

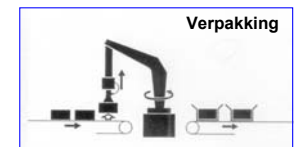
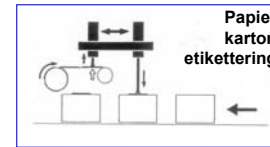
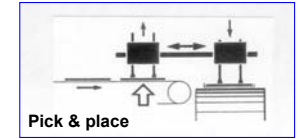
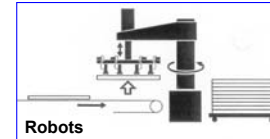
# Vacuümtechniek

- Begrippen van vacuüm
- Zuignappen
- Vacuümgeneratoren en vacuümpompen
- Detectie van vacuüm
- Geïntegreerde vacuümsystemen
- Schematechniek
- Ontwerpen van een vacuümsysteem
- Optimaliseren van een vacuümsysteem

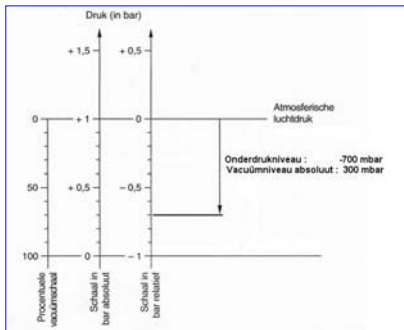
## Vacuümtechniek

Vacuümtechniek in 'handling'

- Vacuümgeneratoren
- Zuignappen
- Vacuümdetectoren



## Begrippen van vacuüm



Eenheid : **mbar**

% vacuüm

Onderdrukniveau : vb. -300 mbar

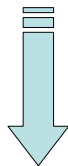
Absoluut : vb. 700 mbar

Vacuümniveaus :

**Klein vacuüm**  
(0 tot -200 mbar)

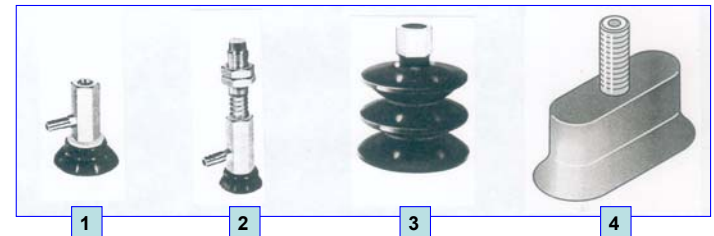
**Industrieel vacuüm**  
(-200 tot -973 mbar)

**Wetenschappelijk of procesvacuüm**  
(vanaf -973 mbar)



## Zuignappen

Soorten zuignappen



1. Platte zuignap : axiale positie regelbaar
2. Platte zuignap met telescopische veersteun : niveaunderschillen opvangen
3. Balgzuignappen : niveaunderschillen en schuine vlakken opvangen
4. Langwerpige zuignappen : voor smalle platte voorwerpen

## Zuignappen

Berekening

### Theoretische kracht

$$F_{th} = p_u \cdot \frac{\Pi \cdot D^2}{4}$$

$F_{th}$  : theoretische aanzuigkracht (N)  
 $p_u$  : onderdrukniveau (Pa)  
 $D$  : diameter van de zuignap (m)

$$F_{th} = p_u \cdot \frac{\Pi \cdot D^2}{40000}$$

$F_{th}$  : theoretische aanzuigkracht (N)  
 $p_u$  : onderdrukniveau (mbar)  
 $D$  : diameter van de zuignap (mm)

### Praktisch uitgeoefende kracht

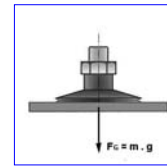
$$F = \frac{F_{th}}{k}$$

$F_{th}$  : theoretische aanzuigkracht (N)  
 $F$  : praktische aanzuigkracht (N)  
 $k$  : veiligheidscoëfficiënt

## Zuignappen

Berekening

### 1e belastingsgeval



Praktische kracht :

$$F = p_u \cdot \frac{\Pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{n}{k}$$

(D in meter,  $p_u$  in Pa)

Kracht nodig om voorwerp **vast te houden**

$$F_G = m \cdot g$$

Zuignapdiameter :

$$D = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot 4 \cdot k}{p_u \cdot \Pi \cdot n}}$$

$$D = 3,53 \cdot \sqrt{\frac{m \cdot k}{p_u \cdot n}}$$

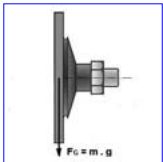
$$D = 353 \cdot \sqrt{\frac{m \cdot k}{p_u \cdot n}}$$

$D$  : zuignapdiameter (mm)  
 $m$  : massa van het voorwerp (kg)  
 $k$  : veiligheidscoëfficiënt  
 $p_u$  : onderdrukniveau (mbar)  
 $n$  : aantal zuignappen

## Zuignappen

Berekening

### 2e belastingsgeval



$$\text{Wrijvingskracht : } F_w = p_u \cdot \frac{\Pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{n}{k} \cdot \mu$$

(D in meter,  $p_u$  in Pa)

Kracht nodig om voorwerp **vast te houden**

$$F_G = m \cdot g$$

Zuignapdiameter :

$$D = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot 4 \cdot k}{p_u \cdot \Pi \cdot n \cdot \mu}}$$

$$D = 3,53 \cdot \sqrt{\frac{m \cdot k}{p_u \cdot n \cdot \mu}}$$

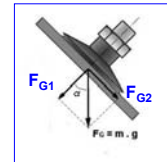
$$D = 353 \cdot \sqrt{\frac{m \cdot k}{p_u \cdot n \cdot \mu}}$$

$D$  : zuignapdiameter (mm)  
 $m$  : massa van het voorwerp (kg)  
 $k$  : veiligheidscoëfficiënt  
 $p_u$  : onderdrukniveau (mbar)  
 $n$  : aantal zuignappen  
 $\mu$  : statische wrijvingscoëfficiënt

## Zuignappen

Berekening

### 3e belastingsgeval



Kracht ontbinden :

$$F_{G1} = m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$F_{G2} = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$F_{G1} = m \cdot g \cdot \cos \alpha$  wordt opgenomen door de praktische kracht.

$$F = p_u \cdot \frac{\Pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{n}{k}$$

$$D = 3,53 \cdot \sqrt{\frac{m \cdot k \cdot \cos \alpha}{p_u \cdot n}}$$

Minimale zuignapdiameter om  $F_{G1}$  op te vangen

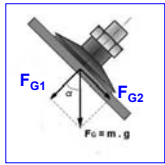
$$D = 353 \cdot \sqrt{\frac{m \cdot k \cdot \cos \alpha}{p_u \cdot n}}$$

$D$  : zuignapdiameter (mm)  
 $m$  : massa van het voorwerp (kg)  
 $k$  : veiligheidscoëfficiënt  
 $p_u$  : onderdrukniveau (mbar)  
 $n$  : aantal zuignappen

## Zuignappen

Berekening

3e belastingsgeval  $F_{G2} = m \cdot g \cdot \sin \alpha$  wordt opgenomen door de wrijvingskracht.



$$F_w = \left( p_u \cdot \frac{\Pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{n}{k} - m \cdot g \cdot \cos \alpha \right) \cdot \mu$$

$$D = \sqrt{\frac{(m \cdot g \cdot \sin \alpha + m \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \mu) \cdot 4 \cdot k}{p_u \cdot \Pi \cdot n \cdot \mu}}$$

$$D = 3,53 \cdot \sqrt{\frac{m \cdot k \cdot (\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha)}{p_u \cdot n \cdot \mu}}$$

Minimale zuignapdiameter om  $F_{G2}$  op te vangen

$$D = 353 \cdot \sqrt{\frac{m \cdot k \cdot (\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha)}{p_u \cdot n \cdot \mu}}$$

D : zuignapdiameter (mm)  
m : massa van het voorwerp (kg)  
k : veiligheidscoëfficiënt  
p<sub>u</sub> : onderdrukniveau (mbar)  
n : aantal zuignappen  
μ : statische wrijvingscoëfficiënt

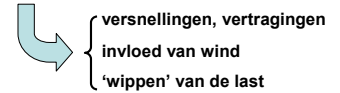
Vacuümtechniek

9

## Zuignappen

Berekening

Bij verplaatsen van een last : **bijkomende krachten**



Bij bewingscyclussen : cyclus opdelen in **fasen**.

Voor elke fase de optredende krachten samenstellen tot één **resultante**.

Resultante **ontbinden** : → component volgens aslijn zuignap

→ component loodrecht op aslijn zuignap

**Aantal zuignappen** vastleggen. (Grotere voorwerpen min. 3 → 'wippen' vermijden)

**Veiligheidscoëfficiënt** vastleggen (over het algemeen  $k = 2$ ).

Minimale zuignapdiameter voor elke fase berekenen.

Grootste gevonden zuignapdiameter kiezen.

Vacuümtechniek

10

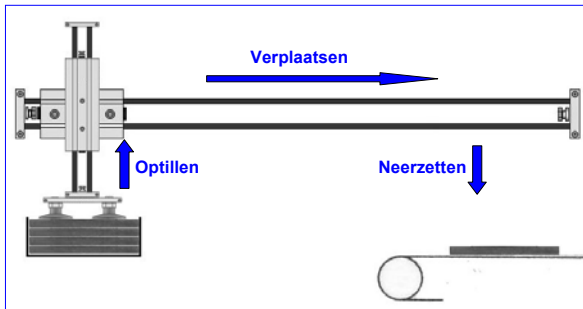
## Zuignappen

Voorbeeld

Platen  $m = 16 \text{ kg}$  ;  $p_u = 600 \text{ mbar}$  ;  $\mu = 0,3$

Verticale beweging : aanloofase :  $a_{\max} = 2 \text{ m/s}^2$  , bufferfase :  $a_{\max} = 3 \text{ m/s}^2$

Horizontale beweging : aanloofase :  $a_{\max} = 1,5 \text{ m/s}^2$  , bufferfase :  $a_{\max} = 3 \text{ m/s}^2$



Keuze aantal zuignappen :  $n = 4$  ; Veiligheidscoëfficiënt :  $k = 2$

Vacuümtechniek

11

## Zuignappen

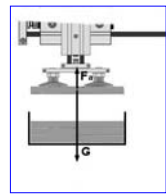
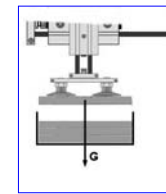
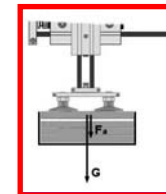
Voorbeeld

Platen  $m = 16 \text{ kg}$  ;  $p_u = 600 \text{ mbar}$  ;  $\mu = 0,3$

**Optillen** : aanloof :  $a = 2 \text{ m/s}^2$

bedrijfsfase

buffer :  $a = 3 \text{ m/s}^2$



$$F_{\text{tot}} = G + F_a = m \cdot g + m \cdot a = 16 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 + 16 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2 = 189 \text{ N}$$

$$F = p_u \cdot \frac{\Pi \cdot D^2}{40000} \cdot \frac{n}{k} = 600 \cdot \frac{\Pi \cdot D^2}{40000} \cdot \frac{4}{2} = 0,094 \cdot D^2$$

$$D = \sqrt{\frac{189}{0,094}} = 45 \text{ mm}$$

Vacuümtechniek

12

## Zuignappen

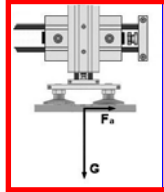
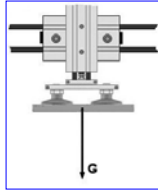
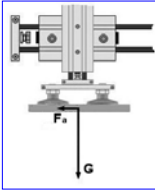
Voorbeeld

Platen  $m = 16 \text{ kg}$  ;  $p_u = 600 \text{ mbar}$  ;  $\mu = 0,3$

Verplaatsen : aanloop :  $a = 1,5 \text{ m/s}^2$

bedrijfsfase

buffer :  $a = 3 \text{ m/s}^2$



$$G = m \cdot g = 16 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 157 \text{ N}$$

$$\text{Praktische kracht : } F = 0,094 \cdot D^2 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \rightarrow D = \sqrt{\frac{157}{0,094}} = 41 \text{ mm}$$

$$F_a = m \cdot a = 16 \text{ kg} \cdot 3 \text{ m/s}^2 = 48 \text{ N}$$

$$F_w = \left( 600 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{40000} \cdot \frac{4}{2} - 16 \cdot 9,81 \right) \cdot 0,3 = 0,028 \cdot D^2 - 47 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \rightarrow D = \sqrt{\frac{48 + 47}{0,028}} = 58,2 \text{ mm}$$

Vacuümtechniek

13

## Zuignappen

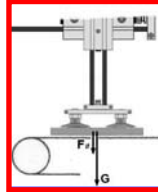
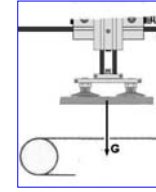
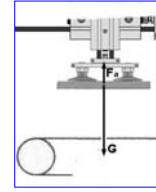
Voorbeeld

Platen  $m = 16 \text{ kg}$  ;  $p_u = 600 \text{ mbar}$  ;  $\mu = 0,3$

Neerzetten : aanloop :  $a = 2 \text{ m/s}^2$

bedrijfsfase

buffer :  $a = 3 \text{ m/s}^2$



$$F_{\text{tot}} = G + F_a = m \cdot g + m \cdot a = 16 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 + 16 \text{ kg} \cdot 3 \text{ m/s}^2 = 205 \text{ N}$$

$$F = 0,094 \cdot D^2$$

$$D = \sqrt{\frac{205}{0,094}} = 46,7 \text{ mm}$$

Grootste gevonden diameter (Verplaatsen, bufferfase) :  $D = 58,2 \text{ mm} \rightarrow 60 \text{ mm}$

Vacuümtechniek

14

## Zuignappen

Materialen :   
 nitril (NBR)   
 urethaan (U)   
 silicone (SI)

Keuze type :   
 optredende belasting   
 oppervlak (effen, gebogen), textuur   
 poreusheid   
 oppervlaktetemperatuur

Toebehoren :   
 niveaucompensator   
 kogelscharnier

Vacuümtechniek

15

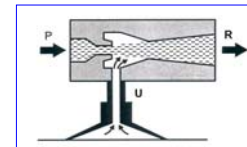
## Vacuümgeneratoren en vacuümpompen

Vacuümgeneratoren (venturi-effect)

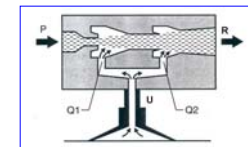
Ter plaatse monteren, bv. op robotarm

→ Kortere vacuümleiding

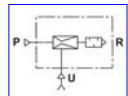
→ Snellere schakeltijd



Eéntraps-vacuümgenerator



Tweetraps-vacuümgenerator



symbool

Luchtverbruik/vacuümstroom > 1  
Geluidsniveau 90 dBA

Luchtverbruik/vacuümstroom tot 1/3  
Geluidsniveau 55 - 75 dBA

Vacuümtechniek

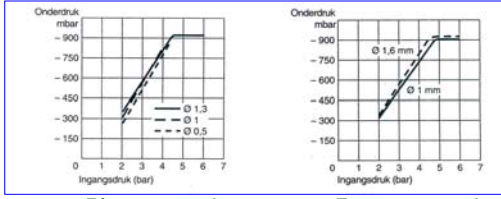
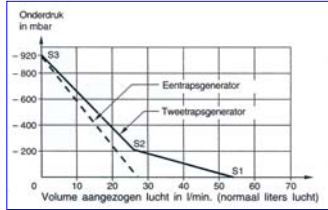
16

## Vacuümgeneratoren en vacuümpompen

### Vacuümgeneratoren

Vacuümpopbouw :

Tweetrapsventuri kan groter volume lucht aanzuigen.



Bij  $p = 7$  bar  
 ↓  
 Max. vacuüm

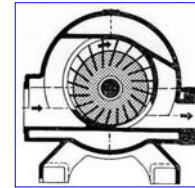
Eéntrapsventuri

Tweetrapsventuri

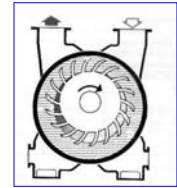
Vacuümtechniek

## Vacuümgeneratoren en vacuümpompen - Filters

### Vacuümpompen



Schottenpomp



Vloeistofringpomp

### Filters

Tussen zuignappen en vacuümgenerator / -pomp.

Kleine toegestane drukval.

Centrifugaalfilters



Vacuümtechniek

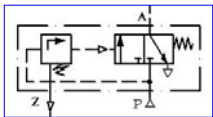


## Detectie van vacuüm

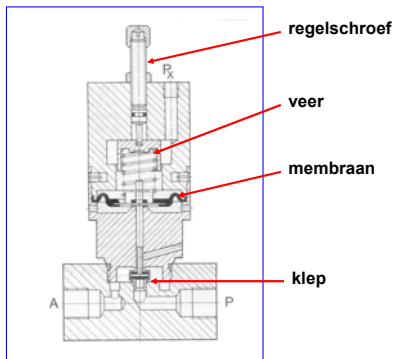
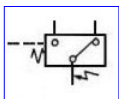
Automatische cyclus : vacuüm ontstaat pas als voorwerp is aangezogen.

### Vacuümdetectie

Pneumatisch



Elektropneumatisch

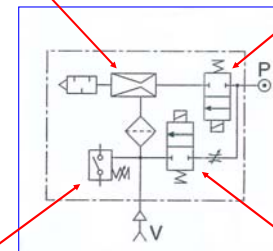


Vacuümtechniek

## Geïntegreerde vacuümsystemen

vacuümgenerator

toevoerklep (2/2 ventiel)



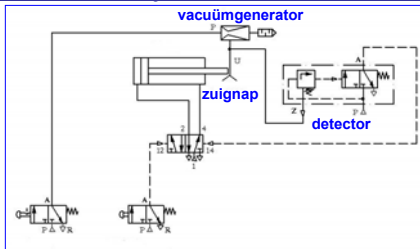
Elektrische vacuümdetector (vacuüstaat)

terugblaasysteem (2/2 ventiel)

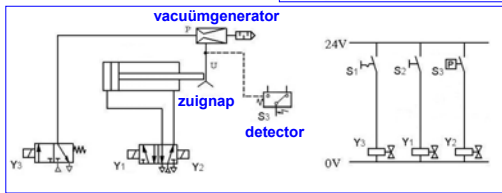
Vacuümtechniek

## Schematechniek voor vacuümsystemen

Pneumatische schema's

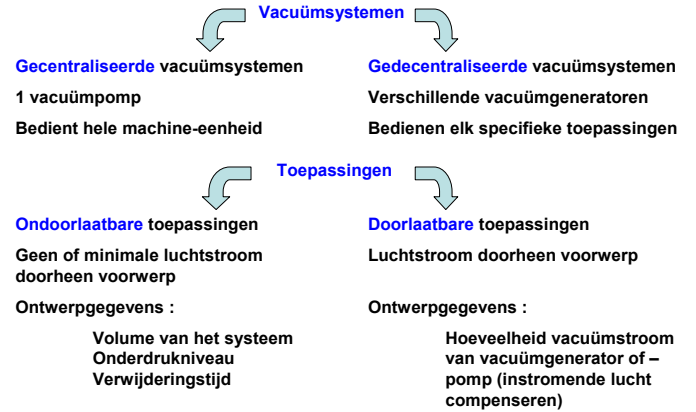


Elektropneumatische schema's



Vacuümtechniek

## Ontwerpen van een vacuümsysteem



Vacuümtechniek

## Distributie van vacuüm

Vooraf belangrijk bij **gecentraliseerde systemen**

**Leidingweerstand** < 50 mbar → Leidingdiameter

↳ Afhankelijk van {  
 leidingdiameter  
 lengte van de leiding  
 weerstanden in de leiding  
 debiet van de vacuümpomp  
 te realiseren vacuüm

Berekening  $\Delta p$  zoals bij berekening persluchtnetten.

Indien  $\Delta p$  te groot → 'choked flow' (geblokkeerde stroming) indien :

$$\frac{P_{\text{aanz.pomp}}}{P_{\text{vacuüm}}} = \frac{P_{\text{aanz.pomp}}}{P_{\text{aanz.pomp}} + \Delta p} \leq 0,528$$

Vacuümtechniek

## Optimaliseren van een vacuümsysteem

**Energieverbruik** optimaliseren.

↳ grote onderdruk niveaus vermijden

$$p_u \text{ van } 600 \text{ mbar naar } 900 \text{ mbar} \rightarrow F_{\text{zuignappen}} \times 1,5$$

$$\text{Energieverbruik} \times 10$$

↳ Praktisch bij handlingtoepassingen :  
 onderdruk niveau **-600 mbar** (vacuümgeneratoren met **3 bar**)

**Volume** van vacuümsysteem verkleinen. → Verwijderingstijd kleiner  
 Energieverbruik kleiner

Vacuümtechniek