

Installationsanvisningar för tryckluftssystem

1. Kompressoranläggning tryckluft

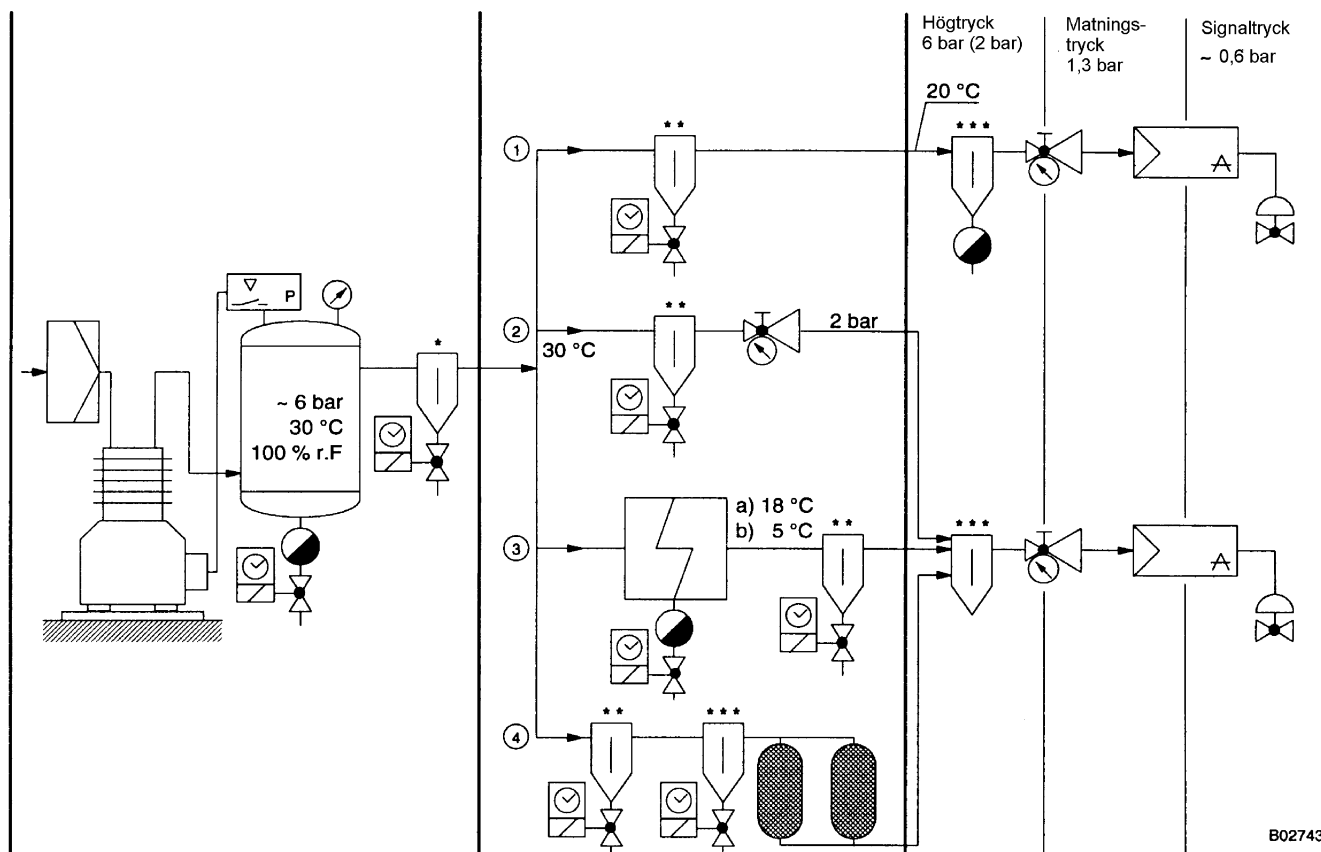
- 1.1 Tryckluftsbefov
- 1.2 Erforderlig kompressoreffekt
- 1.3 Volym hos luftbehållare
- 1.4 Luftkvalitet: olja och damm

2. Beredning av tryckluften (vid kondensbildning)

- 2.1 Utan beredning
- 2.2 Med stegvis tryckreduktion
- 2.3 Med kyltork
- 2.4 Med adsorptionstork

3. Distribution av tryckluften

- 3.1 Högtrycksledningar
- 3.2 Matnings- och signaltrycksledningar
- 3.3 Apparatanlutningar



Exempel Beredning	Undre gräns för temperatur (mättningsgräns)		
	Högtrycks-nät	Matnings-trycks-nät	Signaltrycks-nät
Exempel ① Utan beredning Avkylning i ledningsnätet från 30 °C till 20 °C kondensat: 2,2 g/m ³ n		3 °C	-2 °C
Exempel ② Stegvis reduktion högtryck endast 2 bar Inget kondensat	15 °C	12 °C	6 °C
Exempel ③ Kyltork a) Vattenkylare 18 °C kondensat 2,5 g/m ³ n b) Kylaggregat 5 °C Kondensat 3,8 g/m ³ n	18 °C	1 °C	-4 °C
	5 °C	-10 °C	< -10 °C
Exempel ④ Adsorptionstork t.ex. torkning till 0,3 g/m ³ n	-10 °C	-20 °C	< -20 °C

- * Förfilter för stark förorenad tryckluft
- ** Finfilter för oljehaltig tryckluft
- *** Submikrofilter

1. Kompressoranläggning

1.1 Tryckluftsbekov

För bestämning av den mängd luft som behövs per timme lägger man ihop medelförbrukningen för alla anslutna apparater:

- För styr- och reglerutrustning finns medelförbrukningen angiven i l/h i databladet
- Vid ställdon anges förbrukningen per slag. Denna skall sedan multipliceras med uppskattat antal slag per timme.

Exempel:

12 mätomform.	33 l/h	396 l/h
12 RCP 20	40 l/h	480 l/h
2 XSP 31	30 l/h	60 l/h
2 AV 44 P 20	4,3 l/h	86 l/h
	(per slag)	(10 slag/h)
5 AV 42 P 10	0,5 l/h	25 l/h
	(per slag)	(10 slag/h)
<hr/>		
	Totalt:	1047 l/h

Rekommenderad luftmängd = sammanlagd medelförbrukning = 1,047 m³/h

1.2 Rekommenderad kompressoreffekt

Vid uträkning av kompressors storlek räknar man med att kompressorn skall gå ca. 50 % av tiden. Kompressorkapaciteten skall därför vara dubbelt så stor som Rekommenderad luftmängd 1.1. Om ingen kompressor finns att köpa som exakt motsvarar beräknat behov, väljer man närmast större modell. På så sätt får man en extra säkerhetsmarginal, som förutom längre livslängd är till fördel vid eventuellt läckage och vid senare utökning av anläggningen.

Exempel:

Rekommenderad luftmängd	1,05 m ³ /h
Rekommenderad kompressorkapacitet	2,10 m ³ /h

Observera att kompressorkapacitet ofta anges vid tomgång, d.v.s utan mottryck. Rekommenderad kompressorkapacitet gäller dock vid det rekommenderade systemtrycket, ca. 6 bar

1.3 Volym hos luftbehållare

Tryckluftbehållaren fungerar som en ackumulator. Dess volym V är tillsammans med den effektiva luftförbrukningen V och kopplingsdifferensen Δp avgörande för kompressorns stilleståndstid Δt

$$\Delta t = \Delta p \cdot \frac{V}{V} \cdot 60 \text{ (min)}$$

För att undvika att till- och frånslag sker för ofta, skall volymen hos tryckluftbehållaren vara minst lika med 2 % av medelförbrukningen per timme d.v.s V/V = ca. 0,02

Vid en kopplingsdifferens hos tryckregulatorn på 2 bar blir stilleståndstiden ca. 2½ minut.

Exempel:

Medelförbrukning	1047 l/h
Behållarvolym (2%)	21 l
Stilleståndstid ca.	2,5 min.
Standardbehållare	40 l
Stilleståndstid	5 min.

1.4 Luftkvalitet: olja och damm

För styr- och reglerutrustningar krävs i allmänhet olje- och dammfri instrumentluft. Normalt märks skadorna på grund av oren luft först efter en längre tid. Särskild skadlig är en kombination av olja och damm.

- Oljefria kompressorer (torrlöpande) är lämpligast för framställning av oljefri tryckluft.

- Damm skadar kompressorn och apparater som är anslutna till tryckluftsnätet. Därför bör man sätta in ett 20...50 µm insugningsfilter före, och ett 5 µm förfilter efter kompressorn.

- Vid anslutning till befintligt tryckluftsnät, som oftast matas med oljesmorda kompressorer, skall man ha både ett fin- och ett submikrofilter för att avlägsna oljedimman (olja i droppform)

- För att skilja ut gasformiga oljekomponenter lämpar sig ett aktivt kolfilter.

- Om en adsorptionstork används, måste ett fin- och ett submikrofilter sitta före denna och ett submikrofilter efter torken.

- Om kyltork används, räcker det med ett submikrofilter efter torken.

- Om varken kyl- eller adsorptionstork finns i systemet skall de gasformiga oljekomponenterna skiljas ut med ett aktivt kolfilter, som skall sitta mellan fin- och submikrofiltret.

- Vid anläggningar med särskilt mycket damm (t.ex. cementdamm i nybyggnader) skall filtren vid kompressor och tryckreduceringen övervakas speciellt noga.

- I Sauters pneumatiska apparater sitter dessutom små filter i anslutningarna, för att fånga upp eventuellt skräp från ledningsnätet. Trots dessa åtgärder skall ledningarna blåsas igenom innan apparaterna ansluts.

- Ovan ställda krav uppfylls av vår tryckreduceringsenhet XFRP 4 med tillbehör.

2. Beredning av tryckluft med tanke på kondensvatten

Vid ledningsdragningen skall man se till att det inte kan uppstå vattensamlingar till följd av kondensbildning och att inte ledningarna skall kunna frysa igen. Behovet av tryckluftsberedning beror på vilken lägsta temperatur som kan uppstå i de olika ledningsavsnitten (se exempel på sidan 1)

- I exempel ①, uppstår alltid kondens i högtrycksdelen. Därför måste ledningarna förläggas med ett lätt fall. Kondensvattnet skall tappas ur regelbundet i den lägsta punkten. Mintemperaturerna för matnings- och signaltrycksnätet är begränsade.

- I exempel ② och ④, utskiljs så mycket vatten genom tryckluftsberedningen att inget kondens uppstår i någon del av ledningsnätet. Mintemperaturerna för de olika delarna av nätet är begränsade. För högtrycksledning som kan få temperaturer under 0 °C tillåts endast exempel ④, eftersom ledningarna annars kommer att frysa.

För beräkning av lägsta tillåtna temperatur används ett diagram som anger maximalt vatteninnehåll "a" i en normalkubikmeter luft som funktion av temperaturen.

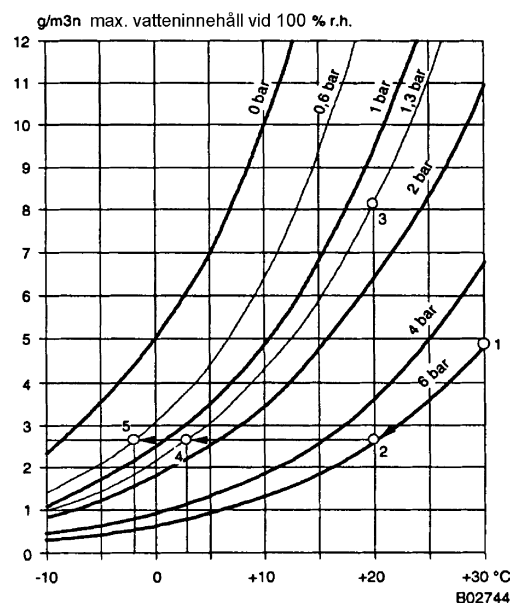
Följande gäller: $a \approx 0,8 \frac{p(T)}{p_{abs}} \text{ g/m}^3_n$

$p(T)$ = ångtrycket i bar vid en given temperatur.
 p_{abs} = absolut tryck i bar

I följande kapitel görs numeriska beräkningar för de gränstemperaturer som anges på sidan 1. Exempelen utgår från typiska förhållanden och samma principer kan även användas i andra tillämpningar.

Med undantag för exempel ②, sker alltid utfällning av vatten i det första steget. Mängden beror hur starkt luften kyls av på högtryckssidan. Därefter förblir vattenhalten konstant. Förhållandet mellan befintligt vatteninnehåll och maximalt vatteninnehåll är lika med den aktuella relativa fukthalten. Den undre gränsen för vardera trycksteget uppnås då den befintliga fukthalten är lika med den maximala fukthalten (d.v.s 100 % rh).

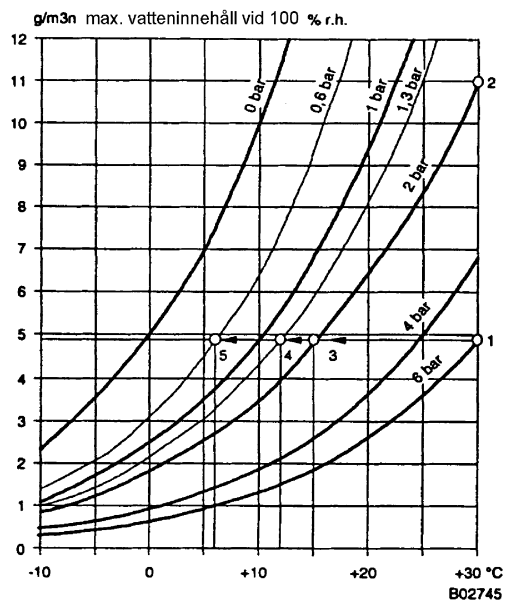
2.1 Utan tryckluftsberedning. Exempel ②



Högtrycksnätet används med avsikt för avskiljning av vatten.

- Punkt 1 Tillståndet i tryckbehållaren:
6 bar, 30 °C, 100%rh
Vatteninnehåll **4,8 gr/m³_n**
- Punkt 2 Tillståndet i högtrycksnätet
Avkylning till 20 °C, 6 bar, 100 %rh
Vatteninnehåll **2,6 gr/m³_n**
Kondensatmängd: 4,8-2,6 = **2,2 gr/m³_n**
- Punkt 3 Efter trycksänkning till 1,3 bar kan luften innefatta ett maximalt vatteninnehåll på 8,1 gr/m³_n. Befintligt vatteninnehåll är emellertid 2,6 gr/m³_n, d.v.s.
rh = 2,6/8,1 = 0,32 = **32%**
- Punkt 4 Undre temperaturgräns i matningstrycknätet (1,3 bar) = 3 °C
(Max. vatteninnehåll = verkligt vatteninnehåll)
- Punkt 5 Undre temperaturgräns i signaltrycksnätet (ca. 0,6 bar) = -2 °C

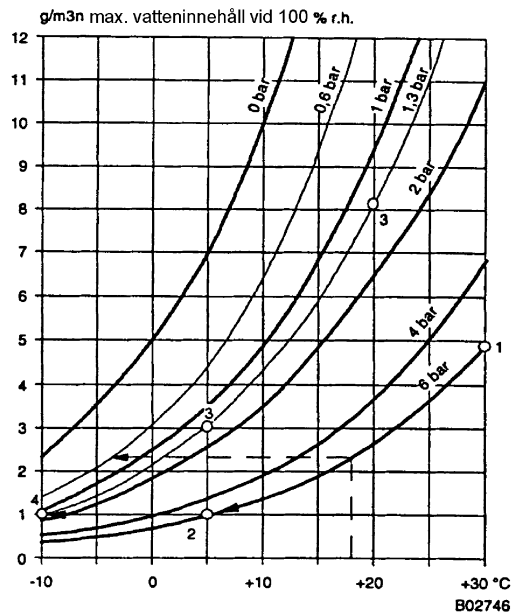
2.2 Med stegvis reduktion, exempel ②



Den första tryckreduktionen i kompressorummet minskar den relativa fukthalten i högtrycksnätet. Genom ett lägre "högtryck" blir tryckfallet i ledningen större och effekten av den andra reduceringen mindre.

- Punkt 1 Tillståndet i tryckbehållare:
6 bar, 30 °C, 100%rh
Vatteninnehåll **4,8 gr/m³_n**
- Punkt 2 Efter trycksänkning till 2 bar kan luften ha ett vatteninnehåll på 11 gr/m³_n
Befintligt vatteninnehåll är **4,8 gr/m³_n**
Alltså är den relativa fukthalten = $4,8/11 = 0,44 = 44 \%rh$
- Punkt 3 Undre temperaturgräns i högtrycksnätet (2 bar) = **15 °C**
(Max. Vatteninnehåll = befintlig vatteninnehåll)
- Punkt 4 Undre temperaturgräns i matningstrycknätet (1,3 bar) = **12 °C**
- Punkt 5 Undre temperaturgräns i signaltrycknätet (ca. 0,6 bar) = **6 °C**

2.3 Med kyltork, exempel ③



Den komprimerade luften (6 bar) kyls av och därmed skiljs en mängd vatten ut. Med en vattenkylare kan man nå ca. 18 °C och med en kylmaskin ca. 5 °C (gränserna genom fryspunkten)

- Punkt 1 Tillståndet i tryckbehållaren:
6 bar, 30 °C, 100 %rh
Vatteninnehåll = **4,8 gr/m³_n**
- Punkt 2 Tillståndet i kyltorken:
Nedkyllning till 5 °C, 6 bar, 100 % rh
Vatteninnehåll = 1 gr/m³_n
Kondensatmängd: $4,8-1 = 3,8$ gr/m³_n
Undre temperaturgräns i högtrycksnätet (6 bar) = **5 °C**
- Punkt 3 Tillståndet i matningstrycknätet:
Trycket sänkt till 1,3 bar vid 5 °C
Maximalt vatteninnehåll 1 gr/m³_n
Alltså är den relativa fukthalten = $3,1$ gr/m³_n / $1/3,1 = 0,32 = 32 \%rh$
- Punkt 4 Undre temperaturgräns i matningstrycknätet (1,3 bar) = **10 °C**

Med en vattenkylare (18 °C) sjunker vatteninnehållet till **2,3 gr/m³_n**

Temperaturgränser: 18 °C vid 6 bar
+1 °C vid 1,3 bar
-4 °C vid 0,6 bar

2.4 Med adsorptionstork Exempel ④ “

I adsorptionstorken leds luften genom en behållare med hygroskopiskt material. Beroende på storlek och flöde kan vattenhalten gott och väl komma under $0,3 \text{ gr/m}^3_n$ (se instruktionerna för torken)

På så sätt erhålles en undre temperaturgräns för högtrycksnätet på $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ (i matningstrycknätet ca. $-20 \text{ }^\circ\text{C}$) Adsorptionstorken måste regenereras med jämna mellanrum och därför installeras ofta dubbla system med en omkopplingsmöjlighet. Driftstiden för en fyllning förlängs avsevärt om man kopplar en kyltork före adsorptionstorken.

3 Distribution av tryckluften

3.1 Högtrycksledning

Högtrycksledningarna fram till reduceringsenheten dras vanligen med förzinkade ($\frac{1}{2}$ ") stålror.

I exempel ①”

- utan tryckluftsberedning - måste ledningarna förläggas med fall och regelbundet tappas på vatten i de lägsta punkterna. Observera den ökade risken för rost. Vid behandlad luft skall man inte underskrida den undre temperaturgränsen enligt avsnitt 2 ovan, eftersom det annars bildas kondens.

3.2 Matnings - och signaltrycksledning

- För ledningar med skruvförbindningar, är det i allmänhet polyeten- , eller mjuka kopparrör som kommer i fråga. Om det inte finns några speciella föreskrifter (p.g.a. brandskydd, risk för angrepp av skadedjur etc) används nästan alltid de mjuka och prisvärda polyetenrören. Kopparrör skall förläggas så att inga stora krafter överförs till de anslutna apparaterna (Speciellt sådana med hus av plast). Oftast sätter man därför in ett plaströr de sista 30 cm före apparaten.

För att undvika kondens måste man beakta de undre temperaturgränserna i avsnitt 2 ovan. Vanliga ledningsdimensioner är 6x1 (6 mm ytterdiameter, 1 mm vägg tjocklek). Vid långa ledningar och stort luftflöde bör man ta hänsyn till tryckfallet i matningstryckledningen (se sektion 4)

3.3 Apparatanlutningar

- Sauters apparater har i regel en invändig gänga Rp $\frac{1}{8}$ " (ISO 7/1). De lämpar sig för de vanliga koniska skruvnippelarna R $\frac{1}{8}$ " (ISO 7/1) (Se produktblad 69.600). Som tätning rekommenderas PTFE-band eller tätningssmassa i form av ett speciellt stift (Z297169). Vid plaströr får inte Loctite användas! Vid ingångning av metallnippel i plasthus får inte vridmomentet vara för högt. (Använd helst plastnippel)

- Av monteringsmekaniska (vid infälld montering) och konstruktiva orsaker är vissa apparater utrustade med fast eller inskrubbar sträcknippel I dessa fall skall man använda polyuretanslang Som dragavlastning och för temperaturer över $40 \text{ }^\circ\text{C}$ kan man använda en extra slangklämma Z277790

- Slangen skall skjutas av nippeln, inte dras. Använd slangavdragare (servicesats 297508)

- Kapa av slangändar som blivit kraftigt utvidgade.

4. Riktlinjer för installation av tryckluftnät.

Generellt specificeras matningstrycket till 1,3 bar \pm 0,1 bar för Sauters pneumatiska utrustning. Detta tryck måste upprätthållas vid fördelningspunkten, även när ansluten utrustning kräver max. luftflöde, annars kan felaktiga funktioner uppstå i samtliga anslutna enheter. Denna sektion förklarar systemets samverkan och innehåller riktlinjer för planering av tryckluftsnät.

Utförande hos ett tryckluftsnät fastställs av följande egenskaper:

- 1) Internt motstånd från tryckkällan
- 2) Max. luftflöde V max
- 3) Inflytande av matningstrycket på utrustningen

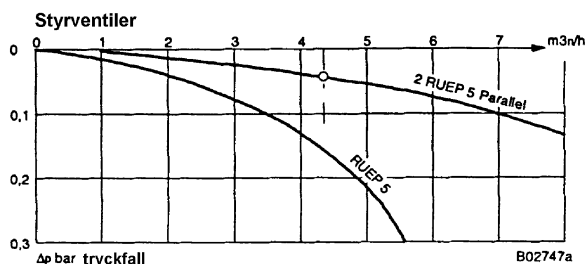
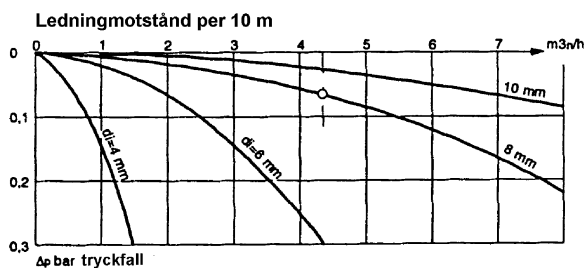
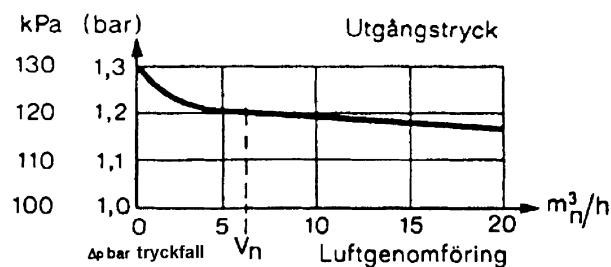
4.1 Interna motståndet från tryckkällan

Trycket i ett tryckluftsnät reduceras alltid när en viss mängd luft tappas från systemet.

Tryckfallet vid avtappningspunkten är summan av flera flödesberoende tryckfall orsakat av:

- Tryckreduceringsenheter
- Ledningsmotstånd
- Styrventiler
- eller annat flödesberonde tryckfall

Tryckreduceringsenhet XFRP 4 (primärtryck 6 bar)



För att uppskatta det totala tryckfallet, måste luftflödet Vmax fastställas enligt 4.2 och det aktuella Δp -värdet för motsvarande belastningskurva läggs till: Δp -värdet för ledningar är specificerad för längder på 10 m och måste beräknas i förhållande till aktuell längd. Punkterna markerade i diagrammet refererar till exemplet på sidan 7 med Vmax = 4.3 m³/h

4.2 Typiskt max. Flöde "Vmax"

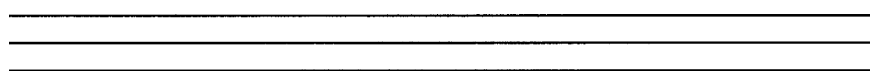
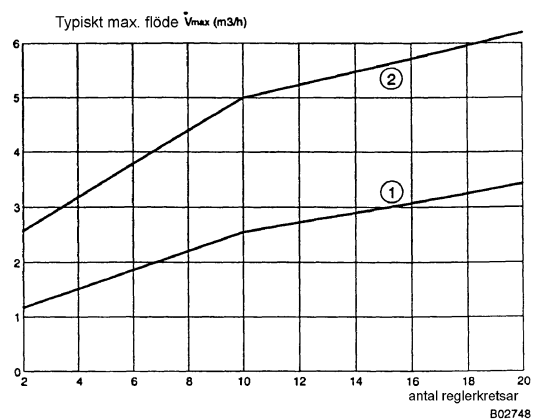
Det typiska maximala luftflödet tar hänsyn inte bara medellförbrukningen, (för beräkning av lämplig kompressorkapacitet) men även en mängd för kompenserande av insvängningsförlopp eller börvärdesjustering. Denna luftmängd är inte inräknat i "nödvändig" mängd luft för beräkning av kompressor. I reglerkretsar för temperatur och fukt kan följande erfarenhetsmässiga formel användas:

För 2..10 reglerkretsar med förstärkare eller lägesregulatorer kan följande beräknas: Vmax = medelluftförbrukningen för samtliga anslutna enheter + ytterligare 0,1 m³/h per ventil eller ställdon (AV 44/45 P, 0,2 m³/h) + max. luftförbrukning för 2 enheter vid max. utsignal

För fler än 10 reglerkretsar: för varje tillkommande reglerenhet adderas endast 10% av värdet (beräkningsfaktor)

Exempel för liknande reglerkretsar:

- ① Reglering med litet ställdon, utan lägesregulator ex. RCP 20 med AV 42 P
- ② Reglering med större ställdon, med lägesregulator, ex. RCP 20 med AV 44P, XSP31



När en färdig installation startas, eller när en börvärdesförskjutning utförs, krävs en större mängd luft under en kort period och den tillåtna tryckvariationen överskrids. Resultatet av variationerna på enheterna som beskrivs i 4.3 är normalt tillåtet vid dessa tillfällen.

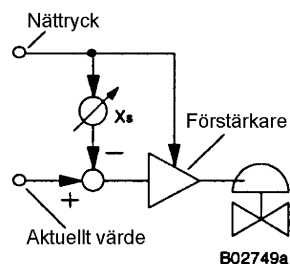
4.3 Inverkan av matningstryck på utrustningen.

Tryckfallet för matningstrycket kan uppskattas för en viss fördelningsenhet med hjälp av luftflödet V_{max} enligt 2) och belastningskurva enligt 1)

Två grupper av felfunktioner kan uppstå när matningstrycket sjunker för mycket.

a) Med många pneumatiska enheter sjunker luftmängden svagt. Reglerenheter som hålls stängd med tryck nära max. dimensionstryck, kan öppnas ögonblickligen därför att matningstrycket även är den största möjliga utsignal.

b) En annan typ av fel funktion kan uppstå med enheter som manövreras med ett stabiliserat referenstryck (t.ex. Som börvärde X_s i Centair regulatorer, eller nollpunktsreferensen p_0 i lägesregulator XSP31). Med reglerfunktion A, reduceras referenstrycket obetydligt i förhållande till minskningen i matningstrycket, som resulterar i en stigande utsignal. Denna tillkommande nätbelastning förstärker hela processen (positiv återföring) till enheten matas med max. luftflöde och kommer att stabiliseras först i avblåsningssfasen



Denna effekt blir allvarlig om flera enheter av denna typ ansluts till samma matningsledning eller en felaktig fördelningsenhet. I dessa fall överförs den positiva återföringen till alla enheter, trycket faller i hela installationen och systemet kan slutligen förbli i kontinuerlig svängning.

Baserad på denna kunskap och praktiska erfarenhet kan följande riktlinjer ges:

- Matningstrycket till fördelningen måste konstrueras så att tryckfallet i luftflödet V_{max} inte blir större än 0,2 bar. Detta motverkar omvänt påverkan och störningar på reglerande enheter. Som regel är att obelastat reducerenhet skall justeras till 1,4 bar.

- Ledningen från fördelningen till varje individuell förbrukare får inte läggas i slinga. För enheter med reglerfunktion A, får ledningen inte överstiga en viss längd, då det finns risk för enheten blir självmatande.

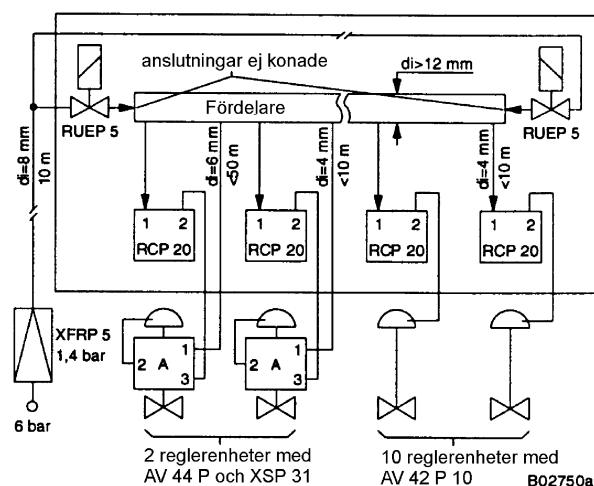
Max. Längd för matningsluftledning:

$d_i = 4 \text{ mm}; L_{max.} = 10 \text{ m.}$

$d_i = 6 \text{ mm}; L_{max.} = 50 \text{ m.}$

- Den specificerade ledningsdiametern måste anges på installationsritningen. Fördelningsenheten bör ha en inre diameter på 12 mm. Anslutningsgångarna på tryckluftsmatningen måste motsvara ledningsdiametern

Exempel: Kopplingspanel för 12 reglerkretsar



Luftflöde V_{max} vid fördelningsenheten (se sektion 4.2)

12 RCP 20	40ln/h	varje \rightarrow 0.48
12 mätvärdesomvandlare	33ln/h	varje \rightarrow 0.40
2 XSP 31	30ln/h	varje \rightarrow 0.06
2 AV 44 P 20	200ln/h	varje \rightarrow 0.40
10 AV 42 P 10	100ln/h	varje \rightarrow 1.00
2 max. lufttillförsel XSP 31	1000ln/h	varje \rightarrow 2.00
		$V_{max} = 4.34 \text{ M}^3/\text{h}$

Diagram för fördelningsenheten vid $V_{max} = 4.34 \text{ M}^3/\text{h}$ (se sektion 41)

Reducerenhet	0,09 bar
Ledning \varnothing 8/10 m	0,07 bar
2 magnetventiler RUEP 5	0,04 bar
$\Delta p_{tot} = 0,20 \text{ bar}$	

Trycket i fördelningen sjunker från 1,4 bar till 1,2 bar. (tillåten gräns)