

RAPPORT LNR 3946-98

Observasjoner

i Glommas

munningsområde etter

uhellsutslipp av

natriumklorat fra

Borregaard Industries Ltd

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Observasjoner i Glommas munningsområde etter uhellsutslipp av natriumklorat fra Borregaard Industries Ltd.	Løpenr. (for bestilling) 3946-98	Dato 30/10-98
	Prosjektnr. Undernr. O-98053	Sider Pris 14
Forfatter(e) John Arthur Berge Frithjof Moy	Fagområde Marine miljøgifter	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Borregaard Industries Limited	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag:

Ved et uhell 6/3-1998 ved Borregaards klordioksidanlegg i Sarpsborg ble det sluppet ut ca 7 tonn natriumklorat (NaClO_3) til Glomma. Utslipet fant sted over en periode på ca. 20 min og ble beregnet til å kunne gi en utgangs konsentrasjon på 11667 $\mu\text{g/l}$ i Glomma ved den aktuelle vannføringen (500 m^3/time).

På grunnlag av beregninger var det forventet at enkelte gruntvannsområder i Glommas munningsområde kunne ha blitt eksponert for kloratkonsentrasjoner innen intervallet 1000-10000 $\mu\text{g/l}$ over en periode på opptil flere dager; dvs nivåer som er vist å kunne gi effekter på spesielt ømfintlige organismer som blæretang (*Fucus vesiculosus*). På denne bakgrunn ble det gjennomført tre befaringer i Glommas munningsområde med sikte på å spore eventuelle skader.

Befaringene ble foretatt 1. april, 7. juli og 6. oktober 1998.

Resultatene fra befaringene viste at kloratutslippet ikke har gitt åpenbare effekter, mest sannsynlig fordi eksponeringen ikke har vært lang nok til å gi skade.

Fire norske emneord 1. Uhellsutslipp 2. Klorat 3. Blæretang 4. Glomma	Fire engelske emneord 1. Accidental spill 2. Chlorate 3. Bladder wrack 4. Glomma
---	--



John Arthur Berge
Prosjektleder

ISBN 82-577-3538-8



Bjørn Braaten
Forskningsjef

**Observasjoner i Glommas munningsområde etter
uhellsutslipp av natriumklorat fra Borregaard
Industries Ltd.**

Forord

I forbindelse med et uhellsutslipp av klorat ved Borregaards klordioksidanlegg i Sarpsborg ble NIVA i brev av 24/3-98 (bestilling nr. 10238) av Borregaard Industries Ltd, bedt om å gjennomføre befaringer i Glommas munningsområde for å avklare om uhellsutslippet kunne spores som eventuelle effekter på følsomme organismer.

Denne rapporten redegjør for observasjoner gjort under 3 befaringer. Befaringene ble utført av John Arthur Berge og Frithjof Moy.

Oslo, 30/11 1998

John Arthur Berge

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
1.1 Forventede konsentrasjoner	6
1.2 Giftighet av klorat	6
2. Befaring	9
3. Resultater	10
3.1 Befaring 1	10
3.2 Befaring 2	11
3.3 Befaring 3	12
4. Konklusjoner	13
5. Referanser	14

Sammendrag

I forbindelse med et uhellsutslipp av klorat ved Borregaards klordioksidanlegg i Sarpsborg den 6/3-1998, ble det sluppet ut 10-15 m³ klorat-løsning (NaClO₃ konsentrasjon=560g/l.) til Glomma. Dette tilsvarer et utslipp på ca 7 tonn NaClO₃. Utslipet fant sted over en periode på ca. 20 min og ble beregnet å kunne gi en konsentrasjon på ca. 12000 µg/l i Glomma ved den aktuelle vannføringen (500 m³/time).

I Glommas munningsområde og i Hvalerestuaret vil Glommavannet blandes med sjøvann slik at kloratkonsentrasjonen blir redusert tilsvarende. I selve Hvalerestuaret vil innblanding med sjøvann i det kloratholdige Glommavannet redusere konsentrasjonen slik at en må forvente at enkelte grunntvannsområder i Hvalerestuaret vil kunne bli eksponert for kloratkonsentrasjoner innen intervallet 1000-10000 µg/l over en periode på opptil flere dager.

De overnevnte konsentrasjoner er mindre enn det som forventes å gi effekter på virvelløse dyr og fisk i ferskvann.

Når det gjelder vannlevende bentiske grønnalger, rødalger, blågrønnalger og spesielt brunalger, er imidlertid terskelverdiene for effekter innen de beregnede konsentrasjoner i recipienten.

Brunalger synes spesielt ømfintlige for klorat. På denne bakgrunn ble det gjennomført 3 befaringer i Glommas munningsområde som først og fremst tok sikte på å spore eventuelle skader på disse, med hovedvekt på blæretang (*Fucus vesiculosus*). Befaringene ble foretatt 1. april, 7. juli og 6. oktober 1998.

Befaringene viste at kloratutslippet ikke har hatt effekter på presumptivt følsomme organismer som blæretang. En antar at hovedårsaken til at effekter ikke ble påvist ligger i at den tiden som de enkelte grunntvannsområder har vært utsatt for betenkelig høye konsentrasjoner har vært relativt kort.

1. Innledning

I forbindelse med et uhellsutslipp av klorat ved Borregaards klordioksidanlegg i Sarpsborg, ble det den 6/3-1998 sluppet ut 10-15 m³ natriumkloratløsning til Glomma. Konsentrasjonen av NaClO₃ i løsningen var 560g/l. Dette tilsvarer et utslipp på ca. 7 tonn NaClO₃. Utslipet fant sted over en periode på ca 20 min. Vannføringen i Glomma var på det aktuelle tidspunkt ca. 500 m³/time.

NIVA ble umiddelbart etter utslippet bedt om å gi en uttalelse om eventuelle miljøeffekter knyttet til utslippet (kap. 1.1 og 1.2. gjengir hovedinnholdet i denne uttalelsen). På bakgrunn av forventede konsentrasjoner av klorat i resipienten (kap. 1.1) og følsomheten for ulike organisme grupper (kap. 2.2), ble det konkludert med at det var stor sannsynlighet for at enkelte algearter i resipienten kunne bli negativt påvirket av utslippet. Eventuell bekreftelse på slike skader krevde strandsonbefaringer.

1.1 Forventede konsentrasjoner

Dersom de 7 tonn NaClO₃ som ble sluppet ut tenkes utblandet i den mengde Glommavann som passerer utslippspunktet i løpet av 20 min., gir dette en konsentrasjon på 11667 µg/l i Glomma.

I Glommas munningsområde og utover, vil Glommavannet, som i hovedsak legger seg oppå det salte kystvannet, blandes noe med sjøvann slik at kloratkonsentrasjonen blir redusert tilsvarende. I selve Hvalerestuaret vil forventet maksimal innblanding med sjøvann i det kloratholdige Glommavannet redusere konsentrasjonen til ca. 30% av utgangskonsentrasjonen. Dette skulle tilsi at konsentrasjoner i området 11000- 3500 µg/l kan antas å ha forekommet i forurensede vannmasser. I tillegg vil en etter hvert få noe innblanding med Glommavann uten klorat.

Overflatevannet i Hvalerområdet har en oppholdstid på noen døgn.

Overstående tilsier at enkelte gruntvannsområder i Hvalerestuaret kan ha blitt eksponert for kloratkonsentrasjoner innen intervallet 1000-10000 µg/l over en periode på opptil flere dager.

1.2 Giftighet av klorat

Klorat er giftig for høyere planter og har derfor vært mye brukt som ugrasdreper. Klorat tas opp i planter på samme måte som nitrat. Giftvirkning for planter inntreer når klorat blir redusert til kloritt ved hjelp av nitrat reduktase. Dette betyr sannsynligvis at klorat har en særlig negativ effekt der vekst er nitrogenbegrenset. Klorat kan imidlertid også være giftig for andre organismer (bakterier og sopp).

Effekter av klorat på ulike organismer er sammenstillt i Tabell 1. Med forbehold om sparsomme data synes klorat å være relativt lite akutt giftig for virvelløse dyr og fisk i ferskvann. De konsentrasjoner som har opptrått som en følge av utslippet er mindre enn det tabell 1 antyder gir akutte effekter på virvelløse dyr og fisk i ferskvann.

Når det gjelder fastsittende grønnalger, rødalger, blågrønnalger og spesielt brunalger er imidlertid de konsentrasjoner som synes å gi effekter (Tabell 1) lavere enn beregnet for resipientvannet. Etter resultatene til Rosmarin et al.(1994) er brunalger spesielt ømfintlige for klorat. På denne bakgrunn valgte man å gjennomføre befaringer, først og fremst med sikte på å spore eventuelle skader på brunalger, og med hovedvekt på blæretang (*Fucus vesiculosus*).

Tabell 1. Effekter av klorat på organismer (etter Berge 1996).

Organisme	Type respons/effekt	Respons/effekt konsentrasjon	Referanse
Evertebrater i elv	Biomasse målt 4-7 uker etter en engangsdosering i kunstig elv	Ingen tydelig effekt av konsentrasjoner i området 20000-60000 µg/l	Matida et al. 1975
Ferskvanns isopode <i>Asellus hilgendorffi</i>	48h/96h LC ₅₀	9400000/6400000 µg/l (NaClO ₃)	Matida et al. 1976
Insekt i ferskvann <i>Stenopsyche griseipennis</i>	24h/48h/96h LC ₅₀	3100000/3100000/ 2700000 µg/l (NaClO ₃)	Matida et al. 1976
Ferskvannsfisk (Cherry salmon)	24h/48h/96h LC ₅₀	12000000, 10000000, 3200000 µg/l (NaClO ₃)	Matida et al. 1976
Ferskvannsfisk (Dace)	24h/48h/96h/240h LC ₅₀	12000000, 11600000, 10000000, 6000000 µg/l (NaClO ₃)	Matida et al. 1976
Brunalger			
Blæretang (<i>Fucus vesiculosus</i>)	Vekst redusert med 50% i forhold til kontroll over 6 måneder (EC ₅₀)	80 µg/l (NaClO ₃)	Rosmarin et al. 1994
Blæretang (<i>Fucus vesiculosus</i>)	Laveste konsentrasjon for påvist redusert volumvekst	15-20 µg/l (NaClO ₃)	Rosmarin et al. 1994
Blæretang (<i>Fucus vesiculosus</i>)	Apikalvekst redusert med 50% i forhold til kontroll over 6 måneder (EC ₅₀)	80 µg/l (NaClO ₃)	Rosmarin et al. 1994
Blæretang (<i>Fucus vesiculosus</i>)	Laveste konsentrasjon for påvist redusert apikalvekst	1-20 µg/l (NaClO ₃)	Rosmarin et al. 1994
Blæretang (<i>Fucus vesiculosus</i>)	Laveste konsentrasjon for påvist effekt på nitrogeninnhold i algen	21 µg/l (100 µg/l NaClO ₃ gir full hemming av utnyttelse av plantens nitrogenlager)	Rosmarin et al. 1994
Sagtang (<i>Fucus serratus</i>)	Apikalvekst redusert med 50% i forhold til kontroll over 6 måneder (EC ₅₀)	130 µg/l (NaClO ₃)	Rosmarin et al. 1994
Sagtang (<i>Fucus serratus</i>)	Laveste konsentrasjon for påvist effekt på nitrogeninnhold i algen	58 µg/l (100 µg/l NaClO ₃ gir full heming av utnyttelse av plantens nitrogenlager)	Rosmarin et al. 1994

Tabell 1 (fortsettelse). Effekter av klorat på organismer.

Organisme	Type respons/effekt	Respons/effekt konsentrasjon	Referanse
Martaum (<i>Chorda filum</i>)	Grense for 100 % dødlighet (3 måneder)	<21 µg/l (NaClO ₃)	Rosmarin et al. 1994
Perlesli (<i>Pilayella littoralis</i>)	Grense for 100 % dødlighet	<21 µg/l (NaClO ₃)	Rosmarin et al. 1994
Vanlig brunsl (<i>Ectocarpus siliculosus</i>)	Grense for 100 % dødlighet	21-58 µg/l (NaClO ₃)	Rosmarin et al. 1994
Blågrønnalger (<i>Rivularia</i> , <i>Lynghya</i> , <i>Anabaena</i>)	Nedre grense for redusert forekomst	>288 µg/l (NaClO ₃)	Rosmarin et al. 1994
Grønnalger (<i>Cladophora</i> glomerata, <i>Cladophora</i> rupestris, <i>Enteromorpha</i> ahlneriana, <i>Spirogyra</i> sp., <i>Urospora</i> , <i>Chaetomorpha</i> .)	Nedre grense redusert forekomst	>288 µg/l (NaClO ₃)	Rosmarin et al. 1994
Rødalger (<i>Furcellaria</i> <i>lumbricalis</i> , <i>Phyllophora</i> <i>truncata</i> , <i>Ceramium</i> <i>tenuicorne</i> , <i>Polysiphonia</i> sp.)	Nedre grense redusert tilstedeværelse	>288 µg/l (NaClO ₃)	Rosmarin et al. 1994
Plantep plankton (ferskvann)	Primærproduksjon (¹⁴ C-målinger)	50000 µg/l (NaClO ₃) ga en primærproduksjon tilsvarende 35 % av kontroll	Rosmarin et al. 1994
Plantep plankton (sjøkvann)	Primærproduksjon (¹⁴ C-målinger,)	50000 µg/l (NaClO ₃) ga en primærproduksjon tilsvarende 67 % av kontroll	Rosmarin et al. 1994

Klorat konsentrasjoner på mindre enn 21 µg/l kan gi effekter på brunalger som blæretang, martaum, perlesli (*Pilayella littoralis*) og brunsl (*Ectocarpus*), som alle er påvist i Glommas munningsområde. Laveste konsentrasjon som kan gi redusert vekst (apikalvekst) hos blæretang ligger i området 1-20 µg/l. På den annen side så vil det episodiske utslippet gi en relativt kort eksponering (ca. 20 min. i Glomma og opptil noen døgn i Hvalerestuarieret) slik at en vekstreduksjon i selve eksponeringsperioden sannsynligvis vil ha mindre betydning.

2. Befaring

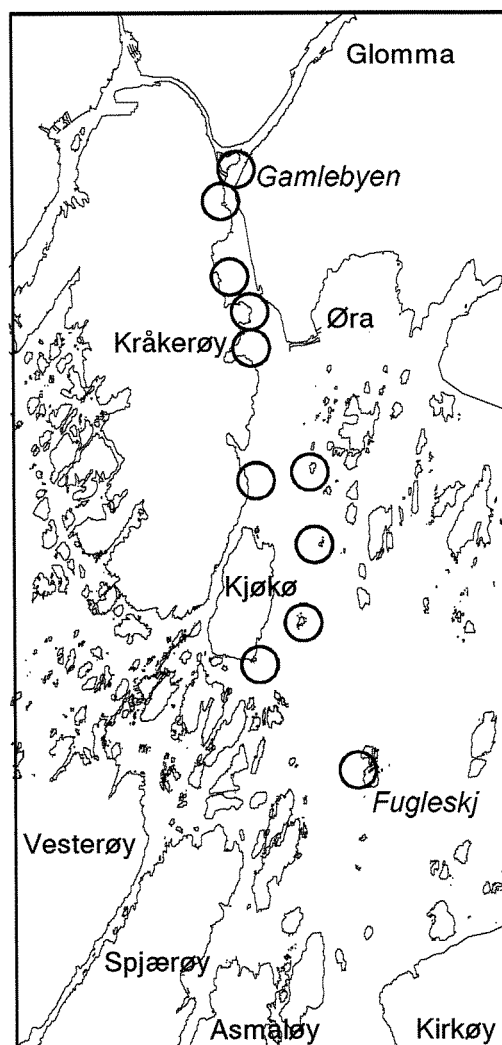
Observasjonene i strandsonen ble foretatt fra en 16 fots båt med påhengsmotor, delvis med hjelp av vannkikkert. Første undersøkelse ble foretatt 1. april 1998. Befaringer ble gjentatt etter ca. 3 og 6 måneder (henholdsvis 7. juli og 6. oktober). Befaringene ble gjennomført i området fra Gamlebyen og ut til Fugleskjær, se Figur 1.

Første undersøkelse ble gjennomført for å se om en kunne se åpenbare effekter (døde dyr, fargeforandringer på alger) og for å bestemme hovedutbredelsen (indre voksegrense) for den følsomme blæretangen. I alt ble 11 lokaliteter inspisert.

De to påfølgende befaringer ble i hovedsak gjennomført for å registrere eventuelle langsiktige effekter på blæretang.

Ved befaringen etter 3 måneder ønsket en å avklare om utviklingen av reseptaklene (reproduksjonsorgan) hadde foregått normalt. Det ble også gjennomført en båttur oppover Glomma til Sarpsborg for å se om en kunne oppdage åpenbare skader på vegetasjonen langs elva.

Undersøkelsene etter 6 måneder ble gjennomført spesielt for å se om forekomsten av kimplanter av blæretang var normal.

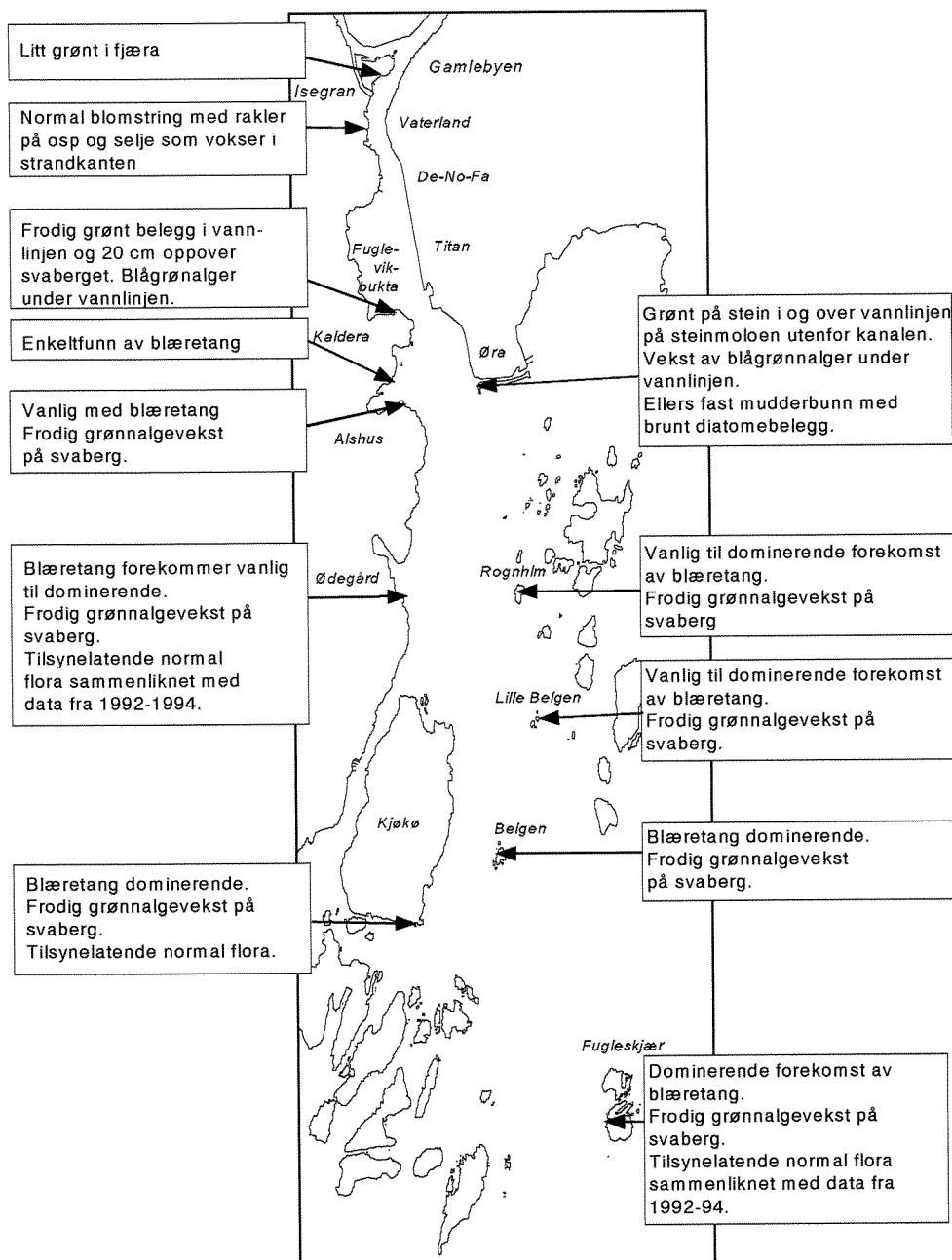


Figur 1. Området i Glommas munningsområde der det ble gjennomført befaringer.

3. Resultater

3.1 Befaring 1

Observasjoner gjort under befaringen er gjengitt i Figur 2. Ingen avvik fra forventet naturtilstand ble konstateret, blant annet heller ikke misfarging av blæretang eller andre alger. Indre voksegrense for blæretang ble funnet å være rett nord for Alshus. Det ble ikke observert forekomst av døde dyr som kunne knyttes til utslippet.

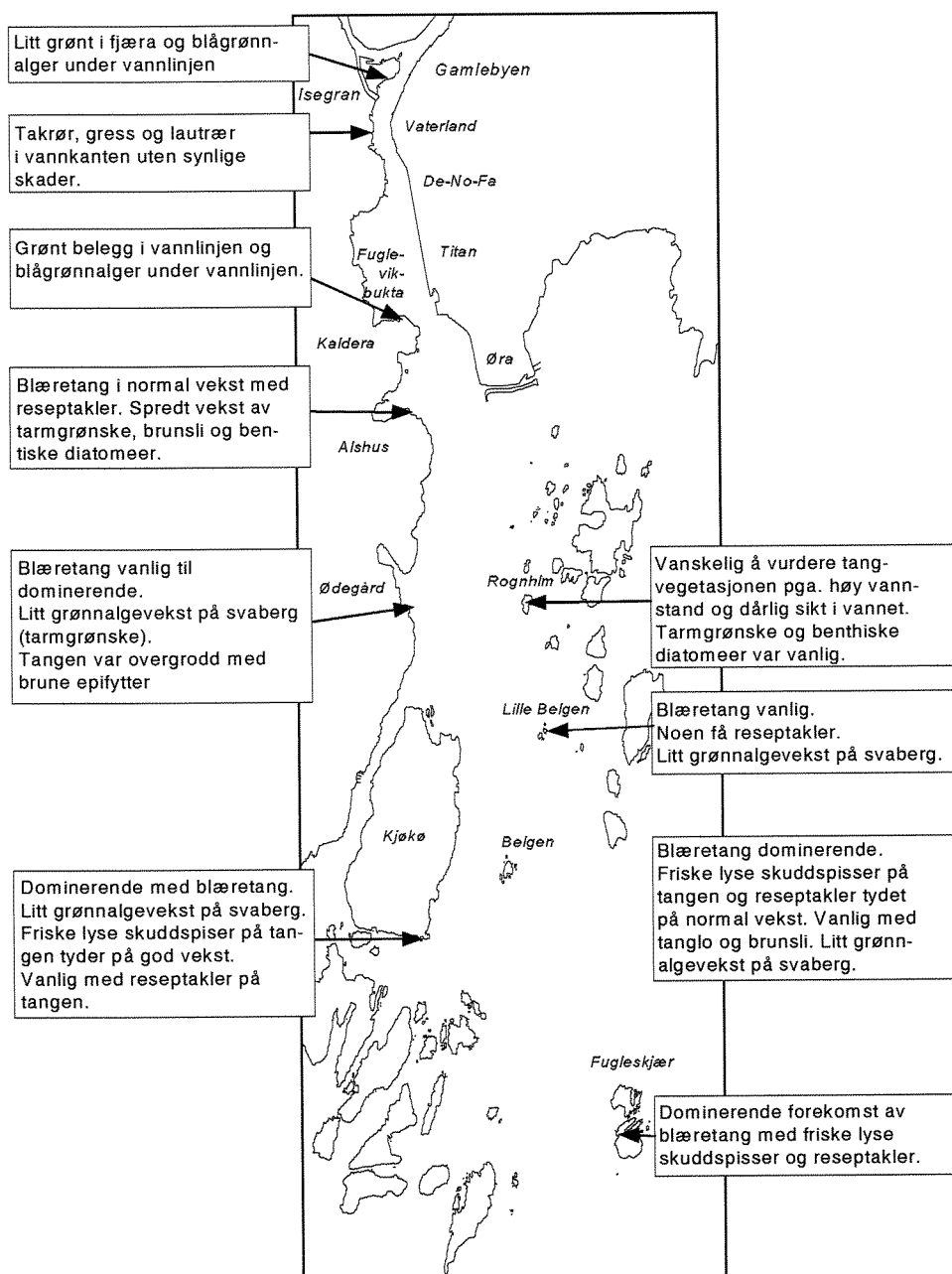


Figur 2. Observasjoner gjort under befaringen i Glommas munningsområde 1. April 1998.

3.2 Befaring 2

Observasjoner gjort under befaringen er gjengitt i Figur 3. Følsomme arter som blæretang viste normal farge og vekst i forhold til sesongen. Også utviklingen av reseptakler (formeringsorganer) var normal. Indre voksegrense for blæretang ble funnet å være rett nord for Alshus, som under første befaring.

Ingen åpenbare skader ble observert langs Glomma fra Gamlebyen til Sarpsborg. På en lokalitet noe ovenfor Gamlebyen observerte vi imidlertid noen få svartor med lite blader på enkelte grener. Vi antar at dette har andre årsaker, da tilsvarende ikke ble observert på trærne høyere opp i elven.

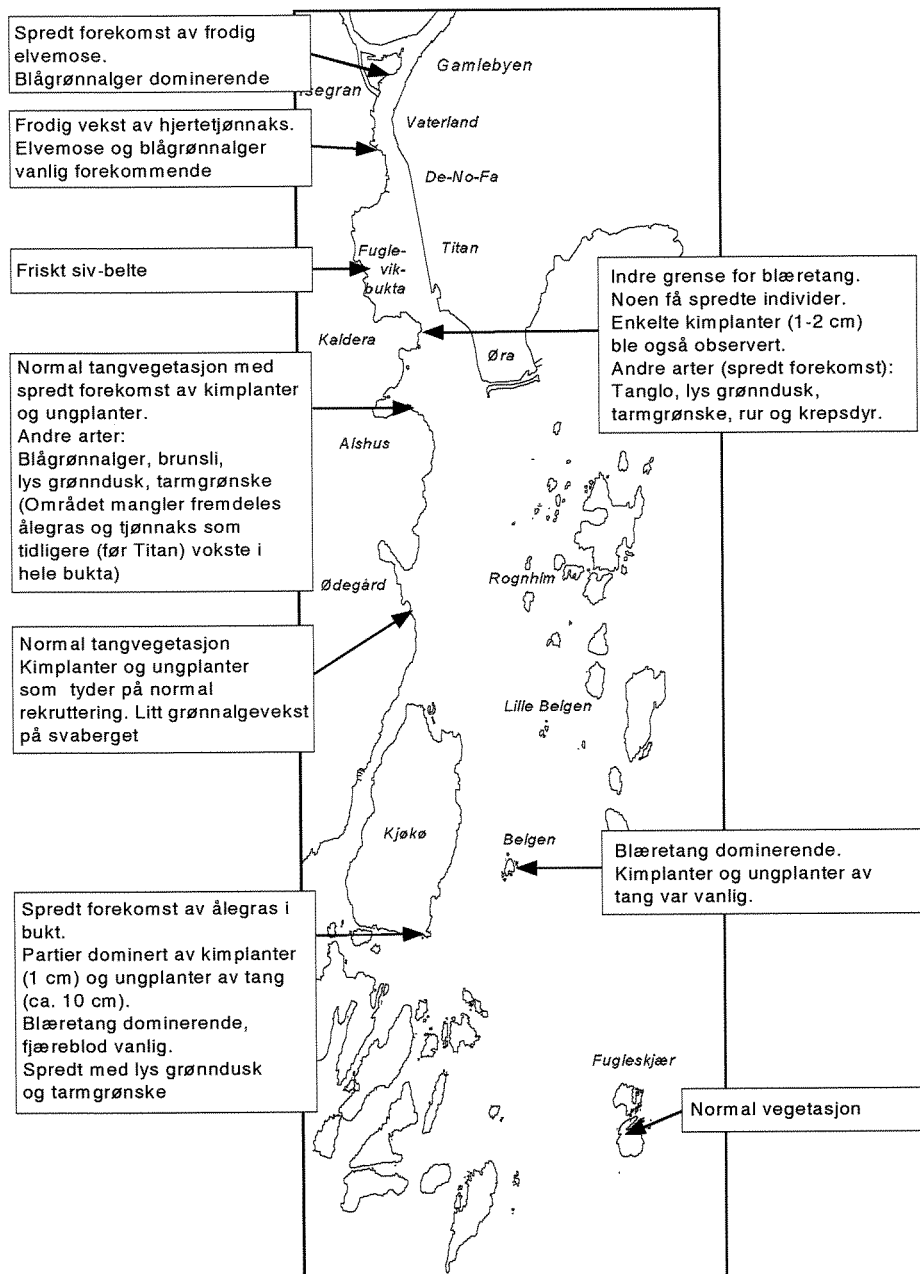


Figur 3. Observasjoner gjort under befaringen i Glommas munningsområde 7. Juni 1998

3.3 Befaring 3

Observasjoner gjort under befaringsen er gjengitt i Figur 4. Det ble observert en normal utbredelse av blæretang i området. Forekomsten av kimplanter syntes også å være normal (til dels også med utvidet forekomst i forhold til tidligere år). Utslippet av klorat ser derfor ikke å ha hatt synlige negative konsekvenser for utbredelse av den følsomme arten blæretang i Glommas munningsområde.

Observasjonsforholdene under denne befaringsen var svært god med lav vannstand og god sikt i vannet. Indre grense for blæretang kunne derfor fastsettes mer nøyaktig til å være pynten ved Kaldera. I den lille bukten rett syd for selve pynten, i le av den kraftige vannstrømmen, ble det observert spredte blæretangindivider, samt enkelte kimplanter.



Figur 4. Observasjoner gjort under befaringsen i Glommas munningsområde 7. oktober 1998

4. Konklusjoner

Utslipet av klorat var så stort at konsentrasjonene som en har anslått kan ha opptrådt i Hvalerestuaret var mer enn ca. 50 ganger det som gir 100% dødelighet og forårsake vekstreduksjoner hos enkelte brunalge arter. Det ble derfor vurdert som meget sannsynlig at enkelte algearter i resipienten ville være negativt påvirket av utslippet.

Resultatene fra befaringene viste imidlertid at kloratutslippet ikke har hatt åpenbare akutte eller langsiktige effekter på følsomme organismer som blæretang. Heller ikke effekter på andre alger eller dyr ble observert. Ut fra kloratets relativt lave giftighet overfor dyr (se Tabell 1) var dette heller ikke forventet for denne organismegruppe. Også det forhold at første befaring ble gjennomført ca. 3 uker etter utslippet gjør at eventuelle døde mobile dyr ville være spist/forsvunnet og derfor sannsynligvis heller ikke registrert.

Av tabell 1 ser en at effekten av klorat på blæretang blant annet er vekstreduksjon ved lave konsentrasjoner. Normal vekst hos blæretang er under 1 mm pr. dag. Dette betyr at en vekstreduksjon i løpet av sannsynlig eksponeringstid i resipienten i forbindelse med utslippet (opptil noen få dager), ville være mindre enn noen få mm og dermed ikke registrerbar ved et befaringsopplegg.

En antar at hovedårsaken til at effekter ikke ble påvist hos følsomme organismer som blæretang ligger i at den tiden som de enkelte grunnvannsområder har vært utsatt for konsentrasjoner som kunne gi effekter, har vært relativt kort.

Med forbehold om at befaringer kun vil fange opp effekter som kan observeres visuelt, konkluderes det med at følsomme organismer i tidevannssonen i Glommas munningsområde ikke er påvirket av uhellsutslippet av klorat fra Borregaards Industries Limited.

5. Referanser

- Berge, J.A., 1996. Utslipp av klorat og klor til Glomma ved Sarpsborg - en resipientvurdering. Niva-rapport nr. 3570-96, 22s.
- Matida, Y., Kimura, S., Kumuda, H. and Yokote, M., 1975. Effects of some herbicides in the forest to the freshwater fishes and other aquatic organisms-II. Effects of sodium chlorate and ammonium sulfamate to the aquatic organisms in the artificial stream. Bull. Freshwater Fish. Res. Lab, 25, 55-61
- Matida, Y., Kimura, S and Tanaka, H., 1976. Effects of some herbicides applied in the forest to the freshwater fishes and other aquatic organisms - III. Experiments on the assessment of acute toxicity of herbicides to aquatic organisms. Bull. Freshwater Res. Lab. Vol. 26, 79-83.
- Rosemarin, A., Lehtinen, K.-J., Notini, M. and Mattsson, J., 1994. Effects of pulp mill chlorate on Baltic sea algae. Environmental Pollution, 85, 3-13.