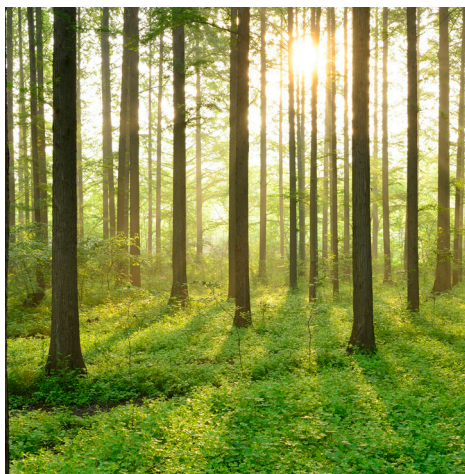


INTEGRERAD METOD FÖR LUFT- KVALITETSMÄTNINGAR VID VÄRME- OCH KRAFTVÄRMEANLÄGGNINGAR

RAPPORT 2015:190



BRÄNSLEBASERAD EL-
OCH VÄRMEPRODUKTION



INTEGRERAD METOD FÖR LUFTKVALITETSMÄTNINGAR VID VÄRME- OCH KRAFTVÄRMEANLÄGGNINGAR

ÅSA ASTERVIK, SHAHRIAR BADIEI, ANNA HELGESSON, ANETTE HÄLLDAL
VATTENFALL AB

ISBN 978-91-7673-[XXX-X] | © 2015 ENERGIFORSK

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Denna rapport är slutrapportering av projekt A 38158 Integrerad mätmetod för hygieniska gränsvärden för damning vid värme- och elproduktion (Energimyndighetens projektnummer P 38158) som faller under teknikområde anläggnings- och förbränningsteknik inom SEBRA, samverkansprogrammet för bränslebaserad el- och värmeproduktion.

SEBRA, samverkansprogrammet för bränslebaserad el- och värmeproduktion, är efterföljaren till Värmeforsks Basprogram och startade som ett samarbetsprogram mellan Värmeforsk och Energimyndigheten 2013. All forskningsverksamhet som bedrevs inom Värmeforsk ingår sedan den 1 januari 2015 i Energiforsk. Därför ges denna rapport ut som en Energiforskrapport.

Programmets övergripande mål är att bidra till långsiktig utveckling av effektiva miljövänliga energisystemlösningar. Syftet är att medverka till framtagning av flexibla bränslebaserade anläggningar som kan anpassas till framtida behov och krav. Programmet är indelat i fyra teknikområden: anläggnings- och förbränningsteknik, processtyrning, material- och kemiteknik samt systemteknik.

Stockholm december 2015

Helena Sellerholm

Områdesansvarig

Bränslebaserad el- och värmeproduktion, Energiforsk AB

Författarens förord

Föreliggande projekt har genomförts i samarbete mellan i första hand E.ON Värme Sverige, Fortum Värme, Vattenfall Värme Sverige samt Vattenfall AB, Research and Development som utförare av projektet och Arbets- och miljömedicin i Linköping som experter inom luftkvalitetsmätningar i arbetsmiljö och utförare av mätningarna i de aktuella anläggningar.

Mätningar som genomförts vid de aktuella anläggningarna inom projektet hade inte varit möjligt att genomföra utan medverkan från personalen i anläggningar som har varit aktiva i planeringen och med stort intresse hjälpt oss genom att ställa upp vid genomförande av mätningarna vilket vi vill tacka för.

Framförallt vill vi rikta ett stort tack till de personer som har medverkat i referensgruppen för all hjälp och bra synpunkter under arbetets gång.

Örjan Alvé, E.ON
Kerstin Larsson, E.ON Värme Sverige
Peter Frischenfelt, E.ON Värme Sverige
Fredrik Rosengren, Fortum Värme
Daniel H Öhman, Fortum Värme
Johan Gahnström, Vattenfall Värme Sverige

Vi vill tacka Bengt Ståhlbom och Jan Andersson från Arbets- och miljömedicin i Linköping för deras stora insats med att utföra mätningar och bistå med sin kunskap inom arbetsmiljöhygien.

Slutligen vill jag tacka Anna Hinderson, Vattenfall AB, Research and Development för all hjälp som vi har fått för att kunna slutföra projektet.

Projektet har samfinansierats av Energiforsk och Energimyndigheten samt Fortum Värme, E.ON Värme och Vattenfall Värme Sverige.

Älvkarleby, november 2015

Shahriar Badiei

Vattenfall AB, Research and Development

Sammanfattning

Två föreskrifter från Arbetsmiljöverket *Hygieniska gränsvärden*, AFS 2011:18 och *Kemiska Arbetsmiljörisker*, AFS 2011:19 trädde i kraft 1 juli 2012. Föreskrifterna gäller i alla verksamheter där luftföroreningar förekommer eller bildas. Luftföroreningar enligt dessa föreskrifter kan innehålla inslag av både kemiska, mikrobiologiska och andra organiska luftföroreningar som t ex trädamn. Införande av AFS 2011:18 och AFS 2011:19 har medfört högre krav på arbetsmiljö för biobränsle- och avfallseldade produktionsanläggningar. Bland annat åläggs anläggningsägarna att vara proaktiva med riskbedömning av den hygieniska effekten av damm i arbetsmiljön.

Detta projekt avsåg att kartlägga exponeringsrisker av luftföroreningar så som olika dammfraktioner, innehåll av metaller, kvarts i damm och kemikalier som är relevant för arbetsmiljön vid förbränning av biobränsle och verksamhetsavfall samt askor i värme- och kraftvärmeanläggningar under normal drift.

Resultaten från mätkampanjerna, som är redovisade i denna rapport i sin helhet, ger information om nivåer av olika luftföroreningar och källor, dvs position i anläggningen och typ av processområden, samt inverkan av bränsletyp och askkvalitet. Erfarenheten från mätkampanjerna visade att anläggningarna känner till de områden där det finns exponeringsrisk och har god kännedom om riskerna i de olika delarna av processen.

Exponeringsrisker vid hantering av bränsle och askor har utvärderats genom omfattande luftkvalitetsmätningar i fyra kraftvärmeanläggningar med flera pannor i varje anläggning med olika pann typer och bränslen. Vattenfall AB, Research and Development och Arbets- och miljömedicin i Linköping har tillsammans med respektive anläggning tagit fram försöksplaner för varje anläggning utifrån anläggningens förutsättningar och erfarenheter.

Mätningar har genomförts för

- **Personal:** personburna mätningar för bränsle-, drift-, underhålls- och saneringspersonal.
- **Hantering av bränsle:** stationära mätningar i anslutning till bränslestack (som referens), vågrum, flisning, tippning, sällning, bandgång, bränsleinmatning, och bunker.
- **Hantering av askor, sand och kalk:** stationära mätningar vid hantering av flygaska, bottenaska, slagg, sand och kalk.
- **Övriga områden:** stationära mätningar i pannhus, kontrollrum och kranhytt.

Genomförda luftkvalitetsmätningar visade generellt mycket låga halter av föroreningar vid alla fyra anläggningarna under normal drift. Av 293 uppmätta luftkvalitetsmätningar är det endast i totalt 16 fall gränsvärden överskridits, av dessa är det tio fall som nivågränsvärden enligt AFS 2011:18 överskridits och i sex fall som rekommenderat gränsvärde överskridits. De här få fallen där det observerades en förhöjd exponeringsrisk, hade områden skyltats för obligatorisk personlig skyddsutrustning och i vissa fall var områdena också belagda med ytterligare restriktioner. Resultaten visar att störst risk för exponering är i anslutning till hantering av bränslen och då främst av endotoxiner från biobränslen och avfallbränslen, inhalerbart damm samt terpener från biobränslen. När det gäller personburna mätningar var de högsta exponeringsriskerna för saneringspersonal. Metaller, kvarts

och fibrer i damm var bland de lägst uppmätta värden, då i de flesta fall halterna i proven låg nära eller under tiondelar av respektive gränsvärde.

Resultaten och erfarenheterna från mätkampanjerna användes för att ta fram en strategi och mätplan för luftkvalitetsmätningar som en del i ett systematiskt arbetsmiljöarbete för värme- och kraftvärmeanläggningar. Dessutom föreslogs några åtgärder för att minska exponeringsriskerna av luftföroreningar i arbetsmiljön.

Summary

The two provisions Occupational Exposure limit Values, AFS 2011:18 and Chemical Hazards in the Working Environment, AFS 2011:19 issued by the Swedish Work Environment Authority entered into force on 1 July 2012 and at the same time the provisions (AFS 2005:17) on hygienic limit values and measures against air contaminants are repealed. The provisions apply to all activities where air contaminants are present or formed. Occupational air pollution in accordance with these provisions may contain elements of both chemical, microbiological and other organic air pollutants such as wood dust. Introduction of AFS 2011:18 and AFS 2011:19 has resulted in higher requirements on the clean work environment by biomass and waste-fired plants. Among other things, the provisions require facility owners to be proactive in risk assessment of the hygienic effect of the dust in their working environment.

This project aims to map the risk of exposure to air pollutions, such as various dust fractions, content of metals and quartz in dust and other chemicals that are relevant to the work environment in the processes of biomass and waste fuels fired plants and ashes in heat and CHP plants.

Results from the measurement campaigns, that are reported in its entirety in this report, provides the basis of both the levels of various occupational air pollutants and information of the sources, such as position in the plant and the type of process areas, and the impact of the type of fuel and ash quality. The experiences from the campaigns have shown that the plants are aware of the areas where there is risk of exposure to the contaminants and has a good knowledge of the risks in the various parts of the process.

Exposure hazards when handling fuel and ashes have been evaluated through comprehensive air quality measurements in four CHP plants each with several boilers and for the various processes, boiler types and fuels. Vattenfall AB, Research and Development and Occupational and Environmental medicine clinics in Linköping, in collaboration with each participating plant developed test plans based on the process conditions and the experiences in the plant.

Measurements were done for

- **Personnel:** person bound, portable measurement equipment, measurements on the staff working with fuel, operation, maintenance and cleaning staff.
- **Handling of fuel:** stationary measurements on the locations adjacent to the fuel stack (as reference), fuel analysis lab, chipping, tilting, screening, conveyers, fuel feed, and bunker stations.
- **Management of ash:** sand and lime; stationary measurements during handling of fly ash, bottom ash, sand and lime.
- **Other areas:** stationary measurements in the boiler house, control room and the crane cabin.

The conducted measurements of occupational air quality have generally shown very low levels of contaminants in the work environment air in all four plants during normal operation. From a total of 293 measured samples from the work environment in the plants, it is only in 16 cases the limit values are exceeded. Ten of these cases the Level Limit Values (LLV) according to AFS 2011:18 are exceeded, and in the other six

cases the Recommended Limit Value (RLV) of Endotoxins are exceeded as presented in the following table. In these few cases where increased risk of exposure were observed, often the areas were already posted with the sign for mandatory use of personal protective equipment and in some cases these areas had further restrictions too.

The results show that the greatest risk of exposure were related to the handling of fuels and in falling order, from endotoxins from biomass and waste fuels, Inhalable dust and terpenes from biofuels. When it comes to portable personal sampling, the personnel category cleaning-crew showed the highest exposure risks. Metals, quartz and fibers in the dust were among the lowest measured values as in most cases, the concentrations in the samples were close to one tenths of the respective limit values.

The results of measurement campaigns is used to develop a strategy and measurement plan for occupational air quality measurements as part of a systematic program for heat and CHP plants. In addition, proposals for some measures specified to reduce exposure to occupational air pollution in the work environment.

Summary of the measurement campaign results for sampling points values that are $\geq 100\%$ of LLV and 50%-100% of LLV where the Level Limit Value (LLV) is according to AFS 2011:18 (and table 2 in the report). The number of measured samples (No) and Limit Value (LV) for each substance are indicated.

Substance	Sampling point 50-100% of LLV	Sampling point $\geq 100\%$ of LLV
Total dust LLV = 5 mg/m ³ No = 27	A-Avfall-FA-tömning (3,2 mg/m ³)	C-PTP-Tippficka (5,3 mg/m ³)
Inhalable dust (inorganic) LLV = 10 mg/m ³ No = 15	A-Underhållspersonal (7,8 mg/m ³) C-Avfall-Avfallsbunker (6,1 mg/m ³)	A-Saneringspersonal (14 mg/m ³)
Inhalable dust (wood) LLV = 2 mg/m ³ No = 50	B-Underhållspersonal (1,5 mg/m ³) D-Bio-Bränslestoft (1,2 mg/m ³) B-Bio-Bränslebunker (1,1 mg/m ³) B-Saneringspersonal (1,1 mg/m ³)	D-Saneringspersonal (43 mg/m ³) D-Bio-Tippficka-Uppe (26 mg/m ³) D-Bio-Tippficka-Nere (19 mg/m ³) D-RT-Tippficka (6,1 mg/m ³) D-Bränslepersonal (2,3 mg/m ³)
Respirable dust LLV = 5 mg/m ³ No = 44	A-Avfallsbunker (4,4 mg/m ³)	-
Metals in total dust LLV= see table 2 No = 25 av 27	-	-
Metals in inhalable dust LLV= see table 2 No = 6 av 65	-	-
Metals in respirable dust LLV = see table 2 No = 8 of 44	-	-
Quartz LLV = 0,1 mg/m ³ No = 23	-	-
NO₂ LLV = 4 mg/m ³ No = 8	-	-

Substance	Sampling point 50-100% of LLV	Sampling point ≥ 100% of LLV
Fibers LLV = 0,2 fiber/m ³ No = 5	-	-
Terpenes LLV = 150 mg/m ³ No = 48	A-Bio-Bandgång-Omlastning (131 mg/m ³) A-Bio-Bandgång-Under-Flislada (126 mg/m ³) A-Bio-Omlastning-Pannhus (79 mg/m ³)	B-Bio-Bränslebunker (224 mg/m ³) A-Bio-Sållhus (216 mg/m ³) A-Bio-Bandgång-Toppen-Flislada (154 mg/m ³)
Endotoxins (Lipopolysaccharides) RLV = 9 ng/m ³ No = 33	A-Bio-Bandgång-Toppen-Flislada (8,9 ng/m ³) D-RT-Sållhus (7,5 ng/m ³) B-Bio-Kr-T-Bandgång-Toppen (5,4 ng/m ³) B-Bio-Kr-T-Dagsilo (4,8 ng/ m ³)	C-Avfall-Avfallsbunker (293 ng/m ³) C-PTP-Tippficka (193 ng/m ³) A-Avfall-Avfallsbunker (93 ng/m ³) D-RT-Tippficka (63 ng/m ³) A-Bio-Sållhus (37 ng/m ³) B-Bio-Flisning-Krosshus (9,1 ng/m ³)

Innehåll

1	Inledning	12
1.1	Bakgrund	12
1.2	Forskningsuppgiften och dess roll inom forskningsområdet	12
1.3	Mål och målgrupp	14
1.4	Allmänt om Arbetsmiljöverkets föreskrifter	14
2	Material och Metoder	16
2.1	Anläggningsbesskrivning	16
2.2	Luftkvalitetsmätning, ämnen och gränsvärden	17
2.2.1	Damm	17
2.2.2	Metaller i totaldamm, inhalerbart och respirabelt damm	19
2.2.3	Kvarts i respirabelt damm	19
2.2.4	Kvävedioxid, NO ₂	20
2.2.5	Terpener	20
2.2.6	Fibrer	20
2.2.7	Endotoxiner	20
2.2.8	Nivågränsvärden (NGV)	21
2.3	Luftkvalitemätning i olika processområden	21
2.3.1	Personal	22
2.3.2	Hantering av bränsle	22
2.3.3	Hantering av aska, sand och kalk	28
2.3.4	Övriga områden	30
2.4	Provtagningsutrustning	31
2.5	Mätplan	32
2.6	Förhållande under provtagningen	32
3	Resultat	34
3.1	Summering av resultat för varje processområde	34
3.1.1	Personal	34
3.1.2	Hantering av bränsle	35
3.1.3	Hantering av aska, sand och kalk	37
3.1.4	Övriga områden	38
3.2	ändringar av AFS 2005:17 till AFS 2011:18 och AFS 2011:19	38
4	Diskussion	40
5	Slutsatser och rekommendationer	43
5.1	Områden med låg exponeringsrisk	43
5.2	Områden med viss exponeringsrisk	44
5.3	Förslag på Systematiska arbetsmiljöluftkvalitetsmätningar	45
5.4	Förslag på mätplan	48
5.5	Förslag på personlig skyddsutrustning	49
6	Fortsatt forskningsarbete	51

7	Referenser	52
	Bilaga 1 Mätplan	53
	Bilaga 2 Luftkvalitetsmätningar	54
	Bilaga 3 Resultat av ändringar i AFS:ar	73
	Bilaga 4 Mätdata	78

1 Inledning

1.1 BAKGRUND

I biomassaeldade förbränningsanläggningar för värme- och elproduktion utgörs bränslet vanligen av skogsflis, sågspån, returträ, och till vis del av träpellets och briketter. Vid avfallsförbränning hanteras hushållsavfall, Verksamhetsavfall, och utsorterade avfallsströmmar som t.ex. papper-trä-plast. Vid förbränning av fasta bränslen bildas aska, som i huvudsak tas ut i form av flygaska och bottenaska eller slagg. Vid hantering av bränslen och askor produceras damm som kan orsaka försämrad arbetsmiljö om inte rätt åtgärder vidtas [1], [2]. Damm kan också innehålla metaller, och om sand används i pannorna kan kvarts förekomma. I miljöer där bränslen och askor hanteras och lagras kan hälsovådliga ämnen bildas som innehåller t.ex. terpenener, kvarts. Vid lagring av bränslen och askor kan ske biologisk aktivitet och tillväxt av mikroorganismer. I samband med användning av stora mängder träbränslen finns risk för exponering av terpenener.

Exponeringsrisken som personalen i en anläggning utsätts för avgörs av typ av luftföroreningar, graden och arten av exponering och vilka skyddsåtgärder som vidtas. Exponeringen för olika luftföroreningar skiljer sig mellan olika anläggningar beroende på typ av bränsle och hur bränslet hanteras samt processens uppbyggnad och funktion samt innehåll och hantering av askor. När det gäller damm är mängden, storleksfraktionen samt kemiskt och biologiskt innehåll i det damm som bildas beroende av både materialens egenskaper och hanteringen i processen. Det finns också exponeringsrisker för andra ämnen så som terpenener och NO₂ i anläggningar som bör beaktas. Halter och typen av luftföroreningar bestämmer risken för överskridande av de hygieniska gränsvärden för arbetsmiljö som är fastställda av Arbetsmiljöverket.

I Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS) publiceras myndighetens föreskrifter och allmänna råd. Föreskrifterna är bindande regler. Allmänna råd är inte bindande, utan innehåller rekommendationer om tillämpningen av föreskrifterna som anger hur någon kan eller bör handla i ett visst hänseende. De kan t.ex. upplysa om lämpliga sätt att uppfylla kraven och visa på praktiska lösningar. Enligt föreskrifter om systematiskt arbetsmiljöarbete (AFS 2001:1) gäller att då riskerna i arbetet bedöms som allvarliga eller om det finns minst tio arbetstagare i verksamheten skall arbetsmiljöpolicy och rutiner dokumenteras skriftligt.

Arbetsmiljöverkets översyn av den tidigare gällande föreskriften (AFS 2005:17) har lett till införande av två nya föreskrifter (*Hygieniska gränsvärden*, AFS 2011:18 och *Kemiska Arbetsmiljörisker*, AFS 2011:19) vilka trädde i kraft 1 juli 2012. Luftföroreningar enligt dessa föreskrifter kan innehålla inslag av både kemiska, mikrobiologiska och andra organiska luftföroreningar som t ex trädam. Föreskrifterna gäller i alla verksamheter där luftföroreningar förekommer eller bildas. Införande av AFS 2011:18 och AFS 2011:19 har medfört nya krav och regler för arbetsmiljö för biobränsle- och avfallseldade produktionsanläggningar.

1.2 FORSKNINGSUPPGIFTEN OCH DESS ROLL INOM FORSKNINGSMÅLET

Bränslehandboken [1] ger en översikt av risker och erbjuder en metod för att ur anläggningsägarens perspektiv bedöma olika bränslen. Arbetet i bränslehandboken omfattar förnyelsebara bränslen som är tillgängliga på den svenska marknaden eller

bedöms bli inom en tidsperiod av 10 år, dock ej hushållsavfall. Branschens erfarenheter av dessa bränslen redovisas, inklusive bränsledata och redovisning av experimentella försök.

Riskerna vid användning och hantering av bränslen beskrivs i Bränslehandbokens kapitel 2.4. De händelser som har undersökts av referens [2] belyser arbetsmoment och delar i processen som vid olycka medför en konsekvens som påverkar följande områden:

- Miljö/Hälsa
- Arbetsmiljö
- Egendom

För en potentiell risk beskrivs riskreducerande åtgärder som riktar sig till att begränsa sannolikheten för att en händelse ska uppstå alternativt utförandet av konsekvenslindrande åtgärder för att begränsa effekten av händelsen. Bl.a. tas upp allmänna och bränslespecifika risker som kan uppstå vid lossning och lagring av bränsle, bränsleberedning, transporter inom anläggningen, förbränning och askhantering.

I en sammanställningsrapport [3] som tagits fram på uppdrag av Arbetsmiljöverket ges en beskrivning av de väsentligaste riskerna, hur de uppstår och hur de kan undvikas. Rapporten fokuserar på riskerna med gasformiga emissioner av främst kolmonoxid och syrebrist, då dessa varit orsaken till de allvarligaste olyckorna. Övriga risker med damning och brandrisker behandlas endast översiktligt. I rapporten sägs att träpellets, flis och timmer i sig utgör ofarliga produkter, men att det finns risker i samband med transport och lagring som motiverar en fördjupad analys. Riskerna är grovt indelade i

- Gaser, syrebrist
- Damm
- Brandrisker

En genomgång av de ovan nämnda rapporterna och andra, t ex referenserna [1], [2] och [4] visar att inom energibranschen har forskning och utvecklingen inom arbetsmiljörelaterade frågor i huvudsak varit fokuserad på säkerhet och risker i samband med olyckor och förebyggande åtgärder för att förhindra att olyckor sker. Detta gäller även vid sökning av arbetsmiljörelaterade rapporter i Värmeforsks rapportdatabas. Sökresultatet visar att merparten av rapporterna beskriver tex risker med brand och explosion vid bränslehantering och att frågor som gäller risker till följd av exponering av luftföroreningar har fått mindre fokus.

Detta projekt avser att utöka aktiviteterna till att även omfatta risker i samband med exponering för luftföroreningar i arbetsmiljö så som olika dammfraktioner, innehåll av metaller i damm och kemikalier som är relevant för arbetsmiljön vid förbränning av biobränsle och avfall i en värme- eller kraftvärmeanläggning. Ett motiv till detta är de nya föreskrifterna och allmänna råd om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar som ålägger anläggningsägarna att vara proaktiva med riskbedömning av den hygieniska effekten av damm i arbetsmiljön.

Det finns behov av att ta fram rutiner och förenklade men representativa mätmetoder för implementering av AFS 2011:18, och där det är aktuellt även AFS 2011:19, i

förbränningsanläggningar. Det finns även behov av metoder för utvärdering av hygieniska risker och åtgärdsplan vid hantering av bränsle och askor i processen.

Vid initiering av detta projekt fanns ett uttalat intresse från Fortum värme, E.ON Sverige och Vattenfall Värme Sverige att kunna utvärdera arbetshygieniska risker vid hantering av bränslen och askor i processen samt att kunna spåra källor till eventuellt förhöjda halter av damm från bränsle och askor i processen. För att kunna utföra mätningar har parterna bidragit med både delfinansiering av projektet och givit tillgång till fyra av sina anläggningar.

1.3 MÅL OCH MÅLGRUPP

Projektets mål är att ta fram en optimerad procedur och mätrutin för luftkvalitet vid arbetsmiljö vid förbränning i värme- och kraftvärmeanläggningar som säkerställer Arbetsmiljöverkets krav på mätdata och underlättar spårning av utsläppskällorna enligt AFS 2011:18 och AFS 2011:19.

Projektets mål kan delas ned i följande delmål:

1. Beskriva de ändringar och belysa konsekvensen som införandet av AFS 2011:18 och AFS 2011:19 innebär för värme- och kraftvärmebranschen.
2. Utvärdera hygienisk effekt (HE) potentialen av olika typer av damm
3. Utföra mätkampanjer av luftkvalitet vid olika förbränningsanläggningar och redovisa resultat.
4. Ta fram rekommendationer för metod för systematiska arbetsmiljöluftkvalitetsmätningar

Rapporten riktar sig i första hand till personer som planerar och beställer mätningar av luftkvalitet i arbetsmiljön och yrkeshygieniker i fastbränsleeldade värme- eller kraftvärmeverk, eller liknande anläggningar.

Resultaten och föreslagen metodik är dock relevant för alla branscher där hantering av biobränslen, avfall och askor sker. Resultaten kan också användas inom branscher där damm produceras i processen så som sågverk och cementfabriker.

1.4 ALLMÄNT OM ARBETSMILJÖVERKETS FÖRESKRIFTER

Föreskrifterna om hygieniska gränsvärden revideras kontinuerligt utifrån bl a nya vetenskapliga rön beträffande hälsorisker, förändrad yrkesmässig användning av olika ämnen samt fastställande av gränsvärden inom EU. Vid revideringen omprövas tidigare gränsvärden och nya gränsvärden kan tillföras. Gränsvärdets nivå bestäms utifrån en samlad och sammanvägd bedömning av hälsorisker och tekniska och ekonomiska förutsättningar.

Risken att kemiska riskkällor kan orsaka ohälsa eller olycksfall i verksamheten ska undersökas så ofta som förhållandena kräver. Kemiska riskkällor som kan förekomma skall identifieras och förtecknas. Vid bedömning ska förutom riskkällans egenskaper även beaktas hur personer kan exponeras för riskkällan, nivå och varaktighet av exponeringen. För kemiska riskkällor som är upptagna i AFS 2011:18 ska vid bedömningen avgöras om halten av respektive ämne är godtagbar med hänsyn till gränsvärdet.

Mätningar ska utföras i andningszonen på så många personer att det är möjligt att bedöma exponeringen för samtliga exponerade. Mätningarna ska omfatta så lång tid att mätresultatet kan jämföras med ett nivågränsvärde. Den uppmätta genomsnittliga halten av luftföroreningen beräknas som ett tidsvägt medelvärde. Genomsnittshalten är godtagbar om gränsvärdet inte överskrids. Enstaka överskridanden kan tolereras.

Om en arbetstagare samtidigt utsätts för flera luftföroreningar med samverkande effekt ska ämnenas sammanlagda påverkan bedömas genom beräkning av den hygieniska effekten, HE . Den sammanlagda, additiva, hygieniska effekten kan sammanfattas i följande formel:

$$HE = \frac{C_1}{G_1} + \frac{C_2}{G_2} + \frac{C_3}{G_3} + \dots + \frac{C_n}{G_n}$$

där C_1, C_2, C_3 o s v. är uppmätta halter för ämnena 1, 2, 3 o s v. och G_1, G_2, G_3 o s v är gränsvärdena för dessa ämnen uttryckta i samma enhet. Exponeringen är godtagbar om den hygieniska effekten är högst ett.

Om mätningarna visar att gränsvärdena överskrids skall åtgärder vidtas för att minska exponeringen och risken. Personlig utrustning skall användas när andra åtgärder inte är tillräckliga eller går att använda. För cancerframkallande, mutagena och reproduktionsstörande kemiska produkter och viss verksamhet gäller särskilda krav. För att avgöra vilka åtgärder som behövs och för att följa upp tidigare resultat ska periodiska mätningar av vissa kemiska ämnen göras. Mätningar skall göras med ett visst tidsintervall som beror på hur höga halterna har varit (tex under 20% eller över 50% av gränsvärdet).

2 Material och Metoder

Exponeringsrisker vid hantering av bränsle och askor har utvärderats genom omfattande luftkvalitetsmätningar i hela processkedjan i fyra kraftvärmeanläggningar som i denna rapport har benämnts A, B, C och D. Vattenfall AB, Research and Development och Arbets- och miljömedicin i Linköping har i samarbete med respektive anläggning tagit fram mätplanerna för varje anläggning utifrån anläggningens förutsättningar och erfarenhet.

Resultat från mätkampanjerna har givit underlag om nivåer av olika luftföroreningar och information om källor, dvs position i anläggningen (provpunkter) och olika processområden, samt inverkan av bränsle- och askkvalitet. Det har använts för att ta fram förslag till mätstrategi och mätplan som kan användas av anläggningspersonal för dimensionering av åtgärder.

Moment och aktiviteter som ingått i projektet för att uppnå målen är:

- Översikt över mätningar av luftföroreningar i arbetsmiljö.
- Klassificering av hanterade bränsle och askor hos medverkande anläggningar
- Karakterisering av processen och behoven hos medverkande anläggningar.
- Framtagning av mätplan med utökade mätningar för varje anläggning.
- Utförande av fyra mätkampanjer, en för varje anläggning
- Utformning av rutiner för utökade mätningar baserade på mätresultat.
- Utveckling av metodik för dataanalys som kan användas av anläggningspersonal.
- Analys av föreskrifter och redovisning av effekten på verksamheterna för branschen.

2.1 ANLÄGGNINGSBESKRIVNING

De fyra kraftvärmeanläggningarna (A, B, C och D) har klassificerats utifrån panneffekt, pann- och bränsletyp. Denna bakgrundsinformation för varje anläggning är beskriven i **Tabell 1**. I samtliga anläggningar finns personal som arbetar antingen dagtid eller har skiftgång.

Tabell 1 Sammanställning av information för anläggningarna A, B, C och D

Anläggning	Typ av panna	Typ av bränslen	Bränslevolym 2014[ton]	Antal anställda 2014
A	Fluidiserad bädd	Träflis	> 200 000	50
	Roster	Hushållsavfall	100 – 200 000	
	Fluidiserad bädd	Torv, Träflis, Kreosotflis	> 200 000	89

B	Fluidiserad bädd	Träflis	> 200 000	
C	Fluidiserad bädd	Papper-Trä-Plast	100 – 200 000	130
	Roster	Hushållsavfall Verksamhetsavfall	> 200 000	
D	Pulver	Träpellets Träbriketter	< 100 000	30
	Fluidiserad bädd	Returflis	100 – 200 000	

2.2 LUFTKVALITETSMÄTNING, ÄMNEN OCH GRÄNSVÄRDEN

Luftkvalitetsmätning kan beskrivas som mätning av exponering för de ämnen som finns i luften i arbetsmiljön och är listade i föreskrifter från Arbetsmiljöverket, med syftet att kunna förebygga ohälsa till följd av exponering. De ämnen som har analyserats, och som är de dominerande i ett värme- eller kraftvärmeverk som eldar biobränsle eller avfall, beskrivs nedan. Detaljerad beskrivning för ämnen och metoder som ingår listan här finns i AFS 2011:18 och Svensk standard SS-EN 481.

- Damm (totaldamm, inhalerbart damm, respirabelt damm)
- Metaller i totaldamm, inhalerbart damm och respirabelt damm
- Kvarts i respirabelt damm
- Kvävedioxid, NO₂
- Terpenier (limonen, 3-carenen, b-pinen, a-pinen)
- Fibrer
- Endotoxiner

2.2.1 Damm

Dammpartiklar når olika långt in i andningsorganen. Små partiklar når längre in i luftvägarna än stora partiklar. Totaldamm, inhalerbart damm och respirabelt damm är tre olika fraktioner av damm som beskrivs nedan:

Totaldamm

Totaldamm definieras som de partiklar som fastnar på ett filter i den provtagare som beskrivs enligt metodserien "Provtagning av totaldamm och respirabelt damm", Metod nr 1010, Arbetskyddsstyrelsen (1979). Vid provtagning av totaldamm används i Sverige vanligen en "öppen" provtagningskassett med diametern 37 mm, eller ibland 25 mm.

Begreppet totaldamm får inte blandas ihop med den totala mängden luftburna partiklar i luften, av vilka totaldamm endast är en viss del, Figur 1 visar att för totaldamm infångas 50% av partiklar med en aerodynamisk diameter om ca 27 μm . Figuren visar också att totaldamm är en delfraktion av inhalerbart damm med en övervikt av mindre partiklar.

Totaldamm provtogs i det aktuella projektet på filter med pump av fabrikat Casella med ett luftflöde på ca 2,0 l/min. Proverna analyserades gravimetriskt .

Inhalerbart damm

Inhalerbart damm (fraktion av inhalerbar damm) definieras som det damm som en människa inandas genom näsa och mun [SS-EN 481].

Med inhalerbar fraktion menas den mängd partiklar, av totalmängden partiklar i luften, som man inandas genom näsa och mun. Figur 1 visar att för inhalerbart damm infångas 50 % av partiklar med den aerodynamiska diametern 100 μm ,

Undersökningar, som Arbetsmiljöverket med flera utfört, tyder på att mängden inhalerbart damm kan vara två till tre gånger större än mängden totaldamm vid provtagning i samma arbetsmiljö. Skillnaderna beror att massan av större partiklar dominerar mätvärdena för inhalerbart damm.

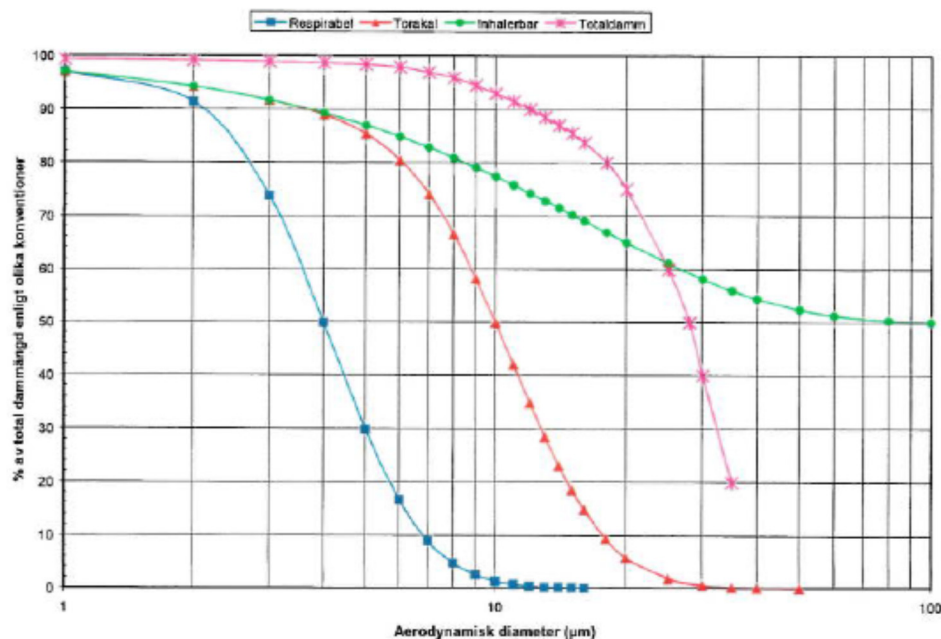
Inhalerbart damm provtogs på filter med pumpa av fabrikat Casella med ett luftflöde på ca 2,0 l/min. Provtagningarna av inhalerbart damm utfördes enligt SS-481 "Partikelstorleksfraktioner för mätning av luftburna partiklar". Proverna analyserades med gravimetrisk teknik

Respirabelt damm

Repirabelt damm (fraktion av respirabelt damm) definieras som det damm som en människa inandas genom näsa och mun [SS-EN 481].

Den respirabla fraktionen är de inhalerbara partiklar som når längst ner i luftvägarna och till alveolerna i lungorna. För respirabelt damm infångas 50 % av dammfraktionen med den aerodynamiska diametern 4 μm , se Figur 1

Respirabelt damm provtogs på filter med pumpa av fabrikat Casella med ett luftflöde på ca 2,0 l/min. Provtagningarna av respirabelt damm utfördes enligt SS-481 "Partikelstorleksfraktioner för mätning av luftburna partiklar". Proverna analyserades med gravimetrisk teknik.



Figur 1 Uppmätta dammfractioner för respirabelt (blå), torakal (orange), inhalerbart (grön) och totaldamm (rosa). [5]

2.2.2 Metaller i totaldamm, inhalerbart och respirabelt damm

Damm (totaldamm, inhalerbart damm och respirabelt damm) kan innehålla metaller ex. tungmetaller såsom bly (Pb), mangan (Mn), kobolt (Co) eller nickel (Ni). Vissa metaller är cancerframkallande, andra påverkar nervsystemet och en del metaller kan ge yrkesastma.

De metaller som analyserats i denna undersökning är magnesium (Mg), aluminium (Al), vanadin (V), krom (Cr), järn (Fe), mangan (Mn), kobolt (Co), nickel (Ni), koppar (Cu), zink (Zn), arsenik (As), molybden (Mo), kadmium (Cd) och bly (Pb).

I Tabell 2 återges nivågränsvärden enligt AFS 2011:18 för metaller. Observera att gränsvärdena är olika för olika dammfractioner och för olika metaller.

Analys av metaller i damm som samlades upp på filter utfördes med ICP-MS teknik.

2.2.3 Kvarts i respirabelt damm

Kvarts förekommer vid hantering av sand och i den respirabla dammfractionen och kan därav deponeras i lungorna. Exponering under lång tid och höga halter kan leda till silikos (dammlunga) och lungcancer.

Kristobalit och tridymit är en högttemperaturform av kvarts som bildas vid höga temperaturer. Kristobalit och tridymit är ej specifikt uppmätta inom projektet. Den nya kvarts AFS:en (AFS 2015:2) kräver att det ska göras en riskbedömning om man misstänker kvartsexponering.

Kvarts i respirabelt damm analyserades på filter vid ALS Scandinavia AB, Täby, med FTIR enligt metod NIOSH 7602.

2.2.4 Kvävedioxid, NO₂

Kvävedioxid NO₂ är en gas som bildas vid förbränning och ger upphov till irritation för lungor vid inandning.

Mätning av denna gas görs i pannhuset nära pannan och förbränningen för att se om den finns i omgivningen.

Kvävedioxid insamlades på dosimetrar och analyserades med fotometrisk analys.

2.2.5 Terpener

I samband med användning av stora mängder trä ex. flis, pellets eller skogsflis finns risk för exponering för terpener. Terpener finns som lättflyktig gas och är irriterande på hud och andningsorgan.

Mätningar av VOC (*volatile organic compounds*), som är ett samlingsnamn (benämning) för flera olika lättflyktiga organiska ämnen och där också terpener ingår. VOC bedöms från fall till fall utifrån mätningar då man hittar höga värden av ett visst ämne (t ex en hög topp i ett gaskromatograf spektrum).

I de aktuella mätningarna har terpener dominerat och andra VOC ämnen visat försumbart låga halter.

Luftprover av terpener (α -pinen, β -pinen, 3-karen, limonen) insamlade med 3M-dosimetrar och analyserades med gaskromatografisk teknik.

2.2.6 Fibrer

De fibrer som man tar hänsyn till vid jämförelse med gränsvärdet är sådana respirabla fibrer som har ett längdbreddförhållande större än 3:1, en diameter mindre än 3 μ m och en längd större än 5 μ m. Gränsvärdet förutsätter att fiberräkningen utförs i faskontrastmikroskop. Vid exponering för fiberhaltigt damm gäller också gränsvärdet för oorganiskt damm.

Fibrer finns i syntetiska oorganiska glasartade (amorfa) och syntetiska oorganiska kristallina material och i övriga fibrer, som tex mineralull. Fibrer är irriterande för hud och andningsorganen. Vissa fibrer t ex asbest kan orsaka lungcancer.

Fibrer samlades in på 25 mm-polykarbonatfilter med Casella-pumpar (2 L/min) och analyserades med svepelektronmikroskop av ALS Scandinavia AB, Täby

2.2.7 Endotoxiner

Vissa bakterier genererar endotoxiner som avges till luften och kan medföra hälsoeffekter så som fliseldarsjuka om man exponeras för detta. Endotoxiner är det enda ämnet i denna rapport som saknar hygieniska gränsvärden enligt AFS 2011:18 utan det har ett rekommenderat gränsvärde. Expertgrupper bedömer att yrkesmässig långtidsexponering för upp till 90 endotoxinenheter per m³ (motsvarar cirka 9 ng/m³) inte ger upphov till akuta hälsoeffekter. Bedömningen är baserat på data från långtidsstudier och stöds av ett 6-timmars försök med friska frivilliga försökspersoner som valts ut för att vara särskilt känsliga för endotoxiner (Arbete och Hälsa 2011;45(4)). Se AFS 2005:1 om mikrobiologiska arbetsmiljörisker – smitta, toxinpåverkan, överkänslighet för mer detaljerade beskrivning.

Tillväxten hos mikroorganismer avgörs av tillgång till fukt och värme samt den tid som avfall- och biobränslematerialet förvaras innan det eldas. Bakteriell tillväxt leder också till sporbildning som avges till omgivningsluften. Mätning av endotoxinhalten i luften ger ett mått på arbetsmiljörisker p g v mikroorganismers tillväxt i miljön.

Endotoxiner provtogs på filter med Casella-pumpar (ca 1,5-2 L/min) och analyserades med s.k. Limulus-metoden (LAL enzymatisk analys).

2.2.8 Nivågränsvärden (NGV)

Tabell 2 är en sammanställning av nivågränsvärden (NGV) för varje enskild analys. Referens AFS 2011:18.

Tabell 2 Sammanställning av nivågränsvärden för exponeringsmätning.

Analys	Enhet	Nivågränsvärde [NGV]
Damm, organiskt - totaldamm	mg/m ³	5
Damm, oorganiskt - inhaledbart	mg/m ³	10
Damm, oorganiskt - respirabelt	mg/m ³	5
Damm, trä - inhaledbart	mg/m ³	2
Aluminium - totaldamm	mg/m ³	1
Arsenik - totaldamm	mg/m ³	0,01
Bly - inhaledbart	mg/m ³	0,1
Bly - respirabelt	mg/m ³	0,05
Järn - respirabelt	mg/m ³	3,5
Kadmium - totaldamm	mg/m ³	0,02
Kadmium - respirabelt	mg/m ³	0,005
Kobolt - inhaledbart	mg/m ³	0,02
Koppar - totaldamm	mg/m ³	1
Koppar - respirabelt	mg/m ³	0,2
Krom - totaldamm	mg/m ³	0,5
Mangan - totaldamm	mg/m ³	0,2
Mangan - respirabelt	mg/m ³	0,1
Molybden - totaldamm	mg/m ³	10
Molybden - respirabelt	mg/m ³	5
Nickel - totaldamm	mg/m ³	0,5
Vanadin - totaldamm	mg/m ³	0,2
Zink - totaldamm	mg/m ³	5
*Endotoxiner	ng/m ³	9
Fibrer, syntetiska oorg. glasartade - Eldfasta keramiska fibrer	fiber/m ³	0,2
Fibrer, syntetiska oorg. glasartade - Övriga fibrer	fiber/m ³	1
Fibrer, oorg. kristallina fibrer	fiber/m ³	0,2
Kvarts - Respirabelt	mg/m ³	0,1
Kristobalit - Respirabelt	mg/m ³	0,05
Tridymit - Respirabelt	mg/m ³	0,05
Kvävedioxid, NO ₂	mg/m ³	4
Terpener	mg/m ³	150

* Rekommenderat gränsvärde

2.3 LUFTKVALITEMÄTNING I OLKA PROCESSOMRÅDEN

Luftkvalitetsmätningar har delats in och utförts i olika processområden i anläggningen enligt nedan.

1. Personal
2. Hantering av bränsle
3. Hantering av aska, sand och kalk
4. Övriga områden

2.3.1 Personal

Personalen på de olika anläggningarna har delats in i fyra arbetskategorier. Inom varje kategori nedan, har personburen provtagning genomförts, Figur 2.

1. Bränslepersonal - Arbetar som lastmaskinförare vid bränslestack och tippfickor och/eller som bränsletekniker/virkesmästare med arbete i vågrum.
2. Driftpersonal - Arbetar huvudsakligen i kontrollrum och med rondering av hela anläggningen för att säkerställa driften.
3. Underhållspersonal - Arbetar som mekaniker, reparatör och montörer. De arbetar över hela anläggningen med olika underhållsuppgifter.
4. Saneringspersonal - Arbetar till stor del med städning av anläggningen så som sopning, dammsugning och allmän rengöring av olika delar av anläggningen.

Syftet med personburen provtagning är att fånga upp hur olika arbetskategorier exponeras av damm under en normal dags arbete (8 timmar).



Figur 2 Exempel på personburen provtagning

2.3.2 Hantering av bränsle

Hanteringar av bränsle omfattar mätning i områden där bränsle hanteras så som i närhet av bränslestack (referensmätning), vågrum, flisning av bränsle, tippning av bränsle till tippfickor, sållning av bränsle i sållhus och transport av bränsle med bandgångar, bränsle- och avfallsbunker, samt bränsleinmatning till pannan. Dessa områden beskrivs nedan.

Referensmätning

Biobränslen lagras ofta i form av stackar på större utrymmen, bränslegården. Olika bränslestackar är av olika bränsletyper eller bränsle med olika egenskaper t ex skogsflis, träflis, eller fuktigbränsle.

Referensmätning (Figur 3) utfördes utomhus i närheten av bränslestack eller vid annat lämpligt område. Syftet med referensmätningen var att se om den yttre miljön var påverkad av bränslelagring eller annan bränslehantering och som i sin tur kunde påverka avgränsande grannområden. Referensmätningen omfattade analys av inhalerbart damm, terpenier och endotoxiner.



Figur 3 Referensmätning vid bränslestack

Vågrum

I vågrummet (Figur 4) utförs provtagning och analys av inkommande bränsle till anläggningen.

Exponerade arbets kategorier är bränslepersonal (bränsletekniker/virkesmätare) på bioanläggningar som arbetar med provtagning och analys av inkommande bränsleprov.

Syftet med exponeringsmätningen var att se om förhöjda halter av terpenier och endotoxiner förekommer i arbetsmiljön vid hantering av biobränsleprov.



Figur 4 Bio-Vågrum

Flisning och krosshus

Flisning innebär att större material av inkommande biomassa (stamved) flisas sönder och krossas till hanterbar storklek innan eldning i pannan.

Exponerade arbets kategorier är bränslepersonal på bioanläggning som arbetar i kranhyttan på lastmaskin (Figur 5) eller i krosshuset (Figur 6). Den yttre miljön runt flisningsområdet är också av intresse för exponering (Figur 7) med avseende på påverkan av omkringliggande områden.

Arbetsmiljömätningen omfattade mätning i lastmaskinens kranhytt, krosshus och utomhus vid krosshuset. Inhalerbart damm, terpenier och endotoxiner mättes.



Figur 5 Bio-Flisning-Kranhytt



Figur 6 Bio-Flisning-Krosshus



Figur 7 Bio-Flisning-Utomhus

Tippficka

Tippning av bränsle kan ske utomhus eller inomhus ner till tippficka eller bunker. Tippningen kan ske direkt från lastbil ner i tippficka eller från bränslestack med lastmaskin till tippfickan.

Exponerade arbets kategorier är bränslepersonal på bio- och avfallsförbränningsanläggningar som arbetar i lastmaskinshytt för tippning av bränsle i tippficka eller bunker. Ytterligare arbets kategorier som exponeras vid tippfickan är sanerare och underhållspersonal.

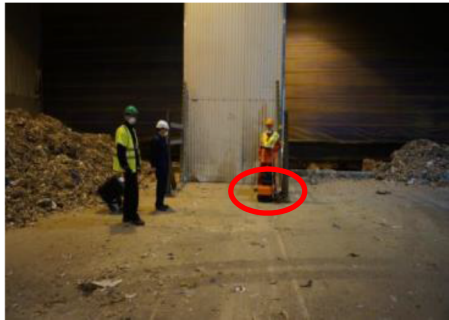
Arbetsmiljömätningen utfördes vid tippficka utomhus (Figur 8), tippficka inomhus i bioanläggning (Figur 9) och tippficka inomhus i avfallsanläggning (Figur 10). Mätningarna omfattade totaldamm, inhalerbart damm, respirabelt damm, fibrer och NO₂, samt terpenier och endotoxiner som kan förekomma inom arbetsområdet vid hantering av bio- och avfallsbränsle. Även metallhalterna i totaldamm och respirabelt damm mättes.



Figur 8 Bio-Tippficka-Ute



Figur 9 Bio-Tippficka-Inne



Figur 10 Industriavfall-Tippficka-Inne

Sållhus

I sållhuset (Figur 11, Figur 12) sållas de större delarna av träflis och de icke brännbara objekten tas bort innan resterande del av bränslet transporteras in i pannan. Sållhuset är en miljö där exponering av damm kan förekomma då personal utför underhållsarbete samt för saneringspersonal.

Syftet med arbetsmiljömätningen var att se om förhöjda halter av inhalerbart damm, respirabelt damm, terpenier och endotoxiner förekom inom arbetsområdet.



Figur 11 Bio-Sållhus



Figur 12 Bio-Sållhus-Ute

Bandgång

Transport av bränsle in till pannan sker via transportband som finns i bandgångar. Bandgångar kan ha flera omlastningspunkter där bränslet flyttas till ytterligare transportband eller till exempelvis dagsilon. Omlastningspunkterna är de mest kritiska områdena för exponering av damm.

Exponerade arbetskategorier i arbetsområdet är underhållspersonal och saneringspersonal på bioanläggningar.

Arbetsmiljömätningen utfördes vid omlastningspunkter och bandgång under flislada (Figur 13), bandgång toppen av flislada (Figur 14), bandgång i panna (Figur 15), bandgång ute (Figur 16) och bränslestoftsändare för pulverpanna (Figur 17).

Inhalerbart damm, terpenier och endotoxiner mättes vid dessa mätpunkter.



Figur 13 Bio-Bandgång-Under-Flislada



Figur 14 Bio-Bandgång-Topp-Flislada



Figur 15 Bio-Bandgång-Pannhus



Figur 16 Bio-Bandgång-Ute



Figur 17 Bio-Bränslestoftsändare

Bränsleinmatning

Bränsleinmatning är inmatning av bränsle till pannan i pannhuset. Detta sker oftast i slutna utrymmen avskilt från omgivningen i pannhuset. Bränsleinmatning till fluidbäddpannor (**Figur 18**) skeroftast med rör-, skruv- eller kanalsystem. För rosterpannor vid t ex avfallförbränning är dessa utrymmen större. Bränslet matas direkt från avfallsbunker till bränslekanalen som leder bränslet till rostern inuti pannan.

Exponeringsrisker i detta bränsleinmatningsområde kan vara risker med läckage av förbränningsgaser (NO_2) och damm.

Exponerade arbetskategorier i arbetsområdet är underhållspersonal och saneringspersonal på bioanläggning som arbetar med städning och underhållsarbete inom området.

Syftet med exponeringsmätningen är att se om förhöjda halter av inhalerbart damm, respirabelt damm och NO₂ förekommer inom arbetsområdet.

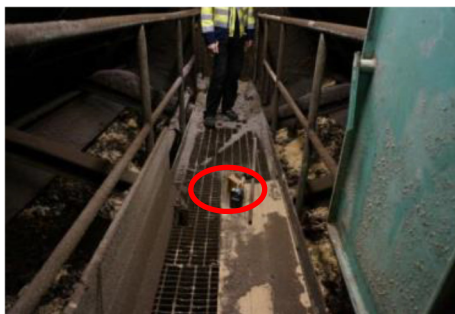


Figur 18 Bio-Bränsleinmatning

Bränsle- och avfallsbunker

Avfallsförbränning sker oftast i rosterpannor och för det används bunkern där allt bränsle som ska matas in till pannan lagras/samlas. Avfallbränslet tippas i tippfickorna in till bunkern och det sker oftast direkt från lastbil. En eller flera traverser lyfter sedan avfallbränslet i bunkern upp till bränsleinmatningsluckan. Hela utrymmet är avskilt från omgivningen och har undertryck för att minimera emissioner av gaser, damm och lukt till omgivningen.

Luftkvalitetsmätningen utfördes i områdena bränslebunker (Figur 19), avfallsbunker (Figur 20) och dagsilo (Figur 21). Det som mättes var inhalerbart damm, respirabelt damm och endotoxiner.



Figur 19 Bio-Bunker



Figur 20 Avfall-Bunker



Figur 21 Bio-Dagsilo

2.3.3 Hantering av aska, sand och kalk

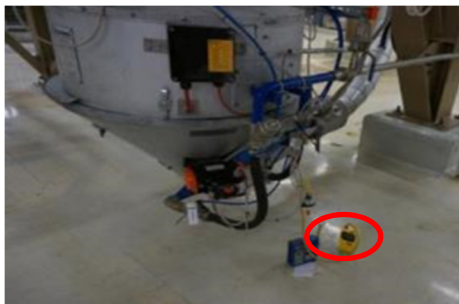
Vid förbränningsanläggningarna bildas flygaska vid rening av rökgaserna samt bottenaska eller slagg som tas ut från botten av pannan. Askorna från förbränning kan innehålla höga halter av t ex metaller eller kvarts som kan vara en risk för arbetsmiljön. Framförallt flygaskan kan ge upphov till damning om läckage skulle uppstå. Det finns även risk för damning från bottenaskorna. Sand och kalk används vid drift av fluidbäddpannor och därför har även mätningar genomförts vid sand- och kalksilos.

Flygaska

Flygaska hanteras oftast torrt inom förbränningsanläggningen via asksändare från elfilter/textilfilter till silos för lagring. Vid flygasktömning töms silo antingen torrt från silo eller efter befuktning via ett matningssystem till biltransport. Denna tömning sker oftast i en byggnad men kan även ske utomhus.

Luftkvalitetsmätningar utfördes vid flygasksändare (Figur 22), vid flygasktömning (Figur 23, Figur 24) samt i provtagningsrum (Figur 25) där det är störst risk för läckage. I exemplen för flygasktömning var även bottenasktömningar placerade på samma plats, vilket förkom vid några anläggningar. Mätning vid flygasktömning placerades där chaufför står vid tömning.

Exponeringsmätning av framförallt totaldamm, respirabelt damm och kvarts genomfördes men även några mätningar av inhalerbart damm. Metallhalterna i totaldamm och inhalerbart damm mättes vid flertalet av mätpunkterna.



Figur 22 Flygasksändare



Figur 23 Flygask- och bottenasktömning-Inne (i samma utrymme)



Figur 24 Flygask- och bottenasktömning-Ute



Figur 25 Flygaskprovtagning

Bottenaska

Bottenaska från fluidpannor består till stor del av sand. Sand används vid förbränningsprocessen i pannan. Sand innehållande bottenaska från fluidbäddpannor matas ut torrt och efter sållning av den fraktion av sanden som ska återanvändas i pannan transporteras sandtill silon och resten går till container för bottenaska. Bottenaska från rosterpannor (t ex vanligt förekommande vid avfallsförbränning) släcks i ett vattenbad och matas ut via en våtutmatare med efterföljande transportörer till ett slagghus (bottenaskan kallas då för slagg).

Luftkvalitetsmätningar utfördes vid bottenaska i pannhus (Figur 26), bottenasktömningar från fluidbädd (Figur 27), slagg- och våtutmatare från rosterpannor (Figur 28) samt slagghus (Figur 29). Mätning av totaldamm, respirabelt damm och till viss del inhalerbart damm och kvarts genomfördes. Metallhalterna i totaldamm och respirabelt damm mättes vid flertalet av mätpunkterna.



Figur 26 Bottenaska i pannhus



Figur 27 Bottenasktömning



Figur 28 Slagg- och våtutmatare



Figur 29 Slagghus

Sand- och kalksilo

Sand används i botten av fluidpannor och därför har mätningar genomförts av sand silos (Figur 30), kalksilos och vid sandåterföring (Figur 31) som oftast finns i pannhuset. Sandsilos fylls oftast via tryckluftsändare från biltransport. Mätningar har genomförts av respirabelt damm och kvarts samt i några fall metallhalt i respirabelt damm.

Kalk används vid behov i rökgasrening för att minska svavelemissioner i rökgaserna.



Figur 30 Sandsilo



Figur 31 Sandåterföring

2.3.4 Övriga områden

Pannhus

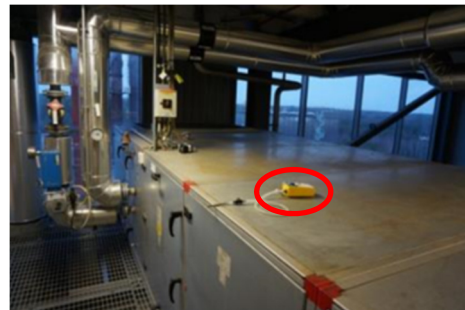
I pannhuset utfördes mätningar vid pannan för avfallsförbränningsanläggningar (Figur 32) och i toppen av pannhuset för bio-anläggningar (Figur 33).

Arbetsmiljömätningen omfattar respirabelt damm, NO₂ samt kvarts eftersom personal vistas i pannhuset (t ex driftpersonal vid rondning, underhållspersonal vid underhållsarbete samt saneringspersonal vid återkommenade städning).

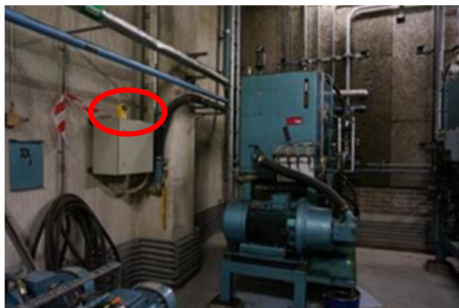
Vid en anläggning mättes även oljedimma i ett hydraulrum (Figur 34)



Figur 32 Avfall-Roster



Figur 33 Bio-Pannhus

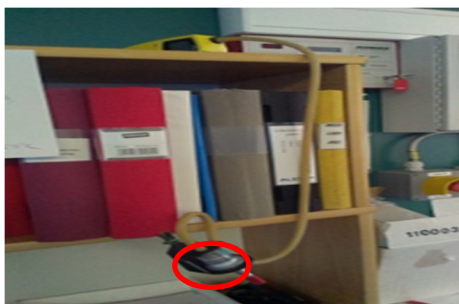


Figur 34 Hydraulrum

Kontrollrum och kranhytt

I kontrollrummet vistas i huvudsak driftpersonal för att styra anläggningen. Kranhytter vid avfallsförbränningsanläggningarna bemannas vid behov av driftpersonal för styrning av kranar i avfallsbunkarna.

Mätning av respirabelt damm har utförts i ett kontrollrum (Figur 35) och två kranhytter (Figur 36).



Figur 35 Kontrollrum



Figur 36 Kranhytt

2.4 PROVTAGNINGSUSTRUSTNING

Provtagningsutrustning som användes vid mätningen har varit

1. Stationär provtagningsutrustning (Figur 37)
2. Personburen provtagningsutrustning (Figur 38)

De stationära provtagarna placerades ut i lokalen nära huvudhöjd som skulle motsvara rätt avstånd till munområden vid den mätpunkt som skulle undersökas. Mätningarna utfördes för minst 6 timmar. Provtagaren bestod av en provtagningspump med kalibrerat flöde (2 l/min) och kassett för filter.

Personburen provtagare placerades på den person vars arbetsuppgifter skulle undersökas och bestod av provtagningspump med kalibrerat flöde (2 l/min) och kassett för filter. Den personburna provtagningen innebär att en person hade en personlig provtagningsutrustning på sig minst 6 timmar och skulle under provtagningsdagen logga sitt arbete med tid och arbetsuppgifter.



Figur 37 Stationär provtagningsutrustning

Figur 38 Personburen provtagnings-
utrustning

2.5 MÄTPLAN

Utifrån karakterisering av anläggningsprocessen och erfarenheten av medverkande anläggningar av kritiska exponeringsområden (bränslehantering, askhantering och övriga områden) utformades en individuell mätplan för varje anläggning. Tabell 3 är ett exempel på en heltäckande mätplan där hela anläggningen kartläggs. Vid varje provpunkt, t ex vågrum mättes flera ämnen för att kunna täcka in alla exponeringsrisker. Varje kryss i tabellen motsvarar ett prov som kan vara dammfraktionsprov t ex inhalerbart damm, gasprov t ex terpenier eller mikrobiologiskprov, endotoxiner. Dammfraktionsproven kan sedan analyseras vidare för att få fram metaller, kvarts eller fiber mängd som finns i proven.

Tabell 3 Exempel på kartläggande mätplan för första mättillfället för en bioanläggning

	Totaldamm	Inhalerbart damm	Respirabelt damm	Metaller i totaldamm	Metaller i inh. damm	Metaller i resp. damm	Kvarts	Terpenier	Endotoxiner	Fibrer	Kvävedioxid, NO ₂
Personal											
Bränsle		x			x			x	x		
Drift		x			x			x	x		
Underhåll		x			x			x	x		
Sanering		x			x			x	x		
Hantering av bränsle											
Referens, utomhus		x						x	x		
Vågrum								x	x		
Flisning		x						x	x		
Tippning	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Sållhus		x						x	x		
Bandgång		x						x	x		
Bränsleinmatning			x					x	x		
Bränslebunker	x	x	x					x	x		
Hantering av aska, sand och kalk											
Flygaska	x		x	x		x	x				
Bottenaska	x	x	x	x	x	x	x				
Sand och kalk			x			x	x				
Övrigt											
Pannhus			x			x	x				

Sammanställning av den genomförda mätplanen presenteras i Bilaga 1.

2.6 FÖRHÅLLANDE UNDER PROVTAGNINGEN

Väderleksförhållande under provtagningsdagen för anläggning A-D finns i Tabell 4.

Driftförhållandena vid samtliga anläggningar under respektive provtagningsdag kan beskrivas som normal drift utan avvikande händelser.

Tabell 4 Väderleksförhållande under provtagningen

Anläggning	Datum för provtagning	Väderlek under provtagningen
A	2014-11-11	+ 8 grader, klart väder
B	2014-11-04	+ 8 grader,ullet, tidvis regn, under lunchtid kraftigt regn ca 30 min
C	2014-10-21	+ 9-10 grader, klart väder
D	2014-12-16	Uppgifter saknas

3 Resultat

Resultateten från luftkvalitetsmätningar i arbetsmiljön för alla fyra anläggningar redovisas i bilaga 2. Där presenteras resultaten i tabeller och med diagram i ämnesordning och sedan i processområdesordning. I bilaga 3 beskrivs vilka ändringar som har införts in AFS:en. All mätdata i sin helhet från luftkvalitetsmätningen presenteras i bilaga 4.

Vid luftkvalitetsmätningarna analyserades totalt 293 prover från de olika processområdena. Endast 16 prover överskred sina gränsvärden. Av dessa var det endast tio prover som överskred sina nivågränsvärden enligt Tabell 2 och sex som överskred rekommenderat gränsvärde för endotoxiner. För 96 prover har de uppmätta halterna varit under detektionsgränsen. 15 prov har haft värden som legat över 50% av nivågränsvärdet vilket gör dem intressanta för uppföljning, se Tabell 5.

Tabell 5 Summering av antal prov med halter som ligger $\geq 100\%$ av NGV, 100-50% av NGV och under detektionsgränsen för varje enskild analys. Nivågränsvärden (NGV) enligt AFS 2011:18.

Analys	Totalt antal prov	Antal prov $>100\%$ av NGV	Antal prov 50-100% av NGV	Antal prov under detektionsgräns
Totaldamm	27	1	1	1
Metaller i totaldamm	25	-	-	22
Inhalerbart damm	65	6	6	15
Metaller i inh. damm	6	-	-	6
Respirabelt damm	44	-	1	3
Metaller i resp. damm	8	-	-	8
Kvarts	23	-	-	22
NO ₂	8	-	-	-
Fibrer	7	-	-	7
Terpener	47	3	3	12
Endotoxiner	33	6	4	-
Summa	293	16	15	96

3.1 SUMMERING AV RESULTAT FÖR VARJE PROCESSOMRÅDE

Här ges en kort summering av resultateten från luftkvalitetsmätningar utförda i alla fyra anläggningar vilka presenteras för olika processområden och uppdelat i personal, hantering av bränsle, hantering av aska, sand och kalk samt övriga områden. För mer detaljerad beskrivning se Bilaga 2.

3.1.1 Personal

Samtliga prover (37 prov, 20 personer) som utfördes på de fyra arbetskategorierna (bränsle-, drift-, underhåll- och saneringspersonal) låg under nivågränsvärdet för inhalerbart damm (10 mg/m³ oorganiskt damm, 2 mg/m³ för trädamdamm) och terpener (150 mg/m³) med undantag för:

- Inhalerbart damm för anläggning D- Saneringspersonal (44 mg/m³)
- Inhalerbart damm för anläggning A- Saneringspersonal (14 mg/m³)
- Inhalerbart damm för anläggning D- Bränslepersonal (2,3 mg/m³)

Övriga värden för inhalerbart damm ligger i stort sett under eller runt 1 mg/m³. Det högsta uppmätta värdet för terpener uppgick till 6 mg/m³.

Bränslepersonal

Resultaten för bränslepersonalen (14 prov, 8 personer) visade inga halter som översteg nivågränsvärdet för inhalerbart damm (10 mg/m³ oorganiska damm, 2 mg/m³ för trädamd) och terpenier (150 mg/m³) med undantag för :

- Inhalerbart damm för anläggning D- Bränslepersonal (2,3 mg/m³)

Driftpersonal

Resultaten för driftpersonalen (8 prov, 4 personer) visade inga halter som översteg nivågränsvärdet för inhalerbart damm (10 mg/m³ oorganiskt damm, 2 mg/m³ trädamd) och terpenier (150 mg/m³).

Underhållspersonal

Resultaten för underhållspersonalen (7 prov, 4 personer) visade inga halter som översteg nivågränsvärdet för inhalerbart damm (10 mg/m³ oorganiskt damm, 2 mg/m³ trädamd) och total terpenier (150 mg/m³).

Saneringspersonal

Resultaten för saneringspersonalen (8 prov, 4 personer) visade två fall som halterna översteg nivågränsvärdet för inhalerbart damm (10 mg/m³ oorganiskt damm, 2 mg/m³ trädamd) men inga värden som översteg gränsen för terpenier (150 mg/m³).

- Inhalerbart damm för anläggning D- Saneringspersonal (44 mg/m³)
- Inhalerbart damm för anläggning A- Saneringspersonal (14 mg/m³)

3.1.2 Hantering av bränsle

Följande processområden valdes för uppföljning inom hantering av bränsle

1. Bränslestack (Referensmätning)
2. Vågrum
3. Flisning och krosshus
4. Tippfickor
5. Sällhus
6. Bandgångar och bränslesändare
7. Bränsleinmatning
8. Bränsle- och avfallsbunker

Referensmätning

Samtliga referensprover (6 prov i 3 provpunkter) låg under nivågränsvärdet för inhalerbart damm (2 mg/m³ trädamd), terpenier (150 mg/m³) och rekommenderat gränsvärde för endotoxiner (9 ng/m³).

Vågrum

Samtliga prover (6 prov i 3 provpunkter) från vågrummet låg under nivågränsvärdet för terpenier (150 mg/m³) och rekommenderat gränsvärde för endotoxiner (9 ng/m³).

Flisning och krosshus

Samtliga prover (12 prov i 4 provpunkter) från flisningsområdet låg under nivågränsvärdet för inhalerbart damm (2 mg/m³ trä), total terpenier (150 mg/m³) och rekommenderat nivågränsvärde för endotoxiner (9 ng/m³) med undantag för:

- Endotoxiner för anläggning B-Krosshus (9,1 ng/m³)

Tippfickor

Samtliga prover (19 prov i 11 provpunkter) från tippning av bränsle låg under nivågränsvärdet för respirabelt damm (5 mg/m³), terpenier (150 mg/m³), fibrer (0,2 fibrer/m³) och NO₂ (4 mg/m³).

För totaldamm (5 mg/m³), inhalerbart damm (10 mg/m³ oorganisk damm, 2 mg/m³ träddamm), respirabelt damm (5 mg/m³), terpenier (150 mg/m³), endotoxiner (9 ng/m³), NO₂ (4 mg/m³) och fibrer (0,2 fibrer/m³) med undantag för:

- Totaldamm för anläggning C-PTP-Tippficka-Inne (5,3 mg/m³)
- Inhalerbart damm för anläggning D-Bio-Tippficka-Inne-Uppe (26 mg/m³)
- Inhalerbart damm för anläggning D-Bio-Tippficka-Inne-Nere (19 mg/m³)
- Inhalerbart damm för anläggning D-RT-Tippficka-Inne (6,1 mg/m³)
- Endotoxiner för anläggning C-PTP-Tippficka-Inne (193 ng/m³)
- Endotoxiner för anläggning D-RT-Tippficka-Inne (63 ng/m³)

Samtliga analyserade metallhalter i totaldamm, inhalerbart damm och respirabelt damm låg under nivågränsvärdet för varje enskild metall.

Sållhus

Samtliga prover (21 prov i 7 provpunkter) från sållhus låg under nivågränsvärdet för respirabelt damm (5 mg/m³), inhalerbart damm (10 mg/m³ oorganiskt, 2 mg/m³ träddamm), terpenier (150 mg/m³) och rekommenderat gränsvärde för endotoxiner (9 ng/m³) med undantag för:

- Terpenier för anläggning A-Sållhus (216 mg/m³)
- Endotoxiner för anläggning A-Sållhus (37 ng/m³)

Bandgång och bränslesändare

Samtliga prover från bandgångar (30 prov i 12 provpunkter) och bränslesändare (2 prov i 1 provpunkt) låg under nivågränsvärdet för inhalerbart damm (2 mg/m³ träddamm), terpenier (150 mg/m³) och rekommenderat gränsvärde för endotoxiner (9 ng/m³) med undantag för:

- Terpenier för anläggning A-Bio-Bandgång-Topp-Flislada (154 mg/m³)

Bränsleinmatning

Samtliga mätpunkter (9 prov i 6 provpunkter) från bränsleinmatning låg under nivågränsvärdet för inhalerbart damm (2 mg/m³ för träddamm), respirabelt damm (5 mg/m³) och NO₂ (4 mg/m³).

Bränsle- och avfallsbunker

Samtliga prover (19 prov i 6 provpunkter) från bränsle- och avfallsbunker låg under nivågränsvärdet för totaldamm (5 mg/m³), inhalerbart damm (10 mg/m³ oorganiskt damm, 2 mg/m³ träddamm), respirabelt damm (5 mg/m³), terpenier (150 mg/m³), endotoxiner (9 ng/m³) och fibrer (0,2 fibrer/m³) med undantag för:

- Terpenier för anläggning B-Bio-Kr-T-Bränslebunker (224 mg/m³)
- Endotoxiner för anläggning A-Avfall-Avfallsbunker (92 ng/m³)
- Endotoxiner för anläggning C-Avfall-Avfallsbunker (293 ng/m³)

Not: När värdet legat under detektionsgränsen har detektionsgränsen använts.

3.1.3 Hantering av aska, sand och kalk

Följande processområden valdes för uppföljning inom hantering av aska, sand och kalk:

1. Flygaska
2. Bottenaska och slagg
3. Sand- och kalksilo

Flygaska

Samtliga prover (42 prov i 15 provpunkter) från sändare, provtagning och tömning av flygaska låg under nivågränsvärdet för totaldamm (5 mg/m³), inhalerbart damm (10 mg/m³), respirabelt damm (5 mg/m³) och kvarts (0,1 mg/m³).

De analyserade metallhalterna i totaldamm låg samtliga under nivågränsvärdet för varje enskild metall.

Bottenaska och slagg

Samtliga prover (18 prov i 9 provpunkter) från slagghus, slagg- och våtutmatare, bottenasktömning låg under nivågränsvärdet för totaldamm (5 mg/m³), inhalerbart damm (10 mg/m³), respirabelt damm (5 mg/m³) och under detektionsgränsen för kvarts (0,1 mg/m³).

De analyserade metallhalterna i totaldamm låg samtliga under nivågränsvärdet för varje enskild metall.

Sand- och kalksilo

Samtliga prover (8 prov i 5 provpunkter) från sand- och kalksilo låg under nivågränsvärdet för respirabelt damm (5,0 mg/m³) och kvarts (0,1 mg/m³).

De analyserade metallhalterna i respirabelt damm låg samtliga under nivågränsvärdet för varje enskild metall.

3.1.4 Övriga områden

För övriga områden valdes processområdena pannhus och kontrollrum och kranhytt.

Pannhus

Samtliga prover (8 prov i 4 provpunkter) låg under nivågränsvärdena för respirabelt damm (5 mg/m³), kvävedioxid (4 mg/m³) och kvarts (0,1 mg/m³). Mätning för kvarts var även under detektionsgränsen.

I ett hydraulrum mättes oljedimma som även det låg under nivågränsvärdet (1 mg/m³) samt under detektionsgräns.

Kontrollrum och kranhytt

Samtliga prover (3 prov i 3 provpunkter) från kontrollrum och kranhytter låg under nivågränsvärdet för respirabelt damm (5,0 mg/m³).

3.2 ÄNDRINGAR AV AFS 2005:17 TILL AFS 2011:18 OCH AFS 2011:19

I detta avsnitt ges en kort beskrivning av ändringarna relevanta för det nuvarande arbete från AFS 2005:17 "Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar" till AFS 2011:18 "Hygieniska gränsvärden" och AFS 2011:19 "Kemiska arbetsmiljörisker". En fördjupad beskrivning kring ändringen av AFS 2005:17 till AFS 2011:18 och AFS 2011:19 är presenterad i Bilaga 3.

Syftet med föreskrifterna om "Hygieniska gränsvärden" (AFS 2011:18) samt "Kemiska arbetsmiljörisker" (AFS 2011:19), vilka trädde i kraft 2012-07-01, är att förebygga ohälsa och olycksfall orsakade av kemiska riskkällor.

I AFS 2011:18 finns hygieniska gränsvärden listade för ett antal ämnen. Halten luftföroreningar i inandningsluften ska vara godtagbar utifrån de i AFS:en angivna gränsvärdena. Att halten är godtagbar ska kontrolleras genom en bedömning och vid behov mätning av exponeringen.

Vid översynen av AFS 2005:17 och inför införandet av AFS 2011:18 genomfördes stora förändringar i föreskriftstexten. Vissa delar från AFS 2005:17 har överförts till föreskrifterna om kemiska arbetsmiljörisker, (AFS 2011:19), såsom t ex de ämnen som kräver förbud eller tillstånd för hantering.

Den nya föreskriften, AFS 2011:18, har renodlats och handlar bara om gränsvärden och mätningar av dessa. I konsekvensbeskrivningen inför den nya AFS:en behandlades gränsvärdena för 28 ämnen. Med anledning av kritik från EU-kommissionen hur Arbetsmiljöverket har implementerat EU:s gränsvärdesdirektiv föreslår verket nu (2015) sänkningar av gränsvärdena för de ämnen där Sverige haft högre gränsvärden jämfört med EU-direktiven. Även för ett antal ämnen som tidigare inte haft något svenskt gränsvärde, och som inte används i landet, kommer EU:s gränsvärden att införas. Vidare föreslås att sammanföra begreppen takgränsvärde och korttidsvärde till korttidsgränsvärden. Se referens [6] för en detaljerade konsekvensbeskrivning.

AFS 2011:19 är ändrad och omtryckt i AFS 2014:43 "Kvarts", som utkom den 19 december 2014 (beslutades den 10 december 2014).

För verksamhet där kvartshaltigt material hanteras finns speciella regler i AFS 1992:16 som 2015-11-02 kommer att ersättas av AFS 2015:02. I denna har bland annat införts

krav på sanktionsavgifter vad gäller dokumentation av undersökning och riskbedömning.

4 Diskussion

Tabell 6 ger en sammanställning av de provpunkter med värden som låg över 50% av nivågränsvärdet (50-100% av NGV) och de provpunkter där värden överskred nivågränsvärdena ($\geq 100\%$ av NGV).

Det framgår av Tabell 6 att det är endast ett fåtal prover (16 prov av totalt 293 prov) som överskridit sina gränsvärden. Dessa är värden för totaldamm (1 prov), inhalerbart damm (6 prov) och terpener (3 prov) som överskridit nivågränsvärdena samt för endotoxiner (6 prov) som överskridit det rekommenderade gränsvärdet. Totalt är det 15 prov som ligger mellan 50-100% av nivågränsvärdet.

Tabell 6 Summering av provpunkter med värden som är $\geq 100\%$ av NGV och 50-100% av NGV för varje enskild analys

Ämnen	Provpunkter 50-100% av NGV	Provpunkter $\geq 100\%$ av NGV
Totaldamm NGV = 5 mg/m ³ n = 27	A-Avfall-FA-tömning (3,2 mg/m ³)	C-PTP-Tippficka (5,3 mg/m ³)
Inhalerbart damm (oorganisk) NGV = 10 mg/m ³ n = 15	A-Underhållspersonal (7,8 mg/m ³) C-Avfall-Avfallsbunker (6,1 mg/m ³)	A-Saneringspersonal (14 mg/m ³)
Inhalerbart damm (trä) NGV = 2 mg/m ³ n = 50	B-Underhållspersonal (1,5 mg/m ³) D-Bio-Bränslestoft (1,2 mg/m ³) B-Bio-Bränslebunker (1,1 mg/m ³) B-Saneringspersonal (1,1 mg/m ³)	D-Saneringspersonal (43 mg/m ³) D-Bio-Tippficka-Uppe (26 mg/m ³) D-Bio-Tippficka-Nere (19 mg/m ³) D-RT-Tippficka (6,1 mg/m ³) D-Bränslepersonal (2,3 mg/m ³)
Respirabelt damm NGV = 5 mg/m ³ n = 44	A-Avfallsbunker (4,4 mg/m ³)	-
Metaller i totaldamm NGV = se Tabell 2 n = 25 av 27	-	-
Metaller i inhalerbart damm NGV = se Tabell 2 n = 6 av 65	-	-
Metaller i respirabelt damm NGV = se Tabell 2 n = 8 av 44	-	-
Kvarts NGV = 0,1 mg/m ³ n = 23	-	-
NO₂ NGV = 4 mg/m ³ n = 8	-	-
Fibrer NGV = 0,2 fiber/m ³ n = 7	-	-
Terpener NGV = 150 mg/m ³ n = 47	A-Bio-Bandgång-Omlastning (131 mg/m ³) A-Bio-Bandgång-Under-Flislada (126 mg/m ³) A-Bio-Omlastning-Pannhus (79 mg/m ³)	B-Bio-Bränslebunker (224 mg/m ³) A-Bio-Sållhus (216 mg/m ³) A-Bio-Bandgång-Toppen-Flislada (154 mg/m ³)
Endotoxiner RGV = 9 ng/m ³ * n = 33	A-Bio-Bandgång-Toppen-Flislada (8,9 ng/m ³) D-RT-Sållhus (7,5 ng/m ³) B-Bio-Kr-T-Bandgång-Toppen (5,4 ng/m ³) B-Bio-Kr-T-Dagsilo (4,8 ng/m ³)	C-Avfall-Avfallsbunker (293 ng/m ³) C-PTP-Tippficka (193 ng/m ³) A-Avfall-Avfallsbunker (93 ng/m ³) D-RT-Tippficka (63 ng/m ³) A-Bio-Sållhus (37 ng/m ³) B-Bio-Flisning-Krosshus (9,1 ng/m ³)

*Rekommenderat gränsvärde för endotoxiner.

Endotoxiner visade flest antal överskridanden av det rekommenderade gränsvärdet på 9 ng/m³. Alla dessa prov är från provpunkter som tillhör områden där biobränsle eller verksamhetsavfall hanteras. Bortsett från tippfickorna C-PTP-Tippficka-Inne och D-RT-Tippficka-Ute vistas personalen vid dessa områden enbart vid rontering eller sanering.

Exponeringsrisken är särskilt låg vid rontering då personalen vistas kort tid i området och de flesta av dessa områden är skyltade med obligatorisk användning av personlig skyddsutrustning. När det gäller sanerare är det viktigt att den personalkategorin har adekvat utbildning och får all information om exponeringsriskerna samt personlig skyddsutrustning som motsvarar exponeringsrisken där.

Områden C-PTP-Tippficka-Inne och D-RT-Tippficka-Ute var redan skyltat med obligatorisk personlig skyddsutrustning. Dessa områden är kända för anläggningarna C och D och finns redan med i deras åtgärdslistor. När det gäller C-PTP-Tippficka-Inne bör åtgärderna fokuseras så att både endotoxiner och totaldamm minskar.

Terpener förekommer enbart vid de områden där hantering av träbränsle sker och de förekommer i gasform. Terpener ingår också i mätning av VOC. Resultaten från VOC mätningar visade att terpener dominerade halterna av VOC och därför räcker det med att fokusera på terpener. När det gäller terpener vistas personalen vid dessa områden enbart vid rontering eller sanering. Exponeringsrisken är minimal och särskilt låg vid rontering då personalen vistas kort tid i området. Områden med höga halter av terpener bör vara skyltat med obligatorisk personlig skyddsutrustning. Anläggning A är något mer representerad när det gäller överskridande av NGV för terpener och det gäller flisladan och bränslebandgången. Troligen är det flisladan som är källan och en bättre ventilerings av ladan skulle kunna minska exponeringsrisken. Vid dessa områden finns redan idag restriktioner kring arbete i området med krav på skyddsutrustning.

Inhalerbart damm halter har överskridits vid tre mätpunkter där anläggning D och saneringspersonal är överrepresenterade. Särskilt värden för saneraren var höga och åtgärder krävs för att minimera risken för exponeringen av dessa. Detta område är känt för anläggning D och finns redan med i deras åtgärdslista.

Totaldamm har endast överskridits i provpunkten C-PTP-Tippficka-Inne och exponeringsriskerna för området har diskuterats i samband med endotoxiner.

Respirabelt damm värden uppvisar generellt låga halter och det högsta värdet för provpunkten A-Avfall-Avfallsbunker når 90% av NGV. I bunkern vistas personalen enbart vid enstaka tillfällen för sanering/reparationer. Området är skyltat med obligatoriskt personskydd och det finns flera andra restriktioner för tillträde till området.

Metaller som ingår i inhaled damm och respirabelt damm visade väldigt låga halter och flera av mätvärdena låg under detektionsgränsen. Metaller i totaldamm visade generellt låga halter jämfört med NGV; de enda undantagen är tre prov för kadmium (Cd), nämligen D-Bio-FAsändare (41% av NGV), A-Bio-FATömning-ute (21% av NGV) och A-Avfall-Slagg/Våtutmatare (17% av NGV).. Två av fallen är mätpunkter för flygaska och en för slag/våtutmatare.

Merparten av provpunkterna som inte överskred de hygieniska nivågränsvärdena uppvisar oftast väldigt låga värden. Halter av **kvarts** och **fibrer** har i samtliga fall legat under detektionsgränsen. Även **NO₂** halterna visar låga värden.

Erfarenheten från resultatanalysen visar att det finns några punkter som bör beaktas. När det gäller totaldamm är det viktigt att veta att gränsvärdet 5 mg/m³ är definierat för organisk damm (eller dimma) men gränsvärden för totaldamm för t ex papper är 2 mg/m³, för kol, kimrök samt hårdplast är det 3 mg/m³ och PVC plast har gränsvärdet 1 mg/m³. Detta är intressant för fallet med PTP bränslen som är en mix av papper och trä som huvudkomponenter och plast upp till 20%. Därför bör det vara intressant i PTP fallet att ta reda på Hygieniska Effekten (HE) utifrån ett medelbränsle. Alternativt, för att vara på säkra sidan, tar man helt enkelt gränsvärdet för papper (2 mg/m³). Något ytterligare behov att använda sig av HE i det nuvarande arbetet har inte observerats.

Det finns inget gränsvärde för totaldamm av trä och därför kan det för träbränslen så som RT, bli att det är halten av metaller i RT-bränslet som är begränsande. I fallen med trädbränslen där man är säker på att metallhalterna är låga, behövs ingen mätning av totaldamm. Mätvärden av metallerhalterna som redovisas i denna rapport visar ofta mycket låga halter av metaller och många av dessa är under detektionsgränsen.

Gränsvärdet för inhaledbart damm av trä är 2 mg/m³ och det har använts för mätningar i områden med hantering av trädbränslen. För andra områden har gränsvärdet 10 mg/m³ använts som gäller för oorganisk inhaledbart damm. Notera att det finns inget gränsvärde för papper i inhaledbart damm och att enbart bly och kobolt har gränsvärde för inhaledbart damm.

En annan observation från data i Tabell 4 är att fallen med överskridande av gränsvärden tillhör områden relaterade till hantering av bränslen och askhanteringen är underrepresenterade i tabellen.

5 Slutsatser och rekommendationer

De genomförda luftkvalitetsmätningarna i fyra kraftvärmeverk med förbränning av olika typer av biobränslen och avfallsbränslen, har visat i övervägande fall på mycket låga halter av uppmätta ämnen (totaldamm, inhalerbart damm, respirabelt damm, metaller i damm fraktioner, kvarts, fibrer, NO₂, terpenier och endotoxiner).

Det bör påpekas att dessa mätningar har en övervikt av mätningar i biobränsleeldade anläggningar jämfört med avfallseldade anläggningar.

I några provpunkter har förhöjda halter uppmätts för vissa ämnen (15 prov av total 293 prov har varit över nivågränsvärdena) men det är svårt att se ett samband mellan olika sorters pann typer och bränslen. Mätplanen har varit anpassad till varje anläggnings specifika behov och därmed sett något annorlunda ut, vilket kan försvåra att avläsa eventuella samband fullt ut.

5.1 OMRÅDEN MED LÅG EXPONERINGSRISK

Generellt erhöles *låga* mätvärden för följande områden:

- Referensytor vid bränsleplan visade låga halter inhalerbart damm, endotoxiner och terpenier
- Vågrum för hantering av bränsleprover visade låga halter terpenier och endotoxiner.
- Flisning av bränsle visade låga halter av inhalerbart damm, terpenier och endotoxiner.
- Bränsleinmatningar visade låga halter av respirabelt damm och kvävedioxid.
- Flygaskhanteringen så som sändare, tömning och provtagning visade låga halter av totaldamm, inhalerbart damm, respirabelt damm, metaller i damm fraktioner och kvarts.
- Bottenaskhanteringen så som tömning och provtagning visade låga halter av har låga halter av totaldamm, inhalerbart damm, respirabelt damm, metaller i damm fraktioner och kvarts.
- Sand- och kalksilos visade låga halter av respirabelt damm och kvarts.
- Pannhus visade låga halter av respirabelt damm, kvävedioxid och kvarts.
- Kontrollrum och kranhyttar visade låga halter av respirabelt damm.
- Hydraulrum visade låg halt av oljedimma.

Rekommendation för ovan nämnda områden är att luftkvalitetsmätning ska utföras då:

- Verksamheten ändras
- När riskanalys har identifierat dammiga arbetsmoment

5.2 OMRÅDEN MED VISS EXPONERINGSRISK

Generellt erhöles *högre* mätvärden för följande områden:

- Personburen provtagning för personal visade höga halter av inhalerbart damm för saneringspersonal som arbetar i avfallsbunkrar samt tippfickor.
- Krosshus visade förhöjda halter av endotoxiner.
- Tippning visade förhöjda halter av totaldamm, inhalerbart damm och endotoxiner.
- Sällhus visade förhöjda halter av terpenier och endotoxiner men ej för inhalerbart damm.
- Bandgångar visade förhöjda halter av terpenier och endotoxiner.
- Bunker visade förhöjda halter av terpenier och endotoxiner.

Rekommendationer för ovan nämnda områden är:

- Utöka personburen provtagning med mätning av endotoxiner för samtliga arbetskategorier för att säkerhetsställa att dessa värden inte överstiger nivågränsvärden.
- Se över rutiner för saneringspersonal som exempelvis städredskap där dammsugning kan utföras istället för sopning.
- Begränsa arbetstiden för personal i områden med hög exponeringsrisk.
- Möjlig åtgärd vid förhöjda halter av terpenier kan vara att se över ventilationen i lokalen.
- Påbudsskyltning för de områden med hög exponeringsrisk att skyddsutrustning ska användas.
- Säkerställ att personalen har rätt skyddsutrustning (riskbedömning avvägt mot möjlighet att praktiskt kunna utföra arbetet) i de områden de vistas i.

Det måste i detta sammanhang påpekas att de rekommendationer som ges här angående skyltning och skyddsutrustning redan är praxis och infört på svenska värme- och kraftvärmeanläggningar som eldar biobränsle och avfall.

Resultaten från detta projekt har tydliggjort vilka nivåer, och ämnen som ger förhöjda exponeringsrisker och på en detaljerad nivå var i anläggningen riskerna är som störst. Det möjliggör dimensionering och riktade åtgärder för att minimera exponeringsriskerna. Det kan förbättra uppföljningen av riskområden.

Mätresultaten visar att exponeringsrisken utifrån uppmätta halter av ämnen och hur ofta dessa har påträffats i förhöjda halter (halter som är över nivågränsvärdet eller halter som överstiger 50% av gränsvärdet). Ämnens ordningsföljd från "störst exponeringsrisk" till "minst exponeringsrisk" är följande:

1. **Endotoxiner:** påträffades vid hantering av bränslen och särskilt för träbränsle vid tippfickor, krosshus och avfallsbunkrar där bränsle ansamlas.
2. **Terpenier:** påträffades vid hantering av träbränsle så som i bränslebunker, sällhus och bandgångar.

3. **Inhalerbart damm:** påträffades för saneringspersonal som arbetat vid tippfickor och avfallsbunker.
4. **Totaldamm:** påträffades vid hantering av bränsle vid tippficka och vid flygasktömning.
5. **Respirabelt damm:** påträffades vid hantering av bränsle i en provpunkt (A-avfallsbunker, 90% av NGV).
6. **Metaller i damm fraktioner:** enbart kadmium (Cd) påträffades i något högre halter i totaldamm för tre provpunkter (D-Bio-FA-sändare (41% av NGV), A-Bio-FA-tömning-ute (21% av NGV) och A-Avfall-Slagg/Våtutmatare (17% av NGV).
7. **NO₂:** samtliga halter låg långt under nivågränsvärdena för tippfickor, bränsleinmatning och pannhus.
8. **Kvarts:** alla uppmätta värden i pannhus, sandsilo, flygasksändare, flygasktömning, flygaskprovtagnings och bottenasktömning låg under detektionsgränsen.
9. **Fibrer:** alla uppmätta värden vid tippfickor låg under detektionsgränsen.

Mätningar för VOC visade att halten av terpenier dominerade och därmed att exponeringsrisken bestäms av terpenier.

5.3 FÖRSLAG PÅ SYSTEMATISKA ARBETSMILJÖLUFTKVALITETSMÄTNINGAR

För att kunna arbeta proaktivt med arbetsmiljöfrågor relaterat till luftkvalitet föreslås följande mätstrategi. Diagrammet i Figur 39 visar en rekommenderad mätstrategi utifrån diskussioner med Arbets- och miljömedicin i Linköping samt erfarenheter och resultat från det nuvarande projektet.

Rekommenderad mätstrategi bygger på att anläggningen delas in i olika processområden (personal, hantering av bränsle, hantering av aska, sand och kalk samt övriga områden). Dessa områden delas sedan in i olika provpunkter som exempelvis vågrum, tippfickor, flygasksändare mm. En första kartläggande mätning omfattar alla processområden och dess provpunkter enligt steg 1 nedan. Denna kartläggande mätning identifierar de processområden och provpunkter där någon/några ämnen visar förhöjda halter och som därav kräver åtgärder. Nästa mätning, steg 2 nedan, omfattar dels det/de processområden som åtgärdats och dels ett eller flera valda områden i anläggningen som väljs efter en plan, men oberoende av tidigare mätresultat. För att kunna fullfölja strategin i Figur 39 för mätning av luftkvaliteten rekommenderas följande:

Steg 1

- Genomgång av processen i anläggningen tillsammans med det företag som kommer att genomföra luftkvalitetsmätning. Anläggningspersonalen som deltar i genomgången bör ha god kännedom av processen och arbetsmiljöriskerna vid olika processområden för att få ett effektivt utbyte av information. Kännedom av historiken om arbetsmiljömätningar och deras utfall rekommenderas starkt.

- Ett första mättillfälle som omfattar och kartlägger hela anläggningen och mynnar ut i en helhetsbild av exponeringsrisken. Tabell 8 (Mätplan för bioanläggning) och Tabell 9 (Mätplan för sameldning- och avfallsanläggning) är förslag på kartläggande mätplaner som liknar de som har använts i nuvarande projekt. Mätplanen är uppdelad i processområden med en eller flera provpunkter. Förslag på ämnen för varje provpunkt i processområden har även angivits i tabellen. Vissa ämnen eller provpunkter kan undantas från mätplanen ifall de saknas i processen eller bedöms vara onödiga p.g.a. låg exponeringsrisk. Bedömningen bör göras av en hygieniker som utför mätningarna i samförstånd med anläggningspersonal.
- Resultatet från luftkvalitetsmätningen dokumenteras och identifiering av processområden där uppmätta värden av någon ämne har överskridit eller uppgått till > 50%, av respektive nivågränsvärde framkommer. Överskridande av nivågränsvärden kräver handlingsplan och åtgärdsprogram samt kompletterande mätning för att följa upp effekten av införd åtgärd.

Steg 2

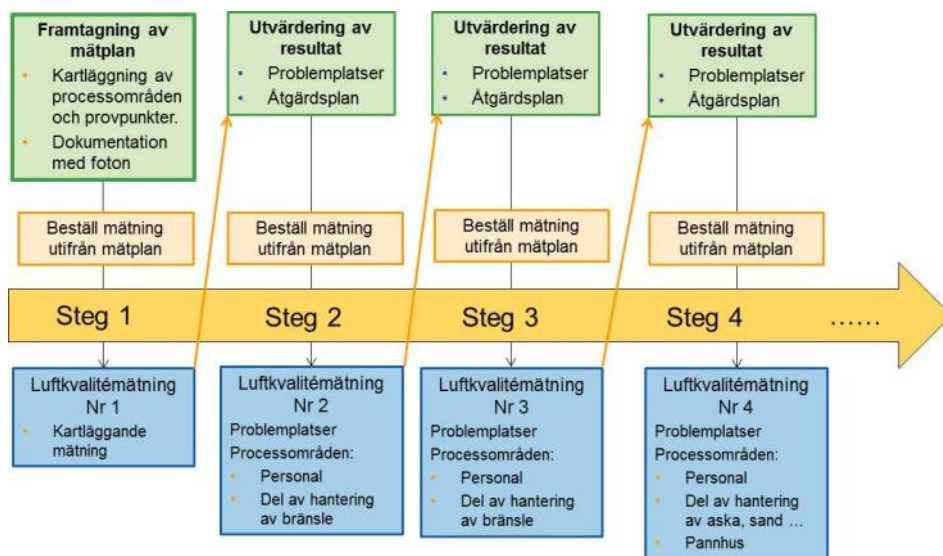
- Uppföljningen utförs genom kompletterande mätningar i de identifierade områden där mätvärdena har överskridit eller uppgått till > 50% av respektive gränsvärde, eller där det bedöms finnas andra skäl att utföra en nya mätning. Andra skäl kan t.ex. vara väderförhållandena som rådde vid den genomförda mätningen eller andra orsaker som kan ha påverkat resultatet.
- De kompletterande mätningen ska även omfatta ett visst område/del av anläggningen, oberoende av tidigare mätresultat. Tidsintervallet till uppföljningsmätningar bestäms i vissa fall av AFS:en och i de fallen då tidsintervallen är korta (t ex några månader) kan mätningarna i område/del av anläggningen avvaktas med till nästa omgång. Efter utförd uppföljningsmätning kan man se om åtgärderna har haft önskad effekt samtidigt som statusen av det området/del av anläggningen, där mätningarna utfördes, blir känd och dokumenteras.

Steg 3 och 4

1. Upprepning av steg 2 gör att efter några år har mätningar utförts i alla processområden minst två gånger. För fortsatta perioder följs de områden som visats ha störst exponeringsrisk upp regelbundet med stationär och personburen provtagning, medan övriga områden enbart efter t ex ombyggnation, byte av bränsle.

Mätstrategin som har presenterats här resulterar i en helhetsbild av exponeringsriskerna i anläggningen. Den ökade kännedomen om exponeringsriskerna i olika processområden och provpunkterna i anläggningen gör att adekvata och riktade åtgärder kan implementeras utifrån en helhetssyn. T ex behovet av nya rutiner vid arbete i lokalerna eller vid vissa arbetsmoment, installation av ventilation eller andra åtgärder kan dimensioneras utifrån ett helhetsperspektiv.

Det bör påpekas att genomförda mätningar i detta projekt och de föreslagna mätplanerna är i huvudsak inriktade på uppföljning av arbetsmiljöluftkvaliteten vid anläggningarna under normala driftförhållanden. Förhållanden vid t.ex. revisionsarbeten och större ombyggnationer, kan vara helt annorlunda och ska hanteras separat.



Figur 39 Förslag på mätstrategi för värme- och kraftvärmeanläggningar.

Utifrån resultaten från en luftkvalitetsmätning föreslås olika tidsintervaller för processområdena och dess provpunkter, se Tabell 7. Generellt bör mätplanen utformas utifrån de processområden och provpunkter som identifierats att de utgör eller kan utgöra en riskälla för förhöjd exponering vid det första omfattande måttillfället.

Tabell 7 Förslag till tidsintervall av luftkvalitetsmätning utifrån projektresultat

Provpunkter	Förslag till tidsintervaller för mätning
Personal	Kartläggande mätning av personal (alla kategorier) för inhalerbart damm och endotoxiner speciellt för saneringspersonal. Därefter årlig uppföljning kopplat till processområden och riskfyllda arbetsmoment.
Referens	Kartläggande mätning av inhalerbart damm, terpenier och endotoxiner Därefter vid behov samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras.
Vågrum	Kartläggande mätning av inhalerbart damm, terpenier och endotoxiner. Därefter vid behov samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras.
Flisning och krosshus	Kartläggande mätning av inhalerbart damm, terpenier och endotoxiner. Därefter vid behov samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras.
Tippfickor	Kartläggande mätning av damm fraktioner (inklusive metaller), terpenier, endotoxiner, fibrer och NO ₂ Därefter vid behov samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras
Sållhus	Kartläggande mätning av inhalerbart damm, terpenier och endotoxiner. Därefter vid behov samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras
Bandgångar	Kartläggande mätning av inhalerbart damm, terpenier och endotoxiner. Därefter vid behov samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras
Bränsleinmatning	Kartläggande mätning av respirabelt damm, terpenier och endotoxiner. Därefter vid behov samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras

Provpunkter	Förslag till tidsintervaller för mätning
Bränsle- och avfallsbunker	Kartläggande mätning av damm fraktioner, terpener och endotoxiner. Därefter vid behov samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras
Flygaska	Kartläggande mätning av damm fraktioner (inklusive metaller) och kvarts vid flygasksändare, tömning och provtagning. Därefter vid behov och identifierade problemställen samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras.
Bottenaska	Kartläggande mätning av damm fraktioner (inklusive metaller) och kvarts vid bottenasktömning, slagghus och transportband Därefter vid behov och identifierade problemställen samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras.
Sand- och kalksilo	Kartläggande mätning av respirabelt damm och kvarts Därefter vid behov samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras.
Pannhus	Kartläggande mätning av respirabelt damm (inklusive metaller) och kvarts Därefter vid behov samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras.
Kontrollrum och kranhytt	Kartläggande mätning av respirabelt damm (inklusive metaller) Därefter vid behov samt enligt utarbetad mätplan. Om verksamheten ändras bör ny mätning utföras.

5.4 FÖRSLAG PÅ MÄTPLAN

Förslag på kartläggande mätplan anges i **Tabell 8** och **Tabell 9**. Presenterade mätplaner är utvecklade utifrån diskussioner med Arbets- och miljömedicin i Linköping och anläggningspersonalen som medverkant i detta projektet samt resultaten som är redovisade i denna rapport. Mätplanen är mycket omfattande och täcker alla fallen som har förekommit i detta projekt. Det kan finnas möjligheter att minska antalet mätningar för att anpassa mätplanen för andra fall.

Tabell 8 Förslag på kartläggande mätplan för första tillfället för en bioanläggning

	Totaldamm	Inhalebart damm	Respirabelt damm	Metaller i totaldamm	Metaller i inh. damm	Metaller i resp. damm	Kvarts	Terpener	Endotoxiner	Fibrer	Kvävedioxid, NO ₂
Personal											
Bränsle		x			x			x	x		
Drift		x			x			x	x		
Underhåll		x			x			x	x		
Sanering		x			x			x	x		
Hantering av bränsle											
Referens, utomhus		x						x	x		
Vågrum		x						x	x		
Flisning		x						x	x		
Tippning	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Sållhus		x						x	x		
Bandgång		x						x	x		
Bränsleinmatning			x					x	x		
Bränslebunker	x	x	x					x	x		

	Kvävedioxid, NO ₂	Fibrer	Endotoxiner	Terpener	Kvarts	Metaller i resp. damm	Metaller i inh. damm	Metaller i totaldamm	Respirabelt damm	Inhalebart damm	Totaldamm
Hantering av aska, sand och kalk											
Flygaska					x	x		x	x		x
Bottenaska					x	x	x	x	x	x	x
Sand och kalk					x	x			x		
Övrigt											
Pannhus					x	x			x		

Tabell 9 Förslag på kartläggande mätplan vid första tillfället för en avfalls- eller samförbränningsanläggning

	Kvävedioxid, NO ₂	Fibrer	Endotoxiner	Terpener	Kvarts	Metaller i resp. damm	Metaller i inh. damm	Metaller i totaldamm	Respirabelt damm	Inhalebart damm	Totaldamm
Personal											
Bränsle			x	x			x			x	
Drift			x	x			x			x	
Underhåll			x	x			x			x	
Sanering			x	x			x			x	
Hantering av bränsle											
Tippning	x	x	x								
Sållhus			x								
Bandgång			x								
Bränsleinmatning	x		x								
Avfallsbunker			x	x					x		
Hantering av aska, sand och kalk											
Flygaska					x	x	x	x	x	x	x
Bottenaska					x	x	x	x	x	x	x
Sand och kalk					x	x			x		
Övrigt											
Pannhus					x	x			x		
Kontrollrum						x			x		

5.5 FÖRSLAG PÅ PERSONLIG SKYDDSUTRUSTNING

Personlig skyddsutrustning ska användas när andra åtgärder inte är tillräckliga eller går att använda. Här ges några förslag på personlig skyddsutrustning (**Tabell 10**) och deras klass samt påbudsskyltar (Figur 40, Figur 41 och Figur 42) som bör användas för upplysningsplikt till personal i de områden där hög exponeringsrisk finns.

Tabell 10 Förslag på personlig skyddsutrustning för ämnen med exponeringsrisk

Ämne med exponeringsrisk	Personlig skyddsutrustning
Damm	Andningsskydd
Terpener	• Halvmask med utbytbar filter i klass P3
Endotoxiner	• Vid mycket höga halter, fysiskt krävande arbete eller om arbetet tar längre tid än två timmar bör ett fläkt matat andningsskydd eller en andningsapparat med extern tillförsel av luft användas
Fibrer	
Kvarts	• I ett utrymme där luftens syrgas förbrukas (t ex vid lagring av träflis eller pellets) krävs i regel andningsapparat för ett fullgott skydd



Figur 40 Andningsskydd



Figur 41 Skyddskläder



Figur 42 Skyddsglasögon

6 Fortsatt forskningsarbete

Under arbetet i det nuvarande projektet har det upptäckts att i vissa fall finns det ytterligare information i mätningarna om mätresultaten jämförs inbördes på olika sätt. En direkt fortsättning av detta projekt är att kunna belysa dessa samband i syfte att utöka informationsutbytet från mätningarna.

Det kan vara intressant också att följa upp det arbete som görs utifrån resultaten av anläggningarna som har ingått i samarbetet i detta projekt, och redovisa konsekvenser av de åtgärder som införs i anläggningarna.

I november börjar de nya föreskrifterna om kvarts – stendamm i arbetsmiljön, AFS 2015:2, att gälla. De nya reglerna har ett tydligt fokus på riskbedömning och förebyggande åtgärder. Det nya AFS 2015:2 sätter nya krav för kvarts ämnen kristobalit och tridymit. I och med detta föreslås mätningar av kristobalit och tridymit genomförs där kvarts kan finnas i anläggningarna t ex för fluidbäddpannor.

Erfarenheter från detta projekt har visat på vilka processteg i olika områden i anläggningar som eldar biobränsle och avfall, som kan orsaka förhöjd exponering och försämrad arbetsmiljö vad avser luftkvalitet. Däremot har inte hänsyn tagits till olika processlösningar och vilka åtgärder som redan har införts och vilka ytterligare förbättringsmöjligheter som finns. Inte heller inverkan av olika bränslekvalité har beaktats. Det vore intressant att undersöka detta vidare och se om det finns generella lösningar för vissa typer av processteg eller komponenter och erfarenheter kring detta.

7 Referenser

- [1] Birgitta Strömberg, Solvie Herstad Svärd, *Bränslehandboken 2012*, **Värmeforsk 1234**, 2012.
- [2] Jessica Englund, Kerstin Sernhed, Olle Nyström, Frank Gravéus, *Bränslerisker*, **Värmeforsk A:35**, 2012.
- [3] Urban Svedberg, Anders Knutsson, *Faror och hälsorisker vid förvaring och transport av träpellets, träflis och timmer i slutna utrymmen*, **Arbetsmiljöverket 2011:2**, 2011.
- [4] Johan Ekström, Mikael Sondén, Maria Hägg, Bernt Åke Johansson, Mikael Johansson, Karoline Ågren, Håkan Gunnarsson, Pär Sandin, *Underhållsmetoder Utveckling, Trender och Rekommendationer*, **Värmeforsk 988**, 2006.
- [5] Ulf Bergendorf, *Partikelstorlekar vid dammprovtagning Nya begrepp och definitioner*, **Bulletin årgång 24**, 2006
- [6] Mariann Walding, *Konsekvensbeskrivning -till föreskrifterna om hygieniska gränsvärden AFS 2011:18*, **Arbetsmiljöverket 2012:3**, 2012.

Bilaga 1 Mätplan

Genomförd mätplan för samtliga anläggningar A-D.

	Totaldamm				Inhalebart damm				Respirabelt damm				Metaller i totaldamm				Metaller i inh. damm				Metaller i resp. damm				Kvarts				Terpener				Endotoxin				Fibrer				Kvävedioxid, NO2					
Personal	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D						
Bränsle					x	x	x	x																																						
Drift					x		x	x																																						
Underhåll					x	x	x																																							
Sanering					x	x	x	x																																						
Hantering av bränsle	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D		
Referens					x	-	x	-	x	-																																				
Vågrum																																														
Flisning					x	-	x	-																																						
Tippning	-x		x	x	x	x	x	x	-x		x	-	x	-	x		x	x	x	x	x	x																								
Sållhus					x	-	x	-	x				-x																																	
Bandgång					x	-	x	-	x				-x																																	
Bränsleinmatning									-x	-	x	x	x	-x																																
Bränsle-avfallsbunker	-x				x	x	-x		-x	-x																																				
Hantering av aska, sand och kalk	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D		
Flygaska	x	x	x	x		x	-		x	x	-x	x	x	x	-x	x		x	x	-x	x	x	x	x	x	-x																				
Bottenaska	x	x	x	-x	x	-			-x	x	x	-x	x	x	x	-x	x		-x	x	-																									
Sand och kalk	x	x	x	-x	x	-			-x	x	x	-x																																		
Övrigt	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D		
Pannhus									-x		-x																																			
Kontrollrum									x		x																																			

(x): mätning har utförts på bio- och avfallsanläggning.

(x-): mätning har utförts på bioanläggning

(-x): mätning har utförts på avfallsanläggning

Bilaga 2 Luftkvalitetsmätningar

Resultaten av luftkvalitetsmätningar för mätningarna i alla fyra anläggningarna presenteras här i sin helhet. Först presenteras mätvärden ämnesvis för varje ämne och jämförts med angivet hygieniskt gränsvärde i AFS 2011:18. Därefter presenteras mätvärden igen områdesvis för att kunna belysa exponeringsrisken i processområden.

All mätdata från luftkvalitetsmätningarna finns i Bilaga 4.

LUFTKVALITETSMÄTNING FÖR VARJE ÄMNE

Här presenteras resultaten ämnesvis (totaldamm, inhalerbart damm, respirabelt damm, metaller i totaldamm, metaller i inhalerbart, metaller i respirabelt damm, endotoxiner, terpenier, kvarts och fibrer).

Totaldamm

Totaldamm analyserades (27 prov i 8 provpunkter) generellt vid tippfickor, flygaskändare, flygasktömning, bottenasktömning, slagghus och flygaskprovtagningssum där det finns risk för höga halter totaldamm, se Tabell 11 och Figur 43.

Höga halter totaldamm, som överskred nivågränsvärdet (5 mg/m³ organiskt damm) uppmättes vid:

- Anläggning C-PTP-tippficka (5,25 mg/m³)

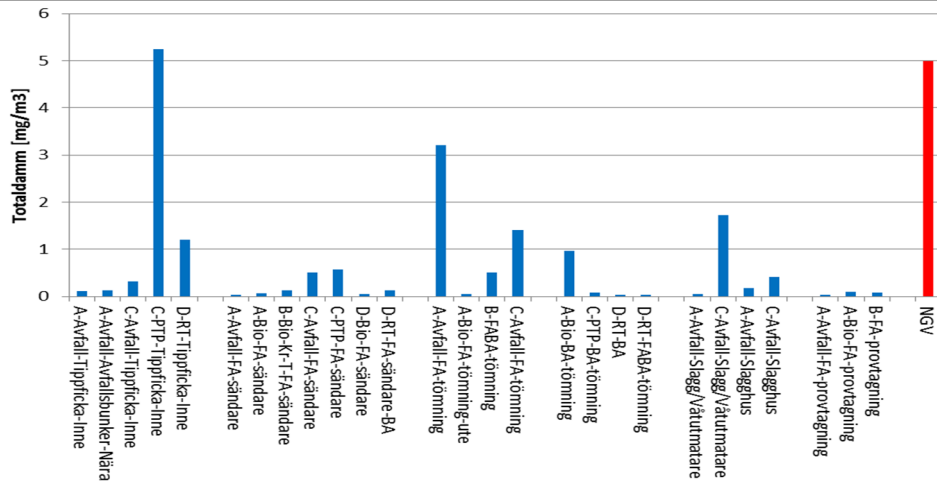
Tabell 11 Analys av totaldamm

Totaldamm	A	A	B	B	C	C	D	D
NVG= 5 mg/m ³	Bio	Avfall	Bio-Kr-T	Bio	Avfall	PTP	Bio	RT
Tippficka-Inne	-	0,11	-	-	0,31	5,25	-	1,20
Tippficka -Nära	-	0,12	-	-	-	-	-	-
FA-sändare	0,07	0,03	0,13	-	0,50	0,57	0,05	0,12
FA-tömning	0,05	3,21	-	0,51 ¹	1,41	0,08	-	0,04 ³
BA-tömning	0,97	-	-	0,51 ¹	-	-	-	0,04 ³
Slagg/Våtutmatning	-	0,05	-	1,72	-	-	-	-
Slagghus	-	0,17	-	0,41	-	-	-	-
FA-provtagning	0,10	<0,03	0,08 ²	0,08 ²	-	-	-	0,08

¹ Gemensam FA- och BA-tömning för B-Bio

² Gemensam FA-provtagning för B-Bio-Kr-T och B-Bio

³ Gemensam FA- och BA-tömning för D-RT



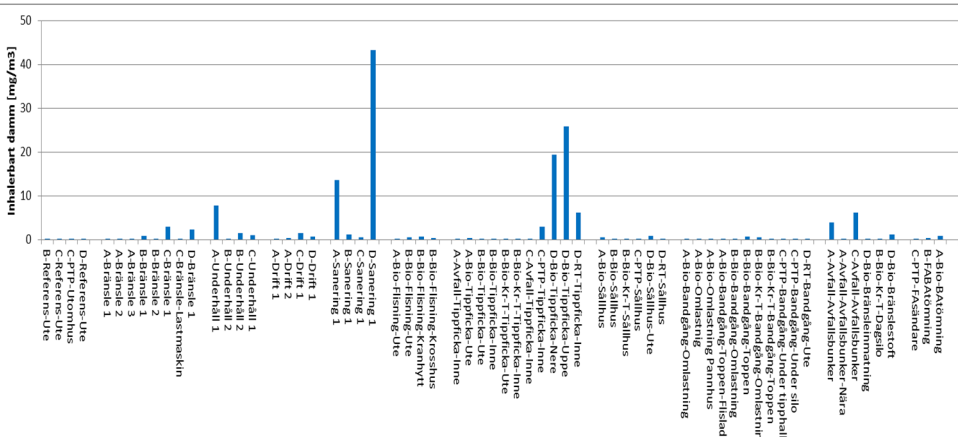
Figur 43 Analys av totaldamm. NGV=5 mg/m³

Inhalierbar dämm

Inhalerbart damm analyserades (65 prov i 11 provpunkter) generellt för personburen provtagning och på följande processområden tippfickor, flisning, sållhus, bandgångar, bränsleinmatning och flygasktömning, se **Figur 44**

Höga halter (över nivågränsvärdet 10 mg/m³ för oorganiskt damm och över nivågränsvärdet 2 mg/m³ för trä damm) inhalerbart damm uppmättes för:

- Anläggning D- Saneringspersonal (44 mg/m³)
- Anläggning A- Saneringspersonal (14 mg/m³)
- Anläggning D-Bio-Tippficka-Inne-Uppe (26 mg/m³)
- Anläggning D-Bio-Tippficka-Inne-Nere (19 mg/m³)
- Anläggning D-Bränslepersonal (2,3 mg/m³)



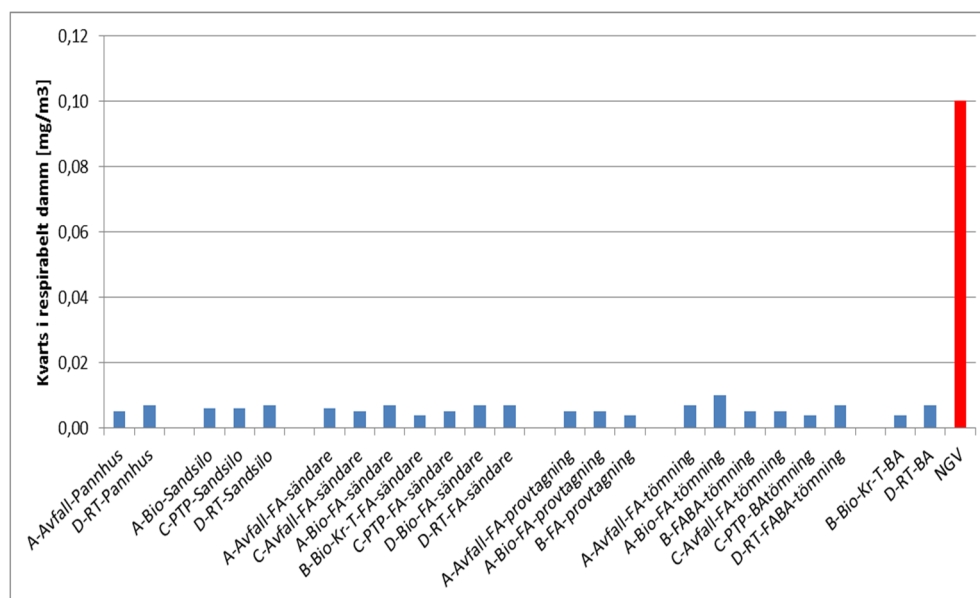
Figur 44 Analys av Inhalerbart damm. NGV= 10 mg/m³ oorganiskt damm, NGV=2 mg/m³ trädamm.

Tabell 12 Analys av kvarts i respirabelt damm

Kvarts	A	A	B	B	C	C	D	D
NGV=0,1 mg/m ³	Bio	Avfall	Bio-Kr-T	Bio	Avfall	PTP	Bio	RT
Pannhus	-	<0,005	-	-	-	-	-	<0,007
Sandsilo	<0,006	-	-	-	-	<0,006	-	<0,007
FA-sändare	<0,007	<0,006	<0,004	-	<0,005	<0,005	<0,007	<0,007
FA-tömning	<0,010	0,007	<0,005 ¹	<0,005 ¹	<0,005	-	-	<0,007 ³
FA-provtagning	<0,005	<0,005	<0,004 ²	<0,004 ²	-	-	-	-
BA-tömning	-	-	<0,004	-	-	<0,004	-	<0,007 ³

¹ Gemensam FA-tömning B-Bio-Kr-T och B-Bio

² Gemensam FA-provtagning för B-Bio-Kr-T och B-Bio

³ Gemensam FA- och BA-tömning för D-RT


Figur 46 Analys av kvarts i respirabelt damm

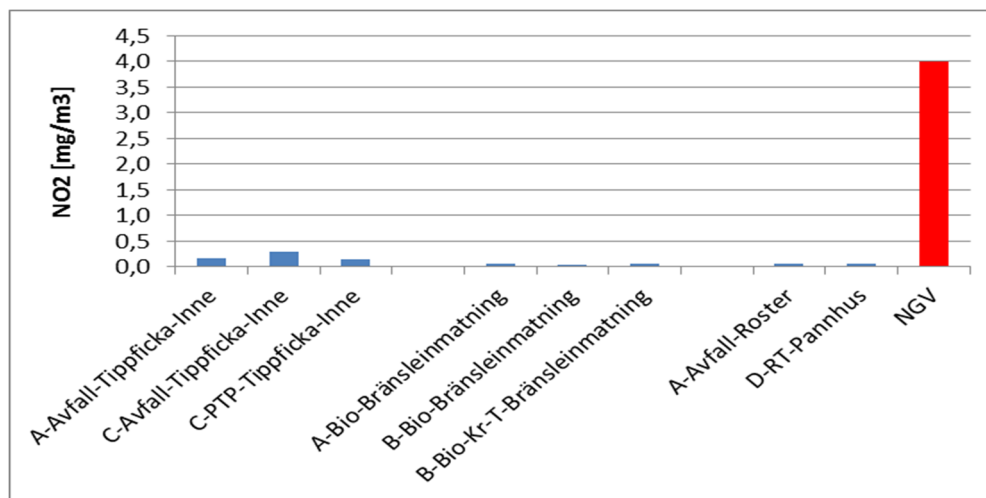
Kvävedioxid, NO₂

Kvävedioxid analyserades (7 prover i 3 provpunkter) vid tippfickor, bränsleinmatning och i pannhuset, se Tabell 13 och Figur 47.

Kvävedioxidhalterna låg långt under nivågränsvärdet (4,0 mg/m³) för samtliga prover.

Tabell 13 Analys av kvävedioxid, NO₂

NO ₂	A	A	B	B	C	C	D	D
NGV=4,0 mg/m ³	Bio	Avfall	Bio-Kr-T	Bio	Avfall	PTP	Bio	RT
Tippficka	-	0,18	-	-	0,30	0,15	-	-
Bränsleinmatning	0,05	0,05	0,06	-	-	-	-	-
Pannhus	-	-	-	-	-	-	-	0,07



Figur 47 Analys av kvävedioxid, NO₂ vid tippfickor, bränsleinmatning och pannhus

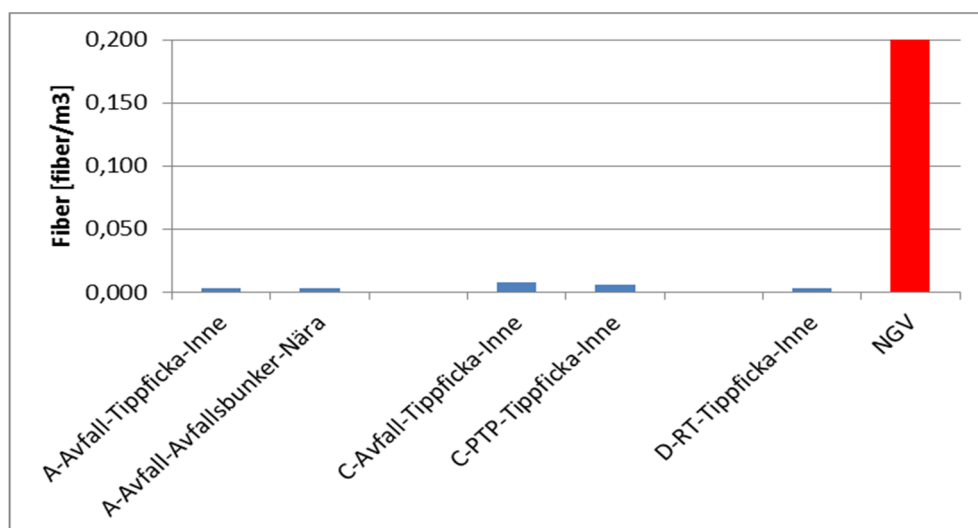
Fibrer

Analys av fibrer (5 prover i 2 provpunkter) analyserades vid tippfickor inomhus för samtliga anläggningar med undantag för anläggning B som även analyserade i rum nära tippfickan, se Tabell 14 och Figur 48.

Samtliga fiberanalyser har halter under detektionsgränsen.

Tabell 14 Analys av fibrer

Fibrer	A	A	B	B	C	C	D	D
NGV=0,2 fiber/m ³	Bio	Avfall	Bio-Kr-T	Bio	Avfall	PTP	Bio	RT
Tippficka-Inne	-	<0,003	-	-	<0,008	<0,006	-	<0,003
Tippficka-Nära	-	<0,003	-	-	-	-	-	-



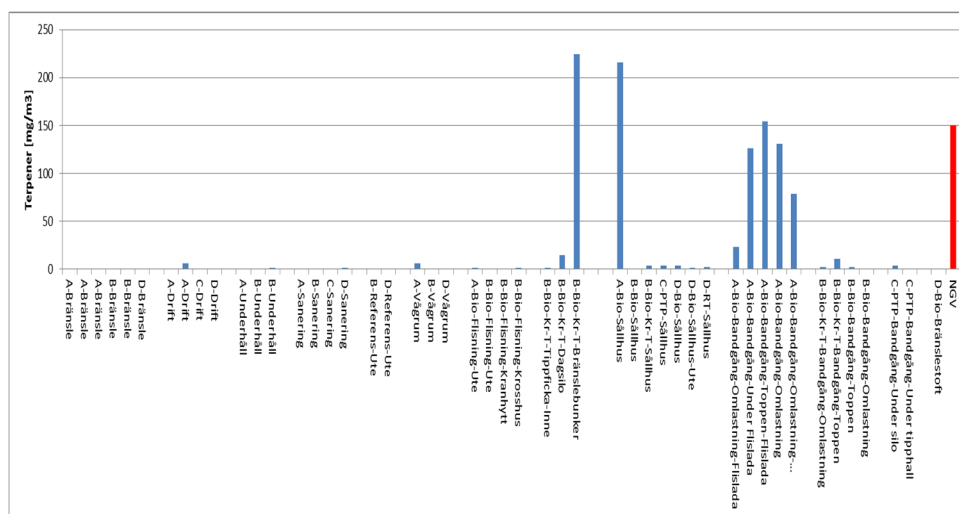
Figur 48 Analys av fibrer vid avfallsbunker och tippfickor

Terpener

Terpener (α -pinen, β -pinen, 3-karen och limonen) analyserades (47 prover i 13 provpunkter) på ett flertal processområden, personburen mätning, referensmätning utomhus vid bränslestack, vågrum, flisning, tippfickor, bränslebunker, sållhus och bandgångar, se Figur 49.

Halten terpener låg under nivågränsvärdet (150 mg/m^3) för samtliga mätpunkter med undantag för:

- Anläggning B-Bio-Kr-T-Bränslebunker (224 mg/m^3)
- Anläggning A-Bio-Sållhus (216 mg/m^3)
- Anläggning A-Bio-Bandgångar-Omlastning-Toppen (154 mg/m^3)



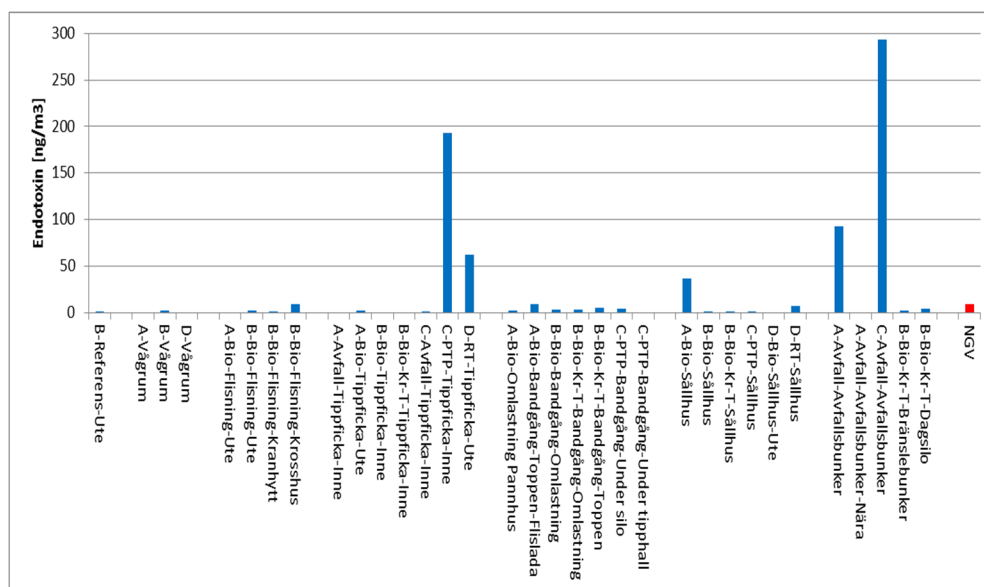
Figur 49 Analys av terpener. NGV= 150 mg/m^3

Endotoxiner

Endotoxiner analyserades (33 prover i 7 provpunkter) vid referensmätning utomhus vid bränslestack, vågrum, flisning, tippfickor, bränslebunker, sållhus och bandgångar se Figur 50

Halten endotoxiner låg under rekommenderat nivågränsvärde (9 ng/m^3) för samtliga mätpunkter med undantag för:

- Anläggning A-Bio-Sållhus (37 ng/m^3)
- Anläggning A-Avfall-Avfallsbunker (92 ng/m^3)
- Anläggning B-Bio-Flisning-Krosshus ($9,1 \text{ ng/m}^3$)
- Anläggning C-Avfall-Avfallsbunker (293 ng/m^3)
- Anläggning C-PTP-Tippficka-Inne (193 ng/m^3)
- Anläggning D-RT-Tippficka-Inne (63 ng/m^3)



Figur 50 Analys av endotoxiner. RGV=9ng/m³

LUFTKVALITETSMÄTNING FÖR VARJE PROCESSOMRÅDE

Resultatet från luftkvalitetsmätningens olika processområden är uppdelad i personburen mätning, hantering av bränsle, hantering av aska, sand och kalk samt övriga områden och presenteras i sin helhet nedan

All mätdata från luftkvalitetsmätningarna presenteras i Bilaga 4.

Personal

Personburen provtagning har utförts på fyra arbetsgrupper enligt följande:

1. Bränslepersonal
2. Driftpersonal
3. Underhållspersonal
4. Saneringspersonal

Analys som utfördes var inhalerbart damm och terpenier.

Mätning av inhalerbart damm låg under nivågränsvärdet (10 mg/m³ oorganiskt damm, 2 mg/m³ för trädam) för samtliga arbetsgrupper med undantag för:

- Anläggning D- Saneringspersonal (44 mg/m³)
- Anläggning A- Saneringspersonal (14 mg/m³)
- Anläggning D-Bränslepersonal (2,3 mg/m³)

Mätning av terpenier låg under nivågränsvärdet (150 mg/m³) för samtliga arbetskategorier.

Bränslepersonal

Mätning för bränslepersonal (14 prov, 8 personer) visade generellt låga halter för inhalerbart damm (10 mg/m³ oorganiska damm, 2 mg/m³ för trädam) och terpenier (150 mg/m³), se Tabell 15, med undantag för inhalerbart damm (2 mg/m³ trädam),:

- Anläggning D-Bränslepersonal (2,3 mg/m³)

Se **Tabell 16** för arbetsuppgifter kopplat till bränslepersonalen under provtagningstiden.

Tabell 15 Analysresultat för bränslepersonal

Anläggning	Personer	Inhalerbart damm [mg/m ³] NGV= 10 (2 för trä)	Terpener [mg/m ³] NGV=150
A	A-Bränsle 1	<0,12	0,5
A	A-Bränsle 2	0,2	<0,1
A	A-Bränsle 3	0,15	0,8
B	B-Bränsle 1	0,8	<0,1
B	B-Bränsle 2	<0,01	1,1
C	C-Bränsle 1	2,9	-
C	C-Bränsle-Lastmaskin	0,17	-
D	D-Bränsle 1	2,3	<0,1

Tabell 16 Bränslepersonalens arbetsuppgifter under provtagningen.

Provpunkt	Arbetsuppgift under provtagningen
A-Bränsle 1	Maskinförare avfallspanna Utlastning av slagg från avfallspanna och tömt bottenaska från biopanna
A-Bränsle 2	Maskinförare avfallspanna Tippning av avfall till avfallsbunker
A-Bränsle 3	Virkesmätare/Bränsletekniker Arbetat i vågrummet
B-Bränsle 1	Maskinförare biopanna Arbetat vid krossen (Bio) och tippficka (Bio-Kr-T)
B-Bränsle 2	Maskinförare biopanna Tippning av Bio-Kr-T till tippficka
C-Bränsle 1	Bränsletekniker Arbetat i vågrummet, rensat elevator, rondning och städning av kulvert och kontrollrum
C-Bränsle-Lastmaskin	Maskinförare avfallspanna Tippning av bränsle till lilla tippfickan
D-Bränsle 1	Maskinförare biopanna Arbetat i tippvall

Driftpersonal

Driftpersonalen (8 prov, 4 personer) har inga halter som överstiger nivågränsvärdet för inhaledbart damm (10 mg/m³ oorganiskt damm, 2 mg/m³ trädam) och terpenier (150 mg/m³), se Tabell 17. Se **Tabell 18** för arbetsuppgifter kopplat till driftpersonalen under provtagningstiden.

För anläggning B har ingen mätning utförts av driftpersonalen.

Tabell 17 Analysresultat för driftpersonal

Anläggning	Personer	Inhalerbart damm [mg/m ³] NGV= 10 (2 för trä)	Terpener [mg/m ³] NGV=150
A	A-Drift 1	0,2	5,9
A	A-Drift 2	0,4	<0,1
C	C-Drift 1	1,5	<0,1
D	D-Drift 1	0,7	0,2

Tabell 18 Driftpersonalens arbetsuppgifter under provtagningen

Provmärkning	Arbetsuppgift under provtagningen
A-Drift 1	Drifttekniker avfallspanna Arbetat i kontrollrummet och kranhytt.
A-Drift 2	Drifttekniker biopanna Rondering av kontrollrum, bränsle, panna och turbin.
C-Drift 1	Drifttekniker avfallspanna Rondering av källare, bränsle och aska
D-Drift 1	Drifttekniker biopanna Arbetet med provtagning av bränsle och kontrollrum

Underhållspersonal

Underhållspersonalen (7 prov, 4 personer) har inga halter som överstiger nivågränsvärdet för inhaledbart damm (10 mg/m³ oorganiskt damm, 2 mg/m³ träddamm) och terpenier (150 mg/m³), se Tabell 19. Se **Tabell 20** för arbetsuppgifter kopplat till driftpersonalen under provtagningstiden.

För anläggning D har ingen mätning utförts av underhållspersonal.

Tabell 19 Analysresultat för underhållspersonal

Anläggning	Person	Inhaledbart damm [mg/m ³] NGV= 10 (2 för trä)	Terpenier [mg/m ³] NGV=150
A	A-Underhåll 1	7,8	<0,1
B	B-Underhåll 1	0,2	1,3
B	B-Underhåll 2	1,5	<0,1
C	C-Underhåll 1	0,9	-

Tabell 20 Underhållspersonals arbetsuppgifter under provtagningen

Provmärkning	Arbetsuppgift under provtagningen
A-Underhåll 1	Mekaniker avfallspanna Arbeta med lagning av pump i bunker
B-Underhåll 1	Mekaniker biopanna Kontroll av askhall, oljenivåer och kolskrapor
B-Underhåll 2	Reparatör biopanna Tömt slangfilter och rondning i askhall samt kontorsarbete
C-Underhåll 1	Mekaniker avfallspanna Kontroll av sopskopor, slaggsopor, bärrullar och lagning av ammoniaklans

Saneringspersonal

Mätning för saneringspersonalen (8 prov, 4 person) översteg nivågränsvärdet för inhaledbart damm (10 mg/m³ oorganiskt damm, 2 mg/m³ träddamm) men inte för terpenier (150 mg/m³), se Tabell 21. Se Tabell 22 för arbetsuppgifter kopplat till driftpersonalen under provtagningstiden. Överskridande för:

- Anläggning D- Saneringspersonal (44 mg/m³)
- Anläggning A- Saneringspersonal (14 mg/m³)

Tabell 21 Analysresultat för saneringspersonal

Anläggning	Person	Inhaledbart damm [mg/m ³] NGV= 10 (2 för trä)	Terpenier [mg/m ³] NGV=150
A	A-Sanering 1	14	<0,1
B	B-Sanering 1	1,1	<0,1
C	C-Sanering 1	0,5	<0,1
D	D-Sanering 1	44	1,7

Tabell 22 Saneringspersonalens arbetsuppgifter under provtagningen

Provmärkning	Arbetsuppgift under provtagningen
A-Sanering 1	Sanerare avfallspanna Sanerat bunker och spolning av slaggband
B-Sanering 1	Sanerare biopanna Sanerat sållhus, pannhus, inventering av förråd
C-Sanering 1	Sanerare avfallspanna Sanerat pannhus P1,P2,P3
D-Sanering 1	Sanerare biopanna Sanerat tippficka

Hantering av bränsle

Provtagning för hantering av bränsle har utförts i nedan nämnda processområden:

1. Referensmätning
2. Vågrum
3. Flisning och krosshus
4. Tippfickor
5. Sållhus
6. Bandgångar
7. Bränsleinmatning
8. Bränsle- och avfallsbunker

Referensmätning

Referensprov (6 prov i 3 provpunkter) utfördes utomhus.

Inhalerbart damm uppmättes för tre anläggningar B, C och D medan terpenier och endotoxiner utfördes endast på anläggning B. Ingen referensmätning utfördes på anläggning A.

Samtliga referensprov låg under nivågränsvärdet för inhalerbart damm (2 mg/m³ träddamm), terpenier (150 mg/m³) och rekommenderat gränsvärde för endotoxiner (9 ng/m³), se Tabell 23

Tabell 23 Analysresultat för referensprov utomhus vid bränslestack

Anläggning	Provmärkning	Inhalerbart damm [mg/m ³] NGV= 2 för trä	Terpenier [mg/m ³] NGV=150	Endotoxiner [ng/m ³] RGV=9
B	B-Referens	0,10	0,3	1,95
C	C-Referens	0,13	-	-
D	D-Referens	<0,30	<0,1	-

Vågrum

I vågrummet (6 prov i 3 provpunkter) analyserades terpenier och endotoxiner för anläggning A, B och D, se Tabell 24

Ingen provtagning i vågrum utfördes för anläggning C.

Samtliga prover låg under nivågränsvärdet för terpenier (150 mg/m³) och rekommenderat gränsvärde för endotoxiner (9 ng/m³).

Tabell 24 Analysresultat för vågrum, hantering av inkommande bränsleprov

Anläggning	Provpunkt	Terpener [mg/m ³] NGV=150	Endotoxiner [ng/m ³] RGV=9
A	A-Vågrum	6,4	0,39
B	B-Vågrum	0,1	2,4
D	D-Vågrum	0,3	0,44

Flisning och krosshus

Inhalerbart damm, terpener och endotoxiner analyserades för anläggning A och B, se

Tabell 25

Ingen provtagning har utförts på anläggning C och D eftersom ingen flisning av inkommande bränsle sker där.

Samtliga prover (12 prov i 4 provpunkter) låg under nivågränsvärdet för inhaledamt damm (2 mg/m³ trä), terpener (150 mg/m³) och rekommenderat nivågränsvärde för endotoxiner (9 ng/m³) med undantag för:

- Endotoxiner för Anläggning B-Krosshus (9,1 ng/m³)

Tabell 25 Analysresultat för flisning.

Anläggning	Provpunkt	Inhalerbart damm [mg/m ³] NGV= 2 för trä	Terpener [mg/m ³] NGV=150	Endotoxiner [ng/m ³] RGV=9
A	A-Flisning-Kranhytt	<0,14	1,4	0,79
B	B-Flisning-Ute	0,47	0,1	2,5
B	B-Flisning- Kranhytt	0,69	0,1	1,3
B	B-Flisning-Krosshus	0,28	1,2	9,1

Tippfickor

Vid tippfickan analyserades (19 prov i 11 provpunkter) i varierande omfattning totaldamm, respirabelt damm, inhaledamt damm, metaller i damm, terpener, endotoxiner och NO₂ för anläggning A,B,C och D, se Tabell 26 och Tabell 27.

Samtliga prover låg under nivågränsvärdet för totaldamm (5 mg/m³), inhaledamt damm (10 mg/m³ oorganisk damm, 2 mg/m³ trädam), respirabelt damm (5 mg/m³), terpener (150 mg/m³), endotoxiner (9ng/m³), NO₂ (4 mg/m³) och fibrer (0,2 fibrer/m³) med undantag för:

- Totaldamm för Anläggning C-PTP-Tippficka-Inne (5,3 mg/m³)
- Inhaledamt damm för Anläggning D-Bio-Tippficka-Inne-Uppe (26 mg/m³)
- Inhaledamt damm för Anläggning D-Bio-Tippficka-Inne-Nere (19 mg/m³)
- Inhaledamt damm för Anläggning D-RT-Tippficka -Inne (6,1 mg/m³)
- Endotoxiner för Anläggning C-PTP-Tippficka-Inne (193 ng/m³)
- Endotoxiner för Anläggning D-RT-Tippficka-Inne (63 ng/m³)

De analyserade metallhalterna i totaldamm inhaledamt damm och respirabelt damm låg samtliga under nivågränsvärdet för varje enskild metall, se bilaga 4 för mätvärden.

Tabell 26 Analysresultat för tippficka

Anläggning	Provpunkt	Totaldamm [mg/m ³] NGV= 5	Inhalerbart damm [mg/m ³] NGV= 10 (2 för trä)	Respirabelt damm [mg/m ³] NGV= 5
A	A-Bio-Tippficka-Ute	-	0,38	-
A	A-Avfall-Tippficka-Ute	0,11*	0,13*	0,04*
B	B-Bio-Tippficka-Ute	-	0,19	-
B	B-Bio-Tippficka-Inne	-	0,01	-
B	B-Bio-Kr-T-Tippficka-Ute	-	0,19	-
B	B-Bio-Kr-T-Tippficka-Inne	-	<0,01	-
C	C-Avfall-Tippficka-Inne	0,31*	0,26*	0,06*
C	C-PTP-Tippficka-Inne	5,25*	2,92	0,14*
D	D-Bio-Tippficka-Inne-Nere	-	19,4	-
D	D-Bio-Tippficka-Inne-Uppe	-	25,8	-
D	D-RT-Tippficka-Inne	1,2	6,08*	0,49*

*Analys av metallhalter i totaldamm, inhalerbart damm och respirabelt damm

Tabell 27 Analysresultat för tippficka

Anläggning	Provpunkt	Terpener [mg/m ³] NGV=150	Endotoxiner [ng/m ³] RGV=9	NO ₂ [mg/m ³] NGV=4	Fiber [fiber/m ³] NGV=0,2
A	A-Bio-Tippficka-Ute	-	2,2	-	-
A	A-Avfall-Tippficka-Inne	-	0,38	0,18	<0,003
B	B-Bio-Tippficka-Ute	-	-	-	-
B	B-Bio-Tippficka-Inne	-	0,35	-	-
B	B-Bio-Kr-T-Tippficka-Ute	-	-	-	-
B	B-Bio-Kr-T-Tippficka-Inne	1,2	0,21	-	-
C	C-Avfall-Tippficka-Inne	-	1,57	0,30	<0,008
C	C-PTP-Tippficka-Inne	-	192,7	0,15	<0,006
D	D-Bio-Tippficka-Inne-Nere	-	-	-	-
D	D-Bio-Tippficka-Inne-Uppe	-	-	-	-
D	D-RT-Tippficka-Inne	-	62,8	-	<0,003

Sållhus

I sållhuset analyserades (21 prov i 7 provpunkter) inhalerbart damm, terpenener och endotoxiner för samtliga bio-anläggning A,B, C och D, se Tabell 28

Respirabelt damm analyserades endast på anläggning D-RT-Sållhus.

Samtliga prover låg under nivågränsvärdet för respirabelt damm (5 mg/m³), inhalerbart damm (10 mg/m³ oorganiskt, 2 mg/m³ trä), terpenener (150 mg/m³) och rekommenderat gränsvärde för endotoxiner (9 ng/m³) med undantag för:

- Terpener för anläggning A-Sållhus (216 mg/m³)
- Endotoxiner för anläggning A-Sållhus (37 ng/m³)

Tabell 28 Analysresultat för sållhus

Anläggning	Provpunkt	Respirabelt damm [mg/m ³] NGV= 5	Inhalerbart damm [mg/m ³] NGV= 10 (2 för trä)	Endotoxiner [ng/m ³] RGV=9	Terpener [mg/m ³] NGV=150
A	A-Bio-Sållhus	-	0,50	37	216
B	B-Bio-Kr-T-Sållhus	-	<0,02	1,7	0,2
B	B-Bio-Sållhus	-	0,08	1,8	4,2
C	C-PTP-Sållhus	-	0,25	1,8	4,1
D	D-Bio-Sållhus	-	<0,20	-	3,6
D	D-Bio-Sållhus-Ute	-	0,80	0,1	1,5
D	D-RT-Sållhus	0,01	0,30	7,5	2,4

Bandgång

Inhalerbart damm, terpenier och endotoxiner analyserades för anläggning A,B, C och D, se Tabell 29

Samtliga prover (32 prov i 13 provpunkter) låg under nivågränsvärdet för inhaled damm (10 mg/m³ oorganiskt damm, 2 mg/m³ trädamm), terpenier (150 mg/m³) och rekommenderat värde för endotoxiner (9 ng/m³) med undantag för:

- Terpenier för anläggning A-Bio-Bandgång-Topp-Flislada (154 mg/m³)

Tabell 29 Analysresultat för bandgångar

Anläggning	Provpunkt	Inhalerbart damm [mg/m ³] NGV= 10 (2 för trä)	Endotoxiner [ng/m ³] RGV=9	Terpenier [mg/m ³] NGV=150
A	A-Bio-Bandgång-Under- Flislada	-	-	126
A	A-Bio-Bandgång-Topp-Flislada	<0,17	8,90	154
A	A-Bio-Bandgång-Omlastning-Flislada	<0,16	-	23
A	A-Bio-Bandgång-Omlastning	<0,13	-	131
A	A-Bio-Bandgång-Omlastning-Pannhus	<0,16	2,80	79
B	B-Bio-Bandgång-Omlastning	<0,20	3,62	0,20
B	B-Bio-Bandgång-Toppen	0,69	-	2,4
B	B-Bio-Kr-T-Bandgång-Omlastning	0,55	3,64	2,7
B	B-Bio-Kr-T-Bandgång-Toppen	0,08	5,41	11
C	C-PTP-Bandgång-Under-Tippshall	0,06	0,30	0,8
C	C-PTP-Bandgång-Under-Silo	0,18	4,11	3,9
D	D-Bio-Bränslesändare	1,22	-	<0,1
D	D-RT-Bandgång-Ute	<0,18	-	-

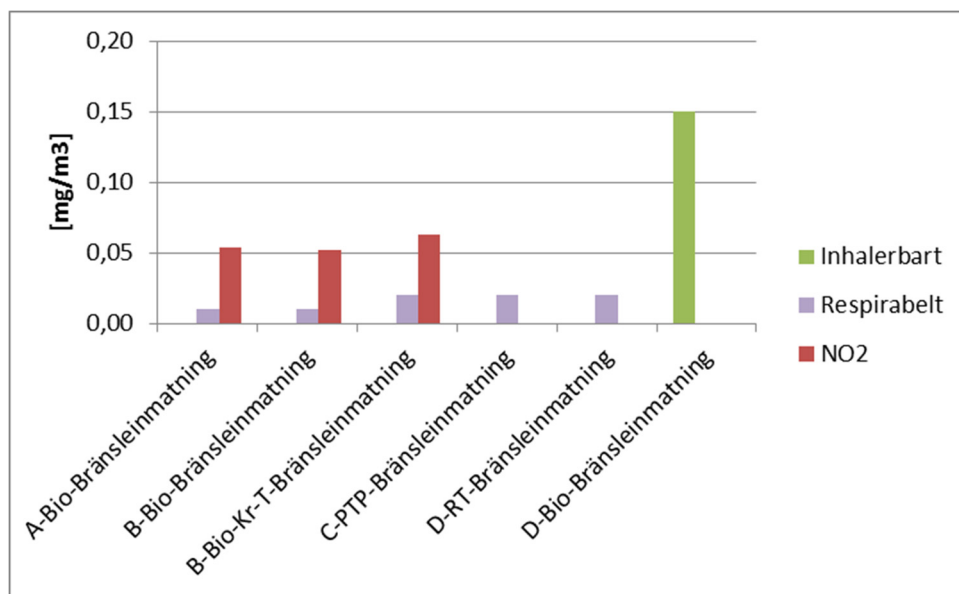
Bränsleinmatning

Respirabelt damm analyserades för anläggning A, B, C och D men för anläggning D-Bio analyserades endast inhaled damm, se Tabell 30 och Figur 51

Samtliga (9 prov i 6 provpunkter) provpunkter låg under nivågränsvärdet för inhaled damm (2 mg/m³ för trädamm), respirabelt damm (5 mg/m³) och NO₂ (4 mg/m³).

Tabell 30 Analysresultat för bränsleinmatning

Anläggning	Provpunkt	Inhalerbart damm [mg/m ³] NGV= 2 för trä	Respirabelt damm [mg/m ³] NGV= 5	NO ₂ [mg/m ³] NGV= 4
A	A-Bio-Bränsleinmatning	-	<0,1	0,054
B	B-Bio-Bränsleinmatning	-	0,1	0,052
B	B-Bio-Kr-T-Bränsleinmatning	-	0,2	0,063
C	C-PTP-Bränsleinmatning	-	0,2	-
D	D-RT-Bränsleinmatning	-	0,2	-
D	D-Bio-Bränsleinmatning	<0,15	-	-



Figur 51 Analys av inhalerbart damm, respirabelt damm och NO2 för bränsleinmatning

Bränsle- och avfallsbunker

Vid bränslebunkern analyserades totaldamm, respirabelt damm, inhalerbart damm, terpenier, endotoxiner och fibrer för anläggning A-Bio och Avfall, B-Bio och B-Bio-Kr-T och C-Avfall, se Tabell 31 och

Tabell 32 för resultat.

Samtliga prover (19 prov i 6 provpunkter) låg under nivågränsvärdet för totaldamm (5 mg/m³), inhalerbart damm (10 mg/m³ oorganiskt damm, 2 mg/m³ trädamm), respirabelt damm (5 mg/m³), terpenier (150 mg/m³), endotoxiner (9 ng/m³) och fibrer (0,2 fibrer/m³) med undantag för:

- Terpenier för anläggning B-Bio-Kr-T-Bränslebunker (224 mg/m³)
- Endotoxiner för anläggning A-Avfall-Avfallsbunker (92 ng/m³)
- Endotoxiner för anläggning C-Avfall-Avfallsbunker (293 ng/m³)

Tabell 31 Analysresultat för bränslebunker

Anläggning	Provpunkt	Totaldamm [mg/m ³] NGV= 5	Inhalerbart damm [mg/m ³] NGV= 10 (2 för trä)	Respirabelt damm [mg/m ³] NGV= 5
A	A-Bio-Bränslebunker	-	<0,17	-
A	A-Avfall-Avfallsbunker	-	3,9	4,4
B	A-Avfall-Avfallsbunker-Nära	0,12	0,15	-
B	B-Bio-Bränslebunker	-	1,1	-
B	B-Bio-Kr-T-Dagsilo	-	<0,01	-
B	C-Avfall-Avfallsbunker	-	6,1	1,2

Tabell 32 Analysresultat för bränslebunker

Anläggning	Provpunkt	Terpenier [mg/m ³] NGV=150	Endotoxiner [ng/m ³] RGV=9	Fiber [fiber/m ³] NGV=0,2
A	A-Bio-Bränslebunker	154	8,9	-
A	A-Avfall-Avfallsbunker	-	93	-
B	A-Avfall-Avfallsbunker-Nära	-	0,3	<0,003
B	B-Bio-Bränslebunker	224	2,6	-

B	B-Bio-Kr-T-Dagsilo	15	4,8	-
B	C-Avfall-Avfallsbunker	-	293	-

Ask-, sand- och kalkhantering

Följande processteg valdes för uppföljning inom hantering av aska, sand och kalk:

1. Flygaska
2. Bottenaska och slagg
3. Sand- och kalksilos

Flygaska

Mätningar genomfördes vid flygasksändare , flygasktömning samt flygaskprovtagning

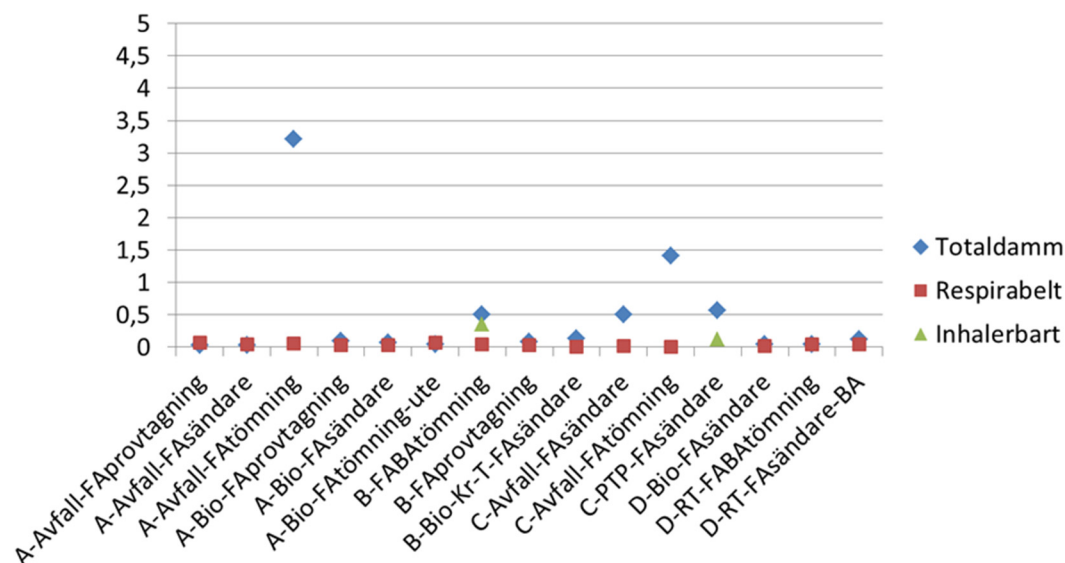
För anläggning B är flygask- och bottenasktömning (B-FABA-tömning) för hela anläggningen i samma utrymme.

Samtliga provpunkter (42 prov i 15 provpunkter) låg under nivågränsvärdet för totaldamm (5 mg/m³), inhalerbart damm (10 mg/m³), respirabelt damm (5 mg/m³) och kvarts (0,1 mg/m³), se Tabell 33 och Figur 52

Tabell 33 Analysresultat för flygaska (sändare, tömning och provtagning)

Anläggning	Provpunkt	Totaldamm [mg/m ³] NGV= 5	Inhalerbart damm [mg/m ³] NGV= 10	Respirabelt damm [mg/m ³] NGV= 5	Kvarts [mg/m ³] NVG= 0,1
A	A-Bio-FA-sändare	0,07*	-	0,03	-
A	A-Avfall-FA-sändare	0,03*	-	0,05	<0,006
A	A-Bio-FA-tömning-ute	0,05*	-	0,06	<0,010
A	A-Avfall-FA-tömning	3,21*	-	0,06	0,007
A	A-Bio-FA-provtagning	0,10*	-	0,03	<0,005
A	A-Avfall-FA-provtagning	<0,03*	-	0,07	<0,005
B	B-Bio-Kr-T-FA-sändare	0,13	-	-	<0,004
B	B-FABA-tömning	0,51*	0,35	0,05	<0,005
B	B-FA-provtagning	0,08*	-	0,03	<0,004
C	C-PTP-FA-sändare	0,57*	0,12	-	<0,005
C	C-Avfall-FA-sändare	0,50*	-	0,02	<0,005
C	C-Avfall-FA-tömning	1,41*	-	0,01	<0,005
D	D-Bio-FA-sändare	0,12*	-	0,04	<0,007
D	D-RT-FA-sändare-BA	0,05*	-	0,04	<0,007
D	D-RT-FABA-tömning	0,04*	-	0,04	<0,007

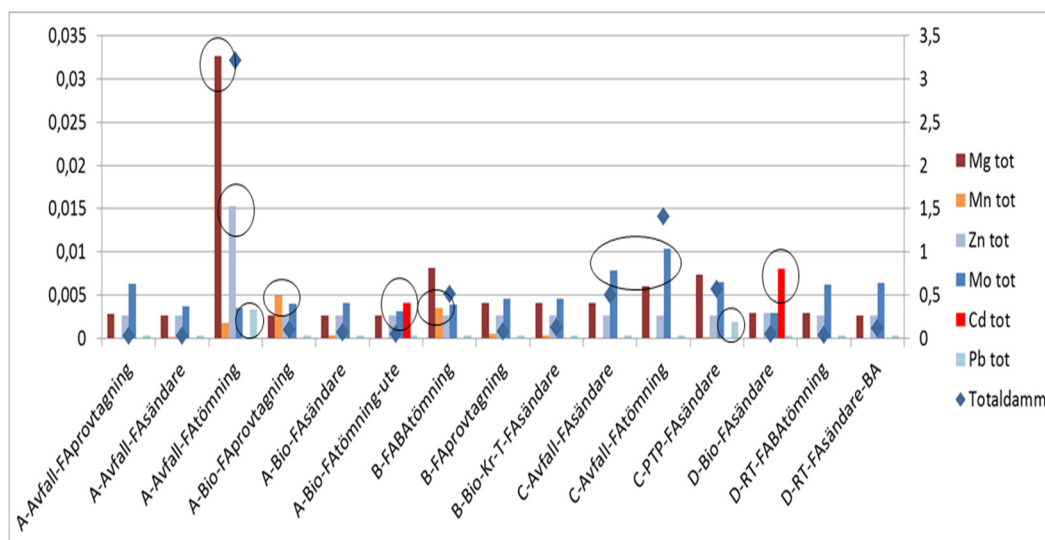
*Analys av metallhalter i totaldamm



Figur 52 Analys av totaldamm, inhalerbart damm och respirabelt damm i mätpunkter för flygaska

De analyserade metallhalterna i totaldamm låg samtliga under nivågränsvärdet för varje enskild metall, se bilaga 4 för mätvärden.

Metallhalterna i totaldamm var generellt låga jämfört med nivågränsvärdena, med undantag för kadmium (Cd) i A-Bio-FA-tömning-ute (17% av NGV) och D-Bio-FA-sändare (41% av NGV). Provpunkten med högst uppmätt totaldamm visade även högre halter av magnesium (Mg), zink (Zn) och bly (Pb) (A-Avfall-FA-tömning), se Figur 53.



Figur 53 Analys av metaller (Mg, Mn, Zn, Mo, Cd, Pb) i totaldamm i provpunkterna för flygaska

Bottenaska och slagg

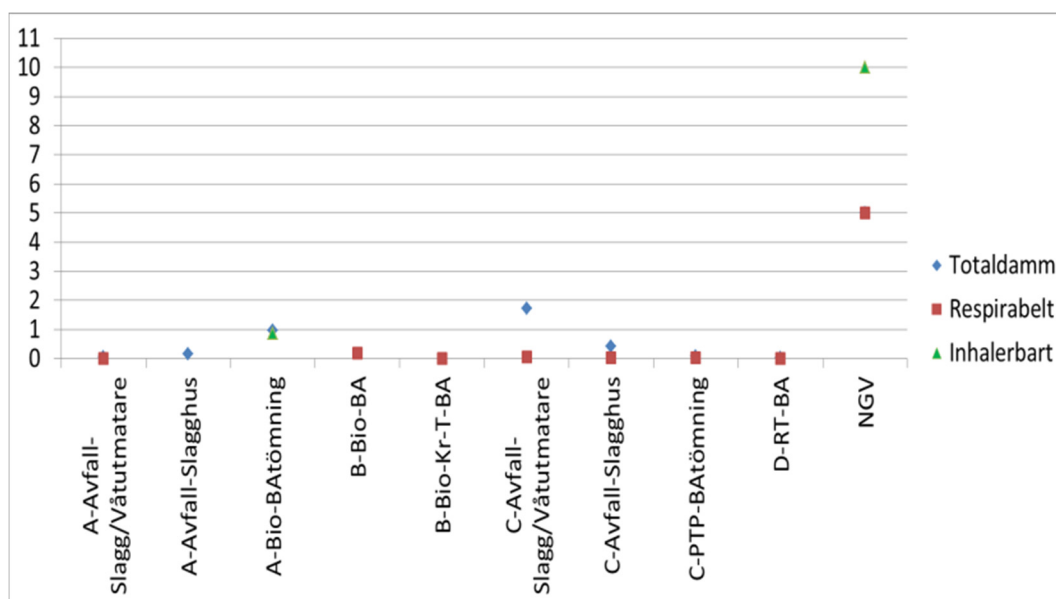
Mätningar genomfördes vid bottenasktömning, bottenaska i pannhus, slagg/våtutmatare (roster-pannor) samt i slagghus (avfallsförbränning i roster-pannor).

Samtliga provpunkter (18 prov i 9 provpunkter) låg under nivågränsvärdet för totaldamm (5 mg/m³), inhalerbart damm (10 mg/m³), respirabelt damm (5 mg/m³) och under detektionsgränsen för kvarts (0,1 mg/m³), se Tabell 34 och **Figur 54**.

Tabell 34 Analysresultat för bottenaska (slagghus, slagg- och våtutmatare, tömning)

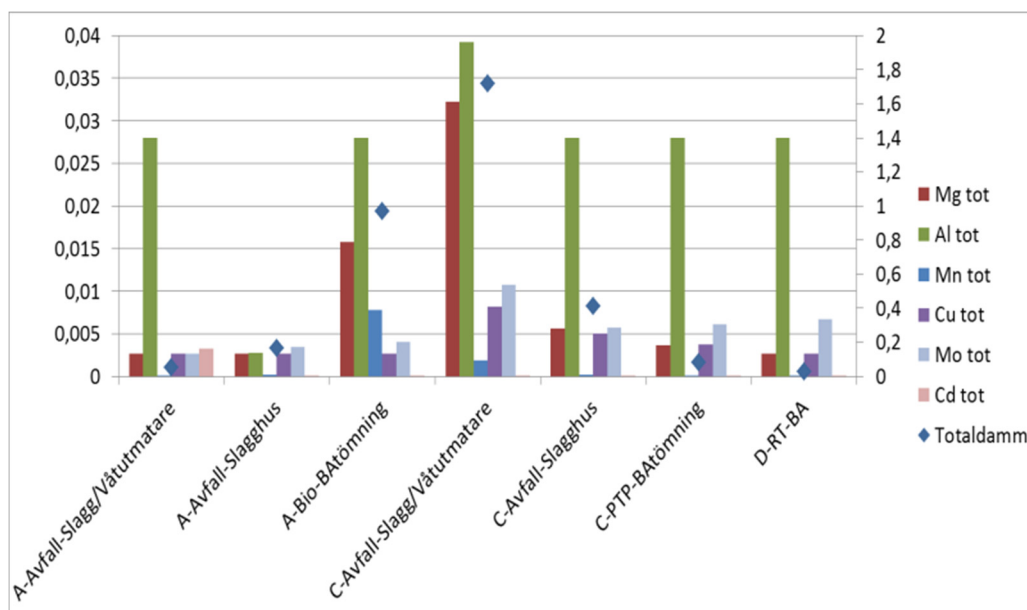
Anläggning	Provpunkt	Totaldamm [mg/m ³] NGV= 5	Inhalerbart damm [mg/m ³] NGV= 10	Respirabelt damm [mg/m ³] NGV= 5	Kvarts [mg/m ³] NVG= 0,1
A	A-Avfall-Slagghus	0,17*	-	-	-
A	A-Avfall-Slagg/Våtutmatare	0,05*	-	0,01*	-
A	A-Bio-BA-tömning	0,97*	0,87*	-	-
B	B-Bio-BA	-	-	0,20	-
B	B-Bio-Kr-T-BA	-	-	0,01	<0,004
C	C-Avfall-Slagghus	0,41*	-	0,04	-
C	C-Avfall-Slagg/Våtutmatare	1,72*	-	0,05	-
C	C-PTP-BA-tömning	0,08*	-	0,03	<0,004
D	D-RT-BA	0,03*	-	<0,01	<0,007

*Analys av metallhalter i totaldamm



Figur 54 Analys av totaldamm, inhalerbart damm och respirabelt damm för processområdet bottenaska

Uppmätta metallhalter i totaldamm var under nivågränsvärdena, se bilaga 4. Generellt uppmättes låga halter metaller i totaldamm i jämförelse med nivågränsvärdena, med undantag för kadmium (Cd) i provpunkten A-Avfall-Slagg/våtutmatare (17% av NGV), se **Figur 55**.



Figur 55 Metallhalt i totaldamm för processområdet bottenaska

Sand- och kalksilo

Mätningar av respirabelt damm var under nivågränsvärdet 5,0 mg/m³ för samtliga mätpunkter. Luftkvalitetsmätningen av kvarts i respirabelt damm vid sandsilos (anläggning A, C och D som har fluidbäddar) var alla under detektionsgräns, se Tabell 35.

Uppmätta metallhalter i respirabelt damm (2st för anläggning B) var under eller nära detektionsgräns, se bilaga 4

Tabell 35 Analysresultat för sand- och kalksilo

Anläggning	Provpunkt	Respirabelt damm [mg/m ³] NGV= 5	Kvarts [mg/m ³] NGV= 0,1
A	A-Bio-Sandsilo	0,023	<0,006
B	B-Bio-Sandsilo	0,030*	-
B	B-Bio-Kr-T-Kalk/Sandsilo	0,020*	-
C	C-PTP-Sandsilo	0,070	<0,006
D	D-RT-Sandsilo	0,040	<0,007

*Analys av metallhalt i respirabelt damm

Övriga områden

Övriga områden har delats in i pannhus samt kontrollrum och kranhytt.

Pannhus

Mätning (8 prov i 4 provpunkter) genomfördes i tre pannhus (A-Avfall, C-Avfall och D-RT) och det var generellt låga mätvärden. Mätvärden var under nivågränsvärdena för respirabelt damm (5 mg/m³) och kvävedioxid (4 mg/m³). Mätning för kvarts var under detektionsgränsen, se Tabell 36

I ett hydraulrum mättes oljedimma för anläggning B, men värdet var under detektionsgräns, se Tabell 37

Tabell 36 Analysresultat för pannhus

Anläggning	Provpunkt	Respirabelt damm [mg/m ³] NGV= 5	Kvarts [mg/m ³] NGV= 0,1	NO ₂ [mg/m ³] NGV= 4
A	A-Avfall-Pannhus	0,02	<0,005	-
A	A-Avfall-Roster	0,03	-	0,06
C	C-Avfall-Roster	0,13	-	-
D	D-RT-Pannhus	0,06	<0,007	0,07

Tabell 37 Analysresultat för oljedimma

Anläggning	Provpunkt	Oljedimma [mg/m ³] NGV= 1
B	B-Hydraulrum	<0,1

Kontrollrum och kranhyttar

Respirabelt damm uppmättes i ett kontrollrum och två kranhyttar för avfallsbunker. Mätningarna var under nivågränsvärdet 5,0 mg/m³ för respirabelt damm men visar något högre värden för kranhyttarna än för kontrollrummet, se Tabell 38

Tabell 38 Analysresultat för kontrollrum och kranhytt

Anläggning	Provpunkt	Respirabelt damm [mg/m ³] NGV= 5
A	A-Avfall-Kontrollrum	<0,007
A	A-Avfall-Kranhytt	0,023
C	C-Avfall-Kranhytt	0,030

Bilaga 3 Resultat av ändringar i AFS:ar

UNDERSÖKNING, RISKBEDÖMNING OCH ÅTGÄRDER

Risken att kemiska riskkällor kan orsaka ohälsa eller olycksfall i verksamheten ska undersökas och bedömas så ofta som förhållandena kräver samt då verksamheten förändras eller om det kan antas att tidigare bedömning kan påverkas av ny information.

Undersökning

Luften ska undersökas och bedömas varje gång arbete påbörjas i en cistern, brunn, silo, lastutrymme eller liknande. Om det inte är uppenbart att luften är säker, ska luftens innehåll av syrgas och hälsofarliga ämnen mätas och explosionsrisken bedömas. Vid arbete där kvartshaltigt damm uppkommer ska arbetsgivaren se till att undersökning av luftförhållandena sker.

Riskbedömning

- **Identifiering:** De kemiska riskkällor som kan förekomma i verksamheten ska identifieras och förtecknas. Information (t.ex säkerhetsdatablad) om riskkällorna ska tas fram.
- **Bedömningskriterier:** Vid bedömningen ska, förutom riskkällans farliga egenskaper, även beaktas hur personer kan exponeras för riskkällan, nivån och varaktigheten av exponeringen, hur fysiskt påfrestande arbetet är samt andra inverkanse faktorer och tidigare erfarenheter. För kemiska riskkällor som är upptagna i AFS 2011:18 ska vid bedömningen avgöras om halten av respektive ämne är godtagbar med hänsyn till gränsvärdet. Om det inte på annat sätt kan klargöras vilka åtgärder som krävs för att få en godtagbar exponering ska luftföroreningsmätning utföras i andningszonen.

Bedömningen ska leda till

- **Beslut om vilka eventuella åtgärder** som behöver vidtas.
- **Dokumentation:** Riskbedömningen och beslut om åtgärder ska dokumenteras.
- **Information:** Beröra arbetstagare ska informeras om vilka hälso- och olycksfallsrisker som finns med de kemiska riskkällor som förekommer i verksamheten och om hur riskerna ska förebyggas. Erforderliga hanterings- och skyddsinstruktioner ska fastställas. Instruktionerna ska vara skriftliga om det inte rör sig om en hantering där riskerna lätt kan överblickas.

MÄTNING

Arbetsgivaren ansvarar för att planera och genomföra mätningar. Planeringen ska göras i samverkan med berörda arbetstagare samt skyddsombud.

Utförande

- Använda analysmetoder och utrustning ska vara anpassade efter de ämnen som ska mätas. Den som utför mätningarna ska ha genomgått utbildning som gett erforderliga teoretiska och praktiska kunskaper.

- Mätningarna ska huvudsakligen avse förhållanden vid normal drift. Antalet mätplatser beror på arbetets art, arbetslokalens utseende och antalet personer som utsätts för luftföroreningar.
- Mätningarna ska utföras i andningszonen på så många personer att det blir möjligt att bedöma exponeringen för samtliga exponerade. Det är också viktigt att man mäter vid olika typer av arbetsuppgifter eftersom upptaget av luftföroreningar genom inandning blir större vid fysiskt påfrestande arbete. Vid mätningen placeras mät- eller provtagningsutrustningen så nära näsa och mun som möjligt. Eventuellt kan man mäta innanför eventuell skyddsmask.
- Mätningen ska omfatta så lång tid att mätresultatet blir tillförlitligt och kan jämföras med ett nivågränsvärde. Vid bestämning av tidpunkten för mätningen bör variationer i arbetscykeln under dagen, veckan eller året beaktas. Den del av arbetstiden som omfattas av mätningen ska vara representativ för exponeringen. För att uppnå tillräcklig säkerhet i mätresultatet behöver man i regel mäta under minst 75 % av arbetstiden. Om exponeringen varierar mycket under en normal arbetsdag kan det vara nödvändigt att mäta under hela arbetstiden. För jämförelse med ett takgränsvärde ska mätningen utföras vid de tidpunkter då exponeringen kan antas vara högst.
- Den uppmätta genomsnittliga halten av luftföroreningen beräknas som ett tidsvägt medelvärde. Genomsnittshalten är godtagbar om gränsvärdet inte överskrids. Enstaka överskridanden kan tolereras om medelvärdet av flera mätningar ligger under gränsvärdet. Vid längre arbetspass än de "normala" åtta timmarna kan man använda en schablonmetod där gränsvärdet reduceras genom att man multiplicerar med faktorn $8/X$, där X är arbetstidens längd i timmar. Om en arbetstagare samtidigt utsätts för flera luftföroreningar med samverkande effekt och likartad verkningsmekanism ska ämnenas sammanlagda påverkan bedömas genom beräkning av den "hygieniska effekten". Exponeringen brukar anses godtagbar om den hygieniska effekten är högst ett.
- Mätresultaten ska dokumenteras i en mätrapport, som utförligt beskriver de förhållanden som rådde vid mättillfället. Dokumentationens ska innehålla tillräcklig information för att exponeringen för luftföroreningar ska kunna bedömas. Här är det viktigt att man tar hänsyn till olika felkällor.

ÅTGÄRDER

Om mätningen visar att de hygieniska gränsvärdena överskrids ska åtgärder vidtas för att sänka exponeringen och minska riskerna. Exempel på åtgärder är att man ska

- Välj kemiska produkter med så små risker som möjligt
- Begränsa mängden kemiska riskkällor på arbetsplatsen
- Välj tid, plats, utrustning och metod så att exponeringen och antalet exponerade begränsas.

För att ytterligare begränsa riskerna kan arbetet utföras i ett slutet system eller processventilation användas.

Personlig skyddsutrustning ska användas när andra åtgärder inte är tillräckliga eller går att använda.

Sedan åtgärder vidtagits ska, om det inte är uppenbart onödigt, en ny mätning göras senast tre månader efter åtgärdens införande. Överträdelse av bestämmelserna om att vidta åtgärder kan medföra böter.

SPECIELLA REGLER FÖR VISSA ÄMNEN

För cancerframkallande, mutagena och reproduktionsstörande kemiska produkter och viss verksamhet gäller särskilda krav. Vid hantering av kemiska produkter som har följande faroangivelser och riskfraser: H350, H340, H360, R45, R46, R49, R60, R61 samt för arbete som innebär exponering för polycykliska aromatiska kolväten eller trädamm från lövträd gäller speciella regler.

- Sådana kemiska produkter får endast hanteras om det finns en dokumenterad utredning som visar att det inte är tekniskt möjligt att ersätta produkten med mindre riskabla produkter.
- Om det är tekniskt möjligt ska produkterna hanteras i ett slutet system – i annat fall ska utrustning och metoder väljas så att minsta möjliga mängd luftföroreningar bildas och förorenad luft omhändertas genom processventilation vid källan.
- Skyddskläder och handskar användas om det finns risk för kontakt.
- Produkten och avfallet från hanteringen förvaras och transporteras i stötsäkra, förslutna och tydligt märkta behållare, spill samlas upp och förorenade ytor dagligen rengörs.
- För en del av produkterna ska arbetsgivaren föra ett register över arbetstagare som utsatts för exponering som kan innebära risk för ohälsa.

Ett kemiskt ämne som tillhör grupp A i bilaga 1 i AFS 2011:19 eller en kemisk produkt som innehåller en tillsats av ett sådant ämne, eller en kemisk produkt som innehåller ett sådant ämne som förorening i en halt av 0,1 viktsprocent eller mer får ej hanteras (om det inte rör sig om lagerhållning för försäljning eller transport av obrutna originalförpackningar) utan tillstånd av Arbetsmiljöverket. Samma sak gäller för ett kemiskt ämne som tillhör grupp B eller en produkt som innehåller ett sådant ämne i en halt av 1 viktsprocent eller mer. Den arbetsgivare som hanterar ett eller flera kemiska ämnen eller produkter i strid mot kraven i detta stycke ska betala en sanktionsavgift, som beroende på ämne och antalet sysselsatta, uppgår till mellan 15 000 och 400 000 kr.

Vad gäller arbete där kvartshaltigt damm uppkommer ska en expositions-mätning ske om det inte klart framgår att de hygieniska gränsvärdena ej överskrids. Mätningen ska innefatta bestämning av halten respirabel kvarts. I damm från kiseldioxidhaltigt material som upphettats till temperaturer över 400°C ska även halten kristobalit och tridymit bestämmas. Mätningen ska ske inom sex månader från att arbetet påbörjats. Om mätvärdena överstiger 1/5 av tillämpliga gränsvärden ska mätningarna upprepas regelbundet. Överskrids de hygieniska gränsvärdena ska åtgärder vidtas. Om mätningen visar att halva det hygieniska gränsvärdet för damm överskridits ska arbetsgivaren ordna med medicinska kontroller av berörda arbetstagare.

För att avgöra vilka åtgärder som behövs och för att följa upp tidigare resultat ska periodiska mätningar av vissa kemiska ämnen göras. Mätning behöver ej utföras om arbetet utförs kortare tid än 2 mån/år eller om man kan visa att det är uppenbart onödigt p g a att mängden är försumbar, exponeringstiden är kort eller hanteringen är sluten. När nedan uppräknade ämnen, eller material som innehåller ämnena, hanteras så att exponering via inandning kan förekomma ska riskbedömningen alltid innefatta mätningar av ämnena i andningszonen.

- Bly och oorganiska blyföreningar
- Etylenoxid
- Cd och oorganiska kadmiumföreningar
- Styren, vinyltoluen eller andra reaktiva monomerer vid esterplastframställning.

Mätning ska utföras inom 3 mån efter det att hanteringen påbörjades, om hanteringen ändrats så att tidigare mätning inte är rättvisande samt efter ett år. Därefter ska mätning göras med tidsintervall enligt Tabell 39 tidsintervallen får överskridas med högst två månader.

Tabell 39 Specificerade tidsintervall för mätning av vissa kemikalier

Mätresultatet jämfört med nivågränsvärdet från två på varandra följande mätningar	Tid till nästa mätning
Minst ett av mätresultaten är över 1/2 gränsvärdet	1 år
Båda mätresultaten är mellan 1/5 och 1/2 gränsvärdet	3 år
Det ena mätresultatet är mellan 1/5 och 1/2 gränsvärdet och det andra under 1/5 av gränsvärdet	3 år
Båda mätresultaten är under 1/5 av gränsvärdet	5 år

Mätningen ska dokumenteras i en mät rapport enligt AFS 2011:18. En kopia av mät rapporten ska skickas till Arbetsmiljöverket senast 3 mån efter att mätningen utförts.

KOMMENTARER FRÅN I PROJEKTET GENOMFÖRDA MÄTNINGAR

Arbetsmiljön på ett kraftvärmeverk är komplex. Vid genomförande av en riskbedömning måste graden och arten av exponering kartläggas. I projektet ingick att upprätta en plan för arbetsmiljömätningar som underlag för framtida mätprogram.

Exponeringen för olika luftföroreningar skiljer sig mellan anläggningarna beroende på typ av bränsle och hur detta hanteras samt processens uppbyggnad och funktion samt innehåll och hantering av askor. Generellt för alla anläggningar är att exponering för damm är mycket vanligt. Storleksfraktionen på dammet varierar beroende på om man vistas på bränslesidan, vid pannorna eller på asksidan. Oftast är dammpartiklarna mindre på asksidan än på bränslesidan. Dammet kan också innehålla metaller (t ex bly, mangan, kobolt eller nickel) och om sand används i pannorna kan kvarts förekomma. När organiskt material används som bränsle förekommer tillväxt av mikroorganismer, vilka kan generera hälsofarliga endotoxiner. Mikroorganismtillväxten avgörs av

tillgång till fukt och förvaringstid. I samband med användning av stora mängder trä, t ex flis, pellets eller skogsflis, finns risk för exponering för terpener.

För att göra en adekvat riskbedömning bör man ha god kännedom om kraftvärmeverkets process, om vilka bränslen som används och hur de hanteras, om personal kommer i kontakt med dessa, om det förekommer läckage från pannor, om vilken typ av pannor som finns, om vilka ämnen som sätts till processen (t ex sand) och om hur man hanterar aska osv. Utifrån kännedom om detta kan man ta fram ett mätprogram och bestämma vilka ämnen som ska kartläggas.

De ämnen som är relevanta att kartlägga för att kunna göra en riskbedömning är:

- Lufthalterna av damm (totaldamm, inhalerbart damm och respirabelt damm)
- Endotoxiner
- Terpener
- Tungmetaller i damm fraktioner

Viktigast är att kartlägga personalens arbetsmiljö m h a personburna mätningar. Genom detta kan man bäst förhålla sig till de hygieniska gränsvärdena. Om personalen exponeras för höga halter av tungmetaller (t ex Cd eller Pb) finns möjligheter för biologisk provtagning. Fördelen med biologisk provtagning är att den tar hänsyn till fysisk aktivitet samt till användning av skyddsutrustning etc när det gäller upptag av ämnet i kroppen. Biologisk provtagning kan bara användas för vissa ämnen. För t ex dammexponering finns inga biologiska markörer, så där får man förlita sig på luftmätningar.

Bilaga 4 Mätdata

Tabell 1 Mätdata för område personburen provtagning. Grå markering visar att data är under detektionsgräns.

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Inhalerbart damm [mg/m3]	Terpener tot [mg/m3]	Terpener limonen [mg/m3]	Terpener 3-caren [mg/m3]	Terpener b-pinen [mg/m3]	Terpener a-pinen [mg/m3]
A-Bränsle	06:40	0,12					
A-Bränsle	06:42		0,5	0,3	0,1	0,1	0,1
A-Bränsle	06:39	0,2					
A-Bränsle	06:42		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
A-Bränsle	05:33	0,154					
A-Bränsle	05:33		0,8	0,1	0,5	0,2	0,2
A-Drift	07:00	0,425					
A-Drift	07:02		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
A-Drift	07:09	0,235					
A-Drift	07:09		5,9	0,2	1,8	0,4	3,5
A-Sanering	07:58	13,6					
A-Sanering	08:02		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
A-Underhåll	07:53	7,83					
A-Underhåll	07:54		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
B-Bränsle	07:15		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
B-Bränsle	07:15	0,84					
B-Bränsle	08:12		1,1	0,1	0,3	0,2	0,7
B-Bränsle	08:12	0,01					
B-Sanering	08:21		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
B-Sanering	08:22	1,1					
B-Underhåll	08:29		1,3	0,1	0,3	0,2	0,7
B-Underhåll	08:26	0,2					
B-Underhåll	07:28		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
B-Underhåll	07:28	1,47					
C-Bränsle	06:27	2,87					

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Inhalerbart damm [mg/m3]	Terpener tot [mg/m3]	Terpener limonen [mg/m3]	Terpener 3-caren [mg/m3]	Terpener b-pinen [mg/m3]	Terpener a-pinen [mg/m3]
C-Bränsle-Lastmaskin	06:57	0,17					
C-Drift	06:52	1,54					
C-Drift	06:52		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C-Sanering	07:01	0,49					
C-Sanering	06:56		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C-Underhåll	07:04	0,92					
D-Bränsle	06:04	2,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
D-Drift	08:12	0,7	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
D-Sanering	05:37	43,3	1,7	0,2	0,5	0,2	1,1

Tabell 2 Mätdata för område Bränsle, exklusive metaller i damm. Grå markering visar att data är under detektionsgräns.

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Total-damm [mg/m3]	Inhalerbart damm [mg/m3]	Respirabelt damm [mg/m3]	NO2 [mg/m3]	Terpener tot [mg/m3]	Terpener limonen [mg/m3]	Terpener 3-caren [mg/m3]	Terpener b-pinen [mg/m3]	Terpener a-pinen [mg/m3]	Fibrer [per cm3]	Endo-toxiner [ng/m3]
A-Avfall-Avfallsbunker	06:42		3,92									
A-Avfall-Avfallsbunker	06:42			4,418								
A-Avfall-Avfallsbunker	06:42											92,5
A-Avfall-Avfallsbunker	01:04											
A-Avfall-Avfallsbunker-Nära	06:36	0,124										
A-Avfall-Avfallsbunker-Nära	06:36		0,15									
A-Avfall-Avfallsbunker-Nära	06:36										0,003	
A-Avfall-Avfallsbunker-Nära	03:53											0,31
A-Avfall-Avfallsbunker-Nära	01:16											
A-Avfall-Tippficka-Inne	06:37			0,04								
A-Avfall-Tippficka-Inne	06:37	0,107										
A-Avfall-Tippficka-Inne	06:37		0,13									
A-Avfall-Tippficka-Inne	06:37										0,003	
A-Avfall-Tippficka-Inne	06:37				0,176							

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Total-damm [mg/m3]	Inhaler- bart damm [mg/m3]	Respirabelt damm [mg/m3]	NO2 [mg/m3]	Terpener tot [mg/m3]	Terpener limonen [mg/m3]	Terpener 3- caren [mg/m3]	Terpener b- pinen [mg/m3]	Terpener a- pinen [mg/m3]	Fibrer [per cm3]	Endo- toxiner [ng/m3]
A-Avfall-Tippficka-Inne	01:04											
A-Avfall-Tippficka-Inne	03:23											0,38
A-Bio-Bandgång-Omlastning	06:33		0,13									
A-Bio-Bandgång-Omlastning	06:33					131	1,9	38	6,6	85		
A-Bio-Bandgång-Toppen-Flislada	07:20		0,17									
A-Bio-Bandgång-Toppen-Flislada	07:20											8,9
A-Bio-Bandgång-Toppen-Flislada	07:20					154	2,6	51	8,8	92		
A-Bio-Bandgång-Toppen-Flislada	01:40											
A-Bio-Bandgång-Under flislada	07:31											
A-Bio-Bandgång-Under flislada	07:31					126	2,8	34	7,5	82		
A-Bio-Bandgång-Under flislada	01:42											
A-Bio-Bränsleinmatning	06:24			0,01								
A-Bio-Bränsleinmatning	06:24				0,054							
A-Bio-Bränsleinmatning	00:58											
A-Bio-Flisning-Ute	05:49		0,14									
A-Bio-Flisning-Ute	05:49											0,79
A-Bio-Flisning-Ute	05:49					1,4	0,2	0,7	0,1	0,1		
A-Bio-Omlastnig	06:42		0,16									
A-Bio-Omlastnig	06:42					23	6,4	6,4	1,2	9,5		
A-Bio-Omlastning Pannhus	06:26		0,16									
A-Bio-Omlastning Pannhus	06:26					79	1,8	22	4,9	50		
A-Bio-Omlastning Pannhus	02:28											2,8
A-Bio-Sållhus	07:00											37,2
A-Bio-Sållhus	07:00		0,501									
A-Bio-Sållhus	07:00					216	3	63	11	139		
A-Bio-Tippficka-Ute	06:51		0,384									
A-Bio-Tippficka-Ute	06:51											2,2
A-Vågrum	05:58											0,39

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Total-damm [mg/m3]	Inhaler- bart damm [mg/m3]	Respirabelt damm [mg/m3]	NO2 [mg/m3]	Terpener tot [mg/m3]	Terpener limonen [mg/m3]	Terpener 3- caren [mg/m3]	Terpener b- pinen [mg/m3]	Terpener a- pinen [mg/m3]	Fibrer [per cm3]	Endo- toxiner [ng/m3]
A-Vågrum	05:58					6,4	0,2	5,7	0,2	0,3		
B-Bio-Bandgång-Omlastning	05:45		0,02									
B-Bio-Bandgång-Omlastning	05:45					0,2	0,1	0,1	0,1	0,2		
B-Bio-Bandgång-Omlastning	02:24											3,62
B-Bio-Bandgång-Toppen	stannat		0,69									
B-Bio-Bandgång-Toppen	07:15					2,4	0,2	0,5	0,3	1,3		
B-Bio-Bränslebunker	05:57		1,1									
B-Bio-Bränslebunker	05:57					224	7	39	28	150		
B-Bio-Bränslebunker	02:38											2,59
B-Bio-Bränsleinmatning	07:35			0,01								
B-Bio-Bränsleinmatning	07:35				0,052							
B-Bio-Bränsleinmatning	03:09											
B-Bio-Flisning-Kranhytt	07:14											1,3
B-Bio-Flisning-Kranhytt	07:15		0,69									
B-Bio-Flisning-Kranhytt	07:15					0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
B-Bio-Flisning-Krosshus			0,28									
B-Bio-Flisning-Krosshus	04:39											9,11
B-Bio-Flisning-Krosshus	07:15					1,2	0,1	0,3	0,1	0,8		
B-Bio-Flisning-Ute	07:13		0,47									
B-Bio-Flisning-Ute	04:49											2,54
B-Bio-Flisning-Ute	07:12					0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
B-Bio-Kr-T-Bandgång-Omlastning	07:36					2,7	0,2	0,7	0,4	1,4		
B-Bio-Kr-T-Bandgång-Omlastning	07:36		0,55									
B-Bio-Kr-T-Bandgång-Omlastning	03:27											3,64
B-Bio-Kr-T-Bandgång-Toppen	07:29		0,08									
B-Bio-Kr-T-Bandgång-Toppen	07:29					11	0,6	2,9	1,5	6		
B-Bio-Kr-T-Bandgång-Toppen	03:23											5,41
B-Bio-Kr-T-Bandgång-Toppen	01:01											

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Total-damm [mg/m3]	Inhale- bart damm [mg/m3]	Respirabelt damm [mg/m3]	NO2 [mg/m3]	Terpener tot [mg/m3]	Terpener limonen [mg/m3]	Terpener 3- caren [mg/m3]	Terpener b- pinen [mg/m3]	Terpener a- pinen [mg/m3]	Fibrer [per cm3]	Endo- toxiner [ng/m3]
B-Bio-Kr-T-Bränsleinmatning	07:32			0,02								
B-Bio-Kr-T-Bränsleinmatning	07:32				0,063							
B-Bio-Kr-T-Bränsleinmatning	02:37											
B-Bio-Kr-T-Dagsilo	07:21		0,01									
B-Bio-Kr-T-Dagsilo	07:21					15	0,8	4	1,9	7,9		
B-Bio-Kr-T-Dagsilo	03:09											4,76
B-Bio-Kr-T-Dagsilo	03:08											
B-Bio-Kr-T-Sållhus	07:17					4,2	0,3	1	0,6	2,4		
B-Bio-Kr-T-Sållhus	07:17		0,08									
B-Bio-Kr-T-Sållhus	04:24											1,8
B-Bio-Kr-T-Tippficka-Inne	07:32		0,01									
B-Bio-Kr-T-Tippficka-Inne	07:32					1,2	0,1	0,3	0,2	0,8		
B-Bio-Kr-T-Tippficka-Inne	07:31											0,21
B-Bio-Kr-T-Tippficka-Ute	07:30		0,19									
B-Bio-Sållhus	07:19		0,02									
B-Bio-Sållhus	04:34											1,7
B-Bio-Sållhus	07:19					0,2	0,1	0,1	0,1	0,2		
B-Bio-Tippficka-Inne	07:19		0,01									
B-Bio-Tippficka-Inne	04:37											0,35
B-Bio-Tippficka-Ute	07:17		0,19									
B-Referens-Ute	07:26		0,1									
B-Referens-Ute	07:26					0,3	0,1	0,1	0,1	0,2		
B-Referens-Ute	04:31											1,95
B-Referens-Ute	01:01											
B-Vågrum	07:17					0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
B-Vågrum	03:52											2,42
C-Avfall-Bränsleinmatning	05:49			1,23								
C-Avfall-Bränsleinmatning	06:01		6,11									

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Total-damm [mg/m3]	Inhaler- bart damm [mg/m3]	Respirabelt damm [mg/m3]	NO2 [mg/m3]	Terpener tot [mg/m3]	Terpener limonen [mg/m3]	Terpener 3- caren [mg/m3]	Terpener b- pinen [mg/m3]	Terpener a- pinen [mg/m3]	Fibrer [per cm3]	Endo- toxiner [ng/m3]
C-Avfall-Bränsleinmatning	06:00											293,3
C-Avfall-Bränsleinmatning	00:37											
C-Avfall-Roster	03:56			0,13								
C-Avfall-Roster	00:35											
C-Avfall-Tippficka-Inne	06:51		0,26									
C-Avfall-Tippficka-Inne	06:51	0,31										
C-Avfall-Tippficka-Inne	06:51			0,06								
C-Avfall-Tippficka-Inne	07:10				0,3							
C-Avfall-Tippficka-Inne	06:51											1,57
C-Avfall-Tippficka-Inne	06:48											
C-Avfall-Tippficka-Inne	01:54										0,008	
C-PTP-Bandgång-Under silo	06:41		0,18									4,11
C-PTP-Bandgång-Under silo	06:41											
C-PTP-Bandgång-Under silo	06:41					3,9	0,6	1	0,2	2,2		
C-PTP-Bandgång-Under tipphall	07:04		0,06									
C-PTP-Bandgång-Under tipphall	07:07											0,3
C-PTP-Bandgång-Under tipphall	07:03					0,8	0,2	0,1	0,1	0,4		
C-PTP-Bränsleinmatning	00:35			0,02								
C-PTP-Bränsleinmatning	06:10											
C-PTP-Flisning-Ute	06:27		0,13									
C-PTP-Sållhus	06:43		0,25									
C-PTP-Sållhus	06:42											1,83
C-PTP-Sållhus	06:41					4,1	0,6	1,1	0,2	2,2		
C-PTP-Tippficka-Inne	06:59		2,92									
C-PTP-Tippficka-Inne	06:57			0,14								
C-PTP-Tippficka-Inne	06:53	5,25										
C-PTP-Tippficka-Inne	06:55											
C-PTP-Tippficka-Inne	06:54											192,7

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Total-damm [mg/m3]	Inhaler- bart damm [mg/m3]	Respirabelt damm [mg/m3]	NO2 [mg/m3]	Terpener tot [mg/m3]	Terpener limonen [mg/m3]	Terpener 3- caren [mg/m3]	Terpener b- pinen [mg/m3]	Terpener a- pinen [mg/m3]	Fibrer [per cm3]	Endo- toxiner [ng/m3]
C-PTP-Tippficka-Inne	06:55				0,15							
C-PTP-Tippficka-Inne	01:58										0,006	
C-PTP-Utomhus	07:33		0,19									
D-Bio-Bränsleinmatning	06:02		0,15									
D-Bio-Bränslestoft	06:03					0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
D-Bio-Bränslestoft	06:03		1,22									
D-Bio-Sållhus	05:58		?									
D-Bio-Sållhus	05:58					3,6	0,1	1,4	0,2	2		
D-Bio-Sållhus-Ute	05:42		0,76									
D-Bio-Sållhus-Ute	05:42					1,5	0,1	0,6	0,1	0,8		
D-Bio-Sållhus-Ute	05:42											0,12
D-Bio-Tippficka-Nere	05:59		19,4									
D-Bio-Tippficka-Uppe	06:13		25,8									
D-Referens-Ute	05:06		0,25									
D-Referens-Ute	05:06					0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
D-Referens-Ute	05:06											
D-RT-Bandgång-Ute	05:48		0,18									
D-RT-Bränsleinmatning	06:18			0,02								
D-RT-Sållhus	06:12			0,01								
D-RT-Sållhus	06:12		0,25									
D-RT-Sållhus	06:12					2,4	0,1	0,7	0,2	1,5		
D-RT-Sållhus	06:12											7,5
D-RT-Tippficka-Ute	05:20			0,49								
D-RT-Tippficka-Ute	05:20		6,08									
D-RT-Tippficka-Ute	05:20	1,2										
D-RT-Tippficka-Ute	05:20										0,003	
D-RT-Tippficka-Ute	05:20											62,8
D-Vågrum	05:58					0,3	0,1	0,1	0,1	0,2		

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Total-damm [mg/m3]	Inhaler- bart damm [mg/m3]	Respirabelt damm [mg/m3]	NO2 [mg/m3]	Terpener tot [mg/m3]	Terpener limonen [mg/m3]	Terpener 3- caren [mg/m3]	Terpener b- pinen [mg/m3]	Terpener a- pinen [mg/m3]	Fibrer [per cm3]	Endo- toxiner [ng/m3]
D-Vågrum	05:58											0,44

Tabell 3 Mätdata för område Bränsle, Metaller i damm. Grå markering visar att data är under detektionsgräns.

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Metaller i damm	Mg [mg/m3]	Al [mg/m3]	V [mg/m3]	Cr [mg/m3]	Fe [mg/m3]	Mn [mg/m3]	Co [mg/m3]	Ni [mg/m3]	Cu [mg/m3]	Zn [mg/m3]	As [mg/m3]	Mo [mg/m3]	Cd [mg/m3]	Pb [mg/m3]
A-Avfall-Tippficka-Inne	06:37	Respirabelt	0,0027	0,028	0,0001	0,0002	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0027	0,0001	0,0025
A-Avfall-Tippficka-Inne	06:37	Totaldamm	0,0027	0,028	0,0001	0,0003	0,14	0,0002	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0045	0,0001	0,0004
A-Avfall-Tippficka-Inne	06:37	Inhalerbart	0,0027	0,028	0,0003	0,0129	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0033	0,0001	0,0004
C-Avfall-Tippficka-Inne	06:51	Inhalerbart	0,0075	0,028	0,0001	0,0034	0,14	0,0001	0,0001	0,0042	0,0069	0,0027	0,0001	0,0027	0,0117	0,0004
C-Avfall-Tippficka-Inne	06:51	Totaldamm	0,0062	0,028	0,0001	0,0027	0,14	0,0001	0,0001	0,0031	0,005	0,0027	0,0001	0,0085	0,0001	0,0004
C-Avfall-Tippficka-Inne	06:51	Respirabelt	0,0029	0,028	0,0001	0,0016	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0031	0,0027	0,0001	0,0054	0,0001	0,0004
C-PTP-Tippficka-Inne	06:59	Inhalerbart	0,0136	0,028	0,0001	0,0027	0,14	0,0009	0,0001	0,0027	0,0043	0,0027	0,0001	0,0067	0,0001	0,0005
C-PTP-Tippficka-Inne	06:57	Respirabelt	0,0032	0,028	0,0001	0,0018	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0032	0,0027	0,0001	0,0055	0,0001	0,0004
C-PTP-Tippficka-Inne	06:53	Totaldamm	0,027	0,0391	0,0002	0,0035	0,14	0,0015	0,0001	0,0043	0,0075	0,0027	0,0001	0,0118	0,0001	0,0006
D-RT-Tippficka-Ute	05:20	Respirabelt	0,0027	0,028	0,0001	0,0027	0,14	0,0002	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0062	0,0001	0,0004
D-RT-Tippficka-Ute	05:20	Inhalerbart	0,0172	0,031	0,0001	0,0058	0,14	0,0018	0,0001	0,0027	0,006	0,0027	0,0002	0,0173	0,0001	0,0023

Tabell 4 Mätdata för område Pannhus, Kontrollrum/kranhytt och hydraulrum. Grå markering visar att data är under detektionsgräns.

Mätpunkt	område	Mät-Tid [tim:min]	Respirabelt damm [mg/m3]	olja-dimma [mg/m3]	Kvarts [mg/m3]	NO2 [mg/m3]
B-Bio-Kr-T-Hydraulrum	hydraulrum	07:34		0,1		
A-Avfall-Kontrollrum	k-rum/kranhytt		0,007			
A-Avfall-Kranhytt	k-rum/kranhytt	09:25	0,023			
A-Avfall-Kranhytt	k-rum/kranhytt	02:26				
C-Avfall-Kranhytt	k-rum/kranhytt	05:44	0,03			
C-Avfall-Kranhytt	k-rum/kranhytt	00:32				
A-Avfall-Pannhus	Pannhus	06:49	0,021		0,005	

Mätpunkt	område	Mät-Tid [tim:min]	Respirabelt damm [mg/m3]	olje-dimma [mg/m3]	Kvarts [mg/m3]	NO2 [mg/m3]
A-Avfall-Roster	Pannhus	06:37	0,031			
A-Avfall-Roster	Pannhus	06:37				0,06
A-Avfall-Roster	Pannhus	00:53				
D-RT-Pannhus	Pannhus	06:08	0,06		0,007	
D-RT-Pannhus	Pannhus	06:08				0,073
D-RT-Pannhus	Pannhus	06:08				

Tabell 5 Mätdata för område Aska, Kalk och Sand, exklusive metaller i damm. Grå markering visar att data är under detektionsgräns.

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Totaldamm [mg/m3]	Inhalerbart damm [mg/m3]	Respirabelt damm [mg/m3]	Kvarts [mg/m3]
A-Avfall-FAprovtagning	06:38	0,03			
A-Avfall-FAprovtagning	06:38			0,066	0,005
A-Avfall-FASändare	06:37	0,029			
A-Avfall-FASändare	06:37			0,05	0,006
A-Avfall-FATömning	06:36	3,21			
A-Avfall-FATömning	06:36			0,063	0,007
A-Avfall-Slagg/Våtutmatrare	06:35	0,053			
A-Avfall-Slagg/Våtutmatrare	06:35			0,012	
A-Avfall-Slagghus	06:38	0,167			
A-Bio-BATömning	06:25		0,865		
A-Bio-BATömning	06:25	0,971			
A-Bio-FAprovtagning	06:25			0,031	0,005
A-Bio-FAprovtagning	06:25	0,096			
A-Bio-FASändare	06:22	0,065			
A-Bio-FASändare	06:22			0,027	0,007
A-Bio-Fatömning-ute	06:21			0,064	0,01
A-Bio-Fatömning-ute	06:21	0,048			
A-Bio-Sandsilo	06:25			0,023	0,006
B-Bio-BA	07:34			0,2	

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Totaldamm [mg/m3]	Inhalerbart damm [mg/m3]	Respirabelt damm [mg/m3]	Kvarts [mg/m3]
B-Bio-Kr-T-BA	07:34			0,01	0,004
B-Bio-Kr-T-FAsändare	07:28	0,13			
B-Bio-Kr-T-FAsändare	07:28			0,002	0,004
B-Bio-Kr-T-Kalk/Sandsilo	07:30			0,02	
B-Bio-Sandsilo	07:27			0,03	
B-FABAtömning	07:34		0,35		
B-FABAtömning	07:34			0,05	0,005
B-FABAtömning	07:34	0,51			
B-FAprovtagning	07:33			0,03	0,004
B-FAprovtagning	07:33	0,08			
C-Avfall-FAsändare	06:59	0,5			
C-Avfall-FAsändare	06:59			0,02	0,005
C-Avfall-FAtömning	06:36	1,41			
C-Avfall-FAtömning	06:36			0,01	0,005
C-Avfall-Slagg/Våtutmatare	07:24	1,72			
C-Avfall-Slagg/Våtutmatare	07:24			0,05	
C-Avfall-Slagghus	07:52	0,41			
C-Avfall-Slagghus	07:52			0,04	
C-Avfall-Slagghus	03:49				
C-Avfall-Slagghus	00:32				
C-PTP-BAtömning	07:28	0,08			
C-PTP-BAtömning	07:28			0,03	0,004
C-PTP-FAsändare	07:38	0,57			
C-PTP-FAsändare	07:38		0,12		0,005
C-PTP-Sandsilo	06:08			0,07	0,006
D-Bio-FAsändare	06:00			0,015	0,007
D-Bio-FAsändare	06:00	0,05			
D-RT-BA	06:50	0,03			
D-RT-BA	06:50			0,01	0,007
D-RT-FABAtömning	07:02			0,04	0,007

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Totaldamm [mg/m3]	Inhalerbart damm [mg/m3]	Respirabelt damm [mg/m3]	Kvarts [mg/m3]
D-RT-FABAtömning	07:02	0,04			
D-RT-Fasändare-BA	06:45	0,12			
D-RT-Fasändare-BA	06:45			0,04	0,007
D-RT-Sandsilo	06:18			0,04	0,007

Tabell 6 Mätdata för område aska, sand och kalk, Metaller i damm. Grå markering visar att data är under detektionsgräns.

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Metaller i damm	Mg [mg/m3]	Al [mg/m3]	V [mg/m3]	Cr [mg/m3]	Fe [mg/m3]	Mn [mg/m3]	Co [mg/m3]	Ni [mg/m3]	Cu [mg/m3]	Zn [mg/m3]	As [mg/m3]	Mo [mg/m3]	Cd [mg/m3]	Pb [mg/m3]
A-Avfall-FAprovtagning	06:38	Totaldamm	0,0029	0,028	0,0001	0,0004	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0063	0,0001	0,0004
A-Avfall-FAsändare	06:37	Totaldamm	0,0027	0,028	0,0001	0,0002	0,14	0,0002	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0037	0,0001	0,0004
A-Avfall-FATömning	06:36	Totaldamm	0,0326	0,0354	0,0001	0,0008	0,14	0,0018	0,0001	0,0027	0,0027	0,0153	0,0002	0,0035	0,0001	0,0033
A-Avfall-Slagg/Våtutmatare	06:35	Totaldamm	0,0027	0,028	0,001	0,0002	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0027	0,0033	0,0004
A-Avfall-Slagg/Våtutmatare	06:35	Respirabelt	0,0027	0,028	0,0001	0,0002	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0030	0,0001	0,0004
A-Avfall-Slagghus	06:38	Totaldamm	0,0027	0,0028	0,0001	0,0002	0,14	0,0002	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0035	0,0001	0,0004
A-Bio-BATömning	06:25	Inhalerbart	0,014	0,028	0,0001	0,0003	0,14	0,008	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0027	0,0001	0,0004
A-Bio-BATömning	06:25	Totaldamm	0,0158	0,028	0,0001	0,0003	0,14	0,0078	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0041	0,0001	0,0004
A-Bio-FAprovtagning	06:25	Totaldamm	0,0027	0,0028	0,0001	0,0002	0,14	0,005	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,004	0,0001	0,0004
A-Bio-FAsändare	06:22	Totaldamm	0,0027	0,028	0,0001	0,0004	0,14	0,0004	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0041	0,0001	0,0004
A-Bio-Fatömning-ute	06:21	Totaldamm	0,0027	0,0028	0,0001	0,0002	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0032	0,0041	0,0004
B-Bio-BA	07:34	Respirabelt	0,003	0,028	0,0001	0,00027	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0038	0,0001	0,0004
B-Bio-Kr-T-FAsändare	07:28	Totaldamm	0,0041	0,028	0,0001	0,0032	0,14	0,0004	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0046	0,0001	0,0004
B-Bio-Kr-T-Kalk/Sandsilo	07:30	Respirabelt	0,0027	0,028	0,0001	0,0027	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0038	0,0001	0,0004
B-Bio-Sandsilo	07:27	Respirabelt	0,0028	0,028	0,0001	0,0027	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0038	0,0001	0,0004
B-FABAtömning	07:34	Inhalerbart	0,0039	0,028	0,0001	0,0043	0,14	0,0002	0,0004	0,0027	0,0038	0,0027	0,0001	0,0046	0,0001	0,0004
B-FABAtömning	07:34	Totaldamm	0,0082	0,028	0,0001	0,0028	0,14	0,0035	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0039	0,0001	0,0004
B-FAprovtagning	07:33	Totaldamm	0,0041	0,028	0,0001	0,0032	0,14	0,0006	0,0001	0,0027	0,0028	0,0027	0,0001	0,0046	0,0001	0,0004
C-Avfall-FAsändare	06:59	Totaldamm	0,0041	0,028	0,0001	0,0024	0,14	0,0001	0,0001	0,0028	0,0046	0,0027	0,0001	0,0079	0,0001	0,0004
C-Avfall-FATömning	06:36	Totaldamm	0,006	0,028	0,0001	0,0032	0,14	0,0001	0,0001	0,0037	0,0063	0,0027	0,0001	0,0104	0,0001	0,0004
C-Avfall-Slagg/Våtutmatare	07:24	Totaldamm	0,0322	0,0392	0,0001	0,0033	0,14	0,0019	0,0001	0,0043	0,0082	0,0027	0,0001	0,0108	0,0001	0,0013

Mätpunkt	Mät-Tid [tim:min]	Metaller i damm	Mg [mg/m3]	Al [mg/m3]	V [mg/m3]	Cr [mg/m3]	Fe [mg/m3]	Mn [mg/m3]	Co [mg/m3]	Ni [mg/m3]	Cu [mg/m3]	Zn [mg/m3]	As [mg/m3]	Mo [mg/m3]	Cd [mg/m3]	Pb [mg/m3]
C-Avfall-Slagghus	07:52	Totaldamm	0,0056	0,028	0,0001	0,0027	0,14	0,0002	0,0001	0,0027	0,005	0,0027	0,0001	0,0057	0,0001	0,0004
C-PTP-BAtömning	07:28	Totaldamm	0,0037	0,028	0,0001	0,0027	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0038	0,0027	0,0001	0,0061	0,0001	0,0004
C-PTP-FAsändare	07:38	Totaldamm	0,0074	0,0135	0,0001	0,0027	0,14	0,0002	0,0001	0,0027	0,0053	0,0027	0,0001	0,0065	0,0001	0,0019
D-Bio-FAsändare	06:00	Totaldamm	0,003	0,0031	0,0001	0,003	0,14	0,0001	0,0001	0,003	0,003	0,003	0,0001	0,003	0,0081	0,0004
D-RT-BA	06:50	Totaldamm	0,0027	0,028	0,0001	0,0027	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0067	0,0001	0,0004
D-RT-FABAtömning	07:02	Totaldamm	0,003	0,028	0,0001	0,0027	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0062	0,0001	0,0004
D-RT-Fasändare-BA	06:45	Totaldamm	0,0027	0,028	0,0001	0,0027	0,14	0,0001	0,0001	0,0027	0,0027	0,0027	0,0001	0,0064	0,0001	0,0004

INTEGRERAD METOD FÖR LUFT- KVALITETSMÄTNINGAR VID VÄRME- OCH KRAFTVÄRMEANLÄGGNINGAR

Kraven på arbetsmiljön i produktionsanläggningar med biobränsle- och avfall har ökat efter att nya föreskrifter infördes 2011. Ågarna till anläggningar måste vara proaktiva och göra riskbedömningar av den hygieniska effekten av damm i arbetsmiljön.

Här har forskare kartlagt risken för exponering för luftföroreningar arbetsmiljön i värme- och kraftvärmeanläggningar där biobränsle och verksamhetsavfall samt askor förekommer. Det handlar om olika fraktioner av damm, endotoxiner, innehåll av metaller, kvarts och fibrer i damm och kemikalier.

Exponeringsrisker vid hantering av bränsle och askor har utvärderats genom omfattande luftkvalitetsmätningar i fyra kraftvärmeanläggningar. Mätningarna visar på mycket låga halter av föroreningar i arbetsmiljöluften i alla fyra anläggningar under normal drift. Det visar sig också att anläggningarna känner till de områden där risken för exponering är stor och att de har god kännedom om riskerna i de olika delarna av processen.

Rapporten innehåller också en strategi och en plan för mätning av luftkvalitet som en del i ett systematiskt arbetsmiljöarbete för värme- och kraftvärmeanläggningar.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se