NICOTRA | Gebhardt

DUCT DESING

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

วัตถุประสงค์การออกแบบท่อลม

- เพื่อความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน
- เพื่อการกระจายลมที่เหมาะสม (การส่งลมจากตัวพัดลมไปยังหัวจ่ายแต่ละหัว)
- กำหนดขนาดของท่อลมที่เหมาะสมในด้านต้นทุน,ปริมาณการใช้วัสดุ และ ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม
- ประหยัดพลังงานจากการเลือกขนาดท่อลมและ Pressure drop ที่เหมาะสม

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

สิ่งที่ต้องพิจารณา

- พื้นที่ติดตั้ง
- ระดับเสียง
- ความดันสูญเสียในท่อลม
- ข้อกำหนดเกี่ยวกับการควบคุมเพลิง
- ต้นทุนในการติดตั้ง
- ต้นทุนในการดำเนินงาน

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

หลักการพื้นฐาน

หลักการพื้นฐานที่ควรคำนึงในการออกแบบ :

- การกำหนด Layout ควรเป็นเส้นทางที่ตรงที่สุดและสั้นที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

- หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนทิศทางของท่ออย่างกะทันหัน
- กรณีที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ให้พิจารณาการใช้ TurningVanes เพื่อลด Pressure loss.

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

หลักการพื้นฐาน

- การเปลี่ยนขนาดท่อลมควรมีมุม Slope ≤20°

- อัตราส่วนความกว้างต่อความสูงไม่ควรเกิน 4 : 1

- ความเร็วในท่อลมไม่ควรเกินค่าแนะนำ (อ้างอิงจากมาตรฐานต่างๆ เช่น ASHRAE) เพื่อลดปัญหาเรื่องเสียงและการสั่นสะเทือน

fan | tastic solutions

NICOTRA Gebhardt

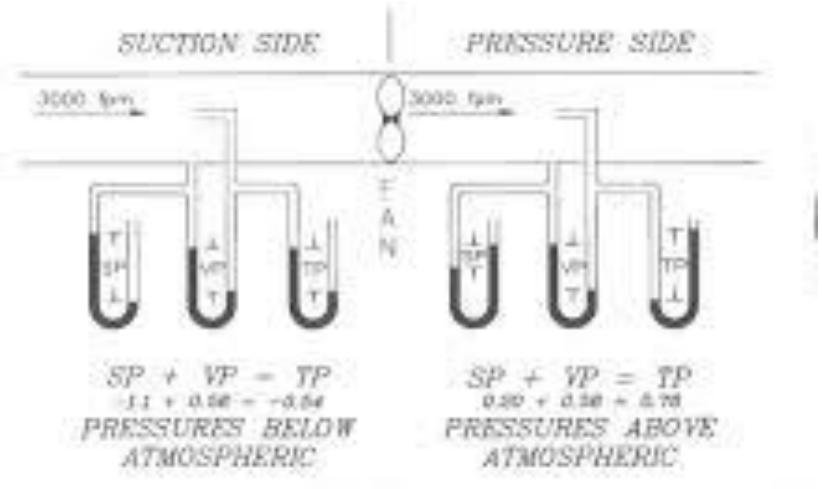
Fan Pressure

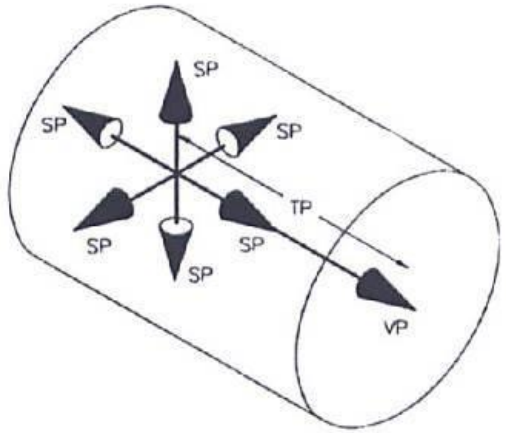
- Velocity pressure (VP)
- Static pressure (SP)
- Total pressure (TP)

Unit : mm-wg.

inch-wg.

Pa.





TP = SP + VP

fan | tastic solutions

Velocity Pressure

- Pressure required to accelerate air from zero velocity to some velocity (V) and is proportional to the kinetic energy of the air stream. The relationship between V and VP is given by

$VP = (V/4005)^2$ where V = velocity (fpm.)

VP = velocity pressure (in.wg)

$VP = (V/1.3)^2$ where V = velocity (m/s.)

VP = velocity pressure (Pa.)

Static Pressure

- Pressure in the duct that tend to burst or collapse the duct, whether in motion or not, it exerts itself in all directions at once enclosure.
- Positive when the pressure at the point is above the ambient pressure and negative when below.
- It acts equally in all directions.

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Static Pressure Equation

(Darcy and Colebrook Equation)

SI Unit $$\Delta p_f = \frac{1000 f L}{D_h} \times \frac{\rho V^2}{2}$$

Where

ΔPf = friction losses in terms of total pressure,Pa
f = friction factor,diamensionless
L = duct length,m
D_h = hydraulic diamenter [Equation(24)],mm.
V = velocity, m/s
p = dencity, kg/m^3

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Static Pressure Equation

(Darcy and Colebrook Equation)

I-P Unit $$\Delta p_f = \frac{12fL}{D_h}\rho\left(\frac{V}{1097}\right)^2$$

Where

Δpf = friction losses in terms of total pressure,in. of water
f = friction factor, dimensionless
L= duct length, ft
D_h = hydraulic diameter [Equation (24)], in.
V = velocity, fpm p = dencity, lbm /ft = velocity, fpm
p = dencity, lbm /ft^3

fan | tastic solutions

Static Pressure Equation

Hydraulic diameter equation

$$D_h = 4A/P$$

Where

I-P Unit D_h = hydraulic diameter, in.

A = duct area, in^2

P = perimeter of cross section, in.

Where

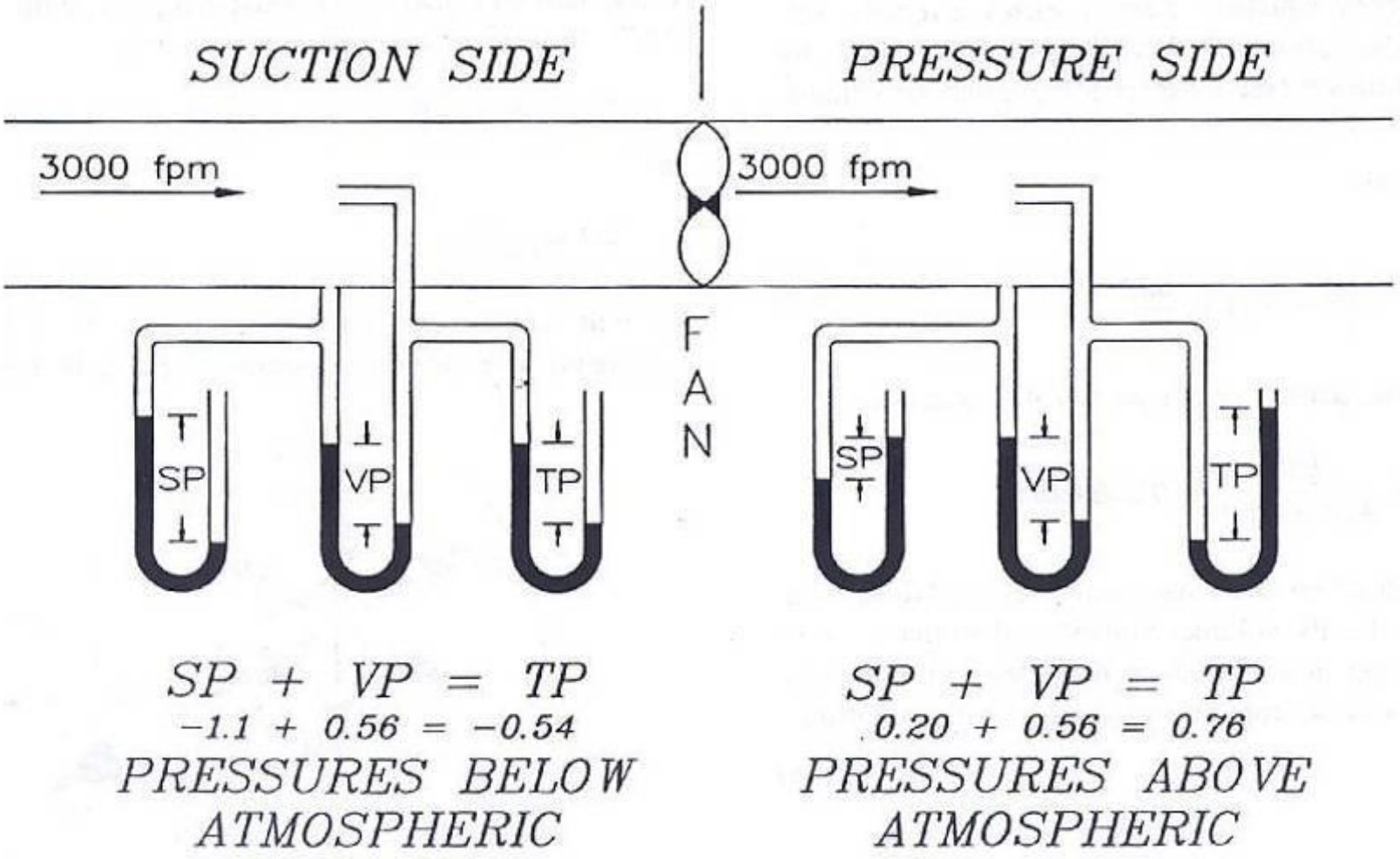
SI Unit D_h = hydraulic diameter, mm.

A = duct area, mm^2

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

SP, VP AND TP



fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

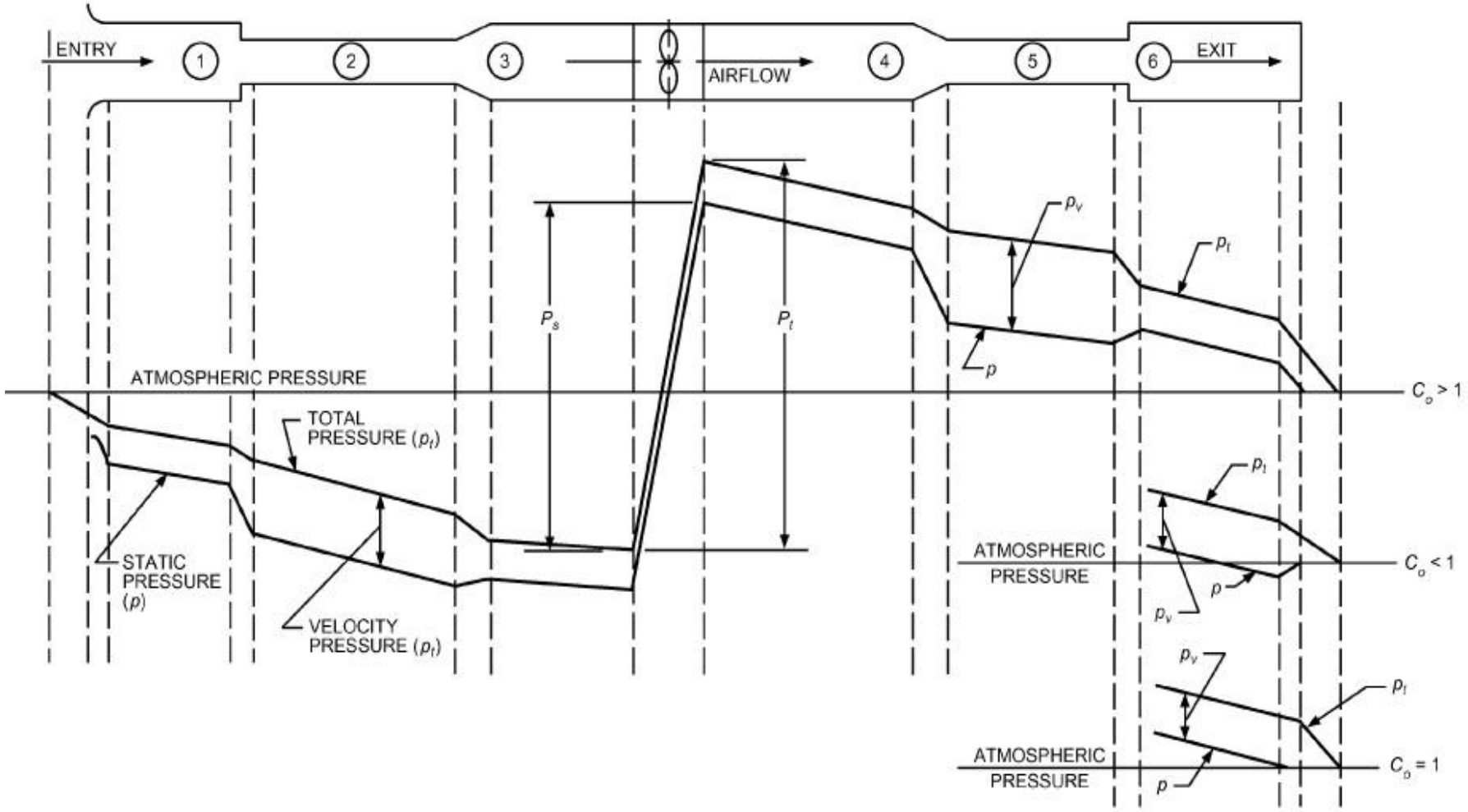
SP, VP AND TP

PRESSURE	SUCTION	DISCHARGE
Sp	-	+
Vp	+	+
Tp	+,-	+

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Pressure Gradient Diagram

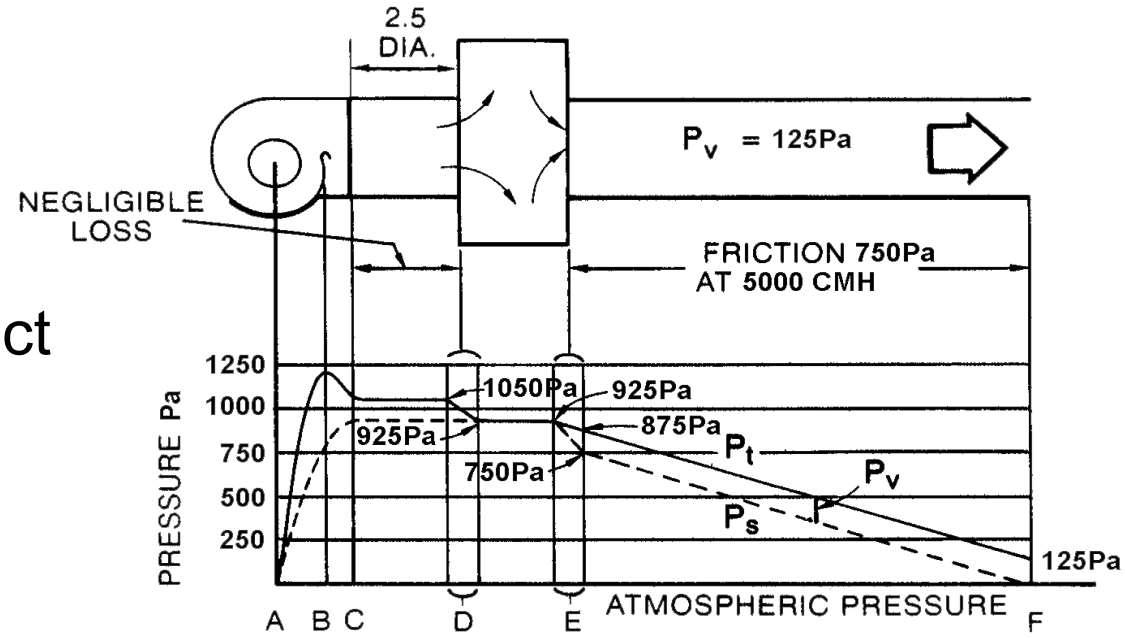


fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Pressure Gradient Diagram

Plenum Effect



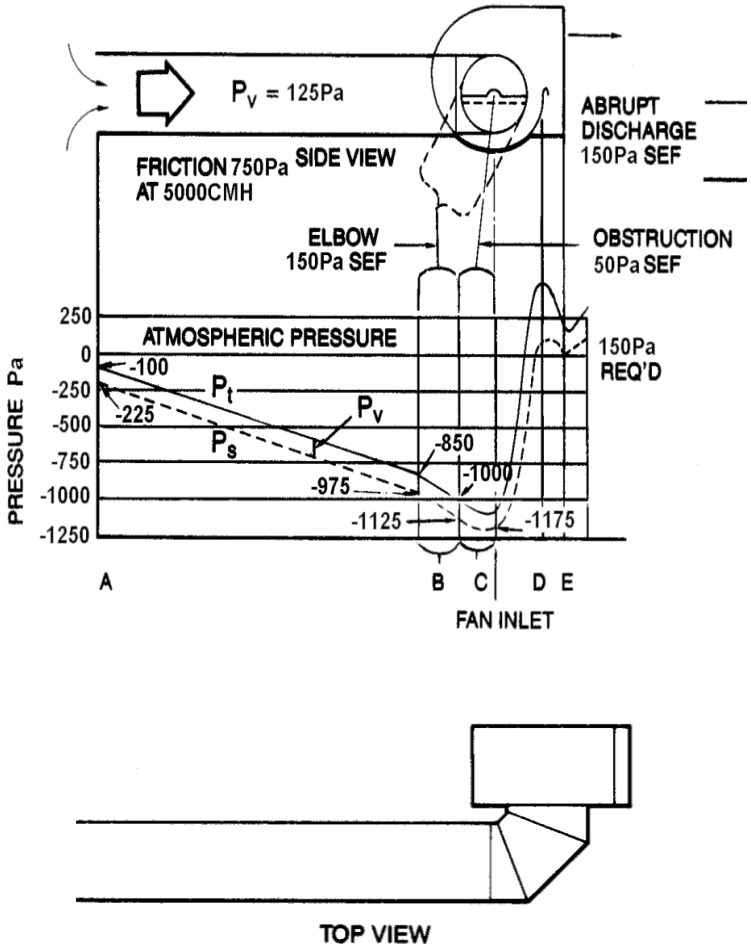
E-F	duct friction at 5000CMH (Q)	750 Pa (duct design)
E	contraction loss-plenum to duct	50 Pa (part of duct system)
E	SP energy required to create velocity at E	125 Pa (part of duct system)
D	VP loss (also Pt loss) at D as result of air velocity decrease	0 Pa
	SP dose not change from duct to plenum at D	
C-D	outlet duct on fan as tested	0 Pa
REQUIRED Fan SP		925 Pa

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Pressure Gradient Diagram

Exhaust System



A	Entrance loss-sharp edge duct 100 Pa (duct design)	
A-B	Duct friction at 5000CMH (duct design)	750 Pa
B	SEF 1	150 Pa
C	SEF 2	50 Pa
E	Fan VP	125 Pa
E	SEF 3	150 Pa
	REQUIRED Fan TP	1325 Pa

Fan SP = fan TP – fan VP

Fan SP = 1325 Pa – 125 Pa

Fan SP = 1200 Pa

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Evaluating Friction Loss in Ducts

- Total Friction loss : Straight duct losses + Fitting losses + equipment losses
- Duct loss : SP_{duct} = (in H_2O/100 ft) x Duct Length
- Fittings loss : $SP_{fittings}$ = C x (fpm of air/$4005)^2$

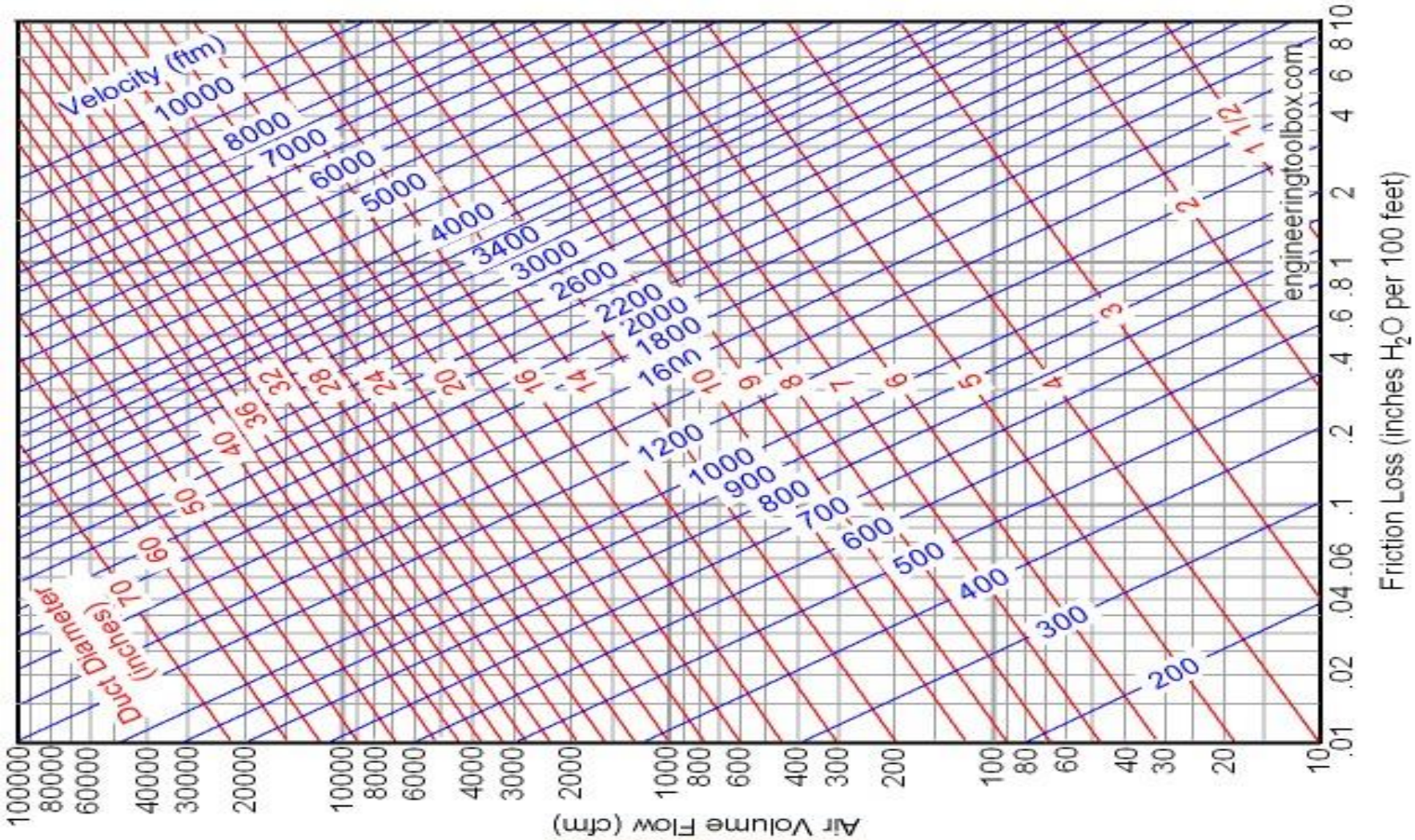
  C : Loss Coefficients

  (determined from tabies)

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Friction Loss Chart



fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Friction Loss Chart

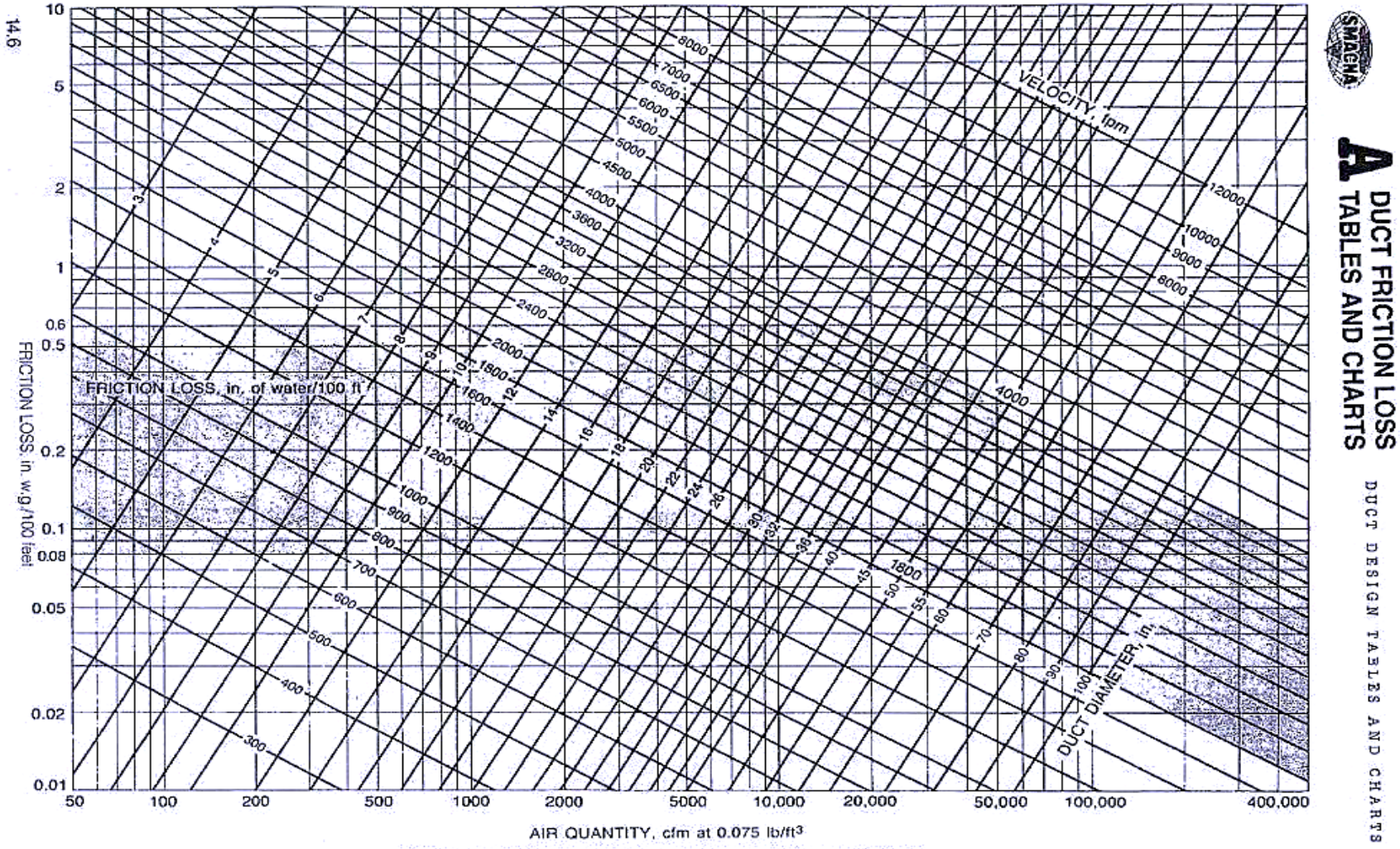


Figure 14-1 DUCT FRICTION LOSS CHART (U.S. Units) (2)

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

วิธีการออกแบบท่อลม

แบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

- Velocity Constant
- Equal Friction
- Static Regain

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Velocity Constant Method

การออกแบบท่อลมโดยใช้วิธีความเร็วคงที่

- เหมาะกับระบบลำเลียงวัสดุไปตามท่อ
- ความเร็วทุกตำแหน่งของท่อลมที่อยู่ในระบบเดียวกันจะต้องเท่ากันทั้งหมด
- ความเร็วที่ใช้ขึ้นอยู่วัสดุที่ต้องการขนถ่าย

(Transport Velocity)

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Velocity Constant Method

ข้อแนะนำในการออกแบบ

- เลือกใช้ความเร็วที่เหมาะสม
- กรณีเลือกความเร็วที่ไม่ถูกต้อง อาจทำให้กำหนดขนาดท่อลมใหญ่เกินไป ซึ่งทำให้ใช้พื้นที่และต้นทุนสูง
- การกำหนดขนาดท่อลมที่เล็กเกินไปทำให้ Pressure Drop สูง ส่งผลให้ต้องเลือกพัดลมที่มีแรงม้าสูงขึ้น ราคาพัดลมและค่าไฟจากการดำเนินงานสูงขึ้นตามไปด้วย

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Velocity Constant Method

ข้อแนะนำในการออกแบบ

- ทุกท่อแยกจากท่อลมหลัก ควรพิจารณาใส่ Dampers
- การกำหนด Static Pressure ของพัดลมคำนวณจากท่อเส้นที่มี Static Pressure สูงสุด

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Equal Friction Method

การออกแบบท่อลมโดยใช้วิธี Equal Friction เป็นวิธีที่นิยมที่สุด เนื่องจาก

- ออกแบบง่าย
- ความเร็วลมจะลดลงโดยอัตโนมัติในทุกๆท่อแยกที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณลม
- ความเร็วลมที่ลดลงจะอยู่ในเกณฑ์การออกแบบเรื่องเสียงที่เหมาะสม

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Equal Friction Method

ข้อแนะนำในการออกแบบ

- กำหนดปริมาณลมในทุกๆพื้นที่ใช้งานและในท่อแยกให้เรียบร้อยก่อนออกแบบ
- กำหนดปริมาณลมรวมทั้งระบบ
- กำหนดความเร็วสูงสุดของท่อลมหลักที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากพื้นที่ใช้งาน (โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน เช่น ASHRAE หรือ SMACNA)

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Equal Friction Method

ข้อแนะนำในการออกแบบ

- กำหนด Friction Rate จากท่อลมหลัก
- FrictionRate จากท่อลมหลักนี้ จะถูกใช้กับท่อลมที่เหลือทั้งหมด
- คำนวณหาขนาดของท่อลมทั้งระบบ
- คำนวณหา Static Pressure ที่ระบบ

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Static Pressure Regain Method

การออกแบบท่อลมโดยใช้วิธี Static Pressure Regain

- ใช้กับระบบที่มีความเร็วลมสูงและท่อที่มีความยาวมากๆ
- ความเร็วลมจะลดลงทุกๆ ครั้งหลังผ่านท่อแยก
- ซับซ้อนและยุ่งยากในการใช้งาน

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Static Pressure Regain Method

ข้อแนะนำในการออกแบบ

- กำหนดความเร็วลมในท่อลมหลักเป็นอันดับแรก
- Static Regain ที่ได้จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ Static Pressure ที่เกิดขึ้นของท่อลมในท่อนที่อยู่ถัดไป
- Static Pressure ที่เกิดขึ้นในระบบทั้งหมดจะเท่ากับ Static Pressure ท่อเมนในช่วงแรกเท่านั้น

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Equipment Loss Chat

Table 8 Typical Design Velocities for HVAC Components

Duct Element	Face Velocity, m/s
Louvers[a]	
Intake	
330 L/s and greater	2
Less than 3300 L/s	See Figure 14
Exhaust	
2400 L/s and greater	2.5
Less than 2400 L/s	See Figure 14
Filters[b]	
Panels filters	
Viscous impingement	1 to 4
Dry-type, extended-surface	
Flat (low efficiency)	Duct velocity
Pleased media (intermediate efficiency)	Up to 3.8
HEPA	1.3
Renewable media filters	
Moving-curtain viscous impingement	2.5
Moving-curtain dry media	1
Electronic air cleaners	
Ionizing type	0.8 to 1.8

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

Equipment Loss Chat

Heating Coils[c]	
Steam and hot water	2.5 to 5
	1 min., 8 max
Electric	
Open wire	Refer to mfg. data
Finned tubular	Refer to mfg. data
Dehumidifying Coils[d]	2 to 3
Air Washers[e]	
Spray type	Refer to mfg. data
Cell type	Refer to mfg. data
High-velocity spray type	6 to 9

[a]Based on assumptions presented in text.

[b]Abstracted from Ch. 28, 2008 *ASHRAE Handbook HVAC Systems and Equipment.*

[c]Abstracted from Ch. 26, 2008 *ASHRAE Handbook HVAC Systems and Equipment.*

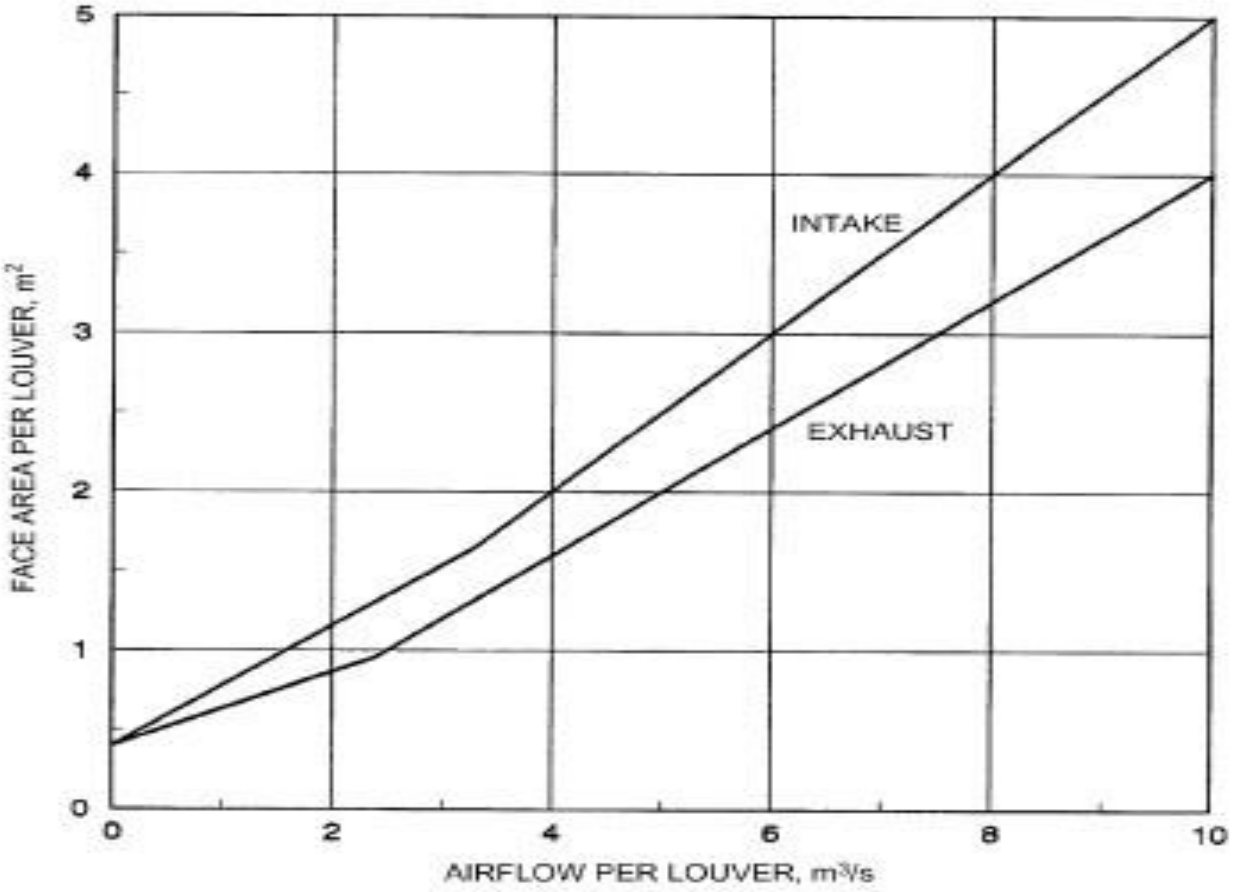
[d]Abstracted from Ch. 22, 2008 *ASHRAE Handbook HVAC Systems and Equipment.*

[e]Abstracted from Ch. 40, 2008 *ASHRAE Handbook HVAC Systems and Equipment.*

fan | tastic solutions

NICOTRA Gebhardt

Equipment Loss Chat



Parameters Used to Establish Figure	Intake Louver	Exhaust Louver
Mininum free area (1220 mm. square test section), %	45	45
Water panetration, mL/(m^2-0.25 h)	Negligible (less than 0.3)	N/A
Maxinum static pressure drop , pa	35	60

Fig.14 Criteria for Louver Sizing

fan | tastic solutions

ท่อสี่เหลี่ยม

คำนวณหาค่า Equivalent Diameter ตามสมการตาราง และกราฟแสดงค่า Friction Loss มาจากท่อกลม

$$D_e = (4ab/p)^{0.5}$$

หาขนาดของ Equivalent Diameter ที่เทียบเท่ากับท่อเหลี่ยมขนาด 8” x 14” เป็นเท่าใด ?

NICOTRA | Gebhardt

Maximum Duct Velocity

Application	Controlling Factor Noise Generation Main Ducts (fpm)	Controlling Factor - Duct Friction (fpm)			
		Main Ducts		Branch Ducts	
		Supply	Return	Supply	Return
Residences	600	1,000	800	600	600
Apartments Hotel Bedrooms Hospital Bedrooms	1,000	1,500	1,300	1,200	1,000
Private Offices Directors Rooms Libraries	1,200	2,000	1,500	1,600	1,200
Theatres Auditoriums	800	1,300	1,100	1,000	800
General Offices High Class Restaurants High Class Stores Banks	1,500	2,000	1,500	1,600	1,200
Average Stores Cafeterias	1,800	2,000	1,500	1,600	1,200
Industrial	2,500	3,000	1,800	2,200	1,500

NICOTRA | Gebhardt

การออกแบบความเร็วท่อลมสูง

มีผลทำให้

- ท่อลมเล็ก ต้นทุนถูกและใช้พื้นที่น้อย
- Pressure Drop สูงทำให้ใช้กำลังขับสูง
- เสียงดังขึ้น บางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เก็บเสียงเพิ่มเติม

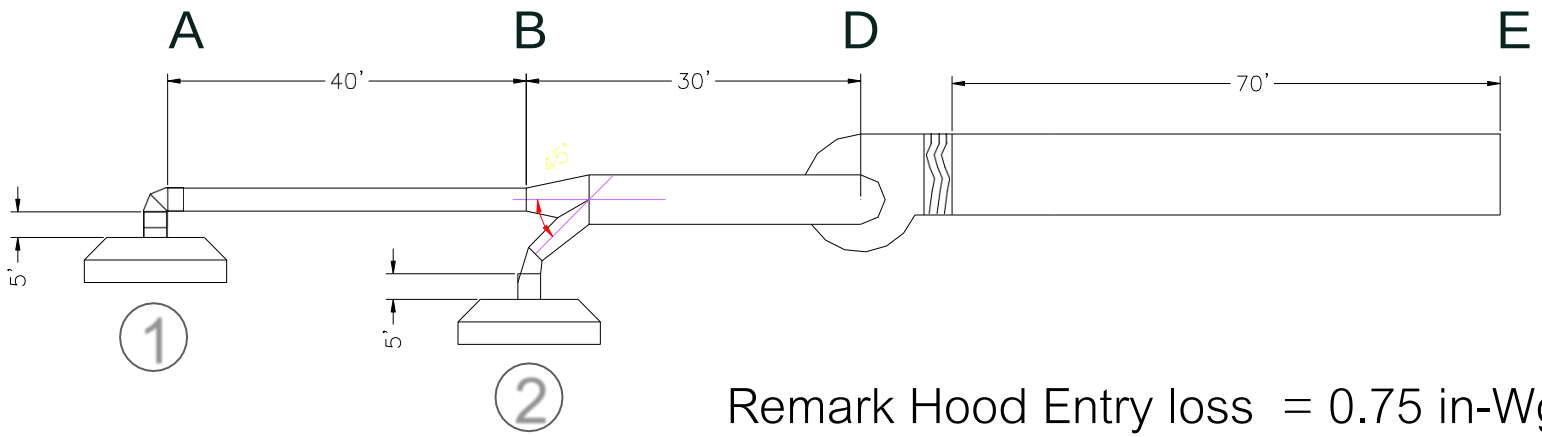
fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

ตัวอย่างการออกแบบและคำนวณ

Sample

3 pieces elbow 90 R/D = 1



V (Face velocity)

Hood (Wall type)

3 m x 0.9 m.

V (Face velocity)

Hood (Wall type)

4 m. x 0.9 m.

Remark Hood Entry loss = 0.75 in-Wg.

Face Velocity = 125 fpm.

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

ตัวอย่างการออกแบบและคำนวณ

Drawing kitchen hood exhaust

Hood size 3 m x 0.9 m.

4 m x 0.9 m.

Please calculate

- Air capacity
- Size duct
- Static Pressure
- Select the fan model

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

ตัวอย่างการออกแบบและคำนวณ

- Calculate air capacity

Q = A * V

A = Face Velocity

V = Hood Area

Hood 1

Q_1 = (3x0.9)$(3.28)^2$(125) cfm

= 3631 cfm ~ 3600 cfm

Hood 2

Q_2 = (4x0.9)$(3.28)^2$(125) cfm

= 4841 cfm ~ 4800 cfm

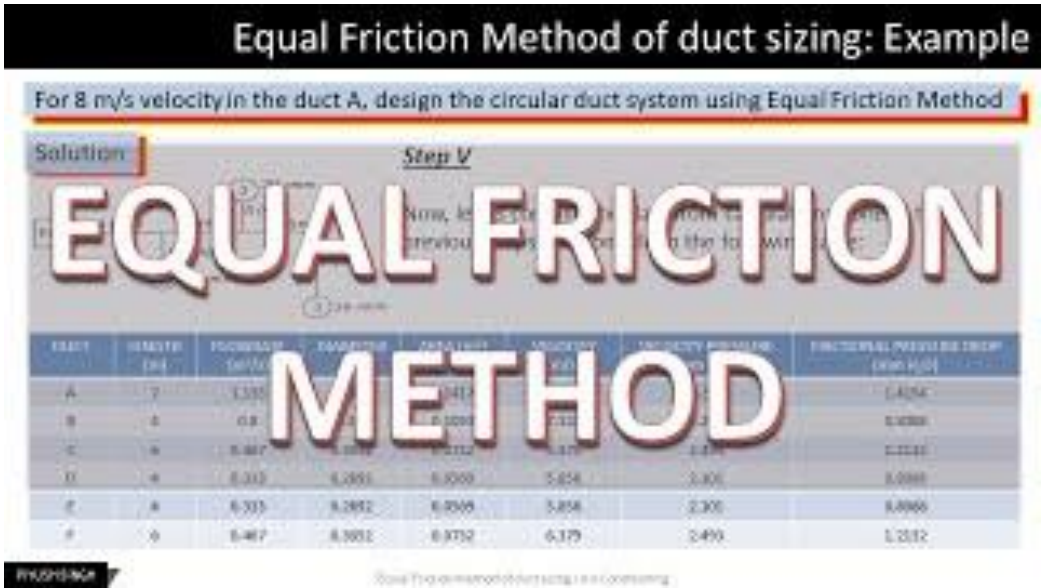
fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

ตัวอย่างการออกแบบและคำนวณ

Duct design methods :

- [x] Equal Friction, Friction Rata 0.1 in-wg./100 ft.
- [ ] Velocity Constant, Duct Velocity 2000 fpm.
- [ ] Static Regain



NICOTRA | Gebhardt

ตัวอย่างการออกแบบและคำนวณ

Table for size duct and Static Pressure (Equal Friction)

Section	CFM	V,ft/min	Eq D, in	Velocity Pressure	Fitting loss Coefficient ('C)	Friction loss (Inwg/100ft)	Length(ft)	Friction loss (in-wg.)		Total Static Pressure In-wg.
AB	3600	1300	23	0.105		0.1	45	0.045	√	
Fitting AB Elbow 90	3600	1300	23	0.105	0.42			0.044	√	
BD	8400	1700	31	0.18		0.1	30	0.03	√	
Fitting B				0.18	1.2			0.22	√	
CB	4800	1400	25	0.122		0.1	5	0.005	×	0.409
DE	8400	1700	31	0.18		0.1	70	0.07	√	

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

ตัวอย่างการออกแบบและคำนวณ

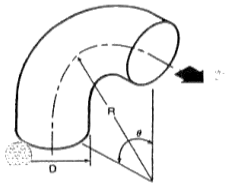
B FITTING LOSS COEFFICIENT TABLES

Duct Cross Section to which Coefficient "C" is referenced is at the top of each table. Negative numbers indicate that the static regain exceeds the dynamic pressure loss of the fitting.

Table 14-10 LOSS COEFFICIENTS, ELBOWS

Use the velocity pressure (V_p) of the upstream section. Fitting loss (TP) = C × V_p

A. Elbow, Smooth Radius (Die Stamped), Round (2)



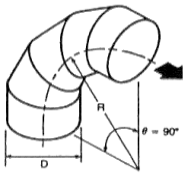
Coefficients for 90° Elbows: (See Note 1)

R/D	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5
C	0.71	0.33	0.22	0.15	0.13	0.12

Note 1: For angles other than 90° multiply by the following factors:

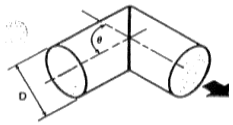
θ	0°	20°	30°	45°	60°	75°	90°	110°	130°	150°	180°
K	0	0.31	0.45	0.60	0.78	0.90	1.00	1.13	1.20	1.28	1.40

B. Elbow, Round, 3 to 5 pc — 90° (2)



No. of Pieces	Coefficient C R/D 0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
5	—	0.46	0.33	0.24	0.19
4	—	0.50	0.37	0.27	0.24
3	0.98	0.54	0.42	0.34	0.33

C. Elbow, Round, Mitered (15)



Coefficient C (See Note 2)

θ	20°	30°	45°	60°	75°	90°
C	0.08	0.16	0.34	0.55	0.81	1.2

Note 2: Correction factor for Reynolds number — K_{Re}

R_e 10⁻⁴	1	2	3	4	6	8	10	≥14
K_{Re}	1.40	1.26	1.19	1.14	1.09	1.06	1.04	1.0

U.S. Units
For Standard Air: $R_e = 8.56\ DV$

(Metric Units) ($R_e = 66.4\ DV$)

where:
D = duct diameter, inches (mm)
V = duct velocity, fpm (m/s)

For Rectangular Ducts:

$$D = \frac{2HW}{H + W}$$

Reynolds Number Correction Factor Chart

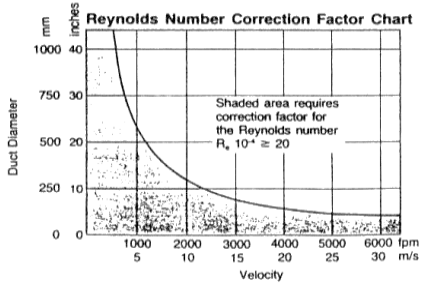
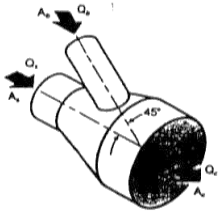


Table 14-13 LOSS COEFFICIENTS, CONVERGING JUNCTIONS (Cont.)

Use the velocity pressure (V_p) of the downstream section. Fitting loss (TP) = C × V_p

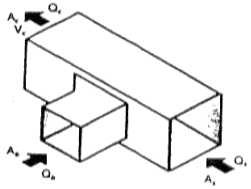
E. Converging Wye, Conical, Round (2)



Branch, Coefficient C (See Note 8)

A_s/A_c	A_b/A_c	Q_b/Q_t 0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
0.3	0.2	-2.4	-.01	2.0	3.8	5.3	6.6	7.8	8.9	9.8	11
	0.3	-2.8	-1.2	0.12	1.1	1.9	2.6	3.2	3.7	4.2	4.6
0.4	0.2	-1.2	0.93	2.8	4.5	5.9	7.2	8.4	9.5	10	11
	0.3	-1.6	-.27	0.81	1.7	2.4	3.0	3.6	4.1	4.5	4.9
	0.4	-1.8	-.72	0.07	0.66	1.1	1.5	1.8	2.1	2.3	2.5
0.5	0.2	-.46	1.5	3.3	4.9	6.4	7.7	8.8	9.9	11	12
	0.3	-.94	0.25	1.2	2.0	2.7	3.3	3.8	4.2	4.7	5.0
	0.4	-1.1	-.24	0.42	0.92	1.3	1.6	1.9	2.1	2.3	2.5
	0.5	-1.2	-.38	0.18	0.58	0.88	1.1	1.3	1.5	1.6	1.7
0.6	0.2	-.55	1.3	3.1	4.7	6.1	7.4	8.6	9.6	11	12
	0.3	-1.1	0	0.88	1.6	2.3	2.8	3.3	3.7	4.1	4.5
	0.4	-1.2	-.48	0.10	0.54	0.89	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
	0.5	-1.3	-.62	-.14	0.21	0.47	0.68	0.85	0.99	1.1	1.2
	0.6	-1.3	-.69	-.26	0.04	0.26	0.42	0.57	0.66	0.75	0.82
0.8	0.2	0.06	1.8	3.5	5.1	6.5	7.8	8.9	10	11	12
	0.3	-.52	0.35	1.1	1.7	2.3	2.8	3.2	3.6	3.9	4.2
	0.4	-.67	-.05	0.43	0.80	1.1	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1
	0.5	-.73	-.19	0.18	0.46	0.68	0.85	0.99	1.1	1.2	1.3
	0.6	-.75	-.27	0.05	0.28	0.45	0.58	0.68	0.76	0.83	0.88
	0.7	-.77	-.31	-.02	0.18	0.32	0.43	0.50	0.56	0.61	0.65
	0.8	-.78	-.34	-.07	0.12	0.24	0.33	0.39	0.44	0.47	0.50
1.0	0.2	—	2.1	3.7	5.2	6.6	7.8	9.0	11	11	12
	0.3	—	.54	1.2	1.8	2.3	2.7	3.1	3.7	3.7	4.0
	0.4	—	.21	0.62	0.96	1.2	1.5	1.7	2.0	2.0	2.1
	0.5	—	.05	0.37	0.60	0.79	0.93	1.1	1.2	1:2	1.3
	0.6	—	-.02	0.23	0.42	0.55	0.66	0.73	0.80	0.85	0.89
	0.8	—	-.10	0.11	0.24	0.33	0.39	0.43	0.46	0.47	0.48
	1.0	—	-.14	0.05	0.16	0.23	0.27	0.29	0.30	0.30	0.29

F. Converging Tee, 45° Entry Branch to Rectangular Main



When:

A_b/A_t	A_t/A_c	A_b/A_c
0.5	1.0	0.5

Branch, Coefficient C (See Note 8)

V_c fpm (m/s)	Q_b/Q_c 0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
< 1200 (6)	-.83	-.68	-.30	0.28	0.55	1.03	1.50	1.93	2.50	3.03
> 1200 (6)	-.72	-.52	-.23	0.34	0.76	1.14	1.83	2.01	2.90	3.63

For Main Loss Coefficients (C) see Fitting 14-13B (Page 14.29)

Note 8: A = Area, Q = Airflow, V = Velocity

NICOTRA | Gebhardt

ตัวอย่างการออกแบบและคำนวณ

- Calculate Total Static Pressure

TSP = Hood entry + Duct friction loss

= 0.75 + 0.409

= 1.159 ~ 1.16 in.wg

- Select Fan type

☒ Centrifugal

☐ Forward Curve ☒ Backward Curve

- Select Suction type

☒ SISW ☐ DIDW

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

ตัวอย่างการออกแบบและคำนวณ

- Summary

  - Air Flow (total) = 8400 cfm.

From item : 1

- Static Pressure = 1.16 in.wg

From item : 4

- Fan type Centrifugal fan Backward Curve (SISW)

From item : 5 and 6

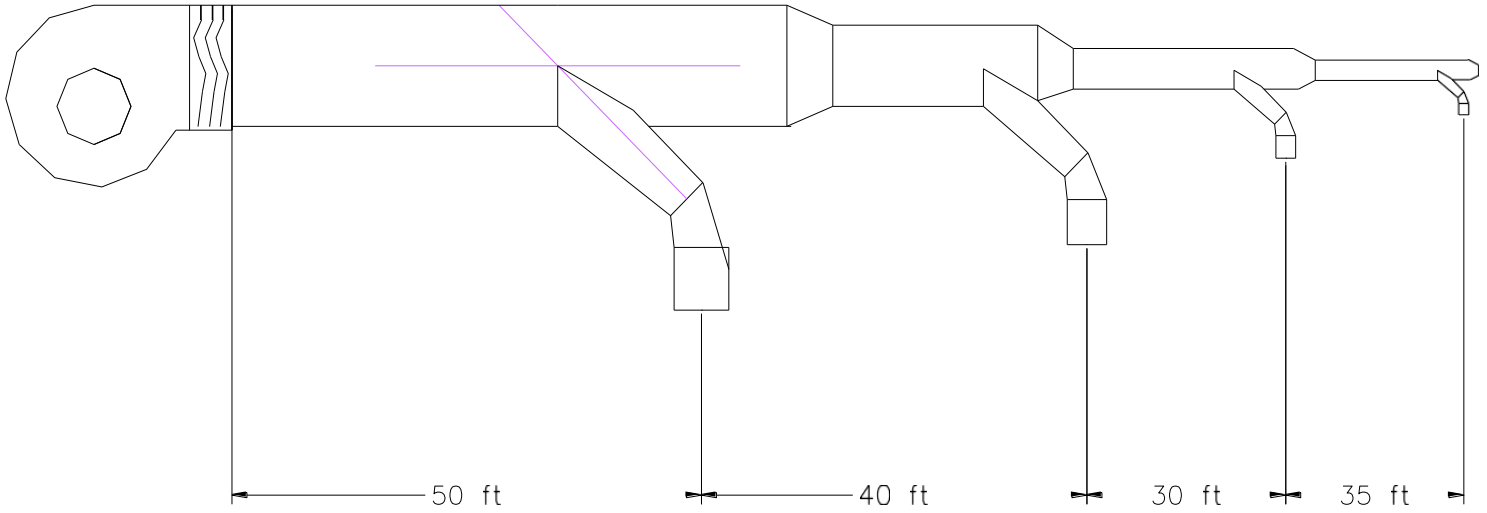
fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

Calculate size duct (Round duct)

- Equal Friction
- Velocity Constant
- Static Regain



fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

➢ Equal Friction Method

1.1 Assumed friction loss/100 ft = 0.55 in.wg at air capacity 8000 cfm.

- From Slide Duct : Size duct 22 Inch, duct velocity 3200 fpm
- Length of duct AB = 50 ft

Static pressure AB = (0.55)(50)/100 = 0.275 in.wg

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

➢ Equal Friction Method

1.2 Used friction Loss/100 ft = 0.55 in.wg ls constant to calculate the size of duct

- Duct velocity and static Pressure in each lengths from slide duct และการคำนวณตามตารางที่ 1

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

TABLE 1 : SUMMARY OF RESULTS FOR EQUAL FRICTION METHOD

Section	CFM	v,ft/min	Eq.D, in.	Velocity Pressure, in.wg.	Friction Loss, in.wg/100ft	Length, ft	Friction Loss, in.wg	Total Static in.wg
AB	8000	3200	22	0.64	0.55	50	0.275	
BC	6000	3000	20	0.56	0.55	40	0.22	
CD	4000	2750	17	0.47	0.55	30	0.165	0.8525
DE	2000	2300	13	0.33	0.55	35	0.1925	

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

➢ Velocity Constant Method

2.1 การหาค่าช่วง A-B เหมือนกับวิธีของ Equal Friction 1.1

2.2 ใช้ค่าความเร็วในท่อลม = 3200 fpm. เป็นค่าคงที่ในการหาขนาดของท่อลมและ Static Pressure ช่วงต่างๆ

- ผลของการใช้ Slide Duct และจากการคำนวณตารางที่ 2

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

TABLE 2 : SUMMARY OF RESULTS FOR VELOCITY CONSTANT METHOD

Section	CFM	v,ft/min	Eq.D, in.	Velocity Pressure, in.wg.	Friction Loss, in.wg/100ft	Length, ft	Friction Loss, in.wg	Total Static in.wg
AB	8000	3200	22	0.64	0.55	50	0.275	
BC	6000	3200	19	0.64	0.64	40	0.256	1.2085
CD	4000	3200	16	0.64	0.8	30	0.24	
DE	2000	3200	11	0.64	1.25	35	0.4375	

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

➢ Static Regain Method

3.1 การหาค่าช่วง A-B เหมือนกับวิธีของ Equal Friction ข้อ 1.1

3.2 การหาค่าช่วง B-C

- ความเร็วในท่อลมช่วง B-C จะลดลง
- Static Regain ช่วง B-C จะต้องเท่ากับ Friction Loss ช่วง B-C

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

ปกติจะไม่เกิด Regain ที่สมบูรณ์เนื่องจากเกิด Dynamic Loss ที่จุด Fitting B

- สมมติให้เกิด Regain ที่ 75 %
- ใช้วิธี Trial & Error ในการ Balance Regain ให้เท่ากับ Friction Loss

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

- สมมติให้ความเร็วในท่อลมอยู่ที่ 2400 FPM ในช่วง B-C
- จาก Static Duct ที่ปริมาณลม 6000 CFM
- Friction Loss / 100 ft = 0.32 in.wg
- ความยาวของท่อลม B-C = 40 ft.

$$\text{Friction Loss BC} = \frac{0.32 \times 40}{100}$$

$$= 0.13 \text{ in.wg}$$

$$\text{Static Regain B} = 0.75 \left(\frac{3200^2}{4005}\right) - \left(\frac{2400^2}{4005}\right)$$

$$= 0.21 \text{ in.wg}$$

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

- ค่า Regain มีค่ามากกว่า Friction Loss ที่เกิดขึ้น
- สมมติให้ความเร็วในท่อลมอยู่ที่ 2600 FPM ในช่วง B-C
- จาก Slide duct ที่ปริมาณลม 6000 CFM

Friction Loss / 100 ft. = 0.38 in.wg.

ความยาวของท่อลม B-C = 40 ft.

$$\text{Friction Loss BC} = \frac{0.38 \times 40}{100}$$

$$= 0.15 \text{ in.wg}$$

$$\text{Static Regain B} = 0.75 \left(\frac{3200^2}{4005}\right) - \left(\frac{2600^2}{4005}\right)$$

$$= 0.16 \text{ in.wg}$$

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

- ค่าที่ได้ ระหว่าง Regain และ Friction Loss ใกล้เคียงกัน
- ค่า Regain ที่จุด B มีค่าเพียงพอที่เอาชนะ Friction Loss ช่วง B-C
- ขนาดท่อลมช่วง B-C อยู่ที่ ประมาณ 21 Inch.
- ใช้วิธีการเดียวกันในการคำนวณที่จุด C และ จุด D
- ผลของการใช้วิธี Trial & Error ตามตารางที่ 3

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

TABLE 3 : SUMMARY OF RESULTS FOR STATIC REGAIN METHOD

Section	CFM	v,ft/min	Eq.D, in.	Velocity Pressure, in.wg.	Friction Loss, in.wg/100ft	Length, ft	Friction Loss, in.wg	Static Pressure Regain	Total Static in.wg
AB	8000	3200	22	0.64	0.55	50	0.275		
B								0.16	
BC	6000	2600	21	0.43	0.40	40	0.15		
CD								0.1	
CD	4000	2200	18	0.30	0.33	30	0.09		
D								0.09	
DE	2000	1700	15	0.18	0.26	35	0.09		0.275

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

เปรียบเทียบการออกแบบท่อลมทั้ง 3 วิธี

TABLE 4 : SUMMARY OF RESULTS FOR VELOCITY CONSTANT METHOD

Section	CFM	EQUAL FRICTION			VELOCITY CONSTANT			STATIC REGAIN		
		v (fpm)	Eq.D, in.	Total Static Pressure (in.wg)	v (fpm)	Eq.D, in.	Total Static Pressure (in.wg)	v (fpm)	Eq.D, in.	Total Static Pressure (in.wg)
AB	8000	3200	22		3200	22		3200	22	
B										
BC	6000	3000	20		3200	19		2600	21	
CD				0.853			1.209			0.275
CD	4000	2750	17		3200	16		2200	18	
D										
DE	2000	2300	13		3200	11		1700	15	

fan | tastic solutions

NICOTRA | Gebhardt

fan | tastic solutions