIFFUSER ต้องอาศัยฝ้าเพดานเพื่อสร้าง SURFACE EFFECTS เช่น หัวจ่ายแบบ RECTANGULAR CEILING DIFFUSER, SLOTS DIFFUSER และ ROUND DIFFUSER ฯลฯ
- CEILING INDEPENDENT DIFFUSER ไม่ต้องอาศัยฝ้าเพดานเพื่อสร้าง SUR FACE EFFECTS เช่น หัวจ่ายแบบ PERFORATED CEILING DIFFUSER, OMNI CEILING DIFFUSER, SQUARE CEILING DIFFUSER ฯลฯ.

หมายเหตุ :

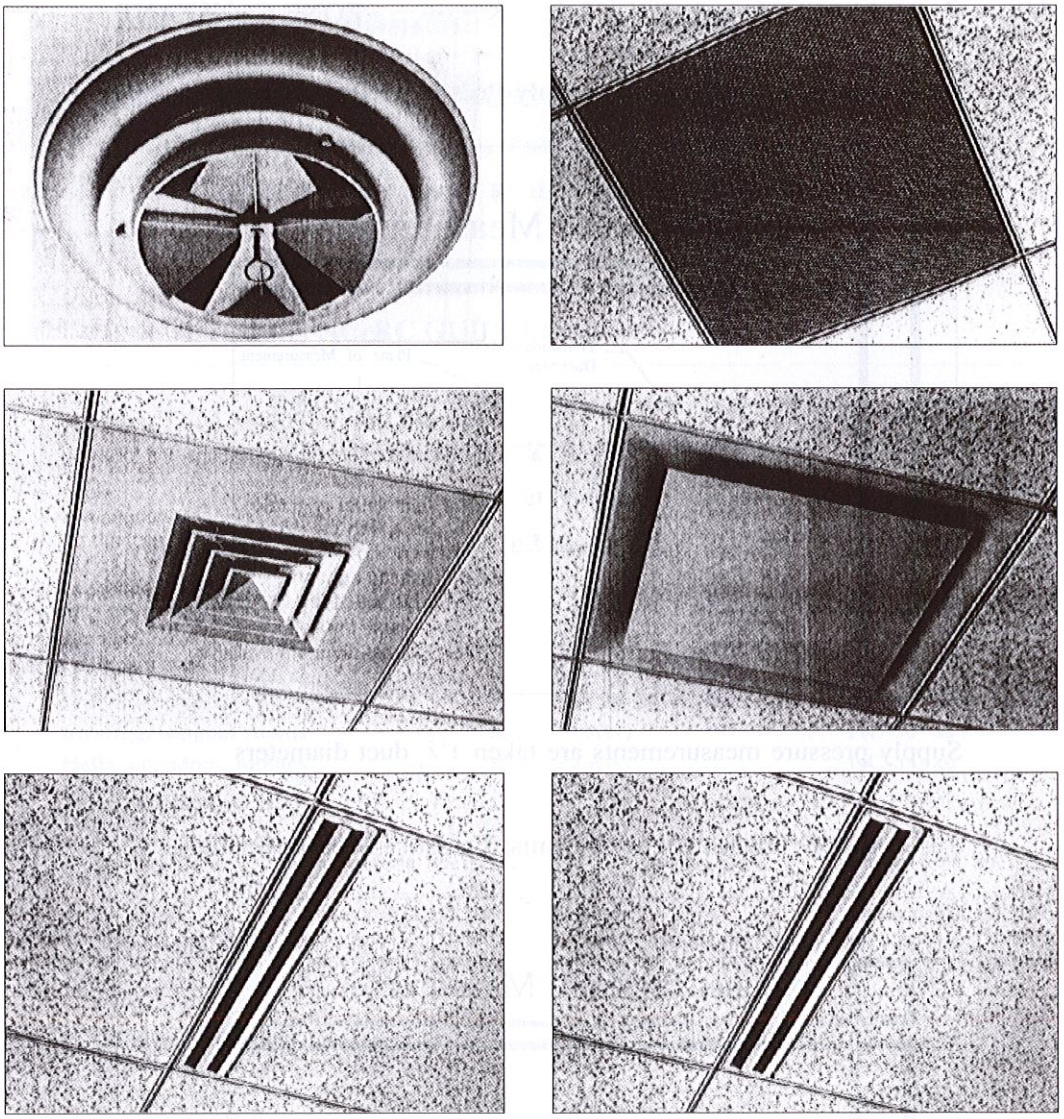
ในบางครั้ง จากรูปร่างโค้งเว้าของหัวจ่าย, การ DROPPED ฝ้าเพดาน และ ชุดโคมไฟฟ้า ซึ่งขวางกั้นการไหลของ AIR STREAM อาจส่งผลต่อการออกแบบหัวจ่ายเราอาจพิจารณาได้จาก GENERAL RULES OF THUMB ดังนี้:-

CEILING DEPENDENT DIFFUSER ไม่สามารถส่งลมเย็นได้ดี หากมีสิ่งกีดขวางกั้นการไหลของ AIR STREAM.

มุมของสิ่งขวางกั้นไม่เกิน 15° จะไม่ส่งผลใดๆ ต่อ CEILING INDEPENDENT DIFFUSER

100 FPM ISOTHERMAL = 50 FPM COOLING ดังนั้นเราสามารถวางสิ่งขวางกั้นใกล้ AIR STREAM โดยไม่มีผลใดๆ ต่อ PERFORMANCE.

รูป 5 หัวจ่ายแบบต่างๆ



DEPENDENT DIFFUSER **INDEPENDENT DIFFUSER**

PRESSURE EQUATION

สูตรการคำนวณที่สำคัญ ในการพิจารณาประสิทธิภาพของหัวจ่าย

$$Tp = Sp + Vp$$

$$Q = V \times A$$

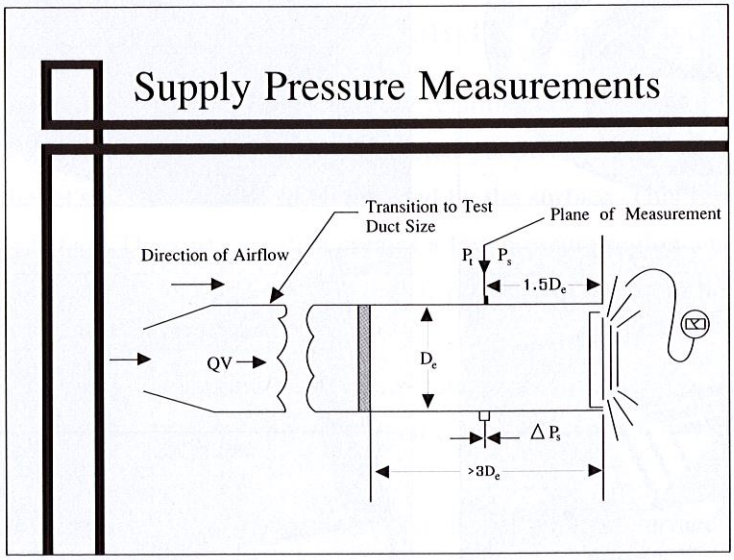
$$Vp = \frac{(V)^2}{4005} \quad \text{FOR ISOTHERMAL AIR}$$

$$K = \frac{(Q)}{\sqrt{\Delta P}}$$

NOTE

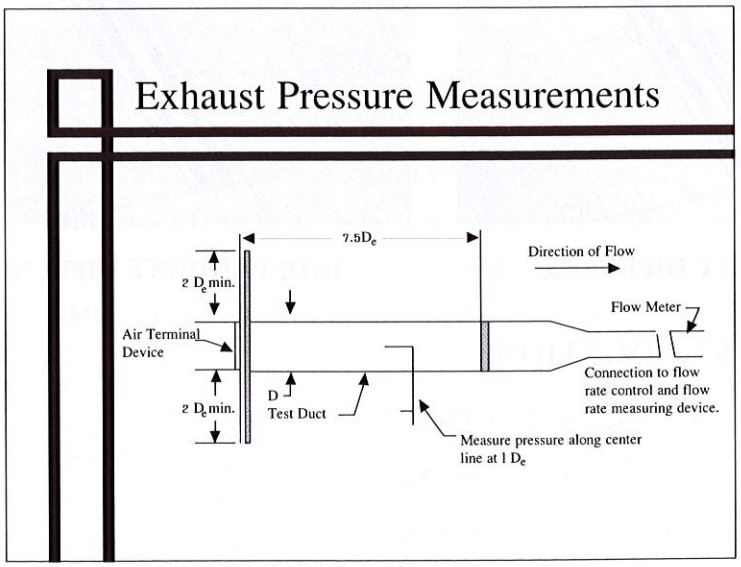
Tp	=	TOTAL PRESSURE	Sp	=	STATIC PRESSURE
Vp	=	VELOCITY PRESSURE	Q	=	CFM
V	=	OUTLET VELOCITY	A	=	EFFECTIVE AREA OF OUT
ΔP	=	DIFFERENTIAL PRESUURE	K	=	ZONE CONSTANT

รูป 6 แสดงการทดสอบหาค่า Supply Pressure Measurements



Supply pressure measurements are taken $1^1/_2$ duct diameters

รูป 7 แสดงการทดสอบหาค่า Exhaust Pressure Measurements.



Exhaust pressure is measured along the centerline of the duct unitil the pressure loss becomes contant. The distance will vary with the deflection of the blades in the exhaust grille. Typically the probe is moved unitil a steady pressure loss condition is found.

เมื่อเราเข้าใจถึง หัวจ่ายแบบและชนิดต่างๆแล้ว เราก็มาเลือกสถานที่ติดตั้งหัวจ่ายกัน เช่น อาจจะติดตั้งที่ผนัง (SIDE WALL), ฝ้าเพดาน (CEILING), พื้น (FLOOR) และอื่นๆ แล้วแต่สถาปนิกผู้ออกแบบ หรือ ลักษณะของอาคารนั้นๆ

การเลือกสถานที่ติดตั้งหัวจ่าย แบ่งเป็น 3 วิธี คือ

วิธีที่ 1 : SELECTION BY NOISE CRITERIA (NC or RC)

วิธีนี้นิยมใช้กันมากในการเลือกขนาดของหัวจ่าย โดยกำหนดค่า NC LEVEL (โดยสมมติว่า ห้องทั่วไปสามารถดูดซับเสียงได้ 10 dB) ในปัจจุบันทาง ASHRAE ได้ใช้ RC แทน NC ตามตารางรูป 8

รูป8 ตารางแสดง NC/RC GUIDELINES

RECOMMENDED DESIGN GOALS FOR VARIOUS BUILDINR OCCUPANCIES ASHRAE GUIDE

Occupancy	Preferred	Alternate
Private residence	RC 25-30(N)	NC 25-30
Apartments	RC 30-35(N)	NC 30-35
Hotels/motels		
Individual rooms or suites	RC 30-35(N)	NC 30-35
Meeting/banquet rooms	RC 30-35(N)	NC 30-35
Halls, corridors, lobbies	RC 35-40(N)	NC 35-40
Service/support areas	RC 40-45(N)	NC 40-45
Offices		
Executive	RC 25-30(N)	NC 25-30
Conference rooms	RC 25-30(N)	NC 25-30
Private	RC 30-35(N)	NC 30-35
Open-plan areas	RC 35-40(N)	NC 35-40
Business mach	RC 40-45(N)	NC 40-45
Computers		
Public circulation	RC 40-45(N)	NC 40-45
Hospitals and clinics		
Private rooms	RC 25-30(N)	NC 25-30
Wards	RC 30-35(N)	NC 30-35
Operating rooms	RC 25-30(N)	NC 25-30
Laboratories	RC 35-40(N)	NC 35-40
Corridors	RC 30-35(N)	NC 30-35
Public areas	RC 35-40(N)	NC 35-40
Churches	RC 30-35(N)	NC 30-35
Schools		
Lecture and classrooms	RC 25-30(N)	NC 25-30
Open-plan classrooms	RC 35-40(N)	NC 35-40

NC will not be shown in next ARHRAE Guide.

ข้อแนะนำ

ในการเลือกหัวจ่ายโดยใช้ค่า NC or RC

- ค่า NC ที่แสดงใน Catalog ของผู้ผลิตทั่วไป วัดที่ระยะประมาณ 10 ฟุต
- หัวจ่ายที่มี VOLUME DAMPER จะต้องเพิ่มเสียงอีก 4-5 NC
- หากปิด VOLUME DAMPERจะต้องเพิ่มเสียงอีกไม่น้อยกว่า 10 NC
- เพิ่ม SOUND PRESURRE LEVEL อีก 3 dB หากหัวจ่ายอยู่ห่างกันไม่เกิน 10 ฟุต

วิธีที่ 2 : SELECTION BY SUPPLY JETS MAPPING

วิธีการในการเลือกหัวจ่ายแบบนี้ใช้ค่า THROW ที่ระยะ TERMINAL VELOCITY คือ ระยะที่ความเร็วลม 150, 100 และ 50 FPM (ตามรูป 3 และ 4) โดยการเพิ่มค่าอุณหภูมิที่แตกต่าง ณ จุดที่ความเร็วลมนั้นๆ

อุณหภูมิแตกต่างจะหาได้จากสูตร

$$\Delta tx = 0.8\ \Delta to\ \frac{(Vx)}{VO}$$

NOTE

Δtx = $Tx-tc$

Δto = $to-tc$

tx = LOCAL AIR TEMPERATURE, °F

tc = AMBIENT TEMPERATURE, °F

to = OUTLET AIR TEMPERATURE, °F

รูป 9 ตารางแสดง JET VELOCITY VS. TEMPERATURE RISE

Vx,fpm	500	400	300	200	100	50
Δtx, °F	8	6.4	4.8	3.2	1.6	0.8

ตารางข้างต้น แสดงอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงระหว่าง Total Air และ Room Air ที่ความเร็ว Terminal Velocities ต่างๆ (เมื่อให้ค่า Δto = 20 °F และ Vo = 1000 FPM)

ขั้นตอนการทำ MAPPING PROCEDURES

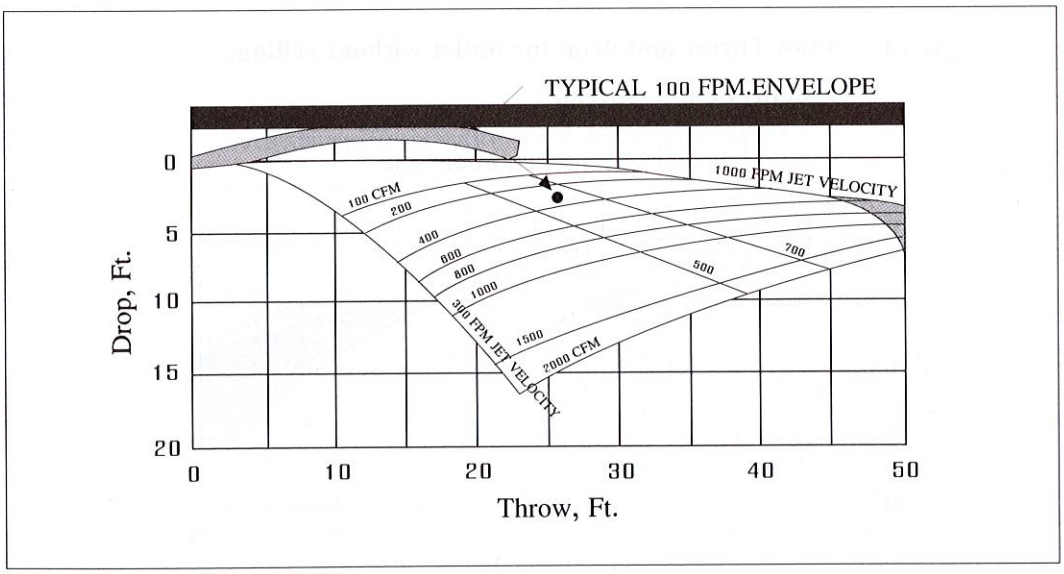
1. เลือกชนิดของหัวจ่าย (ตามรูป 10)
2. หากเลือก DIFFUSER ให้พิจารณาจากตารางตามรูป 10 ถ้าประมาณลมน้อยกว่าค่า MAXIMUM.
3. หากเลือก GRILLE ให้พิจารณารูปร่างของ FLOW (ตามรูป 11,12,13,14,15,16) (ใช้ CFM และ JET VELOCITY)
4. PLOT ค่า ISOTHEMAL T150, T100, T50 จาก DATA ใน Catalog ของผู้ผลิตหัวจ่าย เพื่อเลือกขนาด และปริมาณลม ในระยะ THROW ต่างๆ.

5. ถ้า GRILLE จ่ายลมในแนวนอนต่ำกว่าฝ้าเพดาน, ลักษณะการไหลของลมจะค่อย ๆ ห่างจากฝ้าเพดาน ที่ความเร็วประมาณ 100 FPM TERMINAL VELOCITY.
6. เริ่มต้นทำจาก ขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 5 ใหม่ จนกว่าจะได้ตามต้องการ.

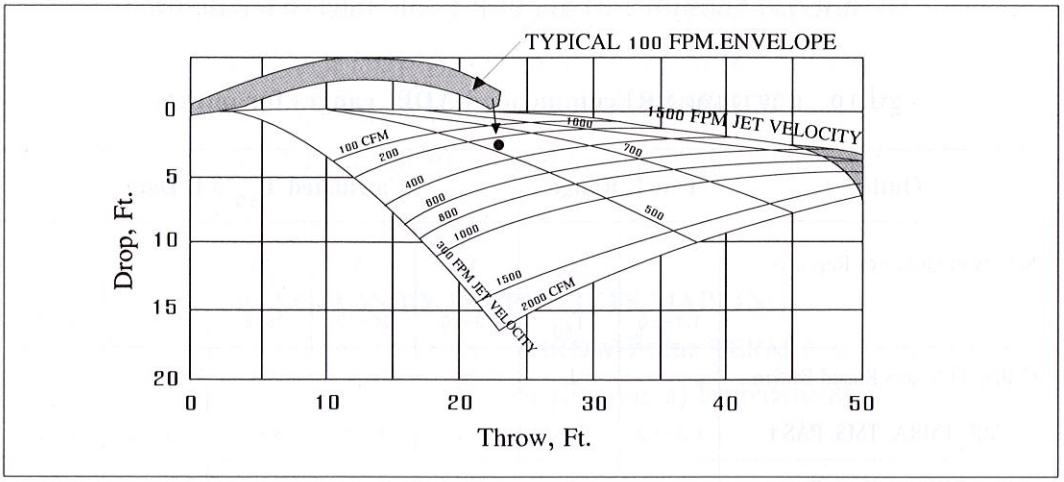
รูป 10 ตารางแสดง REcommended ADPI ranges for outlets

Outlet	T50/L Range		Calculated T_{50} & L Data				
Side Wall Grilles or Registers		L	10	15	20	25	30
	1.3-2.0	T_{50}	13-20	20-30	26-40	33-50	39-60
Ceiling Diffusers Round Pattern		L	5	10	15	20	25
TMR, TMRA, TMS, PAS †	0.6-1.2	T_{50}	3-6	6-12	9-18	12-24	15-30
Ceiling Diffusers Cross Pattern		L	5	10	15	20	25
PSS, TDC, 250	1.0-2.0	T_{50}	5-10	10-20	15-30	20-40	25-50
Slot Diffusers		L	5	10	15	20	25
ML, TBD, LL1,LL2	0.5-3.3	T_{50}	8-18	15-33	23-50	30-66	38-83
Light Troffer Diffusser		L*	4	6	8	10	12
LTT, LPT	1.0-5.0	T_{50}	4-40	6-30	8-40	10-50	12-60
Sill and Floor Grilles		L**	5	10	15	20	25
All types	0.7-1.7	T_{50}	4-9	7-17	11-26	14-34	18-43

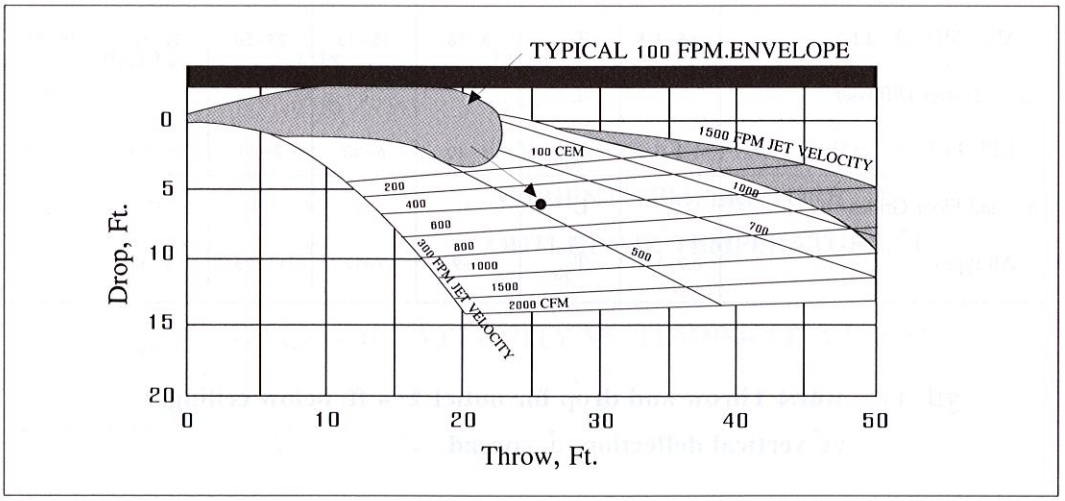
รูป 11 แสดง Throw and drop for outlet 2-4 ft. below ceiling, 20° vertical deflection, 0° spread.



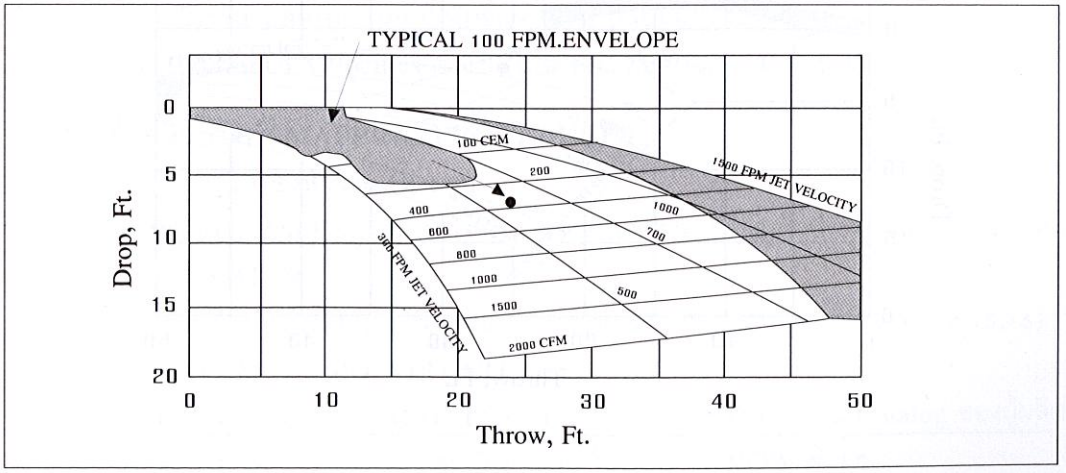
รูป 12 แสดง Throw and drop for outlets mounted wihtout ceiling, 20° vertical deflection, 0° spread.



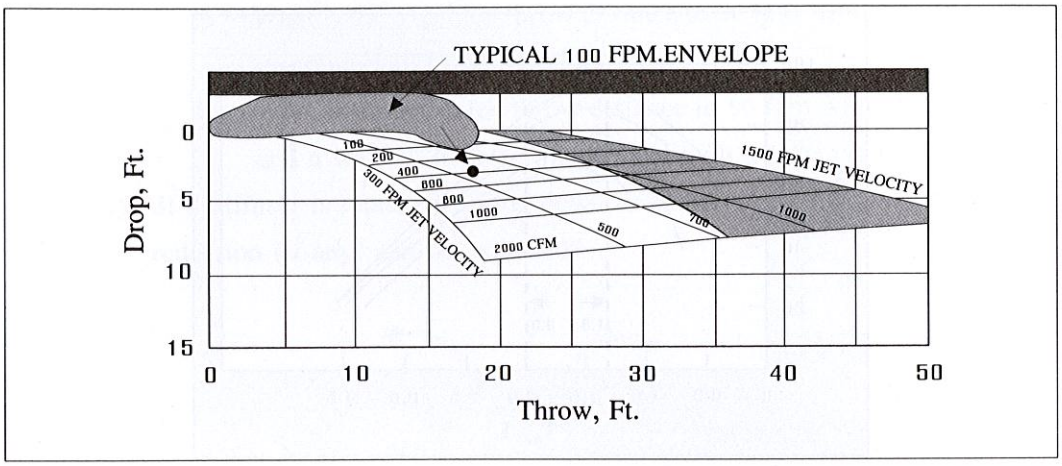
รูป 13 แสดง Throw and drop for outlet 1 ft. below ceiling, 0° deflection, 0° spread.



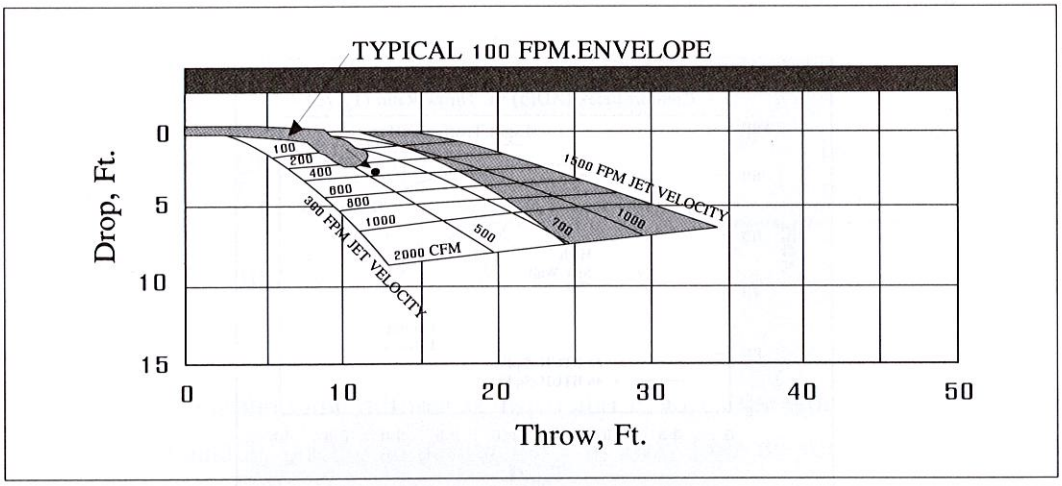
รูป 14 แสดง Throw and drop for outlet without ceiling, 0° deflection, 0° spread.



รูป 15 แสดง Throw and drop for outlet 1-1/2 ft. below ceiling, 0° vertical, 45° spread.



รูป 16 แสดง Throw and drop for outlet 2-4 ft. below ceiling, 0° vertical, 45° spread.

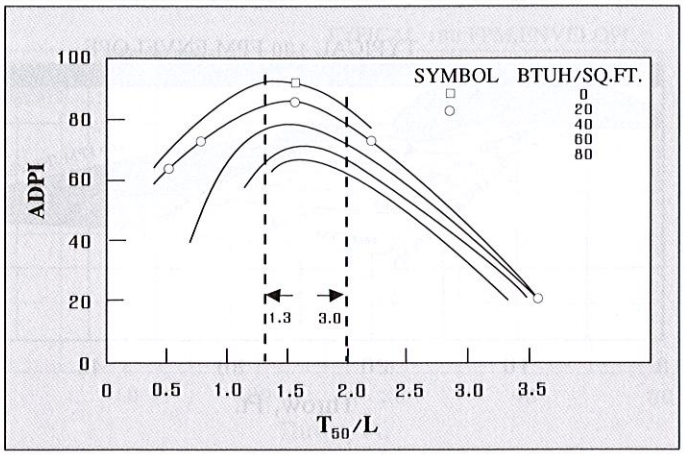


วิธีที่ 3 การเลือกโดยวิธี COMFORT CRITERIA ADPI

ADPI(AIR DIFFUSION PERFORMANCE INDEX) สามารถกำหนดได้จาก การวัดหาค่า หรือ จากการทดลอง ซึ่งวิธีนี้คล้ายกับวิธีที่ 1 คือ การกำหนดค่า NC หรือ RC LEVEL ในการเลือก การหาค่า ADPI สามารถหาได้จากการทดลองหา DIFFUSER DRAFT TEMPERATURE ตามมาตรฐาน ASHRAE 113-90 ซึ่งต้องมีห้องทดลองพิเศษโดยผู้เขียน จะไม่ขอกล่าวถึงรายละเอียดในวิธีนี้

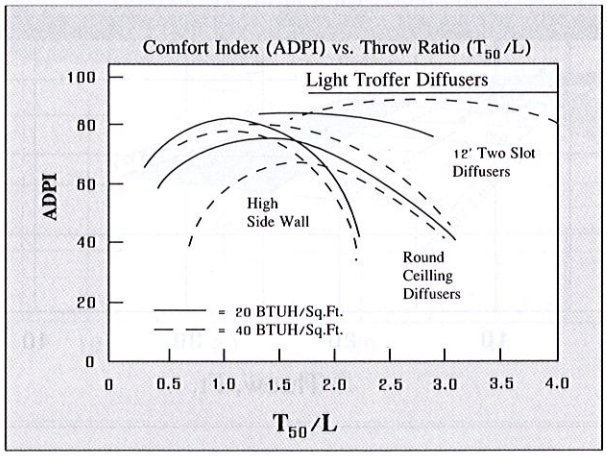
จากรูป เป็นการทดลอง GRILLES ติดผนัง ของ KANSAS STATE UNIVERSITY หาค่าความสัมพันธ์ของ ADPI และ ISOTHERMAL FLOW ที่ความเร็ว 50 FPM (T50)

รูป 17 แสดง ADPI vs. T50/L for high side wall grilles, from Kansas State University tests.



จะเห็นว่า GRILLES ที่ติดข้างผนังให้ค่า ADPI สูงสุด ที่ T50/L =1.5 ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองกับ Diffuser แบบต่างๆ ดังแสดงตามรูป 18

รูป 18 แสดง Throw vs. Characteristic room length.



ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้ :-

1. ค่า ADPI สูงสุดของหัวจ่ายแบบต่างๆ จะใกล้เคียงกันตามปริมาณลมเท่ากัน.
2. ระยะของ T50/L มีเหตุผลต่อ DIFFUSER แบบต่างๆ
3. ระยะต่างๆ เหล่านี้ยอมให้ใช้ในการเลือกขนาดของ DIFFUSER ตามความต้องการของ T50.
4. ค่าADPI สูงสุด และค่า COMFORT LEVEL จะลดลง เมื่อ LOADS เพิ่มขึ้น

หมายเหตุ : เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเรื่องการเลือกใช้ และหาตำแหน่งติดตั้งหัวจ่าย ผู้เขียนมีคำถามเป็นการบ้านของท่านผู้อ่าน ดังนี้ :-

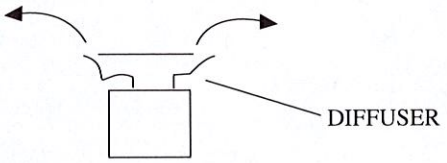
1) What is the "lowest" terminal throw velocity not tupically affected by supply to room temperature differential?

2) Using the isothermal throw data of 8-14-22(based on throw values for 150,100, and 50 FPM), answer the following:

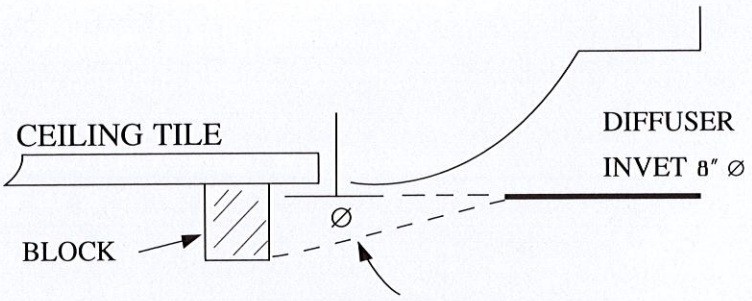
A) What is the expected throw distance to 50 fpm with 20° ΔT cooling? (without wall or colliding air streams).

B) What is the expected throw distance to 50 fpm with 20° ΔT cooling and a wall 10 ft. from the diffuser with a 9 ft., ceiling?

3) If a diffuser is mounted upside down as shown in flhure 1. what throw reduction (if any) can be expected?



4) What is the typical angle from the diffuser to the proposed maximum regressed ceiling tile? (See figure 2)



5) Using the same diffuser as tested above, check the typical angle that you found by placing an obstruction 1 ft. away from the diffuser (simulating a dropped light fixture). Does the air stream stay on the ceiling?