

Vakuum

Dimensionering

DIMENSIONERING VAKUUM.....	3
LYFTKRAFT HOS SUGKOPPAR	3
DIMENSIONERING	4
DIMENSIONERING AV SUGKOPP	5
VAKUUM, DIMENSIONERING RÖRLEDNING VAKUUM	6
DIAGRAM OCH TABELLER	7
FORMLER.....	7

DIMENSIONERING VAKUUM

Lyftkraft hos sugkoppar

Formeln för beräkning av lyftkraften för en sugkopp är

$$F = p * A * \frac{1}{t} * 10$$

F = Lyftkraft (N)

p = Undertryck (bar)

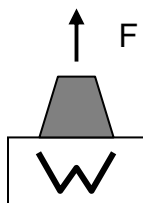
A = Sugkoppens area (cm²)

t = Säkerhetsfaktor

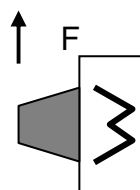
Säkerhetsfaktor

Horisontell anliggning: 4

Vertikal anliggning: 8



Horisontell (4)



Vertikal (8)

Lyftkraft, tabell

Sugkopp-Ø			2	4	6	10	16	20	25	32	40	50
Sugkopp-area (cm ²)			0,031	0,126	0,283	0,785	2,01	3,14	4,91	8,04	12,60	19,60
Vakuum (mbar/mmHg)	-866	-650	0,27	1,09	2,45	6,80	17,40	27,20	42,50	69,70	109,20	169,8
	-800	-600	0,25	0,98	2,26	6,30	16,10	25,10	39,30	64,30	100,80	156,70
	-733	-550	0,23	0,92	2,07	5,80	14,70	23,00	36,00	58,9	92,40	143,70
	-666	-500	0,21	0,84	1,89	5,20	13,40	20,90	32,70	53,60	84,00	130,60
	-600	-450	0,19	0,76	1,70	4,70	12,10	18,80	29,50	48,20	75,60	117,60
	-533	-400	0,17	0,67	1,51	4,20	10,70	16,70	26,20	42,90	67,20	104,50
	-467	-350	0,14	0,59	1,32	3,70	9,40	14,60	22,90	37,50	58,80	91,50
	-400	-300	0,12	0,50	1,13	3,14	8,00	12,60	16,90	32,10	50,40	78,40

Dimensionering

1. Genomsnittligt sugflöde

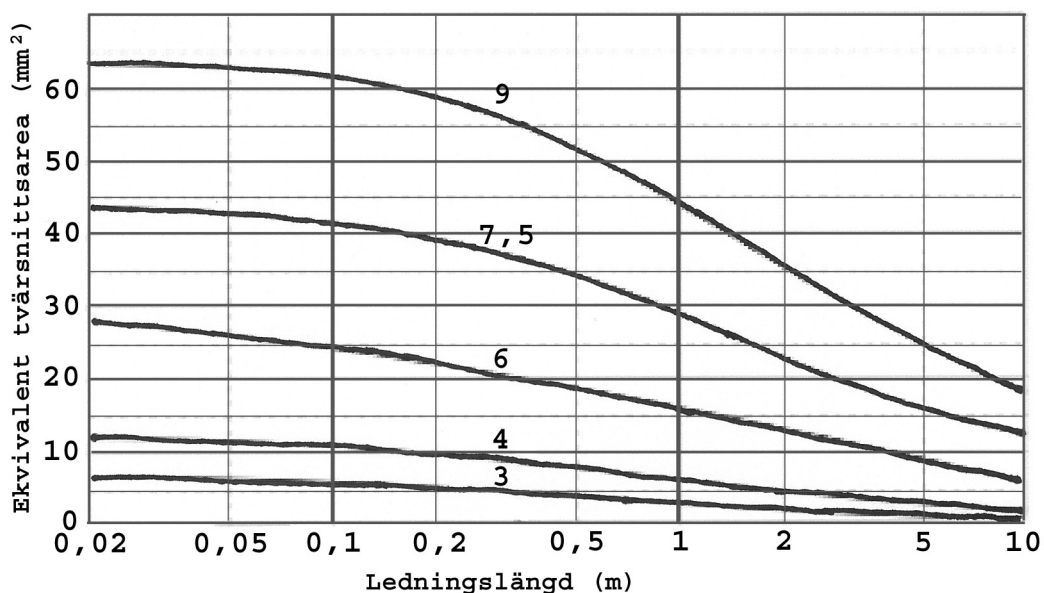
$$Q_1 = 0,4 * Q_{\max}$$

$Q_{\max}$ = Ejektorns maximala sugförmåga (l/min).

2. Rörledningens maximala flöde

$$Q_2 = S * 11,1$$

S = Rörledningens ekvivalenta tvärsnittsarea (mm^2)



3. Evakueringstid

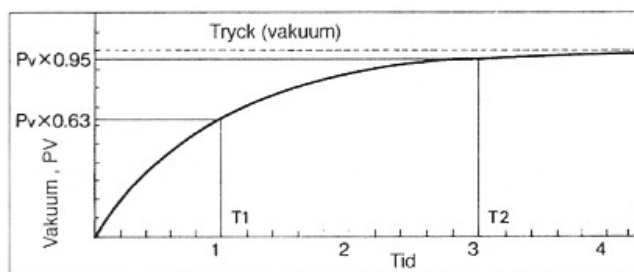
$$T_1 = V * \frac{60}{Q}$$

$$T_2 = 3 * T_1$$

T_1 = Tidsåtgång att nå 63% av max. vakuumnivå.

T_2 = Tidsåtgång att nå 95% av max. vakuumnivå.

$Q = Q_1$ eller Q_2 . Det lägsta.



V = Ledningsvolymen mellan ejektor och sugkopp (liter).

Exempel

Ejektor	Max vakuum:	-880 mbar _(e)
	Max sugflöde:	24 l/m
	Ledningslängd:	100 cm
	Rörledningdiam:	0,6 cm (inv)
	Sugkoppsdiam:	10 mm
	Nödvändigt vakuum:	63 %

Genomsnittligt sugflöde i ejektor

$$Q_1 = (0,4) * 24 = 9,6 \text{ l/m}$$

Maximalt flöde i rörledningen

$$Q_2 = S * 11,1 \quad Q_2 = 18 * 11,1 = 198 \text{ l/m} \quad (S, \text{ se diagram})$$

Ledningsvolym mellan ejektor och sugkopp

$$V = \frac{1}{1000} * \frac{\pi}{4} * D^2 * L \quad V = \frac{1}{1000} * \frac{\pi}{4} * 0,6^2 * 100 = 0,028 \text{ l}$$

Evakueringstid

Jämför Q_1 och Q_2

$$Q_{1\min} = 9,6 \text{ l/m}$$

$$Q_{2\min} = 198 \text{ l/m}$$

Välj 9,6 l/m

Tidåtgång för att nå 63% av slutligt vakuum:

$$T_1 = V * \frac{60}{Q}$$

$$T_1 = 0,028 * \frac{60}{9,6} = 0,18 \text{ sek}$$

Dimensionering av sugkopp

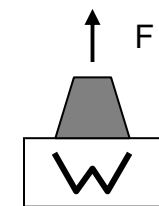
Hänsyn måste tas till om lyftet sker horisontellt eller vertikalt. Detta är den s.k. säkerhetsfaktorn S.

Säkerhetsfaktor

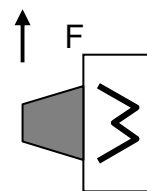
Horisontell anläggning: 4

Vertikal anläggning: 8

$$D = \sqrt{\frac{4 * m * g * s * 1000}{\pi * p * n}}$$



Horisontell (4)



Vertikal (8)

D = Sugkoppens diameter (mm)

m = massa/vikt (kg)

g = 9,81 m/s²

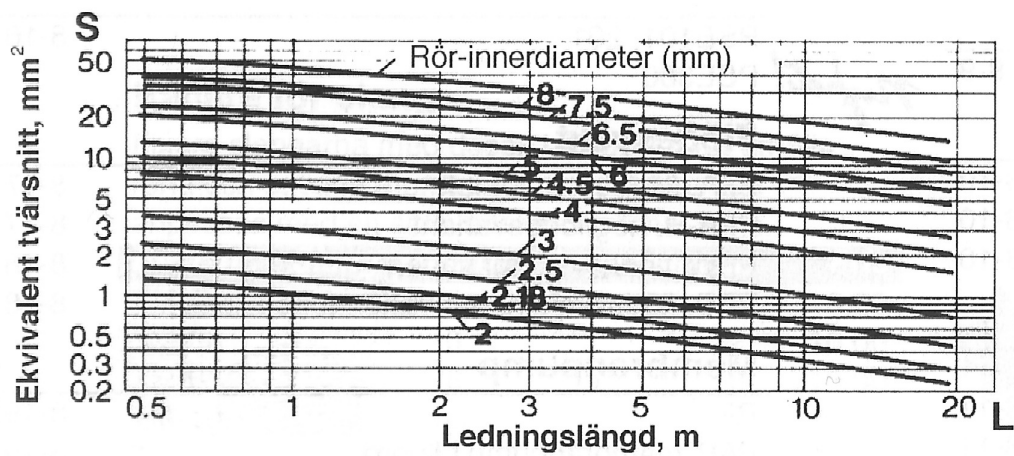
s = Säkerhetsfaktor

p = Vakuum / undertryck (kPa)

n = Antal sugkoppar

Vakuüm, dimensionering rörledning vakuüm

För rörledningar för vakuüm gäller speciellt att de ska hållas så korta som möjligt. Därför kan det bli aktuellt att placera vakuümejektorn invid själva sugkoppen.



S : Rörledningens ekvivalenta tvärsnittsarea (mm^2).

$$Q_2 = S * 11,1$$

$$S = \frac{Q_2}{11,1}$$

S = Rörledningens ekvivalenta tvärsnittsarea (mm^2)

Exempel

Ejektor	Max. sugflöde:	40 l/m
	Max. vakuüm:	-800 mbar _(e)
	Arbetsstryck:	0,25-0,6 MPa (2,5-6 bar)
	Max. tryck:	0,7 MPa (7 bar)

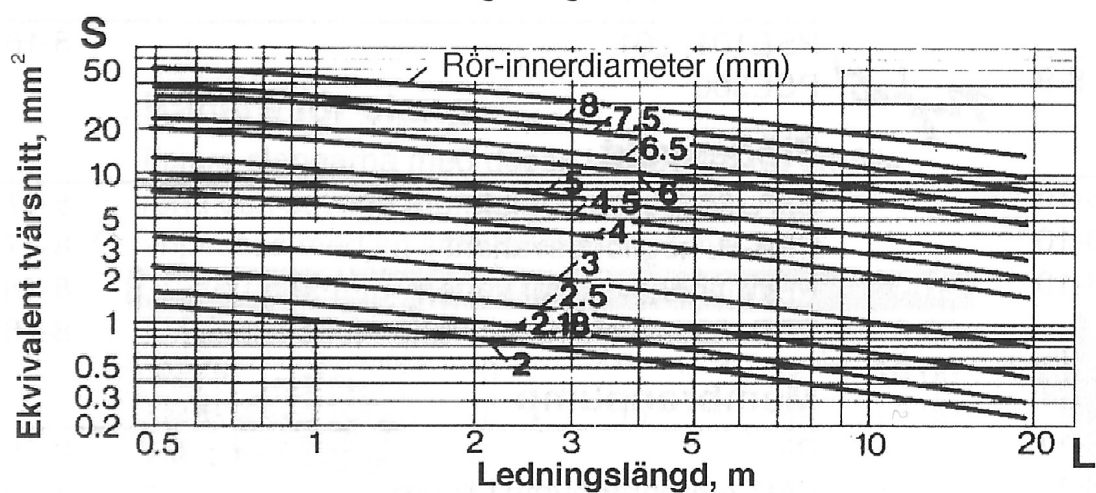
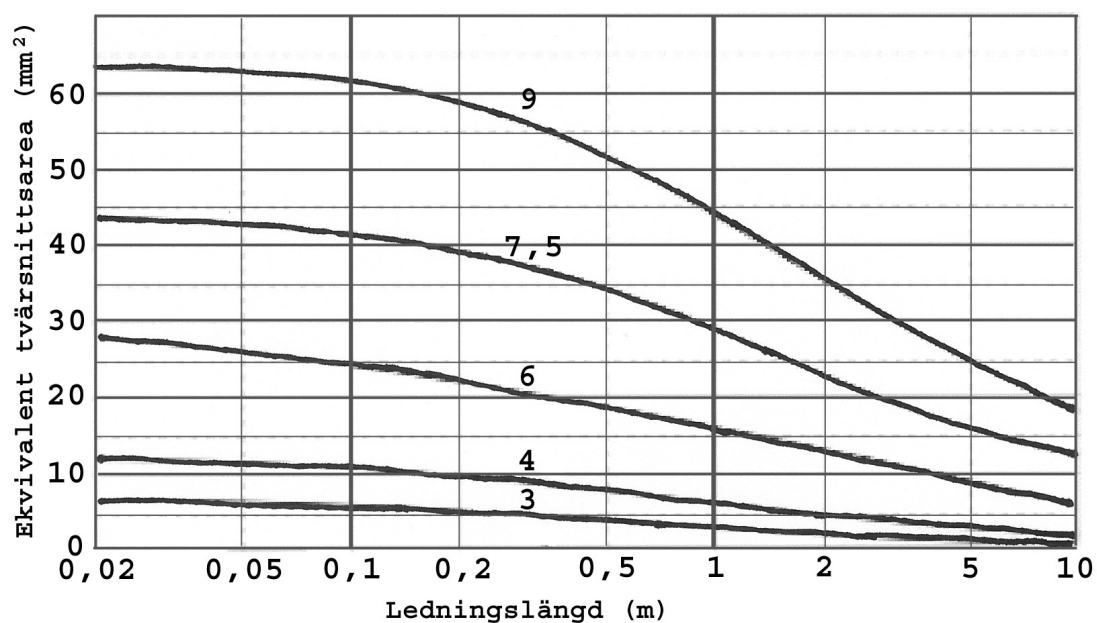
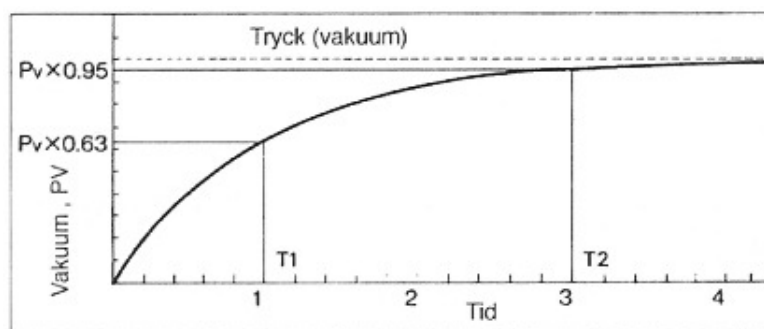
Rörlängd: 0,7 m

$$S = \frac{Q_2}{11,1} \quad S = \frac{40}{11,1} = 3,6$$

Ger minsta tvärsnittsarea på rörledningen = 3 mm

Observera att det är den invändiga diametern som avses.

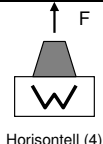
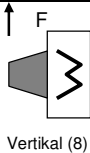
DIAGRAM OCH TABELLER



S: Rörledningens ekvivalenta tvärsnittsarea (mm²).

FORMLER

Vakuum

$\left(F = p / 760 * A * \frac{1}{t} * 10,13 \right)$ $F = p * A * \frac{1}{t} * 10$	Denna formel används för mm kvicksilver (mmHg). Lyftkraft sugkopp F = Lyftkraft (N) p = Undertryck (bar) A = Sugkoppens area (cm²) t = Säkerhetsfaktor
Säkerhetsfaktor t = 4	Horisontell 
Säkerhetsfaktor t = 8	Vertikal 
$Q_1 = 0,4 * Q_{\max}$	Genomsnittligt sugflöde Q = lit/min
$Q_2 = S * 11,1$	Rörledningens maximala flöde S = Rörledningens ekvivalenta tvärsnittsarea (mm²)
$T_1 = V * \frac{60}{Q}$	Evakueringstid (sek) T₁ (sek) vid 63% V = Ledningsvolymen mellan ejektor och sugkopp (liter).
$T_2 = 3 * T_1$	T₁ (sek) vid 63% T₂ (sek) vid 95%
$V = \frac{1}{1000} * \frac{\pi}{4} * D^2 * L$	Rör/slang volym (lit) D = Rördiam (inv) i cm L = Rörlängd i cm
$D = \sqrt{\frac{4 * m * g * s * 1000}{\pi * p * n}}$	D = Sugkoppens diameter (mm) m = massa/vikt (kg) g = 9,81 m/s² s = Säkerhetsfaktor p = Vakuum / undertryck (kPa) n = Antal sugkoppar