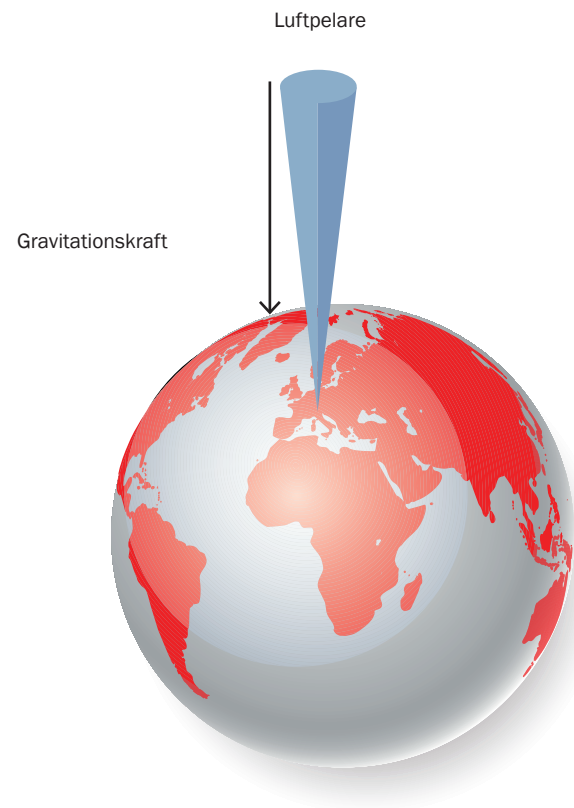


DEFINITION AV ATMOSFÄRSTRYCK

Innan man definierar vad vakuum är och vilken terminologi som är korrekt att använda inom detta område är det viktigt att förstå innebörden av atmosfärstryck.

Jorden är omgiven av lager med gasblandningar (atmosfär).

Atmosfären som omger jorden har sin egen vikt. Atmosfärstryck definieras som den kraft per ytenhet som utövas mot en yta av vikten från luften ovanför denna yta. Och det är exakt den kraften som vi arbetar med när vi använder vakuum. Det är en begränsad magnitud: atmosfärstryck kan inte ökas. Det mäts i det internationella systemet i Pascal och med ett mätinstrument som heter barometer.



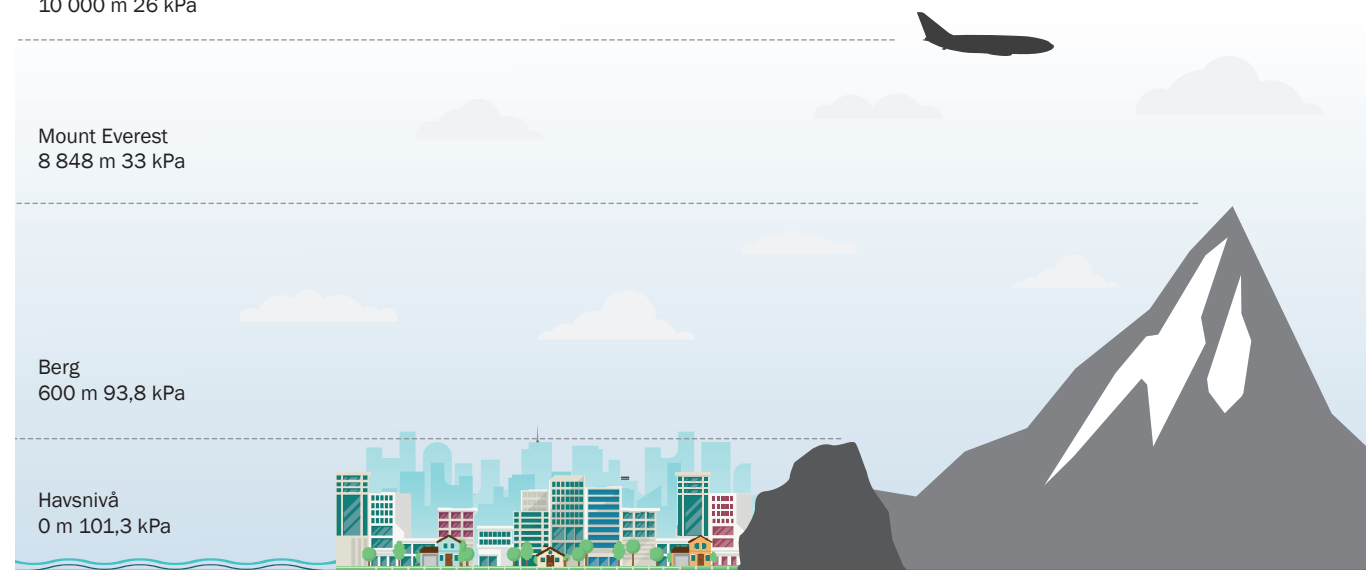
Atmosfärstrycket är högre vid havsnivå än vid en punkt uppe på ett berg eftersom luftmassan ovanför punkten på berget är lägre än luftmassan ovanför punkten vid havsnivå.

Flygplan
10 000 m 26 kPa

Mount Everest
8 848 m 33 kPa

Berg
600 m 93,8 kPa

Havsnivå
0 m 101,3 kPa



DEFINITION AV VAKUUM

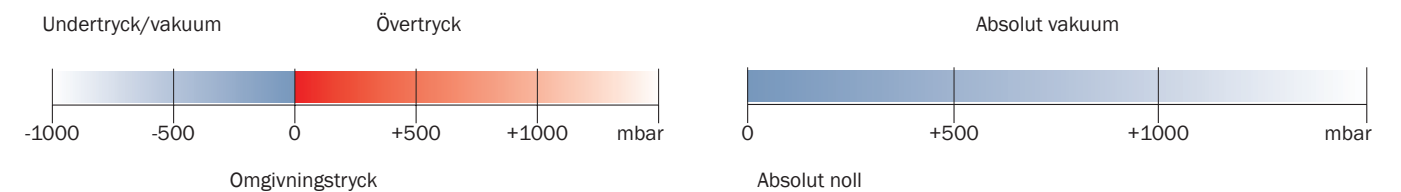
Inom branschen med industriellt vakuum används olika termer och måttenheter med avseende på tryck och luftflöeshastighet. Därför bör innebörden av dessa storheter förtydligas.

VAKUUM SOM ETT RELATIVT VÄRDE

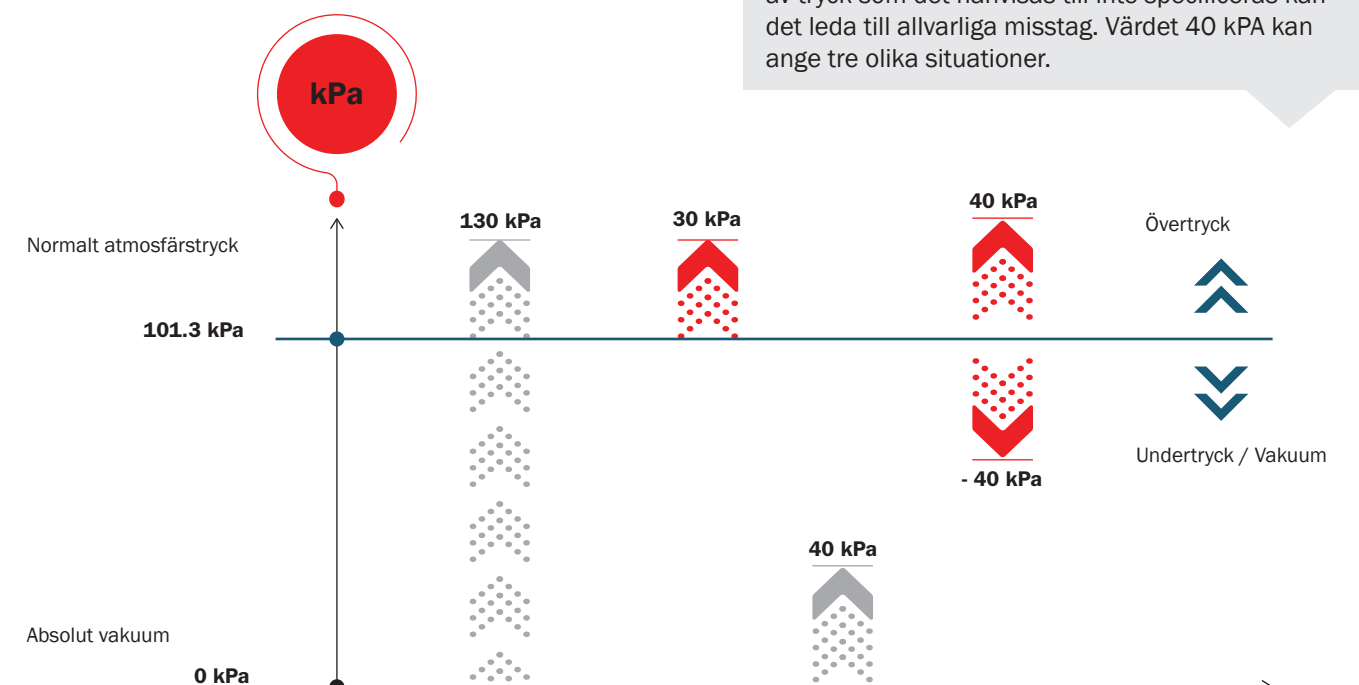
Inom vakuumenteknikområdet anges vakuum som ett relativt värde vilket betyder att undertrycket anges i förhållande till omgivningstrycket. Det angivna vakuumvärdet föregås av ett minustecken eftersom omgivningstrycket anges med 0 mbar som en referenspunkt.

VAKUUM SOM ETT ABSOLUT VÄRDE

Inom det vetenskapliga området anges vakuum som ett absolut värde. I detta fall används den absoluta nollan som en referenspunkt, d.v.s. utrymme utan luft (t.ex. yttre rymden). På detta sätt har vakuumvärdet alltid ett plustecken. "Absolut vakuum" avser frånvaron av materia i en volym, men detta går inte att uppnå eftersom det inte är möjligt att helt eliminera alla gaser. Eftersom det är praktiskt taget omöjligt att uppnå ett nolltrycksvärde blir vakuumnivåvärdet ett decimaltal där antalet nollor efter decimalkommat blir fler ju lägre tryckvärdet är, d.v.s. desto högre vakuumnivåvärdet är.



Diagrammet visar förhållandet mellan absolut, relativt och negativt tryck. Detta visar att om typen av tryck som det hänvisas till inte specificeras kan det leda till allvarliga misstag. Värdet 40 kPa kan ange tre olika situationer.



DEFINITION AV TRYCK

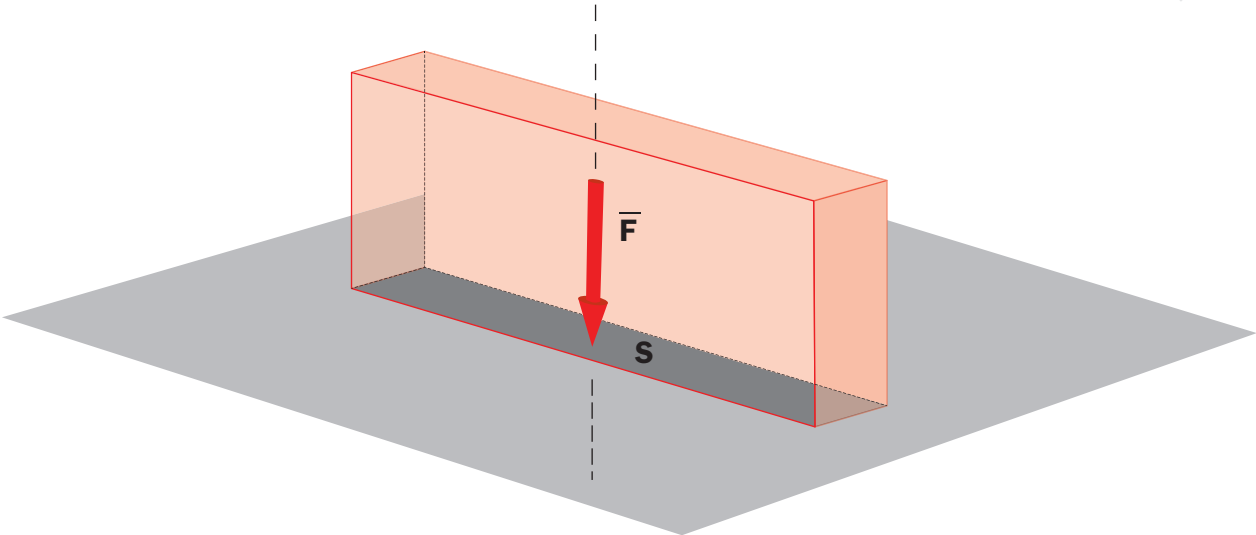
Tryck definieras som kraft per areaenhet som verkar lodrätt mot ett föremåls yta. Gaser består av ett stort antal partiklar som är i konstant rörelse. När dessa partiklar kolliderar mot en yta alstrar dessa kollisioner en stöt som kan mätas som kraft. Trycket är summan av alla krafter som produceras av partiklarna per areaenhet. Partiklarna som gaserna består av är jämnt fördelade i rummet när de är i termodynamisk balans, så att gastrycket och gassammansättningen är enhetlig i varje punkt av referensområdet. Det ska därför noteras att det endast finns en typ av tryck vars startvärde är 0 (absolut vakuum). Samtliga värden över 0 anges som absolut tryck. Som nämnts ovan är värdet för atmosfärstryck vid havsnivå 101,3 kPa och används som en referenspunkt när det talas om relativt tryck som kan vara antingen negativt (undertryck) eller positivt (övertryck).

MÅTTENHET FÖR TRYCK

SI-måttenhetsen för tryck är Pascal (Pa):
1 Pascal motsvarar kraften 1 N som verkar mot en area på 1 m².
Multipler av Pa är kPa och MPa.

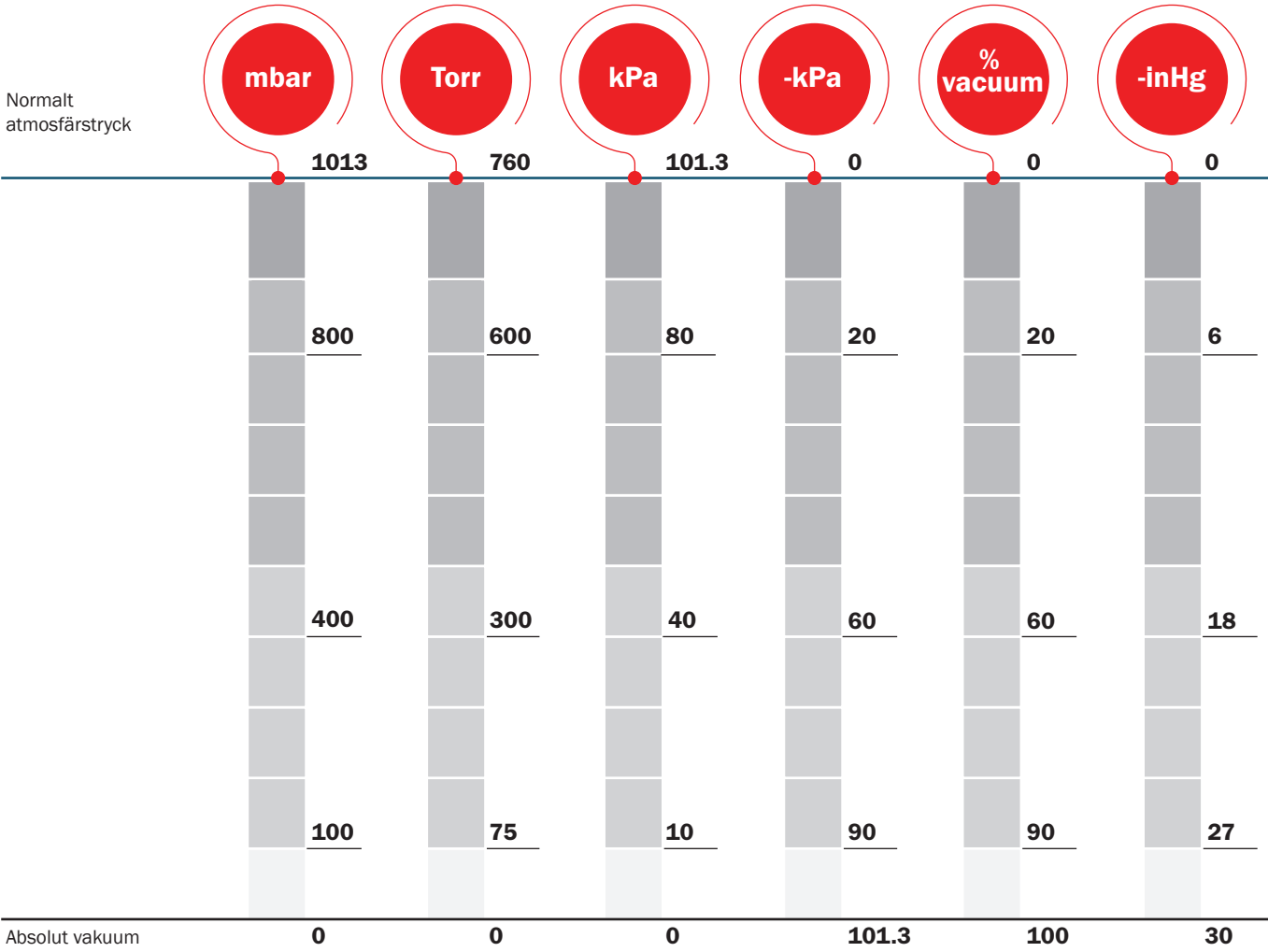
Låt oss titta på en yta S, placerad horisontellt, och en kraft F som verkar lodrätt mot den. Tryck definieras som förhållandet mellan kraften F och ytan som den verkar mot:

$p = F / S$



MÅTTENHETER FÖR VAKUUM

Inom branschen med industriellt vakuum används olika termer och måttenheter med avseende på tryck och luftflödes hastighet.



**KORREKT TERMINOLOGI
SOM SKA ANVÄNDAS INOM
INDUSTRIELLT VAKUUM**

Terminologin som används inom vakuumbranschen måste vara konsekvent i fallet med antingen elektromekaniska system eller tryckluftssystem. Faktiska jämförelser kan endast göras om man talar samma språk. De termer som är viktigast att förstå och använda när en vakuumkrets utformas är följande:

FLÖDESHASTIGHET

Hastigheten med vilken atmosfärstrycket evakueras i ett system, eller mängden luft som flödar genom en pump.
 $Q = V/t$
Flödes hastigheten bestämmer även förmågan att kompensera för eventuella läckage. Evakueringshastigheten är omvänt proportionell mot vakuumnivån.

FRI FLÖDESHASTIGHET

Bestämmer den evakuerade luftmängden vid ett tryck som motsvarar atmosfärstryck. Termen används ofta av tillverkare av vakuumpumpar för att ange deras egenskaper.

VAKUUMNIVÅ

Termen definierar trycknivån inuti en krets som vanligtvis mäts i kPa.
Vakuumnivån bestämmer en sugkopps lyftkraft eller mängden kvarvarande atmosfär.
När vakuumnivån ökar, minskar evakueringshastigheten.

TRYCKLUFT

Det är energikällan som driver en tryckluftsdreven vakuumpump. Tryckluft kan jämföras med elektricitet som driver en elektromekanisk vakuumpump.
Den levereras av en kompressor och fördelas med hjälp av rör med lämplig dimension.

TRYCKLUFTSTRYCK

Tryckluftstrycket mäts i bar.
Optimal prestanda av en tryckluftspump uppnås genom att trycket som levereras av kompressorn balanseras med erforderlig vakuumnivå.

EVAKUERINGSTID

Tiden det tar för att evakuera en given luftvolym vid en specifik vakuumnivå mätt i s/L.

Evakueringstid = $\frac{\text{Erforderlig griptid}}{\text{Systemvolym}}$

FÖRBRUKNING

Inom industriellt vakuum mäts luftförbrukningen i NL/min eller NL/s.

NORMALLITER (NL)

Normalliter är volymen som en viss mängd (massa) gas skulle uppta om den återfördes till atmosfärstryck. Vi kan därför säga att normalliter används för att mäta en gas massa. Gaserna är komprimerbara och deras mängd kan därför inte anges enbart genom att volymen som de upptar anges, utan även deras tryck måste anges. Det är praktiskt att använda normalliter för att jämföra gasvolymen vid olika tryck. I fallet med mekaniska vakuumpumpar används enheten för att tydligt ange luftsugflödes hastigheten. I fallet med tryckluftsdreven vakuumpumpar används enheten även för att korrekt ange tryckluftsförbrukningen som genererar vakuumet.

LYFTKRAFT

En sugkopps lyftförmåga bestäms av förhållandet mellan trycket och kontaktytans area.

VOLYM

Totalarean för en krets omfattar alla utrymmen inklusive tillämpningsområdet.

VAKUUMKLASSIFICERING

Vakuumet delas normalt in i tre tillämpningsområden som beror på erforderlig vakuumnivå.

LÅG VAKUUMNIVÅ

Den används i alla de tillämpningar som kräver en hög luftflödes hastighet. Vakuumnivån är vanligtvis mellan 0 och -20 kPa. Elektromekaniska pumphjulpumpar används vanligtvis inom detta segment. Screentryck på textilier är en av de typiska tillämpningar som kräver en låg vakuumnivå och en hög sugflödes hastighet. (Tillämpning för ventilation, kylning eller rengöring.)

INDUSTRIELLT VAKUUM

Termen industriellt vakuum innebär ett vakuum mellan -20 och -99 kPa. Detta område täcker in de flesta tillämpningar. Industriellt vakuum används i tillämpningar som kräver hantering, lyft och försegling av material.

PROCESSVAKUUM

Detta är tillämpningar där den uppnådda vakuumnivån kan överstiga -99 kPa. Vanligtvis används måttenheten Torr. Sugflödes hastigheten är minimal och vetenskapliga tillämpningar inkluderar rymdsimuleringar. (Beläggning med molekylär avsättning)
Den högsta vakuumnivån som har uppnåtts på jorden avviker avsevärt från värdet för absolut vakuum, vilket förblir ett helt teoretiskt värde. Även i rymden och därmed vid frånvaro av atmosfär är det en minimal förekomst av atomer.

VAKUUMPRODUKTER
HUR DET SKAPAS ETT VAKUUM

Trots att det finns flera sätt att skapa vakuum, används det två huvudsakliga metoder för att generera det, och de använder sig av följande:

TRYCKLUFTSDRIVNA EJEKTORPUMPAR

TRYCKLUFTSPUMPAR

Vakuumpumpar som vanligtvis definieras som vakuumgeneratorer, använder Bernoullis princip som anger att ett förhållande råder mellan tryck och hastighet: När hastigheten hos en fluid (luft eller vatten) i rörelse ökar, minskar trycket i fluiden och tvärtom.

UTSTÖTARE

Driftsprincipen hos luft-/vakuumgeneratorer består i att tryckluft sprutas in i ett koniskt munstycke som kallas för utstötare. Tryckluften genom det koniska munstycket når en överljudshastighet som drar till sig lågtrycksmolekyler. Det externa atmosfärstrycket flödar och försöker att återställa balansen åt systemet. Blandningen av tryckluft som passerar genom utstötaren och luften vid externt atmosfärstryck flödar genom frånluften. Vakuumnivån som en utstötare kan nå beror på utstötarens konfiguration.

ENSTEGSUTSTÖTARE

FLERSTEGSUTSTÖTARE

GIMATIC FLERSTEGSUTSTÖTARE

Gimatic utvecklar och tillverkar (i Italien) flerstegsutstötare som identifieras med akronymen EJ. Våra patronutstötare finns i tre storlekar (EJ-SMALL, EJ-MEDIUM, EJ-LARGE). Dessa utstötare garanterar excellent prestanda vid både höga och låga inmatningstryck.

MEKANISKA PUMPAR

De grundläggande egenskaper som är gemensamma för alla mekaniska pumpar är att de transporterar en viss luftvolym från sugområdet till tömningsområdet och därmed skapar ett undertryck. Mekaniska pumpar drivs vanligtvis av en elmotor, ibland av en invändig hydraul- eller tryckluftsdriven förbränningsmotor.

VOLYMPUMPAR

Volympumpar flyttar de instängda fluidvolymerna mekaniskt genom systemet. Volymen expanderar på inloppssidan medan den krymper på utloppssidan (frånluft). Därför är volymen per varv fast, och i teorin konstant, oavsett utloppstrycket, inloppsundertrycket eller fluidegenskaperna. Volympumpar är självfyllande, d.v.s. de skapar starka undertryck vid inloppet. Volympumparnas beteende skiljer sig från centrifugalpumparnas beteende eftersom centrifugalpumpar är beroende av att pulsen hos den accelererade fluiden ger flödeshastighet åt trycket och är mycket känsliga mot tryckförändringar. Volympumpar omfattar vingpumpar och lobbumpar.

VINGPUMPAR

LOBPUMPAR

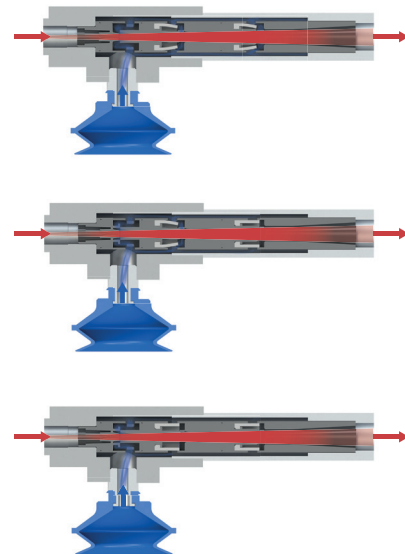
BLÅSPUMPAR

Centrifugalblåspumpen består av en sugledning som transporterar gasen som sugts in vid inloppet. Pumpen innehåller ett slutet pumphjul med axiellt inlopp och radiellt utlopp. En radiell diffusor, som är placerad inuti, omvandlar pumphjulets utgående rörelseenergi till tryckenergi. Dessa pumpar som arbetar vid mycket låga vakuumnivåer kan flytta stora luftmassor och har en hög sugflödeshastighet.

VAKUUMPRODUKTER MANÖVERPRINCIPER

GIMATIC FLERSTEGSUTSTÖTARE

Gimatics "EJ"-utstötare består av flera De Laval-munstycken ordnade i serie som använder frånluften från det föregående munstycket för dess matning, vilket minskar buller och ökar pumpens effektivitet. Munstyckets diameter är proportionell i förhållande till luft sugkapaciteten och omvänt proportionell i förhållande till den genererade vakuumnivån. Den bättre prestandan tack vare ett högre antal steg med relevant utstötare gör det möjligt att optimera pumpens prestanda. Varje steg kan nå en annan vakuumnivå. När trycket i det gemensamma steget når ett högre värde än referensutstötaren, på grund av den kombinerade verkan från de olika utstötarna, orsakar detta stängningen av de enskilda gummimembranen (flikarna) i följd och lämnar endast det höga vakuumsteget öppet. Den externa atmosfären flyter genom det gemensamma steget i ett försök att balansera trycket i systemet. Tryckluft och extern atmosfär blandas och flödar genom avgaserna.



ENSTEGSUTSTÖTARE

TRYCKLUFTSFÖRBRUKNING

Förhållandet mellan luftförbrukning och sugflödes hastighet är sällan högre än 1:1. Historiskt sett har detta lett till att systemet anses vara ineffektivt.

BULLERNIVÅ

90 decibel.



GIMATIC EJ- FLERSTEGSUTSTÖTARE

TRYCKLUFTSFÖRBRUKNING

Den utnyttjar rörelseenergin hos tryckluften som passerar genom De Laval-munstyckena. Passagen av tryckluft genom en rad munstycken med lämplig dimension medger en gradvis expansion av luften.

I detta fall är förhållandet mellan luftförbrukning och sugflödes hastighet tre gånger mer effektivt med en effektivitet på 3:1.

BULLERNIVÅ

I fallet med Gimatic flerstegsutstötare minskas bullernivån till värden mellan 55 och 75 decibel.

MEKANISKA PUMPAR

VOLYMETRISKA VINGPUMPAR

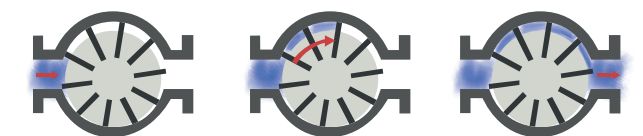
Vingpumpar har endast en roterande del som pekar i en excentrisk riktning i förhållande till pumphuset. Den roterande delen innehåller flera vingar som kan glida eller deformeras för att passa pumphusväggs profil. Vingarna bildar en glidande tätning placerad mot pumphusväggen som håller kvar fluidvolymen vid inloppet och låter den flöda mot utloppet. Vingpumpar är speciellt okänsliga mot tryckförändringar eftersom vingarna är i kontakt med pumphusväggen. Glidrörelsen mellan vingarna och väggen medför dock buller, risk för att den transporterade vätskan blir förorenad och behov av täta underhållsintervall. (Fig. 1)

BLÅSPUMPAR

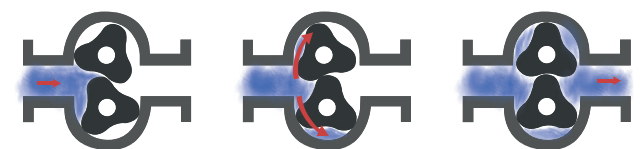
I denna typ av pumpar sugas gasen in i kammaren från påfyllningsöppningen. När gasen strömmar in i sidokanalen överför pumphulets rörelse en viss hastighet till gasen i rotationsriktningen. Pumphjulsvingarnas centrifugalkraft accelererar gasen utåt och trycket ökar. Varje rotation ökar rörelseenergin med en ytterligare ökning av trycket i sidokanalen. Kanalen smalnar av mot rotorn och drar med sig gasen bort från pumphjulsvingarna för att tömma ut den genom ljudämparen. (Fig. 3)

VOLYMETRISKA LOBPUMPAR

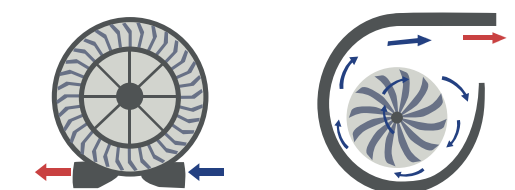
Dessa pumpar har lobformade delar i stället för drev. Varje lobformad del drivs av en motor. Detta eliminerar kontakten mellan de två loberna, vilket minskar slitaget och minimerar fluidfriktionen. Vanligtvis kännetecknas denna typ av pumpar av höga värmeemissioner och höga bullernivåer. (Fig. 2)



1. Drift med volymetrisk vingpump



2. Drift med volymetrisk lobpump



3. Drift med blåspump

**DIMENSIONERING AV
VAKUUMSYSTEM**

För att uppnå bättre effektivitet och bra energibesparingar är det viktigt att systemen uttryckligen är konstruerade för den specifika tillämpningen. På samma sätt måste sugkoppar och deras fästen, vakuumpumparnas modell och storlek samt tillhörande tillbehör och rörledningar också väljas utifrån tillämpningen. Det är mycket viktigt att fastställa säkerhetsfaktorn under dimensioneringen av ett vakuumsystem och den typ av krets som ska användas.

SÄKERHETSFAKTOR

Oavsett vilken typ av föremål som hanteras är det viktigaste villkoret som måste tillgodoses gripsäkerheten. Det är nödvändigt att vara säker på att föremålet inte lossnar från sugkopparna innan det når fram till frigöringspunkten. Av denna anledning ska alltid vikten (plus eventuell tröghetskraft) hos ett föremål som ska flyttas multipliceras med en lämplig säkerhetskoefficient:

- 2 vid statiska tillämpningar eller tillämpningar med låg hastighet.
- 2,5 eller mer vid tillämpningar med medelhöga eller höga hastigheter.

En parameter som ofta underskattas vid dimensioneringen av ett vakuumsystem är valet av sugkopp. Det är enheten som fysiskt "ansluter" föremålet som ska hanteras till gripsystemet.

TYP AV KRETS

FÖRSEGLADE SYSTEM

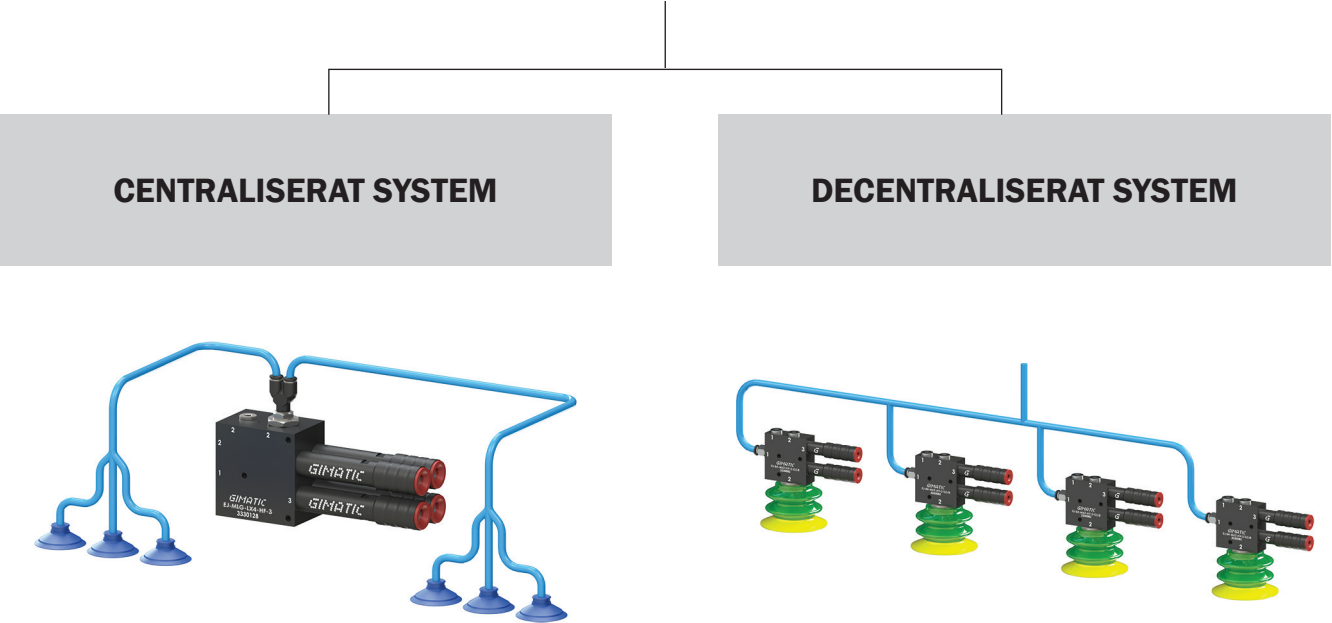
Vid konstruktionen av denna krets är det nödvändigt att ta hänsyn till volymen, vakuumnivån och evakueringstiden. I förseglade system bestäms pumpkapaciteten av hastigheten vid vilken kretsen evakueras vid en viss vakuumnivå. Denna kapacitet kallas för evakueringstid och specificeras normalt i s/L. Genom att multiplicera detta värde med hela systemets volym erhålls evakueringstiden som en funktion av den önskade vakuumnivån.

SYSTEM MED LÄCKAGE

I system med läckage där det är nödvändigt att hantera pappkartonger, perforerade metallplåtar eller föremål med mikrohål är situationen annorlunda. För att upprätthålla den önskade vakuumnivån måste pumpen ha en högre kapacitet för att kompensera för läckagen. När läckageflödet har fastställts väljs den lämpligaste pumpen ut utifrån de olika pumpmodellernas karakteristiska kurvor. Vid läckage genom ett hål med ett känt tvärsnitt kan läckagets omfattning fastställas. För att erhålla det totala läckageflödet ska det erhållna värdet multipliceras med den totala arean. När porösa material ska hanteras eller när läckagevägens geometri är okänd kan flödes hastigheten fastställas med hjälp av ett praktiskt test som ska utföras med en pump och en vakuummeter.

**ALLMÄN INFORMATION
FÖR KORREKT
VAKUUMDIMENSIONERING**

En vakuumkrets kan dimensioneras enligt en centraliserad eller decentraliserad konstruktion.



Ett centraliserat system kännetecknas av en vakuumpump som är ansluten till flera sugkoppar. Det används ofta för att hantera förseglade material som metallplåt eller glas.

Ett decentraliserat system är konstruerat så att varje sugkopp har en egen vakuumgenerator vilket innebär att alla sugkoppar är oberoende av varandra. Det används vanligtvis i tillämpningar med porösa material.

FÖRDELAR



- En vakuumkälla
- Enkel utblåsningsanordning
- Lätt kontroll av vakuumnivå

FÖRDELAR

- Minimerade volymer att evakuera > Hög grip- och frigöringshastighet
- Nollställning av tryckfall > Kompakta pumpstorlekar
- Varje sugkopp är oberoende
- Mindre inmatningsrör

NACKDELAR



- Långa rör med större diameter
- Risk för tryckfall
- Kräver utblåsningsventil eller vakuumbrytare för frigöring av föremål

NACKDELAR

- Mer komplex hantering av utblåsning (backventiler krävs)
- Mer komplex detektering av objekt som plockas upp
- Eventuella problem till följd av smuts i systemet

VAL AV PUMP

När komponenterna före pumpen har valts ut ska pumpen dimensioneras med hänsyn till några av följande parametrar:

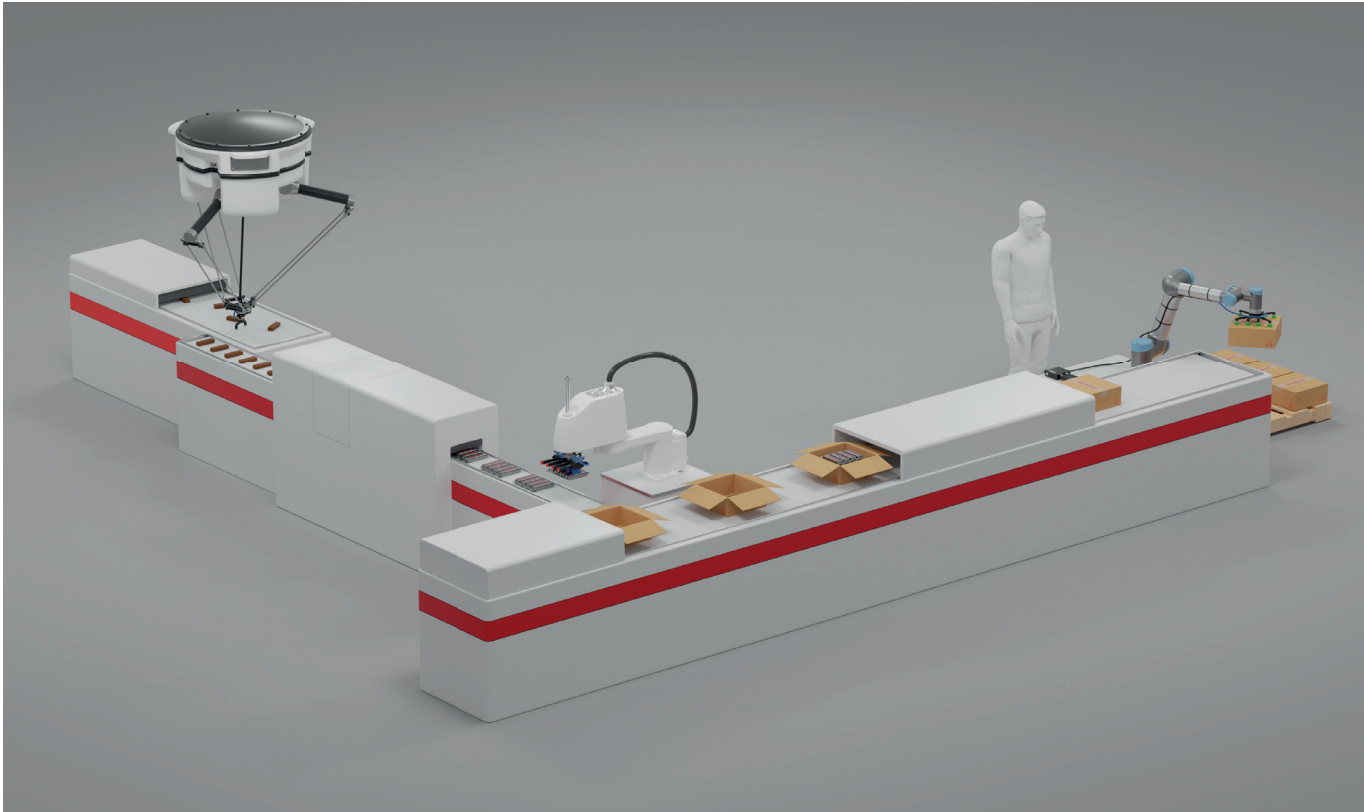
ÄR KRETSEN CENTRALISERAD ELLER DECENTRALISERAD?

VILKEN ÄR TILLÄMPNINGENS HASTIGHET?

VILKEN ÄR MATERIALETS POROSITET?

VILKEN VOLYM SKA EVAKUERAS?

VILKEN VAKUUMNIVÅ KRÄVS?



SUGKOPPAR

SUGKOPPENS DRIFTSPRINCIP



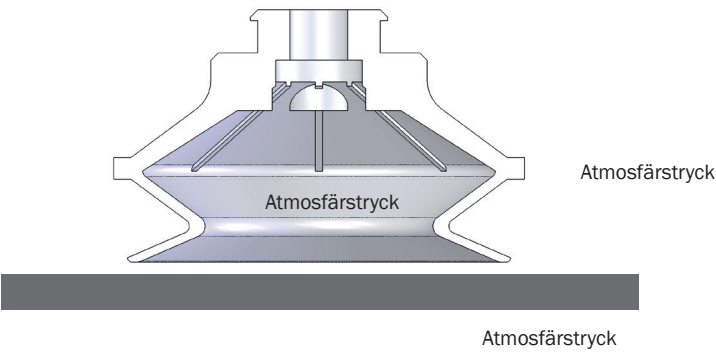
När ett vakuumbaserat hanteringssystem tillämpas är det nödvändigt att utveckla en kraftstorlek som medger säker hantering av produkterna. Sugkoppen spelar en nyckelroll i denna fas. Det ska tas hänsyn till följande två huvudfaktorer:

- Sugkoppens form.
- Läppens egenskaper.

En sugkopp med lämplig form är en grundförutsättning för att matcha föremålets geometri. Läppen å andra sidan måste med precision och repeterbarhet kunna följa grovheten och eventuella förändringar i föremålets yta (pappkartongens korrugeringar eller träpanelens grovhet).

Sugkoppen fastnar mot ytan när trycket hos den omkringliggande arean (atmosfärstryck) är större än trycket mellan sugkoppen och ytan. Sugkoppen ansluts till en vakuumpump för att skapa ett undertryck inuti sugkoppen. Ju högre vakuumnivån är inuti sugkoppen, desto högre är kraften som sugkoppen kan utöva. Det är nödvändigt att komma ihåg att en sugkopp genererar mer kraft

- ju större ytan är
- ju högre vakuumnivån är
- ju mer lämpad den är för gripningen som ska utföras.



DIMENSIONERING AV SUGKOPPAR



Förutom att påverkas av vakuumnivån, påverkas även lyftkraften mycket av modellen av sugkopp. Vid konstruktionen av kretsen är det nödvändigt att börja från kontaktpunkten mellan sugkoppen och föremålet och därefter gå tillbaka till vakuumpumpen. Denna metod ger korrekt dimensionering av komponenterna och bäst prestanda. Innan en sugkopp väljs ut måste föremålets yta, struktur, lyftriktning, vikt och porositet tas med i beräkningen.

JU HÖGRE VAKUUMNIVÅ, DESTO MER ENERGI KRÄVS



När vakuum skapas inuti en sugkopp som vilar på en yta fastnar sugkoppen mot ytan, inte bara för egen räkning utan även tack vare det högre externa trycket. Lyftkraften är proportionell mot kontaktytan och vakuumnivån. Om vakuumnivån ökar från 60 % till 90 %, ökar lyftkraften med max. 1 1/2 gång. Det rekommenderas att begränsa vakuumnivån för att begränsa energiförbrukningen och i stället öka sugkoppens ytstorlek.

YTA OCH STRUKTUR



En okulärbesiktning fastställer föremålets dimensioner och identifierar om föremålet är böjt eller plant. Det är viktigt att använda den sugkopp som passar ytan bäst. En analys av föremålets struktur kan också vara till hjälp. En mer noggrann undersökning kan påvisa en viss grovhet som utöver att begränsa användningen av sugkoppar motsvarar ett potentiellt läckage.

POROSITET



Vilken är materialets porositet? Denna fråga är mycket viktig för definitionen av sugkoppsformatet och dimensioneringen av pumpen. Porositet definieras som mängden luft vid atmosfärstryck som passerar genom ett material som utsätts för undertryck. Luft kan inte passera genom glas medan t.ex. papper är fullt av små porer.

MATERIAL



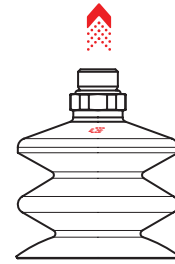
Det är ofta nödvändigt att kontrollera vilken driftstemperatur som krävs för att utföra den specifika tillämpningen. För höga temperaturer som vid värmeformning, eller för låga temperaturer, kräver att det används sugkoppar som är gjorda av speciella föreningar. Silikon är den bästa lösningen även om det finns en risk för att det frigörs små partiklar (halo) som försvårar en påföljande lackering. I detta fall är våra HNBR sugkoppar den idealiska lösningen.

VAL AV SUGKOPP

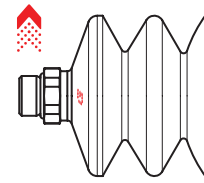


När föremålets vikt och storlek har fastställts ska sugkoppens typ och diameter fastställas. Vakuumnivån kan minskas genom att största möjliga sugkopp används. Denna lösning erbjuder ett antal fördelar inklusive kortare evakueringstid, minskad energiförbrukning och längre livslängd för sugkoppen.

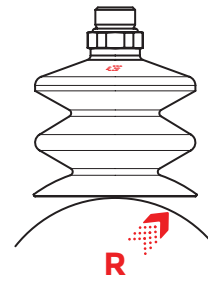
PARAMETRAR



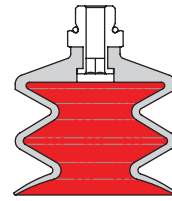
Lyftkraft [N] lodrät mot ytan vid olika vakuumnivåer



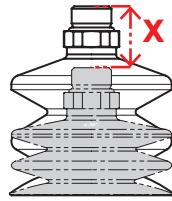
Lyftkraft [N] parallell mot ytan vid olika vakuumnivåer



Min. kurvradie



Volym



Max. vertikal rörelse

ANVÄNDBARA PARAMETRAR SOM SKA VERIFIERAS



- Använd den sugkopp som lämpar sig för tillämpningen.
- Var uppmärksam på typen av material och ytans struktur.
- Bestäm typen av sugkoppsmaterial som lämpar sig för tillämpningen.
- Konstruera systemet med en lämplig säkerhetsfaktor.
- Ta reda på de dynamiska krafter som kan påverka tillämpningen.
- Fördela sugkopparna i förhållande till tyngdpunkten.
- Använd rätt tillbehör för tillämpningen.
- Ta hänsyn till ytans typ av finish.