

NILUs feltstasjoner for korrosjon

Miljø- og korrosjonsmålinger 2004-2006. Datarapport

Rapport:	NILU OR 44/2007
TA-nummer:	TA-2324/2007
ISBN-nummer	
Oppdragsgiver:	Statens forurensningstilsyn
Utførende institusjon:	Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Forfattere:	Thor Ofstad og Terje Grøntoft

NILUs feltstasjoner for korrosjon

Miljø- og korrosjonsmålinger 2004-2006.
Datarapport

Rapport
1001/2007



Statlig program for forurensningsovervåking



Innhold

	Side
1. Innledning	3
2. Klassifisering av korrosjonsmiljø	5
3. Resultater	6
4. Referanser	9

Sammendrag

Denne rapporten viser resultatene fra klima- og korrosjonsmålingene på NILUs feltstasjoner i årene 2004-2006 (Figur 2). Rapporten har kun med de påviste verdiene for korrosjon og klima i tabellform. Det er ikke foretatt noen korrelasjoner mellom målte verdier for korrosjon og miljøet eller mekanismer mellom disse.

En sammenstilling av ett-års korrosjonsverdier (vekttap i g/m²) og korrosjonskategori for stål i 2004-2006 er vist i tabellen under.

Stasjon	Årskorrosjon stål g/m ²			Korrosjonskategori			Vurdert korrosjon		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Borregaard/ Østfold	191	353	473	2	3	4	Lav	Mid	Høy
Birkenes/ Aust-Agder	129	93	92	2	2	2	Lav	Lav	Lav
Tananger/ Rogaland	468	265	551	4	3	4	Høy	Mid	Høy

1. Innledning

Hensikten med denne rapporten er å gi oppdragsgiver en oversikt over de miljømålinger og de korrosjonsmessige forhold en har hatt på NILUs feltstasjoner. I tillegg gis en oversikt over noen av de større måleprogrammene som er utført på stasjonene.

NILUs nasjonale korrosjonsmåleprogram for forurensningsovervåking ble avsluttet i 1990. Dette har medført redusert måleaktivitet. NILU har allikevel fra 1990 til 2007 fulgt opp og gjort målinger av årskorrosjon for stål på stasjonene Svanvik, Tananger, Birkenes og Borregaard.

Måleprogrammet i regi av ECE, Genève "UN/ECE International co-operative programme on effects on materials including historic and cultural monuments" avsluttet første fase i 1995, og videreføringen startet opp i 1997 og igjen med trendeksponeringer for året 2005 – 2006. Disse vil bli gjentatt hvert tredje år.

NILU har i mange år deltatt i det internasjonale standardiseringsarbeidet innen ISO. På materialsiden har den største innsatsen vært på korrosjonsklassifisering av det ytre miljø innen ISO/TC 156 og ISO/TC 55. NILUs feltstasjoner er derfor alle klassifisert etter ISO 9223. Med bakgrunn i ISO-arbeidet, har NILU fra 1986 til 1992 deltatt med feltmålinger i det internasjonale samarbeidsprogrammet ISO-CORRAG med 35 feltstasjoner i 11 land. Et av målene har vært å skaffe grunnlagsdata for fremtidige revisjoner av ISO standardene.

Feltstasjonene blir også tilbydd som utprøvningssteder for materialer og overflatebelegg for norsk industri og ulike institutter. NILU leier ut plasser til eksterne oppdragsgivere (Tananger), og Borregaard (Sarpsborg) som inntil 2006 har vært med i en samarbeidsavtale med Korrosjonsinstituttet i Stockholm, som en del av Sveriges utprøvningsstilbud.

I løpet av 1991-92 reduserte NILU sitt feltstasjonsnett. Følgende stasjoner er nå nedlagt som eksponeringssted: CMI, Bergen og Alvim, Sarpsborg. Stasjonen Vaterland ble nedlagt i 1995. "UN/ECE International co-operative programme on effects on materials including historic and cultural monuments" eksponerte i annen fase av programmet sine prøver ved målestasjonen i Nordahl Bruns gt. Bygningen som ble brukt i Nordahl Brungst. ble revet etter en brann i St. Olavsgt. i 2001. Fra 2002 har stasjonen i Oslo vært plassert på Skøyen. Det har kun vært periodevise korrosjonsmålinger på Svanvik, teststed for ECE-programmet fra 1997. Fra 2005 som trendeksponeringer hvert tredje år.

Nedbørmålinger i Tananger opphørte i 2002.

Aerosolmålingene på Borregaard opphørte Juli 2004.

NILUs feltstasjoner som er med i denne rapporten (som vist i Figur 1) er følgende:

Borregaard, Sarpsborg: Teststasjon i industrimiljø med SO₂- og tildels kloridbelastning. Miljømålinger, temperatur- og relativ fuktighetsmålinger, korrosjonsmålinger. Teststed for norsk og svensk industri.

Birkenes, Aust-Agder: Teststasjon i landlig miljø med innslag av langtransportert sur nedbør. Miljømålinger, temperatur- og fuktighetsmålinger, korrosjonsmålinger. Teststed for ECE-programmet, norsk industri og norske forskningsinstitutter.

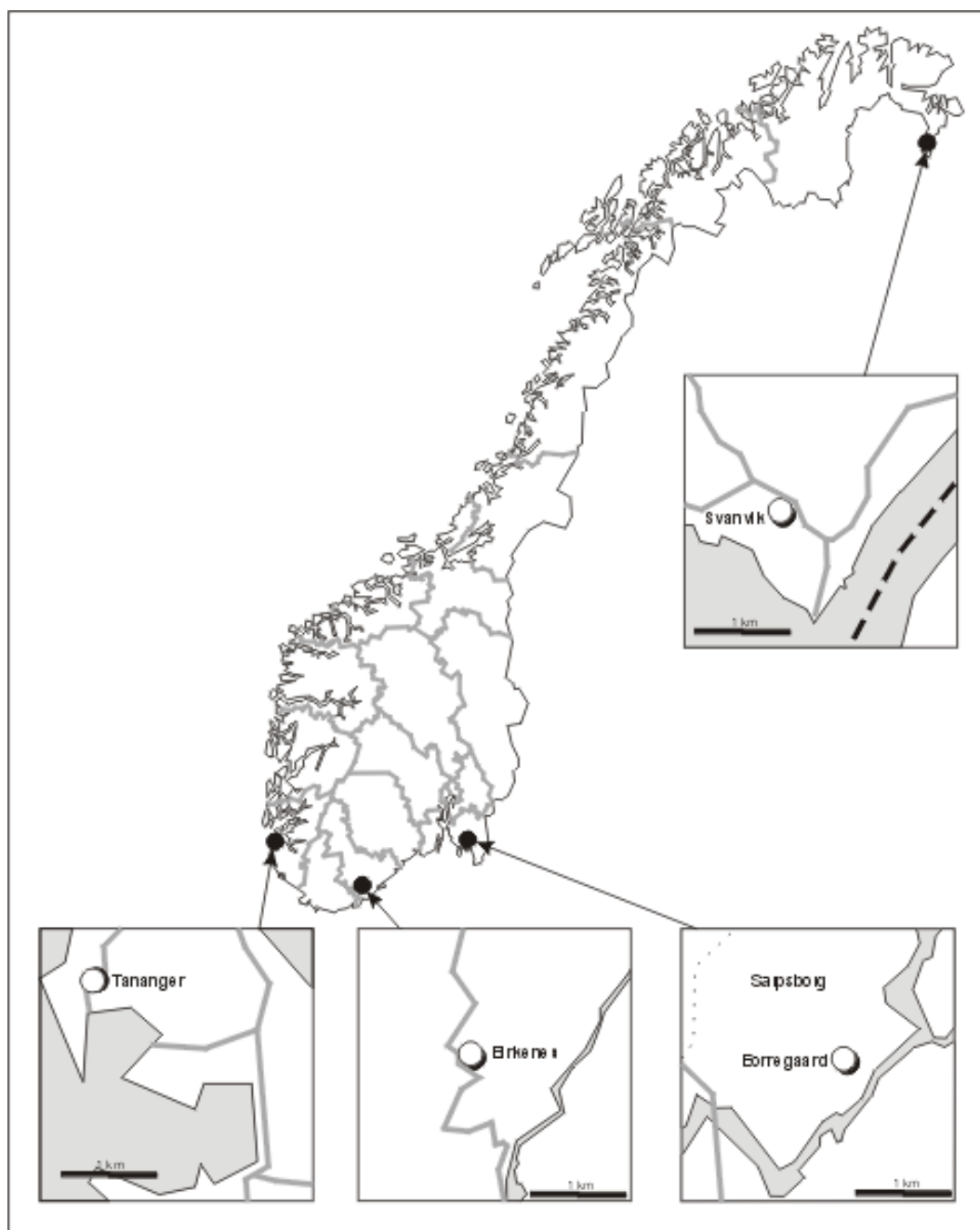
2. Klassifisering av korrosjonsmiljø

For å systematisere feltstasjoner har ISO foreslått en klassifisering av alle feltstasjoner enten ved hjelp av miljømålinger eller ved hjelp av ett-års korrosjonsmålinger. I Tabell 1 er NILUs feltstasjoner klassifisert i henhold til ISOs (1992) klasser for korrosjon både ut fra miljømålinger (beregnet) og vekttap (målt). I Figur 2 er de samme resultatene vist i g/m² pr. år markert på y-aksen.

3. Resultater

De rapporterte målingene fra 2004-2006 er vist i Vedlegg A. De månedsvise målingene av klimaparametere, svoveldioksid, nitrogendioksyd, ozon, nedbørkvalitet, samt klorid- og magnesiumaerosoler i luft (målt med aerosolfeller) er vist i til 12. Tabell A. 13 viser ”time of wetness” (TOW) for de tre stasjonene Borregaard, Birkenes og Tananger.

Tabell A. 14 og Figur A. 1 viser ett-års korrosjon av stål for 2004-2006 og tidligere år. Figur A. 1 viser at for enkelte stasjoner er det store variasjoner mellom årsverdiene. Det synes på Tananger og på Borregaard. På Borregaard var det en klart synkende trend i perioden 1982 – 1996. I perioden 1996 – 2007 er det større variasjon, med både de laveste og noen av de høyeste verdiene de seneste årene.



Figur 1: Kart over NILUs feltstasjoner.

Tabell 1: NILUs feltstasjoner klassifisert i henhold til ISO 9223.

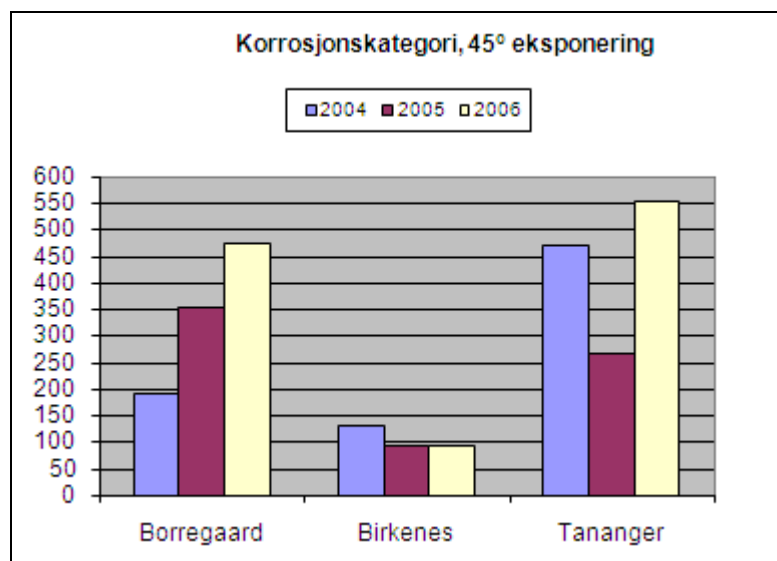
Stasjon	Korrosjonskategori stål (beregnet)*			Korrosjonskategori stål (målt)*		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Borregaard	4	4	5	2	3	4
Birkenes	3	3	3	2	2	2
Tananger	4	4	4	4	3	4

* Korrosjonskategori er beskrevet kvalitativt og er definert ved ett-års vekt tap på stål eksp. i 45° vendt mot sør:
 1 = meget lav (1-20 g/m² a)
 2 = lav (10-200 g/m² a)
 3 = middels (200-400 g/m² a)
 4 = høy (400-650 g/m² a)
 5 = meget høy (>650 g/m² a).

Som det fremgår av Tabell A, er det ulike startpunkt for ett-årsprøvene på de forskjellige stasjonene. Startpunktene for flerårsprøvene følger startpunktet for ett-årsprøvene, dersom det ikke opplyses om noe annet.

Klimaparametrene for stasjonen Tananger er fra DNMI's stasjon på Sola.

Tidligere rapporter med resultater fra NILUs feltstasjoner er oppgitt i referanselisten.



Figur 2: Ett-års korrosjon for stål på NILUs feltstasjoner, 2004-2006.

4. Referanser

- Anda, O. og Henriksen, J.F. (1988) Overvåking av korrosjon 1981-1986. Lillestrøm (NILU OR 32/88).
- International Organization for Standardization (1992) Corrosion of metals and alloys - Classification of corrosivity of atmospheres. Genève (ISO 9223).
- Ofstad, T. og Henriksen, J.F. (1988) Klassifisering av korrosjonsmiljø på NILUs feltstasjoner. Lillestrøm (NILU OR 86/88).
- Ofstad, T. (1990) NILUs feltstasjoner for korrosjon. Miljø- og korrosjonsmålinger 1989. Datarapport. Lillestrøm (NILU OR 76/90).
- Ofstad, T. (1991) NILUs feltstasjoner for korrosjon. Miljø- og korrosjonsmålinger 1990. Datarapport. Lillestrøm (NILU OR 50/91).
- Ofstad, T. (1992) NILUs feltstasjoner for korrosjon. Miljø- og korrosjonsmålinger 1991. Datarapport. Lillestrøm (NILU OR 89/92).
- Ofstad, T. (1993) NILUs feltstasjoner for korrosjon. Miljø- og korrosjonsmålinger 1992. Datarapport. Lillestrøm (NILU OR 51/93).
- Ofstad, T. (1995) NILUs feltstasjoner for korrosjon. Miljø- og korrosjonsmålinger 1993. Datarapport. Kjeller (NILU OR 8/95).
- Ofstad, T. (1996) NILUs feltstasjoner for korrosjon. Miljø- og korrosjonsmålinger 1994. Datarapport. Kjeller (NILU OR 3/96).
- Ofstad, T. (1997) NILUs feltstasjoner for korrosjon. Miljø- og korrosjonsmålinger 1995. Datarapport. Kjeller (NILU OR 5/97).
- Ofstad, T. (2000) NILUs feltstasjoner for korrosjon. Miljø- og korrosjonsmålinger 1996-1998. Datarapport. Kjeller (NILU OR 31/2000).
- Ofstad, T. og Henriksen, J.F. (2003) NILUs feltstasjoner for korrosjon. Miljø- og korrosjonsmålinger 1999-2001. Datarapport. Kjeller (NILU OR 4/2003).
- Ofstad, T. og Henriksen, J.F. (2004) NILUs feltstasjoner for korrosjon. Miljø- og korrosjonsmålinger 2002-2003. Datarapport. Kjeller (NILU OR 80/2004).

Vedlegg A

Miljømålinger. Ett-års korrosjonsmålinger

Tabell A. 1: Miljømålinger for stasjon Borregaard 2004.

SITE: (22) Borregaard		Norway										
C L I M A T E			M A N D A T O R Y			P R E C I P I T A T I O N						
Temp	Rh	Sun	SO2	NO2	O3	mm	pH	SO4-S	NO3-N	Cl	Cond	
Date	C	%	MJ/m2	ug/m3	ug/m3	ug/m3		mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm	
Jan04	-2.7	89.		49.3	21.7		77.7	4.30	2.24	0.68	2.68	50.0
Feb04	-0.6	84.		36.9	22.2		35.7	3.97	4.06	0.45	3.67	72.8
Mar04	2.2	74.		47.8	14.3		37.4	4.05	3.74	0.90	2.55	71.7
Apr04	7.5	69.		49.2	10.4		42.2	4.16	3.72	0.74	1.85	60.9
May04	12.9	58.		56.6	9.2		29.8	4.13	3.36	0.83	0.31	57.3
Jun04	15.0	65.		67.3	10.5		103.5	4.37	2.17	0.38	1.64	35.2
Jul04	16.5	70.		65.6	7.9		81.9	4.54	1.36	0.24	0.82	25.1
Aug04	18.2	71.		77.2	13.2		1.3	5.51	3.00	0.33	2.49	35.7
Sep04	13.2	75.		88.0	14.5		6.4	3.94	3.11	0.53	2.01	73.0
Oct04	7.5	82.		63.7	13.9		93.8	4.34	1.74	0.25	3.76	46.0
Nov04	1.9	84.		68.6	20.8		59.0	4.44	2.05	0.58	3.42	48.2
Dec04	2.3	85.		101.8	21.0		46.2	4.20	3.59	0.84	15.78	109.0
Mean	7.8	76.		64.3	15.0		614.9	4.27	2.48	0.52	3.35	51.8

P R E C I P I T A T I O N		O P T I O N			G A S E S		P A R T		P A R T I C L E S D E P .			
Date	NH4-N	Na	Ca	Mg	K	HNO3	Conc	Cl	SO4-S	NO3-N	Mg	
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/m3	ug/m3	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	
Jan04	0.75	1.60	0.68	0.18	0.19			0.42	0.49	0.09	0.02	
Feb04	1.80	2.06	0.66	0.22	0.29			3.17	2.34	0.34	0.18	
Mar04	1.70	1.62	1.23	0.17	0.17			1.57	2.44	0.22	0.11	
Apr04	1.22	1.25	1.67	0.16	0.17			0.99	0.16	0.05	0.17	
May04	1.28	0.29	0.99	0.08	0.11			0.27	0.09	0.01	0.01	
Jun04	0.30	0.91	0.77	0.11	0.09			1.60	1.64	0.17	0.07	
Jul04	0.14	0.81	0.82	0.10	0.12							
Aug04	0.00	2.75	3.38	0.30	0.45							
Sep04	0.33	1.15	1.05	0.16	0.07							
Oct04	0.39	2.45	0.68	0.28	0.67							
Nov04	1.11	2.19	1.01	0.28	0.33							
Dec04	1.73	9.07	0.94	0.85	0.45							
Mean	0.82	2.06	0.89	0.23	0.27			1.34	1.19	0.15	0.09	

For forklaringer, se side 22.

Tabell A. 2: Miljømålinger for stasjon Birkenes 2004.

SITE: (23) Birkenes		Norway										
Date	C L I M A T E			M A N D A T O R Y			P R E C I P I T A T I O N					
	Temp	Rh	Sun	SO2	NO2	O3	mm	pH	SO4-S	NO3-N	Cl	Cond
	C	%	MJ/m2	ug/m3	ug/m3	ug/m3			mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm
Jan04	-2.9	93.		0.2	4.3	44.	228.2	4.44	0.61	0.56	2.00	29.0
Feb04	-1.2	72.		0.1	1.2	60.	40.2	4.72	0.22	0.21	1.50	16.2
Mar04	1.5	75.		0.3	1.6	70.	121.4	4.66	0.57	0.44	1.79	22.9
Apr04	5.5	77.		0.5	1.4	67.	88.5	4.93	1.02	1.13	1.56	31.0
May04	10.8	60.		0.4	0.8	73.	70.5	5.04	0.63	0.35	0.20	13.7
Jun04	12.4	70.		0.3	1.1	59.	151.3	4.80	0.26	0.24	0.39	11.6
Jul04	13.8	70.		0.2	0.9	54.	99.0	4.69	0.33	0.30	0.19	13.7
Aug04	15.3	77.		0.2	0.9	54.	215.2	4.79	0.29	0.21	0.98	13.8
Sep04	10.6	76.		0.2	1.1	48.	128.6	4.80	0.36	0.21	2.81	21.0
Oct04	5.9	88.		0.2	1.5	40.	361.1	4.70	0.41	0.26	2.85	22.5
Nov04	0.9	85.		0.1	1.2	45.	70.6	4.68	0.35	0.38	0.97	16.6
Dec04	1.0	87.		0.2	2.2	49.	125.8	4.63	0.52	0.35	3.02	25.7
Mean	6.1	78.		0.2	1.5	55.	1700.4	4.69	0.45	0.36	1.77	20.6

Date	O P T I O N					GASES PART		PARTICLES DEP.			
	P R E C I P I T A T I O N					HNO3	Conc	Cl	SO4-S	NO3-N	Mg
	NH4-N	Na	Ca	Mg	K	ug/m3	ug/m3	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d
Jan04	0.39	1.12	0.05	0.14	0.07						
Feb04	0.10	0.95	0.06	0.12	0.04						
Mar04	0.48	1.08	0.11	0.15	0.06						
Apr04	1.86	0.92	0.29	0.12	0.10						
May04	0.54	0.12	0.42	0.06	0.08						
Jun04	0.18	0.25	0.04	0.04	0.03						
Jul04	0.25	0.14	0.07	0.02	0.03						
Aug04	0.13	0.61	0.05	0.07	0.03						
Sep04	0.13	1.92	0.11	0.23	0.09						
Oct04	0.18	1.71	0.09	0.21	0.08						
Nov04	0.19	0.58	0.37	0.08	0.05						
Dec04	0.30	1.90	0.25	0.22	0.08						
Mean	0.33	1.08	0.12	0.14	0.06						

For forklaringer, se side 22.

Tabell A. 3: Miljømålinger for stasjon Tananger 2004.

SITE: (51) Tananger Norway

Date	M A N D A T O R Y											
	C L I M A T E			G A S E S			P R E C I P I T A T I O N					
	Temp	Rh	Sun	SO2	NO2	O3	mm	pH	SO4-S	NO3-N	Cl	Cond
C	%	MJ/m2	ug/m3	ug/m3	ug/m3			mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm	
Jan04	1.7	81.										
Feb04	2.3	85.										
Mar04	4.1	79.										
Apr04	8.0	74.										
May04	10.1	77.										
Jun04	12.2	81.										
Jul04	14.2	79.										
Aug04	17.3	78.										
Sep04	12.9	81.										
Oct04	9.4	74.										
Nov04	5.3	85.										
Dec04	5.2	86.										
Mean	8.6	80.										

Date	O P T I O N												
	P R E C I P I T A T I O N					G A S E S		P A R T		P A R T I C L E S			D E P .
	NH4-N	Na	Ca	Mg	K	HNO3	Conc	Cl	SO4-S	NO3-N	Mg		
mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/m3	ug/m3	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d		
Jan04							125.0	4.68	0.29	9.67			
Feb04							187.7	7.41	0.19	16.28			
Mar04							54.4	2.12	0.23	2.37			
Apr04							20.0	1.56	0.73	0.33			
May04							62.8	2.65	0.37	4.55			
Jun04							54.2	2.52	0.38	3.83			
Jul04							44.6	1.87	0.85	2.97			
Aug04							62.6	2.84	0.59	4.71			
Sep04							241.7	9.81	0.24	15.19			
Oct04							274.8	11.41	0.38	19.23			
Nov04							306.7	12.66	0.19	19.59			
Dec04													
Mean							130.4	5.41	0.40	8.97			

For forklaringer, se side 22.

Tabell A. 4: Miljømålinger for stasjon Svanvik 2004.

SITE: (44) Svanvik Norway

Date	C L I M A T E			M A N D A T O R Y			P R E C I P I T A T I O N					
	Temp	Rh	Sun	SO2	NO2	O3	mm	pH	SO4-S	NO3-N	Cl	Cond
	C	%	MJ/m2	ug/m3	ug/m3	ug/m3			mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm
Jan04	-10.4	86.		3.5		63.						
Feb04	-14.0	85.		8.5		80.						
Mar04	-4.6	78.		13.9		91.						
Apr04	-0.6	72.		12.0		95.						
May04	4.6	74.		4.6		79.						
Jun04	9.1	72.		3.7		69.						
Jul04	17.4	67.		4.3		64.						
Aug04	12.1	81.		4.2		54.						
Sep04	7.3	83.		5.2		51.						
Oct04	1.2	85.		4.3		62.						
Nov04	-6.5	85.		1.4		71.						
Dec04	-5.2	85.		2.2		69.						
Mean	0.9	79.		5.7		71.						

Date	O P T I O N					GASES PART		PARTICLES DEP.			
	NH4-N	Na	Ca	Mg	K	HNO3	Conc	Cl	SO4-S	NO3-N	Mg
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/m3	ug/m3	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d
Jan04											
Feb04											
Mar04											
Apr04											
May04											
Jun04											
Jul04											
Aug04											
Sep04											
Oct04											
Nov04											
Dec04											
Mean											

For forklaringer, se side 22.

Tabell A. 5: Miljømålinger for stasjon Borregaard 2005.

SITE: (22) Borregaard		Norway										
Date	C L I M A T E			M A N D A T O R Y			P R E C I P I T A T I O N					
	Temp	Rh	Sun	SO2	NO2	O3	mm	pH	SO4-S	NO3-N	Cl	Cond
	C	%	MJ/m2	ug/m3	ug/m3	ug/m3			mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm
Jan05	2.4	81.		117.8	20.0		70.2	4.14	4.21	0.81	19.73	120.7
Feb05	-0.7	75.		64.6	15.7		14.4	4.93	8.04	1.85	8.34	112.7
Mar05	-0.4	74.		80.7	15.2		12.6	4.30	4.25	0.39	5.89	71.8
Apr05	6.9	68.		98.9	13.2		31.8	5.24	2.17	1.65	3.43	40.5
May05	10.4	76.		125.1	11.8		82.9	4.59	2.46	1.09	1.27	38.6
Jun05	15.1	52.		76.1	9.6		61.0	4.50	1.76	0.23	0.82	32.5
Jul05	19.1	69.		46.7	7.6		79.1	4.82	1.93	0.26	1.45	32.6
Aug05	16.6	75.		90.1	9.8		78.2	4.50	1.73	0.35	1.45	31.6
Sep05	13.7	78.		52.5	13.4		64.8	4.57	2.63	0.79	6.31	60.2
Oct05	8.5	87.		84.2	15.3		86.1	4.13	4.01	0.77	2.36	70.6
Nov05	5.3	88.		104.0	17.8		98.3	3.95	4.74	0.64	6.88	101.8
Dec05	-0.2	88.		67.9	20.8		40.7	3.92	4.18	0.64	4.37	102.5
Mean	8.1	76.		84.0	14.2		720.1	4.28	3.17	0.69	4.91	64.8

Date	O P T I O N					G A S E S		P A R T I C L E S			
	NH4-N	Na	Ca	Mg	K	HNO3	Conc	Cl	SO4-S	NO3-N	Mg
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/m3	ug/m3	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d
Jan05	2.16	11.26	0.81	1.17	0.48						
Feb05	3.09	5.84	8.08	0.64	0.36						
Mar05	0.99	4.18	2.82	0.25	0.21						
Apr05	2.91	2.12	3.18	0.26	0.21						
May05	1.53	0.93	2.74	0.14	0.15						
Jun05	0.28	0.64	1.52	0.09	0.18						
Jul05	0.29	0.98	3.08	0.13	0.07						
Aug05	0.38	1.31	1.21	0.10	0.08						
Sep05	1.29	3.97	1.92	0.49	0.19						
Oct05	1.75	1.31	1.22	0.16	0.12						
Nov05	2.12	3.55	0.59	0.40	0.23						
Dec05	3.20	2.23	0.76	0.20	0.40						
Mean	1.49	2.92	1.79	0.32	0.20						

For forklaringer, se side 22.

Tabell A. 6: Miljømålinger for stasjon Birkenes 2005.

SITE: (23) Birkenes		Norway										
Date	C L I M A T E			M A N D A T O R Y			P R E C I P I T A T I O N					
	Temp	Rh	Sun	SO2	NO2	O3	mm	pH	SO4-S	NO3-N	Cl	Cond
	C	%	MJ/m2	ug/m3	ug/m3	ug/m3			mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm
Jan05	0.7	83.		0.2	1.3	59.	134.5	4.93	0.66	0.19	10.67	45.2
Feb05	-1.7	75.		0.7	2.1	65.	63.8	4.46	0.75	0.89	2.37	34.3
Mar05	-1.4	76.		0.5	1.4	72.	54.6	4.58	0.44	0.41	2.38	24.1
Apr05	4.5	71.		0.6	1.5	74.	50.2	4.70	0.82	1.11	2.38	32.4
May05	8.0	74.		0.3	1.3	70.	151.4	4.78	0.55	0.68	0.40	18.2
Jun05	12.8	68.		0.4	0.9	63.	72.2	4.71	0.40	0.31	0.60	15.5
Jul05	16.3	71.		0.5	1.0	59.	80.9	4.75	0.46	0.37	0.23	14.5
Aug05	13.9	77.		0.3	1.3	47.	83.3	4.73	0.60	0.26	1.24	15.7
Sep05	10.9	79.		0.5	1.5	49.	104.2	4.77	0.54	0.49	1.80	20.8
Oct05	7.1	88.		0.3	2.5	39.	149.8	4.81	0.40	0.49	1.09	17.4
Nov05	2.7	89.		0.2	1.9	44.	221.9	4.63	0.52	0.38	3.32	26.6
Dec05	-0.8	82.		0.2	1.3	48.	75.2	4.32	0.88	0.55	3.09	37.6
Mean	6.1	78.		0.4	1.5	57.	1242.0	4.68	0.56	0.47	2.72	25.0

Date	O P T I O N					GASES PART		PARTICLES DEP.			
	NH4-N	Na	Ca	Mg	K	HNO3	Conc	Cl	SO4-S	NO3-N	Mg
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/m3	ug/m3	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d
Jan05	0.09	6.25	0.29	0.68	0.21						
Feb05	0.95	1.45	0.14	0.16	0.09						
Mar05	0.31	1.42	0.10	0.17	0.07						
Apr05	1.31	1.54	0.20	0.19	0.09						
May05	0.71	0.23	0.11	0.03	0.03						
Jun05	0.23	0.37	0.05	0.06	0.06						
Jul05	0.36	0.15	0.07	0.02	0.06						
Aug05	0.16	1.21	0.07	0.08	0.03						
Sep05	0.47	1.20	0.20	0.14	0.07						
Oct05	0.43	0.59	0.15	0.07	0.05						
Nov05	0.25	1.84	0.09	0.22	0.08						
Dec05	0.43	1.84	0.09	0.22	0.09						
Mean	0.42	1.63	0.13	0.18	0.08						

For forklaringer, se side 22.

Tabell A. 7: Miljømålinger for stasjon Tananger 2005.

SITE: (51) Tananger

Norway

Date	C L I M A T E			M A N D A T O R Y			P R E C I P I T A T I O N					
	Temp	Rh	Sun	SO2	NO2	O3	mm	pH	SO4-S	NO3-N	Cl	Cond
	C	%	MJ/m2	ug/m3	ug/m3	ug/m3			mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm
Jan05	4.3	83.										
Feb05	1.9	75.										
Mar05	2.9	78.										
Apr05	7.5	71.										
May05	9.2	79.										
Jun05	12.2	77.										
Jul05	15.2	80.										
Aug05	14.3	79.										
Sep05	13.1	77.										
Oct05	11.0	77.										
Nov05	6.0	84.										
Dec05	3.7	74.										
Mean	8.4	78.										

Date	O P T I O N										
	P R E C I P I T A T I O N			G A S E S			PART	P A R T I C L E S D E P.			
	NH4-N	Na	Ca	Mg	K	HNO3	Conc	Cl	SO4-S	NO3-N	Mg
mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/m3	ug/m3	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	
Jan05								461.1	37.06	1.54	28.01
Feb05								19.9	0.86	0.05	1.18
Mar05											
Apr05								73.8	2.91	0.47	5.41
May05								61.9	2.98	0.47	4.80
Jun05								12.2	0.43	0.12	0.72
Jul05								29.3	0.95	0.39	1.66
Aug05								78.1	3.40	0.57	5.52
Sep05								184.1	8.19	0.61	12.71
Oct05								121.8	4.65	1.06	8.11
Nov05								258.3	12.39	0.00	17.32
Dec05								481.7	21.07	0.00	27.24
Mean								162.0	8.63	0.48	10.24

For forklaringer, se side 22.

Tabell A. 8: Miljømålinger for stasjon Svanvik 2005.

SITE: (44) Svanvik

Norway

Date	C L I M A T E			M A N D A T O R Y			P R E C I P I T A T I O N					
	Temp	Rh	Sun	SO2	NO2	O3	mm	pH	SO4-S	NO3-N	Cl	Cond
	C	%	MJ/m2	ug/m3	ug/m3	ug/m3			mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm
Jan05	-8.6	84.		4.8		62.						
Feb05	-7.8	80.		0.7		79.						
Mar05	-9.5	79.		1.7		88.						
Apr05	-0.5	76.		13.9		87.						
May05	3.6	73.		9.4		78.						
Jun05	11.0	67.		5.0		62.						
Jul05	13.9	73.		9.5		51.						
Aug05	12.7	79.		5.0		45.						
Sep05	6.5	80.		0.3		50.						
Oct05	3.3	81.		0.5		58.						
Nov05	-1.6	89.		3.2	2.0	57.						
Dec05	-10.0	87.		19.9	3.8	61.						
Mean	1.1	79.		6.2	2.9	65.						

Date	O P T I O N					G A S E S		P A R T I C L E S			
	NH4-N	Na	Ca	Mg	K	HNO3	Conc	Cl	SO4-S	NO3-N	Mg
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/m3	ug/m3	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d
Jan05											
Feb05											
Mar05											
Apr05											
May05											
Jun05											
Jul05											
Aug05											
Sep05											
Oct05											
Nov05											
Dec05											
Mean											

For forklaringer, se side 22.

Tabell A. 9: Miljømålinger for stasjon Borregaard 2006.

SITE: (22) Borregaard		Norway										
Date	C L I M A T E			M A N D A T O R Y			P R E C I P I T A T I O N					
	Temp	Rh	Sun	SO2	NO2	O3	mm	pH	SO4-S	NO3-N	Cl	Cond
	C	%	MJ/m2	ug/m3	ug/m3	ug/m3			mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm
Jan06	-2.3	91.		84.7	20.8		40.3	4.16	5.48	0.96	4.80	91.3
Feb06	-3.5	89.		61.6	21.7		42.8	4.29	1.63	0.72	0.66	38.6
Mar06	-4.0	79.		49.7	16.9		36.5	3.69	5.72	0.60	1.42	117.0
Apr06	5.2	81.		85.4	14.2		60.5	3.77	7.84	1.60	2.83	138.7
May06	12.3	65.		154.1	10.4		135.3	4.28	2.93	0.50	0.97	48.9
Jun06	16.3	65.		53.2	9.3		110.3	5.27	1.53	0.43	2.08	29.9
Jul06	20.6	68.		226.4	12.1		93.5	4.76	2.57	0.45	1.95	39.2
Aug06	19.2	71.		100.8	10.1		139.8	4.45	1.47	0.27	1.09	31.9
Sep06	15.6	88.		80.3	14.9		85.8	4.29	2.74	0.70	2.82	56.9
Oct06	9.8	89.		54.0	13.0		168.4	4.38	1.49	0.41	1.86	35.5
Nov06	5.5	90.		86.0	22.0		217.4	4.24	2.25	0.58	5.00	60.8
Dec06	4.6	91.		81.2	19.8		140.8	4.37	2.69	0.35	9.52	70.0
Mean	8.3	81.		93.1	15.4		1271.4	4.28	2.63	0.54	3.24	55.0

Date	O P T I O N					G A S E S		P A R T I C L E S			
	NH4-N	Na	Ca	Mg	K	HNO3	Conc	Cl	SO4-S	NO3-N	Mg
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/m3	ug/m3	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d
Jan06	2.78	2.73	1.82	0.29	0.26						
Feb06	0.62	0.46	0.82	0.05	0.10						
Mar06	1.11	0.94	0.81	0.06	0.17						
Apr06	3.49	1.59	1.85	0.18	0.36						
May06	1.22	0.42	1.27	0.08	0.15						
Jun06	0.87	1.19	1.69	0.16	0.15						
Jul06	0.74	1.35	2.19	0.18	0.15						
Aug06	0.23	0.68	1.04	0.10	0.10						
Sep06	1.21	1.66	1.20	0.22	0.13						
Oct06	0.75	1.05	0.32	0.13	0.10						
Nov06	1.22	2.69	0.33	0.33	0.24						
Dec06	1.80	5.11	0.47	0.60	0.25						
Mean	1.18	1.80	0.99	0.22	0.18						

For forklaringer, se side 22.

Tabell A. 10: Miljømålinger for stasjon Birkenes 2006.

SITE: (23) Birkenes		Norway										
Date	C L I M A T E			M A N D A T O R Y			P R E C I P I T A T I O N					
	Temp	Rh	Sun	SO2	NO2	O3	mm	pH	SO4-S	NO3-N	Cl	Cond
	C	%	MJ/m2	ug/m3	ug/m3	ug/m3			mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm
Jan06	-3.0	89.		0.5	3.4	49.	167.0	4.47	0.58	0.69	1.42	26.0
Feb06	-2.7	85.		0.7	2.3	59.	187.6	4.43	0.61	0.71	1.63	29.1
Mar06	-3.5	76.		0.6	1.3	78.	70.7	4.66	0.26	0.37	1.01	15.5
Apr06	3.0	81.		0.3	1.1	76.	107.3	4.72	0.55	0.53	1.49	21.5
May06	9.5	68.		0.4	1.1	78.	121.8	4.75	0.42	0.42	0.73	17.0
Jun06	14.1	67.		0.6	1.3	71.	38.8	4.62	0.69	0.63	3.17	31.2
Jul06	18.0	67.		0.1	1.5	72.	48.7	4.86	0.34	0.36	0.55	13.7
Aug06	15.3	78.		0.4	1.0	56.	216.1	5.08	0.16	0.18	0.35	8.2
Sep06	13.4	82.		0.4	1.7	57.	125.7	4.77	0.37	0.56	0.49	15.7
Oct06	8.5	88.		0.1	1.3	44.	242.5	4.74	0.27	0.29	1.81	17.8
Nov06	4.5	87.		0.1	1.7	51.	259.1	4.73	0.48	0.43	3.81	27.9
Dec06	3.2	89.		0.1	1.0	54.	252.9	4.87	0.44	0.23	5.23	28.5
Mean	6.7	80.		0.4	1.6	62.	1838.2	4.70	0.42	0.42	2.12	21.6

Date	O P T I O N					G A S E S		P A R T I C L E S			
	NH4-N	Na	Ca	Mg	K	HNO3	Conc	Cl	SO4-S	NO3-N	Mg
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/m3	ug/m3	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d
Jan06	0.54	0.78	0.09	0.09	0.06						
Feb06	0.71	0.91	0.06	0.11	0.07						
Mar06	0.15	0.55	0.05	0.06	0.04						
Apr06	0.54	0.83	0.13	0.10	0.08						
May06	0.51	0.47	0.05	0.06	0.13						
Jun06	0.46	1.86	0.22	0.24	0.12						
Jul06	0.39	0.36	0.07	0.05	0.07						
Aug06	0.15	0.19	0.05	0.03	0.02						
Sep06	0.42	0.31	0.17	0.04	0.03						
Oct06	0.13	1.02	0.08	0.13	0.05						
Nov06	0.27	2.11	0.13	0.27	0.11						
Dec06	0.18	2.91	0.14	0.38	0.13						
Mean	0.34	1.19	0.10	0.15	0.08						

For forklaringer, se side 22.

Tabell A. 11: Miljømålinger for stasjon Tananger 2006.

SITE: (51) Tananger Norway

Date	M A N D A T O R Y											
	C L I M A T E			G A S E S			P R E C I P I T A T I O N					
	Temp	Rh	Sun	SO2	NO2	O3	mm	pH	SO4-S	NO3-N	Cl	Cond
	C	%	MJ/m2	ug/m3	ug/m3	ug/m3		mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm	
Jan06	1.6	78.										
Feb06	1.8	78.										
Mar06	-0.3	66.										
Apr06	5.3	79.										
May06	10.8	68.										
Jun06	12.6	77.										
Jul06	17.5	76.										
Aug06	17.1	76.										
Sep06	16.3	75.										
Oct06	11.5	80.										
Nov06	8.2	79.										
Dec06	7.2	83.										
Mean	9.1	76.										

Date	O P T I O N											
	P R E C I P I T A T I O N					GASES		PART	PARTICLES DEP.			
	NH4-N	Na	Ca	Mg	K	HNO3	Conc	Cl	SO4-S	NO3-N	Mg	
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/m3	ug/m3	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	
Jan06								44.9	2.26	0.00	3.19	
Feb06								30.7	3.85	0.01	1.79	
Mar06												
Apr06												
May06												
Jun06												
Jul06												
Aug06								98.8	4.47	0.67	6.87	
Sep06								58.1	1.81	0.93	3.94	
Oct06								223.7	8.23	0.00	15.61	
Nov06								350.0	19.04	0.00	24.42	
Dec06								570.1	25.16	0.51	38.30	
Mean								196.6	9.26	0.30	13.45	

For forklaringer, se side 22.

Tabell A. 12: Miljømålinger for stasjon Svanvik 2006.

SITE: (44) Svanvik Norway

Date	C L I M A T E			M A N D A T O R Y			P R E C I P I T A T I O N					
	Temp	Rh	Sun	SO2	NO2	O3	mm	pH	SO4-S	NO3-N	Cl	Cond
	C	%	MJ/m2	ug/m3	ug/m3	ug/m3			mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm
Jan06	-9.5	82.		0.8	3.8	68.						
Feb06	-13.0	80.		4.4	3.5	75.						
Mar06	-10.2	77.		9.8	1.9	84.						
Apr06	1.6	71.		11.9	0.9	99.						
May06	5.6	66.		8.9	0.6	84.						
Jun06	11.5	66.		1.5	0.8	68.						
Jul06	12.2	72.		3.2	0.8	52.						
Aug06	12.4	78.		9.9	0.9	44.						
Sep06	6.2	80.		2.3		53.						
Oct06	-1.3	85.		7.2		56.						
Nov06	-7.2	84.		3.2		56.						
Dec06	-4.0	84.		10.6		64.						
Mean	0.4	77.		6.1	1.6	67.						

Date	O P T I O N					GASES PART		PARTICLES DEP.			
	NH4-N	Na	Ca	Mg	K	HNO3	Conc	Cl	SO4-S	NO3-N	Mg
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/m3	ug/m3	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d	mg/m2d
Jan06											
Feb06											
Mar06											
Apr06											
May06											
Jun06											
Jul06											
Aug06											
Sep06											
Oct06											
Nov06											
Dec06											
Mean											

- SO4-S = sulfat i nedbør angitt som S
- Cl = klorid i nedbør
- Cl-B = kloridavsetning i nedbør
- Cl-B(AF) = kloridavsetning på aerosolfelle
- Mg-B(AF) = magnesiumavsetning på aerosolfelle
- RH = relativ fuktighet, månedsmiddel
- TOW = våttid i timer pr. måned (tid med relativ fuktighet over 80% og temp. over 0°.
- 1 = aerosolfelle
- NO3-n = nitrat i nedbør målt som N
- Cond. = ledningsevne
- Na = natrium
- Ca = kalsium
- Mg = magnesium
- K = kalium

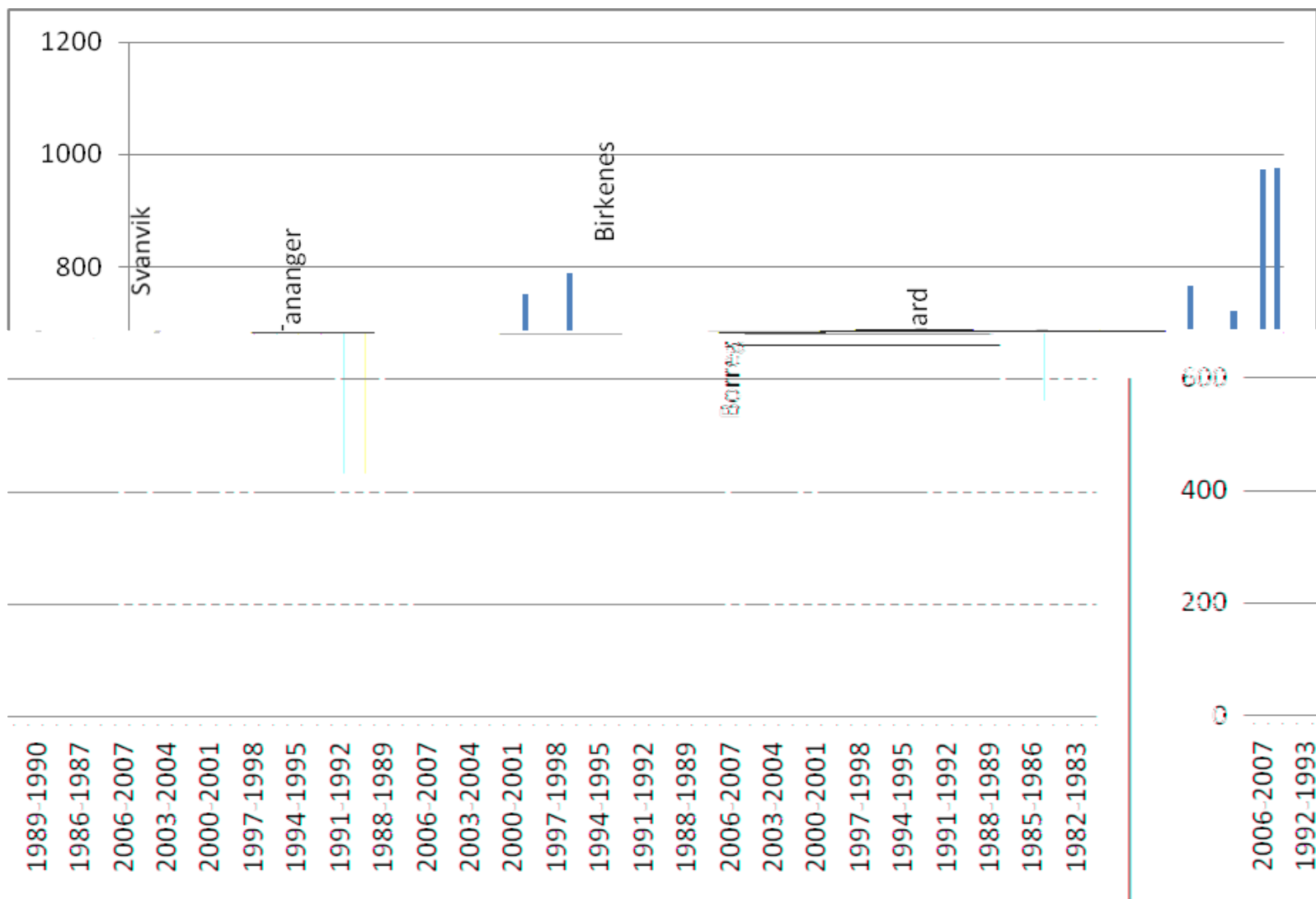
Tabell A. 13: TOW (Time Of Wetness, timer, RH > 80% og T > 0°C) månedsum på stasjonene Borregaard, Birkenes, Tananger og Svanvik.

		Borregaard	Birkenes	Svanvik	Tananger
år	mnd	TOW (månedsum)	TOW (månedsum)	TOW (månedsum)	TOW (årsum)
2004	1	172	128	6	
2004	2	243	13	21	
2004	3	203	164	63	
2004	4	284	354	75	
2004	5	135	175	270	
2004	6	231	301	261	
2004	7	280	309	217	
2004	8	313	445	467	
2004	9	365	387	449	
2004	10	495	592	285	
2004	11	296	320	130	
2004	12	359	341	78	
Sum		3376	3529	2322	4758
2005	1	302	291	31	
2005	2	161	99	7	
2005	3	130	81	36	
2005	4	252	209	137	
2005	5	388	357	224	
2005	6		279	167	
2005	7	294	299	302	
2005	8	348	413	391	
2005	9	410	458	296	
2005	10	546	559	254	
2005	11	482	435	267	
2005	12	299	259	3	
Sum		3612	3739	2115	4254
2006	1	183	150	59	
2006	2	73	71	6	
2006	3	99	75	8	
2006	4	373	339	57	
2006	5	256	255	167	
2006	6	180	271	163	
2006	7	254	282	228	
2006	8		441	365	
2006	9		503	326	
2006	10	624	655	248	
2006	11	502	517	181	
2006	12	502	504	100	
Sum		3046	4063	1908	3762

Tabell A. 14: Årskorrosjon av stål på stasjonene Borregaard, Birkenes, Tananger og Svanvik.

Stasjon	Periode	Normal (45°C)		Horisontal		Under tak	
		Vekttap g/m ²	Tyk.red. µm	Vekttap g/m ²	Tyk.red. µm	Vekttap g/m ²	Tyk.red. µm
Borregaard	1981-1982 (start: nov.)	976	124	1120	142	409	52
	1982-1983	974	124	1109	141	406	52
	1983-1984	619	79	666	85	434	55
	1984-1985	720	92	885	113	403	51
	1985-1986	562	72	646	82	358	46
	1986-1987	558	71	589	75	288	37
	1987-1988	767	98	951	121	352	45
	1988-1989	560	71	753	96	316	40
	1989-1990	504	64				
	1990-1991	500	64				
	1991-1992	484	62				
	1992-1993	411	53				
	1993-1994 (nov.-des.)	379	48		57		
	1994-1995	288	23				
	1995-1996 (jan.-jan.)	287	37				
	1996-1997 (feb.) (13½ mnd.)	351	45				
	1997-1998 (feb.)	348	44				
	1998-1999 (feb.-mars)	359	46				
	1999-2000 (mars-mai)	376	48				
	2000-2001 (mai-april)	536	69				
	2001-2002 (april-april)	424	54				
	2002-2003 (april-april)	279	36				
	2003-2004 (april-april)	390	50				
	2004-2005	191	24				
	2005-2006	353	45				
	2006-2007	473	61				
Birkenes	1986-1987 (start: nov.)	168	21				
	1987-1988	172	22				
	1988-1989	154	21				
	1989-1990	146	19				
	1990-1991	-	-	-	-	-	-
	1991-1992	107	14				
	1992-1993 (start: juli)	128	16				
	1993-1994 (sept.-aug.)	92	12				
	1994-1995 (aug.-aug.)	99	13				
	1995-1996 (aug.-aug.)	93	12				
	1996-1997 (aug.-aug.)	78	10				
	1997-1998 (aug.-aug.)	96	12				
	1998-1999 (aug.-aug.)	124	16				
	1999-2000 (aug.-juli)	164	21				
	2000-2001 (juli-aug.)	184	24				
	2001-2002 (aug.-aug.)	86	11				
	2002-2003 (aug.-juli)	65	8				
	2003-2004 (juli-juli)	72	9				
	2004-2005	129	17				
2005-2006	93	12					
2006-2007	92	12					
Tananger	1986-1987 (start: nov.)	479	61				
	1987-1988	380	48				
	1988-1989	789	100				
	1989-1990	416	53				
	1990-1991	431	55				
	1991-1992	750	95				
	1992-1993 (start: juli)	306	39				
	1993-1994 (juli-aug.)	247	31				
	1994-1995 (aug.-aug.)	362	46				

Stasjon	Periode	Normal (45°C)		Horisontal		Under tak	
		Vekttap g/m ²	Tyk.red. µm	Vekttap g/m ²	Tyk.red. µm	Vekttap g/m ²	Tyk.red. µm
	1995-1996 (aug.-aug.)	290	37				
	1996-1997 (aug.)	336	43				
	1997-1998 (aug.)	421	54				
	1998-1999 (aug.)	408	52				
	1999-2000 (aug.-juli)	592	76				
	2000-2001 (juli-aug.)	352	45				
	2001-2002 (aug.-aug.)	412	52				
	2002-2003 (juli-sept.)	273	35				
	2003-2004 (sept.-juli)	319	41				
	2004-2005 (juli-aug)	468	60				
	2005-2006 (aug-sept.)	265	34				
	2006-2007 (juli-juli)	551	71				
Svanvik	1984-1985 (start: aug.)	155	20	175	22	54	7
	1985-1986	161	20	177	23	65	8
	1986-1987	162	20	184	23	42	5
	1987-1988	143	18	162	21	54	7
	1988-1989	135	17	146	19	85	11
	1989-1990	134	17	143	18	36	5
	1990-1991: Ikke årsprøve						
	1991-1992 (start: aug. -92)	145	18				
	1992-1993: Ikke årsprøve						
	1993-1994: Ikke årsprøve						
	1994-1995 (okt.-okt.)	145	18				
	2006-2007 (aug.)	90	12				



Figur A. 1: Årskorrosjon av stål på stasjonene Svanvik, Tananger, Birkenes og Borregaard.



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORT NR. NILU OR 44/2007	ISBN 978-82-425-1906-1 (t) ISBN 978-82-425-1907-8 (e) ISSN 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 26	PRIS NOK 150,-
TITTEL NILUs feltstasjoner for korrosjon Miljø- og korrosjonsmålinger 2004-2006. Datarapport		PROSJEKTLEDER Thor Ofstad	
		NILU PROSJEKT NR. O-8208	
FORFATTER(E) Thor Ofstad, Terje Grøntoft		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Tor Johannessen	
OPPDRAKSGIVER Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep. 0032 OSLO			
STIKKORD Korrosjon	Metaller	Miljømålinger	
REFERAT Denne rapporten viser klima og korrosjon på NILUs feltstasjoner i årene 2004-2006. Rapporten har kun med de påviste verdiene for korrosjon og klima i tabellform og er beregnet vesentlig på NILUs oppdragsgivere.			
TITLE Corrosion measurements 2004-2006			
ABSTRACT This report contains corrosion rates of Fe, and measurements of environmental variables for the years 2004-2006 from NILU's test sites in Norway.			

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