



RAPPORT

Brand i Lantmännens silo i Kristinehamn

29/9 - 4/10 2007

Initialskede

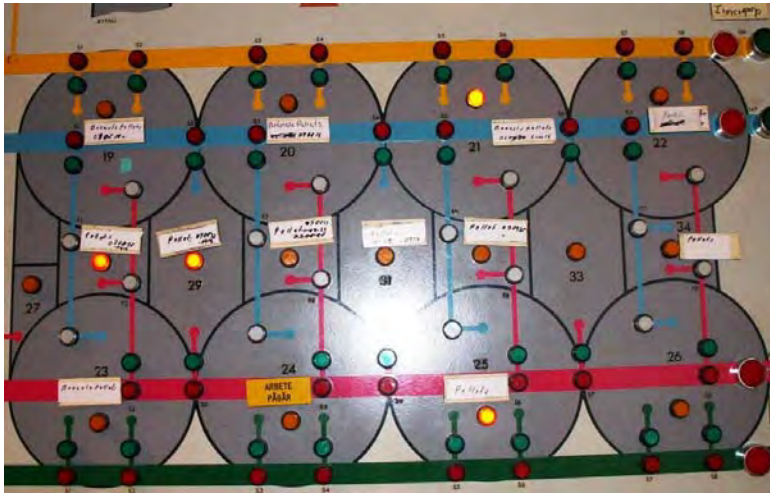
Lördag 29/9

Larm från SOS Alarm lördag 29 september klockan 10.10 angående rökutveckling från toppen av Lantmännens silo i Kristinehamn. Rökutvecklingen har inrapporterats av allmänheten, ingen personal finns vid anläggningen.

Silon ägs av Lantmännen och har tidigare använts för lagring av säd. Anläggningen hyrs av Rindi Västerdala AB för lagring av pellets, tillverkning sker i Vansbro.

Vid anläggningen har misstanke funnits för onormal temperaturstegring i silon under den senaste veckan. Temperaturmätinstrumenten som har sitt max på 55 rader hade alla nått sitt maxvärde. En lukt motsvarande den som vid tillfället utvecklas av glödbrenden har varit märkbar under ca 10 dagar i närområdet.

Siloplanläggningen består av 8 st silor med 8 m diameter och en höjd av 47 meter. Mellan de 8 silorna finns mindre stjärnformade silor av samma höjd.



Vid ankomsten konstateras rökutveckling och hög värme från en av de stora silorna, silo nr 25, lysrörsarmaturen i taket över silon nedsmält. Siloplanläggningens golv på toppen är belagt med ca 5 mm utfälld kondenserad tjära. Silo 25 innehåller 1350 ton pellets.

Insatsledare (IL) ÅH och räddningschef i beredskap (RCB) HW + PB kallas till anläggningen för samråd.

Kontakt tas med vakthavande tjänsteman på Räddningsverket (VT) för samråd om tidigare erfarenheter från brand i siloplanläggningar. Kontakt etableras även med Lantmännens säkerhetsansvarige Lars Larsson samt pelletsägaren Västerdala Bioenergi, Ingvar Fernström. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut Henry Persson kontaktar räddningsledaren för att informera sig och erbjuda specialistkompetens.

Släckning genom inertering av silon beslutas. AGA gas har två tankbilar med respektive CO₂ (koldioxid) och en N₂ (kvävgas) på plats vid 19-tiden

Inertering av silon genom införsel av kvävgas i silons botten rekommenderas av SP som gjort laborieförsök med metoden. Metoden kräver dock kvävgasförångare och håltagning i silobotten samt tillverkning av lans för gasinförsel i silon. Förberedelse arbetet bedöms ta för lång tid innan släckning kan påbörjas.

Koldioxidfyllning via solons topp påbörjas därför klockan 21:30. Gasen fylls via 38 mm brandslang. Frysproblem i slangen medför att fyllning enbart kan pågå i 10 minuter/h under denna tid fylls ca 2,5 ton koldioxid. Fyllningen fortgår med undantag för avbrott mellan kl.02:00 – 08:30 för att ge chauffören vila. Sista fyllningen sker vid 16-tiden på söndagen och då har totalt 35 ton koldioxid förbrukats.



Från och med att koldioxidpåförningen börjat gäller skyddsnivå 1 inom byggnaden dvs andningsskydd med övertryck. Kontrollrum och personaldelen undantagna då ventilation kunde skapa normal miljö.

Söndag 30/9

Beslut tas att under söndagen skall SP Henry Persson, SRV Ingvar Hansson, Representant från pelletsägaren Ingvar Mårlind, ansvarig silooperatör Olle Andersson träffas tillsammans med BRT räddningsledning i Kristinehamn (HW-PB-PM-LEN) för samråd.

Följande läge konstateras:*

- Den rök som noterades under lördagen tyder på att det finns en relativt omfattande glödbrand inne i silon
- Glödbranden startade sannolikt för ett antal dagar sedan men erfarenheterna visar att det kan ta flera dagar innan en brand kan detekteras visuellt.
- Osäkert hur stor andel av koldioxiden som tränger ner i pelletsen.
- Sannolikt ångar en stor del av koldioxiden bort via den öppna toppluckan respektive via ventilationssystemet som var igång.
- Koldioxidinsatsen har dämpat ner glödbranden men det är omöjligt att avgöra om den släckts.

Baserat på ovanstående bedömningar utarbetades följande förslag till insatsplan*

- Stänga av ventilationen samt stänga luckan på silons topp, dels för att om möjligt reducera förlusten av koldioxid, dels för att minimera eventuellt inläckage av luft i silon vilket kommer att medverka till att underhålla glödbranden.

* Utdrag ur SP rapport P 704466, Henry Persson

- En insats med kvävgas nära silons botten skulle säkerställa att hela silons innehåll inerterades och sannolikt skulle gasförbrukningen kunna reduceras avsevärt.
- Effekten av släckinsatsen skulle kunna kontrolleras genom mätning av gassammansättningen uppe i silotoppen. Om injekteringen av kvävgas resulterade i markant minskad halt av bl a kolmonoxid är detta ett tydligt tecken på att glödbrandens intensitet reducerats.
- Genom kontinuerliga mätningar av halten koloxid, syrgas samt temperaturen i silotoppen under hela släck- och tömningsinsatsen av silon kan injekteringen av kvävgas styras så att glödbranden hålls under kontroll samtidigt som så säkra förhållanden som möjligt upprätthålls. Detta innebär att kontrollera så att syrgashalten inte blir för hög eller höga temperaturer erhålls under tömningen vilket skulle kunna resultera i en gas- eller dammexplosion med mycket allvarliga konsekvenser som följd. SP ges i uppdrag att ansvara för dessa mätningar.
- Tömningen måste ske under kontinuerlig övervakning eftersom det sannolikt kommer att komma glödande pellets som måste släckas omedelbart för att inte riskera funktionen hos transportband och elevatorer.
- Enligt OA är maximal tömningskapacitet ca 60 ton per timma med normal pellets om inga problem uppstår, vilket alltså motsvarar drygt 20 timmars tömning. Med tanke på att det kan uppstå igensättningsproblem, blir sannolikt den verkliga, genomsnittliga tömningshastigheten betydligt lägre vilket innebär en motsvarande förlängning av insatsen.

För kvävgasinsatsen gjordes följande bedömningar baserat på erfarenheterna från SP's siloprojekt. *

- Silons tvärsnittsytan uppgår till ca 50 m^2 . En rekommenderad injekteringshastighet av $5\text{-}10 \text{ kg/m}^2$ innebär ett totalflöde på ca $250\text{-}500 \text{ kg kvävgas/tim}$.
- En lans tillverkad av ett 50 mm stålrör borde kunna klara detta flöde. Lansens utformas med konisk spets, en längd på 2,5-3 m och perforeras utmed en stäcka av ca 1 m från spetsen och bakåt. Håldiameter max 8 mm, antal hål så att det minst motsvarar rörets tvärsnittsarea. Gasleverantören kontaktas för att få uppgifter om utformningen av anslutningsfläns.
- En håltagning görs genom betongborring vid silons botten, ovan eller bredvid silons manlucka. Exakt placering med hänsyn till bl a silons bottenutformning avgörs i samråd med OA.
- Kvävgas, förångare och anslutningsslangar rekvireras. Baserat på silons preliminärt beräknade bruttovolym, drygt 2000 m^3 uppskattas den totala gasförbrukningen till i storleksordningen 10-30 ton ($5\text{-}15 \text{ kg/m}^3$ bruttovolym).

* Utdrag ur SP rapport P 704466, Henry Persson

Måndag 1/10

Förberedelse för släckning och efterföljande släckning inleds. Håltagningen med en diameter 60 mm i silobotten sker efter samråd med anläggningsansvarig Olle Andersson. Lansen bör nå in till mitten på silon. Höjden och vinkeln på borrhålet anpassas till det sluttande planet i silobotten. Indrivandet av lansens i silon bjuder på stort motstånd i den packade pelletsen. Efter hårt arbete med hjälp av en slägga nås slutligen ett instick i silon på ca 1,5 m. Här behöver metoden förfinas för att på ett smidigt sätt få in lansens till silons centrum.

Henry Persson och Joel Blom från SP anländer vid middagstid och monterar mätutrustning på silotoppen med förlängningar till monitorer i rum i silons markplan. AGAs servicetekniker på plats ca kl.13 med förångare, en mobil 5,5 ton kvävgastank samt tankbil.



Samråd sker med kommunens tekniska avdelning och miljö och hälsoavdelningen för att få ianspråkta parkeringsytor i silons närhet. Behov av ca 2000-3000 m² asfaltyta behövs för att lägga upp utlämpad pellets. Plats beviljas under max 14 dagar ca 200 m från silon.

Kommunstyrelsens AU samt informationsansvarig kallas till staben på brandstationen för information om läget kl.15:30. Beslut tas att EnvironIQ idrottshall skall stängas för verksamhet under insatsen. Skolan meddelas om inställda idrottslektioner. Beslutet grundat på omedelbara närheten till silon med starkt irriterande röklukt och omfattande transporter..

Stabsarbete med planering av personalförsörjning påbörjas.

Personal

När tömningen startas beräknas tiden till cirka 40 timmar kontinuerlig rökdykning med tre rökdykarpar igång samtidigt. Samtidigt insatt personal på skadeplatsen uppdelad i två sektorer planernas till 16 man. Uthålligheten hos personalen beräknas till 6 timmar per skift. Dagtidspersonal omdisponeras till insatsen, Ex. kontorsassistenterna ansvarar för matlogistiken.

Övrig ledig personal inom förbundet mobiliseras via grupp sms sökning. Sökningen utförs av förbundets egen larmcentral.

Andningsskydd

Förbundets samtliga luftflaskor och kompletta andningsskydd som kan undvaras med tanke på normal beredskap samlas in. En luft depå med 15st 2x4 l och 6st 2x6 l luftflaskor samt 5 st kompletta luftpaket på plats utöver komplett skyddsutrustning för 3 st rökdykargrupper. Luftdepån och fyllning sköts av en man. Avstånd till brandstationen för luftfyllning ca ½ kilometer.

Ledning

RCB i beredskap är räddningsledare under delar av insatsen i övrigt är insatsledaren RL. Ledning på plats utövas från länets gemensamma stabs och ledningsbuss S 600. Ledningsbussen är plats från och med måndag em.ca 15:00.

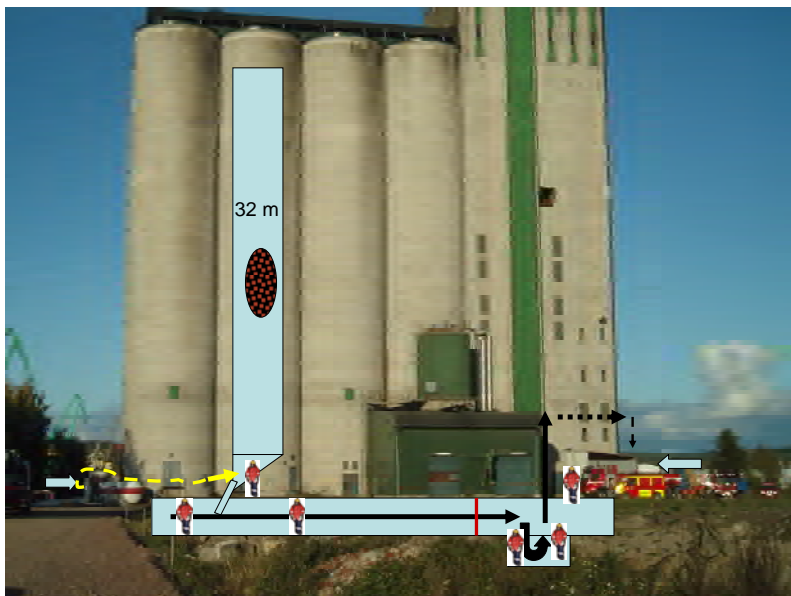
Släckning

Kvävgasinförsel startas kl 16:30. Märkbar effekt på gassammansättningen i silotoppen nås efter 6 timmar. Planerad tömning uppskjuts till tisdag morgon för att kunna hantera ev. problem i dagsljus. Kvävgasinförsel sker under natten.

Tisdag 2/10

Tömningen inleds kl 10:00 då mätningarna i silotoppen visade 2% CO-halt och 0 % O₂ halt. Två lastbilar med kapacitet om 10 ton som kör kontinuerligt klarar ca 40 ton per timma. Rökdykare har tagit bort skyddsplåtar på transportbandet för att kunna komma åt att släcka glödande pellets.

Uttransporten av pelletsen sker via två transportband i en kulvert under silorna. Transportbanden passerar en brandsektionering och pelletsen släpps ned ytterligare en våning för att sedan lyftas upp fyra våningar och transporteras ut horisontellt till tömning i på lastbilsflak. Rökdykargrupper är i sektor 1 insatta vid silobotten, i transportkulverten samt i sektor 2 vid vertikallyftet.



Efter 2,5 timmar kommer bränd pellets ut ur silon och rökdykarna får börja spetta sönder kolade pelletskakor stora som fotbollar för att utloppet ur silon skall hållas öppet.

Utloppskanalen som leder från silobotten till transportbandet i våningen under har en area av ca 20x30 cm. Sporadisk släckning av glödande pellets på transportbandet sker. Huvudsakligen är den mesta glödbranden släckt enbart värme finns kvar i pelletsen.

Transportbandet kräver ständig övervakning då det har en brännbar glidyta av plast på vilken kättingdragna medbringare av stål passerar.

Tömningen av silon fortsätter kontinuerligt med kortare avbrott för krånglande transportband eller överhopning av pellets vid vertikalliften. Av säkerhetsskäl avbryts arbetet vid några tillfällen då O₂ -halten i toppen är hög och risk finns för en dammexplosion. Arbetet återupptas när ökad kvävgasinförsel sänkt syrehalten.

Arbetsmiljö

Arbetsmiljön kring transportbandet är stundtals mycket rökig, fuktig och varm. Temperaturen på pelletsen varierar mellan 40-60 grader. Undre perioder då centrum på glödhärden passerar ut tisdag natt till onsdag morgon är temperaturen i silotoppen stundtals mellan 100 -150 grader med påföljande värme ökning för rökdykarna. Under tisdagsmorgonen drabbas en rökdykare av värmekollaps och förs till sjukhus och flera är utmattade av värme. Utvilad personal kallas in från beredskapsstyrkorna.

Personal

För att klara av kontinuerlig rökdykning förstärks förbundets personal med hjälp av styrkor från Karlstadregionens räddningstjänst och Nerikes brandkår. Kårerna skickar vardera två omgångar med 5 man för arbete i var sitt 6 timmarspass. En optimal räddningstjänst-samverkan som är mycket värdefull.

Rökdykning

Efterhand användes ett intervall om ca 20 minuters insats och sedan byte av rökdykarpar. Samma andningsmask användes, enbart sprittvättning mellan bytena. Tidsintervallet medgav att under normalt övervaknings arbete kunde två personer dela på ett luftpaket. Under perioder av högre arbetsbelastning och värme gick det åt ett paket per insats.

Onsdag 3/10

Under förmiddagen återgår tömningen till mer rutinarbete under sjunkande temperaturer med mycket kolad pellets. SP överlämnar under eftermiddagen mätvärdesavläsningarna till BRT med möjlighet till telefonkontakt för att diskutera mätvärden. Avläsning sker varje ½ timma. Temperaturen och koloxidvärdena är sjunkande, syrgasvärdet ökande. Ett gott tecken på att glödbranden håller på att utlämpas ur silon. Vid 20-tiden kommer enbart ren pellets ut på bandet. Rökdykarparen delas upp och enbart övervakning av pelletsen på bandet behövs. Vid 22-tiden sker enbart inspektion i kulvertsystemet och vertikalliften var 15:e minut.

Torsdag 4/10

Silon är helt tömd klockan 05:05 och räddningstjänsten avslutas. Ansvaret överlämnas till ägaren. Anläggningen stängs och RCB avser att gasfriförkara delar av byggnaden senast kl.12:00 Utrymmen över markplan upp till silotoppen ges tillträde klockan 12:00.

Summering av släckinsatsen och tömningsförlopp

Den initiala koldioxid påföringen hade troligtvis mer en dämpande effekt än släckande. Stora delar av den påförda koldioxiden förgasades i silotoppen. Men insatsen skapade tidsfrist för att förbereda slutgiltig släckning med botteninföring av kvävgas.

Tömningsförloppet var beräknat till dubbla normala tiden dvs. ca 40 timmar. Beräkningen stämde tämligen väl. Blev dock några timmar längre än beräknat pga läckande ventil som spädde på med pellets från en av de övriga fyllda silorna.

Närheten till brandstationen och luftfyllning av andningsskyddet medförde att en man både kunde hantera fyllning och transporter. Hade avståndet varit längre hade minst dubbla mängden luftpaket och andningsskydd behövts rekviderats utanför förbundet. Detta hade troligtvis inte varit några problem med hjälp av grannförbunden och Räddningsverkets skola i Skövde.

Arbetspassen om sex timmar innan avlösning var för långa speciellt under faser natt tisdag till onsdag då koncentrationen av glödhärden transporterades ut.

Stödet från SP med sakkunnig bedömning och mätning av gaskoncentrationer var mycket värdefullt för räddningsledaren vid beslutsfattandet. Dessutom hade SP personburna mätinstrument som indikerade gashalterna på platsen där man befann sig och kunde genom detta undvika eller med ventilation justera olämpliga miljöer.

Rökdykarfrekvensen användes öppet med en radioapparat hos anläggningsskötaren i kontrollrummet. Rökdykarna kunde vid behov på öppen frekvens beordra stopp av bandet för släck- eller annan åtgärd.

Samverkan med närliggande räddningstjänstförbunden i Karlstad och Nerike är reglerat i avtal och visade sig fungera utmärkt. Ingen tvekan fanns vid förfrågan om personhjälp.

Räddningstjänstansvaret ansågs avslutat när pelletsen lämnade transportbandet till lastbilsflaket. Bevakning och ev. eftersläckning sköts av ägaren.

Slutsats

En glöddbrand i en silo är svårbestämd till storlek eller nivå och kan heller inte nås med släckmedel på traditionellt sätt. Tack vare stöd från SP's personal Henry Persson och Joel Blom och deras laboratorieförsök med botteninföring av kvävgas, kunde detta storskaleförsök genomföras. Metoden är mycket effektiv och verkar tillförlitlig. Pågående arbete mellan Lantmännen och SRV med att skapa en nationell insatscontainer bestående av lansar, kvävgasförlängare och utrustning för att kontrollera gashalter vid en silobrand är helt rätt. Tekniken och eventuella tumregler är till stor hjälp för räddningstjänsten och minimerar med största sannolikhet räddningstjänstinsatsens omfattning vid en silobrand

Fakta

Släckmedel

Koldioxid 35 ton, levererat i en omgång
Kvävgas 14 ton, levererat i tre omgångar till 5,5 ton tank på plats

Rökdykning ca 600 mantimmar
Luftfyllningar ca 260 st
Personal ca 80 räddningstjänstpersonal inblandad, varav 20% från
Karlstadregionens räddningstjänst och Nerikes Brandkår.

**För mer detaljerad fakta och mätvärden se:
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitutets rapport P 704466, Henry Persson.**

**Per Modin
Räddningschef i beredskap under insatsen.**