



To søfolk omkommer af kuliteforgiftning fra træpiller

Friskt producerede træpiller er kemisk reaktive og kan reagere med luftens ilt. Ved oxidationen frigiver pillerne giftig CO-gas, som kan akkumulere til farlige koncentrationer. Der kan derved opstå iltmangel og farlige CO-koncentrationer i rum med begrænset ventilation.

Af Frank Huess Hedlund

Biomasse (herunder træpiller) spiller en stor rolle i dansk klimapolitik, da det er besluttet fra politisk hold, at den dannede

■ Serie om ulykker med farlige stoffer

Der er foregået en del ulykker i Danmark. Men der er ikke tradition for efterforskning og systematisk vidensdeling. Med ganske få undtagelser er dyrt høstede erfaringer i fare for at blive glemt.

Santayana har sagt, at de, der ikke kender historien, er dømt til at gentage den.

Artiklen er nummer 15 i en serie, som vil råde bod på denne sorte plet ved at beskrive tidligere hændelser udvalgt for deres læringspotentiale.

kuldioxid, når biomassen brændes, ikke skal tælles med i regnskabet over den nationale udledning af klimagasser. Der er tale om enorme mængder. En enkelt blok på et kraftværk kan nemt forbruge en halv million tons brændsel om året. Da den danske egenproduktion er ubetydelig i denne sammenhæng, importeres der store mængder træpiller fra blandt andet Baltikum, Rusland og Nordamerika.

Denne artikel beskriver en dødsulykke ombord på et skib, der fragtede træpiller fra Riga, Letland til Amagerværket (Vattenfall) i København, fordi lasten udviklede giftig kulilte.

Træpillers farlige egenskaber

Træpiller fremstilles ved først at knuse neddelt træ til et fint pulver, som derefter presses til aflange piller, typisk 8 mm i diameter, som afskæres i længder på cirka 20 mm.

Fremstillingsprocessen kan forklare, hvorfor træpillerne har en række farlige egenskaber. Da pillerne består af sammenpresset træmel, frigives der fint støv, hvis pillen går i stykker, eksempelvis ved håndtering i transportsnegle, på transportbånd, i kopelevatorer osv. Støvet fjernes ved udsugning og hyppig rengøring, men hvis det får lov til at ansamle sig, eksempelvis på vanskeligt tilgængelige steder, kan det være en kilde til støvekspllosion. Støvet kan også sætte sig i lejer, hvor det relativt let kan antændes af friktionsvarme, hvorved ulmende partikler kan føres rundt i transportsystemet og starte brande i lagerområderne. Der er sket alvorlige støvekspllosioner i Danmark, som beskrevet i en tidligere artikel i Dansk Kemi [1].

For at få en god mekanisk styrke af træpillerne, fremstilles de af træmel fra forskellige træsorter, således at indholdet af harpikser og fedtsyrer i eksempelvis fyrretræ kan fungere som et naturligt bindemiddel, som stabiliserer den færdige pille. Disse

harpikser og fedtsyrer er imidlertid kemisk reaktive og oxiderer langsomt ved kontakt med luft. Ved knusningen af træet ødelægges desuden træets cellevægge, hvorved cytoplasmaet, som indeholder andre kemisk reaktive stoffer, også eksponeres til luftens ilt.

Ved oxideringen frigives lidt reaktionsvarme. For mindre mængder træpiller er det ikke noget problem. Men hvis bunkerne bliver "store", måske i størrelsesordenen 7-10 m, kan reaktionsvarmen ikke komme væk ved almindelig varmeledning. Luftens ilt kan ved diffusion stadig nå ind i bunkerne. Derved er scenen sat for en langsom temperaturstigning og ultimativt en selvantændelse og en iltfattig glødebrand dybt inde i en stor bunke. Det understreges, at beskrivelsen er stærkt forenklet; fugt og mikrobiologisk aktivitet kan også medføre temperaturstigninger, hvilket kan påvirke, hvornår en bunke er kritisk stor. Men budskabet er, at iltfattige glødebrande udvikler farlige pyrolysegasser, herunder den giftige og eksplosive kulilte. Hvis glødebranden sker i et indelukket rum, eksempelvis en lagersilo, kan pyrolysegasserne akkumulere til farlige koncentrationer og til sidst forårsage en eksplosion. Dette skete i Norge, som beskrevet i en tidligere artikel i Dansk Kemi [2].

Selvantændelse er et ekstremt resultat af en varmeudvikling, hvor varmen på grund af bunkens størrelse ikke kan komme væk. Men processen med oxidation af kemisk reaktive stoffer betyder, at opbevaring af mindre mængder træpiller i lukkede rum kan medføre, at atmosfæren bliver iltfattig. De kemiske reaktioner medfører også, at der kan dannes en række gasser; metan, kuldioxid, hexanal og kulilte. I rum med begrænset ventilation kan kulilten akkumulere til farlige koncentrationer.



Foto: Shantymon/FleetMon, med tilladelse.

Ulykken skete i forpiggen på fragtskibet Amirante. Forpiggen er et kileformet opbevaringsrum helt fremme i stævnen af skibet.

Relevant for ejere af pillefyr

Der er sket dødsfald i større lagerrum for træpiller til opvarmning af private hjem, hvor der blev målt koncentrationer af CO på flere tusinde ppm, hvilket er umiddelbart dødeligt [3]. Et måleprogram for boliger med pillefyr i det nordøstlige USA konkluderede dog, at de målte CO-koncentrationer oftest var lave, men alligevel udgjorde en bekymring [4]. Sække med træpiller kan også afgive farlige gasser [5].

Personligt ville jeg, hvis jeg altså havde et pillefyr, installere mekanisk ventilation og en CO-alarm i lagerrummet, samt have rummet godt aflåst, så andre (herunder børn) ikke uforvarende kan udsættes for fare.

Farvandet ud for Bornholm, 2009

Tidligt om morgenen den 15. juli 2009 forlod fragtskibet Amirante (IMO 7525334) havnen i Riga, Letland, med en last på 2.500 tons træpiller i bulk. Destinationen var Amagerværket (Vattenfall) i København, som kort forinden havde konverteret en kulfyret blok til biomasse.

Hen ad eftermiddagen arbejdede fire besætningsmedlemmer på dækket med nye trosser til fortøjning. Den slags tovværk kan nemt veje over hundrede kilo, så det er hårdt arbejde. Vejret var overskyet, 17-19°C, lidt finregn og enkelte byger. Lidt over klokken 18 gjorde hovmesteren kaptajnen opmærksom på, at to besætningsmedlemmer ikke var mødt op til spisning i messen, og at ingen vidste, hvor de befandt sig. Efter at have kontrolleret deres kahytter blev en eftersøgning sat i værk, og de blev kort efter lokaliseret nede i forpiggen, hvor de lå på gulvet, tilsyneladende livløse.

Forpiggen er et kileformet eller trekantet lagerrum i skibets stævn. På Amirante var det cirka 5 meter langt, 5 meter bredt på det bredeste sted og cirka 1,5 meter bredt på det smalleste sted. Der var adgang til forpiggen fra dækket via en luge, som normalt stod åben, undtagen når det var dårligt vejr. Fra lugen var der adgang/nedgang via en 18 meter lang stige. Forpiggen blev anvendt til opbevaring af trosser, tømmer, koste og spande.

Kaptajnen begyndte nedstigning til forpiggen, men konstaterede halvvejs nede, at han fik vejtrækningsbesvær. Han fortsatte imidlertid, og da han nåede helt ned, var hans vejtrækning så besværet, at han indså, at det var farligt for ham at blive på stedet. Han ruskede kortvarigt i begge besætningsmedlemmer, som havde fråde om munden, men uden resultat og han skyndte sig med besværet vejtrækning op ad stigen igen. Herefter alarmerede han Lyngby Radio og anmodede om øjeblikkelig lægehjælp. Skibet var på det pågældende tidspunkt i dansk territorialfarvand, cirka 16 kilometer nord for Hammer Odde, Bornholm.

Kaptajnen iværksatte herefter en redningsaktion med den resterende besætning. Da en redningshelikopter satte en læge ombord på skibet en lille time senere, var det lykkedes at få den ene tilskadekomne op. Et eller flere besætningsmedlemmer havde tilsyneladende været nede i skakten og binde reb om de tilskadekomne.

Lægen kunne hurtigt konstatere, at døden var indtrådt på begyndende ligpletter (*livor mortis*) og dødsstivhed (*rigor mortis*). Der var et stort postyr med at få den sidste tilskadekomne op, som på grund af begyndende dødsstivhed hang lidt fast i nogle trin. Men da vedkommende kom op, kunne lægen umiddelbart konstatere, at denne også var død. Lægen vurderede, at døden var indtrådt to til tre timer tidligere. Amirante blev herefter beordret til Rønne Havn for nærmere undersøgelse af omstændighederne, herunder ligsyn og obduktion. Søværnets patruljefartøj Nymfen var i nærheden og eskorterede fragtskibet til Rønne Havn.



Foto: Politis undersøgelsesrapport.

I forpiggen var der en luge, som førte ind til lastrummet. Lugen var forsynet med tre låsehåndtag, hvoraf kun to var lukkede. CO-gasser fra lasten kunne derfor trænge ind i forpiggen og gøre atmosfæren livsfarlig.

Politiets undersøgelse

Sagen blev oprettet som mistænkeligt dødsfald, og politiet tog imod Amirante, da det anløb Kulkajen den 15. juli 2009 lidt over kl. 23. Der sås umiddelbart ikke noget mistænkeligt eller tegn på vold på nogen af de afdøde. Begge var iført almindeligt arbejdstøj. Den ene afdøde var af russisk nationalitet og havde en kort guldkæde om halsen og blod løbende fra mundvigen. Den anden af hviderussisk nationalitet havde arbejdshandsker på.

Indsatslederen besigtigede forpiggen iført åndedrætsværn. I ►



Clean, Lean & Green

- Innovative totalløsninger
- Desinficerende vasketeknologi
- Autoklaver
- Robot logistik
- Landsdækkende serviceforretning

Tilpasset netop dine behov

Kontakt os på 6263 1091 - Ken@ken.dk - www.ken.dk

forbindelse med redningen var den mekaniske ventilation i forpiggen blevet tændt. Den blev nu slukket, som den havde været det, da de to afdøde gik ned i forpiggen. Målinger en halv time senere viste normal ilt og cirka 100 ppm CO.

Findestedsundersøgelsen viste, at der ved foden af stigen lå to par sko samt en ny pakke cigaretter af mærket Winston. Der var lagt et par briller på noget tømmer. Der var også en luge, som førte ind til lastrummet. Den var forsynet med tre låsehåndtag, hvoraf kun to var lukkede.

Kaptajnen blev afhørt. Han vidste ikke, hvad de to omkomne havde foretaget sig nede i forpiggen. De var begge erfarne søfolk, som flere gange havde haft hyre på Amirante, og de var bekendt med faren ved arbejde i lukkede rum. Ingen på skibet havde været klar over, at de var klatret ned i forpiggen og ingen vidste, hvad deres ærinde havde været dernede. Forpiggen er ikke et rum, man normalt går ned i. Måske havde de været dernede for at finde plads til det gamle tovværk.

Maskinmesteren var ansvarlig for besætningens sikkerhedsbriefing, når de påmønstrede skibet og for at føre logbog. Ved afhøringen fremviste han en mappe med sikkerhedsinstruktioner til politiet, hvoraf det fremgik, at de to afdøde havde modtaget instruktion i sikkert arbejde i lukkede rum den 20. april 2008 og den 8. juli 2008, altså begge for cirka et år siden. Maskinmesteren var selv behørigt førstehjælpsuddannet. Regler om hviletid var overholdt.

Der blev udtaget en prøve af lasten, som blev sendt til analyse hos Kemisk Beredskab, Beredskabsstyrelsen. Der blev påvist >150 ppm CO (øvre måleområde overskredet) over pillerne. Gaskromatografisk undersøgelse påviste en række stoffer, som er typiske for afgang fra træpiller, herunder acetone, C₅-C₁₁ aldehyder, α-pinen, δ-limonen, camphen og myresyre.

Obduktion af de to afdøde viste CO-Hgb niveauer i blodet på 52 procent og 60 procent karakteristisk for dødelig kulilteforgiftning. Tests for cyanid, alkohol og misbrugsstoffer var negative.

Kaptajnen blev afhørt igen om, hvorfor han ved den første afhøring ikke havde oplyst om de efterladte sko og cigaretter i forpiggen. Det havde han ikke bemærket. Måske var skoene faldet af i forbindelse med redningen. Han havde kun hæftet sig ved, at den ene afdøde lå ved foden af stigen, som om han havde forsøgt at klatre op ad den. Den anden lå en meter derfra. Begge havde fråde/skum i mundvigene. Det var alt, hvad han havde nået at se, inden han skyndte sig op, da han selv led af stort vejrtrækningsbesvær. Han mente, at der var noget galt med lasten. Der havde været en underlig lugt på skibet de sidste dage. Denne lugt var ikke normal, når de sejlede med træpiller, hvilket de havde gjort omkring 15 gange tidligere.

Der var kortvarigt tvivl om, hvorvidt nogle røde pletter på noget træværk i forpiggen kunne være blodstænk, men det blev hurtigt afvist.

Skibets Minimum Safe Manning Certificate blev kontrolleret af hensyn til afklaring af, om kravene var opfyldt ved de afdødes fravær. Det var de ikke, og kaptajnen indvilligede i at blive i havn, indtil supplerende mandskab var ankommet.

Ulykken ikke opklaret

Politiets undersøgelse er meget grundig og veldokumenteret og den forekommer at være helt igennem korrekt og professionelt udført. To besætningsmedlemmer bliver fundet døde. Det rubriceres som et mistænkeligt dødsfald. Er der sket en forbrydelse? Er der strafbare handlinger?

Det er der ikke. Der er ikke tegn på vold. Regler om hviletid er overholdt. De nødvendige sikkerhedsinstruktioner er afgivet. Logbøgerne er i orden. De loypligtige uddannelser og certifikater er i orden. Alle regler er overholdt. Alt tyder på, at det var



Foto: Politiets undersøgelsesrapport.

Nedgang til forpig fra dækket. Lugen stod altid åben, så besætningen havde ikke grund til at opfatte forpiggen som et "lukket rum", hvor der kunne ansamlles farlig gas.

en ulykke. I selvsamme øjeblik dette konstateres, mister politiet interessen og afslutter undersøgelsen.

Men ulykken er bestemt ikke blevet opklaret. Det mest himmelræbende eksempel er, at politiet stiller sig tilfreds med, at de to afdøde havde modtaget instruktion i sikkert arbejde i lukkede rum som forpiggen. Dette helt uden skelen til andre oplysninger om, at lugen ned til forpiggen altid er åben, undtagen når det er dårligt vejr. Hvis lugen altid er åben, kan rummet efter sædvanlig logik næppe uden videre betragtes som "lukket".

I et ulykkesforebyggelsesperspektiv er spørgsmålet derfor: Hvad nytter det at have en instruktion om sikkert arbejde i lukkede rum, hvis ulykkerne sker i rum, som besætningen ikke opfatter som værende lukkede og omfattet af reglerne? [6]. At kaptajnen selv vælger at klatre ned i forpiggen uden sikkerhedsudstyr, er vel det tydeligste eksempel på, at ikke engang han opfattede forpiggen som et lukket rum. Hvis fremtidige lignende ulykker skal forebygges, er dette en meget vigtig konklusion af Amirante-ulykken. Men muligheden forspildes, fordi politiet slet ikke tænker i disse baner og undlader at forholde sig til det.

Hvorfor var atmosfæren i forpiggen farlig? Politiet beskæftiger sig heller ikke med dette spørgsmål, men noterer dog, at en luge i forpiggen mod lastrummet havde tre låsehåndtag, hvoraf kun to var lukkede. Via en utæthed kunne farlige gasser fra lastrummet derfor formentlig trænge ind i forpiggen. Det er et åbent og meget vigtigt spørgsmål, om gasserne ville kunne trænge ind, også selvom alle låsehåndtag havde været lukkede. Men dette spørgsmål stilles heller ikke.

Listen over spildte muligheder fortsætter. Var besætningen klar over, at lasten kunne udvikle farlig gas? Faren var ikke nævnt i cargo manifestet, hvor feltet "dangerous" ikke var udfyldt. I 2009 var der allerede sket flere alvorlige dødsfald i lastrum ved skibstransport af træpiller [7], så måske var denne viden så småt ved at blive spredt i branchen. For det forebyggende arbejde er det et meget vigtigt spørgsmål. Men politiet ser det ikke.

Hvorfor valgte de to omkomne at gå ned i forpiggen? Politiet beskæftiger sig ikke med dette spørgsmål. Men det mest sandsynlige svar er vel, at de ikke havde den fjerneste anelse om faren. De var som sagt beskæftiget med hårdt arbejde med trosser på dækket og det var bygevej. Er det ikke nærliggende, at de ville gemme sig for kaptajnen og snige sig til en forbudt rygepause?

Vidensdeling? - desværre nej

Hvis man har interesse i ulykkesforebyggelse, så bidrager Amirante-ulykken med to meget vigtige oplysninger, som det ville være kritisk vigtigt omgående at få delt i branchen:

- 1) At en last af træpiller kan udvikle umiddelbart dødelige koncentrationer af kulilte; og
- 2) At kulilten kan brede sig til tilstødende rum, som besætningen reelt ingen chance har for at vide, nu udgør en fare for liv og helbred.

Men oplysningerne blev ikke delt. Tværtimod bliver man ledt på fælt vildspor af offentligt tilgængelige oplysninger om ulykken. En rapport fra Dansk Teknologisk Institut [8] og en kort notits i tidsskriftet Brandvæsen [9] oplyser, at de to søfolk på skibet døde, da de gik ned i lastrummet med træpiller. Nej, nej. De gik netop IKKE ned i lastrummet. De gik ned i et tilstødende rum, hvor lugen til det fri tilmed altid stod åben. En artikel af danske forfattere i et anerkendt internationalt tidsskrift oplyser, at de to søfolk døde af iltmangel [10]. Det er heller ikke korrekt. De døde af kulilteforgiftning.

Det er måske i virkeligheden det mest nedtrykkende ved denne ulykke. Der er ingen opklaring og ingen læring. Når oplysningerne ikke bliver delt, så er det forventeligt, at ulykkestypen gentager sig. Det gjorde den så også i denne sag. De følgende år var der to lignende dødsulykker som følge af kulilte på skibe med træpiller i dansk farvand [6].

Hvordan kan dette tab af helt grundlæggende faktuelle informationer ske? Her peger pilen igen på politiet. Fordi ulykken er rubriceret som et mistænkeligt dødsfald, er sagen blevet oprettet som en straffesag. Godt nok er ingen sigtet, ingen er tiltalt og ingen er straffet. Men en straffesag er en straffesag. Så er oplysningerne af hensyn til den straffedes tarv ikke offentligt tilgængelige.

Fordi jeg har en legitim akademisk interesse i sagen (ulykkesforebyggelse) kan ansøgning fra mig om aktindsigt oftest imødekommes. I denne sag fik jeg besked om, at jeg var velkommen på Rønne Politistation, hvor jeg kunne få sagen til gennemsyn. Systemet er dog modtageligt for fornuft, og sagen kunne venligst sendes til Helsingør Polit til mit gennemsyn, hvor jeg heldigvis talte med et særdeles fornuftigt menneske. Men systemet er bevidst designet til at gøre adgang til sagsakterne overordentlig vanskelig, både hvad angår ventetid og praktisk besvær. Så sker informationstab. Det er derfor fristende at tage den ofte notorisk upræcise mediedækning for gode varer. Her lader det til, at en journalist på Bornholm Tidende ikke har vidst, hvad en forpig var for en størrelse, og har skrevet, at det var et lastrum.

Epilog

Artiklen er skrevet som frivilligt arbejde. Jeg udtaler mig som privatperson, ikke på vegne af mine arbejdsgivere eller andre.

Frank Hedlund (ph.d.) er risikoekspert i Cowi og ekstern lektor på DTU i risk management.

E-mail:

Frank Huess Hedlund: fhhe@cowi.com

Referencer

1. F.H. Hedlund, Støvekspllosion ødelægger dansk træpillefabrik - igen, Dansk Kemi. 95 (2014) 14-16.
2. F.H. Hedlund, Kuldioxid er uegnet til kvælning af glødebrande, Dansk Kemi. 99 (2018) 16-19.
3. S. Gauthier, H. Grass, M. Lory, T. Krämer, M. Thali, C. Bartsch, Lethal carbon monoxide poisoning in wood pellet storerooms - two cases and a review of the literature, Ann. Occup. Hyg. 56 (2012) 755-763.
4. A. Rossner, C.E. Jordan, C. Wake, L. Soto-Garcia, Monitoring of carbon monoxide in residences with bulk wood pellet storage in the Northeast United States, J. Air Waste Manag. Assoc. 67 (2017) 1066-1079. doi:10.1080/10962247.2017.1321054.
5. M.A. Rahman, A. Rossner, P.K. Hopke, Carbon Monoxide Off-Gassing From Bags of Wood Pellets, Ann. Work Expo. Heal. 62 (2017) 248-252. doi:10.1093/annweh/wxx104.
6. F.H. Hedlund, Ø.J. Hilduberg, Fatal Accidents During Marine Transport of Wood Pellets Due to Off-gassing - Experiences from Denmark, in: J.S. Tumuluru (Ed.), Biomass Vol. Estim. Valorization Energy, 2017: pp. 73-97. doi:http://dx.doi.org/10.5772/66334.
7. S. Melin, U. Svedberg, J. Samuelsson, Emissions from wood pellets during ocean transportation (EWDOT). Wood Pellet Association of Canada, 2008.
8. W. Stelte, Guideline: Storage and handling of wood pellets. Resultat Kontrakt (RK) report, Danish technological institute, 2012.
9. E. Weinreich, Sverige hårdt ramt. 5 omkomne på 2 år. Træflis og andet træ kan også være farligt, Brandvæsen. 12 (2014) 69.
10. B.K. Sovacool, R. Andersen, S. Sorensen, K. Sorensen, V. Tienda, A. Vainorius, O.M. Schirach, F. Bjørn-Thygesen, Balancing safety with sustainability: assessing the risk of accidents for modern low-carbon energy systems, J. Clean. Prod. 112 (2016) 3952-3965. doi:10.1016/j.jclepro.2015.07.059.

Dansk Kemi

Bliv FOKUSpartner på Dansk Kemi's digitale medie

KEMIFOKUS

- Udgiv ubegrænset antal nyheder og pressemeddelelser...
- Få dit budskab på hjemmesiden og i nyhedsbrevet til branchen... - inkl. firmanavn og logo!

Se mere på www.kemifokus.dk