Tryck luft Guiden

kompressorer
skruvkompressorer
torkning
filtering
teknisk information

BIAB TRYCKLUFT

Nya Tryckluftguiden

BIAB tryckluft är idag ett expansivt företag som säljer på hela den Skandinaviska marknaden. Vårt mål att ta hand om det viktigaste vi har, nämligen kunderna. Vi på BIAB tryckluft hjälper till med alla typer av frågor som du och ditt företag kan tänkas ha. Det är ofta svårt att veta vilken kompressor som är rätt för just din produktion, därför har BIAB tagit fram den nya Tryckluftsguiden. Här står allt du som kund behöver veta om tryckluft och alla dess tillämpningar. Det kan vara alltifrån att dimensionera din anläggning rätt till att söka information om hur en kompressor jobbar.

Tryckluftguiden i tappning är framtagen för att du som kund ska kunna känna dig tryggare med ditt köp och veta att all information finns tillgänglig för att optimera din anläggning. Vi har samlat 60 år av erfarenhet i denna guide och vi vet vilka frågor som kan uppstå vid en kompressorinstallation. Läs noga igenom guiden och är det några frågetecken så tveka inte att ringa någon av våra duktiga medarbetare eller återförsäljare.

Innehållsförteckning

Att komprimera luft 4

Om luft 4
Om tryckluft 5
Vad innehåller tryckluften? 5
Enheter 5
Vad händer vid komprimering av luft? 6
Truckluft som energimedium 6

Att välja anläggning 7

Kompressoranläggning 7
Att välja kompressoranläggning 9
Rekomendationer - val av kompressoranläggning 10

Kolvkompressorer 11

Kolvkompressorn 11

Skruvkompressorer 12

Skruvkompressorn 12
Frekvensstyrda kompressorer 13
Exempel på besvaringspotential 14
Besparingspotential sammanfattning 15
Värmeåtervinningssystem 16
Luftburen värmeåtervinning 17

Att torka tryckluft 18

Tyrckluftstorken 18

Att filtrera tryckluft 19

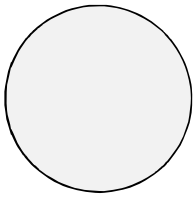
Truckluftsfiltret 19

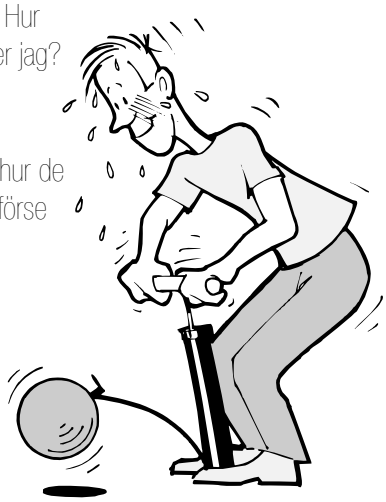
Teknisk information 20

Tryckluftsekonomi 20
Exempel på tryckluftsförbrukning för några vanliga maskiner 22
Hur mycket kondensvatten producerar kompressoranläggningen 22
Klassificering av tryckluftens kvalitet 23
Luftens vatteninnehåll 23
Tryckluftsflöden genom rör och munstycken 24
Ventilationsbehov / Värmeåtervinning 25
Elmotorer, generell information 26
Lagar och bestämmelser 27
Omräkningsfaktorer 28

ATT KOMPRİMERA LUFT

Vad är det egentligen som händer när vi komprimerar luft? Hur fungerar en kompressor? Vilken typ av kompressor behöver jag? I Tryckluftguiden får du svar på frågor som dessa.
Här förklaras också termer och uttryck som förekommer i samband med komprimering av luft och du får en inblick i hur de olika delarna i en kompressoranläggning samverkar för att förse dina maskiner och verktyg med tryckluft.



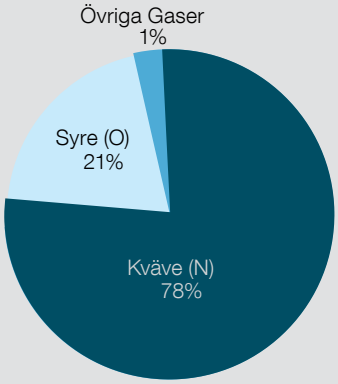


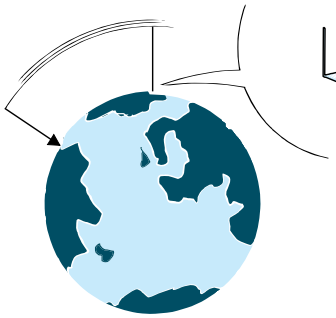
Om Luft

Livet här på jorden är beroende av ett gasskikt, atmosfären, som omger vårt klot. Detta skyddande hölje sträcker sig c:a 100 mil ut i rymden.

Det vi i dagligt tal kallar luft är en gasblandning som huvudsakligen består av kväve, syre och en större eller mindre mängd vattenånga. Luften innehåller även små mängder ädelgas och tyvärr också en hel del föroreningar i form av kolväten som människan producerat.

Luftens sammansättning förblir i stort densamma upp till c:a två mils höjd.





Om atmosfärstryck

Vid jordytan har luften en vikt av c:a 1,2 kg/m³. Detta innebär att jordytan och alla föremål på den utsätts för ett tryck som vi kallar lufttryck eller atmosfärstryck.

Detta tryck motsvarar tyngden av en luftpelare med basytan 1 cm2 och höjden 100 mil, d.v.s. från jordytan till atmosfärens övre gräns.

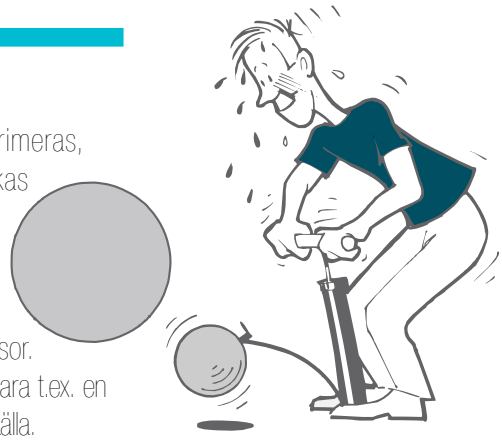
Lufttrycket avtar med stigande höjd, det halveras ungefär var 5:e km uppåt och vi säger att "luften blir tunnare".

Om tryckluft

Luft kan i motsats till vätskor komprimeras, d.v.s. en given volym luft kan minskas med ökat tryck inom den nya volymen som följd.

Kompression sker i en maskin med tillhörande kraftkälla, en kompressor. Kompressorn kan i sin enklaste form vara t.ex. en fotbollspump med människan som kraftkälla.

Luft sugs in i pumpen och pressas ihop till c:a 1/4 av sin ursprungliga volym. Luftens tryck i fotbollen stiger därmed till fyra gånger atmosfärstrycket. Vi har fått tryckluft i bollen.



Det absoluta atmosfärstrycket är c:a 100 kPa.

Luftens tryck i fotbollen kan anges på olika sätt:
- som fyra gånger det absoluta atmosfärstrycket, 400 kPa(a),
- som övertryck, 300 k Pa(e), eller
- som 300 kPa (underförstått övertryck).

(Se faktaruta nedan)

Vad innehåller tryckluften?

Tryckluften som kompressorn producerar innehåller naturligtvis samma ämnen som den insugna omgivningsluften. Också vattenångan som finns i luften komprimeras och tryckluften får därför hög luftfuktighet.

Tryckluft från en oljesmord kompressor innehåller dessutom små oljerester från kompressorns smörjsystem.

Beroende på vad tryckluften skall användas till ställs olika krav på vad som accepteras i fråga om föroreningar. Ofta behöver tryckluftens kvalitet höjas genom torkning (luftfuktigheten reduceras) och filtrering (olja och andra partiklar elimineras).

Tryckluftens kvalitet kan anges i olika klasser enligt ett internationellt system (se Teknisk information sid. 67).

Enheter

Lufttryck

I det internationella enhetssystemet är Pa (pascal) vedertagen grundenhet för tryck.

Eftersom 1 pascal i tryckluftssammanhang är ett mycket litet tryck används normalt enheten:

kPa (1 kilopascal = 1000 Pa)
eller
MPa (1 megapascal=1000 kPa)

Det normala lufttrycket vid jordytan kan anges på olika sätt med i stort sett motsvarande betydelse:

1 atm (atmosfär) =
1 kp/cm² (kilopond/cm²)

100 kPa (kilopascal) = 1 bar

Tryckluft

Tryckluftens tryck anges vanligtvis som övertryck, d.v.s. tryck över normalt lufttryck. Detta är som regel underförstått men förtydligas ibland med ett (e), kPa(e).
En kompressors arbetstryck anges i regel som övertryck.

Kompressorns kapacitet
En kompressors kapacitet, d.v.s. hur mycket tryckluft som kan levereras per tidsenhet, anges i:

l/min (liter/minut)
l/s (liter/sekund) eller
m³/min (kubikmeter/minut).

Kapaciteten avser till atmosfärtryck expanderad luft.

Ett (N) före enheten, t.ex. (N)l/s står för "normal" och innebär att volymangivelsen gäller vid ett specifikt omgivningstryck och en specifik temperatur. I de flesta praktiska fall kan (N)l/s likställas med l/s.

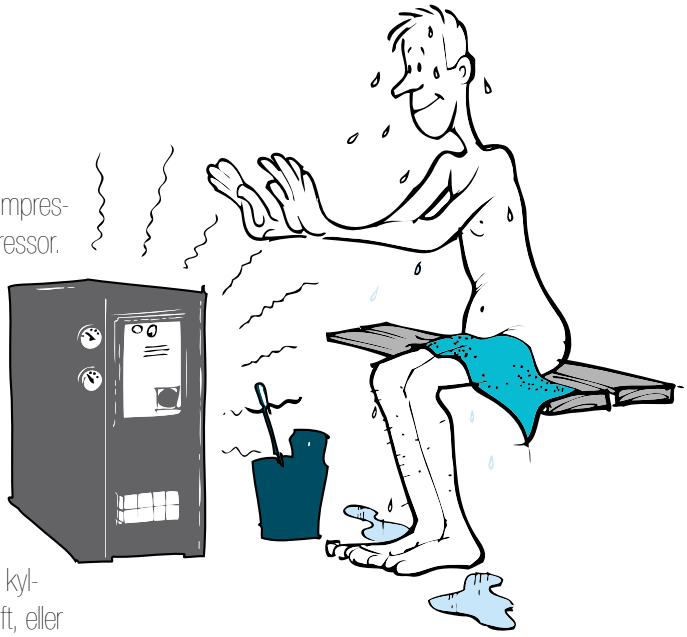
Vad händer vid komprimering av luft?

Värme

Den effekt som tillförs kompressorn omvandlas i kompressionsprocessen helt till värme, oavsett typ av kompressor. Den totala värmealstringen är följaktligen alltid lika stor som den tillförda effekten.

En relativt liten kompressor med motoreffekten 3 kW alstrar alltså lika mycket värme som ett bastuaggregat! För att förbättra totalekonomin för en kompressoranläggning kan denna värme återvinnas för t.ex. lokaluppvärmning.

För att förhindra överhettning krävs att kompressorns kylning är rätt dimensionerad. Kylning sker oftast med luft, eller i vissa fall med vatten.



Vattenånga

Efter kompression och en viss nedkylning är tryckluften mättad med vattenånga och har, med andra ord, en relativ fuktighet av 100 %. Då tryckluften på sin väg genom tryckluftssystemet svalnar kommer denna vattenånga att kondenseras till vatten. Den temperatur vid vilken detta sker kallas daggpunkt.

Kondensvattnet hittar vi sedan i luftbehållare, vattenavskiljare och rörsystem.

Den mängd kondensvatten som bildas beror av fyra faktorer nämligen

1) mängden vattenånga i omgivningsluften,
2) mängden luft som komprimeras,
3) tryckluftens temperatursänkning efter kompressorn och
4) tryckluftens tryck.

Tryckluft som energimedium

Att utvinna kraft ur tryckluft är fördelaktigt ur många synvinklar. Dels är tryckluften som kraftkälla både ren och ofarlig, dels kan den användas till så vitt skilda uppgifter som att driva verktyg och cylindrar eller till att förflytta eller kyla material.

För att driva en kompressor krävs en yttre kraftkälla, vanligen en el- eller förbränningsmotor. Den effekt som teoretiskt sett krävs för att komprimera luft till en viss volym och ett visst tryck är fysikaliskt bestämd och kan inte påverkas.

I kompressorn sker en viss effektförlust, vilket påverkar anläggningens totala effektbehov. Vi talar därför om en kompressors specifika effektbehov, d.v.s. den faktiska effekt som krävs för att komprimera en viss volym luft till ett bestämt tryck plus effektförlusten i kompressorn.

För komprimering till 700 kPa i en modern industrikompressor är ett normalt specifikt effektbehov c:a 6,5 kW/m³/min. En höjning eller sänkning av trycket med 100 kPa medför en motsvarande höjning eller sänkning av effektbehovet med c:a 7 %.

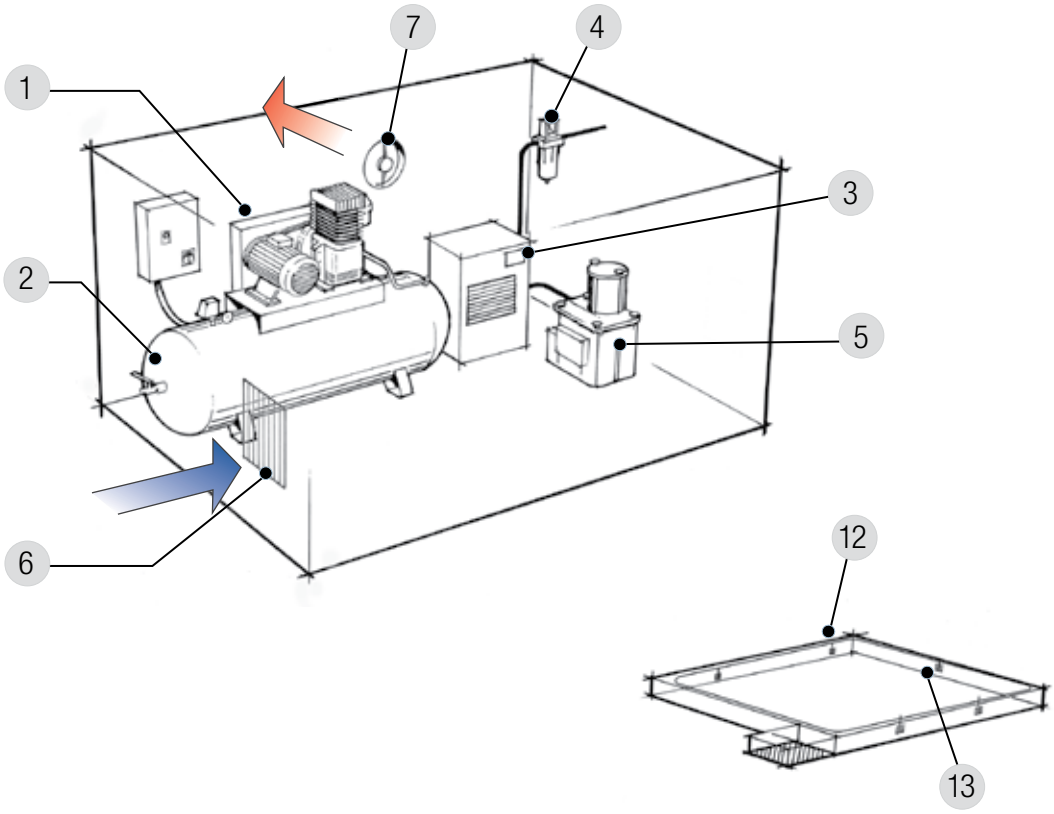
ATT VÄLJA ANLÄGGNING

Kompressoranläggningen

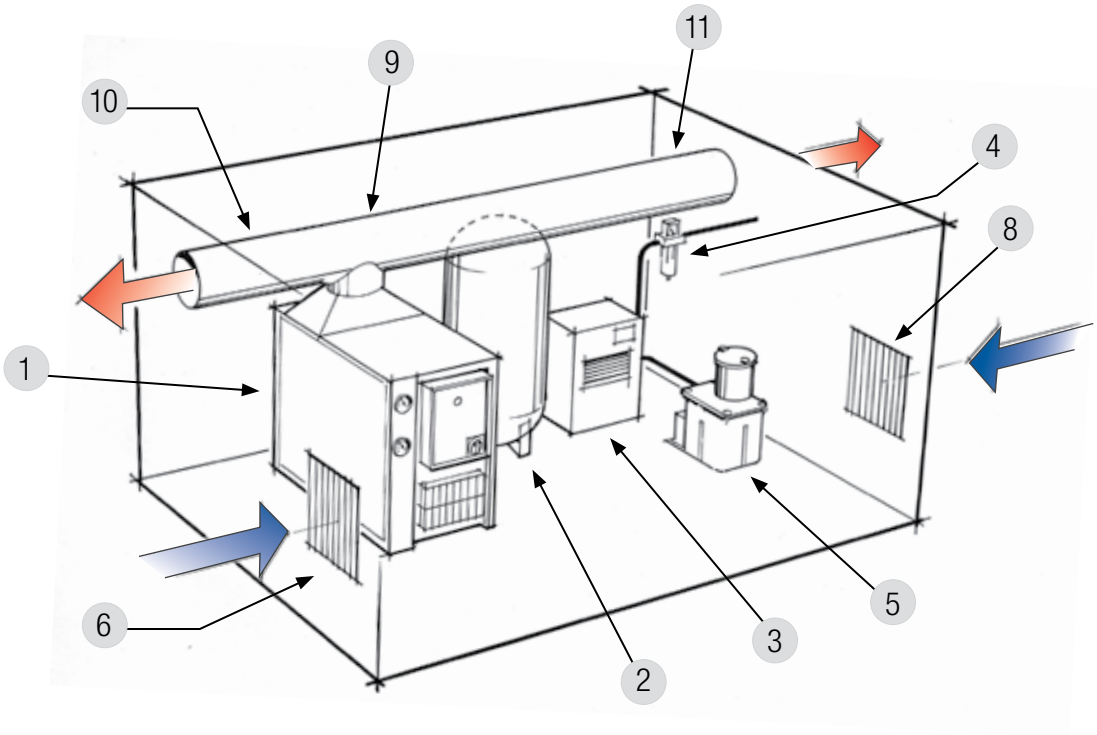
I Tryckluftguiden presenteras två huvudtyper av kompressorer: kolvkompressorn och skruvkompressorn. En komplett kompressoranläggning som uppfyller moderna krav på ekonomi, tillgänglighet och miljö består av nedanstående enheter.

1. KOMPRESSOR: placeras med minst 0,5 m serviceutrymme runt om. Framför den elektriska panelen skall minst 1 m fritt utrymme finnas.
2. LUFTBEHÅLLARE: med armatur och automatisk dränerings-ventil. En luftbehållare skall som regel enligt lag installationsbesiktigas av ett s. k. akrediterat organ innan den får tas i bruk.
3. KYLTORK: torkar till kondensfri tryckluft för inomhusbruk. Kopplas in med avstängningsventil och bypassledning för enkel service.
4. OLJEAVSKILJNINGSFILTER: avskiljer restolja från tryckluften ned till tekniskt oljefri tryckluft.
5. KONDENSRENINGSVERK: skonar miljön från oljehaltigt kondensat från kompressor, luftbehållare, kyltork och filter.
6. KYLLUFTSINTAG: med jalusispjäll för luft till kompressorrummet.
7. LUFTUTTAG: med evakueringsfläkt som termostatstyrs efter temperaturen i kompressorrummet.
8. KYLLUFTSINTAG: med jalusispjäll för luft till kompressorrummet vid värmeåtervinning.
9. ANSLUTNINGSSTOS: till kompressorns frånluftsventilation.
10. FRÅNLUFTSTRUMMA: med spjäll för sommarventilation
11. FRÅNLUFTSTRUMMA: med spjäll för värmeåtervinning. Vid trumlängd längre än 3 m fordras hjälpfläkt.
12. RINGLEDNING: för tryckluftsdistribution i hela lokalen.
13. LUFTBEREDNINGSENHET (FRL-ENHET): renar luften från ev. partiklar, reglerar till konstant tryck och producerar såväl ren tryckluft som tryckluft med dimsmörjning för tryckluftsverktyg.

Anläggning med kolvkompressor



Anläggning med skruvkompressor



Att välja kompressoranläggning

För att välja rätt typ av kompressor och tillhörande utrustning måste vi känna till eller bestämma vissa förutsättningar. En korrekt bedömning av de faktiska behoven gör att den färdiga anläggningen utnyttjas optimalt vad avser kapacitet och ekonomi.

Grundläggande behov

Följande faktorer är grundläggande vid projektering av en kompressoranläggning:

- Vilken mängd tryckluft går åt för att utföra det tänkta arbetet?
- Enligt vilken driftcykel förbrukas tryckluften?
- Vilken kvalitet beträffande tryckluftens vatten-, olje- och partikelinnehåll kräver den anslutna utrustningen?
- Vilket arbetstryck kräver den anslutna utrustningen?

Mängd

Tryckluftsförbrukningen kan uppskattas på erfarenhetsmässiga grunder. Metoden är osäker och kräver stor erfarenhet av bedömaren.

Ett annat sätt är att mäta en befintlig kompressors belastning, en metod som fungerar bra vid utbyggnad av en befintlig anläggning.

I en tredje metod beräknas anslutna maskiners och verktygs tryckluftsförbrukning. För att få ett korrekt resultat är det viktigt att inbegripa arbetstiden och förbrukningens intermittens i bedömningen.

Arbetstryck

Kompressorn anpassas i regel till den del av utrustningen som kräver högst arbetstryck. Tryckluftsverktyg inom industrin är ofta konstruerade för att matas med ett arbetstryck av 600 kPa. Kompressorn skall som regel producera ett något högre tryck för att kompensera för tryckfall i tryckluftstork, filter och ledningar.

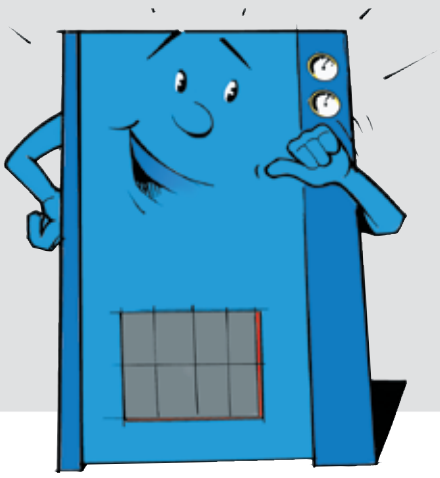
I ovan nämnda exempel skulle ett lämpligt arbetstryck för kompressorn vara 700 kPa.

Driftscykel

Är förbrukningen kontinuerlig dygnet runt? Varierar förbrukningen under arbetsdagen? Finns speciell utrustning som kräver stora intermittenta uttag av tryckluft?

Kvalitet

Beroende på vad tryckluften ska användas till avgörs vad som kan accepteras i fråga om partiklar, oljerester och vatten.



Rekommendationer - val av kompressor med utrustning

Tryckluftsbehov

Intermittent drift:
(en-skift, max. 4 timmar/dygn)

Mängd tryckluft 50–800 l/min

Arbetstryck 100–800 kPa

Arbetstryck 700–3 000 kPa

(en-skift)

Mängd tryckluft 100 l/min el. mer

Arbetstryck 500–1 300 kPa

Kontinuerlig drift:

Kapacitet 100 l/min och mer

Arbetstryck 500–1 300 kPa

Kvalitetskrav

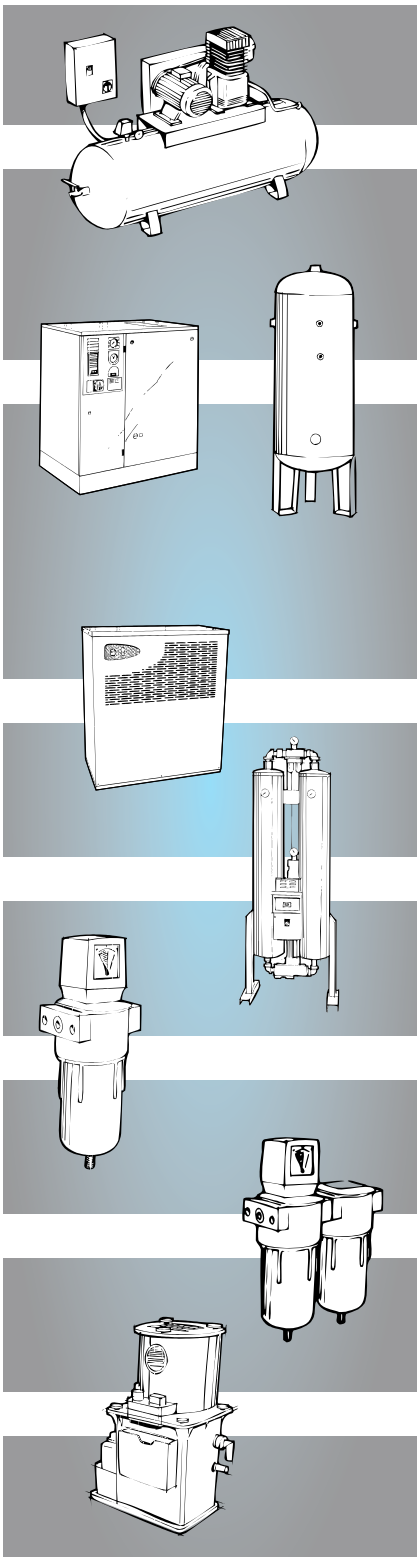
Arbetsluft för tryckluftsverktyg i uppvärmda lokaler.

Arbetsluft i ouppvärmda lokaler eller vid utomhusledningar. Arbetsluft för finmekanik och elektroniken upp till - 70 i daggpunkt

Vid användning av kyltork, som efterfilter.
Vid användning av adsorptionstork, som förfilter.
Vid sprutmålning, blästring och renblåsning.

Andningsluft, (vid användning av kyl- eller adsorptiostork).Laboratorieluft.
Arbetsluft för finmekanik och elektronik.

Oljehaltigt kondensat får ej släppas ut i avloppssystemet.
För ett rent kompressorrum och god miljö.



Kompressor

En-stegs kolvkompressor
(med luftbehållare)

Fler-stegs kolvkompressor
(med luftbehållare)

Skruvkompressor
med luftbehållare

Tilläggsutrustning

Kyltork

Adsorptionstork

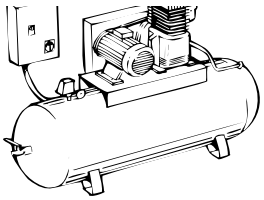
Oljeavskiljningsfilter

Oljeavskiljningsfilter
+ aktivt kolfilter

Kondensreningsverk

KOLVKOMPRESSORER

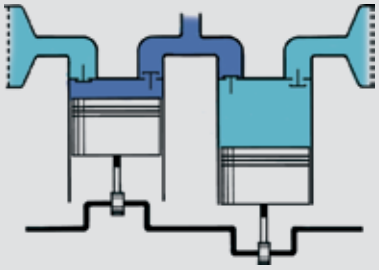
Kolvkompressorn



En kolvkompressor består av en eller flera cylindrar med kolvar som drivs av en motor. Luften sugs in i cylindern och komprimeras sedan i ett eller flera steg till arbetstryck. Efter kompressionen passerar tryckluften efterkylaren och fortsätter vidare till luftbehållaren.

En-stegskompressorn

En en-stegskompressor har en eller flera cylindrar som var för sig komprimerar luft direkt från atmosfärstryck till arbetstryck.



Oljesmord eller oljefri?

En oljesmord kompressors cylinder, kolv och vevparti smörjs av en i kompressorn cirkulerande oljevolym. Tryckluften från en oljesmord kolvkompressor innehåller därför en viss mängd restolja, normalt 10–15 mg/m³.

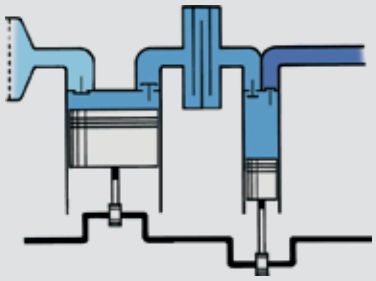
Den oljefria kolvkompressorn har i de flesta utföranden permanentsmorda lager. Kolven har smörjfria kolvringar, vanligtvis i teflon eller kolfiber. Den här typen av kompressor kräver normalt tätare byten av lager och kolvringar än den oljesmorda. I gengäld är tryckluften fri från restolja.

Fler-stegskompressorn

Fler-stegskompressorn har två eller flera seriekopplade cylindrar i vilka luften komprimeras till sluttrycket stegvis.

Mellan stegen kyls tryckluften i kylare med luft eller vatten.

På detta sätt förbättras verkningsgraden samtidigt som vi kan uppnå ett betydligt högre tryck än i en-stegskompressorn.



Användningsområden

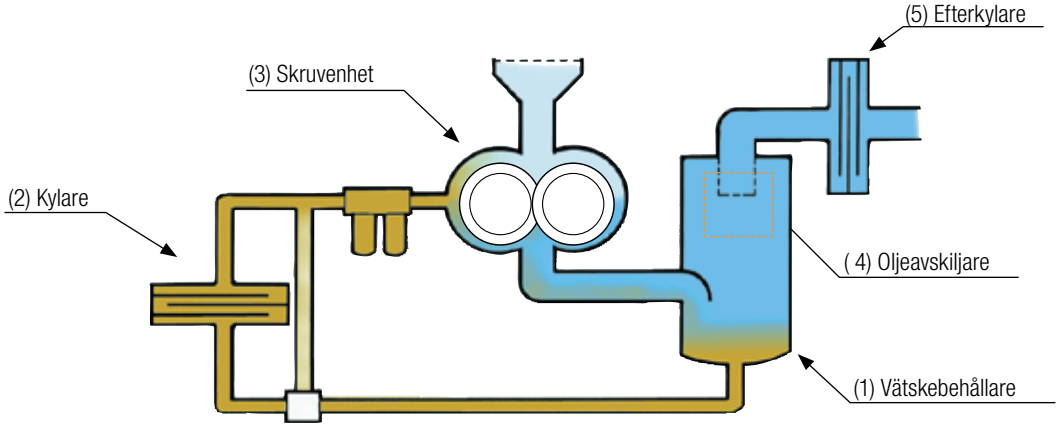
Kolvkompressorer lämpar sig i de flesta fall bäst för små tryckluftsbehov, en-stegskompressorer för tryck på upp till c:a 800 kPa medan flerstegsvarianter kan prestera tryck upp till 30 000 kPa.

Driften bör vara intermittent. En luftkyld kolvkompressors belastningsgrad skall inte överstiga 60 %. Efter exempelvis 2 minuters kompression vilar kompressorn minst 1,5 minut. Den totala kompressionstiden per dygn bör maximeras till c:a 4 timmar.

SKRUVKOMPRESSORER

Skruvkompressorn

I skruvkompressorn komprimeras luften i ett utrymme som bildas mellan två mot varandra roterande skruvar. Dessa utgör, tillsammans med det omgivande kompressorhuset, den s.k. skruvenheten. En skruvkompressor arbetar i huvudsak efter två principer: med vätskeinsprutning eller som torrgående. Båda varianterna förekommer i en- och två-stegsutförande.



Princip för vätskeinsprutad skruvkompressor

Vätskeinsprutade skruvkompressorer

I en vätskeinsprutad skruvkompressor kyls tryckluften med en kylvätska direkt i kompressionsutrymmet mellan skruvarna. Kylvätskan, vanligtvis en olja, cirkulerar i ett slutet system mellan (1) vätskebehållare, (2) kylare och (3) skruvenhet och blandas med luften före kompressionen. Kompressorns arbetstemperatur håller därför omkring 80°C oavsett belastning och tryck.

Direkt efter kompressionen separeras kylvätskan från tryckluften i (4) oljeavskiljaren. Tryckluften fortsätter sedan via en (5) efterkylare vidare till luftbehållaren.

Användningsområden

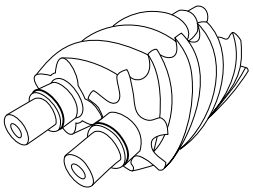
Skruvkompressorn lämpar sig för såväl intermittent som kontinuerlig drift. Drifts-ekonomin blir optimal vid kontinuerlig drift med hög belastningsgrad (upp till 100 %). Med modern teknik, t. ex. varvtalsstyrning, kan skruvkompressorns energiförbrukning vid lågt eller varierande trycklufts-behov reduceras avsevärt jämfört med tidigare teknik.

Den vätskeinsprutade skruvkompressorn i en-stegsutförande dominerar idag inom industrin, där arbetstryck på max. 1 300 kPa och en kapacitet på upp till c:a 30 m3/min erfordras.

Torrgående skruvkompressorer

Den torrgående eller "oljefria" skruvkompressorn komprimerar luften utan kylning i kompressionsutrymmet. Kompressorns arbetstemperatur stiger därför till runt 200o C redan vid ett arbetstryck av 300 kPa.

Torrgående skruvkompressorer för normalt industrilufttryck (c:a 700 kPa) måste därför komprimera luften i två steg med kylning av tryckluften mellan kompressionsstegen.



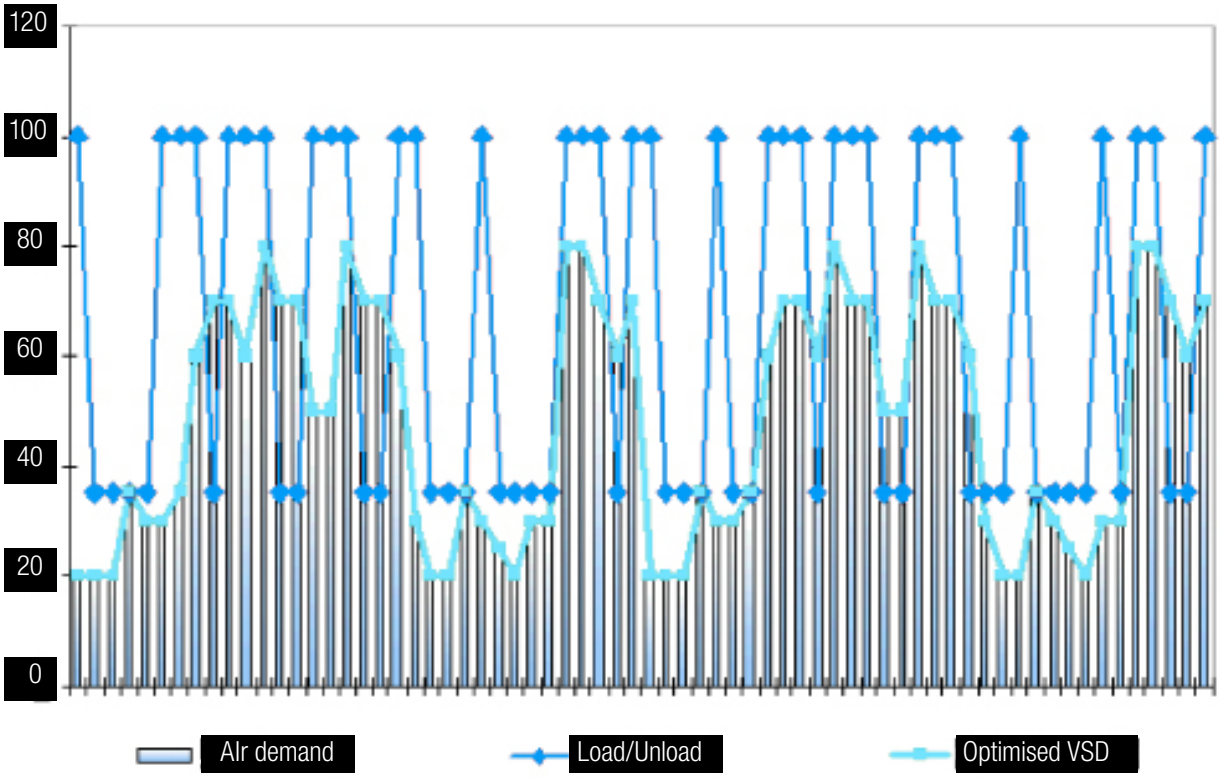
Frekvensstyrda Kompressorer

Den stora sparbössan både för din plånbok och för miljön

Att köpa en ny kompressor är en stor investering för båda stora och små företag. Men faktiskt så är en kompressors investeringskostnad väldigt låg om man ser över en kompressors livscykel, cirka 75 % av totaltkostnaden består av rena energikostnader. Funderar man på att investera i en ny kompressor så är det denna kostnad man ska försöka minimera.

I detta kapitel redogörs vilka smarta besparingar man kan göra för att minimera elförbrukningen. Dels kan det vara så enkla saker som att välja rätt maskin för sin typ av industri, det har visat sig i många fall att företag väljer en för stor kompressor för osäkerheten är stor kring vilket luftbehov man egentligen behöver. Detta kan våra duktiga återförsäljare hjälpa er med genom att göra en flödesmätning på er anläggning för att få fram vilket behov just er industri har.

Nästa steg är att välja vilken modell på kompressor som vi ska satsa på. Och i 80 % av fallen passar en frekvensstyrd maskin väldigt bra. En frekvensstyrd maskin anpassar sig efter produktionens tempo. Den ligger och producerar så mycket luft som behövs just i denna stund. En vanlig kompressor går mer ryckigt, den startar och går upp i tryck och flöde för att sedan hastigt stängas av, detta är en mycket inneffektivt sätt att producera luft. Nedan ser ni skillnaden i gångmönster. Mörkblåa linjen visar hur en vanlig kompressor arbetar och den ljusblåa grafen visar hur en frekvensstyrd maskin jobbar. Man kan tydligt se att mörkblåa linjens toppar går mycket högre än den ljusblåa grafens. Detta medför ett onödigt högt effektuttag och därmed en högre energikostnad. När produktionen inte behöver någon luft stänger en frekvensstyrd maskin av sig direkt, medan en vanlig kompressor fortsätter att gå dock utan att producera luft, detta kallas av-last effekt och är en stor energibov.



Frekvensstyrda Kompressorer

Genom att välja en frekvensstyrd maskin spar ert företag mellan 25-35% i energikostnad beroende på vilken modell av varvtalstyrd maskin ni väljer. Detta kanske inte låter som en stor besparing, men genom att illustrera detta med ett exempel nedan så ska jag bevisa hur mycket pengar ni kan spara på att välja en frekvensstyrd maskin.

Och kom ihåg det är inte det lägsta priset man ska välja, det är den lägsta kostnaden som är viktigt. Därför är en frekvensstyd maskin det självklara valet. Ska illustrera detta genom ett exempel nedan.

Exempel på besparingpotential:

Grundläggande begrepp:

På-last effekt: Är den tid en kompressor går och samtidigt producerar luft.
Av-last effekt: Är den tid som kompressorns motor är i drift fast ingen luft produceras.
Efter ett tag kommer dock motorn att stängas av om inte ett behov uppstår. Det är denna tid man vill minimera.

Kompressor 1 är en vanlig konventionell av-pålast kompressor som jobbar enligt det ryckiga mönstret vi ser ovan. Den har en 22 kW el-motor som drivkälla. I på-lastat läge drar kompressorn 22 kW, medan den i av-lastat läge drar 12 kW. Gång tid per år är 6000 timmar. Av dessa 6000 timmar går kompressorn 3000h av-lastad, vilket betyder att motorn går men det produceras ingen luft. Denna siffra är väldigt vanlig ute hos många stora och små företag.

Driftkostnad/ år Pålastad					
Kompressor	**Driftid pålast**	**Pålast (kW)**	**kWh/år**	**kWh (kr)**	**Driftkostnad/år**
På-last	3000	22	66000	1	66 000,00 kr

Driftkostnad/ år Avlastad					
Kompressor	**Driftid avlast**	**Avlast (kW)**	**kWh/år**	**kWh (kr)**	**Driftkostnad/år**
Av-last	3000	12	36000	1	36 000,00 kr

Kompressor 2 är en frekvensstyrd kompressor med en 22 kW motor som drivkälla. En frekvensstyrd kompressor som denna ligger och anpassar sig efter produktionens luftbehov och man kan säga att den i snitt ligger på 65-70% av sin maxeffekt i genomsnitt om kompressorn är rätt dimensionerad. Detta gör en genomsnittseffekt på ca 15,5 kW.

Här kommer dock drifttiden att skilja sig något. Av de 3000 timmar på-last effekt som kompressorn ovan har, behöver den frekvensstyrda maskinen gå ca 4500 timmar för att klara samma luftbehov med 70 % belastning. Men här kommer den stora skillnaden, de resterande 1500 timmarna stänger en frekvensstyrd maskin av. Alltså slipper vi den s.k av-lasteffekten på frekvenstyrda maskiner från BIAB.

Driftkostnad/ år					
Kompressor	**Driftid avlast**	**Avlast (kW)**	**kWh/år**	**kWh (kr)**	**Driftkostnad/år**
Frekvensstyrd	4500	15,5	69750	1	69 750,00 kr

Besparingspotential sammafattning

Sammanfattning

Totalkostnad för energiförbrukning kompressor 1 är 102 000 SEK/år.

Totalkostnad för energiförbrukning kompressor 2 är 69 750 SEK/år.

Det gör en skillnad på
102 000 SEK – 69 750 SEK = 32 250 SEK/år.

Eller

32 250 SEK/102 000 SEK = 31 %
i besparing per år.

Man räknar med att spara igen den något högre investeringskostnaden på 1-2 år om man väljer en frekvensstyrdmaskin ur BIAB:s sortiment.

Tänk även på den mängd koldioxid som vi spar i och med att välja det varvtalsstyrda exemplet. Om man börjar komma upp i storlekarna så vi är på kompressorer runt 75 kW större blir motsvarande besparing enorm.

Worthington Creyssensac RLR30 V

Tre av Marks frekvensstyrda maskiner

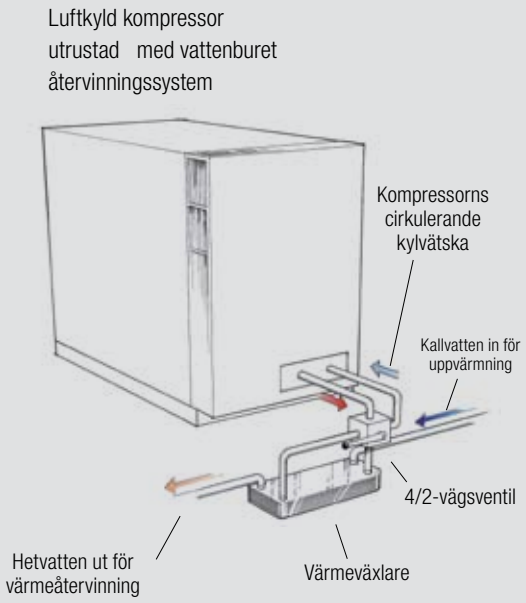
Värmeåtervinningssystem

Energiåtervinning från vätskeinsprutade skruvkompressorer

En luftkompressor installeras för att förse någon form av produktionssystem med energi i form av tryckluft. Vid komprimering av luft i kompressorn bildas också energi i form av värme. Denna energimängd är lika stor som den energi som tillförs kompressorns drivmotor. En liten del av värmeenergin finns kvar i tryckluften. Detta märks genom att utgående tryckluft har en något högre temperatur än den i kompressorn insugna omgivningsluften. Ytterligare en liten del av värmen överförs till kompressorns omgivning i form av strålningsvärme. Resterande, c:a 90 % av den tillförda energin, består av värmeenergi som i de flesta fall kan tas till vara från kompressorn och därmed avsevärt förbättra ekonomin för tryckluftsproduktionen.

Värmeåtervinningssystem

Vätskeinsprutade skruvkompressorer som här behandlas, är försedda med två värmeväxlare i vilka bortkylning av den alstrade värmeenergin skall ske. En värmeväxlare för kylning av den utgående komprimerade och varma luften; i denna skall c:a 10 % av tillförd energi bortkylas. En värmeväxlare för den i skruvkompressorn cirkulerande kylvätskan; i denna skall resterande värmeenergi c:a 80 % bortkylas. Kylmediet som skall fungera som värmebärare kan vara luft eller vatten.



Vattenburen värmeåtervinning

Är ett alternativ som kan vara intressant om möjlighet finns att t.ex. förvärma returvatten i ett värmesystem, återvärma vatten i ett fjärrvärmesystem eller värma processvatten.

På den luftkylda kompressorn anslutes en värmeväxlare kylvätska/vatten i serie med den ordinarie värmeväxlaren kylvätska/luft som i detta fall fungerar som reserv- eller restkylare. Primärt sker kylning i värmeväxlaren kylvätska/vatten i vilken vattnet kan nå en temperatur av upp till ca. 70°C.

Ca. 80 % av den till kompressorn tillförda energin kan överföras till vattnet som temperaturhöjning och alltså återvinnas med denna metod.

Luftburen värmeåtervinning

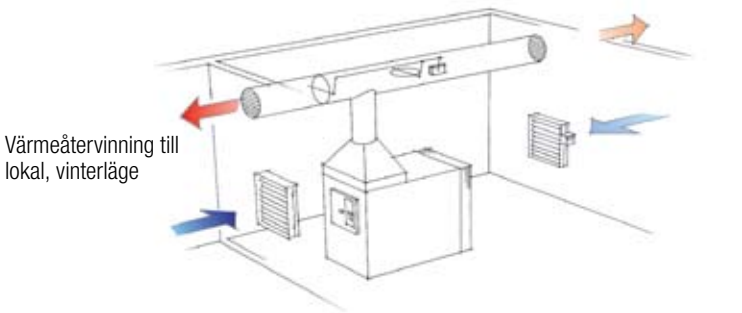
En enkel och billig metod som i de flesta installationer ger snabb återbetalning av investeringskostnaden.

Vintertid leds den varma luften från kompressorn luftuttag in i angränsande lokal genom en kanal. Luft återförs från denna lokal till kompressorrummet genom ett spjäll.

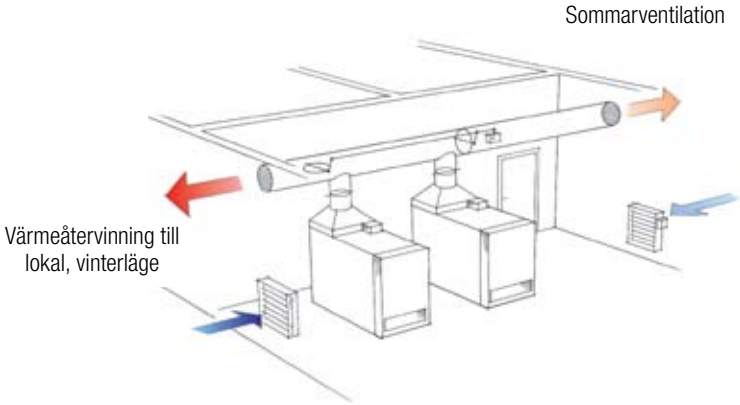
Sommartid tas kylluften utomhus genom ett spjäll och återförs utomhus genom kanalen som då är stängd för värmeåtervinning till angränsande lokal.

Vid ett gemensamt system för värmeåtervinning från dubbla kompressorer monteras ett spjäll på varje kompressor som förreglas med kompressorns drivmotor. På detta sätt hindras varm luft att tryckas tillbaka i en kompressor som står still.

Enkel kompressorinstallation:



Dubbel kompressorinstallation:



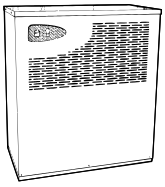
Exempel på vattenflöde genom värmeväxlare för några olika temperaturintervall vid vattenburen energiåtervinning.

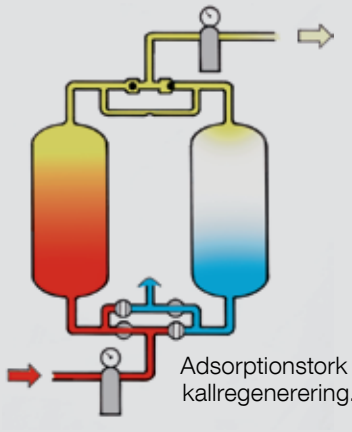
Tillförd effekt kompressor					
kW	30	45	75	110	160
Återvunnen effekt, kW					
kW	24	36	60	88	128
Vattenflöde, l/tim vid vattentemperatur grader °C					
°C, in/°C, ut, l/tim					
10/70	340	520	860	1 260	1830
40/70	690	1 030	1 720	2 520	3670
55/70	1 380	2 060	4 130	5 050	7340

ATT TORKA TRYCKLUFT

Tryckluftstorken

I torkprocessen avlägsnas fukt ur tryckluften. Torr tryckluft minskar risken för korrosionsskador i tryckluftssystemet och förbättrar driftsekonomin för de maskiner och verktyg som ansluts. Torkning sker huvudsakligen med två metoder, kyltorkning eller adsorptionstorkning.





Adsorptionstork med kallregenerering.

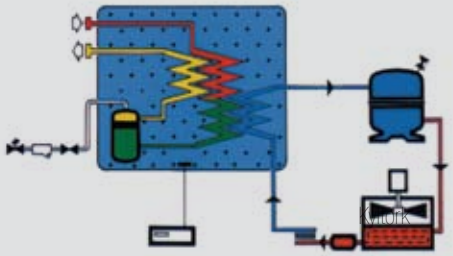
Adsorptionstorken

Adsorptionstorken består av två tryckbehållare som båda innehåller ett torkmedel, vanligtvis aluminiumoxid, kiselgel eller en blandning av dessa.

Tryckluften passerar genom den ena behållaren och torkas till följd av kontakten med torkmedlet till en daggpunkt av –25o C eller lägre. Större delen av den torra tryckluften passerar sedan direkt ut i tryckluftssystemet. Resterande del, 3–15 %, leds in i den andra behållaren där den expanderar till atmosfärstryck. Den torra, expanderade luften absorberar nu fukten ur denna behållares torkmedel för att sedan, tillsammans med fukten, släppas ut i omgivningen.

Efter en bestämd tid växlar behållarna funktion och vi får på så sätt en kontinuerligt arbetande torkprocess.

Adsorptionstorken är känslig för olja och vatten i tryckluften och skall alltid föregås av ett olje- och vattenavskiljande filter.



Kyltorken

Kyltorken innehåller en kylmaskin med kylkompressor, värmeväxlare och ett köldmedie. Tryckluften kyls till mellan ±0 och +6o C, kondensvattnet fälls ut och avskiljs sedan automatiskt.

Kyltorken ger tryckluften en daggpunkt av +3 till 10° C, vilket är tillräckligt för att få kondensfri tryckluft för användning i uppvärmda lokaler.

Kyltorken är enkel att installera, kräver litet tillskott av energi och är relativt okänslig för olja i tryckluften. Ett oljeavskiljande filter bör däremot monteras efter torken för att minska eventuella oljerester i tryckluften.

Dimensionering av tryckluftstorken

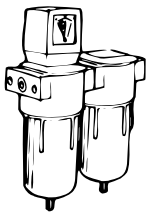
För att välja rätt kapacitet på tryckluftstorken ska följande faktorer beaktas:

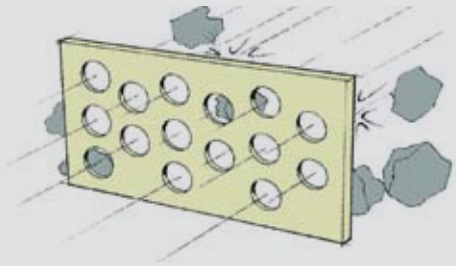
- Vilken temperatur och vilket tryck har tryckluften före torken?
- Hur stor är flödesmängden genom torken?
- Vilken daggpunkt önskas efter torkprocessen?
- Vilken temperatur har omgivningsluften?

ATT FILTRERA TRYCKLUFT

Tryckluftsfiltret

Genom att installera filter i tryckluftssystemet kan halten av föroreningar minimeras till en för arbetsluften acceptabel nivå eller helt elimineras om så krävs. Vi skiljer i huvudsak på tre olika metoder för filtrering av tryckluft och gaser; ytfiltreing, djupfiltrering samt filtrering med aktivt kol.



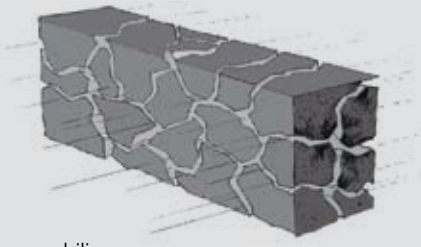


Ytfilter avskiljer partiklar

Ytfiltrering

Ett ytfilter fungerar som en sil. Partiklar som är större än hålen i filterelementet fastnar på ytan medan mindre partiklar passerar. Genom att anpassa filtermaterialets hålstorlek kan filtrets förmåga att avskilja partiklar ned till en viss storlek bestämmas.

När filterhålen sätts igen ökar tryckfallet och filterelementet måste rengöras eller bytas. Materialet i ett ytfilter kan vara t.ex. cellulosafibrer, polyethylenplast eller sintermetall.



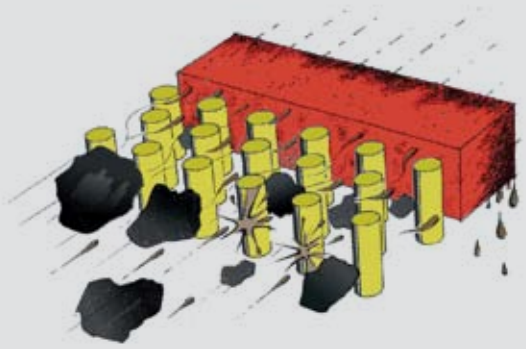
Kolfilter avskiljer oljeånga och gaser

Filtrering med aktivt kol

Vid filtrering genom en bädd av aktivt kol absorberas både oljeångor och vissa gaser. Tryckluften blir på så vis lukt- och smakfri. Normalt kan det aktiva kolet i ett filterelement uppta olja till c:a 15 % av kolmängdens vikt innan det är mättat. När kolet är mättat byts filterelementet ut.

Denna typ av filter skall alltid föregås av ett djupfilter i vilket ev. oljedroppar avskiljs. Tryckluften bör även ha torkats i en tryckluftstork före filtrering genom aktivt kol.

Djupfilter avskiljer olja och partiklar



Djupfiltrering

Vid djupfiltrering avskiljs olja och partiklar ur tryckluften genom ett filterelement av glasfibrer. Oljedropparna fastnar på fibrerna, oljan pressas ut genom dem och avleds slutligen via en dräneringsventil i botten av filterhuset.

Fasta partiklar fastnar mellan fibrerna. När filtermaterialet satts igen av föroreningar ökar tryckfallet över filtret och filterelementet måste bytas. Filtret avskiljer oljan effektivast när tryckluften har låg temperatur (+20° C eller lägre) och då lufthastigheten genom filtret är den rätta.

TEKNISK INFORMATION

Tryckluftsekonomi

Rätt tryck är viktigt

Tryckluftsdrivna verktyg inom industrin är i regel konstruerade för ett arbetstryck av 600 kPa. Kompressorns arbetstryck bör vara något högre för att kompensera tryckförluster på vägen fram till verktyget.

Att trycket faller har stor inverkan på verktygens effektivitet. Om trycket, som försörjer t.ex. en borrmaskin, minskar från 600 till 500 kPa minskar effekten med ungefär 25 %, vilket naturligtvis gör att arbetet med borrmaskinen går långsammare.

Att mata verktygen med för högt tryck är inte heller bra. En ökning av trycket från 600 till 900 kPa gör att en mutterdragare blir 50 procent starkare men också 50 procent överbelastad. Överbelastning leder i sin tur till skador och förkortad livslängd på verktyget.

Vid ökande arbetstryck ökar dessutom tryckluftsförbrukningen och därmed också energikostnaden.

Tryckluftsförbrukning

Tryckluftsförbrukningen i en tryckluftsmaskin ökar med trycket enligt följande:

Arbetstryck kPa	Korrektionsfaktor
500	0,80
600	1,00
700	1,20
800	1,40
900	1,60
1 000	1,80

Exempel:

En slipmaskin som enligt leverantören förbrukar 700 l/min vid 600 kPa kommer att förbruka 700 x 1,6 = 1 120 l/min vid 900 kPa.

Torr tryckluft är ekonomisk tryckluft!

En kompressoranläggning utan tryckluftstork förser ledningsnätet med tryckluft som har en relativ fuktighet av 100 % och följaktligen en daggpunkt som är densamma som tryckluftens temperatur.

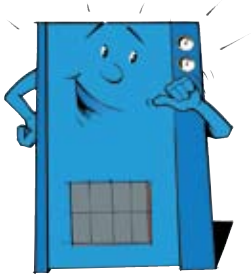
För varje grads temperatursänkning i ledningssystemet kommer kondensvatten att fällas ut och orsaka korrosionsskador i ledningar och i anslutna verktyg och maskiner.

Vatten i ledningssystemet kräver också kontinuerligt underhåll av vattenavskiljare och filter. Dessutom kommer slitaget på tryckluftsverktygen att öka.

En tryckluftstork i anläggningen undanröjer dessa problem och de extra kostnader de medför.

Kompressorns placering

Generellt sett skall kompressorn placeras så nära arbetsplatsen som möjligt.



Vid större anläggningar är en centralt placerad kompressoranläggning att rekommendera framför att ha kompressorer vid varje arbetsenhet. Fördelarna med detta är många:

- Det blir lättare att optimera kompressoranläggningens kapacitet, vilket ger lägre energi- och investeringskostnader.
- Samkörning av flera kompressorer ger bättre driftsekonomi.
- Enklare övervakning ger lägre underhållskostnader.
- Ventilation och värmeåtervinning kan effektiviseras med minskad energikostnad som följd.

Kostnad för tryckluften

Under en kompressoranläggnings tekniska livslängd av 10 år fördelar sig kostnaden för tryckluften ungefär på följande sätt:

• energikostnad	73 %
• kapitalkostnad	18 %
• servicekostnad	9 %

Den totala energikostnaden är således det man i första hand skall titta på.

Varje enhet i tryckluftssystemet förbrukar energi direkt eller indirekt genom att orsaka tryckförluster. Dessa måste kompenseras med ett högre kompressortryck, vilket ger en högre energiförbrukning. För varje 10 kPa (0,1 bar) ökning av kompressorns arbetstryck ökar effektbehovet med c:a 0,7 %.

För att få så låg energiförbrukning som möjligt bör man tänka på följande:

- Välj en så stor luftbehållare som möjligt. Kompressorns reglersystem kan då arbeta optimalt för lägsta energiförbrukning.
- Ställ kompressorns arbetstryck så lågt om möjligt.
- Dimensionera tilläggsutrustning som trycktryckluftstork och filter med tanke på lågt tryckfall.
- Dimensionera tryckluftsledningarna för lågt tryckfall (se sid. 68).
- Byt filter regelbundet för att minimera tryckförluster.
- Kontrollera tryckluftssystemet regelbundet med avseende på läckage. Reparera genast läckande ledningar, slangar och kopplingar.
- Utnyttja om möjligt värmeåtervinning från kompressorn (se sid. 34–35).
- Investera i en modern samkörningsautomatik som anpassar kompressorernas driftcykel efter tryckluftsbehovets svängningar (se sid. 59).
- Minska tryckluftsförbrukningen genom att installera en sparautomatik till adsorptionstorken om en sådan finns i anläggningen.

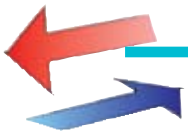
Krav på luften som skall komprimeras

Kompressorns insugningsluft skall vara så fri från partiklar och gasformiga föroreningar som möjligt.

Tänk på att kolväten som t.ex. fordonsavgaser kan finnas i omgivningsluften. När dessa komprimeras med luften i kompressorn, blir den koncentration av giftiga avgaser som uppstår livsfarlig om tryckluften skall användas som andningsluft.

Se därför till att kompressorrummets luftintag är placerat där ren luft finns att tillgå och förse det med ett dammfilter!

Så kall insugningsluft som möjligt är en fördel för kompressorn och dess funktion.



Värmeåtervinning

I princip kan 100 % av den energi som tillförs kompressorns motor återvinnas i form av värme.

Värmen från en luftkyld kompressor återvinns i form av uppvärmd ventilationsluft för lokaluppvärmning.

En vattenkyld kompressor ger primärt uppvärmt kylvatten som kan användas direkt eller indirekt som process- eller tappvatten. Värmeenergin i kylvattnet kan omvandlas till varmluft för lokaluppvärmning i en s.k. aerotemper.

Att anpassa kompressorn för värmeåtervinning är relativt enkelt och betalar sig i många fall snabbt.

Exempel på tryckluftsförbrukning för några vanliga maskiner

Utrustning	Tryckluftsförbrukning l/min	Utnyttjandefaktor* i verksamhet	
		Tillverkningsindustri	Serviceverkstad
Borrmaskin 10 mm	500	0,2	0,1
Vinkelslipmaskin 5”	900	0,2	0,2
Vinkelslipmaskin 7”	1 600	0,1	0,1
Polermaskin	900	0,1	0,2
Mutterdragare 1/2”	450	0,2	0,1
Mutterdragare 1”	800	0,2	0,1
Slagghacka	400	0,1	0,05
Lackslipmaskin	500	0,2	0,3
Renblåsningspistol	350	0,05	0,05
Färgpistol	300	0,6	0,1
Mindre blästerpistol	300	0,1	0,2
Fristrålebläster 6 mm	2 000	0,6	0,1
Fristrålebläster 8 mm	3 500	0,6	0,1
Andningsmask lätt arb.	50	0,6	0,2
Andningsmask tungt arb.	200	0,6	0,2

*) Utnyttjandefaktorn kan variera stort inom olika användningsområden.Angivna värden kan endast användas som riktvärden.

Exempel på beräkning av en bilverkstads genomsnittliga tryckluftsbehov:

2 st borrmaskiner	2 x 500 x 0,1 = 100
2 st mutterdragare 1/2”	2 x 450 x 0,1 = 90
1 st polermaskin	900 x 0,2 = 180
1 st lackslipmaskin	500 x 0,3 = 150
1 st färgpistol	300 x 0,1 = 30
3 st renblåsningspistoler	3 x 350 x 0,05 = 53
Summa förbrukning:	603 l/min
Tillägg för läckage 10 %:	60
Reserv för framtida behov 30 %:	180
Underlag för val av kompressor:	843 l/min

Vid val av kompressor skall hänsyn tas till kompressorns utnyttjandegrad.
För skruvkompressor kan t.ex. väljas 70 % utnyttjandegrad vilket i detta fall innebär en lämplig kompressorkapacitet av c:a 1 200 l/min.

Vid beräkning skall dessutom hänsyn tas till hur många maskiner som samtidigt kan vara i drift.

Formel för överslagsberäkning av tryckluftsförbrukning hos en tryckluftscylinder:

$$x\,S \times P \times A \times F = L \qquad \frac{D \times D \times 3{,}14}{4}$$

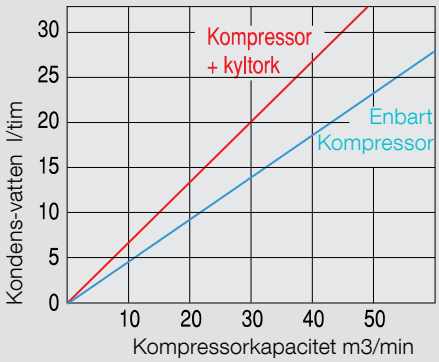
S = slaglängd i dm
D = kolvdiametern i dm
P = arbetstrycket i bar
A = funktionssättet: dubbelverkande = 2, enkelverkande = 1
F = frekvensen, antal slag/min
L = tryckluftsförbrukningen i l/min

I beräkningsformeln har hänsyn inte tagits till kolvstångens volym, vilket gör att ett något högre värde än det teoretiskt korrekta erhålls. Detta kan dock i en praktisk beräkning utgöra en marginal.

Hur mycket kondensvatten producerar kompressoranläggningen?

Förutsättningar för tabellen:
Kondensmängd kalkylerad vid 20° C ingående lufttemperatur i kompressorn, 70 % relativ fuktighet och 800 kPa arbetstryck.

Exempel:
Kompressorkapacitet: 20 m3/min (med efterföljande kyltork).
Produktionstid: 10 tim/dag, 20 dagar/mån.
Producerad kondensmängd: 13,5 l/tim, vilket innebär 135 l/dag, eller 2 700 l/mån.



Klassificering av tryckluftens kvalitet Luftens vatteninnehåll

ISO-norm 8573.1 för klassificering av tryckluftens kvalitet

Det europeiska sammarbetsorganet för leverantörer av tryckluftsutrustningar, PNEUROP, har utarbetat en ISO-norm för klassificering av tryckluftens innehåll med avseende på fasta partiklar, vatten och olja.

Kvalitets-klass	Halt fasta partiklar		Vatteninnehåll		Oljehalt
	Max. storlek my	Max. mängd mg/m3	Daggp. oC	Mängd g/m3	Max. mängd mg/m3
1	0,1	0,1	– 70	0,003	0,01
2	1	1	– 40	0,11	0,1
3	5	5	– 20	0,88	1,0
4	40	10	+ 3	6,0	5
5	–	–	+ 7	7,8	25
6	–	–	+10	9,4	–

Typiska krav på tryckluftens kvalitetsklasser enl. ISO 8573.1 för några användningsområden

Användningsområde	Kvalitetsklass Halt fasta partiklar	Vatteninnehåll	Oljehalt
Luftomröring	3	6	3
Luftmotorer, stora	4	5–2	5
Luftmotorer, miniatyr	3	4–2	3
Luftturbiner	2	3	3
Transport av granulat	3	5	3
Transport av pulver	2	4	2
Fluidistorer	2	3–2	2
Gjuterimaskiner	4	5	5
Kontakt med livsmedel	2	4	1
Tryckluftsverktyg, industri	4	6–5	4
Gruvmaskiner	4	6	5
Förpackningsmaskiner	4	4	3
Textilmaskiner	4	4	3
Pneumatiska cylindrar	3	4	5
Filmhantering	1	2	1
Precisionsregulatorer	3	3	3
Processinstrument	2	3	3
Sandblästring	-	4	3
Sprutmålning	3	4–3	3
Svetsmaskiner	4	5	5
Verkstadsluft allmänt	5	4	5

Luftens vatteninnehåll vid olika daggpunkter

Daggpunkt C°	g/m3	Daggpunkt C°	g/m3	Daggpunkt C°	g/m3	Daggpunkt C°	g/m3
+ 100	588,208	58	118,199	16	13,531	-26	0,51
98	550,375	56	108,2	14	11,987	28	0,41
96	514,401	54	98,883	12	10,611	-30	0,33
94	480,394	52	90,247	10	9,356	-32	0,271
92	448,308	50	82,257	8	8,243	-34	0,219
90	417,935	48	74,871	6	7,246	-36	0,178
88	389,225	46	68,056	4	6,356	-38	0,144
86	362,124	44	61,772	2	5,571	-40	0,117
84	336,661	42	55,989	+-0	4,868	-42	0,093
82	311,616	40	50,672	-2	4,135	-44	0,075
80	290,017	38	45,593	-4	3,513	-46	0,061
78	268,806	36	41,322	-8	2,984	-48	0,048
76	248,841	34	37,229	-12	2,156	-52	0,031
72	212,648	30	30,078	-14	1,81	-54	0,024
70	196,213	28	26,97	-16	1,51	-56	0,019
68	180,855	26	24,143	-18	1,27	-58	0,015
66	166,507	24	21,587	-19	1,05	-60	0,011
64	153,103	22	19,252	-20	0,88	-70	0,0033
62	140,659	20	17,148	-22	0,73	-80	0,0006
60	129,02	18	15,246	-24	0,61	-90	0,0001

Tryckluftsflöden genom rör och munstyoken

Maximalt rekommenderat tryckluftsflöde genom rör (Flödet räknat i l/s)

Tryck bar	Tryck kPa	Nominell invändig rördiameter 6 mm	8 mm	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	65 mm	80 mm
0,4	40	0,3	0,6	1,4	2,6	4	7	15	25	45	69	120
0,6	60	0,4	0,9	1,9	3,5	5	10	20	30	60	90	160
1,0	100	0,5	1,2	2,8	4,9	7	14	28	45	80	130	230
1,6	160	0,8	1,7	3,8	7,1	11	20	40	60	120	185	330
2,5	250	1,1	2,5	5,5	10,2	15	28	57	85	170	265	470
4,0	400	1,7	3,7	8,3	15,4	23	44	89	135	260	410	725
6,3	630	2,5	5,7	12,6	23,4	35	65	133	200	390	620	1 085
8,0	800	3,1	7,1	15,8	29,3	44	83	168	255	490	780	1 375
10,0	1 000	3,9	8,8	19,5	36,2	54	102	208	315	605	965	1 695
12,5	1 250	4,8	10,9	24,1	44,8	67	127	258	390	755	1 195	2 110
16,0	1 600	6,1	13,8	30,6	56,8	85	160	327	495	955	1 515	2 665
20,0	2 000	7,6	17,1	38	70,6	105	199	406	615	1 185	1 880	3 315

Anmärkning
Flödesvärdet är beräknat efter följande tryckfall:10 % av begynnelsetrycket per 30 m ledning i dim. 6–15 mm5 % av begynnelsetrycket per 30 m ledning i dim. 20–80 mm.

Minsta rekommenderade innerdiameter för stamledning i mm (Vid 700 kPa och tryckfallet 10 kPa)

Luftflöde l/s	Ledningslängd i meter 25	50	75	100	150	200	300	400	500
10	16	18	20	21					
20	21	24	26	27	30				
30	24	28	30	32	34	36	39		
50	29	33	38	41	44	47	51		
75	33	39	42	44	48	51	55	58	61
100	37	43	46	49	53	56	61	65	68
125	41	47	50	53	58	61	67	70	74
150	43	50	54	62	66	71	75	79	83
200	48	55	60	64	69	73	79	84	88
300	56	64	70	74	80	85	92	97	102
400	62	71	77	82	89	94	102	108	113
500	68	78	83	89	97	102	111	117	123
600	72	83	90	95	103	109	119	126	131

Välj närmast större standarddimension på rör än vad tabellen visar.

Luftflöde genom munstycke vid olika tryck och expansion till atmosfärstryck efter munstycket
(Tabellens värden i l/min vid +15o C tryckluftstemperatur)

Munstycke diam. mm	Tryck kPa 200	300	500	700	900	1 200	1 500
1,0	17	26	44	61	79	105	132
1,5	39	59	99	138	178	238	297
2,0	70	105	176	246	317	423	529
3	158	238	396	555	714	952	1 190
4	282	423	705	987	1 270	1 694	2 116
5	441	661	1 100	1 543	1 984	2 646	3 308
6	634	952	1 588	2 223	2 857	3 810	4 763
8	1 129	1 693	2 822	3 951	5 080	6 771	8 464

Värdena enligt tabell avser luftflödet genom ett väl utfört munstycke med rundad inloppskant. För munstycke med skarp inloppskant skall värdena multipliceras med 0.9.
OBS! Värdena är ungefärliga då luftflödet i hög grad påverkas av munstyckets utformning.

Ventilationsbehov/ Värmeåtervinning

Ventilationsbehov för kompressorrum med luftkyld kompressor och fritt utsläpp av kompressorns kylluft i rummet

Kompressorns motoreffekt kW	Erforderlig fläktkapacitet * m³/s	Lämplig storlek på luftintag ** B x H mm
3	0,30	300 x 300
4	0,40	300 x 300
5,5	0,55	400 x 400
7,5	0,75	500 x 500
11,0	1,10	500 x 500
15,0	1,50	600 x 600
18,5	1,85	700 x 700
22	2,20	800 x 800
30	3,0	900 x 900
37	3,7	1 000 x 1 000
45	4,5	1 100 x 1 100
55	5,5	1 200 x 1 200
75	7,5	1 400 x 1 400
90	9,0	1 500 x 1 500

*) Vid +8o C temperaturstegring på ventilationsluften. Fläkten bör termostatstyras efter temperaturen i kompressorrummet.
**) Motsvarar en lufthastighet genom luftintaget av c:a 4 m/s.

Ventilationsbehov för kompressorrum med luftkyld skruvkompressor och kanalanslutning av kompressorns frånluft

Kompressorns motoreffekt kW	Erforderlig lufttillskott * m³/s	Lämplig storlek på luftintag ** B x H mm
4	0,22	300 x 300
5,5	0,32	400 x 400
7,5	0,45	400 x 400
11,0	0,53	500 x 500
15,0	0,70	500 x 500
18,5	0,75	600 x 600
22	0,80	600 x 600
30	1,34	700 x 700
37	1,40	700 x 700
45	1,80	800 x 800
75	2,80	1 000 x 1 000
90	3,40	1 100 x 1 100

*) Tillåtet max. tryckfall i kompressorns frånluftskanal: 30 Pa. Vid risk för större tryckfall skall hjälpfläkt installeras.
**) Motsvarar en lufthastighet av c:a 3 m/s. Temperaturökningen av kylluften vid kanalanslutning av kompressorn är c:a 20o C.
Tabellen avser skruvkompressorer serie RLC, RLE och RL och kan för överslagsmässiga beräkningar användas för andra modeller av skruvkompressorer med liknande konstruktion.

Några användbara formler och tumregler vid beräkning av värmeåtervinning

Vattenuppvärmning: $\frac{\text{Effekt i kW x 860}}{\text{Vattenflöde l/tim}}$ = Temperaturstegringen i °C

Luftuppvärmning: $\frac{\text{Effekt i kW}}{\text{1,25 x luftflöde i m3/s}}$ = Temperaturstegringen i °C

Energibehov för uppvärmning av normalisolerad verkstadslokal: c:a 1 kW/dygn/m³ (luftvolym i lokalen).
Eldningsoljas värmeinnehåll vid normal verkningsgrad i varmluftspanna: c:a 8 kW/l olja.

Elmotorer, Generell information

Snabbvalstabell

Elmotordata		Min. kabelarea	Rek. trög säkring vid start	
Effekt kW	Märkström vid 400 V A	enl. SIND-FS §21 A-förl. Cu kabel mm2	Direkt A	Y-D A
0,37	1,1	1,5	4	
0,55	1,7	1,5	6	
0,75	2,1	1,5	10	
1,1	2,7	1,5	10	
1,5	3,7	1,5	10	
2,2	5,3	1,5	10	
3,0	7,1	2,5	16	
4,0	9,5	2,5	20	16
5,5	12	2,5		25
7,5	16	6		25
11	22	6		35
15	30	10		50
18,5	36	10		50
22	44	10		63
30	60	16		80
37	72	25		100
45	85	35		100
55	106	50		125
75	145	70		200
90	175	95		200
110	210	150		250
132	255	185		315
160	290	240		355

Värdena i tabellen är riktvärden som avser tre-fas, 2-poliga, helkapslade standardmotorer.
Tabellen utgör endast en rekommendation. Rådgör med elektriker för detaljerad information i varje särskilt fall.

Märkström
är den ström en elmotor tar ut från nätet vid 100 % belastning och vid angiven spänning.

Motorskydd
rekommenderad inställning av 3-fasmotors motorskydd.

Huvudsäkring
För kompressorer rekommenderas huvudsäkring av konventionell typ med värde minst 1,5 x motorns märkström. S.k. automatsäkring rekommenderas inte. Om denna typ användes måste säkringsklassen vara "K", men även denna kan vara för snabb för att klara motorns startström.

Startström
är den ström en elmotor förbrukar under uppstart. Startströmmen står i direkt proportion till elmotorns märkström. Som tumregel kan startströmmen vid direktstart beräknas till c:a 7 gånger märkströmmen.
Vid Y-D start kan startströmmen beräknas till c:a 2,5 gånger märkströmmen. Den maximala startströmmen varar endast bråkdelen av en sekund, därefter avklingar strömmen mot värdet av märkströmmen i och med att motorn ökar varvtalet.

Tomgångsström
kan som en tumregel beräknas till c:a 40 % av märkströmmen. Detta innebär att motorns verkningsgrad sjunker kraftigt om inte motorn belastas till full axeleffekt.

Isolationsklass
beskriver elmotorns förmåga att tåla temperaturstegring i lindningarna. De vanligaste isolationsklasserna är B och F.
B klarar en temperatur i lindningen av +130° C medan F klarar +155° C.
B och F är dimensionerade för +40oC omgivningstemperatur.

Kapslingsklass eller skyddsform
för en elmotor eller elutrustning anges med bokstäverna IP följda av två siffror.
Vanliga kapslingsklasser för motorer och elektrisk utrustning är IP23, IP54, IP55 och IP65.
Den första siffran anger skydd mot främmande föremål, andra siffran anger skydd mot vatten.

Grad av skydd 1:a siffran:	Grad av skydd 2:a siffran:
2. skydd mot fasta föremål större än 12 mm,	3. strilsäker,
5. dammsäker,	4. striltätt,
6. dammtätt.	5. spolsäker.

Lagar och bestämmelser

Lagar och bestämmelser i samband med tryckluftsutrustningar

CE-märkning

Införande av CE-märkning är en följd av att EES-avtalet trädde i kraft den 1 januari 1994. Följande CE-direktiv kan vara aktuella för kompressorer:

Tryckutrustningsdirektivet (PED)-97/23/EC.

För s.k. enkla serietillverkade tryckkärl för max. 3 000 kPa (30 bar) tryck gäller gemensamma bestämmelser inom EU. Tryckkärlen skall vara CE-märkta och skall medföljas av eller vara försedda med intyg om konstruktion, produktionskontroll och instruktioner för tryckkärlets handhavande.

Tryckkärl tillverkade enligt svensk standard utan CE-märkning accepteras för nyinstallationer i Sverige t.o.m. maj år 2002.

Besiktning av tryckkärl

De regler som gäller besiktning av tryckkärl (AFS 1994:53) och rörledningar återfinns i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter AFS 1994:39 Tryckkärl. En kort sammanfattning följer nedan:

Tryckkärl:

Installationsbesiktning skall utföras av s.k. ackrediterat organ för varje nyinstallerat tryckkärl med produkten P (tryck i bar) x V (volym i liter) större än 1 000.

Ex. En behållare med 10 bar arbetstryck och 101 liters volym skall installationsbesiktigas innan den får tas i bruk.

Revisionsbesiktning skall utföras av ackrediterat organ efter ändring eller skada av tryckkärl med P x V större än 200.

Återkommande besiktning skall utföras av ackrediterat organ för tryckkärl med P x V större än 1 000.

Tidsperioden mellan de återkommande besiktningarna avgörs av det ackrediterade organet vid installationsbesiktningen. Normalt är intervallet tre år.

Rörledningar:

Installationsbesiktning skall utföras av ackrediterat organ för varje nyinstallerat rörsystem med produkten P (tryck i bar) x DN (innerdiameter i mm) större än 700.

Revisionsbesiktning skall utföras av ackrediterat organ efter ändring eller skada av rörsystem med P x DN större än 700.

Återkommande besiktning skall utföras av ackrediterat organ för rörsystem med P x DN större än 1 500.

Avveckling av ozonpåverkande köldmedie CFC och HCFC s.k. freoner

Den första januari 1995 infördes totalstopp för import och framställning av CFC-medier i Sverige och Europa. Förbudet gäller bl.a. köldmedierna R11, R12, R113, R114, R115, R500 och R502.

Enligt regeringsbeslut i Sverige är det dessutom för dessa köldmedier:

- påfyllnadsförbud fr.o.m. 1 januari 1998,
- användningsförbud fr.o.m år 2000.

Befintliga stationära enhetsaggregat med mindre än 900 g köldmedie undantas dock från CFC-användningsförbudet t.o.m. år 2004.

För HCFC-ämnena R22, R123, R124 och R142b är det enligt regeringsbeslut i Sverige:

- nyinstallationsstopp fr.o.m. 1 januari 1998,
- påfyllnadsförbud fr.o.m år 2002.

Omräkningsfaktorer

Längd SI-enhet	m	1 in = 0,0254 m 1 ft = 0,3048 m 1 yd = 0,9144 m 1 mile = 1609,344 m	1 m	39,3701 in 3,28084 ft 1,09361 yd 0,000621371 mile
Area SI-enhet	m2	1 in2 = 645,16 mm2 1 ft2 = 0,092903 m2 1 yd2 = 0,836127 m2 1 acre = 4046,86 m2	1 m2	1550 in2 10,7639 ft2 1,19599 yd2 0,247105 x 10-3 acre
Volym SI-enhet	m3	1 in3 = 16,3871 ml 1 ft3 = 28,3168 l 1 yd3 = 0,764555 m3 1 UK gal = 4,54609 l 1 US gal = 3,78541 l	1 l	61,0237 in3 35,3147 x 10-3ft3 1,30795 x 10-3yd3 0,219969 UK gal 0,264172 US gal
Massa SI-enhet	kg	1 lb = 0,453592 kg 1 oz = 28,3495 g ton UK = 1016,5 kg ton US = 907,185 kg	1 kg	2,20462 lb 35,274 oz 0,984207 x 10-3 ton UK 1,10231 x 10-3 ton US
Kraft SI-enhet	N	1 kp = 9,80665 N 1 lbf = 4,44822 N	1 N	0,101972 kp 0,224809 lbf
Kraftmoment SI-enhet	Nm	1 kpm = 9,80665 Nm 1 lbf ft = 1,35582 Nm	1 Nm	0,101972 kpm 0,737562 lbf ft
Tryck SI-enhet	Pa	1 bar = 100 kPa 1 kp/cm2(at) = 98,0665 kPa 1 psi = 6,89476 kPa	1 kPa	0,01 bar 0,0101972 kp/cm2(at) 0,145038 psi
Energi SI-enhet	J	1 kWh = 3,6 MJ 1 kpm = 9,80665 J 1 kcal = 4,1868 1 hkh = 2,6478 MJ	1 kj	0,277778 x 10-3 kWh 101,972 kpm 0,238846 kcal 0,377673 x 10-3 hkh
Effekt SI-enhet	W	1 kpm/s = 9,80665 1 kcal/s = 4,1868 kW 1 kcal/h = 1,163 W 1 hk = 735,499 W 1 hp = 745,7 W	1 kW	101,972 kpm/s 0,238846 kcal/s 859,845 kcal/h 1,35962 hk 1,34102 hp
Volymflöde SI-enhet Tilläggsenh.	m3/s l/s	1 m3/min = 16,6667 l/s 1 cfm = 0,471947 l/s 1 m3/h = 0,277778 l/s	1 m3/s	60 m3/min 2118,88 cfm 3600 m3/h
Densitet SI-enhet	kg/m3	1 lb/ft3 = 16,0185 kg/m3 1 lb/in3 = 27679,9 kg/m3	1 kg/m3	0,0624278 lb/ft3 36,127 x 10-6 lb/in3
Spec. energi-förbrukning SI-enhet Tilläggsenh.	J/m3 J/l	1 hkmin/m3 = 44,1299 J/l 1 kWh/m3 = 3600J/l 1 hp/cfm = 1580,05 J/l 1 kWh/ft3 = 127133 J/l	1 J/l	22,6604 x 10-3 hkmin/m3 0,277778 x 10-3 kWh/m3 0,632891 x 10-3 hp/cfm 7,86578 x 10-6 kWh/ft3
Temperatur SI-enhet Tilläggsenh.	K °C	1° C = 1 K 1° F = 0,555556 K	1 K	1° C 1,8° F
Absoluta nollpunkten		0 K –273,15° C –459,67° F		
Isens smältpunkt		273,15 K 0° C 32° F		
Röranslutningar		ansl. 6 = 1/8" " 8 = 1/4" " 10 = 3/8" " 15 = 1/2" " 20 = 3/4"		ansl. 25 = 1" " 32 = 1 1/4" " 40 = 1 1/2" " 50 = 2" " 65 = 2 1/2"

Auktoriserade Servicepartners

Rätt service av din tryckluftsanläggning är grunden för driftsäkerhet och god driftsekonomi.

BIAB Trycklufts auktoriserade servicepartners finns över hela landet. Tillsammans kan vi erbjuda dig vår samlade erfarenhet och en bred kompetens när det gäller kompressoranläggingar.

Originaldelar

Genom våra servicepartners får du alltid orginalreservdelar - något som är mycket viktigt för att bibehålla högsta möjliga säkerhet och ekonomi i din anläggning.

Kontakta Oss

BIAB Tryckluft
Carlavägen 21
771 30 Ludvika

Reservdelar och teknisk support

+ 46 240 660 558
+ 46 240 660 554

Produktsupport Ceccato, Worthington
Creyssensac, MARK

Sverige, Norge, Island:
+ 46 8 743 98 08,

Danmark, Lettland, Litauen:
+ 45 432 41 185

Marknadschef
+ 46 8 743 98 12

BIAB TRYCKLUFT

BIAB TRYCKLUFT