

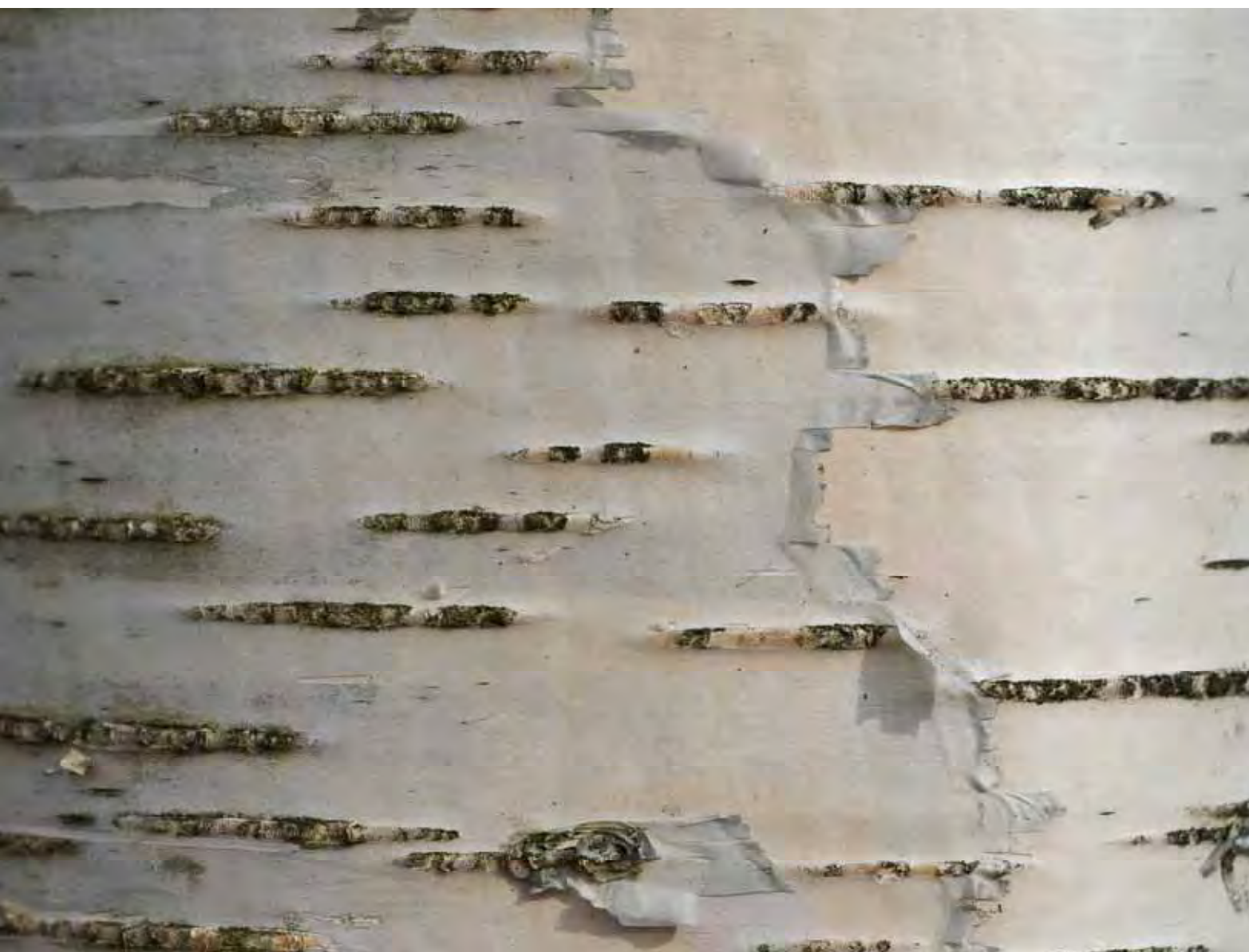
Oppdragsrapport fra Skog og landskap 07/2008

OVERVÅKING AV BJØRKESKOG PÅ KÅRSTØ, TYSVÆR, ROGALAND

Dan Aamlid og Ingvald Røsberg



skog+
landskap



Oppdragsrapport fra Skog og landskap 07/2008

OVERVÅKING AV BJØRKESKOG PÅ KÅRSTØ, TYSVÆR, ROGALAND

Dan Aamlid og Ingvald Røsberg

SAMMENDRAG

Kronevurdering av trærne på observasjonsflatene i 2007 viste at tilstanden fortsatt var god og som forventet ut fra vekstforholdene, og bekrefter de foregående års undersøkelser. Vi kan ikke tilskrive variasjon og forskjeller fra år til år i kronetilstanden til utslippene fra Kårstø gassprosesseringsanlegg. På lang sikt kan man likevel ikke se bort fra at enkelte av økosystemene kan være følsomme med hensyn på tilførsel av nitrogen, på grunn av området langvarige mottak av stort nedfall av langtransporterte luftforurensninger. Det er derfor fornuftig å følge med i økosystemenes skoglige tilstand.

INNHOOLD

1. Innledning	1
2. Materiale og metoder.....	1
2.1 Grunnlagsdata.....	1
2.2 Kronetetthet og kronefarge.....	2
3. Resultater.....	3
3.1 Kronetetthet.....	3
3.2 Tremålinger.....	4
3.3 Vegetasjon	5
4. Diskusjon.....	8
5. Konklusjon.....	11
Etterord.....	12
Litteratur.....	12
Vedlegg.....	13

1. INNLEDNING

I perioden 1994-1999 utførte Norsk institutt for skogforskning (Skogforsk) (nå Norsk institutt for skog og landskap) intensiv overvåking på utvalgte steder i bjørkeskog i området rundt Kårstø gassprosesseringsanlegg (Aamlid & Røsberg 2000). Bakgrunnen for overvåkingen var påstander om at utslipp fra Kårstø gassprosesseringsanlegg medførte skader på naturmiljøet i bedriftens omgivelser, og en frykt for at dette kunne forverres i fremtiden. Undersøkelsene viste at den skogøkologiske tilstanden i de undersøkte bjørkeskogene var god, og slik som forventet ut fra vekstforholdene i perioden. I perioden 2000-2007 er prosjektet "Miljøovervåking Kårstø" videreført på et langt lavere intensitetsnivå med formål å gi årlige enkle vurderinger av skogtilstanden på de samme flatene som ble overvåket i intensivfasen 1994-1999. I 2007 ble det foretatt revisjon av trediameter (omkretsmålinger) på alle flater, og gjenregistreringer av vegetasjonen på Sandvik og i Årvik.

2. MATERIALE OG METODER

Det metodiske grunnlaget for overvåkingen på flatene er basert på metodene som er utarbeidet for det europeiske samarbeidsprogrammet; *International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (UN/ECE ICP Forests)* (Manual 1994). Norge deltar i dette programmet med Skog og landskap som kontaktledd og ansvarlig for det norske programmet, Overvåkingsprogram for skogskader (OPS).

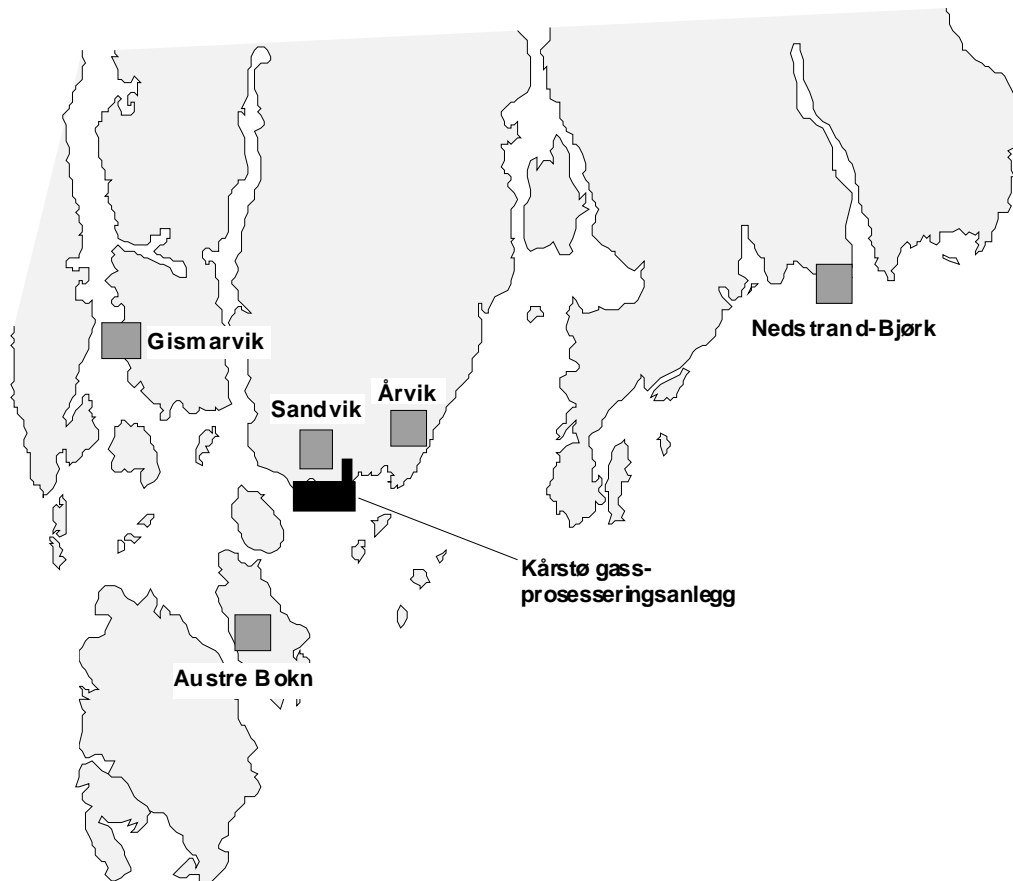
2.1. Grunnlagsdata

Overvåkingen utøves på fem flater i bjørkeskog, hvorav fire flater i nærområdene til Kårstø gassprosesseringsanlegg i Tysvær kommune i Rogaland (Fig. 1), samt en flate på Nedstrand (Vindafjord kommune, Rogaland). Hver flate er ca 0,6 dekar med en buffersone utenfor. Se Vedlegg 1 for de viktigste skoglige karakteristika. Detaljert beskrivelse av felt, metoder og en del utviklingstrekk, plantekjemi, nedbørs- og jordvannskjemi er gitt i Aamlid, Berg og Røsberg (1998).

Grunnlaget for overvåking av naturtilstanden ligger også i god merking av felt og kartfesting av målepunktene. I 2007 ble disse ettergått, og de nødvendige justeringer foretatt.

Feltmetodik og databearbeiding har vært lik i hele prosjektperioden. Ett unntak var tremålingene.

Ved tremålingene i 2007 ble det benytta et vanlig metall cm-måleband som ble lagt over merket i 1,3 m høyde rundt trestammen. Så ble omkretsen avlest i mm. Ved målingene i 1998 ble et metall pi-band (som gir trediameteren direkte ut fra omkretsmålingen) med cm-inndeling benyttet. Målinger som avvike sterkt (som for eksempel kan gi årlige tilvekster over 20 %) fra de øvrige normale ble fjernet før beregningene (men ikke fra databasen!). Gjennomsnitt tilvekst i periodene 1993-1998 og 1998-2007 er beregnet slik: total arealtilvekst i perioden er delt på vekstsesonger. Den gjennomsnittlige årlige arealveksten er lagt til fjorårets areal etc. Prosent årlig tilvekst i arealet er deretter beregnet ut fra fjorårets areal. Midlere årlig tilvekst i perioden er regnet fra prosent årlig tilvekst i perioden.



Figur 1. Plasseringen av de fire flatene rundt Kårstø gassprosesseringsanlegg, samt flaten på Nedstrand (I noen grad brukes kodene KA=Austre Bokn, KB=Gismarvik, KC=Sandvik, KD=Årvik og NB=Nedstrand Bjørk.)

2.2. Kronetetthet og kronefarge

Visuell inspeksjon, det vil si vurdering av trærnes kronetetthet og kronefarge, ble utført i første del av august. Vurderingene foretas på den øvre 2/3 av krona. Kronetettheten angis i 1 % intervaller fra 99 % for et fulltett tre, til 0 % for et tre uten blad. Med fulltett krone menes den kronetetthet et tre erfaringsvis kan oppnå under de aktuelle voksestedsbetingelser. Redusert kronetetthet som følge av pisking fra nabotrær, toppbrekk og andre typiske mekaniske skader tas ikke med i vurderingen. Greiner og kvister uten blad, døde eller levende, regnes som potensielt lauvbærende, og gir nedsatt kronetetthet.

Kronefarge vurderes i fire klasser: normal, svakt gul, moderat gul og sterkt gul. Gulning av lauvet som skyldes åpenbare forhold, eksempelvis bjørkerust (*Melampsorium betulinum*) eller gulning forårsaket av mekaniske skader i trekronene, regnes ikke som gulning i denne sammenheng.

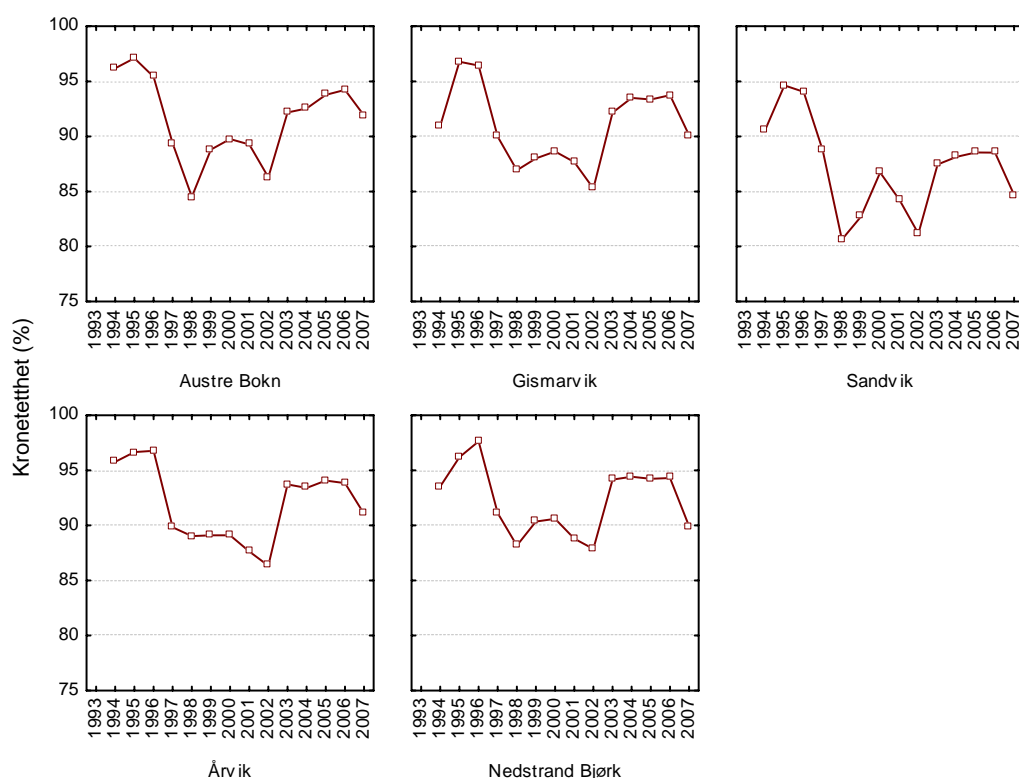
Bedømmelser av kronetetthet og kronefarge er subjektive, men kalibrering og justering av observatørens skjønn blir regelmessig utført i forbindelse med andre overvåkingsoppgaver. Dette er i samsvar med internasjonalt samarbeid om overvåking av skogskader.

Ved beregninger av kronetetthet og kronefarge regnes ikke undertrykte og tidligere døde trær med i datagrunnlaget.

3. RESULTATER

3.1. Kronetetthet

Kronetettheten var høy på alle Kårstø-flatene frem til 1996, men ble deretter merkbart lavere i noen år (Fig 2). I 1999 gikk den opp igjen, men ned i 2001 og 2002. I 2003 gikk tettheten imidlertid opp igjen, og har deretter holdt seg på omtrent jevnt nivå (Fig. 2, Vedlegg 2). I gjennomsnitt for alle flatene var kronetettheten 92,0, 92,5, 92,9, 93,1 og 92,2 % i åra 2003–2007. Sandvik har fortsatt den laveste kronetettheten, og fortsatt også størst årlig andel døde greiner i krona (Tabell 1). I 2007 var det fortsatt flatene Sandvik, Årvik og Nedstrand som hadde det grønneste krone-dekket. På Gismarvik var det en del gulning i de eksponerte sørlige og østlige deler av flaten, mens de indre delene av flaten var grønnere.



Figur 2. Kronetetthet (prosent, %) på alle flatene 1994–2007

Tabell 1. Andel døde greiner i trekrona i prosent (%)

År	Austre Bokn	Gismarvik	Sandvik	Årvik	Nedstrand-Bjørk
94	0,7	0,5	0,7	0,3	0,6
95	0,2	0,5	1,4	0,4	0,6
96		Ikke registrert			
97	8,3	7,5	9,3	8,4	5,9
98	9,7	7,4	13,7	5,5	6,0
99	6,1	6,8	11,6	5,8	3,8
00	4,5	6,4	8,1	5,8	3,0
01	6,3	8,0	11,4	8,3	6,0
02	6,0	5,0	7,9	4,6	3,8
03	6,1	4,1	7,1	3,8	3,8
04	5,6	4,1	7,5	4,2	3,9
05	5,7	4,9	7,4	4,8	4,8
06	5,4	3,7	6,5	4,6	4,7
07	5,5	6,1	7,9	4,9	6,7

3.2. Tremålinger

I 2007 ble det målt diameter (omkretsmåling) over bark på alle trær ved 1,3 m høyde over bakken på flatene Gismarvik, Sandvik, Årvik og Nedstrand-Bjørk (Aamlid & Røsberg 2006-Tabell 2). Beregningene for 1993 viser i denne rapporten en litt større gjennomsnittlig diameter enn i rapporten Aamlid et al. (1998), se parenteser i Tabell 2. Diameterøkningen i perioden 1993 til 2007 var størst på Austre Bokn, fra 80 mm til 109 mm. For de øvrige flatene var diameterøkningen noe mindre. Lavest var den på Gismarvik der den økte med 22 mm fra 75 mm i 1993. Grunnflaten pr. tre var i alle år høyest på Nedstrand og lavest på Gismarvik. Gjennomsnittlig årlig økning av grunnflate pr. tre i de to måleperiodene var ikke lik, men økningen i prosent mellom 1993 og 2007 var størst på Austre Bokn i begge måleperiodene. Grunnflatesummen pr. tre økte der med 84 %, og den var lavest på Nedstrand med 45 %. Prosentvis årlig økning i grunnflatesum var størst i den første perioden. Høyest var den relative økningen på Austre Bokn med 6,2 % for 1993-1998 og 4,1 % for 1998-2007. Lavest prosentvis årlig økning var det på Nedstrand med 2,9 % og 2,2 % i de to periodene. At den årlige prosentvise økningen i grunnflaten er lavere på flaten Nedstrand-Bjørk har nok sammenheng med at bestandet har større dimensjoner; 140 cm² i gjennomsnittlig grunnflate pr. tre i 2007, mens den på Gismarvik er 73 cm². Utenom Nedstrand-Bjørk er det Sandvik som har den laveste økningen i grunnflaten pr. tre.

Tabell 3 viser grunnflatesummen (m²/ha) på flatene. Grunnflatesummen, som er et uttrykk for "mengden" tømmer på flaten, har vist en sterk økning fra 1998. (Vi har tatt utgangspunkt i de trærne som er i live i dag, og har også måtte forkaste noen målinger pga. usikkerhet hefta til noen målinger). Økningen er avhengig av tilvekst og av treantallet på flaten. Den største økningen og den høyeste grunnflatesummen er målt på Gismarvik med 17,61 m²/ha.

Likevel er den prosentvise økningen størst på Austre Bokn. At Nedstrand-Bjørk, på tross av lavt tretall, har en såpass høy grunnflatesum sammenliknet med de øvrige skyldes at trærne er mer grovstammet, dvs har en større diameter enn trærne på de øvrige flatene, se Tabell 2.

Tabell 2. Middeldiameter og grunnflate av trærne på flatene 1993-2007. Treantallet og middeldiameter i 1993 er satt i ()

Flate	Trær	Diameter, grunnflateveid			Grunnflate			
		mm	mm	Med mer	pr tre, cm ²	Økning i %	årlig økning, i %	
		1993	1998	2007	2007	1993-2007	1993-1998	1998-2007
Austre Bokn	101(114)	80(76)	90	109	93	84	6,2	4,1
Gismarvik	157(161)	75(72)	82	97	73	65	4,5	3,2
Sandvik	98 (99)	95(88)	103	118	108	51	3,7	2,7
Årvik	123(123)	89(81)	98	114	103	65	4,5	3,2
Nedstrand								
-Bjørk	66 (65)	111(109)	118	134	140	45	2,9	2,2

Tabell 3. Grunnflatesum m²/ha på flatene. Dette arealet er summen av alle tretversnitta på flata, og multiplisert opp til 1 ha.

Flate	Trær Pr. 2007	Grunnflatesum, m ² /ha		
		1993	1998	2007
Austre Bokn	101	8,15	10,25	14,98
Gismarvik	157	10,38	12,47	17,61
Sandvik	98	9,49	10,99	14,37
Årvik	123	9,36	10,85	14,18
Nedstrand-Bjørk	66	9,86	11,42	14,93

3.3. Vegetasjon

Kårstø ligger i et gammelt kulturområde der det har vært en veksling mellom skog og lyngheier i opptil 2000 år (Prøsch-Danielsen & Øvstedal 1994). De siste 100 åra har skogen vært på frammarsj i områder som ikke lar seg bruke til jordbruksformål. Flatene Sandvik, Årvik og Nedstrand har den undervegetasjonen som er minst prega av beiteaktivitet fra husdyr. Vegetasjonen på flaten i Gismarvik har et forholdsvis tett kronedekke pga. stor tresetting og dermed en noe variabel undervegetasjon. Flata på Austre Bokn har den undervegetasjon som er mest prega av beite. Dette er da bakgrunnen til at flatene i Sandvik og Årvik i første omgang ble utvalgt til vegetasjonsanalyser i 1996 og at det der ble utlagt 20 ruter a 1 x1 m (Aamlid et al. 1998). Flatene ble reanalysert 5.-7. august 2007. Det ble gjenfunnet 18 ruter på Sandvik og 19 i Årvik.

En gjennomgang av registreringene for de to flatene i 1996 og 2007 viser en stor stabilitet når det gjelder antall arter og dekning (Tabell 4), men et fåtall statistisk sikre endringer forekom (Tabell 5). Imidlertid ble det på Sandvik nyregistrert to arter: knegras (*Danthonia decumbens*) og tornemose (*Mnium* sp). Bjønnskjegg (*Trichophorum cespitosum*), lusegras (*Huperzia selago*), heiblåfjør (*Polygala serpyllifolia*), kystjammemose (*Plagiothecium undulatum*) og furumose (*Pleurozium schreberi*) gikk ut. Alle artene som gikk ut hadde liten dekning og forekom på få ruter. Det samme gjaldt i Årvik. Her var det imidlertid færre arter som gikk ut: kvitveis (*Anemone nemorosa*) og rome (*Narthecium ossifragum*), men flere som kom inn: eik (*Quercus* sp.), kristorn (*Ilex aquifolium*), bråtestarr (*Carex pilulifera*), knegras, blåmose (*Leucobryum glaucum*), kystjammemose og engkransmose (*Rhytidiadelphus squarrosus*). Generelt er feltsjiktet dårlig utviklet med omsyn til lyngartenes dekningsprosent, noe bedre er det for gras og graminider. I Årvik er blåtopp (*Molinia caerulea*) det dominerende graset i feltsjiktet. Blåtopp har hatt en nesten dobling i dekningsprosenten til 20,3 % siden 1996. Også på Sandvik økte dekninga av grasarter. Det

gjelder særlig artene hundekvein (*Agrostis canina*), smyle (*Avenella flexuosa*), finnskjegg (*Nardus stricta*) og blåtopp. De er likevel ikke så dominerende som blåtopp er i Årvik.

I rutene finnes det lite lav. Kystreinlav (*Cladonia portentosa*) er representert i Årvik med 0,15 og 0,16 dekningsprosent i 1996 og 2007. Den viktigste mosen (størst dekningsprosent) er etasjemose (*Hylocomium splendens*) som på Sandvik er økt til 16,9 % og i Årvik til 10,9 % i 2007. Furumose (*Pleurozium schreberi*) har økt til 9,2 % i Årvik, mens dekningen har sunket fra 3,9 % i 1996 til 1,4 % i 2007 på Sandvik. Flettemose (*Hypnum cupressiforme*) har minket i dekning på begge flatene fra 1996 til 2007, fra henholdsvis 6,9 % til 2,4 % på Sandvik i 1996 og 2007, mens den hadde 6,1 % og 3,1 % dekning i Årvik ved de samtidige registreringene. Totalt har dekningen av mose økt noe fra 1996 til 2007 på de to flatene. Henholdsvis fra 26,5 % til 31,9 % på Sandvik og fra 14,5 % til 26,2 % i Årvik.

Tabell 4. Vegetasjon på flatene Sandvik og Årvik registrert i 1996 og 2007. På Sandvik ble 18 av 20 ruter gjenfunnet og i Årvik 19 ruter. Tallene viser prosent dekning. KC=Sandvik, KD=Årvik.

Norsk navn / vitenskaplig navn	KC	KC	KD	KD	
	Analyseår	1996	2007	1996	2007
	Antall ruter	20	18	20	19
Dunbjørk <i>Betula pubescens</i>	40.75	47.22	58.00	56.58	
Dunbjørk, busk <i>Betula pubescens</i> juv.	0.95	0.17	0.10	0.16	
Eik, busk <i>Quercus</i> sp juv	0.10	0.17	0.00	0.11	
Rogn, busk <i>Sorbus aucuparia</i> juv	0.05	0.00	0.45	0.21	
Kristorn, busk <i>Ilex aquilinum</i> juv.	0.00	0.00	0.00	0.05	
Einer <i>Juniperus communis</i>	19.70	22.00	0.65	5.95	
Krypvier <i>Salix repens</i>	0.00	0.00	0.05	0.05	
Mjølbbær <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	0.00	0.00	0.20	0.05	
Røsslyng <i>Calluna vulgaris</i>	1.15	0.83	5.15	2.68	
Krekling <i>Empetrum nigrum</i>	0.15	0.00	0.05	0.00	
Purpurlyng <i>Erica cinerea</i>	0.25	0.11	0.20	0.11	
Klokkelyng <i>Erica tetralix</i>	0.10	0.22	1.10	0.32	
Blåbær <i>Vaccinium myrtillus</i>	0.40	0.56	0.50	2.26	
Tyttebær <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	0.80	0.56	0.75	0.58	
Blokkebær <i>Vaccinium uliginosum</i>	0.15	0.17	0.05	0.05	
Hundekvein <i>Agrostis canina</i>	0.35	1.94	0.30	0.26	
Smyle <i>Avenella flexuosa</i>	2.25	3.72	2.55	2.21	
Kornstarr <i>Carex panicea</i>	0.00	0.00	0.05	0.00	
Bråtestarr <i>Carex pilulifera</i>	0.25	0.33	0.20	0.11	
Knegrass <i>Danthonia decumbens</i>	0.00	0.11	0.00	0.11	
Sauesvingel <i>Festuca ovina</i>	0.05	0.06	0.00	0.00	
Blåtopp <i>Molinia caerulea</i>	0.15	1.11	11.60	20.32	
Finnskjegg <i>Nardus stricta</i>	0.25	1.39	0.30	0.16	
Bjønnskjegg <i>Trichophorum cespitosum</i>	0.05	0.00	0.25	0.21	
Kvitveis <i>Anemone nemorosa</i>	0.00	0.00	0.05	0.00	
Bjønnekam <i>Blechnum spicant</i>	0.15	0.22	0.00	0.00	
Flekkmarihand <i>Dactylorhiza maculata</i>	0.00	0.00	0.05	0.05	
Kystmaure <i>Galium saxatile</i>	0.25	0.67	0.00	0.00	
Lusegras <i>Huperzia selago</i>	0.05	0.00	0.00	0.00	
Stormarimjelle <i>Melampyrum pratense</i>	0.05	0.22	0.60	0.58	

Rome <i>Narthecium ossifragum</i>	0.05	0.06	0.10	0.00
Heiblåfjør <i>Polygala serpyllifolia</i>	0.05	0.00	0.00	0.00
Tepperot <i>Potentilla erecta</i>	0.10	0.39	0.50	0.53
Einstape <i>Pteridium aquilinum</i>	0.00	0.00	1.90	2.58
Gullris <i>Solidago virgaurea</i>	0.00	0.00	0.05	0.05
Blåknapp <i>Succisa pratensis</i>	0.00	0.00	0.05	0.00
Skogstjerne <i>Trientalis europaea</i>	0.35	0.44	0.10	0.21
Legeveronika <i>Veronica officinalis</i>	0.00	0.06	0.00	0.00
Lundmose <i>Brachythecium</i> sp	0.35	0.06	0.00	0.00
Såtemose <i>Campylopus</i> sp	0.05	0.06	0.00	0.00
Blanksigd <i>Dicranum majus</i>	0.70	0.39	0.00	0.00
Ribbesigd <i>Dicranum scoparium</i>	0.40	0.44	0.40	0.26
Sigdmose <i>Dicranum</i> sp	0.20	0.78	0.35	0.74
Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	5.60	16.89	2.70	10.89
Flettemose <i>Hypnum cupressiforme</i>	6.90	2.39	6.10	3.05
Blåmose <i>Leucobryum glaucum</i>	0.00	0.00	0.00	0.11
Tornemose <i>Mnium</i> sp	0.00	0.06	0.00	0.00
Kystjammose <i>Plagiothecium undulatum</i>	0.05	0.00	0.00	0.11
Furumose <i>Pleurozium schreberi</i>	3.90	1.39	4.65	9.21
Kystbinnemose <i>Polytrichum formosum</i>	0.95	1.11	0.05	0.32
Einerbjørnemose <i>Polytrichum juniperinum</i>	0.10	0.06	0.00	0.00
Narremose <i>Pseudoscleropodium purum</i>	1.35	3.61	0.05	1.05
Kystkransmose <i>Rhytidiadelphus loreus</i>	0.30	0.33	0.10	0.26
Engkransmose <i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	3.70	1.44	0.00	0.05
Furutorvmose <i>Sphagnum capillifolium</i>	0.10	0.00	0.00	0.00
Fløyelstorvmose <i>Sphagnum molle</i>	0.20	0.22	0.00	0.00
Stortujamose <i>Thuidium tamariscinum</i>	1.35	2.39	0.05	0.05
Sleivmoseord. <i>Jungermanniales</i>	0.30	0.33	0.00	0.05
Kystreinlav <i>Cladonia portentosa</i>	0.00	0.00	0.15	0.16

Tabell 5. Arter og artsgrupper som viser sikker endring mellom 1996 og 2007. KC=Sandvik, KD=Årvik.

Flate		Ruter	Endring i dekningsprosent			
			1996-2007	Standard-feil	T	P> t
KC	Hundekvein <i>Agrostis canina</i>	18	1,56	0,73	2,13	0,048
KD	Blåtopp <i>Molinia caerulea</i>	19	8,26	3,68	2,25	0,037
KC	Furumose <i>Pleurozium schreberi</i>	18	-1,83	0,75	-2,44	0,026
KD	Furumose <i>Pleurozium schreberi</i>	19	4,37	2,10	2,08	0,052
KC	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	18	10,72	2,77	3,87	0,0012
KD	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	19	8,05	2,81	2,87	0,01
KD	Moser, sum dekning	19	11,1	3,52	3,16	0,005
KC	Gras+halvgras	18	5,06	2,17	2,33	0,032
KD	Gras+halvgras	19	7,53	3,24	2,32	0,032

4. DISKUSJON

Områdene rundt Kårstø gassprosesseringsanlegg er et gammelt kulturlandskap (Prøsch-Danielsen & Øvstedal 1994). Store områder er oppdyrket, og utmark (det som nå er lyng- og grashei) har i stor grad vært benyttet til beite. Skogarealene er hovedsakelig bjørkeskog. Erfaringer de siste 25 år (Røsberg 1982) tyder på at skogsvegetasjon og -areal i nærområda til anlegget er noenlunde stabile, når en ser bort fra skogreisningsarealene, og en mulig økning i mengden av enkelte grasarter som for eksempel blåtopp.

Kronetettheten har de siste 12 årene variert fra ca. 80-85 % til opp mot 100 % i perioden. På Kårstøflatene varierer den i år mellom 89 og 93 % - omtrent som i foregående år, men likevel er det en nedgang på 3,7 prosentpoeng. Det er minst nedgang på Sandvik. Endringene er likevel små. Kronetettheten på Kårstøflatene har vært noe bedre enn det som er vanlig i norsk bjørkeskog. Ifølge landsrepresentativ overvåking av skogens vitalitet i Norge (Hysten & Larsson 2007), var kronetettheten 78,9 % i landsgjennomsnitt for perioden 2000-2005 og i 2006 77,3 % (data for 2007 foreligger ennå ikke). Landsrepresentativ overvåking har bare en observasjonsflate i Ryfylke. Den er oppgitt til å ha mellom 90-100 % kronetetthet. En flate på Jæren ligger mellom 75-90 % kronetetthet, jf. Fig. 6 i Hysten & Larsson (2007). Årsakene til variasjonene som er observert, er usikre med unntak av reduksjonen på Sandvik-flaten i 1998 som skyldtes angrep av bjørkemåler. Kronetettheten her har tatt seg litt opp i de seinere år, men den ligger likevel 3,5 % under midlet (92,7 %) av de andre flatene i 2006 (se fig. 1 og Vedlegg 2). Kronetettheten på Sandvik har da også siden 1998 vært signifikant lavere ($p > 0,05$) enn på de øvrige flatene unntatt i 2000 og i 2007. På Sandvik er det også en litt høyere andel døde greiner i trekronen. Kronefargen på Sandvik synes ikke å ha sammenheng med lav kronetetthet, den er tilsvarende like frisk grønn som i Årvik og Nedstrand-Bjørk. Det er ikke kjent at skogen i området har blitt utsatt for andre store insektangrep enn det som ble registrert på Sandvik i 1998. Det er derfor mest trolig at det er ulike naturlige økologiske og fysiologiske forhold som fører til variasjonene fra år til år. På grunn av kort avstand til sjø er det også en betydelig marin- og vindpåvirkning på skogen i området. Skader på skogen forårsaket av vind og sjøsalt må derfor av og til påregnes, men verken salt- eller vindskader ble påvist i 2007. Det ble heller ikke påvist andre skader eller skadegjørere på bjørk, bortsett fra en viss økning i forekomsten av bjørkerust (*Melampsorium betulinum*). Dette kan ha ført til nedgangen i kronetetthet i 2007. Det er imidlertid sjelden at denne soppen medfører et større tidlig bladfall og dermed i vesentlig grad påvirker kronetettheten.

Det er normalt at strøfallet øker utover siste del av sommeren. Tørke øker strøfallet. Noe av strøfallet skyldes nok kombinasjonen av at det var til dels betydelig mindre nedbør enn normalt i juni, samtidig var temperaturen høyere enn normal. I juli var derimot middeltemperaturen temmelig normal mens nedbøren var langt høyere enn normalt (Meteorologisk institutt 2007a,b,c). Særlig var tørkestresset stort i juni, på tross av at mai hadde omtrent normal nedbør og ikke bidro negativt. Samlet kan dette ha forårsaket økt strøfall, og kan dermed delvis forklare nedgangen i kronetetthet i august (Figur 2). Det ble likevel ikke registrert unormalt mye strø på bakken. Dette kan skyldes at bladene som var falt av, var blitt noe nedbrutt (brune) p.g.a. gunstige forhold for dette i juli.

Kronevitaliteten på bjørk synes heller ikke å være påvirket av algegroing. På stammene ser vi det som et grønt eller grønnsvart belegg (bl.a. er de hvite nummerlappene på trærne i løpet av 10 år blitt helt overgrodd). Situasjonen er ikke kartlagt for Kårstøområdet. Utviklingen er trolig tilsvarende som i bjørkeskog i Lund i Rogaland. Aerofyttiske alger dekker der nå mer enn 50 % av kartlagt stammeareal (Hilmo, Bruteig & Wilmann 2004).

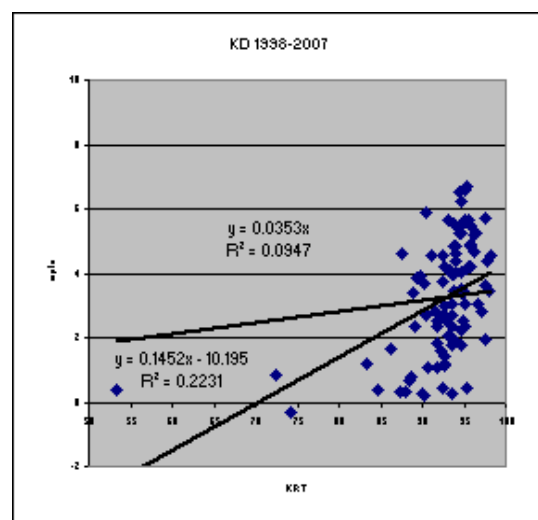
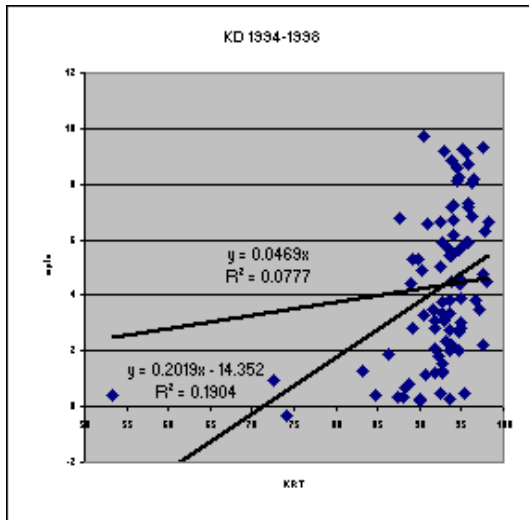
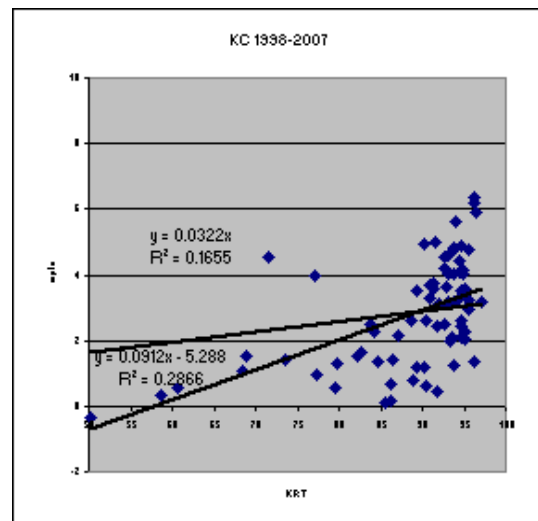
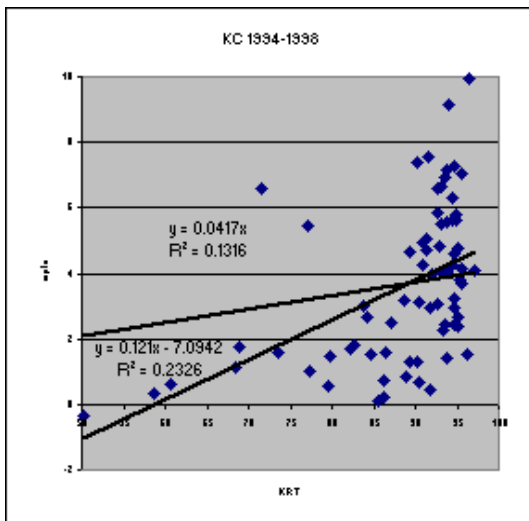
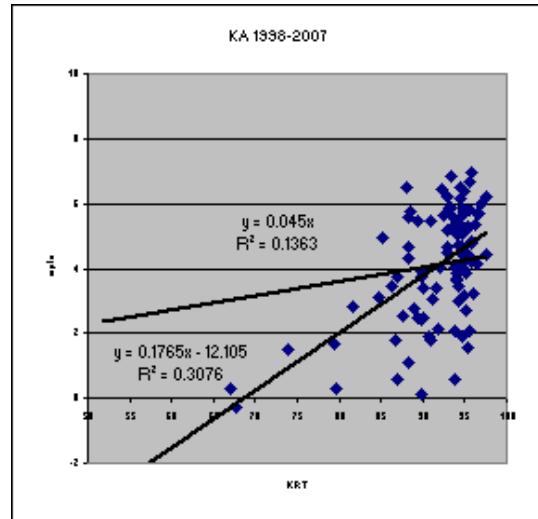
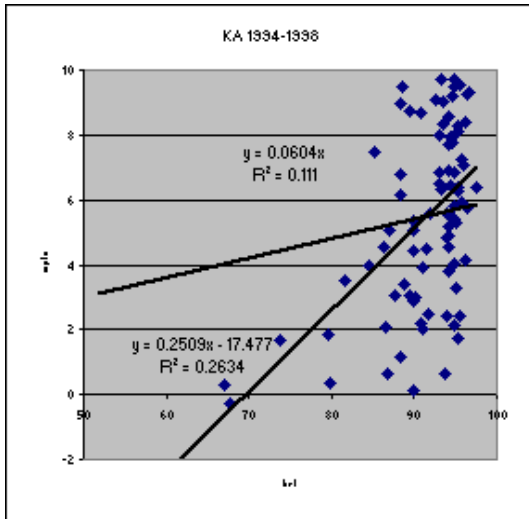
Det er en gjennomgående forskjell i middels årlig tilvekst (i grunnflatesum) mellom periodene 1993-1998 og 1998-2007 innen hver flate (Tabell 2). Økningen var størst i perioden 1993-1998. For flatene KA-KD var denne skilnaden signifikant ($p > F$) på minst 0,01 % nivå. For Nedstrand-Bjørk var forskjellen ikke signifikant. Forskjellene kan trolig forklares ut fra at klimatiske variasjoner

og biotisk påvirkning av bl.a. sopp og insekter har vært større i siste del av perioden. Alder (eller aldring) på bestand kan også ha betydning, men på flatene KA-KD er den trolig av mindre betydning ved vurdering av skilnader mellom de to periodene. Forholdet mellom middeløkning og kronetetthet i de to periodene er satt opp i Figur 3 for Austre Bokn (KA), Sandvik (KC) og Årvik (KD). Skilnaden mellom periodene er tydelig, samtidig som det lineære forholdet mellom kronetetthet og tilvekst ($MPVt = aKRT + b$) er signifikant for begge periodene. Det oppfanger også mer av variasjonen (R^2) enn forholdet $MPVt = aKRT$. Utrekninger viser også at de nærmeste flater til Kårstøanlegget ikke skiller seg ut med nevneverdig mindre tilvekst i forhold til kronetetthet, i perioden 1998-2007 i forhold til 1994-1998 enn de 3 flatene, som ligger lengre vekk.

Av Tabell 4 framgår det at vegetasjonen på flaten på Sandvik og Årvik er noenlunde lik. De er en blanding av blåbær-skrubbærbjørkeskog og røsslyng-blokkebærbjørkeskoger (Fremstad 1997, s. 15-19, Røsberg 1982). Den største skilnaden er abiotisk: Sandvikflaten har større helning mot sør enn flaten på Årvik og den har også et grunnere jordsmonn. Likevel er det ingenting med vegetasjonsdekket som tyder på at flaten på Sandvik er mer utsatt for tørke enn flaten i Årvik. En viktig skilnad på flatene er mengden av *einer* (*Juniperus communis*). Den store mengden *einer* på Sandvik har trolig sammenheng med gjengroing. Ut fra bilder synes mengden *einer* å ha vært stabil i bjørkeskogen på Sandvik siden tidlig 1980-åra (Røsberg 1982). Dermed har virkningen på bakkevegetasjonen vært noenlunde lik. I Årvik synes heller ikke forholdene å ha endret seg nevneverdig i og med at *einer* utgjør et viktig, men ikke fullt så dominerende innslag. Selv om vurderingsmetoden ikke er tilfredsstillende for å estimere kronedekningen, synes ikke endringen mellom åra å være avgjørende for endringer i undervegetasjonen. Endringene i kronetettheten over perioden 1996-2007 har vært nærmere 20 % på Sandvik og noe mindre i Årvik. Kronetettheten var ca. 5 % lavere i 2007 enn i 2006 på alle flater. Dermed ser det ut til at lysforholdene har vært noenlunde stabile for undervegetasjonen i perioden 1996-2007. Likevel har summen av dekningsprosentene av gras endret seg vesentlig i perioden ($p > 0,05$) både på Sandvik og i Årvik. I Årvik er dette mest merkbart fordi heile økningen skyldes blåtopp. "Økningen i prosentdekning av graminider (gras+halvgras) er litt større i Årvik enn på Sandvik (henholdsvis 7,5 % og 5,1 %, jmf. Tabell 5). Prosentdekningen av graminider var i 2007 fortsatt signifikant større i Årvik enn på Sandvik (henholdsvis 23,4 % og 8,7 %, $p > 0,01$)".

Fordi mosedekningen har økt sterkere i Årvik, var det ikke lenger signifikant skilnad mellom flatene for denne artsgruppen i 2007. Både mengden av gras og mose hevdes å ha økt som følge av endra miljøforhold i Sør-Norge. Bl.a. registrerer Økland (1999) mengdeøkning for bl.a. etasjemose, og ut fra andre registreringer tilskrives dette klimavariasjon. Tilsvarende fant også Bakkestuen et al. (2002) i Lund i Dalane økning i mengden moser siden 1996. Også her blir dette tilskrevet økt vekstsesong og mer humide forhold. Bakkestuen et al. (2001) finner også en viss framgang for grasartene, særlig for blåtopp, men ingen signifikante endringer. Endringer særlig i grasmengden i skog og hei i Sør-Norge og i Mellom-Europa er tilskrevet høyt og vedvarende N-nedfall.

Gunstige forhold for luftalger medfører også økt algevekst på lyng, særlig røsslyng (*Calluna vulgaris*), som da får nedsatt vitalitet (egne observasjoner). Røsslyng hadde en nedgang i dekning på begge flatene, men de var ikke signifikante. Dette kan sammen med generelt høgt nedfall av nitrogen endre konkurranseforholdene i vegetasjonsdekket og føre til økt grasmengde i skog og lynghei.



Figur 3. Middeløkning i grunnflatesom i periodene 1993-98 og 1998-2007 som en funksjon av middel kronetetthet. Austre Bokn (KA), Sandvik (KC) og Årvik (KD).

5. KONKLUSJON

Vurderingen av trærnes kronetilstand i 2007 viste at tilstanden fortsatt var god, og litt bedre enn i foregående år, og innenfor den variasjon som kan forventes i den type skog som finnes i Kårstø-området. Variasjon og forskjeller i kronetilstand fra år til år kan neppe tilbakeføres til utslippene fra Kårstø gassprosesseringsanlegg. Det samme gjelder tilvekst på bjørk på de 5 observasjonsflatene. Analysen av vegetasjon tilsier ikke at endringene i perioden er forårsaket av aktiviteten ved anlegget. Imidlertid kan man ikke se bort fra at enkelte av økosystemene i Kårstø-området på lang sikt kan være ømfintlige med hensyn på tilførsel av nitrogen på grunn av områdets langvarige mottak av stort nedfall av langtransporterte luftforurensninger. Bare langsiktig overvåking kan avdekke slik endringer. Med de lange dataseriene som nå foreligger er grunnlaget godt for en senere oppfølgende miljøovervåking av bjørkeskogen i området.

ETTERORD

Prosjektets oppdragsgiver, Statoil, takkes for godt samarbeid. Laboratorieingeniør Odd Inge Sandvik og medarbeidere, har sørget for at observasjonsflatene er intakte og i god stand, selv etter over 14 års overvåking. Grunneiere takkes for å ha stilt områdene til disposisjon. Kari Hollung (Skog og landskap) har forberedt data for beregning.

LITTERATUR

- Bakkestuen, V., Stabbetorp, O.E., Erikstad, L., Wilmann, B., Brattbakk, I. & Sørli, R. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Lund og Åmotsdalen - reanalyser 2001. - NINA Oppdragsmelding 758. 46pp.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge – NINA Temahefte 12: 1-279.
- Hilmo, O., Bruteig, I.E. & Wilmann, B. 2004. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen i Åmotsdalen og Lund 2001. NINA Oppdragsmelding 834. 33 s.
- Hylen, G. & Larsson, J. Y. 2007. Helsetilstanden i norske skoger. Resultater fra landsrepresentativ overvåking 1989 - 2006. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 09/2007. 63 s.
- Manual (ICP Forests) 1994. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UN ECE, Hamburg/Prague. 177s. 3rd Ed.
- Meteorologisk institutt 2007a. Været i Norge. Klimatologisk månedsoversikt. Mai 2007. Met.no info, Nr 05/2007. ISSN 1503-8017. KLIMA. 01.06.07 Oslo. 28s.
- Meteorologisk institutt 2007b. Været i Norge. Klimatologisk månedsoversikt. Juni 2007. Met.no info, Nr 06/2007. ISSN 1503-8017. Klima Oslo, 02.07.07. 20 s.
- Meteorologisk institutt 2007c. Været i Norge. Klimatologisk månedsoversikt. Juli 2007. Met.no info, Nr 07/2007. ISSN 1503-8017. Klima Oslo, 01.08.07. 21 s.
- Prøsch-Danielsen, L. & Øvstedal, D. O. 1994. Vegetation history of Molinia-heaths in Tysvær, Rogaland, western Norway. Nord. J. Bot. 14: 557-568.
- Røsberg, I. 1982. Karplanteflora og vegetasjon på Kårstø og Ognøy, Tysvær og Bokn kommuner i Rogaland, s. 1-155. I: Blom, H.H., I. Røsberg og L.H. Skjolddal. Vegetasjon og flora på Kårstø, Tysvær kommune, Rogaland. Botanisk institutt, rapport 22. Universitetet i Bergen.

- Økland, T. 1999. Intensivovervåking i granskog: Endringer i undervegetasjonen i fem overvåkingsområder i løpet av en fem-årsperiode. Norsk Inst. Jord- og Skogkartlegging Rapp. 1999:1-33.
- Aamlid, D. & Røsberg, I. 2000. Økosystemovervåking av bjørkeskog på Kårstø, Tysvær, Rogaland. Sluttrapport. Oppdragsrapport fra NISK 11/00:1-36.
- Aamlid, D., Berg, I. A. og Røsberg, I. 1998. Økosystemovervåking av bjørkeskog på Kårstø. Rapport fra perioden 1994 – 1997. Rapport fra skogforskningen 6/98. 31s.

Vedlegg 1. Areal, treantall, høyde, diameter, volum inkl. bark, bonitet og hogstklasse på flatene

Flate	Areal* m ²	Trær per flate	Trær per hektar	Middel- høyde ** (gr.fl.veid)	Diameter* (grunn- flateveid)	m ³ /flate **	m ³ /ha **	Bonitet (bjørk) ***	Hogst- klasse ****
Austre Bokn	597	114	1910	5,9	7,6	1,6	30	B8	III
Gismarvik	599	161	2688	6,4	7,2	2,2	40	B11	III
Sandvik	588	99	1684	8,2	8,8	2,5	45	B11	III
Årvik	596	123	2064	7	8,1	2,4	43	B11	III
Nedstrand-Bjørk	566	65	1148	11,7	10,9	3,4	61	B17	III

* Horisontalt areal.

** Tallene gjelder for 1993 fordi registreringene ble gjort før tilveksten i 1994 begynte.

*** Bonitet er markens produksjonsevne for det aktuelle treslaget, som her er bjørk (*Betula pubescens*, dunbjørk). Boniteten, som oppgis med en bokstav og et tall, ble beregnet ut fra høyde og alder på de 10 grøveste trærne per dekar. Bokstaven betegner treslaget (B = bjørk) og tallet høyden på disse trærne ved 40-årsalder. I et bestand med bonitet B11 forventer man med andre ord at de største trærne skal være 11 meter ved 40-årsalder. For vanlig bjørk regner en med boniteter fra B8 til B14 og for hengebjørk (*Betula pendula*) fra B17 til B23.

**** Hogstklassen beskriver bestandets utviklingstrinn, sett i forhold til alder og bonitet. H.kl. III er betegnelsen på yngre produksjonsskog, det vil si skog "i sin beste alder". Tallene for høyde og diameter er grunnflateveid, noe som medfører at høyden blir litt mindre enn den aritmetiske høyden av de samme trærne. Dette er den vanlige måten å beregne disse parametrene på.

- Stående volum ble beregnet på grunnlag av målingene av trehøyde og diameter i brysthøyde (1,3 m over midlere bakkenivå).

Vedlegg 2. Gjennomsnittlig kronetetthet 1994 – 2007

Flate	År	Gjen- nom- snitt	An- tall trær	Standard- avvik	Flate	År	Gjen- nom- snitt	An- tall trær	Standard- avvik
Austre	1994	96,2	109	3,5	Årvik	1994	95,8	100	3,4
	1995	97,1	109	4,4		1995	96,7	99	2,6
	1996	95,4	109	1,9		1996	96,8	97	1,4
	1997	89,4	109	4,9		1997	89,8	99	4,4
	1998	84,5	109	9,8		1998	89,0	99	5,1
	1999	88,8	109	6,5		1999	89,1	99	7,0
	2000	89,8	109	5,6		2000	89,1	99	7,4
	2001	89,3	109	6,8		2001	87,6	99	10,9
	2002	86,3	108	9,0		2002	86,3	99	9,9
	2003	92,2	108	9,0		2003	93,7	99	9,6
	2004	92,5	109	11,9		2004	93,4	100	13,8
	2005	93,8	109	10,9		2005	94,1	100	14,3
	2006	94,2	109	10,7		2006	93,8	100	14,9
2007	91,9	109	9,6	2007	91,0	100	15,8		
Gismarvik	1994	91,0	144	4,1	Nedstrand bjørk	1994	93,5	63	3,0
	1995	96,8	144	2,5		1995	96,2	63	4,3
	1996	96,4	141	1,3		1996	97,6	63	1,1
	1997	90,0	144	5,7		1997	91,1	63	4,8
	1998	86,9	144	10,7		1998	88,2	63	10,1
	1999	88,0	144	10,3		1999	90,3	63	6,0
	2000	88,6	144	9,3		2000	90,6	63	3,6
	2001	87,7	144	10,3		2001	88,8	63	6,3
	2002	85,3	144	9,8		2002	87,9	63	5,0
	2003	92,2	144	9,5		2003	94,2	63	3,2
	2004	93,5	144	9,2		2004	94,4	63	2,9
	2005	93,3	144	11,5		2005	94,2	62	3,3
	2006	93,7	144	12,2		2006	94,3	63	3,7
2007	90,1	144	17,0	2007	89,9	64	12,3		
Sandvik	1994	90,6	79	5,6					
	1995	94,6	79	5,2					
	1996	94,1	77	2,0					
	1997	88,7	79	5,6					
	1998	80,6	79	15,4					
	1999	82,7	79	13,7					
	2000	86,7	79	9,0					
	2001	84,3	79	13,1					
	2002	81,2	79	15,6					
	2003	87,4	79	14,7					
	2004	88,2	79	15,2					
2005	88,5	79	15,4						
2006	88,5	79	17,5						
2007	84,7	79	23,2						