

INDUSTRI-HYDRAULIKK AS



Trykkluftguiden

Trykkluftguiden er laget for at du, som kunde, skal kunne føle deg trygg på din investering.

Vi har samlet vår erfaring i denne guiden og vi vet hvilke spørsmål som kan dukke opp ved en trykklufts installasjon.

Les gjennom denne guiden og ring oss om det dukker opp noen spørsmål.

Industri-Hydraulikk AS er en mangeårig leverandør av industriprodukter beliggende i nedre Glomma regionen mellom Fredrikstad og Sarpsborg

Etablert i 1976.
30 Ansatte.
Bredt varespekter.
Stort og bredt lagerhold av de fleste varegrupper.
4000m² med lager verksted og kontor.

Fokus på å yte salg og service til industrien

Introduksjon

Kjære leser!

Takk for at du leser vår trykkluftguide.

Denne trykksaken er ment som et lite oppslagsverk, med tips og orientering rundt dette med trykkluft.

Produksjon av trykkluft er ganske så kostbart, og er en stor energiforbruker i dagens industri. Derfor er det et stort fokus på å gjøre dette til lavest mulig kostnad, samtidig som man har fokus på rett luftkvalitet, service av installasjonen og at man etterfølger gjeldende lover og regler.

Det er mange hensyn å ta for å kunne designe et best mulig system, og det er viktig å tenke kostnadseffektivt, da de største kostnadene for slike systemer over levetiden er energikostnader.

Industri-Hydraulikk AS, importerer i dag sine kompressorer fra Alup og vår etterbehandlings utstyr fra Pneumatech. Begge aktører er i dag en del av Atlas Copco gruppen.

Dette er fabrikater som gir trygghet for din investering både med hensyn til kvalitet og lavest mulig energikostnad.

Fornøylelig lesning

Med hilsen

Lars Petter Mørck

Innholdsfortegnelse

- Å komprimere luft
 - Om luft
 - Om trykkluft
 - Hva inneholder trykkluft
 - Enheter
 - Hva skjer ved komprimering av luft?
 - Trykkluft som energimedium
- Valg av kompressorinstallasjon
 - Kompressorinstallasjon
 - Å velge trykkluftinstallasjon
 - Anbefalinger ved valg av kompressorinstallasjon
- Stempelkompressor
- Skruekompressor
 - Skruekompressor
 - Frekvensstyrte kompressorer
 - Eksempel på sparepotensiale
 - Oppsummering sparepotensiale
 - Varmegjenvinning system
 - Luftbåren varmegjenvinning
- Trykklufttørke
- Filtre trykkluft
- Teknisk informasjon
 - Trykkluftøkonomi
 - Eksempel på trykklufts forbruk for vanlige maskiner
 - Hvor mye kondensvann produserer trykkluftanlegget
 - Klassifisering av trykkluft kvalitet
 - Luftens vanninnhold
 - Trykkluftstrøm gjennom rør og munnstykker
 - Ventilasjonsbehov/Varmegjenvinning
 - Elmotorer, generell informasjon
 - Lover og bestemmelser
 - Omregningsfaktorer

Å komprimere luft

Hva er det egentlig som skjer når vi komprimerer luft?

Hvordan fungerer en kompressor?

Hva slags kompressor trenger jeg? I denne trykkluftguiden får du svar på disse spørsmålene.

Her forklares også uttrykk som brukes i forbindelse med komprimering av luft. Du får et innblikk i hvordan de ulike delene i et trykkluftanlegg fungerer for å forsyne dine maskiner og verktøy med trykkluft.



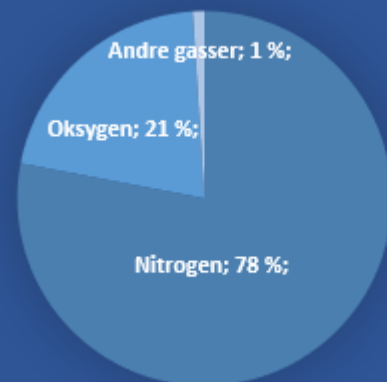
Om luft

Livet på jorda er avhengig av et luftlag, atmosfæren, som omgir vår planet.

Dette luftlaget strekker seg ca. 1000 km ut i rommet.

Det vi i daglig tale kaller luft er en gassblanding som hovedsakelig består av Nitrogen, Oksygen og en større eller mindre del vanndamp.

Luften inneholder også små mengder edelgass, og dessverre en del forurensninger i form av hydrokarboner som vi mennesker produserer.



Om atmosfæretrykk

Ved jordoverflaten har luften en vekt på ca. $1,2 \text{ kg/m}^3$.

Dette innebærer at jordoverflaten og alle objekter på den utsettes for et trykk som vi kaller lufttrykk eller atmosfæretrykk.

Dette trykket tilsvarer tyngden av en søyle med luft med baseområde 1 cm^2 og høyde 1000 km, dvs. fra jordoverflaten til øverste grense i atmosfæren. Lufttrykket avtar med stigende høyde, det halveres ca. hver 5. km oppover og vi sier at luften blir tynnere.



Om trykkluft

Luft kan i motsetning til væsker komprimeres, dvs et gitt volum luft kan minskes med økt trykk.

Kompresjon skjer i en maskin med tilhørende kraftkilde, en kompressor.

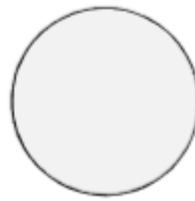
Kompressoren kan i sin enkleste form være en fotpumpe med menneske som kraftkilde.

Luft suges inn i pumpen og presses sammen til ca $\frac{1}{4}$ av sitt opprinnelige volum.

Luftens trykk i fotballen stiger dermed til

4 ganger atmosfæretrykk.

Vi har fått trykkluft i ballen.



Hva inneholder trykkluft ?

Trykkluften som kompressoren produserer inneholder naturligvis de samme gasser som luften den suger inn.

Også vanndamp, som finnes i luften komprimeres og trykkluften får derfor høy luftfuktighet.

Trykkluft fra en oljesmurt kompressor inneholder dessuten små oljerester fra kompressorens smøresystem.

Avhengig av hva trykkluften skal brukes til, stilles ulike krav til hva som kan aksepteres av forurensninger.

Ofte må trykkluftens kvalitet forbedres gjennom tørking (luftfuktighet reduseres)
og filtrering (olje og andre partikler elimineres)

Trykkluftens kvalitet kan angis i ulike klasser i henhold til et internasjonalt system; ISO for eksempel

Enheter

Lufttrykk

I det internasjonale enhetssystemet er Pa (pascal) vedtatt grunnenhet for trykk.

Ettersom 1 pascal i trykkluft er et veldig lite trykk, brukes normalt enheten

kPa (1 kilopascal = 1000Pa)

Eller

MPa (1 megapascal = 1000 kPa)

Det normale lufttrykket ved jordens overflate kan angis på forskjellige måter med stort sett motsvarende betydelse

1 atm (amosfær) =

1 kp/cm² (kilopound/cm²)

100 kPa (kilopascal) = 1 bar

Trykkluft

Trykkluftens trykk angis vanligvis som overtrykk, dvs, trykk over normalt lufttrykk.

Dette er som regel underforstått, men kan tydeliggjøres med en (e), kPa(e)

En kompressors arbeidstrykk angis som regel med overtrykk.

En kompressors kapasitet, dvs, hvor mye trykkluft som kan leveres per tidsenhet angis i:

l/min (liter/minutt)

l/s (liter/sekund)

m³/min (kubikkmeter/minutt)

Kapasiteten henviser til atmosfæretrykk ekspandert luft.

En (N) foran enheten, for eksempel (N)l/s står for «normal» og innebærer at volumangivelsen gjelder **med et spesifikt omgivelsestrykk og en spesifikk temperatur.**

I mindre tilfeller kan (N)l/s likestilles med l/s, men hvis man skal utføre større beregninger gir det utslag.

Faktor for å regne ut FAD (Som er mest vanlig) er 1,013 bar(a)

Hva skjer ved komprimering av luft?

Varme

Effekten som tilføres kompressoren gjøres om til varme i kompresjonsprosessen uansett type kompressor. Den totale varmeutviklingen er følgelig alltid like stor som den tilførte effekten

En relativt liten kompressor med motoreffekt på 3 kW utvikler altså like mye varme som et badstue-aggregat!

For å optimalisere totaløkonomien i et kompressoranlegg kan denne varmen gjenvinnes som oppvarming av lokaler for eksempel.

For å hindre overoppheting er det viktig å påse at kjøling av kompressoren er riktig dimensjonert.

Kjøling skjer oftest med luft, men kan også være vann.



Vanndamp

Etter kompresjon og en viss nedkjøling er trykkluften mettet med vanndamp, og har med andre ord, en relativ fuktighet på 100 %.

Når trykkluften går gjennom trykkluftsystemet kjøles denne dampen og kondenserer til vann.

Temperaturen som dette skjer på kalles **duggpunkt**. Kondensvann finnes da i luftbeholder, vannavskiller og rørsystem.

Mengden kondensvann avhenger av fire faktorer

- 1) Mengde vanndamp i omgivelsen
- 2) Mengde luft som komprimeres
- 3) Trykkluftens temperatursenkning etter kompressoren **og**
- 4) Trykkluftens trykk

Trykkluft som energimedium

Å få kraft fra trykkluft er fordelaktig fra mange synsvinkler.

Trykkluft som kraftkilde er både ren og ufarlig, den kan brukes til varierte oppgaver, som å drive verktøy og sylindrer, **eller til å forflytte eller kjøle materialer.**

For å drive en kompressor kreves en ytre kraftkilde, vanligvis en elektrisk eller forbrenningsmotor.

Effekten som teoretisk sett kreves for å komprimere luft til et visst volum og et visst trykk er fysisk bestemt og kan ikke påvirkes. I kompressoren skjer et visst effekttap, noe som påvirker anleggets totale effektbehov.

Vi snakker derfor om en kompressors spesifikke effektbehov, dvs den faktiske effekt som kreves for å komprimere et visst volum luft til et bestemt trykk pluss effekttapet i kompressoren.

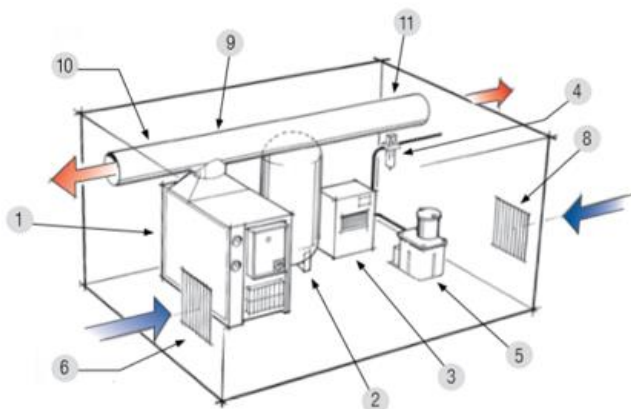
For komprimering til 700 kPa i en moderne industrikompressor er et normalt spesifikt effektbehov ca $6,5 \text{ kW/m}^3/\text{min}$.

En økning eller senkning av trykket med 100 kPa medfører en motsvarende økning eller senkning av effektbehovet med ca 7 %.

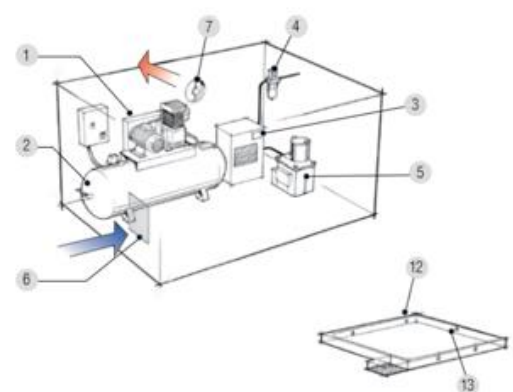
Kompressorinstallasjon

1. Kompressor: Plasseres med minst 50 cm klaring rundt om, for å forenkle servicetilgang. Foran det elektriske panelet skal det være minst 1 meter
2. Luftbeholder: med armatur og automatiskdreneringsventil. En luftbeholder skal som regel godkjennes av dokumentert kompetent kontrollorgan **før** denne tas i bruk.
3. Kjøletørke: Tørker til kondensfri trykkluft for innendørsbruk. Koples inn med stengeventil og bypassledning for enkel service.
4. Oljeavskillerfilter: Avskiller restolje fra trykkluft til teknisk oljefri trykkluft
5. Kondensrens: Skåner miljøet for oljebestandig kondens fra kompressor, luftbeholder, kjøletørke og filter.
6. Kjøleluftsinntak: med sjalusigitter for luft til kompressor rommet.
7. Luftuttak: Med termostatstyrt vifte
8. Kjøleluftsinntak : med sjalusigitter for luft til kompressor rommet med varmegjenvinning
9. Manifold: Til kompressorens fraluftsventilasjon
10. Fraluftstommel: Med spjeld for sommerventilasjon
11. Fraluftstommel: Med spjeld for varmegjenvinning. Med rørlengde mer enn 3 meter anbefales ekstra vifte
12. Ringledning: Trykklufstdistribusjon for hele lokalet
13. FRL Enhet: Renser luften for partikler, regulerer til konstant trykk og produserer ren trykkluft og/eller trykkluft med smøring for trykkluftverktøy.

Anlegg med skrukompressor



Anlegg med stempelkompressor



Valg av kompressorinstallasjon

For å velge riktig type kompressor og tilhørende utstyr må vi vite eller enes om visse forutsetninger.

En korrekt vurdering av faktiske behov gjør at kompressorinstallasjonen utnyttes optimalt når det gjelder kapasitet og økonomi.

Grunnleggende behov

Følgende faktorer er grunnleggende ved prosjektering av kompressorinstallasjon :

- Mengde trykkluft går med for å utføre planlagt arbeid ?
- Driftssyklus for bruk av trykkluften ?
- Hvilken kvalitet, når det gjelder vann, olje og partikler krever arbeidet/utstyret ?
- Hvilket arbeidstrykk krever tilkoplede utstyr ?



Mengde

Trykkluftforbruk kan estimeres fra erfaring.

Metoden er usikker og krever mye erfaring fra den som estimerer.

En annen metode er å måle eksisterende kompressors belastning, denne fungerer bra ved utbygging av eksisterende kompressorinstallasjon.

En tredje variant er å beregne tilkoblede verktøy og maskiner trykkluftforbruk.

For å få dette korrekt, er det viktig å innbefatte arbeidstider og det periodiske trykkluftforbruket.



Arbeidstrykk

Kompressoren tilpasses som regel den delen av utstyret som krever høyest arbeidstrykk.

Trykkluftverktøy i industrien er ofte konstruert for å mates med arbeidstrykk på 600 kPa.

Kompressoren skal som regel produsere et noe høyere trykk for å kompensere

for trykkfall i trykklufts tørke, filtre og ledninger

Driftssyklus

Er trykkluftforbruket kontinuerlig døgnet rundt?

Varierer forbruket i løpet av arbeidsdagen?

Finnes det utstyr som krever store periodiske uttak av trykkluft?

Kvalitet

Avhengig av hva trykkluften skal brukes til avgjøres hva som kan aksepteres av partikler, olje og vann.

Trykkluftbehov

Intermittent(Periodisk) drift :
(ett-skift, max 4 timer/døgn)
Mengde lufttrykk 50-800 l/min
Arbeidstrykk 100-800 kPa
Arbeidstrykk 700-3000 kPa

(Ett-skift)
Mengde lufttrykk 100 l/min eller mer
Arbeidstrykk 500-1300 kPa
Kontinuerlig drift
Mengde lufttrykk 100 l/min eller mer
Arbeidstrykk 500-1300 kPa

Kvalitetskrav

Arbeidsluft for trykkluftsverktøy i oppvarmede lokaler.

Arbeidsluft for ikke- oppvarmede lokaler eller utendørsledninger.

Arbeidsluft for finmekanikk og elektronikk opp mot -70 i duggpunkt.

Ved bruk av kjøltørker, som etterfilter.

Ved bruk av adsorpsjonstørker som forfilter. For sprøytemaling, sandblåsing og renblåsing.

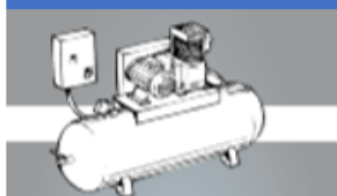
Pusteluft, (ved bruk av kjøle eller adsorpsjonstørk). Laboratorieluft.

Arbeidsluft for finmekanikk og elektronikk.

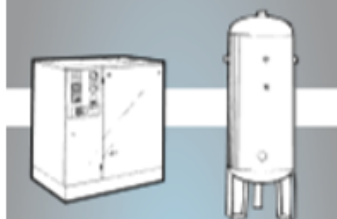
Oljebestandig kondens som ikke må slippes ut i avløpssystemet.

For et rent kompressorrom og godt miljø.

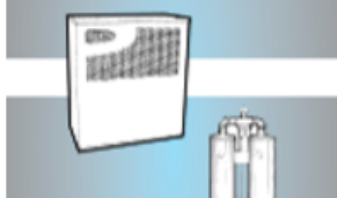
Kompressor



Ett-trinns stempelkompressor
(Med luftbeholder)
Fler-trinns stempelkompressor
(Med luftbeholder)



Skrukompressor med luftbeholder



Tilleggsutstyr

Kjøletørke



Adsorpsjonstørker



Oljeavskillingsfilter



Oljeavskillingsfilter + Aktivt kullfilter

Kondensrensing

Stempelkompressor

En stempelkompressor består av en eller flere sylindre med stempel/stempler som drives av motor. Luften suges inn i sylindren og komprimeres i ett eller flere trinn, til riktig arbeidstrykk.



Skruekompressor On/off

I skrukompressoren komprimeres luften som produseres mellom to roterende skruer. Disse utgjør sammen med kompressorhuset den såkalte skru-enheten. Skrukompressoren passer bra for kontinuerlig drift, men også periodisk (Intermittent) med noe større luftbehov.



Skruekompressorer Frekvensstyrt

Takket være den frekvensstyrte teknologien kan du spare opptil 30 % av energikostnaden som totalt utgjør ca 70 % av totalkostnad for trykkluft.

Dette skyldes:

- Perfekt balanse mellom luftbehov og lufttilførsel
- Ingen avlastningssykluser ved normal belastning
- Myk start forhindrer strømtopper

Kjøltørker og Adsorpsjonstørker

I tørkeprosessen fjernes fukt fra trykkluften. Tørr trykkluft minsker risikoen for korrosjonsskader i trykkluftsystemet og forbedrer driftsøkonomien

for de maskiner og verktøy som er tilkopleet.

For verksteder uten lakkering holder det normalt med kjøltørker.

For lakkering ønsker man normalt ekstra tørr luft, og for å oppnå dette bruker man Adsorpsjonstørker.



Filter

Ved å installere filter i trykklufts system kan andel forurensninger minimeres til akseptabelt nivå.

Vi har valgt å ta med to ulike filtre for verksted (partikkelfilter) og lakkering (partikkelfilter & Oljeavskillende filter)

For verksteder holder det oftest med et partikkelfilter som filtrerer bort partikler, og dermed øker livslengden på verktøyene.

For lakkering har vi valgt å legge på oljeavskillende filter som effektivt filtrerer bort oljerester som alltid finnes i komprimert luft.



Kondensrens

Kondensrens minimerer kostnad for håndtering av kondens som inneholder olje.

Kondensrens er et **MUST** for å oppfylle gjeldende miljøregler om utslipp skjer via overvannsledning uten tilkoping til oljeavskiller.

Alle våre kondensrensere oppfyller gjeldende miljøkrav, for riktig størrelse se våre anbefalinger.



Stempelkompressorer

Oljesmurt eller Oljefri?

En oljesmurt kompressors sylinder, stempel og veiv smøres av kompressorens sirkulerende oljevolum.

Trykkluften fra en oljesmurt kompressor inneholder derfor alltid en viss mengde restolje, normalt mellom 10-15 mg/m³

Den oljefrie stempelkompressoren har i de fleste tilfeller permanentsmurte lager. Stempelet har **smørefrie stempelringer, vanligvis i teflon eller karbon.**

Denne typen av kompressor krever normalt oftere bytte av lager og stempelringer enn oljesmurt. Til gjengjeld er trykkluften fri for restolje.

Bruksområder

Stempelkompressorer egner seg i de fleste tilfeller best for små trykkluftbehov, ett-trinns kompressoren for trykk opp til ca. 800 kPa mens

Flertrinnsvarianter kan gi trykk opptil 30 000 kPa.

Driften bør være periodisk (Intermittent).

En luftkjølt stempelkompressor belastningsgrad skal ikke overstige 60 %.

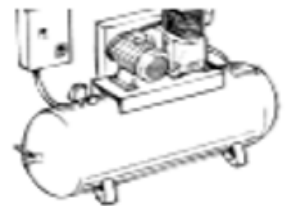
Eksempel: Etter 2 minutters kompresjon hviler kompressoren minst 1,5 minutt.

Den totale kompresjonstiden per døgn bør maks være ca. 4 timer.

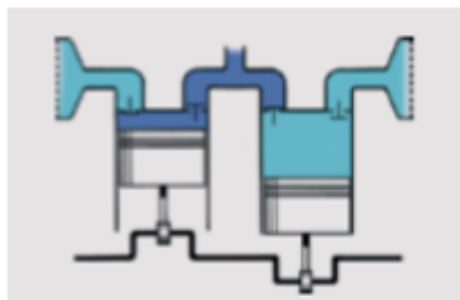
Stempelkompressoren består av en eller flere sylindre med stempel/stempler som drives av en motor.

Luften suges inn i sylindren og komprimeres i ett eller flere trinn til arbeidstrykk.

Etter kompresjon passerer trykkluften etter kjøleren og fortsetter videre til luftbeholder.



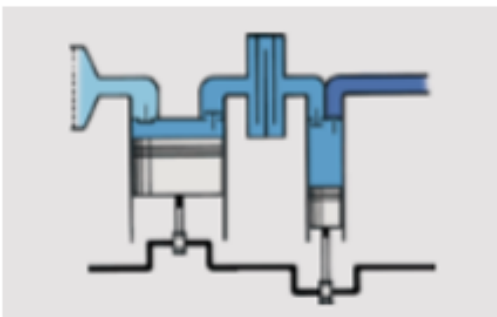
Ett-trinns kompressoren har en eller flere sylindre som hver for seg komprimerer luft direkte fra atmosfæretrykk til arbeidstrykk.



Flertrinns kompressoren har to eller flere seriekoblede sylindre som komprimerer til arbeidstrykk trinnvis.

Mellom trinnene kjøles trykkluften med luft eller vann.

På denne måten forbedres virkningsgrad, samtidig som vi kan oppnå et betydelig høyere arbeidstrykk enn i ett-trinns kompressoren.



Skruekompressorer

Skruekompressorer med væskeinnsprøytning

I væskeinnsprøytete skrukompressorer kjøles trykklufta med en kjølevæske direkte i kompresjonsrommet mellom skruene.

Kjølevæsken, vanligvis en olje, sirkulerer i et sluttet system mellom (1) Væskebeholder, (2) Kjøler, (3) Skru-enhet og blandes med lufta før kompresjon.

Kompressorens arbeidstemperatur holder derfor omkring 80 °C uansett belastning og trykk.

Tørrgående skruekompressor

Den tørrgående eller oljefrie skrukompressoren komprimerer lufta uten kjøling i kompresjonsrommet.

Kompressorens arbeidstemperatur stiger derfor til rundt 200 °C allerede ved et arbeidstrykk på 300 kPa.

Tørrgående skrukompressorer for normal industri-lufttrykk (Ca 700 kPa) må derfor komprimere lufta i to trinn med kjøling av trykklufta mellom disse.

Bruksområde

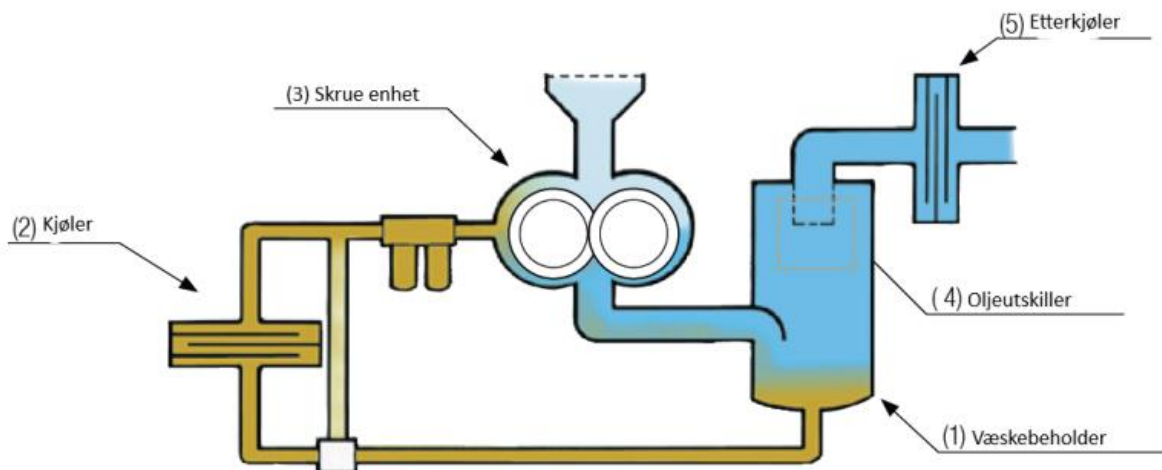
Skruekompressoren egner seg for både periodisk (Intermittent) som kontinuerlig drift. Driftsøkonomien blir optimal ved kontinuerlig drift med høy belastningsgrad (opptil 100 %). Med moderne teknologi, som for eksempel turtallstyring, kan skrukompressorens energiforbruk ved lavt eller varierende trykklufta behov reduseres betydelig, sammenliknet med tidligere teknologi.

Ett-trinns skrukompressorer med væskeinnsprøytning dominerer industrien i dag, der arbeidstrykk på maks 1 300 kPa og kapasitet på opp til ca. 30 m³/min er nødvendig.

I skrukompressoren komprimeres lufta som produseres mellom to roterende skruer. Disse utgjør sammen med kompressorhuset den såkalte skru-enheten.

En skruekompressor jobber i hovedsak etter to prinsipper; med **væskeinnsprøytning** eller som **tørrgående**.

Begge variantene forekommer i ett og to-trinns utførelser.



Prinsipp for væskeinnsprøytet skruekompressor

Frekvensstyrte kompressorer

Den store sparebøssa for lommeboka di, og miljøet!

Å kjøpe en ny kompressor er en stor investering for små og store bedrifter. Men faktisk så er en kompressors investeringskostnad veldig lav om man ser over en kompressors livssyklus, ca. 75 % av totalkostnaden består av rene energikostnader.

Vurderer man å investere i en ny kompressor så er det denne kostnaden man bør forsøke å minimere.

Vi vil her redegjøre hvilke smarte besparinger man kan gjøre for å minimere strømforbruket.

Til dels kan det være så enkelt som å velge riktig maskin for din bedrift, det har vist seg i mange tilfeller at bedrifter velger en større maskin enn de trenger grunnet usikkerhet rundt trykklufts behov.

Vi kan hjelpe til i slike tilfeller ved å foreta en måling på deres trykkluftanlegg, for å få korrekt bilde av deres behov.

Neste trinn er å velge hvilken kompressor vi bør satse på.

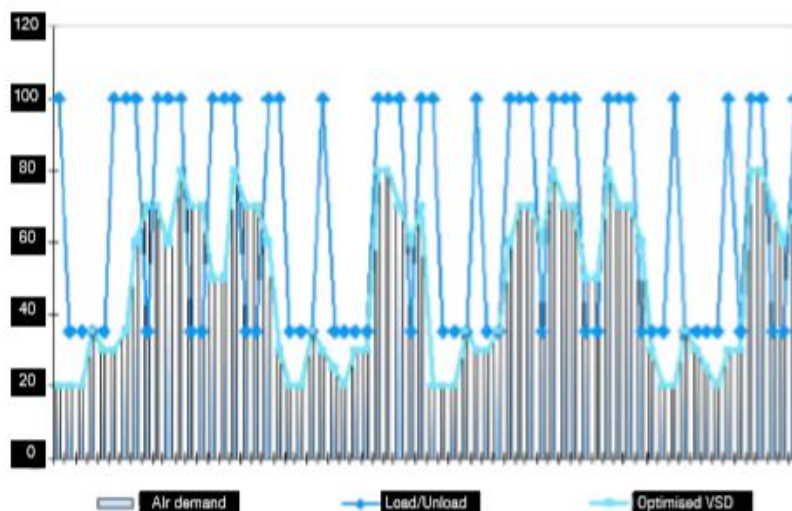
I 80 % av tilfellene passer en frekvensstyrt kompressor veldig bra.

En frekvensstyrt maskin tilpasser seg produksjonens tempo. Den produserer det man behøver automatisk, i motsetning til en vanlig kompressor, som går i rykk og napp, noe som er ineffektiv metode å produsere luft på.

Under her kan man se forskjell på gangtid på frekvensstyrt og vanlig kompressor. Den mørkeblå grafen viser vanlig/gammeldags kompressor, mens den lyseblå viser frekvensstyrt kompressor.

Det vises tydelig at den mørkeblå grafens topper går mye høyere enn den lyseblå. Dette medfører et unødvendig høyt effektuttak og dermed en høyere energikostnad.

Når produksjonen ikke trenger mer luft slår en frekvensstyrt kompressor seg av med en gang, mens en vanlig kompressor fortsetter å gå, selv om den ikke produserer mer luft, dette kalles av-last effekt og er en stor energityv.



Ved å velge en frekvensstyrt kompressor vil man spare mellom 25-35 % i energikostnad avhengig av hvilken turtallstyrt maskin man velger.

Dette høres kanskje ikke så mye ut, men ved å illustrere dette med et eksempel vil vi bevise hvor mye penger dere kan spare på å velge en frekvensstyrt maskin.

Eksempel på sparepotensiale

Grunnleggende begrep:

På-last effekt: Tiden kompressoren går og produserer luft.

Av-last effekt: Tiden kompressoren går uten å produsere luft.

Etter en stund vil kompressoren slå seg av om ikke et behov oppstår.

Det er denne tiden man vil minimere.

Kompressor 1 er en vanlig konvensjonell av-pålast kompressor som jobber i rykk og napp mønster vi viste forrige side. Den har en 22 kW elmotor som drivkraft. I på-last drar kompressoren 22 kW, mens den i av-last drar 12 kW. Gangtid pr år 6000 timer, av disse 6000 timene går kompressoren 3000 timer av-lastet, noe som betyr at den går, men produserer ikke luft.

Disse tallene er veldig vanlig ute hos store og små bedrifter.

Driftskostnad/år På-last					
Kompressor	Driftstid pålast	Pålast (kW)	kWh/år	kWh (kr)	Driftskostnad/år
På-last	3 000	22	66 000	1 66 000 kr	

Driftskostnad/år Av-last					
Kompressor	Driftstid	Av-last (kW)	kWh/år	kWh (kr)	Driftskostnad/år
Avlast	3 000	12	36 000	1 36 000 kr	

Kompressor 2 er en frekvensstyrt kompressor. Den har en 22 kW elmotor som drivkraft, **altså likt som kompressor 1.**

En frekvensstyrt kompressor som denne ligger og tilpasser seg etter produksjonens luftbehov, og man kan si at den i snitt ligger på 65-70 % av sin makseffekt om kompressoren er riktig dimensjonert. Dette utgjør en gjennomsnittseffekt på 15,5 kWh.

Her vil imidlertid driftstiden endre noe.

På de 3000 timene På-last effekt Kompressor 1 har, vil den frekvensstyrte kompressoren trenge 4500 timer for å klare å produsere samme luftbehov med 70 % belastning.

Men, nå kommer vi til den store forskjellen, de resterende 1500 timene slår en frekvensstyrt kompressor seg av, altså slipper vi Av-last effekten på frekvensstyrte kompressorer.

Driftskostnad/år Frekvensstyrt					
Kompressor	Driftstid	Last (kW)	kWh/år	kWh (kr)	Driftskostnad/år
Frekvensstyrt	4 500	15,5	69 750	1 69 750 kr	

Sparepotensiale sammendrag

Totalkostnad for energiforbruk for kompressor 1 (Vanlig Av/På Last) pr år er 102 000 Kr

Totalkostnad for energiforbruk for kompressor 2 (Frekvensstyrt) pr år er 69 750 Kr

Forskjellen på disse er $102\ 000 - 69\ 750 = 32\ 250$ Kr pr år

Eller $32\ 250$ Kr / $102\ 000$ Kr = 31 % besparelse pr år.

Man regner med å spare igjen den noe høyere investeringskostnaden på 1-2 år ved å velge en frekvensstyrt kompressor

Tenk også på den mengden CO² vi sparer miljøet for, ved å velge det turtallstyrte eksempelet.

Hvis vi beveger oss opp i størrelse på kompressorene vil besparelsene øke enda mer.



Varmegjenvinning system

Energigjenvinning fra skrukompressorer med væskeinnsprøytning

En luftkompressor installeres for å forsyne et produksjonssystem med energi i form av trykkluft.

Ved komprimering av luft i kompressoren omdannes også energi i form av varme. Denne energimengden er like stor som den energi som tilføres kompressorens drivmotor. En liten del av varme-energien vil være igjen i den produserte trykkluften.

Dette merkes ved at utgående trykkluft har en noe høyere temperatur enn luften som kompressoren suger inn.

En ytterligere liten del av varmen overføres til kompressorens omgivelser i form av strålingsvarme.

Resterende, ca 90 % av tilført energi, består av varme-energi som i de fleste tilfeller kan tas i bruk fra kompressoren og dermed forbedre betydelig økonomien for trykklufts produksjon.

Skrukompressere med væskeinnsprøytning som vi tar for oss på denne siden, er utstyrt med to varmevekslere hvor kjøling av den genererte varme-energien skal skje.

En varmeveksler for kjøling av den utgående komprimerte og varme luften; i denne skal ca 10 % av tilført energi kjøles ned.

En varmeveksler for den sirkulerende kjølevæsken i skrukompressoren; i denne skal resterende varme-energi, ca 80 % kjøles ned.

Kjølemediet som skal fungere som varmbærer kan være luft eller vann.

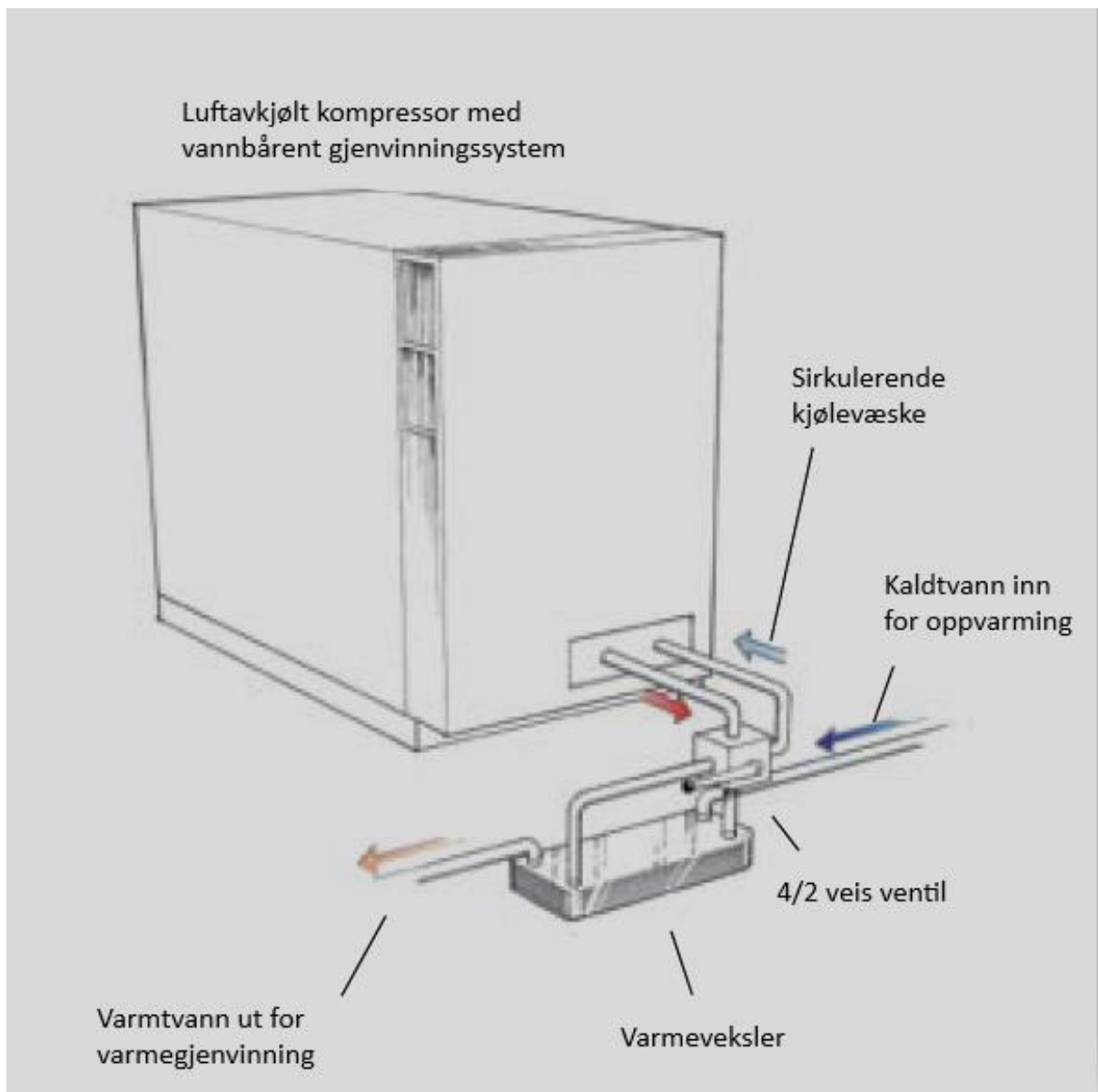
Vannbåren varmegjenvinning

Er et alternativ som kan være interessant om det finnes mulighet for eksempel å forvarme returvann i et varmesystem eller varme prosessvann.

På den luftkjølte kompressoren tilkoples en varmeveksler kjølevæske/vann i serie med den ordinære varmeveksleren kjølevæske/luft, som i dette tilfellet fungerer som reserve eller restkjøler.

Primært skjer kjøling i varmeveksleren kjølevæske/vann hvor vannet kan nå en temperatur opp til ca 70 °C

Ca 80 % av den tilførte energien til kompressoren, kan brukes til å heve temperaturen på vannet, og gjenvinnes på denne måten.



Luftbåren varmegjenvinning

En enkel og billig metode som i de fleste installasjoner gir rask tilbakebetaling av investeringskostnad.

På vinterstid ledes den varme luften fra kompressorens luftuttak inn i tilstøtende lokaler gjennom en kanal.

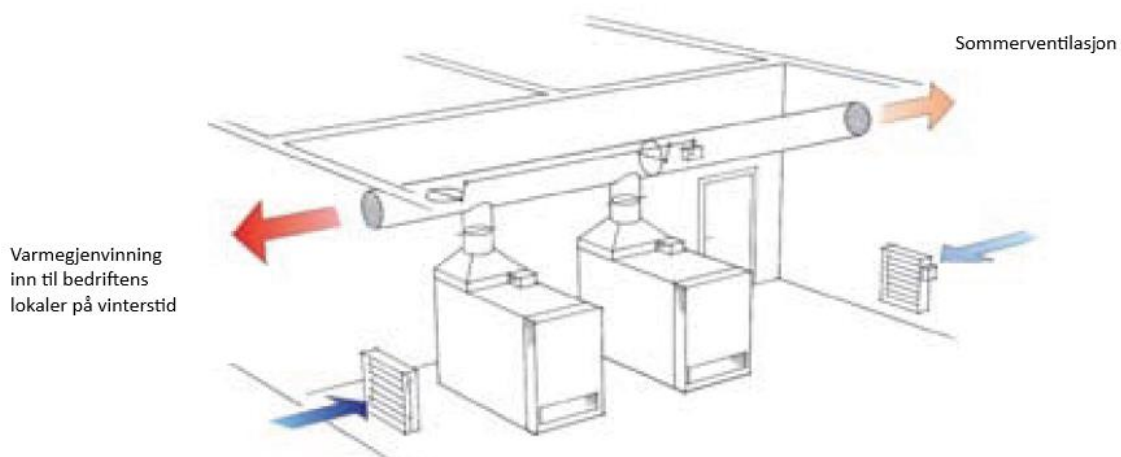
Luft tilbakeføres fra disse lokaler til kompressor rommet gjennom spjeld.

På sommerstid tas kjøleluften utendørs gjennom spjeld, og tilbakeføres utendørs gjennom kanalen som da er stengt for varmegjenvinning mot tilstøtende lokaler.

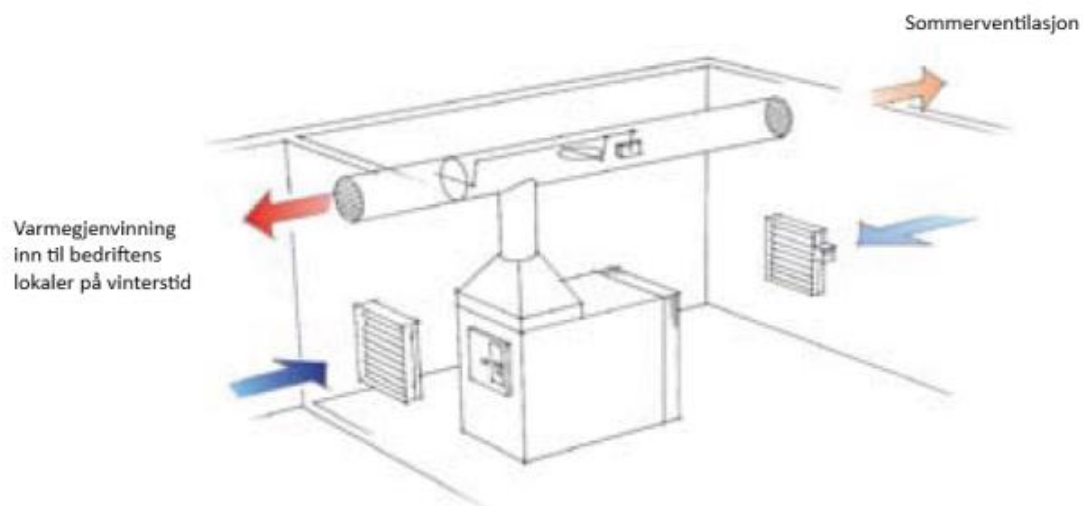
Med et felles system for varmegjenvinning fra doble kompressorer monteres et spjeld på hver kompressor som synkroniseres med kompressorens motor.

På denne måten hindrer man at varmluft trykkes tilbake i en kompressor som står stille.

Dobbel kompressorinstallasjon



Enkel kompressorinstallasjon



Tørke trykkluft

I tørkeprosessen fjernes fukt fra trykkluften. Tørr trykkluft minsker risikoen for korrosjonsskader i trykkluftsystemet og forbedrer driftsøkonomien for de maskiner og verktøy som er tilkopleet.

Tørking skjer hovedsakelig med to metoder; kjøletørke eller Adsorpsjonstørke

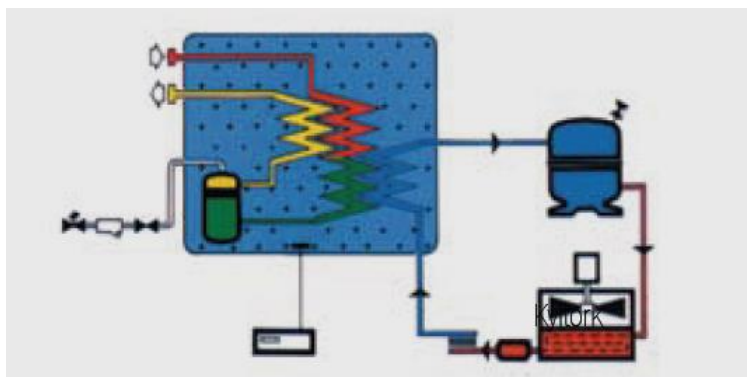
Kjøletørker

Inneholder en kjølemaskin med kjølekompressor, varmeveksler og et kjølemedie. Trykkluften kjøles til mellom ± 0 och $+6^{\circ}$ C, kondensvannet separeres og avskilles automatisk.

Kjøletørken gir trykkluft et duggpunkt på $+3$ til 10° C, noe som er akseptabelt for bruk i oppvarmede lokaler.

Kjøletørken er enkel å installere, krever lite energi og er relativt tolerant for olje i trykkluften.

Et oljeavskillende filter bør derimot monteres **etter** tørken for å minske eventuelle oljerester i trykkluften.



Adsorpsjonstørke

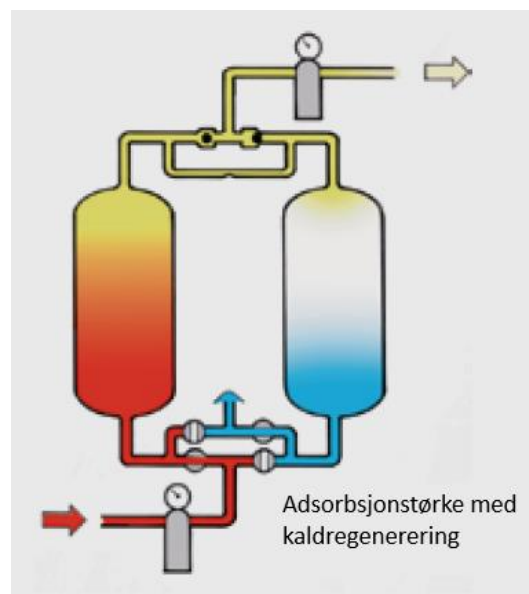
Adsorpsjonstørker består av to trykkbeholdere som begge inneholder tørkemiddel, vanligvis aluminiumoksid, kisel gel eller en blanding av disse.

Trykkluften passerer gjennom den ene beholderen og tørkes gjennom tørkemiddelet til et duggpunkt på -25° C eller lavere. Mesteparten av den tørre trykkluften går så direkte ut i trykkluftsystemet. Resterende (3-15 %) går inn i den andre beholderen og ekspanderer til atmosfæretrykk.

Den tørre ekspanderte luften absorberer nå fukten ut av denne beholderens tørkemiddel, for så å bli sluppet ut i omgivelsen, sammen med fukten.

Etter gitt tid veksler disse beholderne funksjon, og vi får på denne måten en kontinuerlig fungerende tørkeprosess.

Adsorpsjonstørkere er følsomme for olje og vann, og skal derfor **alltid ha vann og olje filter foran tørken.**



Trykkluftfilteret

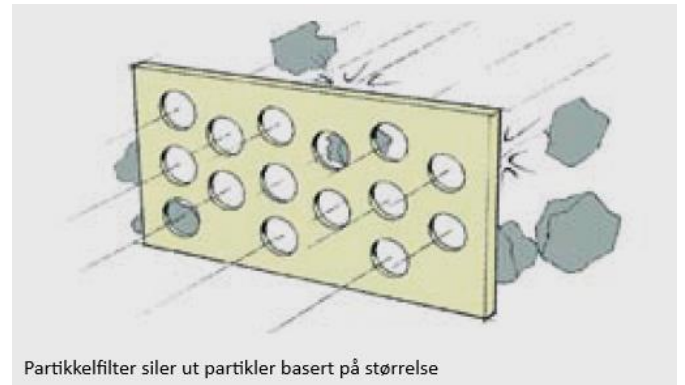
Ved å installere filter i trykkluftsystemet kan andelen av forurensninger minimeres til et akseptabelt nivå, eller elimineres om det kreves.

Vi har i hovedsak 3 ulike metoder for filtrering av trykkluft og gasser; partikkelfilter, grovfilter og filter med aktivt kull.

Partikkelfilter

Partikkelfilteret fungerer som en sil. Partikler som er større enn hullene i filterelementene kommer ikke gjennom, mens mindre partikler passerer filteret. Ved å tilpasse filtermaterialets hullstørrelse kan filterets evne til å skille partikler ned til en viss størrelse bestemmes.

Når filtrene begynner å tette seg øker trykkfallet, og filtrene må rengjøres eller byttes. Materialet i slike filter kan være cellulosefiber, polyetylenplast eller sintermetall.



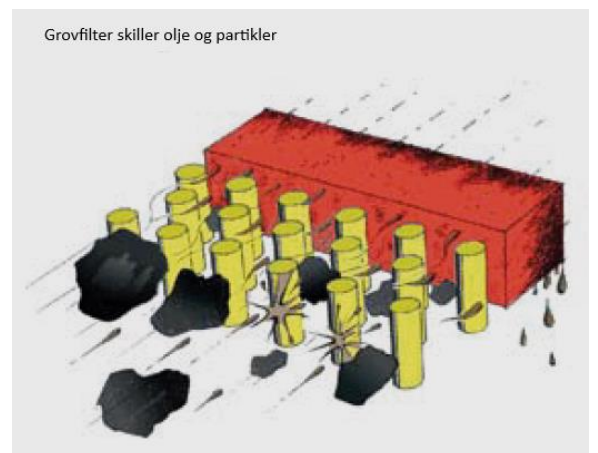
Grovfilter

Ved grovfiltrering skilles olje og partikler ut av trykklufta gjennom et filter av glassfiber.

Oljedråpene fester seg på fibrene, for så å bli presset ut via en dreneringsventil i bunnen av filterhuset.

Faste partikler setter seg fast mellom fibrene. Når filtrene tettes igjen av forurensninger øker trykkfallet over filteret og filteret må byttes.

Filteret skiller oljen mest effektivt når trykklufta har lav temperatur (+20° C eller lavere) og når lufthastigheten gjennom filteret er korrekt.



Filter med aktivt kull

Ved filtrering gjennom aktivt kull absorberes både oljedamp og visse gasser.

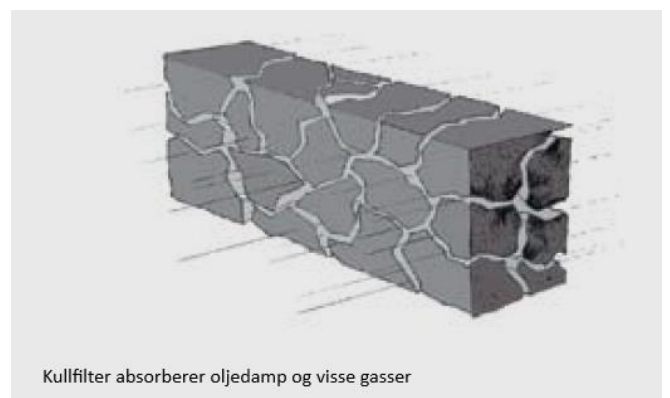
Trykklufta blir med dette lukt og smaksfri.

Normalt kan det aktive kullet i et filterelement oppta olje til ca 15 % av kullmengdens vekt før det er mettet.

Når kullet er mettet er det tid for filterbytte.

Denne type filter skal alltid ha grovfilter i forkant, hvor oljedråper skilles.

Trykklufta bør også ha blitt tørket i en trykklufta tørker før filtrering gjennom aktivt kull.



Trykklufte økonomi

Rett trykk er viktig

Trykkluftverktøy for industrien er som regel konstruert for et arbeidstrykk på 600 kPa. Kompressorens arbeidstrykk bør være noe høyere for å kompensere for trykktap på veien til verktøyet.

Trykktap har stor innvirkning på verktøyets effektivitet. Om trykket som skal forsyne en bormaskin minsker fra 600 til 500 kPa minsker effekten med 25 %, noe som naturligvis gjør at jobben med bormaskinen går tregere.

Å mate verktøyene med for høyt trykk er heller ikke bra.

En økning av trykket fra 600 til 900 kPa gjør at verktøyet blir 50 % sterkere, men også 50 % overbelastet.

Overbelastning vil føre til skader og eller forkortet livslengde på verktøyet.

Tørr trykkluft er økonomisk trykkluft

Et kompressorinstallasjon uten trykklufttørker forsyner ledningsnett med trykkluft som har en relativ fuktighet på 100 % og følgelig et duggpunkt som er det samme som trykkluftens temperatur.

For hver grad temperaturfall i ledningsnett kommer kondensvann til å årsake korrosjonsskader i ledninger og tilkoblede verktøy og maskiner.

Vann i ledningsnett krever også kontinuerlig vedlikehold av vannutskillere og filtre.

Dessuten vil slitasjen på trykkluftverktøyene øke.

En trykklufte tørke i anlegget vil fjerne disse problemene og de ekstra kostnadene dette medfører.

Trykklufte forbruk

Trykkluftforbruket i et trykkluftverktøy øker med trykket på følgende måte:

En slipemaskin som ifølge leverandøren bruker 700 l/min på 600 kPa kommer til å bruke $700 \times 1,6 = 1\,120$ l/min på 900 kPa

Arbeidstrykk kPa	Korreksjonsfaktor
500	0,8
600	1,0
700	1,2
800	1,4
900	1,6
1 000	1,8

Plassering av kompressoren

Generelt sett skal kompressoren plasseres så nærme arbeidsplassen som mulig.

På større anlegg er en sentralt plassert kompressorinstallasjon å foretrekke framfor å ha kompressorer ved hver arbeidsstasjon.

Fordelene med dette er mange:

Lettere å optimalisere kompressorinstallasjonens kapasitet, noe som gir lavere energi og investeringskostnader.

Samkjøring av flere kompressorer gir bedre driftsøkonomi.

Ventilasjon og varmegjenvinning kan effektiviseres med mindre energikostnader som en konsekvens.

Kostnad for trykkluft

Ved å fordele kostnadene på et kompressoranlegg over en livslengde på 10 år vil det se omtrentlig slik ut:

- Energikostnad 73 %
- Kapitalkostnad 18 %
- Servicekostnad 9 %

Derfor vil det lønne seg å se på energikostnadene først.

Hver enhet i trykkluftsystemet bruker energi direkte eller indirekte ved å årsake trykktap. Disse må kompenseres med et høyere kompressortrykk, noe som gir et høyere energiforbruk. For hver 10 kPa (0,1 bar) øking av kompressorens arbeidstrykk øker effektbehovet med ca 0,7 %.

For å få så lavt energiforbruk som mulig bør man tenke på følgende:

- Velg størst mulig luftbeholder. Kompressoren kan da arbeide optimalt for lavest mulig energiforbruk.
- Still kompressorens arbeidstrykk så lavt som mulig.
- Dimensjonere tilleggsutstyr som tørker og filter med tanke på lavt trykkfall.
- Dimensjonere trykkluftsrør/ ledninger for lavt trykkfall.
- Bytte filter regelmessig for å minimere trykktap.
- Kontroll av trykkluftsystem med tanke på lekkasjer. Reparer/bytt snarest slanger, ledninger og koplinger med lekkasje.
- Utnytt mulig varmegjenvinning
- Invester i moderne samkjøringsautomatikk tilpasset kompressors driftssyklus og trykkluftens behovets svingninger.
- Minske trykkluftforbruk ved å installere spareautomasjon til adsorpsjonstørker om slik finnes i anlegget fra før.

Krav til luften som skal komprimeres

Kompressorens innsugsluft skal være så ren for partikler og gassforurensninger som mulig. Tenk på at hydrokarboner for eksempel eksos kan finnes i omgivelsesluften. Når disse komprimeres med luften i kompressoren, blir konsentrasjonen av giftige gasser livsfarlig om trykkluften skal brukes som pusteluft.

Varmegjenvinning

I prinsippet kan 100 % av den energien som tilføres kompressoren gjenvinnes i form av varme.

Varmen fra en luftkjølt kompressor gjenvinnes i form av oppvarmet ventilasjonsluft for oppvarming av lokaler.

En vannkjølt kompressor gir primært oppvarmet kjølevann som kan brukes direkte eller indirekte som prosess eller tappevann. Varme-energien i kjølevannet kan konverteres til varmluft for oppvarming av lokaler i en aerotemper.

Tilpasning av kompressoren for varmegjenvinning er relativt enkelt, og betaler seg ofte kjøpt ned, i form av sparte energikostnader for oppvarming.

Beregning av trykkluftbehov

Utstyr	Trykkluftsforbruk l/min	Utnyttelsesfaktor i virksomhet	
		Industri	Verksted
Bormaskin 10 mm	500	0,2	0,1
Vinkelsliper 5"	900	0,2	0,2
Vinkelsliper 7"	1600	0,1	0,1
Poleringsmaskin	900	0,1	0,2
Muttertrekker 1/2"	450	0,2	0,1
Muttertrekker 1"	800	0,2	0,1
Nålbanker	400	0,1	0,05
Slipemaskin	500	0,2	0,3
Blåsepistol	350	0,05	0,05
Fargepistol	300	0,6	0,1
Mindre blåsepistol	300	0,1	0,2
Sandblåser 6 mm	2000	0,6	0,1
Sandblåser 8 mm	3500	0,6	0,1
Pusteluft lett arbeid	50	0,6	0,2
Pusteluft tungt arbeid	200	0,6	0,2

Eksempel på beregning av trykklufts behov for et bilverksted

2 stk bormaskiner	2 x 500 x 0,1	= 100 l/min
2 stk muttertrekkere ½»	2 x 450 x 0,1	= 90 l/min
1 stk poleringsmaskin	900 x 0,2	= 180 l/min
1 stk lakkslipemaskin	500 x 0,3	= 150 l/min
1 stk fargepistol	300 x 0,1	= 30 l/min
3 stk blåsepistoler	3 x 350 x 0,05	= 53 l/min
Sum forbruk		= 603 l/min
Tillegg for lekkasje 10%		= + 60 l/min
Reserve framtidig forbruk 30 %		= + 180 l/min
Grunnlag for valg av kompressor		= 843 l/min

Ved valg av kompressor skal det hensyntas kompressorens utnyttelsesgrad.

I dette tilfellet vil det derfor være fornuftig å velge en skrukompessor med en kapasitet på ca 1200 l/min og en utnyttelsesgrad på ca 70 %.

Ved beregning av skal det dessuten hensyntas hvor mange maskiner som samtidig kan være i drift.
Formel for beregning av trykkluftforbruk i en trykkluftsylander ser slik ut :

$$xSxPxAxF = L \frac{DxDx3,14}{4}$$

S = Slaglengde i dm

D = Stempeldiameter i dm

P = Arbeidstrykk i bar

A = funksjonssett : dobbeltvirkende = 2, enkelvirkende = 1

F = Frekvens, antall slag/min

L = Trykkluftforbruk i l/min

I denne formelen tas det ikke hensyn til stempelstangens volum, noe som gjør at en får en noe høyere verdi enn det som er reelt. Dette er dog marginalt i de fleste praktiske beregninger.

Hvor mye kondensvann produserer kompressoranlegget?

Forutsetninger for tabellen:

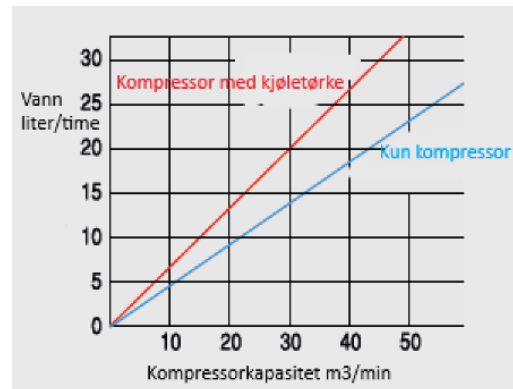
Kondensmengde kalkulert ved 20° C inngående lufttemperatur i kompressoren, 70 % relativ fuktighet og 800 kPa arbeidstrykk.

Eksempel:

Kompressorkapasitet: 20 m³/min (med etterfølgende kjøletørke)

Produksjonstid: 10 timer/dag, 20 dager i måneden.

Produsert kondensmengde: 13,5 l/time, noe som innebærer 135 l/dag eller **2700 l/ måned.**



ISO-Norm 8573.1 for klassifisering av kvalitet på trykkluften

Europeiske samarbeidsorganet for leverandører av trykklufts utstyr; PNEUROP, har utarbeidet en ISO-Norm for klassifisering av trykkluftens innhold av faste partikler, vann og olje.

ISO8573-1:2010 CLASS	Solid Particulate				Water		Oil
	Maximum number of particles per m ³			Mass Concentration mg/m ³	Vapour Pressure Dewpoint	Liquid g/m ³	Total Oil (aerosol liquid and vapour) mg/m ³
	0.1 - 0.5 micron	0.5 - 1 micron	1 - 5 micron				
0	As specified by the equipment user or supplier and more stringent than Class 1						
1	≤ 20,000	≤ 400	≤ 10	-	≤ -70°C	-	0.01
2	≤ 400,000	≤ 6,000	≤ 100	-	≤ -40°C	-	0.1
3	-	≤ 90,000	≤ 1,000	-	≤ -20°C	-	1
4	-	-	≤ 10,000	-	≤ +3°C	-	5
5	-	-	≤ 100,000	-	≤ +7°C	-	-
6	-	-	-	≤ 5	≤ +10°C	-	-
7	-	-	-	5 - 10	-	≤ 0.5	-
8	-	-	-	-	-	0.5 - 5	-
9	-	-	-	-	-	5 - 10	-
X	-	-	-	> 10	-	> 10	> 10

Typiske krav på kvalitetsklasser på trykkluft mot ISO-Norm 8573.1

Bruksområde	Klassifiseringer		
	Partikler	Vanninnhold	Oljeinnhold
Luftrøring	3	6	3
Luftmotor, stor	4	5-2	5
Luftmotor, miniatyr	3	4-2	3
Turbin	2	3	3
Transport granulat	3	5	3
Transport pulver	2	4	2
Næringsmiddelproduksjon	2	4	1
Trykkluftverktøy industri	4	6-5	4
Gruvemaskin	4	6	5
Pakkemaskin	4	4	3
Tekstilmaskin	4	4	3
Pneumatiske sylindre	3	4	5
Filmhåndtering	1	2	1
Presisjonsregulatorer	3	3	3
Prosessinstrument	2	3	3
Sandblåsing	-	4	3
Sprøytemaling	3	4-3	3
Sveis	4	5	5
Verkstedluft generell	5	4	5

Vanninnhold i luft ved forskjellige duggpunkt

Duggpunkt °C	g/m ³	Duggpunkt °C	g/m ³	Duggpunkt °C	g/m ³	Duggpunkt °C	g/m ³	Duggpunkt °C	g/m ³	Duggpunkt °C	g/m ³
+100	588,208	70	196,213	42	55,989	12	10,611	-19	1,050	-46	0,061
98	550,375	68	180,855	40	50,672	10	9,356	-20	0,880	-48	0,048
96	514,401	66	166,507	38	45,593	8	8,243	-22	0,730	-52	0,031
94	480,394	64	153,103	36	41,322	6	7,246	-24	0,610	-54	0,024
92	448,308	62	140,659	34	37,229	4	6,356	-26	0,510	-56	0,019
90	417,935	60	129,020	30	30,078	2	5,571	-28	0,410	-58	0,015
88	389,225	58	118,199	28	26,970	+0	4,868	-30	0,330	-60	0,011
86	362,124	56	108,200	26	24,143	-2	4,135	-32	0,271	-70	0,0033
84	336,661	54	98,883	24	21,587	-4	3,513	-34	0,219	-80	0,0006
82	311,616	52	90,247	22	19,252	-8	2,984	-36	0,178	-90	0,0001
80	290,017	50	82,257	20	17,148	-12	2,156	-38	0,144		
78	268,806	48	74,871	18	15,246	-14	1,810	-40	0,117		
76	248,841	46	68,056	16	13,531	-16	1,510	-42	0,093		
72	212,648	44	61,772	14	11,987	-18	1,270	-44	0,075		

Trykkluftstrøm gjennom rør og munnstykker

Maks anbefalt trykkluftflow gjennom rør (Flow regnet i l/s)

Trykk		Nominell innvendig rørdiameter									
bar	kPa	6 mm	8 mm	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	65 mm	80 mm
0,4	40	0,3	0,6	1,4	2,6	4	7	15	25	69	120
0,6	60	0,4	0,9	1,9	3,5	5	10	20	30	90	160
1,1	100	0,5	1,2	2,8	4,9	7	14	28	45	130	230
1,6	160	0,8	1,7	3,8	7,1	11	20	40	60	185	330
2,5	250	1,1	2,5	5,5	10,2	15	28	57	85	265	470
4,0	400	1,7	3,7	8,3	15,4	23	44	89	135	410	725
6,3	630	2,5	5,7	12,6	23,4	35	65	133	200	620	1085
8,0	800	3,1	7,1	15,8	29,3	44	83	168	255	780	1375
10,0	1000	3,9	8,8	19,5	36,2	54	102	208	315	965	1695
12,5	1250	4,8	10,9	24,1	44,8	67	127	258	390	1195	2110
16,0	1600	6,1	13,8	30,6	56,8	85	160	327	495	1515	2665
20,0	2000	7,6	17,1	38,0	70,6	105	199	406	615	1880	3315

NB!

Flow verdi er beregnet etter følgende trykkfall: 10 % av originalt trykk pr. 30 meter rør i dim. 6-15 mm, 5 % av trykk pr. 30 meter rør i dim. 20-80 mm.

Minste anbefalte diameter for stamnett i mm (700 kPa og trykkfall 10kPa)

Luft	Rørlengde i meter									
l/s	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	84	92	97	102	
400	62	71	77	82	89	94	102	108	113	
500	68	78	83	89	97	102	111	117	123	
300	72	83	90	95	103	109	119	126	131	

Ventilasjonsbehov/Varmegjenvinning

Ventilasjonsbehov for kompressorrom med luftkjølt kompressor og fritt utslipp av kompressorens kjøleluft i rommet.

Motoreffekt (kW) kompressor	Anbefalt viftekapasitet *m ³ /s	Anbefalt størrelse luftinntak
3	0,30	300 x 300
4	0,40	300 x 300
5,5	1,55	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	1000 x 1000
45	4,5	1100 x 1100
55	5,5	1200 x 1200
75	7,5	1400 x 1400
90	9,0	1500 x 1500

* På +80 C temperaturstigning ventilasjonsluft. Viften bør termostatstyres etter temperatur i kompressorrommet.

** Anbefalt størrelse luftinntak er oppgitt i mm og beregnet med en lufthastighet på ca 4 m/s gjennom luftinntaket.

Ventilasjonsbehov for kompressorrom med luftkjølt skrukompresor og kanalisering av kompressorens fra-luft.

Motoreffekt (kW) kompressor	Anbefalt lufttilskudd * m/s	Anbefalt størrelse luftinntak ** BxH 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	1000 x 1000
90	3,40	1100 x 1100

* Tillatt maks trykkfall i fraluftkanal : 30 Pa. Ved risiko for større trykkfall må hjelpevifte installeres.

**Tilsvarende lufthastighet på ca 3m/s.

Temperaturøkning av kjøleluften ved kanaltilslutning er ca 20° C.

Elmotor, generell informasjon

Hurtigvalgs tabell

Effekt kW	Elmotordata		Anbefalt treg sikring ved start	
	Merkestrøm 400 V A	Min. kabeltykkelse	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

Verdiene i tabellen er veiledningsverdier for trefasede, 2-polede, fullt låste standardmotorer. Tabellen er bare en anbefaling. Kontakt en elektriker for detaljerte opplysninger i hvert enkelt tilfelle.

Merkestrøm / Nominellstrøm er den strøm en elmotor tar ut fra nettet ved 100 % belastning og ved angitt spenning.

Motorbeskyttelse anbefalt instilling av 3-fasmotors motorbeskyttelse.

Hovedsikring for kompressorer anbefales hovedsikring av konvensjonell type med verdi på minst 1,5 x motorens nominelle strømbruk. Automatsikringer anbefales ikke, men om denne typen benyttes må sikringsklassen være "K", men tilogmed denne kan være for rask, for å klare motorens startstrøm.

Startstrøm er den strøm en elmotor forbruker under oppstart. Startstrømmen er direkte proporsjonal med elmotorens nominelle uttak. Som tommelfingerregel kan startstrøm, ved direktestart, beregnes til 7 x nominell strøm. Ved Y-D start kan startstrøm beregnes til ca 2,5 X nominell strøm. Den maksimale startstrømmen var kun en brøkdel av et sekund og synker mot nominell etterhvert som turtallet på motoren øker.

Tomgangstrøm kan beregnes til ca 40 % av nominell strøm. Dette betyr at motorens virkningsgrad synker kraftig om ikke motoren belastes med full effekt.

Isolasjonsklasse beskriver elmotorens evne til å tåle temperaturstigning i svingningene. De vanligste isolasjonsklassene er B og F.

B klarer en temperatur på svingningene på + 130 °C mens F klarer + 155 °C .

B og F er dimensjonerte for + 40 °C omgivelsestemperatur.

Kapslingsgradering for en elmotor eller elektrisk utstyr angis med bokstavene IP og to sifre. Vanlig kapslingsgrad for motor og elektrisk utstyr er **IP23, IP54 og IP65**.

Det **første sifferet** angir utstyrets beskyttelse mot inntrengning av faste gjenstander for eksempel støv , og utilsiktet kontakt med spenningsførende deler av kroppsdeler som for eksempel fingre.

Siffer	Beskyttelse av utstyret mot faste partikler	Beskyttelse av personer mot farlige deler med
0	—Ingen beskyttelse	Ingen beskyttelse
1	Større enn 50 mm	Store kroppsdeler, for eksempel en håndflate
2	Større enn 12,5 mm	Finger, 12,5 mm diameter
3	Større enn 2,5 mm	Verktøy, 2,5 mm diameter
4	Større enn 1 mm	Tråd, 1 mm diameter
5	Støvbeskyttet	Beskytter mot støv som kan skade produkt/innmat.
6	Støvtett	Komplett beskyttelse mot støvgjennomtrengning.

Det **andre sifferet** angir utstyrets beskyttelse mot skadelig inntrengning av vann.

Siffer	Beskyttelse mot inntrengning av vann	Detaljer
0	Ingen beskyttelse	Ingen beskyttelse
1	Vertikale drypp	Vertikale drypp skal ikke ha skadelig virkning
2	Vertikale drypp ved helning opp til 15°	Vertikale drypp skal ikke ha skadelig virkning når utstyret har helningsvinkel opp til 15° i forhold til vertikallinjen
3	Dusj/regn	Dusj/regn mot kapsling i en vinkel opp til 60° i forhold til vertikallinjen skal ikke ha skadelig virkning
4	Sprut fra alle kanter	Sprut (kraftig dusj/regn) mot kapsling fra alle kanter skal ikke ha skadelig virkning
5	Spyling fra alle kanter	Spyling (fra slange/dyse) mot kapsling fra alle kanter skal ikke ha skadelig virkning
6	Kraftig spyling fra alle kanter	Kraftig spyling mot kapsling fra alle kanter skal ikke ha skadelig virkning
7	Kortvarig neddykking i vann	Ingen skadelig virkning ved kortvarig neddykking i vann (15 til 100 cm i inntil 30 minutter)
8	Varig neddykking	Ingen skadelig virkning ved varig neddykking i vann under betingelser spesifisert gjennom avtale mellom kunde og produsent av utstyret

Direktivet om trykkpåkjent utstyr

CE-Merking

Innføring av CE merking er en konsekvens av EØS avtale som trådte i kraft 1. januar 1994.

Trykkdirektivet PED 2014/68/EU

For såkalt enkle serieproduserte trykkbeholdere for maks. trykk på 3000 kPa (30 bar) gjelder felles bestemmelser i EU. Trykkbeholdere skal være CE-merket og det skal følge med et sertifikat for konstruksjon, produksjonskontroll og instruksjoner for driften av trykkbeholderen.

Visste du at trykkbeholderen din skal trykk-testes hvert 10. år?



DSB har gitt ut en temaveiledning om bruk av farlig stoff, hvor del 2 omhandler trykkluftanlegg blant annet. Denne kan du finne [her](#)

Industri-Hydraulikk AS har importør status på Alup, Airnet og Pneumatech sin portefølje i Norge. Alup, Airnet og Pneumatech er høykvalitetsprodukter i Premium segmentet, med fokus på lavest mulig driftskostnader for kunden.

Alup og Pneumatech har i lang tid vært en del Atlas Copco gruppen, og utstyret blir produsert på Atlas Copco sine fabrikker i Europa.

Industri-Hydraulikk AS utfører også service på andre merker, slik som Kaeser, Atlas Copco, ABAC, Ingersoll-Rand, Mark, Gardner Denver, Chicago Pneumatic med flere.

Alup har skruekompressorer fra 2,2 kW til 315 kW, både on/off, frekvensstyrte og oljefrie.

Stempelkompressorer fra 0,7 kW til 18 kW.

Oljefrie scroll kompressorer.

ALUP
Kompressoren

Pneumatech har alt innenfor etterbehandling/behandling av trykkluft.

Kjøletørker, Filtrering, Olje og vannutskillere, Luftbeholdere,

Adsorpsjonstørker samt Nitrogen og Oksygen generatorer.

pneumatech

Airnet rørrnettløsning med 10 års garanti, fås i aluminium eller rustfritt stål.

Enkelt og kjapt å installere.

AIRNET



Ring oss

69 36 34 40



24 timer service

69 36 34 40



Send oss e-post

firmapost@industri-hydraulikk.no