



TRYCKSÄKERT



Innehåll

Problemställning	3
Teknik	5
System med delat ansvar	5
Mineral som pulvergods	6
Energì	6
Luft som godsbärare	6
Tryck och kraft	6
Luftflöde	7
Sändning av pulver	9
Sändare	9
Sändningsförloppet	9
Mottagning av pulver	13
Mottagare/silo	13
Lagar och förordningar	16
AFS (Arbetsmiljöverkets föreskrifter)	16
Skrivelse från Arbetsmiljöverket 2008-10-10	17
Våra produkter och personlig säkerhet	18
Risken för "blåstringsskador"	18
Risken för kemiska skador	19
Personlig säkerhet	19
Säkerhets- och miljöaspekter	20
Säkerhetsaspekter	21
Miljöaspekter	21
Förklaringar	22
Om lufttryck	22
Beräkningar och avlastningsventilens mottryck	22
Filter	22
Sammanfattning	23

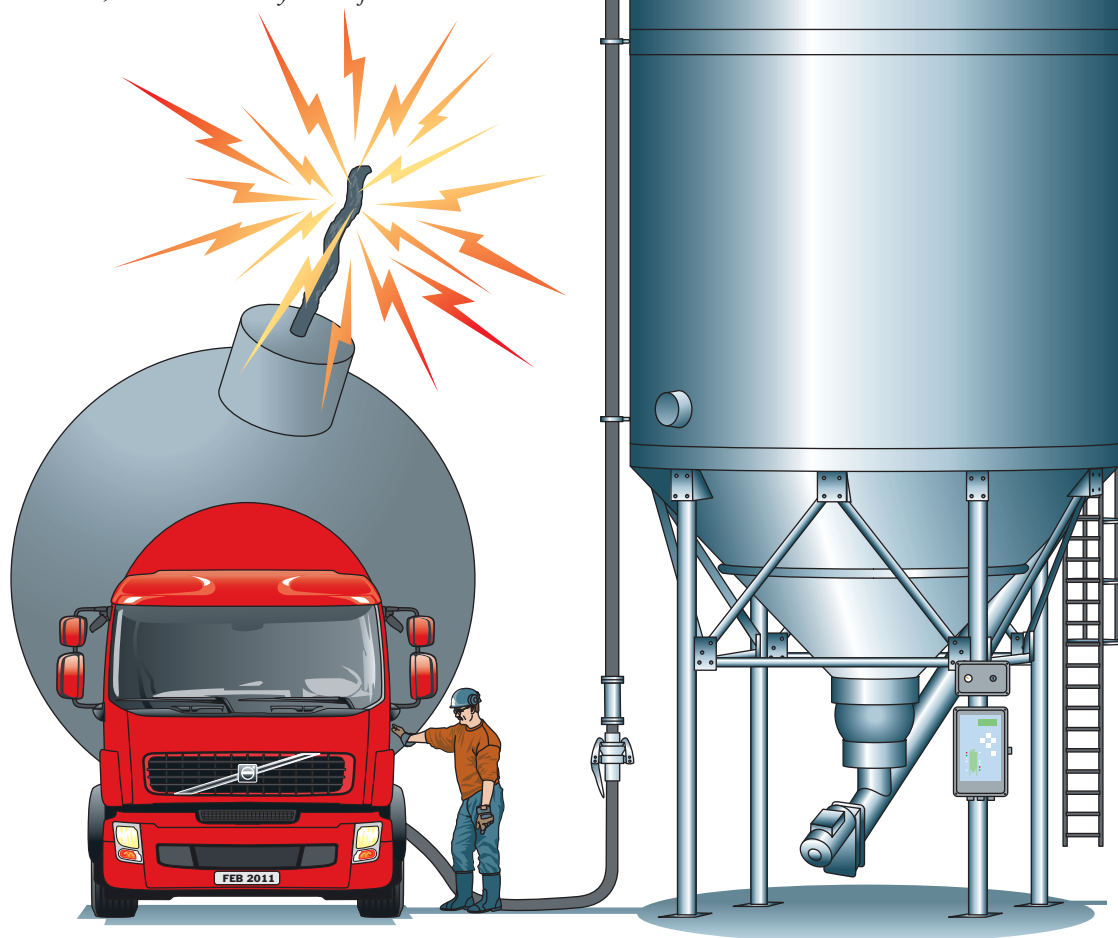
Problemställning

Att lossa pulvergods från bulkbil till silo kan vara en mycket riskfylld hantering. Med en hastighet av nära 1 ton per minut lossas godset från bulkbilen till silotoppen som ofta ligger mellan 15 och 20 meter över marken. För att klara detta går det åt mycket energi.

Pneumatisk hantering (tryckluft) är den dominerande och mest effektiva tekniken för att klara denna tuffa uppgift.

En luftkompressor trycksätter ett lastbärande tryckkärl placerat i en påbyggnad på lastbilen. Tryckluften används för att skapa ett så kraftfullt luftflöde att pulvret via slangar och rör förflyttas till en mottagare/silo.

Bomben symboliserar den uppladdning av energi, som är drivkraften i den teknik, som denna broschyr vill informera om.





A. Silotak som fläkts upp när filter och avlastningsventil inte tillräckligt effektivt släppt igenom luftflödet.



B. Delar av fodersilo som försetts med en filterpåse med otillräcklig filterkapacitet.



C. Filter som sprängts loss från silotaket och ramlat ned på marken.

Bilderna ovan har tagits av Arbetsmiljöverket i samband med utredningar på olycksplatser.

Med tanke på det höga trycket måste hanteringen ske under sträng och noggrann uppsikt så att förloppet inte blir okontrollerbart och påverkar systemet med krafter, som det inte är konstruerat för att klara av.

Konsekvenserna kan bli allvarliga för såväl människor som anläggningar.

Bristfällig utrustning och felaktigt handhavande kan också orsaka damning och nedsmutsning.

Med den här broschyren vill vi öka kunskapen om denna effektiva men riskfyllda teknik och samtidigt förklara betydelsen av ett väl fungerande samarbete mellan transportör och mottagare.

Förhoppningsvis kan den här broschyren också skapa förståelse för vad alla användare bör känna till och rätta sig efter för att tekniken skall bli så säker som den förtjänar.

Tänk på att

- Används inte tekniken på ett riktigt sätt kan konsekvenserna bli mycket allvarliga. Om det kraftiga luftflödet inte tillåts att passera genom mottagaren uppstår ett sprängtryck. Detta är teknikens stora svaghet som alla bör vara medvetna om.
- Förutom den materiella förstörelsen omkom personer vid två av de tre olyckorna.

Teknik

System med delat ansvar

I och med att chauffören kopplat slangen från fordonet till siloröret har en tryckkärlanläggning med en sändare och en mottagare skapats.

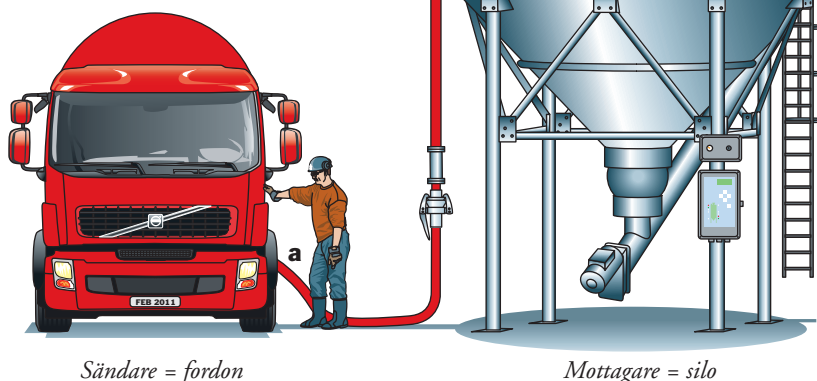
Principen för anläggningen är att den tryckluft som komprimeras i sändaren används för att skapa ett kraftigt luftflöde till mottagaren. Detta luftflöde innehåller det pulvergods som skall lossas.

I denna skrift beskrivs varför luftflödet kan vara både oberäkneligt och farligt. Eftersom flera parter delar på ansvaret för anläggningen och dess funktion ökar risken för att olyckor med allvarliga följder kan inträffa.

Chaufförens/sändarens ansvar

Det är chauffören som reglerar luftflödet. Därigenom ansvarar han för att den enorma energi som finns i fordonstanken inte utlöser en alltför stor lufrusning. En sådan öppnar avlastningsventilen och släpper ut damm och pulver.

Man kan inte heller nog understryka att en okontrollerad lufrusning aldrig får inträffa eftersom risken för allvarliga olyckor då är överhängande.



Tryck och luftspelet i lossningsledningen

Det vanliga är att lossningsledningen är sammansatt av rör och slang på 4 tum.

Under lossningen har luften vid slangens inlopp (a) ett tryck på maximalt 2 bar. Direkt när luften kommer ut i ledningen utvidgas den framåt vilket innebär att trycket sjunker. Mer luft måste få utrymme varför lufthastigheten tvingas öka.

Efterhand som luften går framåt i ledningen minskar trycket och hastigheten ökar. Vid inloppet i silotaket (b) är lufttrycket nästan i nivå med atmosfärstrycket.

Tryckenergi har helt förvandlats till rörelseenergi. Hindras luften nu att komma ut i det fria, omvandlas rörelseenergin till tryck igen.

Fabrikens/mottagarens ansvar

Mottagaren ansvarar för silon och dess säkerhetsutrustning. Dessutom ansvarar mottagaren bland annat enligt lag för att avlastningsventilen öppnar då lufttrycket överstiger den nivå som silon är godkänd för. Ventilens öppningsarea skall vara fri från hinder som stryper luftflödet vid en utblåsning.

Om mottagarens filterkapacitet är otillräcklig kan inte chauffören lastas för att avlastningsventilen öppnar under normal lossning.

Mineral som pulvergods

Pulver är i det här sammanhanget ett mineral, som malts till små korn omgivna av luft. Ju finare malning desto mer luft innehåller pulvret, vilket betyder att volymvikten/densiteten varierar.

Pneumatisk hantering innebär att luft pressas in i pulvret vilket gör att det skrymmer mer än i vilofas. Men även när det skruvats och fallit fritt vid lastning ökar luftinnehållet. När det åter kommer i vila avgår luft och densiteten ökar i samma grad.

Energi

Det går åt en hel del energi för att flytta över 40 ton pulver från bil till silo. Energi kan uppträda i en mängd olika former och den kan snabbt omvandlas från en form till en annan. Vid pneumatisk hantering utnyttjas luft för att utföra lossningsarbetet. Luft har valts eftersom den lätt kan laddas med energi genom komprimering.

Vind innehåller rörelseenergi, som när den träffar ett segel förmår att driva en segelbåt framåt. När vinden träffar seglet växlas rörelseenergin till ett tryck. När båten rör sig framåt övergår trycket i arbete.

Vindar skapas av skillnader i lufttryck som i sin tur beror på energibalanser som påverkas av temperaturen.

I pneumatisk sändning gäller samma lagar. Det gäller att skapa en luftström med så mycket rörelseenergi, tryck och kraft att den klarar arbetet med att flytta lasten. Drivkraften är också här lufttrycksskillnaden.

När systemet konstruerades valde man att satsa på tryckskillnaden 2 bar.

För att få med godset/pulvret i luftflödet komprimeras luften i pulvret. Det sker i en trycktank, som samtidigt är godsbärare. Tankarna görs stora för att få med så mycket last som möjligt. Det innebär tyvärr att de kommer att innehålla en mycket stor mängd komprimerad luft som innehåller en mycket stor mängd bunden energi.

Luft som godsbärare

I normalläget vilar pulverkornen mot varandra. Det ger en inre friktion, som gör att pulvret upplevs som ganska fast. För att få pulvret att "rinna" pressas luft in mellan kornen. Detta kallas fluidisering och är en av grunderna i pneumatisk hantering.

En annan grund är att komprimera luften i behållaren där godset ligger. Pulverkornen omsluts då av komprimerad luft. Låter man sedan den komprimerade luften rusa ut genom en öppning i behållaren följer pulverkornen med. Luft/pulverblandningen sänds via en lossningsledning bestående av slang och rör till en mottagande behållare där det vid starten råder atmosfärstryck.

När lossningsspjället öppnas sker en snabb trycksänkning av sändningsluften och luften ökar i volym. Eftersom den är innesluten i en ledning ökar lufttättigheten i takt med att trycket sjunker. Tryckenergin i sändaren växlar över till rörelseenergi och kraft.

Pulverblandningen ger en motkraft ända tills den lämnar lossningsledningen. Då frigörs övertrycket i sändningsluften nästan helt men luftpulverblandningen sprutar in i mottagande behållare med hög rörelseenergi.

Luften har nu fullföljt sin uppgift som godsbärare och skall avskiljas från godset. Det sker genom att den får passera genom en filterduk. För filtreringen krävs en tryckdifferens mellan in- och utsida. I mottagaren måste därför trycket ligga något över atmosfärstrycket. Det är detta som klassificerar den som ett tryckkärl i lagens mening.

Se kapitel "Lagar och förordningar".

Tryck och kraft

Den luft som omger oss på jordytan verkar med en kraft på ungefär 1 kilo per kvadratcentimeter.

Energin, som finns i behållaren, visar sig som ett tryck och en kraft på väggarna som innesluter den.

Tanken är konstruerad och byggd för att klara ett fastställt maxtryck som enligt lag inte får överskridas.

Skulle trycket av en eller annan anledning ändå överskridas kan konsekvenserna bli livsfarliga. Skillnader i atmosfärstrycket skapar ibland orkaner. Dessa kan, om de hindras i sin framfart, bygga upp tryck som välter hus. Samma naturlagar gäller vid pneumatisk hantering.

Allt som hindrar luftens framfart bygger upp tryck och kraft. Tryckskillnaden i ett pneumatiskt system skapas av en kompressor som ger ett arbetstryck i sändaren. Där bildas ett magasin av lagrad energi helt jämförbart med principen för en ångpanna.

Under lossning är förbindelsen mellan sändare och mottagare helt öppen.

Den stora luftmängd som under sändning blåser in i mottagande behållare är som en stormvind med sin inbyggda energi. Allt som stoppar den ökar trycket. Stoppas den helt stiger trycket tills mottagaren sprängs.

Kraftpotentialen uppgår till hela 140 ton räknat på taket i en silo med en diameter på 3 meter.

Luftflöde

Luftflödet i systemet har olika karaktär och ursprung.

En kompressor trycksätter sändaren och upprätthåller trycket under sändning samt blåser luft förbi sändaren till ett ejektorsystem.

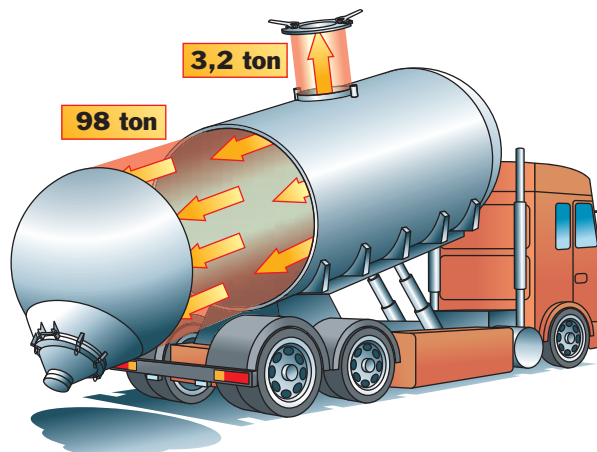
Under en 25-årsperiod har kompressorkapaciteten ökat från 3,5 kubikmeter per minut till nivåer runt 16 och däröver. Den främsta orsaken till detta är behovet av att kunna använda bulkfordon även till gods som kräver stora mängder luft. "Onödig" luftmängd skapar problem som stör lossningen och mer hjälpluft än nödvändigt måste användas. Detta försämrar lossningskapaciteten. För mycket luft överbelastar också mottagarens redan känsliga trycksituation.

Inför framtiden bör man därför hoppas på en utveckling mot mer flexibla kompressorer. Redan i dag finns också lösningar med nedväxling och möjlighet till sänkning av ingående varvtal som sänker kapaciteten. Observera att kompressorerna skall vara byggda för att klara ett lägre varvtal.

Luftflödet mellan sändare och mottagare skapas genom en tryckskillnad mellan dessa. Detta flöde är mer svårbemästrat och ojämnt.



Skapar vi ett vakuum i till exempel en fordonstank kan uteluften demolera den i en implosion (motsatsen till explosion). Tryckkärlen på ett bulkfordon tål inte heller mycket vakuum.



Tipptanken med diameter 2,55 meter och 28 kubikmeter volym, innehåller vid 2 bars tryck 56 kubikmeter tryckluft. Ett respektive energiinnehåll som uppträder som en kraft inuti kärlet.



Svåra olyckor har inträffat när oreducerad fabriksluft använts för att förstärka luftkapaciteten till exempel vid långa lossningsledningar. För högt tryck, 5 bar, har gått in bakvägen i tryckkärlet.

Tryckdifferensen får man genom att luften i sändaren komprimeras till arbetstrycket 2 bar.

En öppen förbindelse mellan luft med olika tryck leder till att trycket strävar mot utjämning. Då orsakas en luftström med en kraft och styrka som beror på tryckfallet, förbindelsens area, längd och motstånd i till exempel krökar och böjar. När det finns pulver i slangen utövar det ett starkt mottryck som hejdar luftflödet. Det ger en balans i sändningen så att den luftmängd som pumpas in är lika med den som lämnar kärlet.

Det största och allvarigaste problemet uppstår när mottrycket i lossningsledningen minskar eller upphör genom att pulversändningen tar slut. Det enda mottryck som finns kvar beror då på friktion i rör och slang och denna är försumbar. En häftig luftrusning uppstår om lossningsspjället inte stängs i tid. Energin som finns i luftflödet kan drabba mottagaren med för stor kraft.

En sfärisk behållare på 6 kubikmeter rymde i teknikens barndom 6 ton. Med åren har fordonstankar börjat byggas för att passa även lättare pulver. Det kan handla om tankar med volymer på 60 kubikmeter. Vid 2 bars tryck innehåller en sådan tank 120 kubikmeter tryckluft, som man måste bli av med på ett säkert sätt. Denna utveckling innebär att den samlade luft- och energimängden i fordonstankarna har ökat i motsvarande grad vilket också manar till eftertanke.

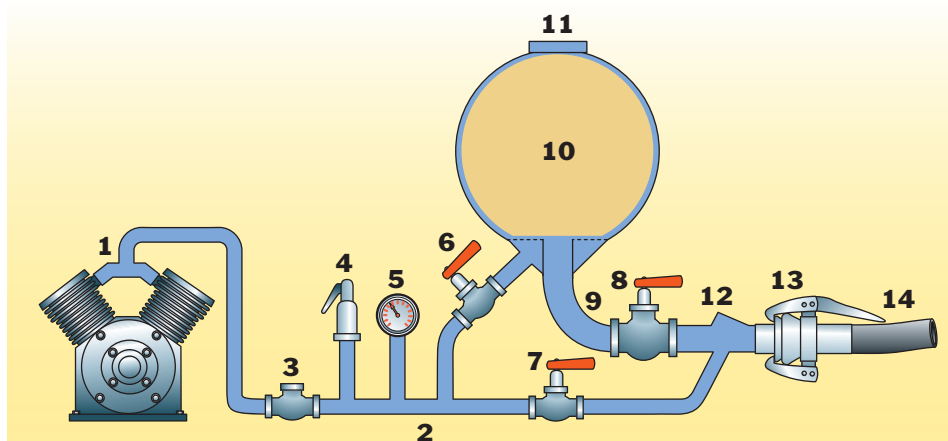


En "järnvägsbunkare", har trots sin kraftiga konstruktion, sprängts i bitar. En produkt som oväntat bildat gas, mellanlagrades i kärlet.

Tänk på att

- Det pneumatiska system som här används bygger på en uppladdning av en väldig mängd tryckluft.
- Denna luftmängd innehåller en mycket stor mängd energi.
- Denna energi måste hanteras med respekt och tekniska anordningar som gör den säker att använda.
- Mätningar har visat en luftrusning på nära 3 kubikmeter per sekund vid en okontrollerad utblåsning.

Sändning av pulver



Sändaren

Sändaren beskrivs ovan i en schematisk skiss som visar en princip som i stort sett varit oförändrad sedan 1950-talet.

- 1. Kompressor** Vanligtvis fordonsmonterad, men stationära finns. Kapaciteten varierar mellan 8 och 16 kubikmeter per minut vid 2 bars tryck.
- 2. Luftstam** Luftledning som leder kompressorluften till olika förbrukningsställen.
- 3. Backventil** Skyddar en avstängd kompressor från material, som kan gå baklänges i systemet.
- 4. Säkerhetsventil** Sätter en tryckgräns i luftstammen, som systemet är godkänt för, normalt 2 bar.
- 5. Manometer** Instrument för att manövrera systemet.
- 6. Luftventil** (Fluidiseringsventil) Reglerar den tryckluft som pumpas in i tryckkärlet.
- 7. Luftventil** (Ejektorventil) Reglerar luftflödet, som går till en ejektor på lossningsröret.
- 8. Lossningsspjäll** Reglerar luft- och materialflödet från sändare till mottagare.
- 9. Fluidiseringsanordning** Specialanordning som finfördelar den luft som pumpas in i kärlet.
- 10. Trycktank** Godsbehållare som är byggd som tryckkärl och kan ha olika utformning.
- 11. Lastningslock** Lock över öppning anpassat till lastningsbälg.
- 12. Ejektor** Riktat ejektorluften framåt med ejektorverkan.
- 13. Slangkoppling** Kopplingshane modell M 42. (4").
- 14. Lossningsslang** Specialslang som kopplas mellan sändare och mottagare.

Sändningsförloppet

Sändningsförloppet omfattar sju olika faser och nedan följer en beskrivning av dem.

Åtgärder före sändning

Rätt gods

Leveranssedeln skall visas när mottagaren har personal på plats. Dels för att kontrollera att godsslag och mängd överensstämmer med beställningen, dels för att mottagaren skall kunna avgöra om lasten får plats i silon.

Rätt silo

Mottagaren skall genom tydlig märkning anvisa vilket silorör som skall användas. En bra säkerhetsåtgärd är att använda låslock på rören, speciellt om lossning sker på obemannad plats.

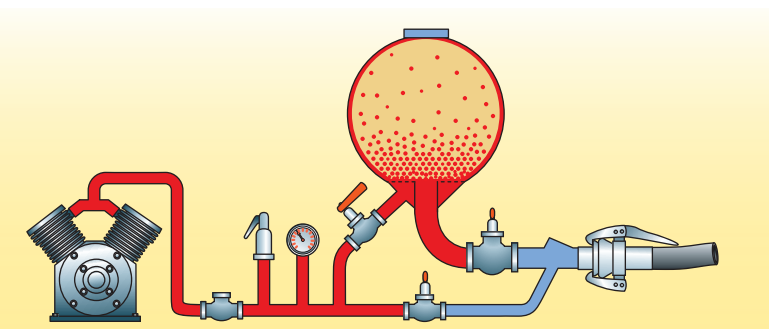
En fellossning i en full silo skapar ett överraskningsmoment, som chauffören kan ha svårt att parera i tid. Även en fellossning av material kan orsaka mycket stor ekonomisk skada samt i värsta fall explosionsrisk.

Tillräckligt siloutrymme

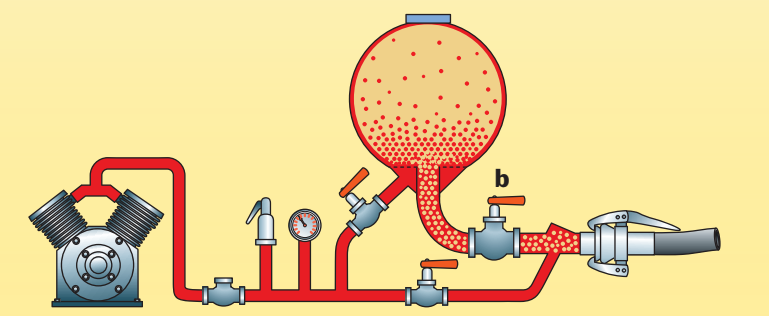
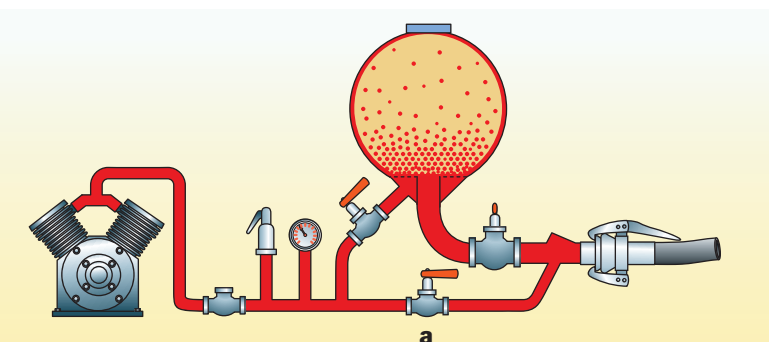
Mottagaren har ansvaret för att det finns tillräckligt med siloutrymme för leveransen.

Sändarutrustning

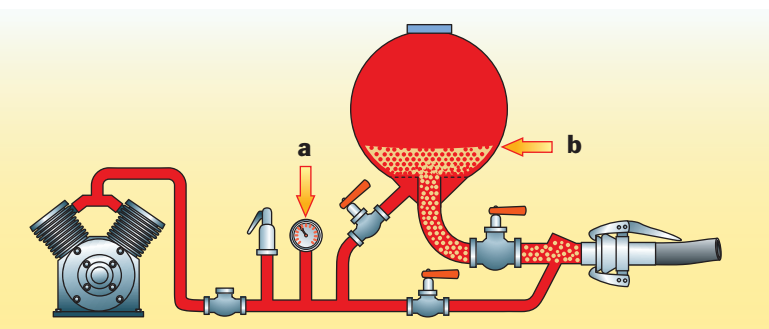
- Är lossningsslangen rätt kopplad?** Kopplingshakarna bör placeras så att de motverkar eventuella slangryck.



Trycksättning.



Start sändning.



Sändningsfas.

Nivån i tanken följs genom knackning med gummiklubba.

- **Är locket tätt?** När trycksättningen startat är det för sent att dra åt lockmuttrarna med normal handkraft. Hävarm och slägga ger momentkrafter som lockbultarna inte är konstruerade för.

Lossningsanvisningar

Mottagaren bör se till att det finns tillgänglig instruktion över åtgärder som chauffören skall rätta sig efter.

Trycksättning

Luft pressas in i fluidiseringsanordningen som finfördelar den in i pulvret. Detta sker i botten på tanken kring lossningsöppningen. Där övergår materialet till nästan flytande fas. När manometern visar arbetstrycket 2 bar är det dags att starta sändningen.

Start sändning

Först släpps ejektorluft (a) på för fullt för att få igång en luftström i lossningsarmaturen. Därefter öppnas lossningsspjället (b) med en mjuk, bestämd manöver. När sändningen är i gång stryps ejektorluften till ett läge som chauffören bestämmer. Olika lossningsförhållanden kräver olika mängd ejektorluft. Konsten är att använda så lite ejektorluft som möjligt, utan att ledningen proppar igen.

Sändningsfas

Den luftmängd som kompressorn tillför motsvarar den luftvolym och det gods som lämnar behållaren. Trycket skall vara stabilt (a). Efterhand som kärlet töms på material växer "energipaketet" för att nå sitt maximum när tanken är tom. Chauffören måste noga



följa hur nivån sjunker i tanken (b). Det kan han göra genom att knacka på den med en gummiklubba.

Med tanke på den enorma energi som finns i tanken måste chauffören vara synnerligen uppmärksam under hela sändningen och finnas inom räckhåll för att snabbt stänga lossningsspjället.

Stoppa sändning

Ett kritiskt moment uppstår när motståndet i lossningsledningen börjar ge efter för att utmatningen av gods minskar eller blir ojämn. Alla chaufförer måste lära sig ett sätt att avgöra när det är dags att stänga lossningsspjället. Det måste absolut ske innan tanken blir helt tom!

Det är en lufrusning som måste förhindras. Tyvärr använder många avlastningsventilen på silon som signal när den öppnar för lufrusningen. Det ger en damning vid varje lossning, som inte är acceptabel.

Rester som blir kvar i tanken vid detta arbetssätt blåses ut med korta pumptag med handtaget till lossningsspjället. Pumptagen bör ha en frekvens på högst några sekunder.

Den egentliga lossningen är nu klar men det återstår ett moment som kräver en egen metodik – avluftningen.

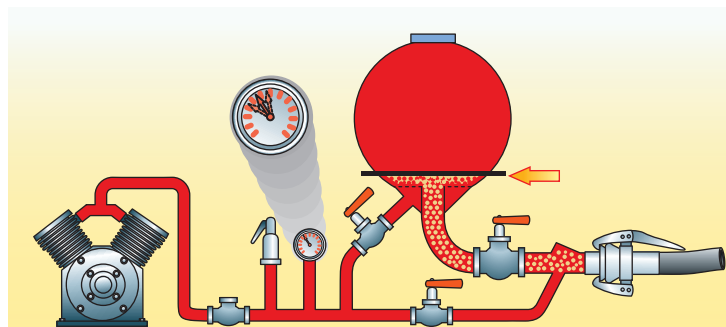
Avluftning

I tanken ligger en respektingivande luftmängd under högt tryck. Det är chaufförens ansvar att den energi som är bunden i den komprimerade luften upplöses utan att den orsakar skador eller miljöproblem i form av damning.

Det vanliga är att avluftning görs genom mottagarens filter. Detta får bara ske med ett starkt strypt lossningsspjäll. En riktpunkt är att spjället öppnas så att öppningsarean motsvarar 2 tum istället för 4 tum som spjället har. Det motsvarar cirka en tredjedels öppning. När trycket har fallit till 1 bar kan spjället öppnas ytterligare en tredjedel. Observera att denna metod inte fungerar överallt.

Ett tecken på att avluftningen sker på rätt sätt är att avlastningsventilen inte lättar. Görs avluftningen med maximalt 2 tum area och avlastningsventilen öppnar, är det ett tecken på att filterkapaciteten är för dålig.

Ett bättre sätt, som blir allt vanligare, är att avlufta direkt ut i luften. Flera åkerier har i årtal



Stoppa sändning.

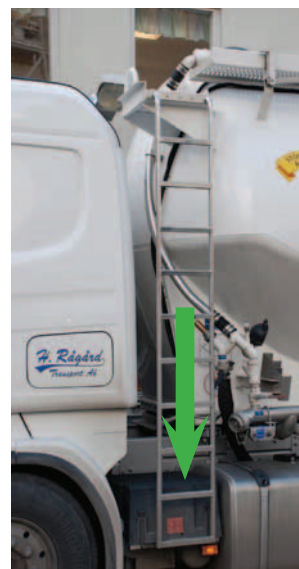
Tänk på att

Lufrusning

- Lufrusning beror på att energipaketet inte längre kan hållas tillbaka av mottrycket i lossningsledningen.

Signalerna på lufrusning är många

- Manometernålen börjar darra och röra sig nedåt.
- Ljudet ändrar karaktär.
- Med foten på lossningsslangen känns en förändring av flödet.



Avluftning direkt till fria luften är en teknik som borde bli standard i framtiden. Här har man valt att släppa ut luften över tanken respektive under chassiet.



Bultarna till lockmuttrarna utsätts för stora krafter men är dimensionerade för detta. Om man använder hävarm eller slag för att dra åt muttrarna kan gängorna brista.

använt denna metod. En förutsättning är dock att det finns en toppluftledning från luftstammen till tankens översida. En avluftningsslang med ventil dras från denna. En del låter den mynna ovanför tanktaket, andra under fordonets chassi. Dimensioner mellan 1 och 2 tum förekommer. Många menar att damm och ljud inte utgör något problem. Andra testar ljud och dammfilter.

Tekniken har kommit för att stanna men kommer att förfinas. Man slipper att belasta filterdukarna med onödig luftfuktighet. Lossningsspjället skonas från ett besvärande slitage.

Oavsett hur man avluftar, innebär en sänkning av ”sluttrycket” till 1 bar att den luftmängd som kräver avluftning halveras.

Åtgärder efter sändning

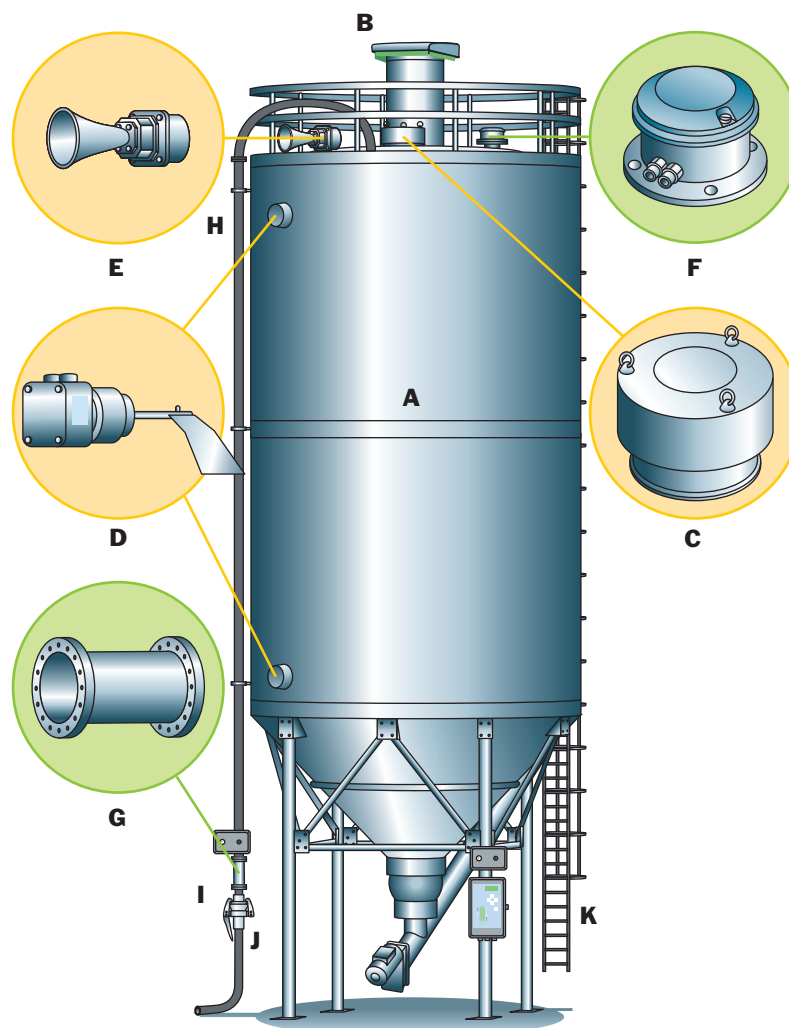
Att komma till lastningsplatsen med övertryck är både olämpligt och farligt, även om trycket är lågt. Ändå är det inte ovanligt att man låter ”överluft” pysa ut genom att lätta på lockmuttrarna.

På vintern kan locket ha frusit fast och man kan luras att helt lossa muttrarna varefter locket lossnar och flyger upp med stor kraft.

Tänk på att

- Sändningen sker med hjälp av en stor mängd uppladdad energi som kräver ständig kontroll.
- Den absolut viktigaste uppgiften för chauffören är att stoppa sändningen innan tanken är tom.
- Avlastningsventilen inte skall öppna vid avluftningen.
- Chauffören bör informera mottagaren om en tillbakablåsning skulle inträffa när han kopplar loss sin slang. Detta är nämligen ett allvarligt tecken på att silon inte klarar sändarens luftmängd. Det viktigaste är nu att kontrollera filter och avlastningsventil.

Mottagning av pulver



Mottagare/silo

Mottagaren är en behållare klassad som tryckkärl i kategorin lågtrycksgasbehållare. Mot bakgrund av att den är konstruerad för att klara 1/40 del av det tryck som sändaren arbetar med, och att det råder en öppen förbindelse mellan kärlen, måste den vara utrustad med ett filter som släpper igenom luftflödet, och säkerhetsanordningar som garanterar att trycket aldrig överskrider den lagliga gränsen.

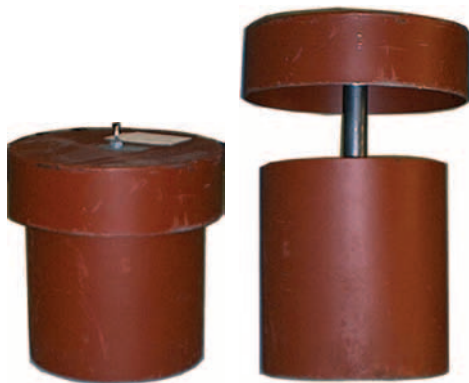
A. Behållare

Behållare/silor kan ha olika utformning och storlek men skall vara försedda med ett dammfilter. Filt-reringen förutsätter ett mindre övertryck i behållaren,

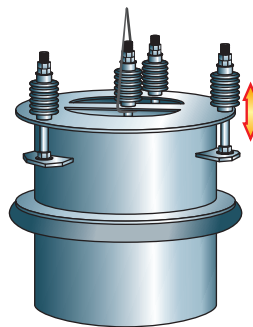
i förhållande till luften utanför, och den klassificeras därför som tryckkärl, se "Lagar och förordningar".

De stora ytorna i behållaren innebär att även låga lufttryck utsätter konstruktionen för betydande krafter. Den svagaste delen är silotaket, speciellt om det är platt.

Exempel: En vanlig silo har en diameter på 3 meter. Det innebär en takyta på 70 000 kvadratcentimeter. Vid trycket 0,03 bar verkar en kraft på taket med 2,1 ton. Om det uppgraderas till 0,05 bar ökar kraften med 1,4 ton till 3,5 ton.



Alternativ 1.



Alternativ 2.

B. Filter

Luft/pulverblandningen skall separeras i behållaren. Genom att blåsa den genom en finmaskig specialduk rensas även små partiklar bort. Med tanke på den stora luftmängd det handlar om måste filterarean vara tillräckligt stor, 20–25 kvadratmeter, se ”Förklaringar” på sidan 22. För att filterytan skall rymmas inom ett användbart filter samlas den i ett antal kassetter eller formas i runda tuber.

Under filtreringen pressas pulverpartiklarna mot duken och bildar en ”filterkaka” som hindrar luften att passera. Äldre filter kan därför ha en skakmekanism som startade efter lossningen. I moderna filter sker en pneumatisk rensning genom att tryckluft skickas som luftskott mot filtreringsriktningen. Dessa styrs med ett tidrelä och rensning kan ske under pågående lossning.

Rensningen bör fortsätta minst 10 till 15 minuter efter lossningen.

Filtret bör klara en lossning i balans och en begränsad luftrusning.

Filtret kan vid en överfyllning av silon täppas igen och sprängas loss vilket innebär en dödlig risk för omgivningen.

C. Avlastningsventil

En säkerhetsventil på mottagaren, som släpper ut övertryck, är obligatorisk vid pneumatisk hantering. Den skall reagera på låga maxtryck och klara stora luftflöden. Därför använder man en så kallad avlastningsventil där trycket får verka på en stor yta och där öppningsarean släpper igenom en stor luftmängd.

De vanligaste ventilerna har en stående rörstos på minst 26 centimeter i diameter som svetsas in i silotaket. Över stosen ligger ett lock, som skall ge den

motkraft, som stämmer överens med vad lagligt tryck anger. Det finns två huvudprinciper.

I *alternativ 1* vilar locket över öppningen med sin egen tyngd som ger önskat mottryck. Locket hålls fast och styrs av en järnten som sticks ned i stosen där det sitter en enkel styrning (Scanfilter). Riskerna är att en plugg trycks fast i stosen eller att pulver fastnar på järntenen så att den kärvar eller fastnar.

I *alternativ 2* hålls locket nere av fjädrar, som ställts in för önskad fjäderkraft (WAM filter). Ventilen är i praktiken försedd med en skyddshuv. Risken är också här att funktionen störs av pulver i ventilen. Förutom att genom tillsyn förhindra att öppningsfunktionen störs måste motvikten kontrolleras.

Det speciella med pneumatisk hantering är att luften blandas med godset. Avlastningsventilen måste därför förutom luft kunna släppa igenom pulver.

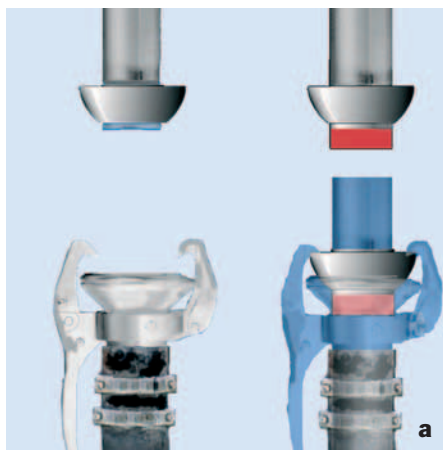
En utblåsning av pulver i samband med överfyllnad sker ganska ofta i verkligheten och innebär varje gång en stor risk. Dessutom kan både filter och avlastningsventil tappa sin funktion om anordningarna inte rengörs efter sådana händelser.

D. Nivåvakt

Det bör finnas en fungerande nivåvakt. Denna placeras 50 till 70 centimeter under silotaket och skall ge en signal när den kommer i kontakt med det gods som fylls på. Det finns olika slags nivåvakter. Den enklaste är en så kallad paddelvakt, som ger signal när paddeln bromsas.

E. Larm

Nivåalarm är chaufförens stoppsignal och måste på ett tydligt sätt, till exempel blink- och ljudsignal kunna uppfattas av honom.



a. Den förlängda stosen "rött" passer in i honan och fixerar slangens rakt ned. En extra fördel är att materialstrålen riktas rakt in i röret vilket minskar slitage av blästring.

b. Slangen säkras med en förankrad kätting. En vadersnara är ett bra alternativ.

F. Tryckvakt

Tryckvakten ingår i ett utbyggt säkerhetssystem av karaktären "hängslen och livrem". Den monteras i silotaket och ställs in för att avge en signal vid det tryck man valt.

G. Slangventil

Tryckvaktsignalen släpper på tryckluft till en så kallad slangventil som sitter på siloröret. Tryckluften måste vara ordentligt torr. Ventilen består av ett kort rör i vilket det sitter ett gummimembran. När membranet blåses upp stängs röret.

Vid användning av trycket 0,03 bar har det visat sig att slangventilen kan skapa problem eftersom den ställs in på ett något lägre tryck i ett redan svagt tryckintervall. Här borde ett tryck strax över 0,03 bar väljas.

En uppgradering till 0,05 bar skapar en fungerande teknik om man väljer att ha en slangventil. Observera att om slangventilen reagerar först, kommer avlastningsventilen aldrig att lyfta vid lossningen. Utan tillsyn fastnar den.

H. Silorör

Siloröret skall dras horisontellt eller vertikalt. Den 180-gradersböj som ofta sitter på silotaket utsätts för hårt slitage på grund av att här är hastigheten på materialflödet som högst.

I. Slangkoppling

Slangkopplingen M 42 härrör från bevattningstekniken och fungerar som en kardankoppling som gör att honan kan kopplas snett på hanen. Honan har därför bara två hakar vilket tyvärr gör kopplingen osäker. Viktigt är att hakarna griper in ordentligt i "rännan" bakom hanen. Kopplingarna får inte heller vara slitna.

Risk finns att slangens piskar loss hakarna och man måste därför tänka på hur de sitter i förhållande till eventuella slag av slang.

En slanglossning är synnerligen farlig för chauffören och miljön.

Det finns två sätt att minska risken som kan användas enskilt eller tillsammans.

- a.** Den korta styrtosen på hanen förlängs antingen genom påsvetsning av ett rörsegment eller genom byte av hela hanen till en KKV Styrtos.
- b.** Slangen säkras med en kätting eller vireslinga.

J. Slang/slangklamrar

Slangen är specialtillverkad för sändning av bulk gods. Slangklamrarna bör vara av minst samma klass som så kallade PARI klämmor.

K. Stege

För att kunna underhålla anordningar på silotaket krävs ett säkert sätt att komma dit upp eftersom tillsynen måste vara regelbunden och ganska frekvent.

Övrigt

Till siloutrustning hör nivåmätare av olika typer. Nyttan av sådana varierar eftersom det oftast är svårt att mäta med en tillfredsställande noggrannhet.

Tänk på att

- Vid hantering av bränd kalk kan damning och utblåsning utgöra en extra stor risk för personskador. Använd därför hankoppling enligt **a** på bilden ovan.
- En fungerande nivåvakt bör alltid finnas.

Lagar och förordningar



Skrivelse från Arbetsmiljöverket 2008-10-10 utgår från innehållet i dessa skrifter men beskriver vad som gäller speciellt för den verksamhet SMA Mineral bedriver.

AFS, Arbetsmiljöverkets föreskrifter

Arbetsmiljölagen (AML) är en ramlag. Regering och Riksdag har gett Arbetsmiljöverket uppdraget att ta fram regler. Dessa talar om, mer i detalj, vad som gäller i olika typer av jobb. Reglerna är juridiskt bindande och utfärdas som AFS.

Silor/mottagare som behandlas i denna skrift, ”Trycksäkert”, är förmodligen de tryckkärl i Sverige, som är mest utsatta för haverier, med stor materiell förstörelse och flera dödsfall som följd.

I samband med framtagandet av denna skrift har Arbetsmiljöverket kontaktats för att utveckla bestämmelserna med tillämpning på SMA Minerals verksamhet.

Det har man gjort i en särskild skrivelse som presenteras på motstående sida. Eftersom den delvis bygger på förda diskussioner har den på vissa punkter kommenterats i en sidotext.

Tänk på att

- Lagarna är till för att skydda användarna från olyckor. De är framtagna av experter inom EU och Sverige med detta enda syfte.

Säkerhets- och miljöproblem vid pneumatisk lossning i silo

Skrivelse från Arbetsmiljöverket 2008-10-10

Olyckor med silos har förekommit och då främst i samband med fyllning. Normalt är det inget övertryck i silon, men när man vid fyllning blåser in pulver i silon med hjälp av tryckluft, blir det övertryck i silon. Då silon normalt inte klarar det tryck som råder i det levererande systemet måste det kraftiga luftflöde som används vid fyllningen kunna släppas ut ur silon för att inte ett farligt övertryck skall byggas upp. Om detta inte fun-gerar och ett farligt övertryck ändå byggs upp, måste silon ha anordningar som begränsar trycket för att den inte skall haverera och orsaka olyckor.

Silos, som fylls med hjälp av tryckluft klassas som lågtrycksgasbehållare om de är konstruerade för ett inre övertryck på högst 0,5 bar. I så fall omfattas de av produktreglerna i Arbetsmiljöverkets föreskrifter AFS 2005:2 om tillverkning av vissa behållare, rörledningar och anläggningar. Om de bara innehåller kalkprodukter och luft vid fyllningen så följer att de endast skall uppfylla de allmänna bestämmelserna i 7 paragrafen i AFS 2005:2. Där sägs att behållare med tillhörande säkerhetsutrustning skall vara konstruerade enligt god teknisk praxis. Med säkerhetsutrustning avses i AFS 2005:2 -utrustningar som är till för att förhindra, att av tillverkaren angivna högsta eller lägsta tillåtna värden som silon är dimensionerad för, kan överskridas. Beskrivning av detta finns i punkt 2.10 i bilaga 1 i AFS 2005:2, som inte är ett krav att följa för anordningar som omfattas av god teknisk praxis, men som ändå kan tjäna till vägledning. En säkerhetsutrustning, som behövs, är tryckavlastningsanordningar, som är avsedda att förhindra att trycket i silon överskrider det tryck den är dimensionerad för. Risk för detta finns då trycket i systemet i den levererande bilen som skickar in pulver i silon normalt är större än det tryck som silon tål. Då trycket i systemet i bilen dessutom är högre än 0,5 bar blir silon ett tryckkärl som omfattas av reglerna i föreskrifterna AFS 1999:4 om tryckbärande anordningar, om silon inte har en tryckavlastning som garanterar att trycket i silon är högst 0,5 bar.

Den EU anpassning som införts i och med AFS 2005:2 har skapat en del frågor, då tryckgränserna är andra än i de upphävda gamla föreskrifterna i AFS 1999:6. Förut angav tillverkarna 0,03 bar som högsta tillåtna tryck för silos. Detta var då den tryckgräns över vilken dessa annars kunde bli besiktningspliktiga enligt de gamla föreskrifterna. Nya besiktningsregler finns nu i Arbetsmiljöverkets föreskrifter AFS 2005:3 om besiktning av trycksatta anordningar. Enligt dessa föreskrifter är behållare för gas ej besiktningspliktiga om övertrycket är högst 0,5 bar. Härmed uppstår möjligheten för ägare av silos att höja högsta tillåtna tryck utan att silon riskerar att bli besiktningspliktig. Detta förutsätter dock att silon är dimensionerad för att tåla det nya högre trycket. Om detta inte framgår av tillverkarens leveransdokumentation och märkning, behöver denne kontaktas för att han skall kunna garantera silons nya högsta tillåtna tryck. Om denne inte finns kvar måste någon annan göra nya konstruktionsbedömningar av silon och tillhörande tryckavlastningsanordningar för att se om dessa uppfyller kravet på att vara konstruerade och tillverkade enligt god teknisk praxis med avseende på det höjda trycket. Troligen är det lättare att uppfylla dessa krav, om man bara höjer högsta tillåtna tryck i silon till exempelvis 0,05 bar, som är det högsta tillåtna tryck som tillämpas för silos i t.ex. Danmark.

En nivåvakt som förhindrar att den av tillverkaren angivna högsta tillåtna pulvernivå i silon överskrider vid fyllningen kan också vara en utrustning som förhindrar ett överskridande av ett högsta tillåtet värde som tillverkaren angett att silon är dimensionerad för.

Silos som fylls med hjälp av tryckluft, omfattas också av Arbetsmiljöverkets föreskrifter AFS 2002:1 om användning av trycksatta anordningar. Där krävs att brukaren skall göra en riskbedömning av anläggningen med silo och anslutningsrör m.m. som skall resultera i ett program för fortlöpande tillsyn och underhåll. Den risk som är särskilt viktig att ta med i denna riskbedömning är risken för att silon sprängs vid fyllning. Programmet för fortlöpande tillsyn och underhåll av siloanläggningen skall omfatta en återkommande kontroll av att tryckavlastningarna fungerar, då dessa har en tendens att kunna fastna eller bli igensatta.

Jan Westman

Olof Levlin

A: Värde 0,5 bar utgör en övre tryckgräns för lågtrycksgasbehållare men är 10 ggr högre än det som är lämpligt för silor som behandlas i denna skrift.

B: En säkerhetsventil (avlastningsventil) är obligatorisk på tryckkärl (silor) för att garantera att behållaren inte utsätts för större krafter än den är godkänd för.

C: När den nuvarande lagstiftningen trädde i kraft var det lagliga mottrycket i silo-beståndet 0,03 bar. Det är ett för lågt värde, som försvårar lossningsarbetet och orsakar oönskad damning. 0,05 bar är ett värde som tillämpas inom stora delar av EU och som är anpassat till dagens fordons- och filterstandard. En uppgradering borde göras men måste ske på följande villkor:

Nyttillverkning Tillverkningen sker enligt AFS 2005:2 och tillverkaren har ansvaret.

Om silon är tillverkad för 0,05 bar i EU-land som tillämpar detta tryck.

Många silor, främst i Sydsverige, har tillverkats och levererats från Danmark, som tillämpat trycket 0,05 bar i många år. En uppgradering är därmed direkt godkänd.

Om tillverkning skett i Sverige och tillverkaren fortfarande finns kvar skall tillverkaren utfärda ett intyg där han garanterar för konstruktionen.

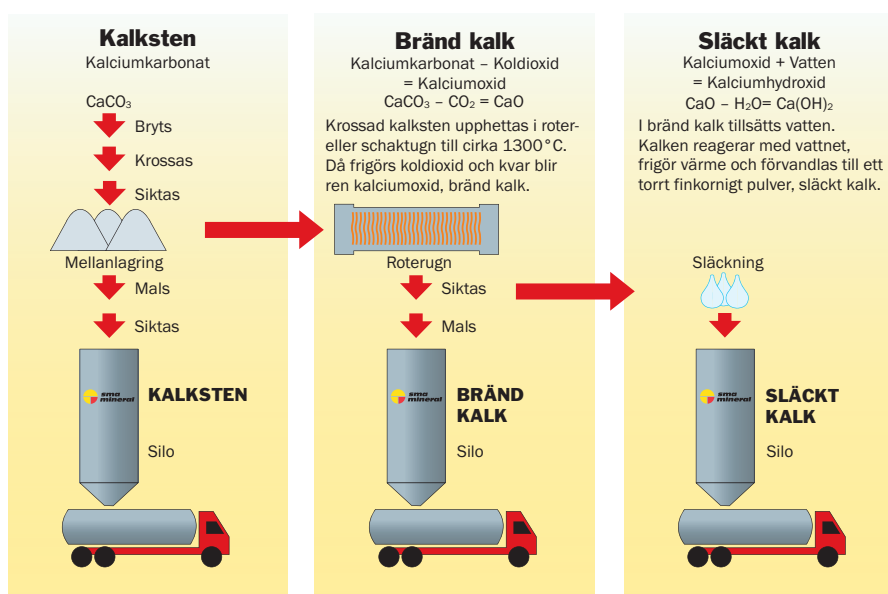
Om tillverkning skett i Sverige och ingen tillverkare finns kvar skall någon annan, till exempel användaren själv, göra en utvidgad riskbedömning enligt god teknisk praxis.

D: 0,05 bar är ett värde, som inte förekommer i de nya bestämmelserna. Det är dock ett värde som den svenska pulverbranschen borde enas om och arbeta för genom uppgraderingar av silobeståndet.

E: Att fylla en silo utan nivåvakt betyder att man arbetar i blindo. Överfyllningar utgör alltid en risk eftersom pulver kan täppa till filter och avlastningsventil.

F: Avlastningsventilens riktiga funktion är den avgörande faktorn i säkerhetsarbetet. Trots att tillsyn/kontroll ofta upplevs som besvärlig måste den genomföras enligt systematiska rutiner.

Våra produkter och personlig säkerhet



SMA Minerals produkter baseras på kalksten, som processats i olika grad.



Bild 1. Chauffören skall alltid använda skyddsglasögon och den skyddsutrustning som krävs.

SMA Mineral har tre huvudprodukter;

kalksten
bränd kalk
släckt kalk

De har vitt skilda kemiska egenskaper och användningsområden.

För alla SMA Minerals produkter finns säkerhetsdatablad, som innehåller utförlig information om produkterna. De finns att läsa på www.smamineral.com.

Risken för "blästringsskador"

I den pneumatiska hanteringen kan de som alla pulvermineraler orsaka mekaniska skador vid okontrollerad utblåsning (blästringseffekt). Därför får man inte öppna luckor eller lock utan att ha kontrollerat om kärlet är trycklöst. En farlig utblåsning kan också uppstå vid slanglossning eller om det går håll på slangen.

Risken för blästring talar för att använda skyddsglasögon vid all pneumatisk hantering, bild 1.



Bild 2. Rensopning av bränd kalk i tryckkärl.

Risken för kemiska skador

De kemiska egenskaperna, hos produkterna, som har betydelse för den personliga säkerheten är:

- **Kalksten** Ur kemisk synpunkt en helt ofarlig produkt.
- **Bränd kalk** Här finns anledning till särskild uppmärksamhet. Produkten har tillverkats genom bränning i hög temperatur och är laddad med kemisk energi. Vid kontakt med vatten sker en omvandling till släckt kalk under stark värmeutveckling.

Fukt i ögon och slemhinnor utlöser reaktion med stor risk för allvarliga ögonskador och irriterade slemhinnor, som kräver omedelbar sjukhusvård. Även svett kan orsaka hudskador.

Risken för allvarliga ögonskador gör att skyddsglasögon, lämpligen kompletterade med ett visir, alltid skall användas, bild 1, sidan 18.

Ett heltäckande kroppsskydd är nödvändigt då man vistas inne i tankar och silor, bild 2.

- **Släckt kalk** Produkten kan orsaka stark irritation i ögonen. Annars är säkerhetsproblemen mer av fysisk natur.

Produkten har en volymvikt på cirka 50 procent av den för till exempel kalkstensmjöl. Det gör att mottagande silo ofta har ett otillräckligt utrymme och att lossningen ofta måste avbrytas innan bilen är tömd. Detta innebär alltid en säkerhetsrisk, som bara kan elimineras med en fungerande nivåvakt.

Personlig säkerhet

Undvik inandning eller intag och kontakt med hud och ögon. Använd skyddsutrustning och bär inte kontaktlinser vid hantering av denna produkt.

Vid stänk av irriterande ämnen, i detta fall en stark bas i ögat, bör man omedelbart inleda med spolning med mjuk vattenstråle eller om möjligt fysiologisk koksaltlösning. Valet av spolvätska får aldrig fördröja påbörjandet av spolning. Det är därför tillrådligt att bära portabel ögondusch. Spola i 15 minuter, därefter upprepade gånger under transporten till sjukhus.

Tänk på att

- Vid arbete med i första hand bränd kalk måste ögon och kropp skyddas från direktkontakt.
- Det alltid måste finnas vatten för ögonsköljning.
- Du alltid skall veta hur du påkallar hjälp – speciellt vid ensamarbete.

Säkerhets- och miljöaspekter

Säkerhetsaspekter

Hundratals miljoner ton pulvergods har hanterats sedan 1950-talet men förhållandevis få allvarliga olyckor har inträffat. Rent statistiskt kan man därför betrakta tekniken som säker.

Men det är nog en förhastad slutsats. Hur många incidenter och händelser, som aldrig rapporteras, är det svårt att ha en uppfattning om. Troligtvis är mörkertalet stort. De materiella skadorna torde ha varit omfattande. Eftersom sådana uppstår nära människor och händelserna gäller tunga mekaniska komponenter måste risken för personskador bedömas varit stor.

De tre viktigaste säkerhetsaspekterna i pneumatisk hantering är:

1. Drivfjädern i systemet är energi, som ackumuleras i en stor mängd tryckluft, som blixtnabbt kan växla mellan rörelseenergi, kraft och arbete.
2. Vid sändningen flyttas denna energi över till mottagaren genom luftflödet som, om det hindras i sin framfart, blixtnabbt bygger upp ett farligt tryck.
3. Många som använder sig av tekniken har inte tillräckliga kunskaper om hur den fungerar.

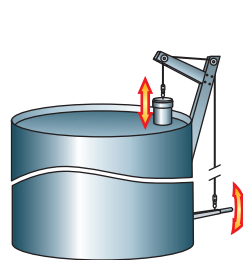
Det absolut viktigaste i arbetet för säkerhet är:

- att chauffören, under hela lossningen, måste ha en odelad uppsikt över sändaren och vara beredd att snabbt stänga lossningsspjället bland annat för att kunna eliminera luft-rusningar,
- att fabriken måste se till att filter och avlastningsventil alltid är funktionsdugliga.

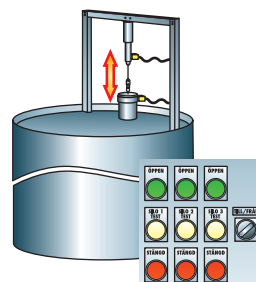
Avlastningsventilen

För alla tryckkärl är säkerhetsventilen den viktigaste komponenten. Avlastningsventil som den kallas på silor har en speciell utformning. Den skall inte bara släppa ut övertryck utan också klara en väldigt luftmängd.

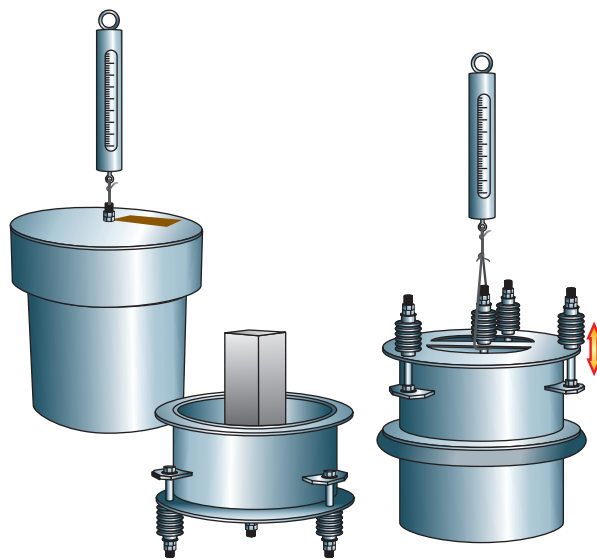
Ett speciellt problem är att tryckluften är blandad med pulver. Speciellt bränd kalk och cement ger



Med en enkel vajer över brythjul kan chauffören före lossning kontrollera att ventilen inte sitter fast.



En luftcylinder lyfter locket och signalgivare visar stängd och öppen.



Den viktkontroll som regelbundet skall göras kan utföras med en enkel handvåg. För WAM-ventilen, som enkelt kan lyftas av och vändas upp och ned, kan också en kalibrerad tyngd användas.

beläggningar på ventilen, som bränner fast och kan göra den obrukbar. Vid överfyllning kan utloppet täppas till.

Ett annat problem är att ventilen ofta sitter så att den är besvärlig att komma åt för underhåll. På flera håll görs därför försök att underlätta kontrollen. Förhoppningsvis kommer denna utveckling att fortsätta

för att möjliggöra en tidsenlig funktionskontroll men där också vägning ingår.

Tekniken passar ventiler med lock men fungerar inte för ventiler av typ WAM.

Miljöaspekter

Att pulver dammar ligger i sakens natur, men en av fördelarna med pneumatisk hantering är att den skall vara sluten och dammfri. Det är den inte i dag. Istället upplever många användare damning som ett svårt och kostsamt problem.

Damm eller pulvergods kommer i första hand ut genom avlastningsventilen och då i större eller mindre mängder. Att avlastningsventilen släpper ut luft och pulver har många orsaker.

För stort luftflöde i sändningen

Den kraftiga ökningen av kompressorkapaciteten innebär problem vid mottrycket 0,03 bar. Det redan snäva tryckintervallet får ännu mindre utrymme, vilket medför att avlastningsventilen kan öppna även vid begränsade variationer av luftflödet.

Damningen uppstår annars i samband med att luften börjar rusa. Grundprincipen måste därför vara att lossningsspjället stängs innan tanken är tom och att avluftningen sedan görs antingen direkt ut i luften eller med starkt strypt spjäll i silon.

I många fall används utblåsning medvetet som en form av nivåvakt när sådan saknas. Av samma anledning sker det ofrivilliga utblåsningar vid överfyllning.

Detta är problem som bara fabriken kan åtgärda genom att sätta dit ett nivåalarm.

Dålig filterkapacitet

Ett tecken på dålig filterkapacitet är när en rätt inställd avlastningsventil öppnar under balanserad lossning och vid starten av lufrusningen.

För lågt mottryck i avlastningsventilen

Fungerande avlastningsventiler, inställda för 0,03 bar, kom till bred användning först efter olyckan i Borås 2001. Chaufförernas körsätt, stora luftvolymen och ett för lågt mottryck skapar på många fabriker stora damningsproblem. Under åren har man blivit försiktigare vid lossningen men det har inte löst damm-problemen.

Därför är det mycket positivt att avlastningsventilen nu, på vissa villkor, kan uppgraderas från 0,03 bar till 0,05 bar. Detta senare tryck tillämpas allmänt i de flesta EU-länder.

Tänk på att

- En avsiktlig eller oavsiktlig utblåsning genom avlastningsventilen ökar risken för silosprängning. Dels försämras ventilens luftkapacitet, dels kan mekanismen påverkas genom pulverrester som fastnar.
- Säkerheten vid pneumatisk hantering förutsätter att den som sänder och den som ansvarar för mottagarens säkerhetsutrustning måste se till att teknikens krav uppfylls.
- En fungerande avlastningsventil är den bästa garantin för att lossningen är säker.

Förklaringar

Om lufttryck

De tryckangivelser som förekommer i denna skrift är tryck jämfört med atmosfärstrycket, det vill säga övertryck. Atmosfärstrycket är en tryckenhet som ungefär motsvarar normalt tryck vid havsytan och inräknas alltså inte.

Beräkning av avlastningsventilens mottryck

Anta att öppningsdiametern på ventilens rörstos är 26 centimeter och att det tryck som inte får över-skridas i silon är 0,03 bar. Öppningsarean i en sådan ventil är 531 kvadratcentimeter.

Lockets tyngd skall då vara $0,03 \times 531 = 15,9$ kilo. Om det lagliga trycket uppgraderas till 0,05 bar skall locktyngden vara 26,5 kilo. Bar = 1 kilo per kvadratcentimeter.

Filter

På sidan 14 anges en filterarea på 20–25 kvadratmeter. Det har visats sig att denna area ofta är för liten vid avlastningstrycket 0,03 bar. Det är svårt att undvika damning även vid försiktig lossning.

Vid ett mottryck på 0,05 bar fungerar angiven filterarea.

Vid nyttillverkning av silor rekommenderas därför ett mottryck på 0,05 bar.

Det bästa sättet att annars komma tillrätta med problemet är att, där det går, uppgradera silon till 0,05 bar istället för att investera i ett större filter.



Sammanfattning

Vid lossning av SMA Minerals produkter används i stor omfattning pneumatisk hantering. Vi har i den här skriften beskrivit hur tekniken fungerar och vad som kan hända om den inte används på rätt sätt.

Skriften vänder sig till alla som kommer i kontakt med pneumatisk hantering i sitt arbete. Den är även tänkt att kunna användas som stöd vid utbildning av transportörer och personal som svarar för underhåll av silor hos våra kunder.

Ett betydande utrymme ägnas åt den lagstiftning som finns och som kommit till för användarnas säkerhet. I samarbete med Arbetsmiljöverkets experter har det tagits fram en skrivelse som tolkar den del av en ny EU-anpassad lag som nu gäller för vår verksamhet.

Broschyrens innehåll bygger på material som är sammanställt av Tor Ericsson, f.d. chef landtransporter på CEMENTA AB.

SMA Mineral



SMA Mineral AB

Box 329, SE-682 27 FILIPSTAD, Tel 0590-164 00, Fax 0590-164 28

www.smamineral.com sma@smamineral.com