

Programområde:

Luft

Miljöövervakningsmetod:

Den arktiska aerosolens storleksfördelning

Författare: Se avsnittet ”Författare och övriga kontaktpersoner”.

Mål och syfte

Partiklar påverkar Jordens strålningsbalans genom att absorbera och sprida delar av solstrålningen. Partiklar kan även påverka klimatet indirekt genom att förändra molnens optiska egenskaper. En ökning i antalet aerosolpartiklar eller en förändring i deras kemiska egenskaper kan leda till att fler och mindre molndroppar bildas vilket ger molnen en högre reflektionsförmåga. En förändring i molnens droppstorleksfördelning kan även påverka nederbördsintensitet vilket i sin tur har effekter på den hydrologiska cykeln. Partiklar, till skillnad från de flesta växthusgaserna, varierar i tid och rum pga. dess kortare livstid vilket medför att effekten på klimatet från partiklar kan skilja sig mycket för olika regioner. För att kunna förstå och uppskatta hur människan påverkar klimatet regionalt och globalt krävs en ingående kunskap om den atmosfäriska aerosolen. För ytterligare information se ref. 9.

Målet med undersökningen är att studera klimatpåverkande ämnen som i det här fallet handlar om mätning av aerosolpartiklar på Spetsbergen. Mätningarna syftar till att:

- spåra eventuella långsiktiga förändringar av aerosolpartiklarnas mängd och sammansättning i bakgrundsatmosfären.
- ge underlag för att studera de processer som kontrollerar partiklarnas livscykel från bildning via omvandling och åldring till att slutligen tas bort ur atmosfären.
- bidra till det globala nätverk av stationer som utför kontinuerliga mätningar av atmosfäriska partiklar för att fastställa dess effekt för Jordens strålningsballans och inverkan på molnen och klimatet.

Undersökningen är därför användbar för att fastställa status för aerosolen i Arktis i förhållande till miljömålen *Begränsad klimatpåverkan*, *Frisk luft*, men även *Giffri miljö* i ett vidare perspektiv.

Samordning

Ett mycket nära samarbete sker med Norsk Institut for Luftforskning (NILU) både när det gäller utbyte av data men även kring praktiska detaljer på Zeppelinstationen.

Den dubblering av provtagning för analyser av jonsammansättning (NILU dagliga prover, SU varannandags prover) som pågått sedan 1996 upphör till förmån för ett mer utbyggt

aerosolprogram som finns presenterat i denna miljöövervakningsmetod. En samordning av NILUs och SUs observationsprogram av aerosolkemi och aerosolfysik ger möjlighet till en mer fokuserad provtagningsstrategi.

Genom en samordning av observationerna kan SU genomföra mätningarna av aerosolkemi som relaterar till partiklarnas storleksintervall och som kompletterar de dagliga proverna av den totala aerosolens jonsammansättning som utförts av NILU de senaste 20 år. De storlekssegregerade provtagningarna görs på kampanjbasis fyra gånger per år och analyseras med samma metod som NILUs dagliga prover.

Ett utbyggt aerosolprogram tillsammans med en riktad provtagning av aerosolkemi ger avsevärt mycket större möjligheter att uppskatta antropogena klimateffekter för den Arktiska regionen men även för Europa som sådant eftersom kunskapen om processer kan användas på hela systemet. De detaljerade observationerna som görs på olika stationer, och främst de som görs på Zeppelinstationen, blir av speciellt intresse när de marknära mätningarna jämförs med observationer från satelliter så som projektet CALIPSO (www-calipso.larc.nasa.gov).

Strategi

Direktiv för vilka halter av partiklar som måste underskridas i befolkade områden kommer utifrån partiklarnas hälsomenliga effekter. För närvarande finns inga direktiv för hur mycket partiklar som får genereras eller halter som måste underskridas med avseende på dess klimateffekter. Det står klart att partiklar i högsta grad bidrar till drivningen av klimatet men för att kunna bedöma effekterna krävs en grundläggande förståelse av processerna som påverkar aerosolen från källa till sänka.

Att studera aerosolen kan göras med fjärrteknik, flygplansplattformar eller från markbaserade stationer. För studier av långsiktiga förändringar är kontinuerliga mätningar på en plats att föredra, vilket gör undersökningar som bara ger en intermittent bild av atmosfärens status mindre attraktiva. Valet av den variabel som ska observeras är av största vikt för att skapa rätt kunskap och göra det möjligt att formulera bedömningsgrunder för tillstånd och avvikelser från bakgrundsförhållanden i atmosfären. Basnivån (prioritet 1) för undersökningen är att mäta partikelkoncentrationen (CPC se tabell), partiklarnas storleksfördelning (DMPS se tabell) samt ljusabsorberande förmåga.

Den mest grundläggande variabeln, förutom antalskoncentrationen, är aerosolens storleksfördelning. Aerosolens storleksfördelning är hela tiden i förändring och de flesta processer i atmosfären som påverkar aerosolen, påverkar även storleksfördelningen. Det omvända är också sant, aerosolens storleksfördelning är viktig för i stort sätt alla processer där aerosolen är inblandad. Storleksfördelningen är således basen för i princip alla undersökningar av aerosoler.

Partiklarnas kemiska egenskaper är av stor betydelse men ett urval av parametrar måste göras på grund av begränsningar i analysteknik men även med tanke på frågeställningar. Med avseende på den Arktiska miljön och aerosolens inverkan på klimatet så är även partiklarnas ljusabsorberande egenskaper en mycket viktig parameter.

Sekundärt (prioritet 2) för miljöövervakningsmetoden är att mäta partiklarnas storleksfördelning (OPS se tabell), elementsammansättning samt jonsammansättning.

Observerationer av aerosolens storleksfördelning samt optiska och kemiska egenskaper kan göras med en mängd olika tekniker. Den beskrivna metoden som är en kombination av flera

Version 1:3: 2005-09-29

olika system är den som ger den bästa balansen mellan detaljkunskap, tidsupplösning och kostnadseffektivitet.

Ambitionen är att på sikt utöka observationerna för att studera aerosolens storleksberoende relaterat till dess kemiska egenskaper. Detta är inte helt enkelt men skulle ge en helt ny dimension för att förstå aerosolens roll för klimatet och miljön.

Statistiska aspekter

Den atmosfäriska aerosolens egenskaper varierar i tid och rum med flera karaktäristiska skalor; mellan enskilda år som resultat av mänskliga aktiviteter eller naturliga variationer i klimatet; mellan säsonger som ett resultat av den övervägande strömningen i atmosfären; från vecka till vecka som ett resultat av synoptiska väderomslag eller under dygnet som ett resultat av lokala väderfenomen och processer som direkt kontrollerar partiklarnas formation och transformation (Ref. 10). Observationerna bör därför göras med en tidsupplösning som är högre än den karaktäristiska tidskalan som ska studeras för en given variabel. Detta gäller främst kontinuerliga mätningar så som partiklarnas antalskoncentration och storleksfördelning, samt partiklarnas ljusabsorberande förmåga. Dessa variabler observeras på minutskala. Den höga tidsupplösningen av dessa variabler krävs även för att kunna göra en direkt jämförelse av de kontinuerliga marknära mätningarna med fjärranalysmätningar från satellit som sker någon eller ett par ggr per dygn.

Provtagning för analyser av partiklarnas elementsammansättning görs inte kontinuerligt utan sker på kampanjbasis. Under fyra enveckors perioder, en per säsong, tas åtta filterprover per dygn. Av praktiska och ekonomiska skäl tas endast ett urval av dessa prover till analys. Urvalskriteriet baseras på beräknade luftmasstrajektorier. Denna riktade urvalsmetod gör det möjligt att studera variabeln med avseende på olika tidsskalor trots ett endast ett begränsat antal prover analyseras. Det krävs dock att data jämförs med de kontinuerliga mätningarna för att sätta filteranalyserna i ett större sammanhang.

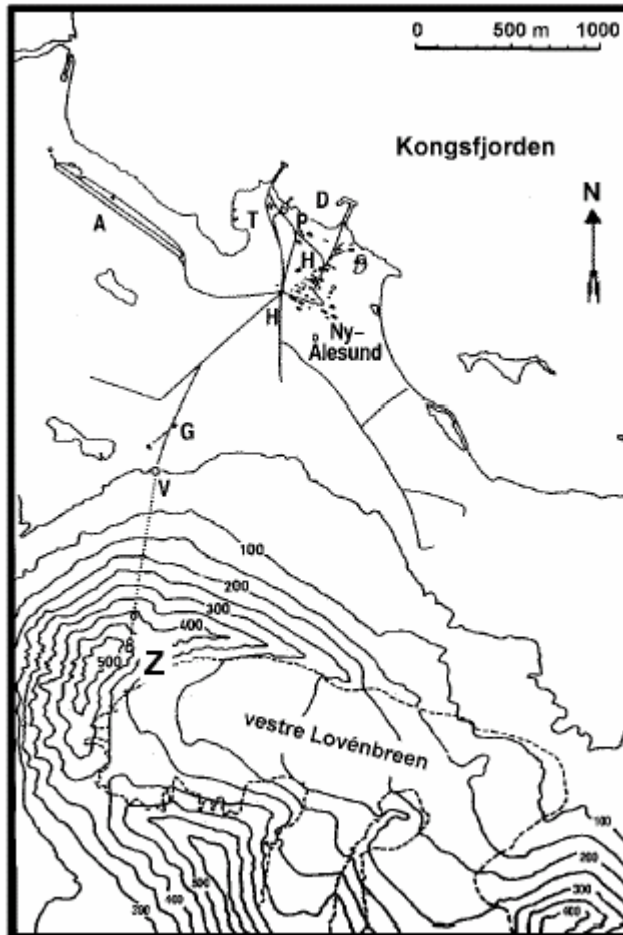
Partikelstorleksrelaterad provtagning för analys av partiklarnas jonsammansättning görs på ett liknande sätt som för elementsammansättningen ovan genom ett begränsat urval av prover. Provtagningsfrekvensen är en gång per dygn för att kunna jämföra med dagliga filterprover som analyseras av NILU. De dagliga proverna utförda av NILU omfattar hela den totala suspenderade partikelmassan vilket betyder att observationen viktas kraftigt av de största partiklarna. Det är dock viktigt att veta hur massan är fördelad mellan stora och små partiklar.

Plats/stationsval

En del av föroreningarna som emitteras i det marknära skiktet transporteras till den fria troposfären och väl där kan det transporteras långt från källområdet. När antropogena föroreningar från Nord-Amerika och Eurasien når Arktis så innehåller luften kanske endast en tiondel så mycket sot som i källområdena, men det finns en mycket viktig skillnad. Albedot, som beskriver Jordytans reflektionsförmåga, är mycket större i Arktis pga. förekomsten av is och snö. Den reflekterande ytan åstadkommer en ökad optisk effekt hos aerosolen som kommer sig av att ljuset får fler chanser att interagera med aerosolen.

Eftersom trenderna i partiklarnas egenskaper förväntas som ett resultat av en förändring i antropogena emissioner bör således observationerna göras avlägset från direkta källor för att inte signalen ska döljas i brus på grund av närliggande källor. Stationen där mätningarna utförs är placerad på Zeppelinfjället (474 meter över havet) utanför Ny-Ålesund (78°54' N,

11°53' E) på Spetsbergen, Svalbard, Norge. Platsen har god infrastruktur vilket ger en unik möjlighet att studera luftens innehåll i ett område fri från direkt mänsklig påverkan (Ref. 8). Ny-Ålesunds unika ställning med en utmärkt forskarmiljö gör att ett stort antal olika typer av observationer görs av olika grupper på en och samma plats. Detta ger goda möjligheter att jämföra olika typer av observationer. För mer information om Zeppelinstationen se <http://www.nilu.no/niluweb/services/zeppelin>



Figur 1. Översiktskarta över området kring NyÅlesund. Z markerar Zeppelinstationen. V anger var dalstationen för linbanan är placerad. NyÅlesunds befolkning varierar mellan 10-150 invånare under året. Transporter görs av ca 15 motordrivna fordon. Flyg landar på flygplatsen (A) 2-4 gånger per vecka. Varje sommar lägger det till ungefär 100 båtar (fiskefartyg och kryssningsbåtar) i hamnen (D). Några gånger om året förbränns det sopor (vid T). Helikopterlandningsplatser finns vid H markeringarna. Förutom nödvändiga besök vistas i princip inga personer närmare Zeppelinstationen än platsen för dalstationen (V).

Mätprogram

Variabler

Variablerna partikelstorleksfördelning (DMPS, Ref.4), antalskoncentration samt partiklarnas ljusabsorberande förmåga är obligatoriska för miljöövervakningsmetoden. Ambitionsnivån kan ökas genom att även partiklarnas jonsammansättning samt elementsammansättning mäts.

Version 1:3: 2005-09-29

Tabell 1. Översiktstabell för variabler och tidsperioder, m.m.

<i>Företeelse</i>	<i>Determinand</i>	<i>Metodmo- ment</i>	<i>Enhet/ klassade vär- den</i>	<i>Statistisk värdetyp</i>	<i>Prio- ritet</i>	<i>Frekvens och tid- punkter</i>	<i>Referens till prov- tagnings- eller obser- vationsme- todik</i>
Luft	Partikel koncentration	Mätning med Condensation Particle Counter (CPC) 3010	10nm< Dp cm ⁻³	10 minuters medelvärde	1	Varje minut Året runt	Ref. 2
Luft	Partikel storleksfördelning	Mätning med DMPS	20<Dp<630nm cm ⁻³	10 minuters medel värde	1	Var 10:e minut Året runt	Ref. 3
Luft	Partikel storleksfördelning	Mätning med OPC	120<Dp<3500nm cm ⁻³	10 minuters medelvärde	2	Varje minut Året runt	Ref. 4
Luft	Partiklars ljusabsorberande förmåga	Mätning med Sotfotometer	ng m ⁻³	1 timmes medelvärde	1	Kontinuerlig Året runt	Ref. 5
Luft	Partiklars elementsamman- sättning	Mätning med Elektronmikr- oskop	µg m ⁻³	3 timmars prover	2	Ca 7 prover var 3:e månad	Ref 6.
Luft	Partiklar jonsammansätt- ning	Mätning med Jonkromatogr af	µg m ⁻³	Dygnsmede lvärden	2	Ca 7 prover var 3:e månad	Ref 7

Tabellen är inte kontrollerad av Naturvårdsverkets tabellansvarige.

Kommentar till ref 4 från författaren

Den här var ett gammalt instrument som jag har haft i flygmätningar. Eftersom den inte orkade det längre (ett hårt liv för instrument i flygplan) så skulle instrumentet få pensioneras på Svalbard. Tyvärr dog det snabbare än beräknat. Att laga det kostar lika mycket som att köpa ett nytt. Pengar finns inte nu så det får vänta. Jag vill dock ha ett liknande instrument på plats när finanserna medger detta, men hur gör man nu? Det har en prio 2 så NV inte blir missnöjda om jag inte kan leverera, men jag skulle vilja ha det kvar i tabellen och i miljöövervakningsmetoden eftersom jag tycker att man ska ha observationer upp till i alla fall en mikrometer i diameter.

Frekvens och tidpunkter

Partikelstorleksfördelningen och antalskoncentration, samt partiklarnas ljusabsorberande egenskaper observeras kontinuerligt på minutskala året runt för att fånga alla relevanta tidsskalor.

Den Arktiska aerosolen har en stark säsongsvariation varför filterprover för analys av elementsammansättning bör göras under fyra perioder per år. Under själva provperioden, som varar ca en vecka, tas proverna med hög tidsupplösning (var tredje timme). Ett urval av dessa prover tas till analys baserat på luftmassetyp.

Storlekssegregerad analys av jonsammansättning görs också under fyra perioder per år samtidigt med provtagningen för analys av elementsammansättningen. Proverna tas på dygnsbasis för att kunna jämföras med andra, ej storleksklassade, mätningar som görs av NILU.

Observations/provtagningsmetodik

Det totala antalet partiklar per volymenhet mäts med en Condensation Particle Counter (CPC) modell TSI3010. Instrumentet detekterar partiklar som har en diameter större än 10nm. Mätningen sker kontinuerligt, men ett eller ett par korta avbrott per vecka måste göras då instrumentet förses med ny Butanol.

Partiklarnas storleksfördelning i storleksintervallet 20-630nm diameter görs med en DMA (Differential Mobility Analyzer) kopplat till en CPC TSI3010. Ett sådant system kallas för DMPS (Differential Mobility Particle Sizer). DMPS-systemet producerar en storleksfördelning per 2 minuter i nuvarande version. Även för DMPS-systemet sker ett eller ett par korta avbrott per vecka för att fylla på Butanol i CPC instrumentet.

Partiklarnas storleksfördelning i storleksintervallet 0.12 –3.5 μm diameter görs med en OPC (Optical Particle Counter) model PMS-PCASP. Instrumentet är satt att producera en storleksfördelning per 2 minuter för att vara kompatibelt med DMPS-systemet. Eftersom mätningarna med DMPS-systemet och OPC instrumentet baseras på olika fysikaliska principer kan storleksintervallet där de två instrumenten överlappar varandra användas för att säga något om partiklarnas kemiska egenskaper i detta storleksintervall. Instrumentet kräver ingen kontinuerlig översyn eller service.

Partiklarnas ljusabsorberande förmåga observeras med en hembyggd sotfotometer som utnyttjar den så kallade ”integrating plate” metoden. Partiklar samlas kontinuerligt på ett filter. En ljuskälla delas upp i två ledare. Den ena belyser en del av filtret där partiklarna samlas, den andra belyser ett område på filtret utan partiklar. Ljuset som passerar filtret mäts med två detektorer, en för varje område. Förändringen i förhållandet i ljustransmissionen för de två områdena är den primära observationen. Derivatet för förändringen är ett mått på koncentrationen av absorberande material i luften. Observationen är kontinuerlig och medelvärdesintervallen kan väljas beroende på halterna i luften men rapporteras nominellt som 1 timmes medelvärden. Ett kort avbrott två till fyra gånger per månad sker för att placera en ren filteryta ovanför detektorerna.

Filterprovtagningen för analys i elektronmikroskop görs med ett batteri med 8 förladdade filter. Det aktuella filtret för provtagning aktiveras genom att en magnetventil öppnas och tillåter provflöde genom filtret. Byte till nästa filter, genom att öppna en ny ventil, sker automatiskt med hjälp av ett datorprogram. Varje dygn tas åtta filterprover av vilket ett urval, som baseras på luftmasseklassificering, faktiskt analyseras i elektronmikroskop. Filtren som används är 25 mm Nuclepore membranfilter med en håldiameter av 0.1 μm . Den aktiva delen av filtret är reducerat till 7 mm i diameter för att begränsa ytan där partiklarna hamnar. Flödet genom filtret är ca 1 L min^{-1} och kontrolleras med en så kallad critical orifice.

Filterprovtagningen för analys i jonkromatograf görs med ett filter som placeras bakom ett speciellt insug som tar bort partiklar större än 1 mikrometer i diameter. Filtren som används är 48 mm cellulosafilter. Provtagningen sker under ett dygn för att kunna jämföras med filterprover av den totala aerosolen som görs av NILU. För att erhålla tillräckligt mycket massa för analyserna så tas 6 stycken filterprover samtidigt.

Utrustningslista

CPC TSI3010 (Ref. 2)

DMPS (Ref. 3)

OPC PMS-PCASP (Ref. 4)

Sotfotometer (Ref. 5)

Filter till elektronmikroskop (Ref. 6)

Filter till jonkromatograf (Ref. 7)

Tillvaratagande av prov, analysmetodik

Mätningarna av partiklarnas antal, storlek, samt absorption sker i real-tid. Efter kvalitetskontroll och normal databehandling lagras data i en databas.

Prover som samlats under årets fyra mätkampanjer tas med tillbaka till laboratoriet för analys i Jonkromatograf och Elektronmikroskop. Det är önskvärt att analyserna sker efter varje provperiod för att minska risken för kontaminering, men det är möjligt att analysera alla prov för ett och samma år vid ett gemensamt tillfälle.

Resultaten lagras i en databas, men proverna lagras inte efter slutförd analys.

Fältprotokoll

Det krävs inget formellt fältprotokoll för insamlingen av data eller behandlingen av densamma, alla observationer loggas elektroniskt. Däremot förs en loggbok där relevanta händelser (pump byte, flödeskalibrering etc.) förs in i kronologisk ordning.

Bakgrundsinformation

Data är konsistent och kan i princip tolkas utan att inkludera ytterligare data. Dock kan man göra mycket mer långtgående analyser och starkare slutsatser om mer data tas med i processen. Det stora antalet observationer som görs i Ny-Ålesund ger bra möjligheter att just ta med många olika variabler i tolkningen av data. Det är därför svårt att säga explicit vilka variabler som tas med vid varje analys, men meteorologiska parametrar, spårgaser samt strålning är tre typer av stödvariabler som är viktiga med avseende på partiklarnas egenskaper och livscykel.

Databehandling

Normalt sparas data med ca 3 timmars intervall. Vid ett eventuellt datorhaveri eller strömavbrott förlora man således inte någon avgörande mängd data, förutom den tid då systemet inte är operativt.

Alla dessa delfiler länkas till en gemensam fil per månad. Data gås igenom och kollas för kontinuitet. Uppenbara fel och hål i tidsserien åtgärdas. Storleksfördelningar inverteras och medelvärden beräknas på länkade och korrigerade rådata, vartefter data kan matas in i databasen.

För att välja lämplig statistisk bearbetning eller metoder rekommenderas den behandling som finns på Miljöövervakningens sidor.

Kvalitetssäkring

Daglig tillsyn av samtliga instrument görs på plats av personal från Norsk Polar Institutt (NP). Funktionen hos instrumenten kan även diagnostiseras via datorförbindelse för att kunna varsla personalen på plats. Översyn av instrumenten sker vid fyra tillfällen per år vilka sammanfaller med provtagningsperioderna för analys av element- och jonsammansättning.

Partiklarnas fysikaliska egenskaper observeras av instrument som är oberoende och använder olika fysikaliska principer vilket medför att de olika systemen till en viss grad kan användas för att kontrollera intern konsistens.

Rapportering, presentation

En årlig sammanställning av data görs och rapporteras till Naturvårdsverket. Data tolkas och publiceras i den internationellt granskade litteraturen som i exempelvis Atmospheric Environment eller Atmospheric Chemistry and Physics. Resultat presenteras även på konferenser eller symposier.

Datalagring, datavärd

Bearbetade och kvalitetsgranskade data finns lagrade på dator med säkerhetskopior på CD hos ITM.

Datavärd, Institutet för tillämpad miljöforskning (Luftlaboratoriet)

Stockholms universitet:

Birgitta Noone

Frescativägen 54

S-106 91 Stockholm

Tel.: 08 674 7252

Fax: 08 674 7636

E-post: bibbi@itm.su.se

Utvärdering

Eftersom den atmosfäriska aerosolen varierar med olika karakteristiska tidsskalor så måste man ta hänsyn till det i utvärderingsförfarandet. Den grundläggande frågan är om människan påverkar aerosolhalten i atmosfären och aerosolens egenskaper genom en förändrad energi- och landanvändning. Det är därför viktigt att mätningarna bedrivs mycket långsiktigt för att kunna studera trender som sträcker sig över decennier. Detta är mycket viktigt då naturliga variationer, beroende på vulkanutbrott eller det så kallade El Niño fenomenet, kan maskera en trend som beror på antropogen inverkan.

För att kunna bedöma effekten av en förändring, på t ex klimatet, eller förstå uppkomsten eller avsaknaden av trender, krävs att man studerar aerosolen på en tidsskala som är relevant med avseende på de processer som påverkar aerosolens livscykel. Detta innebär att materialet måste studeras på en tidsskala som löser upp variationer som sker under ett dygn.

Samtidigt som aerosolen i Arktis är viktig för det regionala klimatet så speglar den även förhållanden vid källområdena hundratals mil bort. Mätningar som görs nära källorna i t.ex. Skandinavien eller kontinentala Europa kommer att vara mer influerade av lokala källor som en enskild väg eller en stad. Mätningarna som görs på en mer avlägsen plats så som Svalbard, ser inte individuella källor på samma sätt utan berörs utav mer generella förändringar i utsläppen. En mätstation i urban miljö kanske märker av omläggningen av en trafikled. En station på landet kanske märker av om en stad inför biltullar. För att förändringar i utsläppens mönster eller mängd ska märkas i Arktis krävs en mer allmän och genomgående förändring i

en hel region. Mätningarna i Arktis är således inte bara till för att förstå processer i den känsliga Arktiska miljön utan syftar även till att förstå processer och effekter i ett större sammanhang på en annan skala i tid och rum. Att bedöma hur människan påverkar klimatet via atmosfäriska partiklar kan inte göras utan att förstå aerosolens hela livscykel från källor i främst urban miljö till sänkor som kan vara långt bort från källområdet.

Kostnadsuppskattning

Fasta kostnader

Typ av kostnad		Årlig kostnad (SEK)
Flyg Stockholm- Longyearbyn -Ny Ålesund TOR ¹	per resa 12500	62500
Logi och traktamente ²	per dag 1200	60000
Förbrukningsvaror, översyn och service av utrustning ³	per år 30000	35000
Transport av förbrukningsvaror och utrustning ⁴	per år 10000	12000
Del i förvaringshyra i Ny Ålesund ⁵	per år 10000	10000
Summa		179 500

¹⁾ Årliga kostnaden baseras på att vid tre tillfällen reser endast en person till stationen och en gång per år reser två personer till stationen.

²⁾ Årliga kostnaden baseras på att varje besök till stationen omfattar 10 dagar per person.

³⁾ Förbrukningsvaror är av typen Butanol, filtermedia, reservdelar, partikelfilter, datormedia och nätverkskostnader, service av flödesmätare, tryck och temperatursensorer etc.

⁴⁾ Transporter sker normalt med vanlig frakt, men pga att ganska lite förvaras i Ny Ålesund händer det att kurir transport krävs för reservdelar etc., vilket är ganska mycket dyrare.

⁵⁾ Hyra för förvaring av Butanol, reservpumpar etc. Kostnaden delas med Kim Holmén.

Analyskostnader

Typ av kostnad		Årlig kostnad (SEK)
Analyskostnader Jonkromatografi ¹	per filter 300	9000
Analyskostnader Elektronmikroskop ¹	per filter 1000	30000
Summa		39000

¹⁾ Inkluderar även kostnaden för icke analyserade filter, se texten för metodik. Årliga kostnaden baseras på analyser av 30 filter

Tidsåtgång

Översyn och provtagningskampanjer, 5 personveckor per år.

Dataöverföring och övervakning 2 personveckor per år.

Kvalitetssäkring, tolkning och rapportering, 8 personveckor per år.

Övrigt

Att studera den atmosfäriska aerosolen är att studera ett multidimensionellt problem där en given partikelstorlek kan innehålla ett spektrum av partiklar där den kemiska sammansättning och de optiska egenskaperna är olika från partikel till partikel. En utveckling av nya och förbättrade analysmetoder sker därför kontinuerligt. Framför allt gäller det just metoder för att studera de storleksberoende egenskaperna hos partiklarna. Det är därför troligt att mätningarna på Zeppelinstationen kommer att utökas i framtiden.

Trots den utmärkta infrastrukturen och supporten på platsen så är det omständligt och framför allt dyrt att med kort varsel åka upp. Det är därför önskvärt att metodiken är så pass enkel som möjligt för att undvika problem om utrustning går sönder samt att kostnaderna för ev. reparationer hålls nere.

Författare och kontaktpersoner

*Projektansvarig, Institutet för tillämpad miljöforskning (Luftlaboratoriet),
Stockholms universitet:*

H-C. Hansson
Frescativägen 54
S-106 91 Stockholm
Tel: 08- 674 72 90
Fax: 08- 674 76 36
E-post: hc@itm.su.se

Programområdesansvarig, Naturvårdsverket:

Yngve Brodin
Miljöövervakningsenheten
Naturvårdsverket
SE-106 48
Tel: 08-698 13 06
E-post: yngve.brodin@naturvardsverket.se

*Expert, Institutet för tillämpad miljöforskning (Luftlaboratoriet)
Stockholms universitet:*

Johan Ström
Frescativägen 54
S-106 91 Stockholm
Tel: 08- 674 72 87
Fax: 08- 674 76 36
E-post: johan@itm.su.se

Version 1:3: 2005-09-29

Datavärd, Institutet för tillämpad miljöforskning (Luftlaboratoriet)

Stockholms universitet:

Birgitta Noone

Frescativägen 54

S-106 91 Stockholm

Tel: 08-674 72 52

Fax: 08-674 76 36

E-post: bibbi@itm.su.se

Referenser

Metodreferenslista

1. Keady, P.B., F.R. Quant and G.J. Sem, A Condensation Nucleus Counter for Clean Rooms, Proc. Institute of Environmental Sci., Annual Technical Mtg, pp. 445-451.
2. Jokinen, V., and J.M. Makela, Closed-loop arrangement with critical orifice for DMA sheath excess flow system, *J. Aerosol. Sci.*, 28 (4), 643-648, 1997.
3. Kerker, M., Light scattering instruments for aerosol studies: An historical overview, *Aerosol Sci. Tech.*, 27, 522-540, 1997.
4. Bond, T. C., T.L. Anderson and D. Campbell, Calibration and Intercomparison of filter-based measurements of visible light absorption by aerosols, *Aerosol Sci. and Techn.*, 30, 582-600, 1999.
5. Fletcher, R.A. and Small, J.S. Analysis of individual collected particles, in *Aerosol measurement: Principles, techniques and applications*, edited by P.A. Brown, pp260-295, Van Nostrand Reinhold, New York, 1993.
6. Skoog, D.A., West, D.M., and Holler, F.J, *Fundamentals of analytical chemistry.*, 892 pp, Saunders College Publishing, 1992
7. Fletcher, R.A. and Small, J.S. Analysis of individual collected particles, in *Aerosol measurement: Principles, techniques and applications*, edited by P.A. Brown, pp260-295, Van Nostrand Reinhold, New York, 1993.

Rekommenderad litteratur

8. Heintzenberg, J., Bischof, W., Odh, S.-Å., and Moberg, B., An investigation of possible sites for a background monitoring station in the European Arctic, Report AP-20, IMI, Department of Meteorology, Stockholm University, 1983.
9. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): 2001, *Climate Change 2001 - The Scientific Basis*, Houghton, J.T. et al. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
10. Hinds C. Williams, *Aerosol Technology: Properties, behavior and measurements of airborne particles*, 483 pp, John Wiley & Sons, New York, 1999.