



rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Arbetsmiljön vid hantering av
träpellets för energiproduktion samt
arbetsmiljöerfarenheter vid eldning
av olivkross och halm

Eliana Alvarez de Davila
B 1315
Stockholm, januari 1999

IVL

Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning
Swedish Environmental Research Institute

Organisation/Organization Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning Adress/Address Box 21060 100 31 STOCKHOLM Telefonnr/Telephone 08-729 15 00	RAPPORTSAMMANFATTNING Report Summary Projekttitel/Project title Anslagsgivare för projektet/Project sponsor
Rapportförfattare, author Eliana Alvarez de Davila	
Rapportens titel och undertitel/Title and subtitle of the report Arbetsmiljön vid hantering av träpellets för energiproduktion samt arbetsmiljöerfarenheter vid eldning med olivkross och halm	
Sammanfattning/Summary Denna studie inriktades mot att kartlägga arbetsmiljöförhållanden vid hantering av träpellets före förbränningen. Kartläggningen genomfördes vid tre anläggningar. Vid dessa anläggningar studerades arbetsmetoder och teknik för hantering av träpellets samt risk för brand- och dammexplosioner. Det gjordes också mätningar av damm och mikroorganismer (både levande och döda bakterier och mögelsvampar) vid tre träpelletsanläggningar. Mätningarna gjordes som stationära mätningar vid olika arbetsplatser längs bränslehanteringskedjan från tippning till bränsleinmatning i pannan. Med direktvisande damminstrument kartlades dammkällorna och dammspridningen i lokalerna. Mätresultaten visar höga dammhalter vid enskilda arbetsmoment, t ex tippning. Dammproblemen är störst vid träpelletsleverans med högt innehåll av en finfraktion (mycket löst material) och vid tippning i mottagningshallar som saknar ventilation. De uppmätta mikroorganismhalterna var i samma storleksordning som de halterna uppmätta utomhus eller en tiopotens högre. I rapporten ges rekommendationer för arbetsmiljöförbättringar. Arbetsmiljöerfarenheter vid hantering av olivkärnor/olivkross och halm finns också med i denna undersökning	
Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område, näringsgren eller vattendrag/Keywords Träpellets, halm, olivkärnor, olivkross, arbetsmiljö, organiskt damm, mikroorganismer, dammexplosioner	
Bibliografiska uppgifter/Bibliographic data IVL Rapport B 1315	
Beställningsadress för rapporten/Ordering address IVL, Publikationsservice, Box 21060, S-100 31 Stockholm, Sweden	

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	2
2	Målsättning	2
3	Metoder	2
4	Nya biobränslen	3
4.1	Träpellets	3
4.2	Halm	4
4.3	Olivkross	4
5	Förekomst av damm och mikroorganismer	5
6	Risk för brand och dammexplosioner vid en biobränsleanläggning	6
6.1	Allmänt om dammexplosioner	6
6.2	Var och varför uppstår brand och dammexplosion	7
6.3	Inträffade dammexplosioner vid svenska biobränsle-anläggningar	8
7	Undersökta anläggningar - träpellets	9
7.1	Hallsbergs Energi	9
7.2	Sala-Heby Energi	11
7.3	Katrineholm Energi	13
8	Mätresultat och diskussion	15
8.1	Om damm	15
8.2	Om mikroorganismer	18
9	Sammanfattande diskussion	22
10	Referenser	23

Bilagor

Bilaga 1	Provtagnings- och analysmetoder för damm och mikroorganismer
Bilaga 2	Några arbetsmiljöerfarenheter vid eldning med halm
Bilaga 3	Sammanställning av arbetsmiljöerfarenheter vid hantering av olivkärnor/olivkross

1 Bakgrund

Ett flertal kraftvärmeverk och panncentraler har de senaste åren börjat elda med nya biobränsle bl.a. träpellets, olivkross, halm mm. Arbetsmiljöförhållanden vid företag som delvis eller helt övergått från eldning med fossila bränslen (kol eller olja) till eldning med nya biobränslen som t ex träpellets, krossade olivkärnor, halm, energigräs, salix eller andra nya biobränslen, är inte tillräckligt undersökta.

Träpellets är förädlad bioenergi som började användas i Sverige i slutet på 80-talet. Pelletsintresset har ökat kraftigt de senaste åren mycket tack vare införandet av miljöavgifter. Sverige är världens andra största pelletsnation efter USA, som tillverkar ca 700 000 ton/år.

Olivkross och halm har varit intressanta biobränslen att elda med i mindre värmeanläggningar.

På företagen har man dålig kunskap om potentiella arbetsmiljöproblem vid hantering av nya biobränslen. Damm och lukt från t ex krossade olivkärnor har skapat hälsoproblem hos anställda. Förekomst av mikroorganismer vid hantering av nya biobränslen kan också ge problem för personal. En tidigare IVL-undersökning av arbetsmiljön vid hantering av biobränslen (träflis och torv) visade bl.a. på höga mögel- och dammhalter vid olika arbetsmoment [1].

2 Målsättning

Att kartlägga effekten på arbetsmiljön vid hantering av träpellets, olivkross och halm samt att ge förslag på arbetsmiljöförbättrande åtgärder. Tyngdpunkten i kartläggningen läggs vid träpelletshanteringen.

3 Metoder

Projektet inleddes med en studie av olika arbetsmiljöfaktorer vid användning av nya biobränslen vid värmeverk. Studien inriktades mot att kartlägga arbetsmiljöförhållanden vid hantering av träpellets före förbränningen. Kartläggningen genomfördes vid tre anläggningar som eldade med träpellets. Vid dessa anläggningar studerades arbetsmetoder och teknik för hantering av träpellets samt risk för brand- och dammexplosioner.

Mätningar gjordes av damm och mikroorganismer (både levande och döda bakterier och mögelsvampar) vid tre anläggningar (Hallsbergs Energi, Katrineholms Energi och Sala-Heby Energi). Provtagningspunkterna placerades vid de platser där personalen vistades

mest eller där halterna förväntades bli höga. Vid varje mätning uppmättes också halten av mikroorganismer utomhus. Under hela undersökningen togs 11 prover på mikroorganismer och 16 dammprover. Ett direktvisande instrument (RAM-1) användes också för kartläggning av dammkällor och dammspridning.

Metoder för provtagning- och analys av damm och mikroorganismer finns i bilaga 1.

Vid Kvänums halmverk och Sätenergi studerades arbetsmetoder och teknik för hantering av halm. Inga mätningar gjordes vid dessa anläggningar. Endast RAM-1 användes för kartläggning av dammkällor och dammspridning.

All information om hantering av olivkross inhämtades genom samtal med ledning och personal vid Hallsbergs Energi, Katrineholms Energi och Hässelbyverket som har periodvis eldat med olivkross/olivpellets.

4 Nya biobränslen

4.1 Träpellets

Träpellets är ett biobränsle som kan tillverkas från många olika råvaror och industrispill, t ex biprodukter från skogsindustrin, kutterspån, sågspån och bark.

Vid tillverkning av träpellets mals råvaran i en kvarn och därefter torkas pulvret från ca 50% till ca 10% fuktighet. Det torkade pulvret förs vidare till en pelletsmaskin där det pressas ut genom hålmatiser till pelletar med en diameter av ca 6-8 mm och en längd av ca 10-20 mm. Därefter kyls de ner i en kylare och förs sedan till ett pelletlager. För att förhindra mikroorganismtillväxt rekommenderas att lagringen sker i väl ventilerade utrymmen och vid låg temperatur. Fukthalten varierar mellan 6-10 vikts-%.

Att mala, torka och forma sågspån, kutterspån eller bark till pellets ger flera fördelar. Energiinnehållet per volymenhet ökar vilket minskar totalvolymen samtidigt som transporter, lagring och hantering av slutprodukten blir enklare. Eldning med träpellets ger också liten askmängd (låg askhalt, ca 0,8 vikts-%).

Finfraktionen, det vill säga mängden av löst material som följer med en pelletsleverans kan variera avsevärt. Denna finfraktion utgör en stor källa till dammspridning.

4.2 Halm

Halm är en biprodukt från spannmåls- och oljeväxtodlingen. Spannmålshalm består av en blandning av strån, blad, urtröskade ax samt agnar. Halm leveras till fjärrvärmeverk som rundbalar.

Halm har en hög andel flyktiga beståndsdelar och ganska hög askhalt. Halm är ett ganska inhomogent bränsle. I praktiken eldar man ofta halm från olika växter som dessutom lagrats på olika sätt och under olika lång tid. För att halm ska vara lämplig som bränsle bör fukthalten ligga under 17%.

Halm ska vara torr, vilket ofta skapar konflikt mellan lantbrukare och värmeverk. Ofta leveras torr halm som innehåller våta delar.

I Sverige finns stora mängder halm men den utnyttjas inte i någon större utsträckning som energiresurs. Det finns bara 2 kommunala värmeverk som använder halm som bränsle. Det har inte varit ekonomiskt motiverat att investera i rena halmanläggningar bl.a. för att:

- halmen ska bärgas under den tid då lantbrukaren prioriterar sin vanliga skörd.
- det finns god tillgång på skogsflis
- en del tekniska problem uppstår med halmeldning

För att öka intresset för halm är det nödvändigt att pressa produktionskostnaderna genom effektivare hanteringssystem. På gårdsnivån handlar frågorna om halm om att säkerställa acceptabel fukthalt och att välja rätt uppsamlingsmetod, typ av lagring och form för transport till kunden. Utomhuslagring ger exempelvis låga kostnader, men innebär risk för ökande fukthalt och mögelbildning.

Hela undersökningen om arbetsmiljöerfarenheter vid eldning med halm finns i bilaga 2.

4.3 Olivkross

Olivkärnor/olivkross är ett billigt biobränsle som har använts (ibland endast testats under kort tid) vid ett flertal värmeverk. Olivkärnor/olivkross importeras från länder som Tunisien, Spanien m fl. Olivkärnor/olivkross är inte ett rent bränsle. I Tunisien deponeras olivkärnor/olivkross med rester av oliver på soptipp. Många soptippar i Tunisien ligger i öknen. Därför förorenas olivkärnor/olivkross med sand, tegelstenar, träbitar m.m.

Innehåll av sand och annat material ger slaggproblem i pannan. Fukthalten på olivkärnor/olivkross är 8% vilket minskar risken för självantändning. Man har försökt lagra

olivkärnor/olivkross under väldigt kort tid för att förhindra tillväxt av mikroorganismer. Denna åtgärd har inte gett bra resultat.

Det är vanligt att olivkärnor/olivkross innehåller rester av olivolja, vilket har resulterat i brandtillbud. Flampunkten för olivkärnor/olivkross/olivolja är 80°C.

Efter malning av olivkärnor/olivkross får man ett mycket fint pulver. Längs bandtransportörerna och runt dagfickan och kvarnen samlas det mycket fint damm och det luktar väldigt starkt.

Av tekniska och miljöskäl har man slutat att använda olivkärnor/olivkross.

Hela undersökningen om arbetsmiljöerfarenheter vid eldning med olivkärnor/olivkross finns i bilaga 3.

5 Förekomst av damm och mikroorganismer

Hantering av träpellets, olivkross och halm kan ge upphov till *damm* vid såväl tippning som längs hela bränsletransportkedjan till pannan. Träpellets och olivkross som är mycket torra bränslen, frigör mycket fina dammpartiklar som kan virvla runt i luften. Dessa partiklar kan personal andas in och de kan ge hälsoproblem.

För trädamdamm har Arbetsstyrelsen fastställt ett hygieniskt gränsvärde på 2 mg/m³ [2]. Trädamdammgränsvärdet används också för träpellets. Något svenskt hygieniskt gränsvärde för olivkross eller halm finns inte. Då olivkross och halm till största delen består av organiskt material används för närvarande gränsvärdet för organiskt damm, 5 mg/m³ [2].

Mikroorganismer finns normalt överallt och innebär sällan något problem. I fuktigt biobränsle kan mikroorganismer växa i och skapa hälsoproblem vid hantering av biobränslet. Lagringsförhållanden har stor betydelse för tillväxten av mikroorganismer i träpellets, olivkross och halm. Mögeltillväxten i halm beror på halmens fukthalt och lagringsbetingelser. Vid mikrobiell aktivitet utvecklas värme som i vissa fall kan leda till självantändning. Tecken på att en skada uppkommit är t ex mörkfärgat bränsle eller synligt mögel.

Damm som frigörs vid hantering av pellets, olivkross eller halm, kan innehålla mikroorganismer. För närvarande har man inte identifierat vilka specifika agens i dammet (organiskt damm, bakterier, mögelsvampar, toxiner m.fl.) som kan orsaka hälsoproblem.

Höga halter av mikroorganismer kan också förekomma i t.ex. bomullsindustri, lantbruk, sågverk, reningsverk m.fl. I dessa miljöer har de som drabbats av ODTS (Organic Dust Toxic Syndrome) eller allergisk alveolit exponeras för halter som överstiger 10^6 mikroorganismer/ m^3 och oftast var de mer än 10^9 mikroorganismer/ m^3 [3]. Fall av allergisk alveolit har hittats bland svenska bönder som hanterat möglig halm.

6 Risk för brand och dammexplosioner vid en bibränsleanläggning

6.1 Allmänt om dammexplosioner

I en bibränsleanläggning finns det ofta brand- och explosionsrisk i samband med lagring, malning, krossning, bandtransport m.m. Dammexplosioner kan orsaka personskador och omfattande materiella skador på maskiner/utrustning och byggnad.

Dammexplosioner uppstår när finfördelade partiklar av brännbart material blandas med luft eller syre och antänds. Dammexplosioner är snabba förbränningsreaktioner och förloppet påverkas av dammets fukthalt, dess partikelstorlek, temperatur etc. Man bör betona att finfördelat damm exploderar med större kraft än grovt. En blandning av torrt träpulver (fukthalt under 35% och partikelstorlek mindre än 0,5 mm) och luft kan bli explosivt i rätt blandningsförhållande om tillräcklig tändenergi finns [4]. Minskad partikelstorlek och fukthalt hos trädammet ökar explosionsrisken. För trädammet är den undre explosionsgränsen (brännbarhetsgränsen) ca 35-55 g/ m^3 [4]. En övre explosionsgräns har inte bestämts.

En sekundär dammexplosion kan inträffa genom att damm som har samlats på golv, balkar, kabelstegar mm virvlar upp i lokalen och antänds av flamman från den primära explosionen. Oftast är den sekundära dammexplosionen mycket kraftigare än den första.

För att en dammexplosion ska inträffa måste dammolnet antändas. De vanligaste antändningskällorna är:

- öppna flammor (p.g.a. svetsning, skärning, tändstickor, etc)
- heta ytor (överhettade lager, torkar, värmeapparat, glödlampor etc)
- värme från mekanisk påverkan
- glödande eller brinnande damm
- elektriska urladdningar och ljusbågar

I tabell 1 ges exempel på brand- och explosionsrisker för olika bibränslen samt exempel på lämpligt brandskydd

Tabell 1 Brand- och explosionsrisker för olika träbränsleslag samt exempel på brandskydd

	Skogsbränsle, halm (utan torkning)	Pellets, briketter (torkat bränsle)	Träpulver	Olivkross
<i>Typ av risk</i>				
Explosion	-	-	X	-
Tillbakabrand	X	X	X	X
Självantändning	-	X	X	X
<i>Brandskydd</i>				
Inerta gassystem				X
Avstängningsanordning	X	X	X	X
Skydd mot för hög temperatur	X	X	X	X
Sprinkler	X	X	X	X

6.2 Var och varför uppstår brand och dammexplosion

Risk för brand och dammexplosion finns i olika delar i transportkedjan. Nedan anges var och vad som vanligen orsakar explosion och brand vid en biobränsleanläggning.

Anläggningsdel Orsak till explosion och brand

- Mottagningshall.*
- * eventuella glödpartiklar som följer med transporterat bränsle, vilka flamar upp vid tippning i tippfickan
 - * gnistbildning (metall/metall) mellan t ex järnföremål och skyddsgaller som ofta ligger på tippfickan
 - * torrt damm som samlats på kabelstegar och andra ytor kan antändas
- Sikt, kvarn och kross:*
- * gnistbildning i siktar, kvarnar, stup, krossar etc
 - * risk för brand och explosion vid malning till pulver, speciellt p.g.a. av stenar och främmande föremål
 - * risk att stenar och järnskrot slår gnistor och antänder damm i kvarnar, siktar och omlastningar.
- Transportutrustning*
- * Bandtransportörer kan genom sin konstruktion sprida en brand. Skrap- och kedjetransportörer, transportband, elevatorer m fl kan vara en riskfaktor för brand genom överhettning, slirning, varmgång etc. i bandrullar, lager, drivstationer, motorer etc. Skraptransportörer som arbetar med en stigning ö över 35° kan ge skorstenseffekt.

- * Elevatorn hör till de mer explosionsfarliga eftersom den är sluten, har vertikalläge och kan fungera som en skorsten. Sten eller järnföremål som följt med bränslet kan ge gnistor genom fall eller friktion.
- * Spill från band och bandövergångar kan ge bränsleansamlingar som kan leda till brand och dammexplosioner.

6.3 Inträffade dammexplosioner vid svenska biobränsle-anläggningar

Nedan ges en kort sammanfattning om inträffade dammexplosioner vid biobränsleanläggningar i Sverige

1. Objekt: Bränsleinstransport (1985) [5]
Anläggning: 60 MW, fastbränsleeldad, hetvatten
Skadetyper: Tillbakabrand Skadekostnad: 1,5 Mkr
Skadeorsak: "eldstadspuff"
OBS: Sprinklern var fränkopplad

2. Objekt: skopelevator [5]
Anläggning: Kvarnanläggning,
Skadetyper: antändning Skadekostnad: 60 Mkr
Skadeorsak: skopelevator slirade och utvecklade värme mellan drivskiva och rem
OBS: elevatorskydd eller hastighetsvakt som automatiskt kunde stoppat drivmotorn saknades. Ett sprinklerhuvud i elevatortoppen som kunde ha begränsat branden saknades också.

- 3 Objekt: kvarn (1994) [6]
Anläggning: fabrik som tillverkar fastbränsle från flis, bark, sågspån, torv mm
Skadetyper: en primär dammexplosion uppstod p.g.a. en gnista i kvarnen samt en sekundär dammexplosion följde efter p.g.a. att damm virvlat upp och antänts av flamman från den primära dammexplosionen Skadekostnad: den sekundära explosionen orsakade omfattande materiella skador men inga personskador. Inga kostnadsuppgifter har angetts
Skadeorsak: Fränkopplade gnistdetektorer och gnistsläckningssystem
OBS: Förslag på följande åtgärder: att ändra rutiner för urkoppling av säkerhetsfunktioner, att förbättra städningsrutiner samt att installera explosionsavlastningar av kvarnar och transportörer till det fria.

4. Objekt: buffertsilo (1991) [6]

Anläggning: Kraftvärmeverk

Skadetyper: flera dammexplosioner vid installation av ny bränsledoseringsutrustning för övergång från kolpulver till träpulver Skadekostnad: tre arbetare skadades

Skadeorsak: mindre brand i buffertsilon p.g.a. hett arbete orsakade dammexplosion. Silon var tömd på material, men damm fanns troligen kvar på silons väggar. En till dammexplosion inträffade då verkets personal försökte släcka branden

OBS: Yrkesinspektionen konstaterade brister i rutiner och skyddsinstruktioner för hetarbete

5. Objekt: slangfilterenhet (1994) [6]

Anläggning: träpulverfabrik

Skadetyper: dammexplosion Skadekostnad: inga uppgifter

Skadeorsak: en lös slaga i en kvarn gjorde att upprepad friktion metall mot metall höjde temperaturen och bildade glödande partiklar i kvarnen

OBS: en ispropp i magnetventilerna till släckanläggningen förhindrade släckvatten att komma till den drabbade zonen

6. Objekt: en serie skraptransportörer [4]

Anläggning: pelletsfabrik

Skadetyper: dammexplosion Skadekostnad: ingen uppgift

Skadeorsak: gnista från en skrotbit

OBS: explosionsluckor saknades.

7 Undersökta anläggningar - träpellets

7.1 Hallsbergs Energi

Driftstart:	1988. (sedan 1992 används träpellets)
Panneffekt:	17 MW
Antal anställda:	5 anställda
Ordinarie bränsle:	8 000 ton pellets/år, 2 000 ton kol/år
Leverantör:	Träpellets från Sv. Brikett Energi i Norberg, kol från Ryssland

Träpellets som levereras till anläggningen har skiftande kvalitet. Ganska mycket spån och fint träpulver följer med varje leverans. Man vet väldigt lite om vilket träslag/spån pellets har tillverkats av. Vid flera tillfälle har man konstaterat att pellets som levererats har olika storlek och färg. Man har också noterat att det blir mest spån då fabriken levererar första tillverkade pellets från sin produktion och efter produktionsstörningar.

Det är viktigt att elda med pellets med jämnt kvalitet eftersom pannan går sämre om man eldar med mycket små pellets/spån.

Pellets sidotippas i en tippficka, se bild 1. Längs väggen som skiljer tippfickan från bränslelagret har monterats en ventilationshuva. Portarna stängs och fläkten sätts på vid tippning av pellets eller kol. En automatiserad gripskopa flyttar pellets från fickan till bränslelagret och därefter via en tratt till rörkedjetransportörer.

För att förhindra spill på golvet har en tjock gummiremsa monterats längs tippfickans betongkant. Efter varje tippning rensas golv från ev spill. Med en truck försedd med snöplog för man in allt spill som samlats runt fickan och på golvet, i tippfickan. Trucken saknar dammfilter för luftintaget till hytten.

Hela tippfickan måste tömmas på pellets vid tippning av kol. Detta innebär en besvärlig arbetsmiljö för personalen. Man kör skopan manuellt från tipphallen genom att trycka på manöverknappar som finns i hallen (intill tippfickan?). Det kan damma kraftigt men man måste vara kvar. Pulver och pellets som finns kvar runt fickan och på botten tas bort med spaden. Det dammar väldigt mycket. Personalen använder ett enkelt munskydd. De vill använda halv/helmask för den känns tungt att arbeta med.

Bränslet förflyttas med kran från tippfickan till en buffertsilos. Bränslet förs vidare via en sluten rörkedjetransportör till en vibrator och magnetavskiljare. Därefter mals bränslet i en rivkvarn. Kvarnen har försetts med ett filter för att minska dammspridningen i lokalen. Före vår mätning installerades ett dammfilter i anslutning till kvarnen. Denna åtgärder har minskat dammhalten väsentligt i detta utrymme.

Efter kvarnen fortsätter bränslet till en dagsilo. Med bränsleskruven förs bränslet genom mataren till en MBC-panna.

Hela anläggningen sköts av två operatörer från kontrollrummet. Kontrollrummet är rymligt och väl isolerat. Luftintaget är separerat från resten av anläggningen. Bra belysning och tyst miljö.

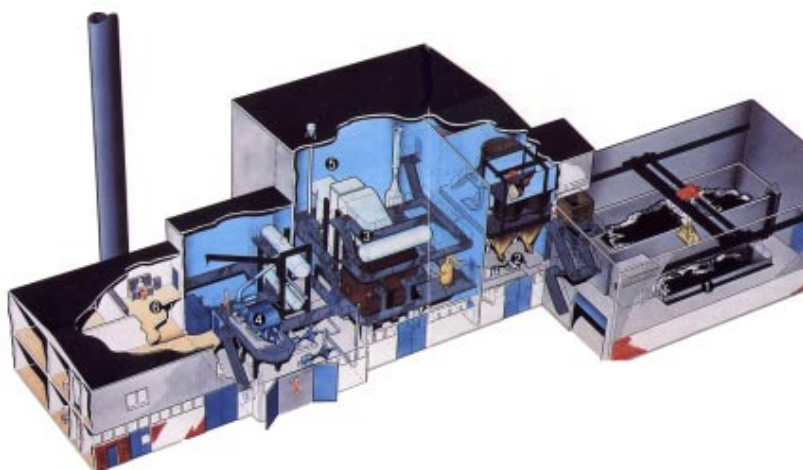
Om anläggningens brand- och explosionskydd. Tippfickan är utrustad med ett Firefly släcksystem (glöddetektorer) som snabbt känner av glödande partiklar och ger larm och/eller startar sprinkler. Detta system kan förhindra antändning inom anläggningens transportsystem. Brandventilation i mottagningshall sker via ett takfönster.

Mottagningshallen är tillräcklig stor för att med t ex en hjullastare snabbt få bort brinnande eller glödande material.

Kvarnen är skyddad med värmedetektorer och med CO₂-släcksystem. Kvarnen är ansluten till en stoftavskiljare med slangfilter för borttagning av damm. En/flera tryckavlastare har placerats.

Brandsektionering längs bandtransportörer begränsar brandspridning. Branddörrarna mellan lokalerna är uppskyldade och för det mesta hålls stängda.

De två buffertsilos har skyddats med inert gas.



Panna

Tippshall

Bild 1. Skiss över Hallsbergs Energi.

7.2 Sala-Heby Energi

Driftstart:	1985 (pellets sedan 1993)
Panneffekt:	20 MW
Antal anställda:	10 anställda
Ordinarie bränsle:	17 000 ton träpellets/år
Avfallstyp & leverantör:	träpellets (8% fuktighet) från Svenska Brikett Energi

Träpellets som leveras till denna anläggning innehåller ibland ganska mycket av en fin fraktion. Träpellets som levereras till anläggningen kommer endast från en leverantör.

Hela bränsletransportkedjan finns i en enda stor lokal med flera våningar. Våningarna skiljs åt endast med galler. Träpellets tippas i en small tippficka (11x1,4 m). Tippfickan är försedd med ett tak som täcker halva fickan och en betongkant med gummimatta. Vid varje tippning sätts ett kraftig utsug automatiskt igång vid tippfickan. Tippfickan ventileras via tre tilluftsdon som sätts igång vid tippning, se bild 2. Genom en ventilationskanal, placerad på en balkong längs tippfickans bakre del, förs det damm bort som frigörs under tippning. Dammet fångas också upp genom en annan ventilationskanal place-

rad ca 2 m ovanför tippfickan. Luften som evakueras från tippfickan och elevators nedre och övre delar passerar ett slangfilter. Den filtrerade luften förs tillbaka till lokalen via de ovan nämnda tilluftsdon. I slangfiltret kan samlas ca 25 kg damm från ca 35 ton träpellets som tippas i fickan. Arbetsledningen har märkt en betydligt minskning av damm runt tippfickan och i övriga lokaler efter installationen av utsug i tippfickan. Nu behöver man inte städa lokalen så ofta. Innan man installerade det nya ventilationssystemet försökte man fånga upp dammpartiklarna m.h.a. vattendimma från sprinkler. Denna åtgärd fungerade inte eftersom luft som pressas ur den tomma tippfickan tar med sig allt fint damm som frigörs vid tippning och damm som har samlats runt fickan. Sprinklerna räcker inte till för att effektivt fånga upp det dammoln som bildas vid tippning.



Bild 2. Ventilation i mottagningsfickan

Träpellets matas vidare via inkapslade bandtransportörer till en skopelevator, se bild 3. Skopelevatoren används för att kunna klara vertikaltransporten av bränslet eftersom utrymmet är begränsat. Elevatoren tillhör de mer brand- och explosionsfarliga delar i en biobränsleanläggning p.g.a. sin uppbyggnad som ger skorstenseffekt.

Efter skopelevatoren går bränslet vidare till två inbyggda lagerfickor eller fortsätter vidare till en 30 m³ dagficka. Sedan fortsätter träpellets in till pannan.

Transportörer är få och samtliga är inkapslade. Det fanns inga tecken på dammläckage från transportörerna.

Om anläggningens brand- och explosionskydd. Tippfickan är försedd med sprinkler som styrs av Fireflysystem (2 st gnistdetektorer) som upptäcker gnistor innan allvarlig brand uppstår. Inne i mottagningshallen finns också en brandpost. Dessutom har varje lokal i anläggningen väl skyltade vattenposter.

Damm från tipphallen renas i en stoftavskiljningsanläggning som består av ett slangfilter och fläkt.

Bandtransportörerna har inspektionsluckor. Vissa har tryckavlastande lås eller stängningsanordning. Vid omlastningspunkter är varje transportör försedd med gnistdetektorer med sprinkling.

Skopelevatorn (15 m hög) är försedd med inspektionslucka och tryckavlastare. Toppen av elevatoren sitter fast med endast gummiband som lossnar om det blir en explosion. Inne i skopelevatorn finns inertgas och det är ett Fireflysystem som utlöser inertgasen vid brand.

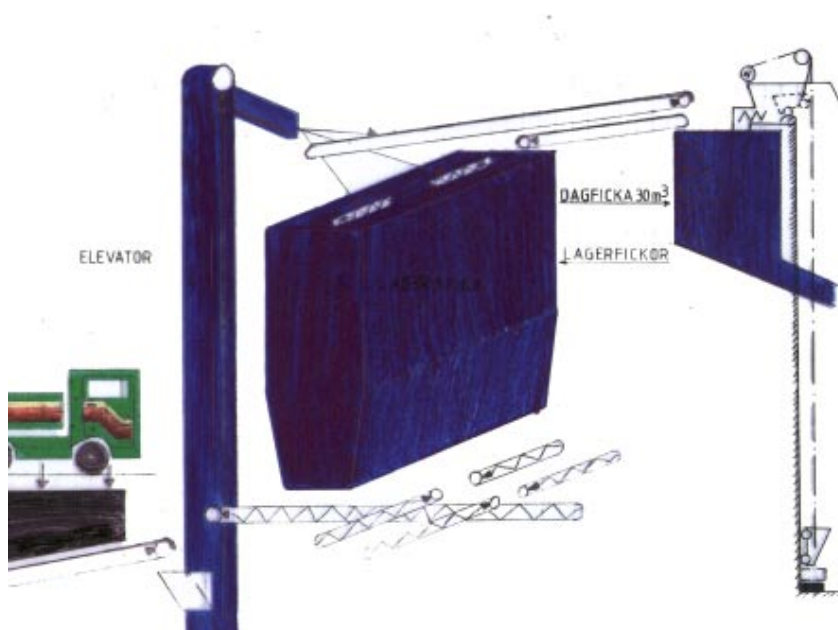


Bild 3. Skiss över Sala-Heby Energi

7.3 Katrineholm Energi

Driftstart:	1978 (sedan 1991 används träpellets)
Panoeffekt:	20 MW
Antal anställda:	17 anställda
Ordinarie bränsle:	ton/år
Avfallstyp & leverantör:	träpellets (9-10% fukthalt) från Forsjö, Edsby och Säfte

Träpellets levereras med lastbil till en mottagningshall. Bränslet tippas i en tippficka (12x4 m). Tippshallen ventileras med självdrag från portarna. Ovanför tippfickan finns

ett tilluftsdon, se bild 4. I lokalen finns även två fläktar och frånluftdon uppe under taket. Det här ventilationssystemet verkar inte vara tillräckligt vid tippning. Dammet sprids snabbt i hela lokalen och svävar i luften ett bra tag. Det finns mycket fint damm överallt i lokalen. Om man vill kan man sätta på sprinklern innan man tippas och då får man en mycket fin vattendimma över tippfickan. Det är det få som utnyttjar denna möjlighet.



Bild 4. Mottagningshall till Katrineholm Energi

Från tippfickan matas träpellets fram på skraptransportörer och vidare på slutna gummibandtransportörer.

Strax efter skraptransportörer passerar bränslet en metalledetektor (magnet) och en sikt. Genom att bränslet passerar en magnetavskiljare minskas risken att järnföremål följer med bränslet. Bränslet förs vidare via elevatorn och slutna transportörer till 2 st silos (400 ton vardera), se bild 5.

Om anläggningens brand- och explosionskydd. I mottagningshallen finns ett Firefly system som består av glöddetektorer som snabbt känner av glödande partiklar och ger larm samt startar sprinklern. Indikering och släckning av glödande partiklar, flammor och andra tändkällor kan ske innan en brand eller explosion har startat. Glödande partiklar och gnistor ned till en temperatur av 400 °C detekteras. I mottagningshallen finns också en brandpost med slangar.

Band- och skraptransportörer är försedda med Firefly som utlöser sprinklern. Längs band- och skraptransportörer finns dammavsugning vid varje omlastningspunkt.

Elevatorn är utrustad med Firefly (gnist- och glöddetektorer) samt en automatisk CO₂-släckanordning som ger snabb indikering och utlösning. Elevatorn har även en

inspektionslucka i botten och 2 inspektionsluckor på toppen. Elevatorn saknar tryckavlastningsyta.

Silos är utrustad med Firefly (gnist- och glöddetektorer) och temperaturvakter. Silos saknar tryckavlastningsyta.

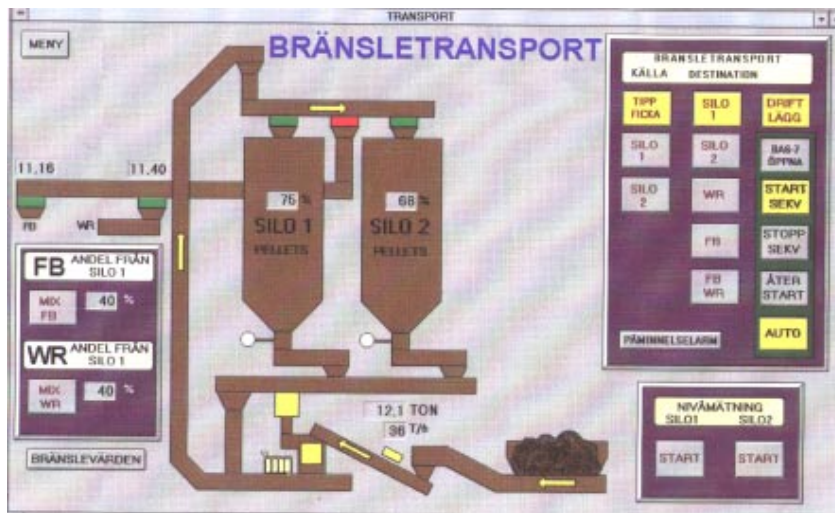


Bild 5. Skiss över Katrineholm Energi

8 Mätresultat och diskussion

8.1 Om damm

De uppmätta dammhalterna för respektive anläggning har sammanställts i tabell 2-4. Mätresultaten visar följande:

➔ Tippning av träpellets är ett moment som alstrar mycket damm eftersom de levererade pellets innehåller en finfraktion (mycket löst material). När pellets tippas i fickan pressas fickans luft ut och den fina fraktionen samt damm som finns kvar i den tomma fickan bildar ett stort dammoln. Vid Katrineholms Energi uppmättes mycket höga dammhalter (27 mg/m^3) i tipphallen, som blev 13 gånger det nivågränsvärdet som finns för trädam (2 mg/m^3).

De momentana halterna (uppmätta med RAM-1) gick upp till över 160 mg/m^3 under själva tippning. Dammets spred sig snabbt genom hela mottagningshallen. Det är omöjligt att vistas i mottagningshallen utan andningsskydd när tippningen är igång. Föraren väntar utanför mottagningshallen tills det värsta är över och går sedan in och rensar ev spill runt fickan.

När bilen som tippas pellets saknar fjärrstyrning måste föraren öppna luckan manuellt och måste stå kvar intill bilen. Det innebär att han exponeras både för damm och buller (>85 dB (A)) vid tippning. Ibland måste lastbilföraren stå bakom tippfickan för att ta ut ev pellets som fastnat i bilen eftersom tippfickans konstruktion gör att flaket inte kan sänkas till golvnivå. Då exponeras lastbilföraren för mycket damm i onödan.

Det är vanligt med ett lager av mycket fint damm på kabelstegar och andra ytor i mottagningshallarna.

➔ Ibland städas mottagningshall med truck (med snöblad). Truckföraren river upp damm och truckföraren får en onödig dammexponering eftersom trucken oftast saknar dammfilter för luftintaget till hytten.

Vid en av de undersökta anläggningarna sopades golvet i mottagningshallen med kvast, se bild 6.



Bild 6 Städning av en mottagningshall efter tippning av träpellets.

→ Användning av en skopa för transport av träpellets från tippfickan till dagsilos alstrar också damm. Därför är det nödvändigt att skopan styrs automatiskt från kontrollrummet.

→ Intill en sikt överskreds nivågränsvärdet för trädam (2 mg/m³).

→ Det nya ventilationssystemet i mottagningshallen till Sala-Heby Energi fungerar mycket bra. Tidigare var damm ett stort problem vid tippning av pellets i mottagningshallen. Mycket damm i mottagningshallen innebar också mycket damm intill skopelevatorn och transportband eftersom hela bränsletransportkedjan finns i samma lokal. Dammet i mottagningshallen har minskat avsevärt efter installation av ny ventilation. Ventilationsanläggningen och slangfiltret kostade ca en miljon kronor, något som ledning anser som en bra investering som har gett mycket bra resultat.

Visserligen alstrades damm vid själva tippning vid Sala-Heby Energi, men dammet sögs bort mycket effektivt efter några sekunder.

Tabell 2 Uppmätta dammhalter vid **Hallsbergs Energi**. Stationära mätningar och mätningar med direktvisande damminstrument (RAM-1)

Plats/arbetsmoment	Dammhalt (mg/m ³)	
	Stationär mätning (8 h)	Mätning med RAM-1
TIPHALL	0,7	
* Före pelletsleverans		0,30 - 0,43
* Under tippning		10-160
* Vid truckkörning runt tippfickan		1,8 - 4,6
* När skopan är igång		1,9 - 2,4
* Inne i trucken		0,5 - 1,0
KVARN	0,3	
* Före cyklons installation		7 – 10
* Efter cyklons installation		0,1
TRANSPORTÖRER		0,06
KONTROLLRUM	< 0,1	0,05
Hygieniskt gränsvärde. (NGV)¹⁾	2	

(NGV)¹⁾= Nivågränsvärde. Hygieniskt gränsvärde för exposition under 8 timmar

Tabell 3 Uppmätta dammhalter vid **Sala-Heby Energi**. Stationära mätningar och mätningar med direktvisande damminstrument (RAM-1)

Plats/arbetsmoment	Dammhalt (mg/m ³)	
	Stationär mätning (8 h)	Mätning med RAM-1
TIPPHALL	0,6	
* Före tippning		0,06
* På balkongen (vid tippning)		234
* Intill föraren, vid manuellt öppning av flaket		200
OVANFÖR TIPPFICKAN	0,4	
* Före tippning		0,07
* Under tippning		
SKOPELEVATOR	0,4	
* Före tippning		0,06
* Under tippning		190
KONTROLLRUM	< 0,1	0,07
Hygieniskt gränsvärde. (NGV)¹⁾	2	

Tabell 4. Uppmätta dammhalter vid **Katrineholm Energi**. Stationära mätningar och mätningar med direktvisande damminstrument (RAM-1)

Plats/arbetsmoment	Dammhalt (mg/m ³)	
	Stationär mätning (8 h)	Mätning med RAM-1
TIPPHALL	27	
* Före tippning		0,08
* Vid tippning		160
SIKT	2,5	20
TRANSPORTÖRER	0,3	0,1
KONTROLLRUM	< 0,1	0,09
Hygieniskt gränsvärde. (NGV)¹⁾	2	

8.2 Om mikroorganismer

Totalantalet bakterier och mögelsvampar samt identifierade mikroorganismer vid samtliga anläggningar har sammanställts i tabell 5-7.

Mätresultaten visar följande:

- ➔ Totalantalet bakterier och mögelsvampar inomhus är ungefär samma som utomhus, eller en tiopotens högre. Totalantalet bakterier varierade mellan 6×10^3 - $9,3 \times 10^4$ bakterier/m³. Totalantalet mögelsvampar varierade mellan $9,7 \times 10^3$ - $6,2 \times 10^4$ mögelsvamp/m³.

→ Bakterier och mögelsvampar som kan ge respiratoriska problem fanns främst i proverna från Katrineholm Energi. De låga uppmätta halterna av dessa mikroorganismer innebär dock att hälsorisken är liten.

→ I kontrollrummet till Hallsbergs Energi uppmättes den högsta bakteriehalten i hela anläggningen. En förklaring kan vara att personal går in i kontrollrummet med smutsiga arbetskläder.

→ Mikroorganismersalternerna vid kvarnen, vid Hallsbergs Energi är låga eftersom allt damm från kvarnen evakueras m.h.a. en cyklon.

Tabell 5. Uppmätta halter luftburna bakterier och mögelsvamp samt identifierade mikroorganismer vid **Hallsbergs Energi**.

Plats	Totalantal bakterier/m ³	Totalantal mögelsvamp/m ³	Identifierade bakterier	Identifierade mögelsvamp
<i>Utomhus</i>	<7 230	7 230	ingen växt	Sterilt mycel (100%)
<i>Mottagningshall</i>	19 090	25 450	bacillus (100%)	Penicillium spp (50%) Sterilt mycel (25%) Jäst (25%)
<i>Kvarn</i>	7 150	<7 150	ingen växt	Penicillium spp (100%)
<i>Kontrollrum</i>	29 090	<7 272	ingen växt	ingen växt
<i>Rondering</i>	<35 380	<35 380	blandflora (100%)	ingen växt

Tabell 6. Uppmätta halter luftburna bakterier och mögelsvamp samt identifierade mikroorganismer vid **Sala-Heby Energi**

Plats	Totalantal bakterier/m ³	Totalantal mögelsvamp/m ³	Identifierade bakterier	Identifierade mögelsvamp
<i>Utomhus</i>	<6 926	27 704	ingen växt	Cladosporium
<i>Mottagningshall</i>	24 185	12 092	ingen växt	Ingen växt
<i>Transportör ovanför tippfickan</i>	12 587	12 587	ingen växt	Aureobasidium, Cladosporium
<i>Kontrollrum</i>	19 783	13 189	ingen växt	ingen växt
<i>Rondering</i>	< 53 979	< 53 979	ingen växt	ingen växt

Tabell 7. Uppmätta halter luftburna bakterier och mögelsvamp samt identifierade mikroorganismer vid **Katrineholm Energi.**

Plats	Totalantal bakterier/m³	Totalantal mögelsvamp/m³	Identifierade bakterier	Identifierade mögelsvamp
<i>Utomhus</i>	<6 480	19 440	ingen växt	Sterilt mycel (100%)
<i>Mottagningshall</i>	93 500	62 330	Blandflora (100%)	Asperg. niger (12%) Penicillium spp (38%) Cladosporium (12%) Sterilt mycel (38%)
<i>Intill sikt</i>	<6 130	12 260	Blandflora (88%) Streptomyces (6%) Pseudomonas (6%)	Asperg. fumigatus (20%) Asperg. niger (10%) Penicillium spp (10%) Jäst (10%) Paecilomyces (40%) Sterilt mycel (10%)
<i>Intill slutna transportörer</i>	<7 110	14 230	Blandflora (100%)	Asperg. fumigatus (25%) Penicillium (25%) Paecilomyces (25%) Sterilt mycel (25%)
<i>Kontrollrum</i>	6 630	<6 630	Blandflora (25%) Pseudomonas (75%)	ingen växt
<i>Rondering</i>	19 390	9 700	Blandflora (75%) Pseudomonas (25%)	Asperg fumigatus(38%) Penicillium spp (33%) Jäst (5%) Paecilomyces (24%)

Identifierade mikroorganismer

Svampar och bakterier har artbestämts genom odling. Vid artbestämning av respektive aggregat kommer den art som under givna odlingsbetingelserna (näringsmedium, temperatur, fuktinnehåll och tid) är dominant att registreras. Mindre dominanta arter undertrycks, varför de inte kan bestämmas

I tabell 8 redovisas vilka mögelsvampar som identifierats i proverna. I samtliga anläggningar förekom nästan samma typ av bakterie eller mögelsvamp, se tabell 6, 7, 8.

Tabell 8. Identifierade mögelsvampar	Identifierade bakterier
Penicillium spp	Blandflora
Asperg fumigatus rp	Bacillus
Asperg. Niger rp	Streptomyces rp
Paecilomyces tp, rp	Pseudomonas tp
Sterilt mycel	
Jäst	
Cladosporium	
Aureobasidium	

tp=toxinproducerande rp=respiratoriska problem

Penicillium spp, *Aspergillus niger* och *Aspergillus fumigatus* sätts i samband med lungsjukdomar, inom lantbruk och justerverk, om halterna är högre än 10^9 mögelsvamp/m³.

Paecilomyces är en mögelsvamp som ofta förekommer på trämaterial och spannmål. Denna svamp kan bilda sporer som lätt kan bli luftburna i stora antal. Den kan då orsaka allergisk alveolit vid höga halter. *Paecilomyces* bildar även ämnen som har cytotoxisk (cellgift) effekt. Denna svamp överlever i höga temperaturer.

Cladosporium är en svamp som är mycket vanlig på fuktig trämaterial och i utomhusluft. Det är känt att *Cladosporium* kan ge problem hos allergiker.

Aureobasidium är en svamp som trivs i fuktiga miljöer, helst med trämaterial. Den bildar sporer som i höga halter kan ge lungproblem. Den växer inom temperaturintervallet från +2°C till 35°C.

Inandning av höga halter *Pseudomonas* kan orsaka endotoxinfeber.

Streptomyces är en bakterie som kan bilda sporer vilket innebär att den överlever torka. Denna bakterie förknippas med respiratoriska problem.

Blandflora består av korta stavformade gramnegativa bakterier som nästan alltid finns i naturliga material. Vanligt förekommande släkten är *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Proteus* m fl. Inom de här släkten har man inte sett orsakssamband till ohälsa.

9 Sammanfattande diskussion

- Det är vanligt att träpellets leveras med en stor andel av en mycket finfraktion (söndersmulade träpellets) som dammar vid tippning. Det fina dammet lägger sig överallt: på golvet, kabelstegar och samtliga ytor. Dammproblem är störst i mottagningshallar som saknar ventilation.
- Mikroorganismer är ett större problem vid hantering av träflis och torv än vid eldning med träpellets. De uppmätta mikroorganismhalterna var i samma storleksordning som de som fanns utomhus.

Träpellets låga fukthalt och dess lagringssätt hos tillverkaren kan förklara de låga mikroorganismhalterna. Transport av träpellets sker i täckta lastbilar varför fukthalten är låg även vid leverans.

- Förare till bränslebilar som saknar fjärrstyrning för flaköppning får en onödig dammexponering då de måste öppna billuckorna manuellt och stå kvar intill bilen tills tippningen är slut.
- Tippfickor med höga betongkanter hindrar bilflak att nå ner till golvet. Dessa konstruktioner tvingar bilförare att stå kvar i mottagningshallen för att ta ut träpellets som finns kvar i bilen
- Kvarnar och elevatorer hör till de mest brand- och explosionsfarliga delarna i en biobränsleanläggning. I kvarnen kan det hamna främmande föremål och elevator kan i sin uppbyggnad ge skorstenseffekt.

Rekommendationer för arbetsmiljöförbättringar

⇒ en förutsättning för att hindra dammproblem är att ställa krav på träpellets kvalitet. Träpelletsleveranser bör innehålla så lite som möjligt av finfraktion. Träpellets borde t ex siktas hos leverantören för leverans.

Tillsats av ett bindemedel kan också minska pellets dammbenägenhet

⇒ dammproblem i tipphallar kan åtgärdas t ex genom installation av väl fungerande ventilationssystem i dessa lokaler. En sådan lösning bör kombineras med inköp av träpellets av bra kvalitet

⇒ Vid allt arbete som medför damning rekommenderas följande personlig skyddsutrustning:

* Vid korttidsarbete (högst 15 min) rekommenderas halvmask med partikelfilter, P3, kombinerat med skyddsglasögon eller helmask med partikelfilter, P3.

* För längre arbetsmoment bör ett fläktdrivet andningsskydd med partikelfilter, P3, användas. Fördelar med det sistnämnda skyddet är att de inte ger något andningsmotstånd och det är inte något problem att de inte sluter tätt för personer med skägg eller glasögon. Fläktdrivet andningsskydd kräver mer underhåll än konventionella halvmasker och även utbildning av personalen så att de använder utrustningen på rätt sätt.

⇒ samtliga bränslebilar som levererar träpellets bör ha fjärrstyrning för flaköppning

⇒ höga betongkanter runt tippfickor, som tvingar bilförare att stå kvar i mottagningshallen vid själva tippning, bör undvikas i biobränsleanläggningar

⇒ all städning ska utföras med dammsugare eller centralsug. Torrsoptning bör inte förekomma. Det är av stor vikt att man arbetar efter fasta rutiner. Personlig skyddsutrustning ska användas vid städning om anläggningen saknar dammsugare eller centralsug.

⇒ samtliga truckar bör förses med dammfilter för luftintaget till hytten

⇒ Det bör finnas säkerhetsföreskrifter och en handlingsplan i de anläggningar som har kvarn och elevator

10 Referenser

1. Alvarez E och Bengtsson L, *Arbetsmiljön vid hantering av träbränsle och torv för energiproduktion*, IVL-rapport B 1088. Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning, Stockholm 1993.
2. Arbetarskyddsstyrelsen Författningssamling, *AFS 1996:2, Hygieniska Gränsvärden*, Arbetarskyddsstyrelsen, 1996.
4. *Brandrisker och skydd vid kraft- och värmeanläggningar för fasta bränslen*, SBFs rekommendationer 17:2 1987, Svenska Brandförsvarsföreningen, Stockholm 1991.
5. STF Kurs om brand....
6. H Laufke, *Dammexplosioner- risker och skydd*, Svenska Brandförsvarsföreningen, Stockholm 1995

Bilaga 1

Provtagnings- och analysmetoder för damm och mikroorganismer

Provtagnings- och analysmetoder av damm och mikroorganismer

Mikroorganismer (bakterier och mögelsvamp)

Provtagning gjordes med Nucleporefilterkassett (25 mm polykarbonatfilter med en porstorlek på 0,8 µm). Luft sögs genom filtren med hjälp av bärbara, batteridrivna SKC pumpar med ett flöde inställt på cirka 2,0 l/min. Mikroorganismerna analyserades med avseende på totalantal och antal levande organismer. De i proven dominerande levande bakterier och mögelsvampar artbestämdes.

Provtagnings- och analysmetoden finns beskriven som CAMNEA-metoden [1]. CAMNEA-analysen är en kombination av fluorescensmikroskopi och odling, en kombination av totalhaltbestämning och levandehaltbestämning. Det insamlade provet tvättas av från filtret. En del av den uppsamlade suspensionen används för odling. En annan del används för kvantifiering av totalantalet sporer och bakterier i luften. Mikroorganismerna färgas med akridinorange och samlas upp på ett filter för fluorescensmikroskopiering. De fixeras med formaldehyd. Behandlingen underlättar räkningen eftersom de flesta mikroorganismerna färgas gula och blir lätta att skilja från andra partiklar.

Pegasus Lab AB i Uppsala analyserade samtliga prover.

Damm

Dammproverna provtogs på vägda cellulosaacetatfilter (Milliporefilter) med porstorlek 0,8 µm. Luft sögs genom filtren med hjälp av portabla SKC pumpar med ett flöde inställt på cirka 2,0 l/min.

Dammanalyserna utfördes av Analytica AB i Täby.

Referenser

- [1] Palmgren U m fl. *Collection of airborne microorganisms on nucleopore filters, estimation and analysis, CAMNEA method*. Journal of Applied Bacteriology, 61:401-406 (1986).

BILAGA 2

Några arbetsmiljöerfarenheter vid eldning med halm

Några erfarenheter vid eldning med halm

1 Besökta anläggningar som eldar med halm

1.1 Kvänums halmverk

Driftstart:	1983
Panneffekt:	2 MW
Antal anställda:	3 anställda
Ordinarie bränsle:	halmrund- och fyrkantbalar, 1 500 ton /år, spannmålsavrens
Leverantör:	ett flertal lantbrukare från området

Västsvenska Lantmäns värmecentral i Kvänum eldar med halm (fyrkant- och rundbalar). Kompletterande bränsle är spannmålsavrens och träflis.

Vete- och råghalm som levereras till anläggningen har en fukthalt < 20% och en askhalt < 7%. Lantbrukare kör traktor lastad med rundbalar in i ett bränslelager (en stor lada med högt tak). Halmbalarna lossas med gaffeltruck och ställs i bränslelaget. Vid varje leverans mäts halmens fukthalt med en fuktighetsmätare vilken förs in i olika delar av halmbalen.

Halmrundbalarna förs på ett transportband till en inkapslad hackmaskin som finns i bränslelaget. Efter att halmbalarna har hackats sönder matas halm fram på inkapslade transportörer till pannan

Bränslelaget är utrustat med vattensprinkler.

Spannmålsavrens, som används som kompletterande bränsle, erhålls som restprodukt vid spannmålshantering. Spannmålsavrens lossas i en annan mottagningshall. Denna mottagningshall är smal med högt tak och 2 portar. Man tippar på galler på golvet. Spannmålsavrens torkas och lagras i silos.

1.2 Såtenergi

Driftstart:	1993
Panneffekt:	4 MW
Antal anställda:	2 anställda
Ordinarie bränsle:	fyrkantbalar av vete- och råghalm, 4 000 ton /år, flis och salix, 200 ton
Leverantör:	ett flertal lantbrukare från området

Såtenergi ägs av Västsvenska Lantmän tillsammans med traktens bönder som också är leverantörer. Värmecentralen förser Skaraborgs Flygflottilj vid Såtenäs med värme.

Fyrkantbalar av vete- och råghalm levereras på traktor till Såtenergi. Bränslet har en fukthalt på ca 18 % och askhalten är < 7%. Halmen har lagrats inomhus på gårdarna. Bränslekvaliten varierar p.g.a. av variationer i fukthalt. Fyrkantbalarnas storlek står för en stor del av driftstörningarna, trots utbildning av odlare och pressare/entreprenörer, klara avtalsregler och skriftliga påminnelser.

Fyrkantbalarna lossas med truck i en stor lada med högt tak. Fyrkantbalar är lättare än rundbalar att gripa tag i och man utnyttjar lagerutrymmet bättre. En anställd kör truck ca 1 h om dagen. Ingen vet om luftintaget till trucken är försett med dammfilter.



Bild 2 Halmlager (källa: Såtenergi AB- Ett stråbränsleeldat värmeverk vid Såtenäs Flygflottilj, rapport dec. 1995)

En programmerad kran matar in halmbalarna i en inkapslad halmrivare. Rivaren är placerad högst upp i ladan. Personalen går in i rivaren någon gång om dagen för att ta bort balsnören som fastnar i rivaren. Detta arbetsmoment innebär att personalen exponeras för damm eftersom det är dammigt innanför rivarens inkapsling.



Bild 3 Halminmatning (källa: Sätenergi AB- Ett stråbränsleeldat värmeverk vid Sätenäs Flygflottilj, rapport dec. 1995)

1.2.1 Arbetsmiljömätningar

Följande dammhalter uppmättes med RAM-1:

Arbetsmoment/plats	Dammhalt (mg/m³)
- vid truckkörning	0,05 - 0,40
- intill halmrivaren	0,1 - 2,1
- i pannhuset	< 0,5
- vid askutmatning	< 0,5

Personalen känner inte till om luftintaget till trucken är försett med dammfilter.

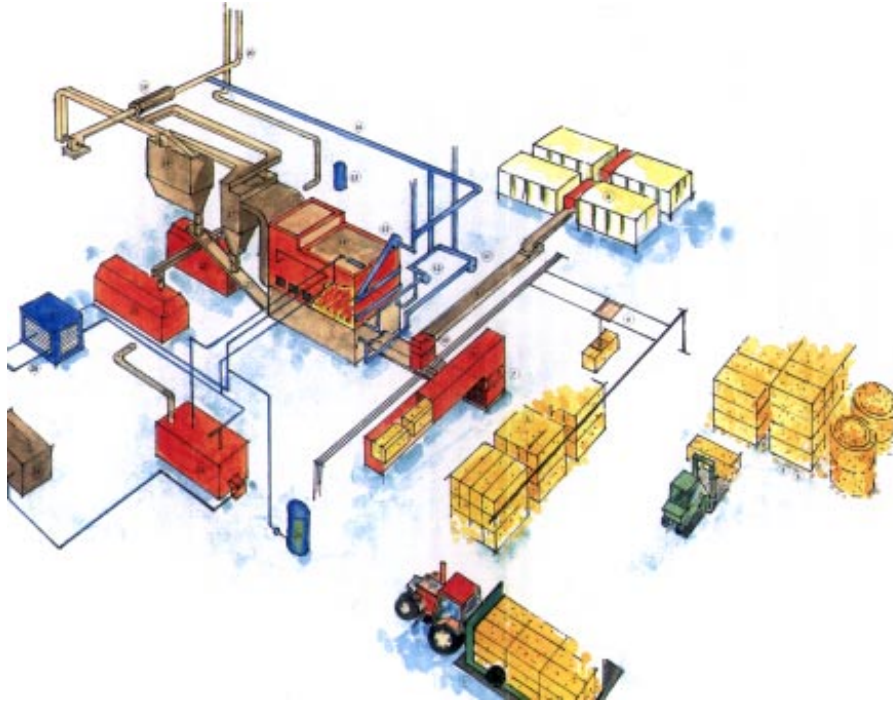


Bild 4 Skiss över Såtenergi (källa: Såtenergi AB- Ett stråbränsleeldat värmeverk vid Sätenäs Flygflottilj, rapport dec. 1995)

2 Sammanfattning av arbetsmiljö- och tekniska problem

□ Mätresultaten visar att dammhalterna, för båda anläggningarna, var låga vid detta mättillfälle (1996-01-29). Endast i bränslelagret gick den momentana dammhalten upp till 2 mg/m^3 . Mätningarna gjorda med RAM-1 visade vilka de dominerande dammkällorna var. Man kan förvänta sig att ju torrare material desto mer kommer det att damma vid hantering av halmbalarna i bränslelagret.

Det är viktigt att truckens luftintag är försett med dammfilter.

□ Halm utgör ett näringsrikt material för mikroorganismer att växa och föröka sig i. Vid gynnsamma betingelser (måttlig temperatur och fuktig miljö) sker tillväxten av mikroorganismer i bränslet mycket snabbt.

Man gör en okulär besiktning av levererade halmbalar. På färgen ser man om de har legat länge efter skörden. Man kontrollerar fukthalten med en 0,5 m lång fuktighetsmätare som man stoppar i halmbalen. Färgen och lukten ger viss information om halmens kvaliteten.

Sönderdelning av halm kan ge mycket damm. Rivarna utgör en brandrisk. Därför rekommenderas installation av ett sprinklersystem som utlöses av värme eller rök. Punktutsug bör finnas för att suga bort dammet.

I oktober 1993 brann det i anläggningens bränslelager, vilket medförde ett driftstopp under 3 månader. Branden uppstod p.g.a. ett fel i en bränsleskruv till rivaren. Brandsektioneringen var otillräcklig därför byggdes en brandsluss efter branden (en automatisk avskärmning som känner av temperaturen). Vattensprinklersystemet förbättrades också.

Det finns brandrisk vid rivning/hackning (i rivare, i hackmaskin) p.g.a. lindning och främmande föremål i halmen som t ex stenar och bindgarn. Bindgarnen som inte tas bort kan lindas runt skruvar och kring axlar och orsaka driftstopp eller varmgång och brand.

Halm med ojämn fukthalt är svår att förbränna och lätt orsakar stopp i inmatningsanordningen

Det finns risk för valvbildning

Halm kan vara besvärligt att elda halm p.g.a. askans benägenhet att sintra (smälta). Föroreningar som jord, sand mm i halmen gör att askan börja sintra redan vid 700°C. Askans smältpunkt för andra biobränslen ligger mellan 1 100 och 1 300°C. Det är svårt att helt undvika sintring då en god förbränning kräver en temperatur på lägst 850°C. Asksintringen kan delvis minskas vid tillsats av t ex kaolin, dolomit eller kalk [1,2]

Det krävs att halmanläggning ligger nära bönder eftersom halmbalarna körs alltid med traktor (2-3 mil). Halmanläggning är oftast lite dyrare än en träflisanläggning.

3 Referenser

- 1 Ivarsson I, Nilsson C, 1988, *Smälttemperaturern hos halmaska med respektive utan tillsatsmedel- Laboratoriestudier och dataanalyser*. SLU, Inst. för lantbrukets byggnadsteknik, specialmeddelande 153,
- 2 Lund. Kristensen D, 1988 *Minskad asksintring med kaolintillsats vid halmeldning*, SLU, Inst. för lantbrukets byggnadsteknik, specialmeddelande 153, Lund.

BILAGA 3

Sammanställning av arbetsmiljöerfarenheter vid hantering av olivkärnor/olivkross

Sammanställning av arbetsmiljöerfarenheter vid hantering av olivkärnor/olivkross

Nedanstående sammanställning över erfarenheter vid hantering av olivkärnor/olivkross gjordes efter samtal med ledning och personal vid Hallsbergs Energi, Katrineholms Energi och Hässelbyverket som har eldat med olivkärnor/olivkross.

Vilka problem har uppstått vid hantering av olivkärnor/olivkross?

Tekniska problem

Enligt de ovannämnda företag har man slutat elda med olivkärnor/olivkross pga:

- problem vid inmatning av olivkärnor/olivkross i pannan. Det har inträffat flera tekniska fel pga allt skräp (sand, stenar m m) som följer med olivkärnor/olivkross vid leveranser. T ex olivkärnor/olivkross från Tunisien innehöll alltid mycket sand eftersom det är vanligt att olivrester lagras i högar utomhus.
- olivkärnor/olivkross kan självantändas. Vid samtliga anläggningar självantändes olivkärnor/olivkross vid ett par tillfällen
- Vid en av anläggningarna uppstod brand i ett transportsystem
- Vid en av anläggningarna uppstod brand i ventilationsanläggningen till en av dagfickorna. Branden spred sig sedan till samtliga dagfickor.
- Det har inträffat en explosion och brand i en centralsugare
- Vid eldning med olivkärnor/olivkross bildas det mycket slagg i pannan

Påverkan på arbetsmiljö

- Personal som hanterar olivkärnor/olivkross besväras av lukten från bränslet. Fuktiga olivkärnor/olivkross ger frän och stickande lukt. De kan också orsaka ögonirritation (rinnande ögon), irritation i halsen och luftrören. Fuktiga olivkärnor/olivkross börjar en förmultna när de lagras.
- Hantering av torra olivkärnor/olivkross alstrar mycket fina dammpartiklar och orsakar dammproblem för personalen.

Påverkan på yttre miljö

- eldning med olivkärnor/olivkross ger mycket NOx. Olivkärnor/olivkross av olika kvalitet ger högre NOx-utsläpp än det är tillåtet.

lukten av olivkärnor/olivkross kan vara besvärande för omgivningen

Finns det några fördelar med att elda med olivkärnor/olivkross?

olivkärnor/olivkross är ett billigt bränsle

askan av olivkärnor/olivkross får återföras till skogen

eldning med olivkärnor/olivkross ger lägre utsläpp av CO₂

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL är ett oberoende och fristående forskningsinstitut som ägs av staten och näringslivet. Vi erbjuder en helhetssyn, objektivitet och tvärvetenskap för sammansatta miljöfrågor och är en trovärdig partner i miljöarbetet.

IVLs mål är att ta fram vetenskapligt baserade beslutsunderlag åt näringsliv och myndigheter i deras arbete för ett bärkraftigt samhälle.

IVLs affärsidé är att genom forskning och uppdrag snabbt förse samhället med ny kunskap i arbetet för en bättre miljö.

Forsknings- och utvecklingsprojekt publiceras i

IVL Rapport: IVLs publikationsserie (B-serie).

IVL Nyheter: Nyheter om pågående projekt på den nationella och internationella marknaden.

IVL Fakta: Referat av forskningsrapporter och projekt.

IVLs hemsida: www.ivl.se

Forskning och utveckling som publiceras utanför IVLs publikationsserie registreras i IVLs A-serie.

Resultat redovisas även vid seminarier, föreläsningar och konferenser.



IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Box 210 60, SE-100 31 Stockholm
Hälsingegatan 43, Stockholm
Tel: +46 8 598 563 00
Fax: +46 8 598 563 90

IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd

Box 470 86, SE-402 58 Göteborg
Dagjämningsgatan 1, Göteborg
Tel: +46 31 725 62 00
Fax: +46 31 725 62 90

Aneboda, SE-360 30 Lammhult
Aneboda, Lammhult
Tel: +46 472 26 20 75
Fax: +46 472 26 20 04