



O-90113

**Utslipp av natrium-saltsmelte i  
Glomma**  
- en resipientvurdering

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 89	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 43 033	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752 Telefax (065) 78 402	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen-Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--	---	--	--

Prosjektnr.: 0-90113
Undernummer:
Løpenummer: 2467
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Utslipp av natrium-saltsmelte i Glomma - en resipientvurdering.	Dato: 27/8-90.
	Prosjektnummer: 0-90113.
Forfatter (e): Roger M. Konieczny.	Faggruppe: Marinøkologi.
	Geografisk område: Østfold.
	Antall sider (inkl. bilag): 23

Oppdragsgiver: Borregaard Industries Limited.	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Utslipp av ca. 20000 tonn Na-saltsmelte til Glomma vil ikke ha merkbare fysiske, kjemiske eller biologiske konsekvenser. Hovedkomponentene i smelten vil være $\text{Na}_2\text{SO}_4$ og $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , samt en organisk askerest på ca. 1%. Ved utslipp på 0.3 m <sup>3</sup> /s, med 1000 x overkonsentrasjon av Na i forhold til Glommas naturlige innhold, fører dette kun til 30% økning. De andre komponentene i smelten, samt dens pH og temperatur, synes generelt heller ikke å ha noen effekter, spesielt ikke ved utslipp i dypet. Disse forhold er vurdert til å gjelde både lokalt, regionalt og over tid.
---

4 emneord, norske:

1. Borregaard
2. Vanillinproduksjon
3. Natrium salter
4. Glomma

4 emneord, engelske:

1. Borregaard
2. Vanillinproduction
3. Sodium salts
4. Glomma

Prosjektleder:

Roger M. Konieczny

For administrasjonen:

Tor Bokn

ISBN 82-577-1779-7

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO

**O-90113**

**UTSLIPP AV NATRIUM-SALTMELTE I GLOMMA  
- EN RESIPIENTVURDERING**

August 1990.

Prosjektleder: Roger M. Konieczny

## FORORD

Den foreliggende rapport er skrevet på oppdrag fra Borregaard Industries Limited. På eget initiativ og i forståelse med Statens forurensningstilsyn (SFT) er Borregaard interessert i å undersøke eventuelle konsekvenser av et framtidig ønsket utslipp.

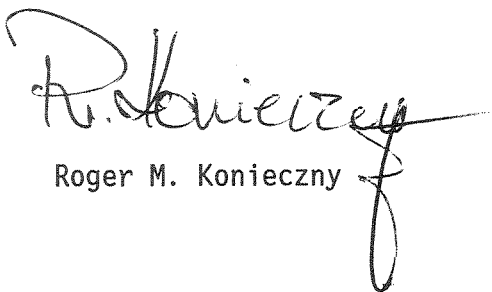
På bakgrunn av den gitte informasjon og eksisterende tilgjengelig litteratur har Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA), foretatt en teoretisk vurdering av Glomma som resipient. Videre er det gjort enkelte generelle betraktninger omkring de mulige fysiske, kjemiske og biologiske effekter og konsekvenser som følge av det aktuelle utslippet.

Innenfor de rammer og forutsetninger som er gitt, har det ikke vært rom for noen supplerende analyser av, tester med eller detaljerte modellberegninger for utslippet.

Rapporten er ment som et vedlegg til Borregaards konsesjonssøknad høsten 1990, vedrørende utslippstillatelse og realisering av prosjektet.

Kontaktperson ved bedriften har vært produksjonssjef Per Chr. Evensen.

Oslo, 27.08.1990



Roger M. Konieczny

<b>INNHALDSFORTEGNELSE</b>	<b>SIDE</b>
FORORD	2
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	4
MÅLSETNING	5
1. INNLEDNING	6
2. VANILLINPRODUKSJON	7
2.1 Produksjon av avluter	7
2.2 Avlutens sammensetning	7
3. NATRIUM-SALTSMELTEN	9
3.1 Produksjon av smelten	9
3.2 Utslippets karakter	9
3.3 Utslippets størrelse	10
4. RESIPIENTENS EGENSKAPER	11
4.1 Vannføringen	11
4.2 pH og alkalitet	11
4.3 Konduktivitet og saltholdighet	12
4.4 Temperatur	12
4.5 Makrokomponenter	13
5. DISKUSJON	14
6. LITTERATUR	17
TABELLER OG FIGURER	19

## SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Det foreligger et ønske om å anvende Glomma som resipient for utslipp av natrium-saltsmelte, som er beregnet til å være ca. 20 000 tonn/år eller 634 g/s i form av ubehandlet smelte. Et utslippsvolum tilsvarende ca. 0.3 m<sup>3</sup>/s fører til en overkonsentrasjon av natrium i avløpet på 1000x innholdet i Glommavannet når det passerer Sarpsfossen ved normalvannføring. Dette vil medføre 30% økning i Na-konsentrasjonen eller 2.2 mg/l. Dette forutsatt en total innblanding i hele Glommas vannmasse ved utslippspunktet. Konsentrasjonsøkningen i de andre komponentene vil være tilsvarende beskjedne.

Saltsmeltens innhold av partikler i form av en organisk askerest (ca. 1%), vurderes til ikke å ha noen betydning, utover det at askens sammensetning ikke er kjent.

De eventuelle pH- og temperatureffekter vil primært være av lokal karakter. Disse effektene, sammen med konsentrasjonsøkningene antas dels å bli eliminert ved en forutsatt forbehandling av smelten, gjennom oppløsning, fortynning og avkjøling, før avgang. Videre vil utslippsdypet være avgjørende og vil kunne redusere disse effektene ytterligere. Dette fordi sjøvann med god bufferkapasitet og høye saltkonsentrasjoner, i perioder trenger seg opp i Glomma.

Vurdert mot Glommas vannkvalitet og kapasitet, synes effektene av utslippet å være av liten betydning selv ved de mest ugunstige beregninger. Flere av de samvirkende fysiske, kjemiske og biologiske forhold synes ikke å bli påvirket i noen vesentlig grad, og utslippet er vurdert til ikke å utgjøre noe tilleggsbelastning for Glomma i utslippsområdet. Den regionale påvirkning og eventuelle langsiktige konsekvenser synes heller ikke å utgjøre noen risiko.

## MÅLSETNING

Målsetningen med prosjektet er å gi en teoretisk vurdering av Glomma som resipient for det aktuelle utslippet, og de konsekvenser et slik utslipp eventuelt måtte medføre. Målet kan best sammenfattes i følgende tre punkter:

1. Hvilke fysiske, kjemiske og biologiske effekter vil utslippet av natrium-saltsmelten kunne ha i resipienten.
2. Vil de eventuelle effekter være av lokal eller regional karakter.
3. Vil de aktuelle forhold kunne forsterkes eller endres med tid og hvilke faktorer da spiller inn.

## 1. INNLEDNING

Borregaard Industries Ltd. planlegger å etablere et nytt forbrenningsanlegg i forbindelse med sin pågående vanillinproduksjon. Det nye anlegget vil eventuelt bli bygget på Borregaards område, ved Sarpsborg nedenfor Sarpsfossen.

Som følge av omleggingen i produksjonen vil det være behov for et årlig permanent utslipp på ca. 20 000 tonn. Det foreligger derfor et ønske om å benytte Glomma som resipient. Utslippet vil være i form av en saltsmelte, som stammer fra en fullstendig forbrenning av en avlut (Vanicell BPF). Hovedbestandelene i denne smelten er antatt å være natriumsulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) og natriumkarbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Den aktuelle smelten er også ment å være i tilnærmet 100% løsning, når dette slippes ut i resipienten. I tillegg vil det forventes at utslippet også inneholder en askerest etter forbrenningen på ca. 1%.

I forbindelse med dagens produksjon, sendes avluten bort til videreforedling, inneholdende noe i overkant av 40% tørrstoff. Et stadig avtagende behov for dette "råstoffet" har ført til at Borregaard ønsker å nyttegjøre seg dette selv. Det arbeides samtidig også aktivt med å finne fram til metoder for effektivt å nyttegjøre seg natriumsaltene. Natrium er et viktig råstoff f.eks. til produksjon av natronlut ( $\text{NaOH}$ ), og det er et framtidig mål å gjenvinne dette. Flere av Borregaards produksjonsledd krever store mengder natronlut og en effektiv gjenvinning er resursbesparende, samtidig som belastningen på miljøet kan reduseres.



## 2. VANILLINPRODUKSJON

### 2.1 Produksjon av avluter

Generelt produseres det såkalte avluter under mange ulike kjemiske prosesser i industrien. Som en del av treforedlingen ved Borregaard, dannes det under prosessen, en avlut rik på lignin. Lignin er en høymolekylær aromatisk forbindelse, syntetisert ved dehydrering og kondensering av aromatiske alkoholer, som coniferyl-alkohol (Tissot og Welte 1984). Molekylet opptrer som et 3-dimensjonalt nettverk mellom cellulosefibrene (for illustrasjon se Metzner 1973).

Råmaterialet i en treforedlingsprosess kan normalt være trevirke av gran, som inneholder omtrent 50% cellulose og ca. 20-30% lignin (Berner 1961). I denne type prosess kokes cellulosen (eller tremassen) under høyt trykk, og med tilsetning av natronlut (NaOH). Dette fører til at ligninet går i løsning som følge av den alkaliske oksydasjonen, og dette tyder på at molekylet inneholder både fenyl-OH- og methoxyl (-OCH<sub>3</sub>)-grupper (sidegrupper i vanillinmolekylet). Under prosessen dannes bla. store mengder lett vannløslige sulfonsyrer og sukker, sulfitt-metoden (Kice og Marwell 1974).

Den ligninholdige avluten gjennomgår en så kalt "cracking" ved hjelp av høyt trykk og høy temperatur og under denne prosessen dannes vanillin-avluten (Vanicell BPF). Ved en etterfølgende filtreringsprosess gjennom et kobberfilter oppnås et utbytte på ca. 5% vanillin. Denne delen av prosessen forårsaker en mindre kontaminering av kobber, men dette fjernes igjen under senere ledd i produksjonen.

### 2.2 Avlutens sammensetning

Denne vanillin-avluten vil danne utgangspunktet i det nye produksjonsleddet eller videreforedlingen, og inneholder normalt noe i overkant av 40% tørrstoff (T.S). Tørrstoffet i avluten er tidligere analysert av Borregaard og det maksimale tørrstoffinnhold er angitt å være 43%, fordelt på 34.2% uorganisk og 65.8% organiske komponenter.

De angitte tallene under stammer fra ukentlige analyser av Vanicell BPF, fra Borregaards lagertank, over en 6 ukers periode, viser at konsentrasjonene for de ulike komponentene varierer noe. Tabell 1 summerer analyseresultatene og gir en gjennomsnittsverdi for hver komponent, samt en øvre garantert verdi. I det følgende benyttes den maksimumsverdi ved alle beregninger, for å belyse den maksimale belastningen utslippet medfører.

Hovedkomponentene i Vanicell BPF er natrium (maks. 25%) og svovel (maks. 9%). Natriumet stammer bla. fra tilførsel av store mengder NaOH ved den alkaliske oksydasjonen under foredlingsprosessen.

I tillegg inneholder avluten en del mindre mengder aksessoriske uorganiske salter. Den største andelen blandt disse utgjør silisiumoksyd ( $\text{SiO}_2$ ) med maks. 1000 ppm (mg/kg T.S). De andre påviste komponentene inkluderer oksydene; kalsiumoksyd ( $\text{CaO}$ ) med maks. 500 ppm, magnesiumoksyd ( $\text{MgO}$ ) maks. 200 ppm og aluminiumoksyd ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) med maks. 50 ppm. Samlet utgjør disse aksessoriske saltene ikke mer enn 0.2% av det totale tørrstoffinnhold.

Vanicell BPF er også basisk med verdier på noe over  $\text{pH}=10$ . Maksimal verdi er angitt å være  $\text{pH}=11$  (Tabell 1).

Som antydnet inneholder Vanicell BPF også en relativt stor andel organiske komponenter, men den totale sammensetning av disse er ikke kjent. Det foreligger ingen supplerende opplysninger omkring forekomsten av kobber og eventuelt andre tungmetaller i avluten.

### 3. NATRIUM-SALTSMELTEN

#### 3.1 Produksjon av smelten;

Avluten som nå inneholder et stort overskudd av natrium og en organisk andel, skal brennes ved høy temperatur. Nødvendig temperatur er beregnet til å være ca. 1000°C og det vil bli anvendt olje til støttefyring.

Det er forventet at det store overskuddet av natrium-ioner, som i den dannede smelten vil utgjøre 72,4 vekt%, primært vil bindes som sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) og et eventuelt overskudd bindes som karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Men utfra vekt%-beregninger antas de tilgjengelige 724 g Na /kg smelte, å fordele seg tilnærmet 50/50 på sulfat og karbonat, med hhv. 374 g og 350 g. Her utgjør det tilgjengelige svovelet med 261 g S / kg smelte begrensningen.

Disse dannede saltene har sine smeltepunkt på henholdsvis 884°C og 851°C. Av de andre komponentene i avluten er det kun aluminiumsoksyd som har lavere smeltepunkt en natriumsaltene. Høyest ligger kalsiumoksyd med sitt smeltepunkt på 2800°C.

Ved å anvende en temperatur på ca. 1000°C er det antatt at den organiske andel av tørrstoffet vil forbrenne tilnærmedesvis fullstendig. Tross dette må det likevel regnes med at smelten inneholder en askerest på ca. 1%. Askerestens innhold eller sammensetning er foreløpig heller ikke kjent.

#### 3.2 Utslippets karakter

Det forventede endeleddet i prosessen vil være en saltsmelte bestående av de to hovedkomponentene  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  og  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , med de resterende uorganiske saltene innesluttet som små partikler i smeltemassen. Normalt sett er det den komponenten med det laveste smeltepunktet som utgjør smelten. I dette tilfelle er både andelen  $\text{Al}_2\text{O}_3$  så liten at dette lar seg vanskelig gjøre, samtidig som temperaturen er tilstrekkelig høy til å smelte natriumsaltene.

Den nydannede smeltemassen vil nødvendigvis holde en relativt høy temperatur, men vil kunne avkjøles raskt i kontakt med vann under en eventuell fortynnings- og oppløsnings-prosess. Det vil i første rekke utkrystalliseres natriumsalter ved en slik hurtig nedkjøling, men disse er igjen lett løslige i vann. Oksydene CaO og MgO er i utgangspunktet noe mindre løslige, men danner forholdsvis lett hydroksyder i basiske miljøer og disse er lett løslige. Riktignok avtar løsligheten noe med økende temperatur f.eks. for  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  fra 1.85 g/liter ved 0°C til under det halve, 0.77 g/liter ved 100°C (Sienko og Plane 1974). De mest tungtløslige komponentene vil framstå som innesluttete partikler i utslippet.

Det bør her nevnes det forhold, at natriumkarbonat spontant danne natronlut i vandig miljø. Reaksjonen fører også til at det dannes en andel bikarbonat-ioner (syre), men det antas at disse har liten eller ingen innvirkning på de totale pH-forholdene.

### 3.3 Utslippets størrelse

Det aktuelle utslippet er beregnet til å være ca. 20 000 tonn saltsmelte pr. år. Med utgangspunkt i ren (uoppløst eller fortynnet) smelte, vil et kontinuerlig utslipp gjennom året ligge i størrelsesorden 55 tonn/dag eller 0.634 kg/s. Det antatte innhold av aske på 1% vil da tilsvarende maksimalt utgjøre, 200 tonn/år, 550 kg/dag og litt i overkant av 6 g/sek.

I det tilfellet det slippes ut 1 kg ren saltsmelte vil dette i utgangspunktet tilføre resipienten 724 g Na. Omregnet pr. tidsenhet vil dette gi 459 g Na/s. På årsbasis utgjør dette et totalutslipp på 14480 tonn Na. Disse tallene har grunnlag i vektprosentene av natrium i den opprinnerlige avluten. Tilsvarende vil utslippe medføre tilførsel av  $SO_4$  eller 165 g  $SO_4$ /s og samlet utgjør de andre tilførte komponentene kun 6 g eller 3.8 g/s. Totalutslippet av sulfat vil være 5205 tonn/år og de aksessoriske saltene 120 tonn/år.

Disse tallene baserer seg som nevnt på det ekstreme tilfelle, med utslipp av ren saltsmelte, noe som neppe er aktuelt. Dette er med hensikt gjort for å belyser den eventuelt maksimale belastningen dette utslippet vil kunne medføre. Både en oppløsning av saltene og en videre fortynning av utslippet vil ha en gunstig virkning, selvom den totale belastningen gjennom året vil være den samme.

## 4. RESIPIENTENS EGENSKAPER

I det følgende presenteres noen fysiske og kjemiske parametre som er med på å beskrive kapasiteten til å motta, transportere et tilført utslipp. Flere av disse kan antas å være relevante for eller å bli påvirket av utslippet. Enkelte av parametrene har kun en noe mer perifer tilknytning til utslippet eller er indirekte knyttet til en av de andre parametrene.

### 4.1 Vannføringen

Vannføringen i Glomma blir kontinuerlig målt ved Solbergfoss kraftstasjon, 40 km oppstrøms Sarpsfossen. Normalvannføringen basert på månedsverdier var her i perioden 1931-1960 gitt ved 660 m<sup>3</sup>/s som årsmiddel. Tilgjengelige tall fra de siste årene (1978-1987) viser at årsmiddelverdien ofte ligger noe under normalen (Tabell 2). Eksakte data fra området ved Sarpsfossen mangler, men i perioden oktober 1986 til august 1987 ble det gjort estimater for vannføringen her. Disse data ble basert på vannføring mellom Solbergfoss og Sarpsfossen, samt nedbørsdata for området. Vannføringen ved Sarpsfossen er anslått å ligge på 700 m<sup>3</sup>/s på årsbasis (Lingsten og Sæbø 1987).

Normalt er vannføringen i Glomma lav om vinteren, men øker på utover våren og forsommeren, grunnet snøsmelting. Utover sommeren og høsten er vannføringen svært varierende, og styres primært av nedbøren. Nedbøren i området er derfor direkte avgjørende for den totale vannføring gjennom året og inndirekte, viktig for Glommas kapasitet som resipient.

Med sitt relativt store nedslagsfelt på noe over 41 000 km<sup>2</sup> (Miljøverndepartementet 1975) kan vannføringen i enkelte perioder nesten tidobles. Samtidig ligger den da opptil fire ganger høyere enn normalvannføringen. Dette forhold kan belyses med de beregningene som ble foretatt for Sarpsfossen i 1987, hvor vannføringen mot slutten av mars var helt nede i 296 m<sup>3</sup>/s. Tre måneder senere ble det estimert en vannføring på 2884 m<sup>3</sup>/s (Figur 1).

Den årlige gjennomsnittlige nedbøren for Sarpsborg er ca. 850mm (Lingsten 1983), men variasjonene fra år til år kan være markante (Tabell 3).

### 4.2 pH og alkalitet

Glommavannets pH-verdier er relativt stabile omkring nøytralitetspunktet (pH=7). Dette gjenspeiles i den middlere pH=6.99, basert på totalt 220 målinger i perioden 1978-1983, en verdi som kan anvendes for området ved Sarpsfossen (Lingsten 1982a, 1982b, 1983, 1984). Generelt er vannets surhetsgrad en funksjon av nedbørfeltets geologi og biologisk produksjon (planters og planteplanktonets

fotosyntese). Som følge av dette er pH-verdiene noe høyere etter flomperioder. Slike observasjoner er gjort under målingene i perioden 1978-1983 (Lingsten 1984).

Bufferkapasiteten til Glommavannet (alkalitet) overfor tilførsel av sure stoffer er meget god. Som eksempel varierte alkaliteten i en undersøkelse i 1982 ved Sarpsfossen mellom 0.19 og 0.27 mekv./l og i 1983 ved samme lokalitet, mellom 0.17 og 0.24 mekv./l (Lingsten 1983, 1984).

#### 4.3 Konduktivitet og saltholdighet

Vannets innhold av løste salter målt som konduktivitet er relativt høyt. Størsteparten av året varierer konduktiviteten mellom 4 og 5 mS/m (Lingsten 1983). De høyeste verdier forekommer under lavlandsflommen og i forbindelse med store nedbørsmengder om høsten. De laveste verdiene er observert under høyfjellsflommen da konduktiviteten i en kortere periode minker med ca. 1 enhet. Dette skyldes at vannmassene er påvirket av det saltfattige vannet i høyfjellet (Figur 2).

Ved lav vannføring kan sjøvann med relativt høy saltholdighet trenge seg opp i Glomma. En slik saltkile kan i perioder nå helt opp til Sarpsfossen. Ved høy vannføring (>1000m<sup>3</sup>/s) vil ikke saltvannet klare å trenge inn i Glomma. Under saltholdighetsmålinger i 1986-1987 ble det påvist en sjikning i vannmassene ved en målestasjon ved Tangen fyr, nedstrøms Sarpsfossen (Skei 1987). I overflaten fantes det kun Glommavann med normalt lav saltholdighet for ferskvann (0.1 ‰). Under dette ble det observert et overgangslag hvor både saltholdighet og tykkelsen varierte gjennom året. Dette laget lå generelt på vanddyp mellom 8 og 12 m. Under dette overgangslaget ble det registrert tilnærmet sjøvann med saltholdigheter på over 30 ‰ (Efraimsen og Skei 1988).

#### 4.4 Temperatur

Temperaturen i resipienten er her en viktig parameter i flere sammenhenger. Primært er den en faktor som er avgjørende for kvaliteten av vannmassene. Sammen med saltholdigheten styrer temperaturen tetthetsforskjeller og sjikning, som er viktig for strømningsmønsteret i Glomma. Det totale temperaturbilde varierer med dyp og er svært sesongbetonet. Temperaturen er også en av de styrende faktorer i de fleste biologiske prosesser i resipienten.

Når det vurderes å slippe ut avløpsvann, med en mulig overtemperatur, kan dette ha konsekvenser for innblanding og spredning og samtidig effekter på deler av biomassen i resipienten.

#### 4.5 Makrokomponenter

Sammensetningen og konsentrasjonene av makrokomponenter (ionesammensetningen) i Glomma er i samsvar med de geologiske forhold og synes å være relativt stabile fra år til år. Kalsiumbikarbonat er det dominerende saltet, men konsentrasjonene av natrium, klorid og sulfat, som stammer fra marine avleiringer, er relativt høye. Tabell 5 gir en oversikt over de viktigste komponentene. Flere av disse finnes i det aktuelle utslippet og vil bli tilført resipienten i varierende konsentrasjoner.

## 5. DISKUSJON

Vannføringen i Glomma anses å være tilstrekkelig for å fortynne det planlagte utslippet slik at overkonsentrasjonen av noen av utslippskomponentene blir ubetydelig. Dette til tross for at vannføringen varierer kraftig gjennom året og tildels er avhengig av nedbøren i området. Disse variasjonene og spesielt minimal vannføring bør i utgangspunktet være avgjørende for den vurdering utslippsmengden pr. tidsenhet.

Den mest framtrødende komponenten i utslippet vil være natrium og det må antas at dette eventuelt vil kunne utgjøre de største belastningen. De andre komponentene i saltsmelten er vurdert til å ha begrenset betydning, med unntak av den organiske askeresten. Det lar seg vanskelig foreta beregninger for denne komponenten utover det partikkelinnhold asken utgjør, da sammensetningen ikke er kjent.

Ren ufortynnet smelte vil inneholde 724 g Na/kg. Omregnet og sammenlignet med den gjennomsnittlige Na-konsentrasjonen i Glommavannet, angitt å være 1.56 mg/l (Tabell 5), utgjør dette tilnærmet 464000x høyere konsentrasjon. Dette gir en urealistisk fortynningsgrad, dvs. at 1 kg smelte må løses i 464 m<sup>3</sup> vann, dersom utslippet skal ha samme Na-konsentrasjon som resipienten. Fra det beregnede utslippet av saltsmelte (0.634 g/s) skulle dette tilsi en utslippshastighet på ca. 295 m<sup>3</sup>/s, som tilsvarer noe mindre enn den totale vannmengden i Glomma, som passerer utslippspunktet ved laveste vannføring (jfr. tabell 2).

Et noe mer realistisk utslippsvolum kan settes til f.eks. 1/1000 av dette som skulle gi 0.295 m<sup>3</sup>/s. Dette vil da medføre at det tilføres resipienten en overkonsentrasjon av natrium på 1000x dens normale innhold i overflatevannet. I et slikt tilfelle vil avløpsvannet inneholde 1.56 g Na/l (=0/00). Det er i beregningen ikke her tatt hensyn til natrium-konsentrasjonen, i det Glommavannet som benyttes til fortynningen, da den er ubetydelig i forhold til konsentrasjonen av den oppløste smelten.

Videre kan konsentrasjonen av natrium nærsonen i utslippsøyeblikket, beregnes, ved å addere innholdet i vannvolumet som passerer (700 m<sup>3</sup>/s) med innholdet i det volumet som slippes ut (294 l/s). Ved å slippe ut en overkonsentrasjon på 1000x (dvs. 634 g smelte løst i 294 l vann) medfører dette at konsentrasjonen i Glommavannet blir 2.2 mg Na/l. Dette forutsatt at utslippet blandes fullstendig med hele vannmassen.

Dette forhold gjelder i den situasjonen vannsøylen kun består av ferskvann, men under lav vannføring i store deler av året, trenger sjøvann seg oppover i Glomma. Dette fører til en sjiktet saltholdighetsprofil i resipienten. Normalt sjøvann (35 ‰) inneholder bla. 10.77 Na, 1.30 Mg, 0.41 Ca og 2.71 SO<sub>4</sub> målt i g/l eller



‰ (Tait 1972). Sammenlignes konsentrasjonene av de disse komponentene som også finnes i smelten, med Glommavannets gjennomsnittlige innhold av makrokomponenter i overflatevannet (Tabell 5), forventes en blanding mellom de inntrengende vannmasser og Glommavannet, å ha langt større generell effekt, enn påvirkningene fra selve utslippet. Med andre ord inneholder f.eks. Glommavannet til tider nærmere 5000x så mye natrium, som et utslipp med 1000x overkonsentrasjon vil tilføre resipienten. Tilsvarende beregninger kan utføres på de andre komponentene i saltsmelten, med det resultat at effektene synes tilsvarende beskjedne.

Et viktig moment i denne forbindelse kunne normalt være det aktuelle utslippsdypet. Slippes den fortynnede saltsmelten ut i overflaten vil effekten av natriumtilførselen være større, enn dersom utløpet er i et saltholdig nivå i vannsøylen. Dette forhold varierer noe med vannføringen gjennom året. Et utslipp i dypere nivå vil samtidig også eliminere saltsmeltens høye pH, i det sjøvann har en høyere bufferkapasitet. Et overflateutslipp vil trolig gi en begrenset lokal påvirkning i form av basiske vannmasser, men konsekvensene av dette synes heller ikke å være av noen betydning.

Sett under ett anses verken utslippets størrelse eller uorganiske innhold å være direkte belastende for resipienten ved Sarpsfossen. For å eliminere effektene av eventuelle overkonsentrasjoner av de ulike komponentene i utslippet, f. eks. ved utslippsuhell, bør saltsmelten forbehandles. En rimelig oppløsning og fortynning av smeltemassen bør foretas. Dette vil nødvendigvis øke utslippsvolumet, men samtidig eliminere en annen mer kritisk effekt, temperaturpåvirkningen. Smeltens høye temperatur vil naturlig nok påvirke vannmassene ved et direkte utslipp, primært i nærsonen. Ved at utslippet før avgang har en viss oppholdstid i forbindelse med fortynningen vil utslippet kunne oppnå samme temperatur som omgivelsene. En overtemperatur vil sammen med saltholdigheten, primært skape tetthetsforskjeller, som vil kunne ha en effekt på innblanding og spredningen i Glommas vannmasser. Generelt økte temperaturforhold vil også ha konsekvenser for de fleste biologiske prosesser i resipienten.

Temperaturen styrer både planter og dyrs aktivitet og ikke minst de enkelte organismers omsetning og reproduksjon. Dette kan gi markante virkninger gjennom vinterhalvåret, hvor det normalt er lave temperaturer. Ofte begunstiger økt temperatur vekst f. eks. hos alger og bakterier. Konsekvensene av dette kan da slå ut i flere retninger, som økt primær produksjon, økte partikkelmengder i vannmassen, økt tilgang på føde, uønsket begroing. Flere av disse forhold endrer livsgrunnlaget for organismene og resipientens egenskaper.

Etableringen av et permanent utslipp i Glomma bør alltid vurderes mot andre utslipp nedstrøms i resipienten for å unngå forsterkninger av en belastning. For de enkelte komponentene i saltsmelten synes ikke

dette å være nødvendig. Men begrensede og beskjedne simultane utslipp langs resipienten, med transport til et felles område, kan med tid ha uønskede konsekvenser i form av akkumulering. Også en potensiell sedimentasjon og innleiring i sedimentene kan tenkes å ha framtidige effekter. Vil f.eks. de små tilførsler av aluminium og magnesium gjennom dette utslippet bidra til en langsiktig økning av nivåene i Hvaler - Singlefjordområdet? Vil den organiske askeresten kunne sedimentere og opptre som en sekundær forurensningskilde etter en tid? På bakgrunn av den informasjon som foreligger er dette vanskelig å ta stilling til, men antas likevel å ha en begrenset betydning (jfr. f.eks. Borregaard Fabrikker 1974, Alsaker-Nøstdahl og Tryland 1981, Skei 1984, Ibrekk og Holtan 1988, Magnusson og Rygg 1988).

## 6. LITTERATUR

- ALSAKER-NØSTDAHL, B. & TRYLAND, Ø., 1981. Basisundersøkelse i Singlefjord-Hvalerområdet. Forurensningstilførsler. Fremdriftsrapport 1980. NIVA-rapp. nr. 1281, 1-47.
- BERNER, E., 1961. Lærebok i organisk kjemi. 420pp. H. Aschehoug & Co., Oslo.
- BORREGAARD FABRIKKER, 1974. Oversikt over produksjon og utslippsmengder til luft og vann ved Borregaard Fabrikker i Sarpsborg, 1-71.
- EFRAIMSEN, U. & SKEI, J., 1988. Kronos Titan A/S. Overvåking av vannkvalitet og bunnsedimenter i nedre Glomma (Greåker - Løperen), Datarapport 1986-87. NIVA-rapport nr. 2099, 1-167.
- IBREKK, H.O. & HOLTAN, G., 1988. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.1. Forurensningstilførsler til Ytre Oslofjord. NIVA-rapp. nr. 2146, 1-44.
- KICE, J.L. & MARVELL, E.N., 1974. Modern principles of organic chemistry. 514pp. Macmillian Publishing Co., Inc., New York.
- LINGSTEN, L., 1982a. Rutineundersøkelser i Glåma i Østfold 1978-80. NIVA-rapport nr. 1380, 1-87.
- LINGSTEN, L., 1982b. Rutineundersøkelse i Glåma i Østfold 1981. NIVA-rapport nr. 1409, 1-27.
- LINGSTEN, L., 1983. Rutineundersøkelser i Glomma i Østfold 1982. NIVA-rapport nr. 1601, 1-20.
- LINGSTEN, L., 1984. Rutineundersøkelse i Glomma i Østfold 1983. NIVA-rapport nr. 1678, 1-24.
- LINGSTEN, L. & SÆBØ, H.V., 1987. Pilot study on riverine inputs to marine waters. Note, NIVA-prodject, O-86201, 1-37.
- MAGNUSSON, J. & RYGG, B., 1988. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. En sammenstilling av tidligere forurensningsundersøkelser. NIVA-rapp. nr. 2169, 1-58.
- METZNER, H., 1973. Biochemie der Pflanzen. Enke, Stuttgart.

- MILJØVERNDEPARTEMENTET, 1975. Overflatevannkilder Østfold - Rogaland. Vurdering av kvalitet og kapasitet. Landsplan for bruken av vannressursene. Arbeidsrapport 2, 1-231.
- SIENKO, M.J. & PLANE, R.A., 1974. Chemical Principles and Properties. 788pp. McGraw-Hill, Kogakusha, Ltd.
- SKEI, J., 1984. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden, 1980-83. Konklusjonsrapport. NIVA-rapp. nr. 1688, 1-43.
- SKEI, J., 1987. Borregaard Industries Limited. Undersøkelser av kvikksølv i bunnsedimenter over og nedenfor Sarpsfossen i Glomma, 1986. NIVA-rapport nr. 1971, 1-15.
- TAIT, R.V., 1972. Elements of marine ecology. 314pp. Butterworths, London.

## TABELLER OG FIGURER

Tabell 1. Analyseresultater av Vanicell BPF

Tabell 2. Vannføringsdata for Glomma

Tabell 3. Nedbørsdata for Sarpsborg

Tabell 4. pH-verdier for Glomma ved Sarpsfossen

Tabell 5. Makrokomponenter i Glomma ved Sarpsfossen

Figur 1. Vannføring Sarpsfossen 1986-1987

Figur 2. Konduktivitet mot vannføring 1982

Tabell 1. Analyseresultater for ukentlige prøver av Vanicell BPF (vanillinavluten) fra Borregaards lagertank (ppm=mg/kg T.S.).

UKE	%T.S. v/135°C	pH	%Na avT.S	%S avT.S	SiO <sub>2</sub> ppm	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	CaO ppm	MgO ppm
15/90	41.4	10.5	23.8	7.6	550	16	280	170
16/90	42.5	10.4	23.4	8.7	690	19	430	200
17/90	42.3	10.2	24.2	7.7	770	15	330	190
18/90	42.1	10.3	24.2	7.9	640	11	400	210
19/90	41.7	10.3	23.9	8.0	800	20	530	150
20/90	42.3	10.3	24.9	8.1	750	16	400	130
MIDDEL VERDI	42.0	10.3	24.1	8.0	700	16	400	180
GARANT. VERDI	42±1	10.5±0.5	24±1	8±1	max 1000	max 50	max 500	max 200

Tabell 2. Vannføringsdata målt ved Solbergfoss, gitt i månedsverdier og m<sup>3</sup>/s, for periodene 1931-1960 og 1978-1983. Perioden 1986-1987 er estimater for Sarpsfossen.

MÅNED	NORMALVANNF. 1931-1960	VANNFØRING							
		1978	1979	1980	1981	1982	1983	1986	1987
JANUAR	336	467	341	414	454	408	554	—	561
FEBRUAR	329	382	337	359	422	390	442	—	450
MARS	320	375	317	267	338	383	348	—	352
APRIL	451	511	441	427	540	609	495	—	462
MAI	1139	991	1049	948	1313	1140	1770	—	1375
JUNI	1282	1037	1462	1212	1274	1179	1302	—	2025
JULI	1061	683	924	993	995	689	704	—	1202
AUGUAST	832	467	1190	607	554	490	452	—	615
SEPTEMBER	925	471	658	653	402	352	479	—	—
OKTOBER	585	461	614	891	551	568	722	600	—
NOVEMBER	451	429	489	492	465	542	466	511	—
DESEMBER	386	366	405	448	411	507	424	535	—
ÅRSMIDDEL	660	554	686	643	646	605	680	684	—

Tabell 3. Årsnedbør for Sarpsborg 1978-1983 og normal årsnedbør gitt i mm. (Merk! at normalen er ikke lik gjennomsnitt).

ÅR	mm
1978	622.3
1979	819.9
1980	899.1
1981	835.6
1982	917.7
1983	737.5
NORMAL	844.1

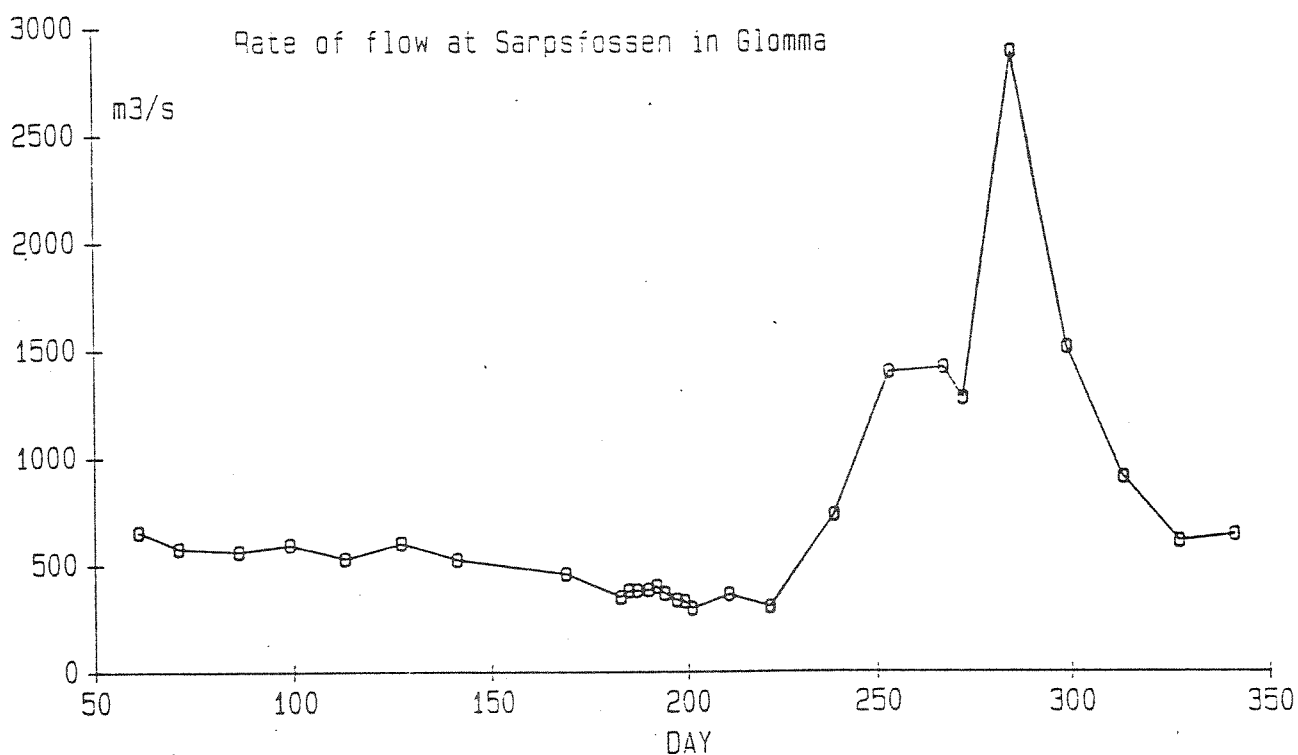
Tabell 4. pH-Verdier målt i Glomma ved Sarpsfossen perioden 1978-1983.

ÅR	pH	ANT.OBS.
1978	6.98	35
1979	6.95	48
1980	6.97	48
1981	6.99	29
1982	6.92	25
1983	7.12	35
MIDDEL	6.99	

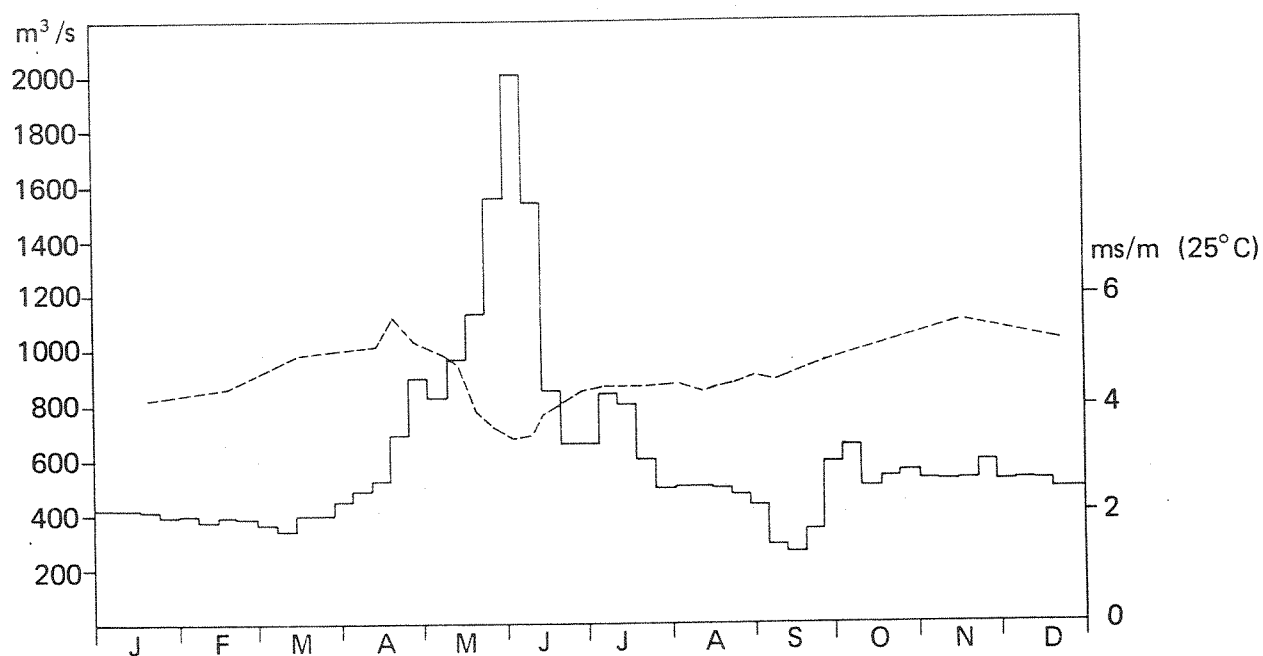
Tabell 5. Makrokomponenter målt i Glomma ved Sarpsfossen gitt i mg/l for perioden 1978-1983

ÅR	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>
1978	5.16	0.90	1.62	0.57	2.26	5.66	1.92
1979	5.35	0.99	1.86	0.99	3.02	6.10	2.42
1980	4.67	0.91	1.50	0.87	2.27	6.10	2.74
1981	5.26	0.88	1.42	0.85	2.18	5.81	2.43
1982	5.24	0.94	1.56	0.87	2.10	6.22	2.48
1983	4.71	0.89	1.39	0.86	1.93	5.80	1.02
MIDDEL	5.07	0.92	1.56	0.84	2.29	5.95	2.17





Figur 1. Estimert vannføring for Glomma ved Sarpsfossen i perioden oktober 1989 - august 1987.



Figur 2. Vannføring i Glomma ved Solbergfoss i 1982 og variasjon i konduktiviteten (mS/m 25°C).

— Vannføring  
 - - - - - Konduktivitet

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll  
0808 Oslo 8

ISBN 82-577 -1779-7