

NILU: TR 7/2007
REFERANSE: O-105055
DATO: DESEMBER 2007
ISBN: 978-82-425-1924-5 (trykt)
978-82-425-1925-2 (elektronisk)

**Observasjoner av
atmosfæriske parametere ved
Troll-stasjonen i Antarktis –
Forskning og overvåkning
basert på lange tidsserier**

Fase 1 (2005/06)

NFR/NARE prosjekt 168908/S30

**Georg Hansen, Katrine Aspmo, Torunn Berg,
Kåre Edvardsen, Markus Fiebig, Roland Kallenborn,
Chris Lunder, Tore Nilsen, Norbert Schmidbauer,
Sverre Solberg, Kerstin Stebel, Jan Wasseng og
Karl Espen Yttri**

Innhold

	Side
1 Innledning	2
2 Infrastruktur og plassering	3
3 Måleprogrammet.....	3
4 Målinger – første resultater	5
5 Formidling.....	8
6 Finansiering	8
7 Referanser	9

Observasjoner av atmosfæriske parametere ved Troll-stasjonen i Antarktis – Forskning og overvåkning basert på lange tidsserier

Fase 1 (2005/06)

NFR/NARE prosjekt 168908/S30

1 Innledning

I november 2004 søkte Norsk institutt for luftforskning (NILU) om midler fra NARE-programmet til å bygge opp et atmosfæremåleprogram på Troll-stasjonen i Antarktis. Bakgrunnen var beslutningen om å oppgradere Troll til en stasjon med helårsdrift. Det finnes til i dag bare få stasjoner i Antarktis som har slike programmer, og plasseringen av Troll halvveis mellom det Antarktiske platået og kysten (1300 m.o.h., 250 km fra kysten) er nokså unik. Det ble søkt om å dekke følgende grupper av parametre:

- Aerosoler (kjemiske, fysiske, optiske egenskaper)
- UV-stråling og ozon
- Organiske miljøgifter
- Kyoto- og Montreal-protokoll-gasser
- Hydrokarboner og kullos
- Kvikksølv
- Bakkenær ozon
- Oppbygging av et luftarkiv

Preferansen for lokaliseringen av stasjonen var den nordlige toppen av Nonshøgda, der TrollSat skulle bli satt opp. Som lokalitet var det foreslått å bruke en av K-SATs transportcontainere. Alternativt ble en plassering på hovedstasjonen eller i dens nærhet vurdert, avhengig av lokalforurensningen som skulle undersøkes i en testperiode.

Prosjektet ble innvilget med en bevilgning på ca. 1,8 mill. kr per år i henholdsvis 2005 og 2006, mot en søkt bevilgning på ca. 4,2 mill. kr per år, og ble startet opp sommeren 2005. Videre ble NILU oppfordret til å søke om fullfinansiering ved neste utlysning, dersom det ikke ble større endringer i prosjektinnholdet. Samtidig ble det klart at Troll-stasjonen av budsjettmessige årsaker ikke kunne tas i helårsdrift før sørvinteren 2006/07, dvs. med ett års forsinkelse. Det medførte en tilsvarende utsettelse av oppbyggingen av atmosfæremålestasjonen. På denne bakgrunnen ble det besluttet ikke å kutte måleprogrammet i et slikt omfang som kuttene i bevilgningen tilsa (ca. 60%), men heller å satse på utsettelsen av oppstarten til programmet og så søke om driftsmidler i fase 2.

2 Infrastruktur og plassering

Førstevalget, Nonshøgda Nord, ble droppet etter en nærmere vurdering av behovene i de første driftsårene. Det ble ansett som for risikabelt å ha stasjonen såpass langt unna hovedstasjonen i innkjøringsfasen, når det måtte regnes med tekniske problemer og behov for hyppig ettersyn. Videre viste det seg at stasjonsbygget hadde veldig lite plass for instrumentering og at det ikke var tilrettelagt for installering av luftinntak på taket. Det ble derfor besluttet å satse på en separat containerløsning finansiert som en investering av NILU. Den skulle settes opp noen hundre meter fra hovedstasjonen loddrett i forhold til hovedvindretningen på stasjonen. Figur 1 viser lokaliseringen som ble valgt til slutt.



Figur 1. Kart av området rundt Troll-stasjonen. Atmosfærestasjonen er markert med en svart pil. Hovedstasjonen er markert med H.



Figur 2. NILUs målestasjon etter installeringen i januar/februar 2007 på Troll.

Containerne ble levert og satt opp ved NILU, Kjeller, sommeren 2006 med fullt utstyr og prøvekjørt. September 2006 ble utstyret pakket og sendt til Antarktis via sjøtransport. Oppbyggingen på Troll ble gjennomført i tidsperioden 10. januar til 15. februar 2007. Figur 2 viser stasjonen på Troll i februar 2007.

Det er planlagt at måleprogrammet skal gå i minst 2 år, før en avgjørelse om den endelige plasseringen foretas. Først da vil det eksistere en grundig analyse av minst ett års kontinuerlig drift, som vil gi et tilstrekkelig grunnlag for å vurdere betydningen av lokal forurensning enn testmålingene fra perioden desember 2004-november 2005.

3 Måleprogrammet

Måleprogrammet ble beholdt stort sett som foreslått i den opprinnelige søknaden, med unntak av klimagassmålingene (metan, N₂O) med online-GC, som er kostbart både i anskaffelse og drift. I stedet skal det nå vurderes om man skal sette opp en CO₂-måler på stasjonen, fordi spørsmålet rundt CO₂-sluk i Sørishavet er av større vitenskapelig interesse enn målinger av metan og lystgass, som har verken kilder eller sluk i området.

Listen over instrumentene som var operative på Troll per 15.02.2007 er gitt i Tabell 1.

Tabell 1. Instrumenter i drift på Troll-stasjonen.

Instrument	Type	Start målinger
Meteorologi	Väisälä	20.01.2007
Nephelometer	TSI 3563	16.01.2007*
DMPS	Hauke-type Differential Mobility Analyzer (DMA)	02.02.2007*
Sotfotometer	Sotmeter, PSAP nr 12	20.02.2007*
Partikkelfilter	EK-type sequential air sampler	Februar 2007*
AOD	Precision-Filter-Radiometer (PFR)	31.01.2007*
Sky imager	Sky View (PSV-100H) camera	05.02.2007
UV-filterinstrument	NILU-UV	01.02.2007
POP-prøvetaker	Digitel DHA 80 high volume air sampler	Februar 2007*
CO-monitor	automatic gas chromatograph Hg oxide reduction + UV detection	01.02.2007*
Hg-monitor	Tekran model 2537A	11.02.2007*
Bakkeozon-monitor	API 400	20.01.2007*
NMHC & CFC-flaskeprøver		Februar 2007*
Flaskearkiv		Februar 2007

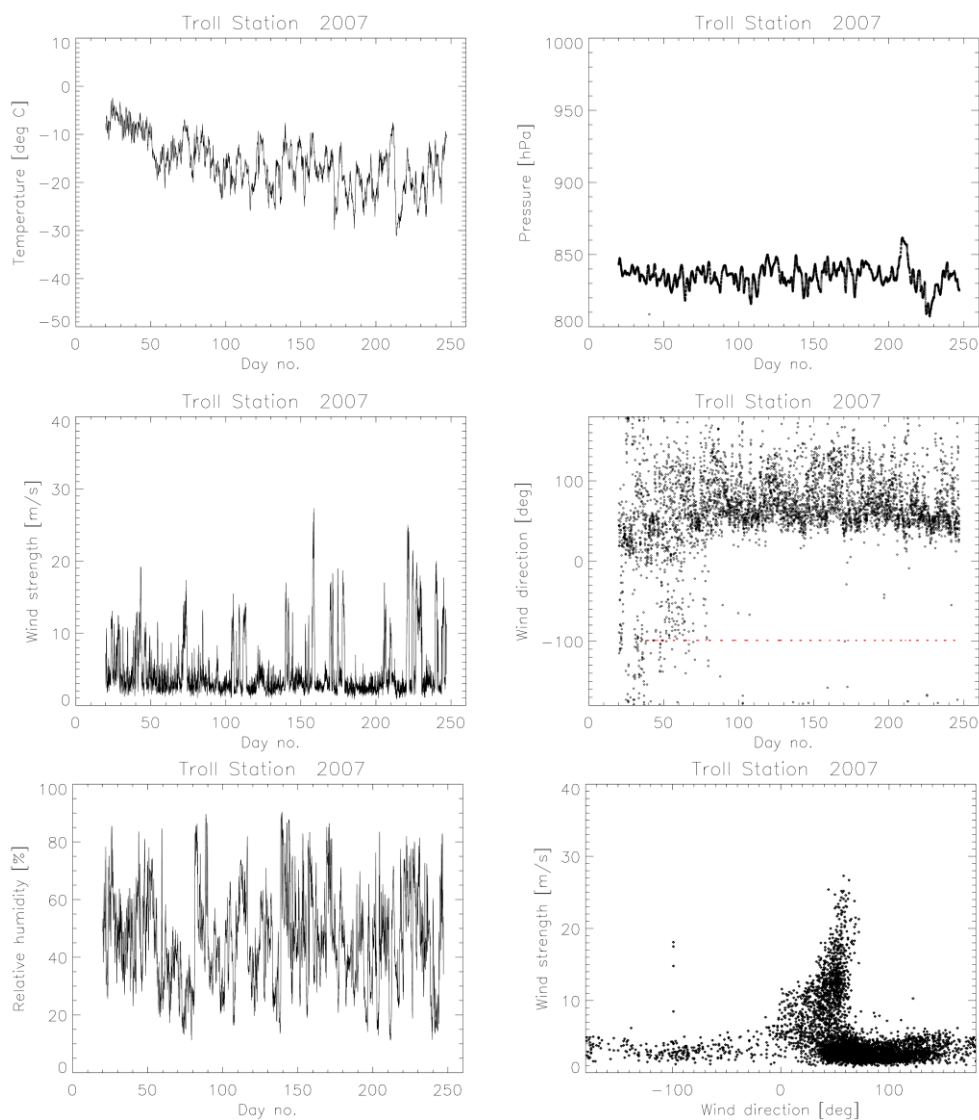
*Det må tas hensyn til at de fleste målinger før 15. februar til en viss grad er påvirket av det betydelige aktivitetsnivået i denne perioden ifm. anleggsvirksomhet.

Per 1. september 2007 er samtlige instrumenter i drift uten vesentlige problemer så langt.

Det meteorologiske datasettet er ufullstendig i og med at det er koblet til styringssystemet for luftprøvetakingen som stopper all dataregistrering når luften forventes å være lokalt forurenset, dvs. vindretningen er fra sektoren nordvest via vest til sør. Dette er imidlertid tilfellet bare en liten del av tiden: i ca. 91% av tiden kommer vinden fra østlig sektor. Bare 4% av observasjonene elimineres pga. vindretningen, og disse er også nokså jevnt fordelt over hele perioden. Det ser også ut som om det er et klart skille rundt dag 80 mht. tilfeller av vind fra vestlig sektor; mens det er en del slike tilfeller til slutten av mars, forekommer de praktisk talt ikke etter den datoen. Vindhastigheter ligger stort sett under 5 m/s (ca. 80%), mens hastigheter på mer enn 10 m/s forekommer i 11% av tiden. Praktisk talt alle disse ligger i vindretningssektoren 30 til 70° (NNØ til ØNØ). Lufttrykket var forholdsvis stabilt til dag 210. Først de siste seks ukene har det forekommet en periode med svært høyt trykk etterfulgt av en markant

lavtrykksperiode, som faller sammen med høye vindhastigheter. Temperaturen har holdt seg stort sett over -25°C , og bare en dag (1. august) sank den under -30°C .

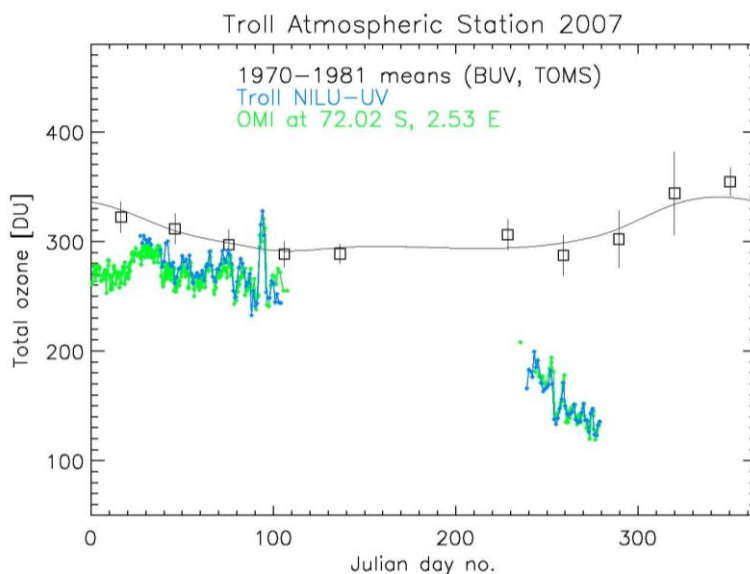
Figur 3 viser oversikter over de viktigste parametrene samt en vindretning-vindhastighetsfordeling.



Figur 3. Meteorologiske data fra Troll Atmosfærestasjonen: temperatur (øverst t.v.), trykk (øverst, t.h.), vindstyrke (midten, t.v.), vindretning (midten, t.h.; røde prikker: tidspunkt med vind fra forbudt retning), relativ fuktighet (nederst, t.v.), vindstyrke som funksjon av vindretning (nederst, t.h.).

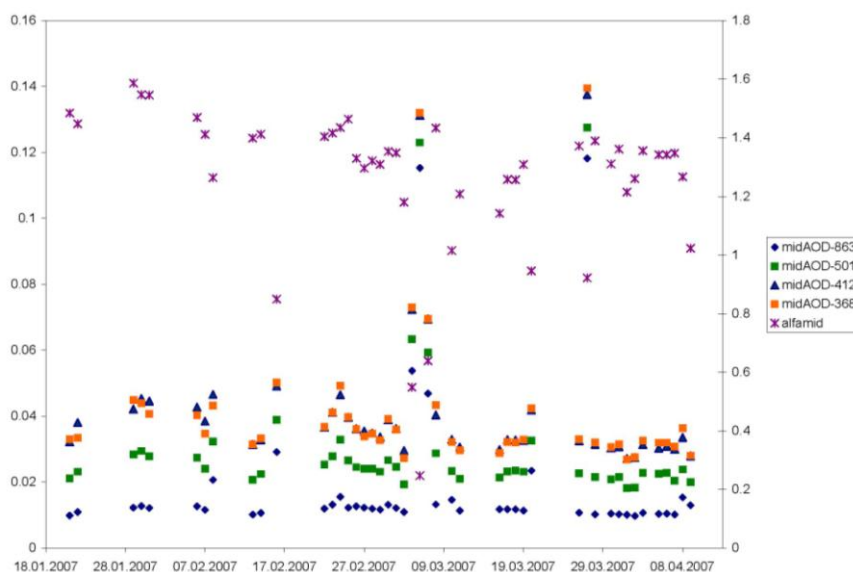
4 Målinger – første resultater

De fleste instrumentene leverer data i nær-sanntid som overføres regelmessig (typisk en gang per uke) fra Troll til NILU. Dette omfatter ozon/UV, fysiske og optiske målinger av partikler, kvikksølv, bakkeozon og kullos. I tilfellet ozon/UV er det etablert en automatisk rutine for daglig dataoverføring og analyse, slik at resultatet er tilgjengelig dagen etterpå.



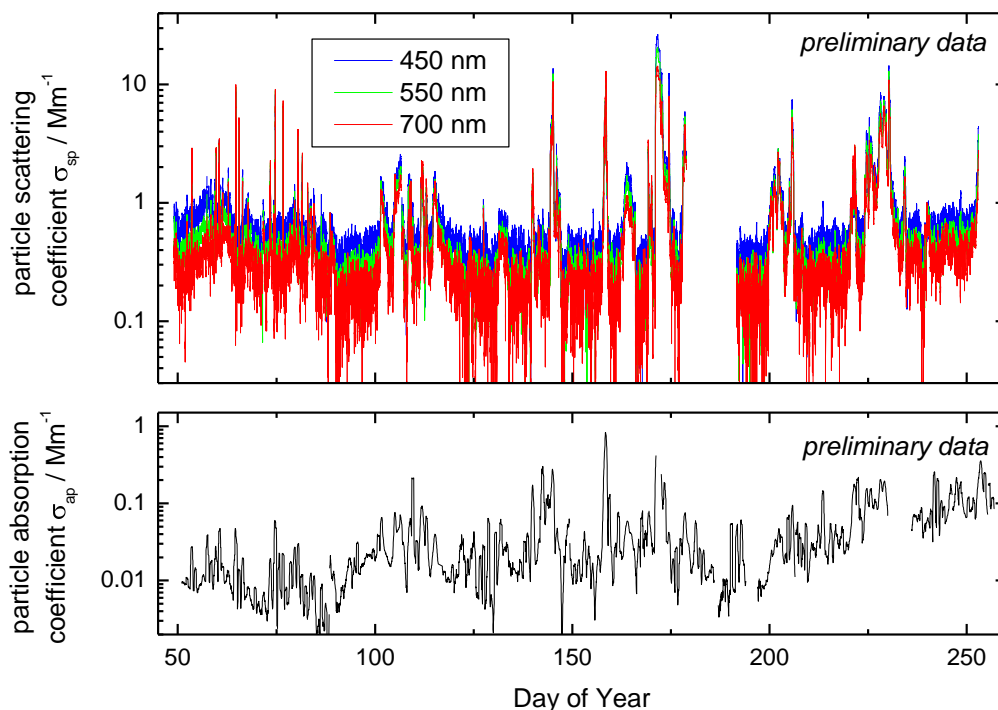
Figur 4. Totalozon målt over Troll-stasjonen med NILU-UV (blå). Til sammenligning: data målt med satellittinstrumentet OMI (grønt) og langtidsmånedsmidler for Troll-koordinater (svarte firekanter, med standardavvik) fra BUV (1970-1977) og Novolazarevskaya fra Nimbus-7 TOMS (1978-1981).

Figur 4 viser totalozonmålingene med NILU-UV-instrumentet (blå kurve), sammenlignet med data fra satellittinstrumentet OMI (grønn kurve). Dataene indikerer en meget god overensstemmelse mellom disse to helt forskjellige målemetodene. Videre inneholder figuren månedsmidler for stasjonen Novolazarevskaja (ca. 200 km fra Troll) fra perioden 1970-1981 målt med satellittinstrumentene BUV og TOMS. Disse viser tydelig innflytelsen av ozonnedbrytingen (ozonhullet) på sen vinteren og våren. Den laveste ozonverdien målt så langt ligger på 123 Dobsonenheter (DU), mens det klimatologiske middelet fra 1970-tallet var ca. 310 DU.



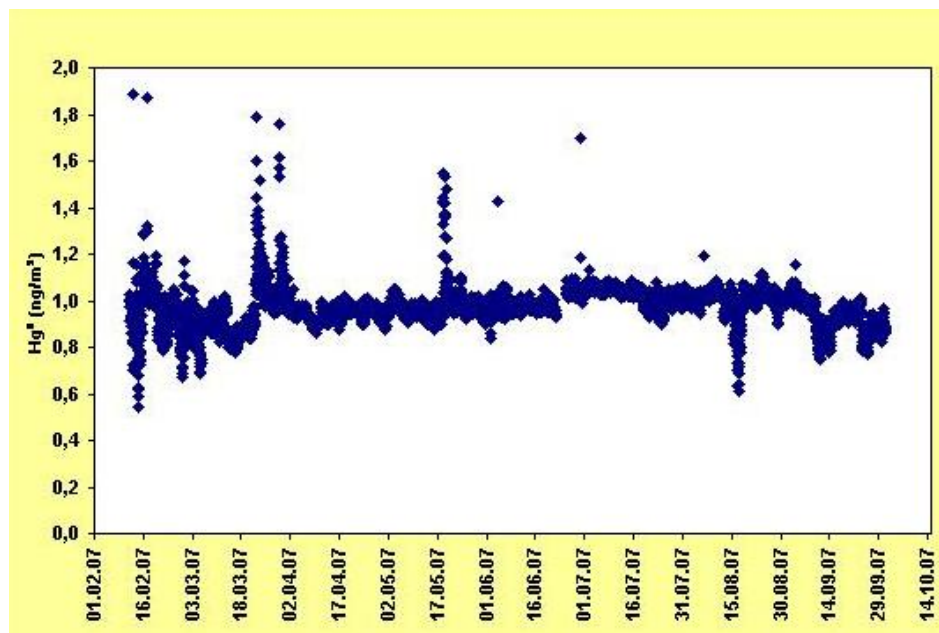
Figur 5. Aerosoloptisk tykkelse (dagmidler) for 368 (oransje firkant), 412 (blå trekant), 501 (grønn firkant) og 863 (blå rute) nm på Troll i perioden 20.01. til 10.04.2007. Ångstrøm-koeffisient α : fiolette stjerner.

Figur 5 viser en oversikt over målinger av optisk tykkelse til aerosoler (AOD) på Troll. Verdiene på 500 nm ligger stort sett mellom 0.02 og 0.03, mens α -parameteren viser en negativ trend med tiden fra ca. 1,5 i januar til 1,3 i april. AOD(501)-verdiene er i god overensstemmelse med andre målinger fra Antarktis, mens α ligger mellom verdiene fra kyststasjoner og verdiene fra platåstasjonene (Tomasi et al., 2007). De få verdiene som ligger langt utenfor ”normalområdet” er fra dager med skyinnflytelse.



Figur 6. Spredningskoeffisient for partikler målt med nephelometer (øvre panel) og absorpsjonskoeffisient for partikler målt med sofotometer for perioden 20. februar til ca. 15. september 2007 på Troll-stasjonen.

Mens AOD integrerer informasjon fra alle aerosoler fra bakken til toppen av atmosfæren, måler nephelometeret og sofotometeret egenskapene til partikler nær bakken. I figur 6 er tidsserien av målinger med disse to instrumentene vist. En første sammenligning mellom nephelometer- og vinddata indikerer at oppvirvling av støv er en vesentlig årsak til toppene i spredning (øvre del av figur 6); disse oppstår når vindhastigheten overstiger ca. 12 m/s. I disse tilfellene ser man også en økning i absorpsjon (nedre del av figur 6). Det er imidlertid noen tilfeller av økt spredning som oppstår under rolige vindforhold, f.eks. rundt dag 165, der heller ikke absorpsjonen er økt. Disse må undersøkes nøyere.



Figur 7. Kvikksølvmålinger 2007 på Troll (timemidler).

Figur 7 viser kvikksølvmålingene for hele perioden fram til 9. september 2007. Stort sett ligger Hg^0 -nivåene på ca. 1 ng/m, som er omtrent 50% av de arktiske nivåene. Noen få separate topper med opp til en dobling av konsentrasjonen er sannsynligvis forårsaket av lokale utslipp, men dette må undersøkes nærmere ved hjelp av f.eks. CO-data, som ikke er analysert enda. Alle disse episodene opptrer imidlertid under veldig rolige vindforhold (< 4m/s). I andre halvdel av året har det opptrådt en markert og flere mindre episoder med reduserte Hg-konsentrasjoner (opp til 40%). Disse er muligens advektert Hg/ozon-nedbrytningshendelser, men også det må undersøkes nærmere når ozondataene og evt. trajektorier bakover foreligger.

5 Formidling

Dataene fra Troll-stasjonen samles for tiden på en av NILUs databaser. En internet-side for både Troll og andre polare aktiviteter i NILU er under oppbygging. Denne inneholder bl.a. en beskrivelse av stasjonen, instrumentene, dataoversiktsfigurer og kontakter for å få dataene. Siden skal publiseres i løpet av vinteren 2007/2008. Atmosfæreprogrammet har blitt presentert med postere under den norske IPY-konferansen på Lillestrøm våren 2007 og på EGU's årsmøte i Wien i april 2007.

6 Finansiering

Prosjektet finansieres gjennom forskningsprogrammet "Norwegian Antarctic Research Expeditions" (NARE), som styres av Norsk polarinstitutt. Daglig drift og teknisk kontroll gjennomføres av Norsk polarinstitutts personell på Troll-stasjonen. Troll-budsjettet ved Norsk polarinstitutt dekker også reise og opphold på Troll-stasjonen av teknisk personell fra NILU.

7 Referanser

Tomasi, C., Vitale, V., Lupi, A., di Carmine, C., Campanelli, M., Herber, A., Treffeisen, R., Stone, R.S., Andrews, E., Sharma, S., Radionov, V., von Hoyningen-Huene, W., Stebel, K., Hansen, G.H., Myhre, C.L., Wehrli, C., Aaltonen, V., Lihavainen, H., Virkkula, A., Hillamo, R., Ström, J., Toledano, C., Cachorro, V.E., Ortiz, P., deFrutos, A.M., Blindheim, S., Frioud, M., Gausa, M., Zielinski, T., Petelski, T. and Yamanouchi, T. (2007) Aerosols in polar regions: A historical overview based on optical depth and in situ measurements. *J. Geophys. Res.*, *112*, D16205.
doi:10.1029/2007JD008432.



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

Deltaker i CIENS og Miljøalliansen

ISO-sertifisert etter NS-EN ISO 9001

RAPPORTTYPE TEKNISK RAPPORT	RAPPORT NR. TR 7/2007	ISBN 978-82-425-1924-5 (trykt) 978-82-425-1925-2 (elektronisk) ISSN 0807-7185	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 9	PRIS NOK 150,-
TITTEL Observasjoner av atmosfæriske parametere ved Troll-stasjonen i Antarktis – Forskning og overvåkning basert på lange tidsserier Fase 1 (2005/06) NFR/NARE prosjekt 168908/S30		PROSJEKTLEDER Georg Hansen	
		NILU PROSJEKT NR. O-105055	
FORFATTER(E) Georg Hansen, Katrine Aspmo, Torunn Berg, Kåre Edvardsen, Markus Fiebig, Roland Kallenborn, Chris Lunder, Tore Nilsen, Norbert Schmidbauer, Sverre Solberg, Kerstin Stebel, Jan Wasseng og Karl Espen Yttri		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER Norsk Polarinstitut Polarmiljøsentret 9296 Tromsø			
STIKKORD Antarktis	Atmosfære		
REFERAT Fra årsskifte 2006/2007 har den norske Antarktisstasjonen Troll (72° S, 2° E, 1270 m.o.h.) i Dronning-Maud-Land vært en helårsbemannet forsknings-, overvåkings- og servicestasjon. Dette åpnet for muligheten til å gjennomføre kontinuerlige målinger av en rekke viktige atmosfæriske parametre. I februar 2007 ble den nye NILU-atmosfæremålestasjonen på Troll satt i gang. Måleprogrammet omfatter optiske, fysiske og kjemiske egenskaper av aerosoler, totalozon og UV-stråling, uorganisk og organisk forurensning inkludert tungmetaller som kvikksølv, samt meteorologiske parametre. Programmet omfatter også oppbyggingen av et luftflaskearkiv. Etter de første 6 månedene med den første Antarktisivinteren ser alle instrumenter ut til å være i meget god tilstand og leverer kontinuerlig nye data. Disse analyseres for tiden, og de første resultatene vil bli publisert tidlig i 2008. Måleprogrammet finansieres i all hovedsak gjennom forskningsprogrammet NARE (Norwegian Antarctic Research Expeditions) ved Norsk polarinstitut.			
TITLE Atmospheric Research and Monitoring at Troll; a Long-term Observational Program Phase 1 (2005/06) NFR/NARE Project 168908/S30			
ABSTRACT Since end of 2006/early 2007, the Norwegian Antarctic station Troll (72° S, 2° E, 1270 m.a.s.l.) in Queen Maud Land has been a year-round manned research, monitoring and supply facility. This opened for the opportunity to perform continuous measurements of a set of important atmospheric parameters. The new atmospheric monitoring site was started up by NILU in February 2007. The measurement programme covers optical, physical and chemical properties of aerosols, total ozone and UV radiation, inorganic and organic pollutants, including mercury, and meteorological parameters. Furthermore, an air flask archive will be built up. After six months of operation, including a first Antarctic winter season, all instruments appear to be in an excellent shape, delivering continuous data. These are analysed at the time being, and first results will be published in early 2008. The measurement programme is mainly funded by the Norwegian research programme NARE (Norwegian Antarctic Research Expeditions) at the Norwegian Polar Institute.			

* Kategorier: A Åpen - kan bestilles fra NILU
B Begrenset distribusjon
C Kan ikke utleveres