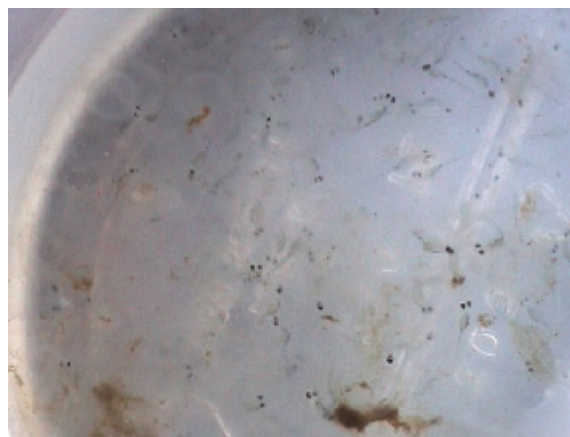
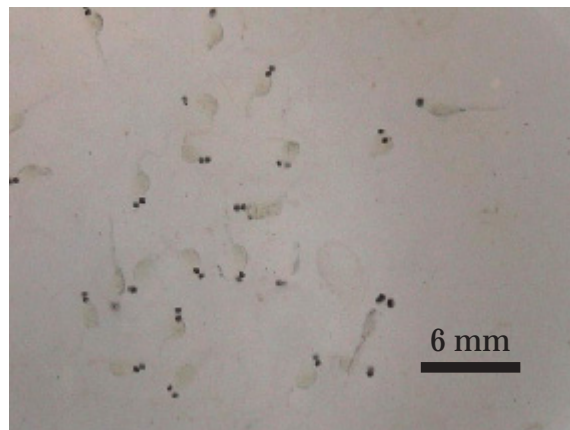


NIVA



RAPPORT LNR 4479-2002

Klekkeforsøk
med abborrogn i
Glamslandsvann,
våren 2001



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 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

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Klekkeforsøk med abborrogn i Glamslandsvann, våren 2001	Løpenr. (for bestilling) 4479	Dato Januar 2002
	Prosjektnr. Undernr. O-20145	Sider Pris 13
Forfatter(e) Kroglund, F. Kleiven, E. Lie, M.C.	Fagområde Miljøgifter ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) North Cape Minerals A/S, Postboks 144, 4792 Lillesand	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Glamslandsvann i Lillesand kommune har en høy fluorkonsentrasjon som følge av produksjonsprosessen ved North Cape Minerals A/S. Basert på en litteraturgjennomgang kan det fastslås at fluor kan påvirke fiskebestander, særlig ved å påvirke egglegging, rognutvikling og gyting. Naturlig gyting samt rognutvikling og klekking hos abbor ble undersøkt våren 2001. Det ble ikke påvist negative effekter av fluor. Fluor i innsjøvannet er sannsynligvis kjemisk bundet og derved lite biologisk tilgjengelig (det blir ikke tatt opp av fisk).</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fluor 2. Abbor 3. Rogn 4. Vannkvalitet 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fluoride 2. Perch 3. Egg 4. Water quality
---	--

Frøde Kroglund

Prosjektleder

Forskningsleder

ISBN 82-577-4127-2

Forskningssjef

**Klekkeforsøk med abborrogn i Glamslandsvann,
Aust-Agder, våren 2001**

Forord

Glamslandsvann, i Lillesand, mottar betydelige mengder fluor fra bergverksbedriften North Cape Minerals A/S. De biologiske effektene av dette utslippet ble undersøkt i 2000. Det ble ikke påvist effekter som uten videre kunne relateres til fluorutslippet. Tettheten av abbor i innsjøen var lavere enn forventet. Dette kunne skyldes redusert overlevelse, og da mest sannsynlig effekter på rognstadiet. Det ble derfor vedtatt å utføre klekkforsøk med abborrogn våren 2001.

Denne undersøkelsen er initiert og finansiert av North Cape Minerals A/S.

Grimstad, januar 2002

Frode Kroglund

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Materialet og metode	6
3. Resultat	10
4. Diskusjon	12
5. Referanser	13

Sammendrag

Glamslandsvann i Lillesand, mottar betydelige mengder fluor fra bergverksbedriften North Cape Minerals A/S. Fluorkonsentrasjonen er i henhold til litteraturverdier betydelig høyere enn det som anbefales hvis biologisk mangfold ikke skal skades. Biologiske undersøkelser foretatt i 2000 kunne ikke påvise negative effekter av utslippet. Det ble imidlertid reist spørsmål om vannkvaliteten kunne være årsak til at abborbestanden var tynnere enn forventet. Tetthetsreduksjonen var i såfall sannsynligvis mest relatert til rogn og rognklekkefasen.

I perioden 8. til 18. mai 2001 ble naturlig gyting til abbor undersøkt i Glamslandsvann og i referansevannet Sangereidtjenna. Abboren gyter flere steder i innsjøen. Det var ingen sammenheng mellom gytelokalitet og fluorutslippet.

Abborrogn (stedegen, nygytt rogn) ble plassert i klekkebokser 8. mai 2001. Disse ble fulgt fram til klekking. Rogna var klekket 18. mai. Det ble ikke påvist effekt av fluor på rognutvikling eller klekking.

Lengden på nyklekket abbor var større i referansevannet 18. mai enn tilsvarende yngel i Glamslandsvann. Samtidig var plommesekken oppbrukt, mens det fortsatt var plommesekk igjen på yngel eksponert i Glamslandsvann. Dødelighet i referansevannet skyldes sannsynligvis næringsmangel og ikke vannkvaliteten. Nettingen som hindret fisken fra å rømme hindret også næringsemner å komme inn i klekkeburene. Forskjellene i vekst skyldes trolig temperaturforskjeller, ikke vannkvaliteten.

På tross av at fluorkonsentrasjonen i Glamslandsvann er høy, så kan det ikke påvises negative biologiske effekter av denne. Fluor antas å være kompleksbundet og derved ikke biologisk aktivt. Vannkvalitetskriterier må fastsettes på bakgrunn av biologisk relevante tilstandsformer, ikke totalkonsentrasjoner.

1. Innledning

Glamslandsvann i Lillesand, mottar betydelige mengder fluor som stammer fra produksjonen til North Cape Minerals A/S. Konsentrasjonen i innløpsbekken til innsjøen kan i perioder overstige 10 mg F L^{-1} . Som følge av fortykning (innblanding av vann fra andre sidebækker til innsjøen) avtar konsentrasjonen med ca 50% fra innløpet og til utløpet. I utløpsbekken varierer fluorkonsentrasjonen mellom 5 og 10 mg F L^{-1} . Dette er konsentrasjoner som er høyere enn det litteraturen anbefaler som grense for "ingen effekt". Det ble derfor antatt at fluor kunne ha effekt på flora og fauna i innsjøen samt inn- og utløpsbekken.

Det ble foretatt en resipientundersøkelse i Glamslandsvann i 2000 (Kroglund m.fl., 2000). Her ble fiskesamfunn, bunndyr og vegetasjon undersøkt. Det ble ikke påvist effekter av fluor på fauna- og florasammensetningen. Fisketettheten av abbor derimot var noe lavere og veksten var noe bedre enn det som var forventet på bakgrunn av tidligere kunnskap om tilsvarende innsjøtyper på Sørlandet. Dette kunne tolkes som at a) yngelproduksjonen var lavere enn "normalt" og at b) lav tetthet ga grunnlag for god vekst. Resultatet avviker ikke fra det som var beskrevet som "fertilstanden", dvs fiskestatus i innsjøen før etablering av bergverksindustrien (Arnesen m.fl., 1970; Arnesen og Grande, 1975). Ettersom det ikke var påvist noen endring, kunne det ikke konkluderes med at dagens tynne abborbestand skyldtes en effekt av fluor. Lav tetthet på 1960-tallet ble begrunnet med intensivt fiske etter abbor (Arnesen m.fl., 1970; Arnesen og Grande, 1975). Dagens fiskeinnsats er ikke undersøkt, men er antatt å ikke være like "intensiv". Selv om lav tetthet på 1960-tallet skyldes et intensivt fiske, trenger ikke dette være årsak til dagens lave tetthet. Det kunne ikke utelukkes at årsaken til lav tetthet hadde endret seg over tid, dvs; årsaken var fiske på 60-tallet, og fluor på 90-tallet.

Det er kjent at reproduksjon hos fisk er svært følsom for ulike miljøbelastninger. Følsomheten gjelder egg og spermiekkvalitet, befruktning, rognutvikling og selve klekkingen. Rognutvikling og klekking kan derfor benyttes som bioindikatorer (avvikende utvikling kan antyde en belastning) på vannkvalitet. Våren 2001 ble det gjort forsøk med klekking av stedege abborrogn. Dersom rognutvikling og -overlevelse var dårlig i innsjøen sammenliknet med en referanselokalitet, kunne dette indikere negative effekter av f.eks. fluor.

2. Materialet og metode

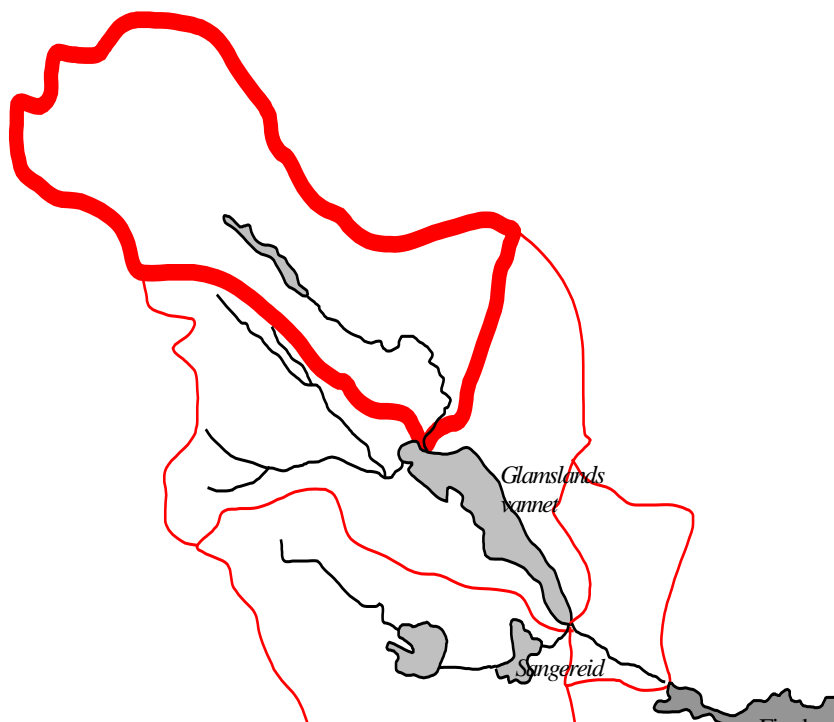
Glamslandsvann ligger like vest for Lillesand (figur 1). Innsjøen ligger 4 m o.h. og har et areal på $0,21 \text{ km}^2$ og er 1.3 km lang. Glamslandsbekken drenerer områdene nedenfor bergverksindustrien North Cape Minerals A/S. Store deler av Glamslandsbekken renner gjennom kulturlandskap. Sangereidbekken (utløpet fra referanselokaliteten) renner ut av Glamslandsvann og munner ut i Sangereidkilen, 2.5 km sørvest for Lillesand. Vassdragsnummeret i NVE's register "REGINE" er 020.221Z. Selve Glamslandsvassdraget er lite, med et samlet nedbørfelt på ca. 7.5 km^2 (figur 1). Effektiv innsjøprosent er på 3.2%. Gjennomsnittlig vannføring er anslått til 195 L/sek, med 18 og 2222 L/sekund som vannføring under henholdsvis sommerlavvann og høstflom (Kaste m.fl., 1997). Arealet til selve Glamslandsbekken utgjør ca 1/3 av det totale nedbørfelt (figur 1). Resten av nedbørfeltet drenerer enten direkte til Glamslandsvann (ca 1/3) eller til Sangereidbekken (ca 1/3). Vannbidraget fra Sangereidbekken renner inn i Glamslandsvann like oppstrøms utløpet.

Det ble rodd langs innsjøbredden av Glamslandsvann 8., 11. og 18. mai 2001 for å kvantifisere naturlig rognlegging. Abbor gyter på grunt vann og rogn kan lett observeres fra båt. Abborrogn kan sees som et melkehvitt "slim", gjerne festet til kvister, gress m.m. Funn ble bekreftet ved å undersøke området ved hjelp av vannkikkert. Positive funn ble notert.

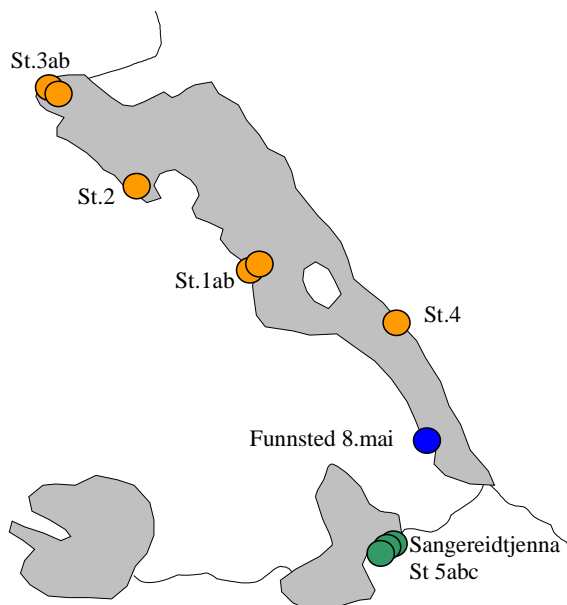
Abborrogn ble påvist på en lokalitet 8. mai. Rogn fra denne ene lokaliteten ble overført til klekkebokser som ble satt ut på fire ulike steder i innsjøen samt i Sangeridtjenna som upåvirket referanse (figur 2). Rogna ble innsamlet ved bruk av hov. Rogna ble forsiktig overført til en bønne med vann. Fra denne ble rogn forsiktig overført til klekketasser. Klekketassene ble oppbevart i vann inntil de ble satt ut. Eksponeringsstedene ble valgt ut slik at noen bokser skulle være svært påvirket av vann fra industrivirksomheten (stasjon 2 og 3), andre mindre eller lite påvirket (stasjon 1 og 4). På stasjon 1 og 3 ble det hengt ut 2 rognbokser, på stasjon 1 og 4 en rognboks, alle på 0.5 m dyp. Det er ikke utført kjemiske analyser for å påvise at det var vannkjemiske forskjeller mellom stasjonene, men basert på alle overvåkingsdata fra innsjøen er det alltid en betydelig forskjell i fluorkonsentrasjon fra nord- til sørenden i innsjøen. Eksponeringslokaliteter, klekkebokser og bilder av nyklekket abboryngel er vist i figur 3 til 6.

Klekketassene besto av en plastikkylinder (11 cm i diameter, 5 cm høy) påmontert <0,1 mm netting i begge ender. Dette forhindret at rogn evt. yngel kunne rømme, og sikret at det var vanngjennomstrømming i kassene. Klekketassene ble undersøkt 11. og 18 mai for å påvise eventuell dødelighet samt tidspunkt for klekking.

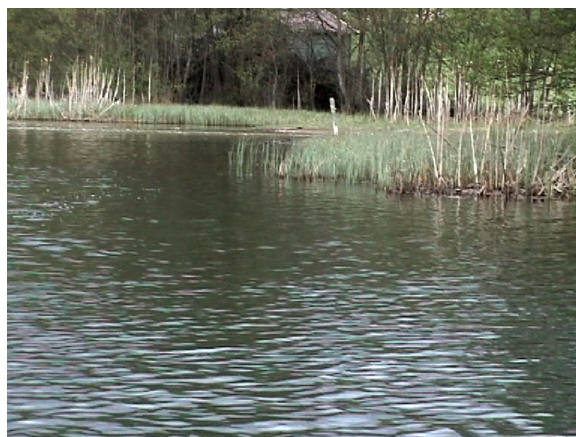
18. mai ble klekketassene tatt inn da det ble påvist klekking. Rogn samt yngel ble da plassert i 1/2 l flasker med vann og tatt med levende tilbake til NIVA, Sørlandsavdelingen. Hver enkelt gruppe ble undersøkt for andel uklekket rogn, nyklekket yngel samt yngel med oppbrukt plommesekk. 15 individer fra hver klekketasse ble lengdemålt. Materialet ble samtidig undersøkt med henblikk på deformiteter mm. Lengdemåling er senere utført på spritfiksert yngel.



Figur 1. Nedbørfeltet til Glamslandsvann og Sangereidtjenna. Delfeltet berørt av fluor er markert med tykk strek. Antatte grenser for de øvrige delfeltene til Glamslandsvassdraget er antydnet med tynn strek.



Figur 2. Funnsted for abborrogn den 8. mai 2001 er markert med blått. Utsettingslokaliteter og stasjonsnummerering er angitt i figuren. Lokaliteter i Glamslandsvann er markert med gult og i Sangereidtjenna med grønt. Antall klekkebokser pr. stasjon er angitt med antall fargede sirkler.



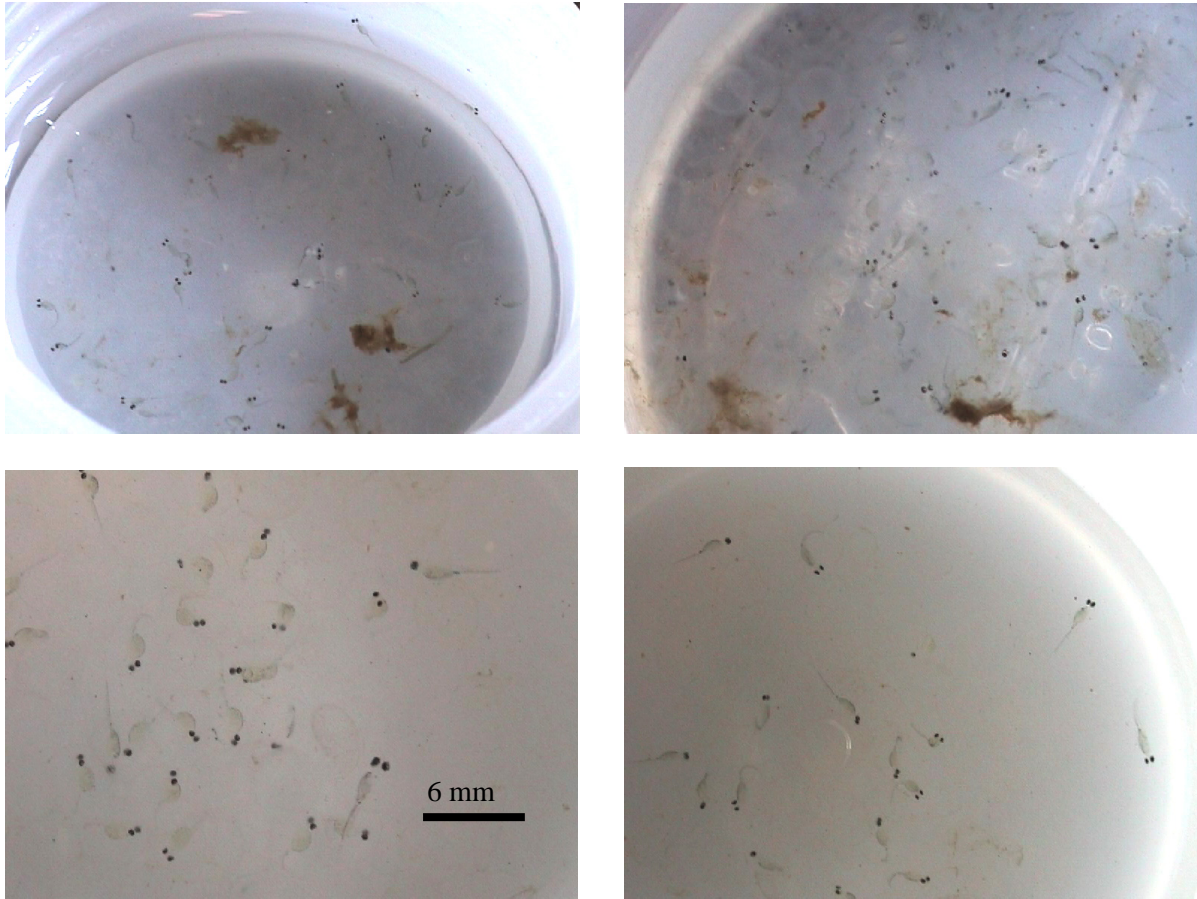
Figur 3. Typiske områder hvor det ble påvist abborrogn i Glamslandsvann 11. mai 2001.



Figur 4. A) Klekkekasse hengt opp i en dobbe. B) Klekkekasse åpnet 18. mai. Bildet viser selve eksponeringskammeret, abborrogn samt nyklekket abborryngel.



Figur 5. Nærbilde av nyklekket abborryngel og rogn i en klekkekasse.



Figur 6. Nærbilder av levende abborryngel. Yngelen er ca 6 mm lang

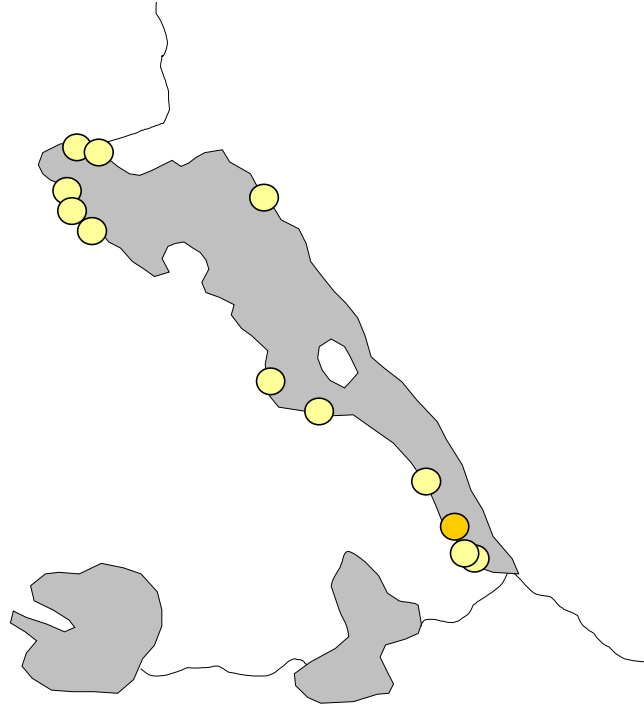
3. Resultat

Abborrogn ble påvist første gang 8. mai, men da kun i sørenden av innsjøen. Fire dager senere ble det påvist rogn flere steder (11 ulike plasser), dog var det få funn på østsiden av innsjøen (figur 7). Det var ingen tydelig gradient innen innsjøen og det ble funnet flere rognansamlinger omkring innløpsbekken fra North Cape Minerals. Materialet tyder således ikke på at abboren foretrakk områdene nært utløpet eller nært innløpsbekker upåvirket av fluor, dvs materialet tyder ikke på at abbor unngikk de områdene som har høyest fluorkonsentrasjon.

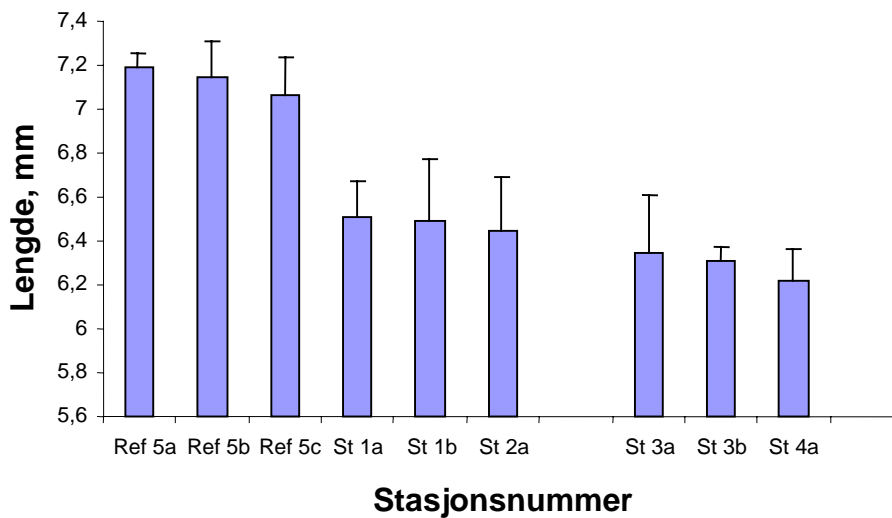
18. mai var de fleste rognklasene borte (de ble ikke gjenfunnet ved bruk av vannkikkert). Det ble samtidig påvist klekking i et lite antall rognklaser som ble undersøkt. Det at enkelte rognklaser ikke ble gjenfunnet skyldes mest sannsynlig klekking.

Klekkekassene ble den 18. mai tømte. Det var klekking i samtlige rognbokser. Andelen uklekket rogn var lav (tabell 1). Det ble kun påvist et fåtall individer med defekter. Andelen døde yngel (figur 8) var betydelig større i Sangereidtjenna enn i Glamslandsvann. Dette kan ha sammenheng med at yngelen i Sangereidtjenna var betydelig mer utviklet (plommesekken var oppbrukt) samt at yngelen var lengre enn yngelen i Glamslandsvann. Disse forskjellene kan relateres til forskjeller i temperatur utvikling mellom innsjøene, hvor temperaturen sannsynligvis var 1 til 2 grader høyere i Sangereidtjenna enn i Glamslandsvann. I Glamslandsvann var temperaturen 11°C 8. mai og økte til 15°C 18. mai. Det var også en størrelsesforskjell innen Glamslandsvann. Yngel på stasjon 3 og 4 var noe mindre enn yngel

på stasjon 1 og 2. Dette kan ikke forklares med fluorbelastning ettersom fisk på stasjon 4 var mindre enn fisken var på stasjoner nærmere utslippet. Lokale forskjeller i solinnstråling og oppvarming av vann er mer sannsynlige årsaker.



Figur 7. Funnsted for abborrogn i Glamslandsvann 11. mai 2001 (gul) og 8. mai (orange).



Figur 8. Lengde (gjennomsnitt + standardavvik) til 15 abborryngel innhentet fra klekkebokser 18. mai. Stasjonene Ref 5abc var eksponert i Sangereidtjenna. Stasjonene 1 til 4 var eksponert i Glamslandsvann, hvor St 2 og 3 var nærmest innløpet og St 1 og 4 lengst fra innløpet.

Tabell 1. Fordeling mellom levende og døde samt defekte individer på stasjon 1 til 4 i Glamslandsvann og stasjon 5abc i referansevannet Sangereidtjenna.

Stasjon	Levende	Døde	Defekt	Sum undersøkt
Glamslandsvn. St. 1	94	5	1	100
Glamslandsvn. St. 2	100	2		102
Glamslandsvn. St. 3	93	6	1	100
Glamslandsvn. St. 4	101	0		101
Ref. 5a	76	25		101
Ref. 5b	94	37		131
Ref. 5c	75	25	2	102

4. Diskusjon

Basert på en gjennomgang av det vannkjemiske overvåkingsmaterialet innsamlet av North Cape Minerals A/S og en litteraturgjennomgang (Kroglund m.fl., 2000) er det fastslått at fluorkonsentrasjonen i Glamslandsvann er høy. Det ble i denne undersøkelsen ikke påvist negative biologiske effekter av fluor på vannfauna og -flora. Det ble likevel reist spørsmål om tettheten til abbor i innsjøen var lavere enn det som kunne forventes. Det ble bl.a. spekulert i om fluor kunne påvirke rognutlegging, befruktning samt rognoverlevelse, og at dette var årsak til lav fisketetthet.

Gyting foregikk mellom 8. og 11. mai i 2001. Rogna klekket omkring 18. mai, dvs. etter 7 til 11 dager. Det var en øst-vest gradient i mengde utlagt rogn. Denne gradienten kan ikke forklares på bakgrunn av forskjeller i fluorkonsentrasjon eller med mangel på gytehabitat. Forskjellene skyldes sannsynligvis solinnstråling og vanntemperatur, hvor vestsiden ble "oppfattet" av fisken som mer attraktiv for gyting. Dersom forsøket skal gjentas bør det plasseres kontinuerlige termometer ved siden av rogn på de ulike utplasseringsstedene.

Det ble ikke påvist redusert rognoverlevelse i Glamslandsvann. Dette tyder på at fluor ikke påvirket eggutviklingen. Det ble heller ikke påvist nevneverdige mengder yngel med defekter. Basert på dette kan det ikke konkluderes med at vannkvaliteten i Glamslandsvann påvirker rogn og klekking i en negativ retning. Høy dødelighet i klekkedekassene utlagt i referansevannet skyldes sannsynligvis temperaturforskjeller. Høyere temperatur påskynder utviklingshastigheten. Yngel prøvetatt fra klekkedekassene i Sangereidtjenna var lengre og hadde brukt opp plommesekken. Dødeligheten skyldtes mest sannsynlig næringsmangel i og med at yngelen var innesperret i bur. Burene hindrer også næringssemner i å komme inn. Plommesekken var ikke oppbrukt hos yngel prøvetatt i Glamslandsvann. Denne trengte således ikke å ta til seg føde. Den rake utviklingen fra nylagt rogn til klekking og til at yngelen har brukt opp plommesekken vanskeliggjør denne type undersøkelser. All rogn burde helst vært eksponert ved samme temperatur. Dette er ikke mulig slik dette forsøket ble gjennomført.

Basert på dette forsøket kan det ikke konkluderes med at fluor i Glamslandsvann har noen negativ innvirkning på abbor. Basert på totalkonsentrasjonen av fluor målt i innsjøen er dette overraskende. Sannsynligvis er fluoren kjemisk bundet, f.eks. til silikat (jfr. egen undersøkelse under utførelse).

5. Referanser

- Arnesen, R.T., L. Berglund og M. Grande, 1970. Undersøkelser av avløpsvann og resipientforhold ved K/S Björum-Sibelco-Quarzwerke A/S & Co, Lillesand. Rapport II. NIVA rapport O-55/65: 44s.
- Arnesen, R.T og M. Grande, 1975. Kontrollundersøkelser i Glamslandsvassdraget, Sammenfatning av resultater innsamlet i tiden oktober 1968 – juli 1975. NIVA-rapport O-55/65: 39 s.
- Kaste, Ø., J. Håvardstun, F. Kroglund og J.H. Simonsen, 1997. Vurdering av fiskehabitater og bunnfauna i bekker i Lillesand. NIVA-rapport 3743-97: 36s.
- Kroglund, F., B. Skjelkvåle, E. Kleiven, E.A. Lindstrøm, M. Kroglund, G.G. Raddum, og B. Walseng, 2000. Betydningen av fluor for Glamslandsvassdraget, Aust-Agder. NIVA rapport 4306-00; 36 s.