



O-93057

Vurdering av
utslipp til Glomma fra
sjøvannsvasker
for SO₂

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-93057	Undernr.:
Løpenr.: 2892	Begr. distrib.: Fri

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Vurdering av utslipp til Glomma fra sjøvannsvasker for SO ₂ .	Dato: 28.4.1993	Trykket: NIVA 1993
	Faggruppe: Marinøkologisk	
Forfatter(e): Jan Magnusson Morten Schanning Torulv Tjomsland	Geografisk område: Østfold	
	Antall sider: 13	Opplag: 50

Oppdragsgiver: KRONOS TITAN A/S	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.): P. Thoen
------------------------------------	--

Ekstrakt:

Det er gjennomført beregninger på konsentrasjoner ved primær- og sekundærfortynning i Glomma av utslippsvann fra en sjøvannsvasker for SO₂ i avgasser. Det anbefales at utslippsvannet slippes ut gjennom en diffusor på ca. 2 meters dyp under kaien utenfor bedriften. Beregningene viser at overtemperaturer, nedsatte oksygenkonsentrasjoner og lavere pH vil begrense seg til utslippets nærsone, i verste tilfelle innenfor en strekning på 200-300 meter fra utslippspunktet. Det primærfortynnede vannet vil utgjøre ca. 0.6 % av vannføringen i Glomma ved lavvannføring. Effektene forventes å bli moderate.

4 emneord, norske

1. Sjøvannsvasker
2. Temperatur
3. Oksygen
4. pH

4 emneord, engelske

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder

For administrasjonen

Jan Magnusson

ISBN82-577-2305-3

Torgeir Bakke

O-93057

VURDERING AV UTSLIPP TIL GLOMMA FRA
SJØVANNSVASKER FOR SO₂

Saksbehandler: Jan Magnusson
Medarbeidere: Morten Schanning
Torulv Tjomsland
Torgeir Bakke

Norsk institutt for vannforskning

1. Innledning.

Kronos Titan vil installere en sjøvannsvasker for SO₂ med utslipp av avløpsvann til Glomma. I denne sammenheng er NIVA bedt om å foreta en vurdering av utslippsvannets effekt på estuariet.

2. Formål.

Formålet med utredningen er:

Anbefale optimal utslippsanordning m.h.t. sted, dyp, teknisk utforming for å minimalisere eventuelle skadevirkninger av utslippet.

Beskrive sannsynlig spredning og miljøpåvirkning av utslippskomponenter fra sjøvannsvaskeren i resipienten for utslippet i Glommas nedre del og nærmeste sjøområde utenfor.

Skissere program for oppfølgende overvåking når utslippet er satt i drift.

3. Forutsetninger.

Inntaksvannet til sjøvannsvaskeren skal helst være over 23 PSU¹. Ved lavere saltholdighet øker vannbehovet. Tabell 1 viser krav til inntaksvann og resulterende utslippsmengder.

	Inntaksvann ved normal saltholdighet ¹	Utslippsvann ved normal saltholdighet	Inntaksvann ved lav saltholdighet ²	Utslippsvann ved lav saltholdighet
Vannføring (m ³ /t)	350	361	460	471
SO ₂ -kons (mg/l)	0	267	0	206
pH	7.7	2.74	7.4	2.74
Temperatur (°C)	10	38	10	31
COD (mg/l)	0	57.08	0	40.71

1) Normalvannføring i Glomma (23 PSU)

2) Flomvannføring i Glomma (9PSU)

Som fremgår av tabell 1 vil utslippet karakteriseres av en overtemperatur på ca. 28 °C, pH på ca. 2.7 og et oksygenbehov på ca. 57 mg/l.

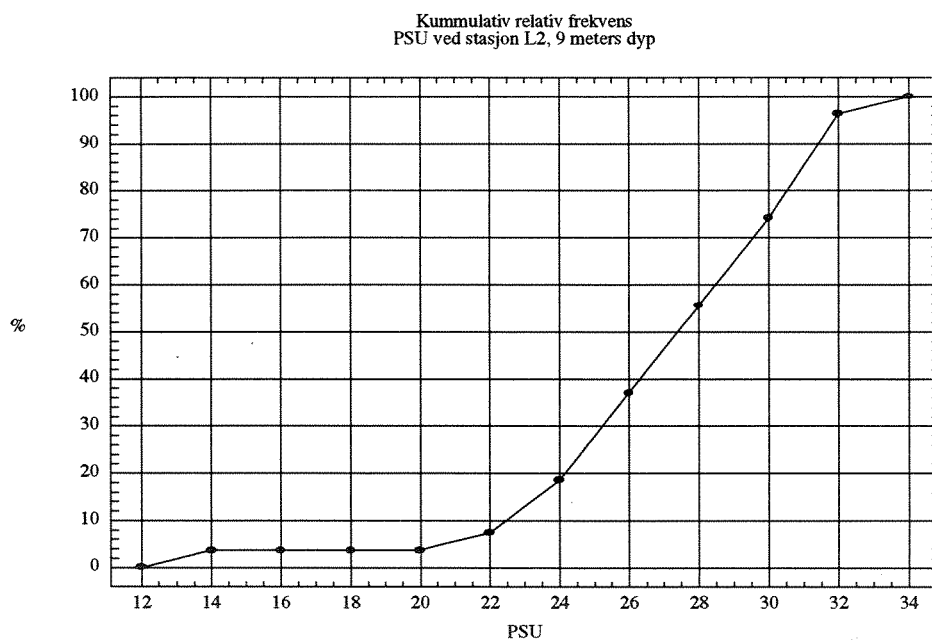
De observasjoner som er brukt i denne rapport er hentet fra stasjon L2 (ved Kaldera) i Glomma, som ligger noe syd for Kronos Titan. Forholdene bedømmes ikke å være av betydelig forskjell på denne strekning for de variabler som blir brukt i denne rapport.

Ut fra observasjoner tatt i 1980,1982,1986,1987,1990 og 1991 er det utarbeidet en enkel statistikk på temperatur og saltholdighet for de ulike dybene. Det er også gjort tilsvarende bearbeidelse av oksygen og pH, men her foreligger det kun et mindre antall observasjoner. I vedlegg 1 er resultatene presentert.

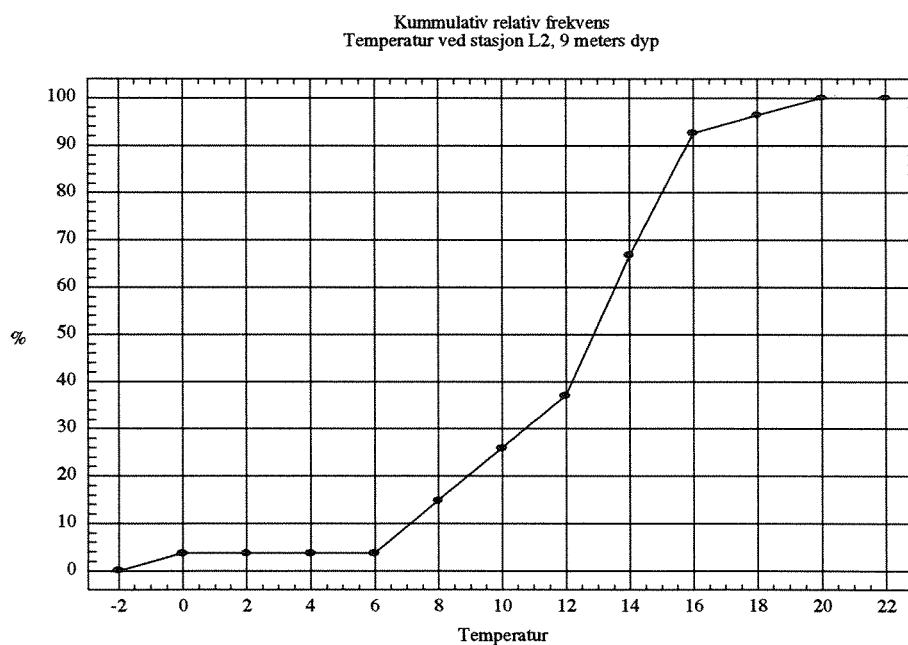
¹PSU er omtrent synonymt med o/oo.

3. Valg av inntaksdyp og utslippsdyp.

Avgjørende for valg av inntaksdyp er kravet til saltholdigheter helst over 23 PSU. Dette innebærer at inntaksdypet bør ligge nær bunn i den inngående sjøvannsstrømmen. Valg av eksakt dyp er ikke kritisk så lenge som vanddypet er lik eller større enn 9 meters dyp. Figur 1 viser frekvensfordelingen av saltholdighet på dette dyp gjennom året basert på statistikken i vedlegg 1. Saltholdigheter mindre enn kravet på 23 PSU er registrert i ca. 15 % av tiden (totalantall foreliggende observasjoner, der de fleste observasjonene er fra tidsrommet mai-september). Laveste saltholdighet som er registrert er ca. 13 PSU. Temperaturen på 9 meters dyp varierer normalt mellom 7-15 °C, med ekstremtemperaturer på -0.5 °C og vel 18 °C (figur 2).



Figur 1. Saltholdighet (PSU), stasjon L2 på 9 meters dyp.



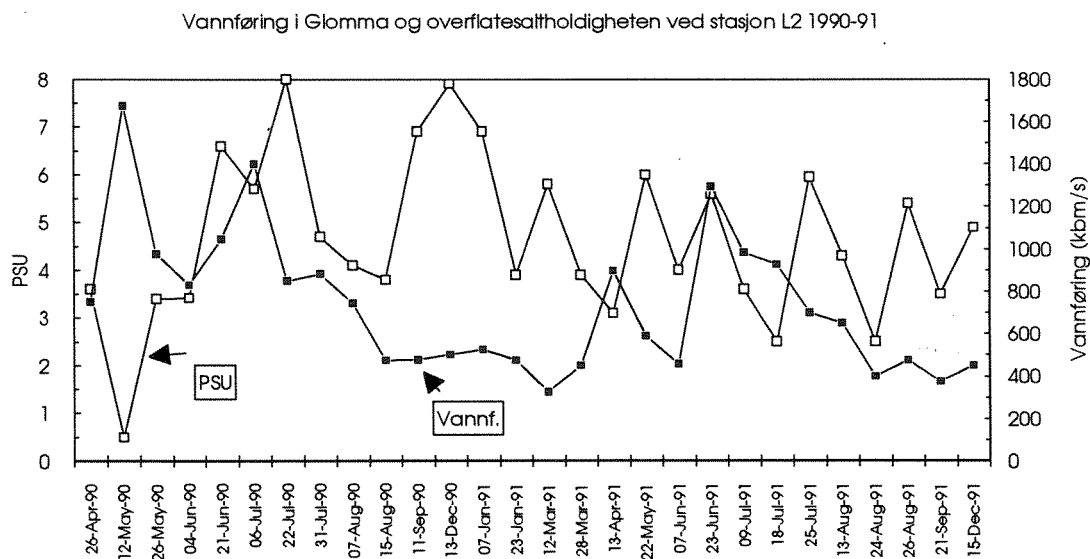
Figur 2. Temperatur, stasjon L2, 9 meters dyp.

Oksygenkonsentrasjonen varierer mellom 4.6-9.1 ml/l, med medianverdi på ca. 6.3-6.4 (se vedlegg 1). Av de få observasjoner (6 st.) av pH som foreligger er variasjonen mellom 7.8-8.2 (se vedlegg 1).

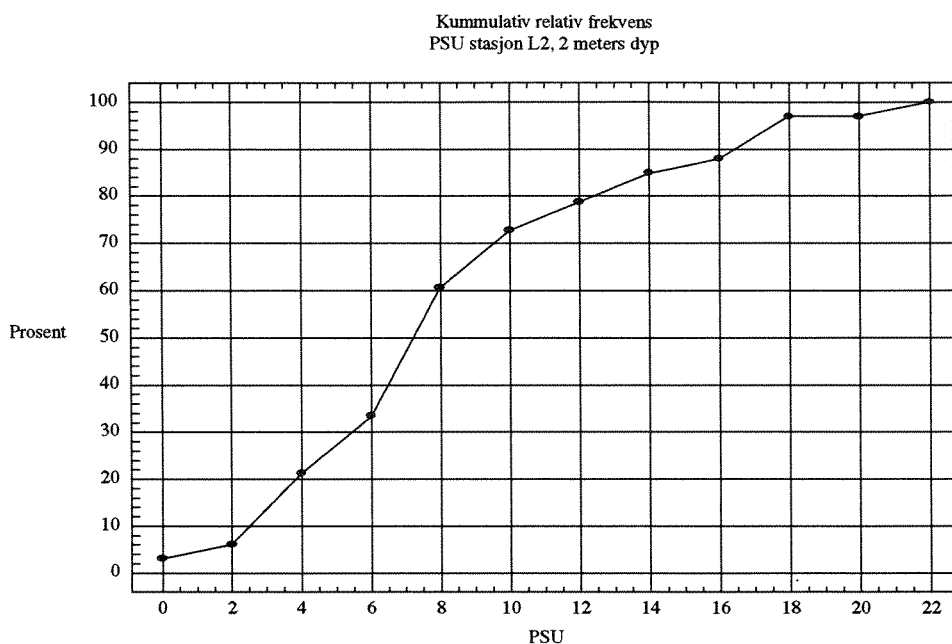
Utslippvannet vil dels få overtemperaturer i forhold til resipientvannet, dels ha oksyngjeld samt lav pH (se tabell 1). Minst effekt av utslippsvannet blir ved innlagring i en vannmasse med gode oksygenforhold og gode forutsetninger for å minske effektene av overtemperaturer og lav pH ved fortynning. I nedre del av Glomma gir utslipp til den utgående brakkvannstrømmen de gunstigste betingelser for å minske effekten av overtemperaturer og lave oksygenkonsentrasjoner. Imidlertid er bufferkapasiteten på brakkvann mindre enn for sjøvann.

Saltholdigheten i overflatevannet varierer bl.a. med ferskvannstilførselen fra Glomma (figur 3), men også vinden har en betydelig influens. Lave saltholdigheter forutsetter høy vannføring i Glomma, likesom høye saltholdigheter forutsetter lav vannføring. Imidlertid kan variasjonen innenfor samme vannføring være stor. Figur 4 viser at saltholdigheten på 2 meters dyp var i 90 % av observasjonene større enn 2 PSU, mens en vanlig saltholdighet på dette dyp var 6-8 PSU. Høyeste observerte saltholdighet var ca. 21 PSU (se også vedlegg 1), og som lavest ble det registrert det som må kalles rent ferskvann. På 4 meters dyp øker den midlere saltholdigheten til ca. 14 PSU, med saltholdigheter mindre enn 5 og større enn 26 PSU i ca. 5 % av observasjonene. Sett ut fra behovet for buffring av sjøvann som følge av lav pH i utslippsvannet er 4 meters dyp som primært innlagingsdyp å foretrekke, men her vil risikoen være stor for at avløpsvannet tidvis kan havne i grensesjiktet mellom utgående og inngående strømmer.

Sett under ett vil et utslipp i det utstrømmende overflatelaget på 2 meters dyp i utgangspunktet være den foretrukne løsningen.



Figur 3. Overflatesaltholdigheten (0.5 meters dyp) ved stasjon L2 (Kaldera) og vannføringen i Glomma 1990-91.



Figur 4. Saltholdigheten (PSU) ved stasjon L2 (Kaldera) på 2 meters dyp.

4. Utslippsberegninger.

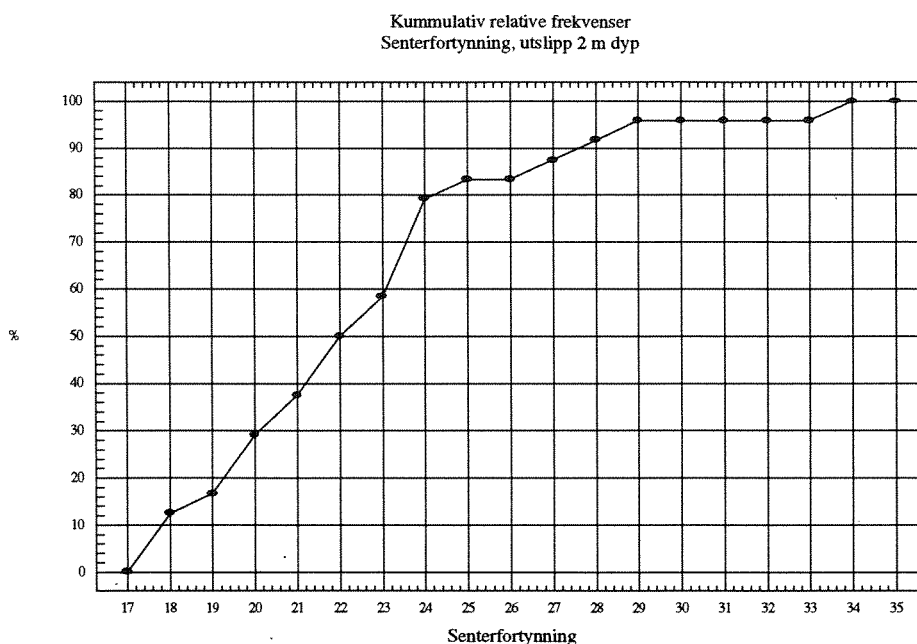
Det er foretatt primærfortynningsberegninger med NIVA/JETMIX, med inntak av sjøvann på ca. 9 meters dyp og utslipp på 2 meters dyp. Det er også gjennomført beregninger for andre dyp som en sammenligning (tabell 2). Det er regnet med en utslippsmengde på 360 m³/time og en overtemperatur på utslippsvannet i forhold til inntaksvannet på + 28 °C. Resultatet av beregningene er presentert i figur 5. Det er kun presentert senterfortynninger ettersom innlagingsdyp i stort sett sammenfaller med utslippsdypet, dvs. primærfortynningen skjer i horisontalen ved høy utgangshastighet gjennom små hull. Det er valgt en hull diameter på 0.02 m og en hastighet på 3.2 m/s.

Normalt vil det innlagrede utslippsvannet bli ca. 20 ggr. fortynnet. Innlagingsdyp vil bli omtrent samme som utslippsdyp, ettersom det er oppvarmet sjøvann fra 9 meters dyp som slippes ut. Tabell 2 viser at omtrent samme primærfortynning oppnåes ved noe dypere innlagring, men at disse alternativene vil kunne gi en tidvis transport nordover i reaksjonstrømmen. Det er derfor valgt å arbeide videre med utslippsdypet 2 meter.

Diffusoren bør legges på tvers av strømmen ut fra land (f.eks. under kaianlegget). Det er en fordel med flere hull og en lengde på ca. 20 meter, med første hull ca 10 m fra land.

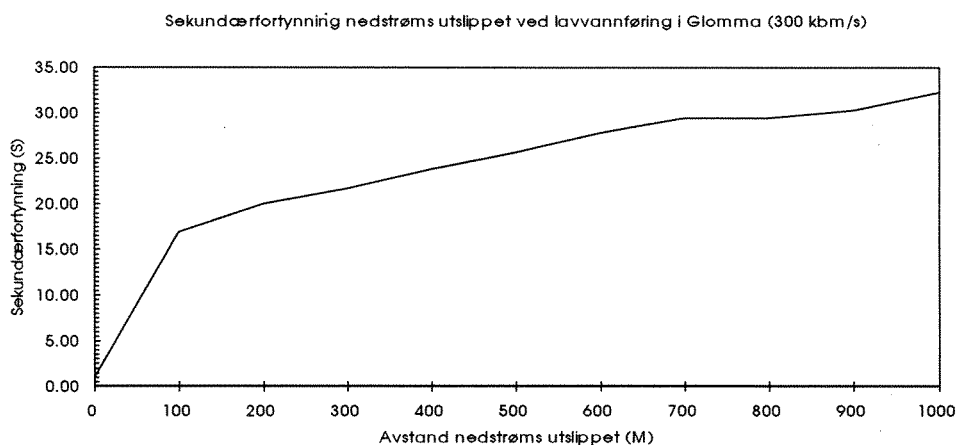
Tabell 2. Senterfortynning ved utslipp på 2, 4 og 5 meters dyp.

Variabel	Utslipp: 2 m	Utslipp 4 m	Utslipp 5 m
Antall observasjoner	24	24	24
Middelfortynning (median)	22	19	21
Minimum fortynning	18	17	14
Maksimum fortynning	34	28	50
Vanlig fortynning (kvartiler)	20-24	18-22	18-27



Figur 5. Senterfortynning av utslippsvann fra Kronos Titan ved utslippsdyp 2 meter.

For å beregne sekundærfortynningen er det brukt en enkel elvemodell som tar hensyn til strømhastighet og horisontal diffusjon (Tjomsland og Molvær 1986). Inngangsdata i modellen er det primærfortynnede vannet. Glomma er forenklet beskrevet som en rak elv uten saltvannskile og en falsk bunn på 2 meters dyp. Sekundærfortynningen er således begrenset til et dypintervall på 2 meter, som er mindre enn hva som skjer i virkeligheten på avstand fra utslippet. Diffusjonskoeffisienten er satt lav ($1 \text{ m}^2/\text{s}$). I virkeligheten er den større som følge av tidevannspåvirkning og hvirveldannelse. Sekundærfortynningen er beregnet for en lav vannføring ($300 \text{ m}^3/\text{s}$) i Glomma. Totalt vil således beregningene bli et såkalt verste tilfelle. Figur 6 viser minste fortynning som funksjon av avstand fra utslippet.



Figur 6. Sekundærfortynning nedstrøms utslippet ved lavvannføring i Glomma ($300 \text{ m}^3/\text{s}$).

Figur 6 viser at utslippet vil være fortynnet ca. 20 ggr. utover primærfortynningen mellom 200-400 meter nedstrøms utslippet. En avstand av 200 - 400 meters nedstrøms utslippet vil det fortynnede vannet fortsatt være ujevnt fordelt på tvers av Glomma (mindre enn ca. 1% av det primærfortynnede avløpsvannet vil spre seg utenfor ca. 100 meter fra Glommas østre strand. Ved høyere vannføringer i Glomma vil fortynningen øke.

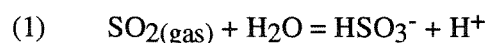
5. Overtemperaturer, oksygenkonsentrasjon samt pH i utslippets nærsone.

5.1. Beregningsgrunnlag.

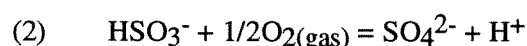
For å beregne overtemperaturer i utslippsvannet er observasjonene fra 1980-82 brukt. Inntaksvannets temperatur er økt med 28 grader og deretter er temperaturen beregnet for primærfortynningen, deretter for sekundærfortynningen. For oksygenkonsentrasjonen er det regnet med en konstant oksygen gjeld i utslippsvannet (tabell 1) og deretter brukt den laveste observerte oksygenkonsentrasjonen på 2 meters dyp for å beregne oksygenkonsentrasjonen i primærfortynnet vann. Deretter er oksygenkonsentrasjonen beregnet etter sekundærfortynning på samme måte som for temperatur.

Beregninger for pH i utslippsvannet til sjøvann av ulike saltholdigheter er gjennomført etter følgende modell:

Ved absorpsjon av SO₂ i avgassvaskeren dannes svovelsyring:



som er ustabil i nærvær av oksygen:



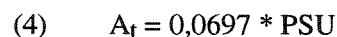
Ved pH=7 vil likevekten i løpet av noen få minutter forskyves sterkt mot høyre (Bjerkeng og Knutzen, 1983). I beregningene nedenfor antas at utslippets innhold av SO₂ omdannes fullstendig til svovelsyre SO₄⁻. Eventuell ufullstendig omdanning vil resultere i at resipientens faktiske pH blir høyere enn beregnet.

Syren i utslippet vil ved tilstrekkelig fortynning nøytraliseres i resipienten. Resipientvannets buffringsevne skyldes innholdet av svake baser av bor- og karbon-syre. Resipientvannets innhold av slike baser øker med økende saltholdighet. Ved de aktuelle pH-verdier (7.7) er innholdet av borationer B(OH₄)⁻ neglisjerbart sammenlignet med innholdet av karbonat- og bikarbonat-ioner (CO₃²⁻ og HCO₃⁻).

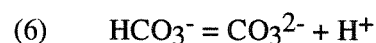
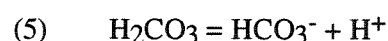
Totalalkalinitet kan derfor regnes tilnærmet lik karbonatalkaliniteten:



Karbonatalkaliniteten i sjøvann kan påvirkes av løsing eller felling av kalsiumkarbonat (CaCO_{3(s)}), men variasjonene som følge av slike reaksjoner er små sammenlignet med de variasjoner som følger av saltholdighet. I beregningene forutsettes derfor at alkaliniteten er en konservativ egenskap knyttet til saltholdigheten av sjøvannet:



pH vil dermed være bestemt av dissosiasjonsgraden av karbonsyre:



som er gitt ved likevektskonstantene:

$$(7) \quad K_1 = \frac{[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

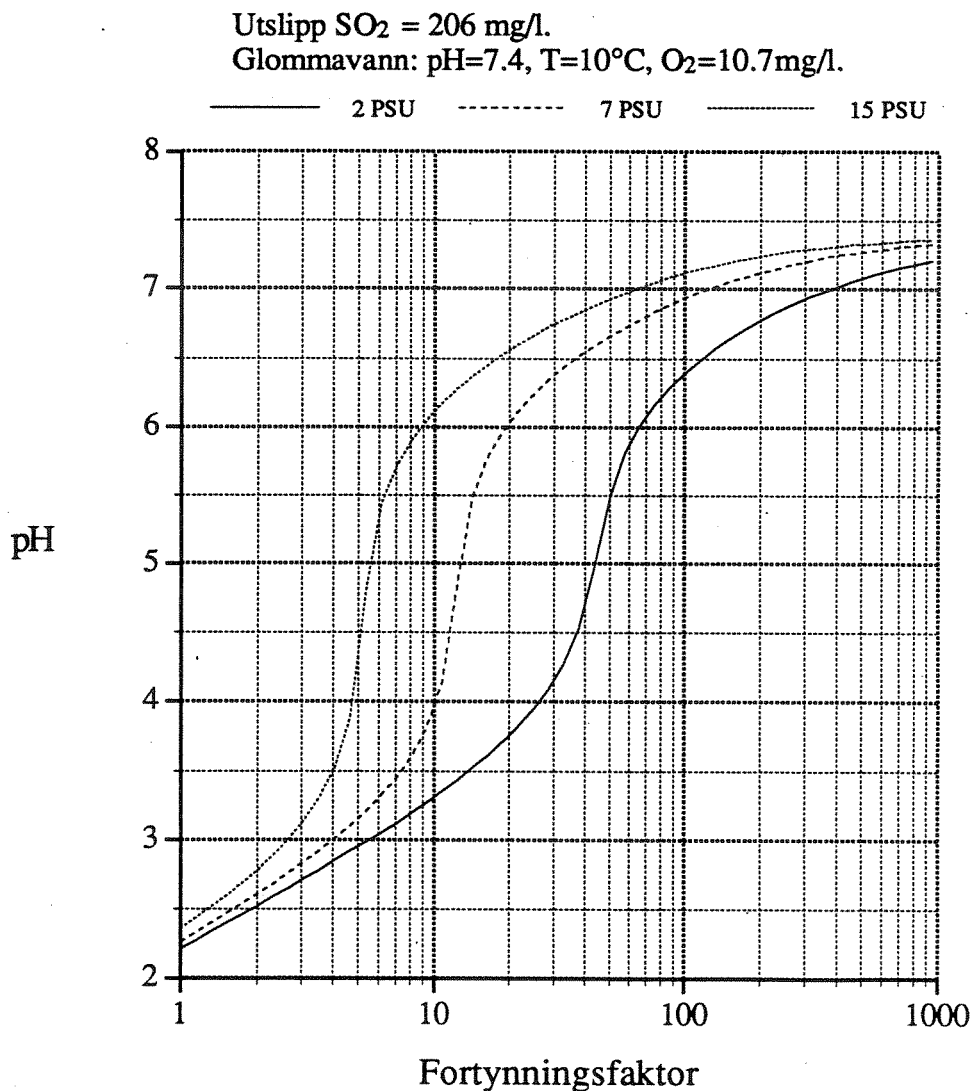
og

$$(8) \quad K_2 = \frac{[\text{CO}_3^{2-}] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{HCO}_3^-]}$$

På grunnlag av ligningene 1-8 ble det laget en forenklet modell som viser hvordan pH vil variere i en blanding av utslippsvann og resipientvann. Figur 7 viser modellberegninger ved saltholdigheter på hhv 2, 7 og 15 PSU.

Modellen viste at pH i blandingen i hovedsak er kontrollert av konsentrasjonen av SO_2 i utslippet og resipientvannets alkalinitet. Sistnevnte forutsettes proporsjonal med saltholdighet etter ligning 4. Naturlige variasjoner i temperatur og pH i resipienten har marginale effekter på resultatet av beregningene. Oksygeninnholdet i resipienten inngår ikke i modellberegningene fordi det forutsettes at oksydasjon til SO_4 er fullstendig.

Samtlige beregninger på temperatur, oksygen og pH er å betrakte som overslagsberegninger på faste "situasjoner". De naturlige avvikene bør imidlertid gi "bedre" resultat enn de her beregnede.



Figur 7. pH ved ulike saltholdigheter ved utslipp fra Kronos Titan.

5.1. Overtemperaturer.

Primærfortynnet vann vil ha en overtemperatur mellom 1.6 og 0.7 °C. Sekundærfortynningen vil senke overtemperaturen til ca. 0.1 °C, 200 - 400 meter nedstrøms utslippet. Horisontalt vil denne overtemperatur bli avgrenset til Glommas østre strand, hvis strømmen forutsettes å være homogen. Først på lengre avstand vil det fortynnede utslippsvannet bli innblandet i hele Glommas bredde, men da vil overtemperaturene ikke være målbare. Overtemperaturer blir således kun manifestert ved utslippsstedet.

5.2. Oksygenkonsentrasjonen.

Oksygenbehovet i utslippsvannet er ca. 40 ml/l og er konservativt beregnet som en momentan prosess. Beregninger av oksygenkonsentrasjonen er gjort for lavt oksygeninnhold i Glommavann (5.9 ml/l, se vedlegg 1). Etter primærfortynningen vil oksygenkonsentrasjonen variere mellom 3.4 og 4.6 ml/l. 200-400 meter nedstrøms utslippet og med samme "dårlige" forutsetninger som for temperatur vil konsentrasjonen variere mellom 5.7 og 5.8 ml/l. Det vil således ikke bli nedsatt oksygenkonsentrasjon utenfor utslippets nærsone.

5.3. pH.

De beregnede pH verdi (figur 7) for ulike saltholdigheter på fortynningsvannet viser at ved 18-20 ggr. fortynning vil pH i det fortynnede utslippsvannet variere omkring ca. 3.7 ved overflate-saltholdigheter på ca 2 PSU (som er registrert i ca. 10 % av foreliggende observasjoner.) Ved saltholdigheter på over 7 PSU (som er registrert i ca. 60 % av observasjonene) vil pH i det fortynnede utslippsvannet variere omkring 6.0. Mellom 200 og 400 meter nedstrøms utslippet vil pH bli 7.0 eller noe over dette. Av foreliggende observasjoner fra pH i Glomma, oppstrøms Kronos Titan, varierer pH mellom 6.88 og 7.46 i de øverste metrene (se vedlegg 1). Modellberegningene for pH 6.88 til 7.46 ga minimum pH= 6.77, ved 400 ggr. fortynning.

6. Effekter av utslippet.

Det forventes ikke noen negative effekter av overtemperaturer i utslippsvannet, utenfor primærfortynningsonen. Det samme kan konstateres for utslippets oksygenbehov. I enkeltsituasjoner skulle det teoretisk kunne registreres en noe forhøyet temperatur innefor de nærmeste 100 meterne nedstrøms utslippet, men begrenset til ca. 1 °C. Samme område kan også få noe lavere oksygeninnhold.

For pH er situasjonen noe annerledes. Her kan det påvirkede området bli noe større. En reduksjon av pH mellom 0.5-1.0 er ikke vist å ha noen skadeeffekt for marine organismer (Knutzen 1981). Imidlertid er det aktuelle området et brakkevannsområde, med tildels store saltholdighetsfluktuasjoner. Det er således få marine organismer som kan etablere seg i området. Lav pH kan også ha andre effekter en de her vurderte (bl.a. forandring av metallers tilstandsform). Ut fra dagens kunnskap er det imidlertid vanskelig å si noe om de øvrige effekter som utslippet vil ha på området, mer enn at disse vil være begrenset til et område innenfor ca. 300 meter nedstrøms utslippet og fortrinnsvis langs østre elvebredde.

Undersøkelser av pH i området ble gjennomført av NIVA i 1986-87 etter oppdrag fra Kronos Titan (Skei 1987). Undersøkelsen gjaldt et annet utslipp på 6 meters dyp. Utslippet har en pH på ca 2 (ca. 2.7 i det planlagte utslippet) og vannføringen er omtrent lik den i det planlagte utslippet. Kraftig pH reduksjon ble registrert innenfor en radius på 0.5 km fra utslippet. Spesielt lav pH ble registrert ved ett tilfelle på 3 meters dyp 100 meter syd for utslippet (3.26). Det er her ikke vurdert effektene av en mulig interaksjon mellom det etablerte utslippet og det planlagte utslippet. Det nye utslippet vil imidlertid ligge

på ca. 2 meters dyp og primærfortynningsvannet er derved ikke det samme vann som for det etablerte utslippet. Videre vil pH- nivået i primærfortynnet vann variere omkring 6 i ca 50 % av tiden og kun i enkelttilfeller bli lavere (mellom 6 og 3.7 i ca. 20 % av tiden). Dette gjelder i primærfortynningssonen som ligger innefor 50-100 meter nedstrøms utslippet. I de perioder hvor overflatesaltholdigheten er lav vil Glomma ha stor vannføring og derved bedre sekundærfortynning enn her beregnet og pH vil variere omkring ca. 7 fra 100-200 meters nedstrøms utslippet.

Det planlagte utslippets primærfortynnede vannmengde er ca. 0.6 % av vannmengden i Glomma ved lavvannføring (300 m³/s). Totalt sett forventes effekten av utslippet å bli moderat.

7. Anbefalinger.

Ut fra foretatte beregninger anbefales et utslipp med diffusor på 2 meters dyp. Utslippet kan legges under kaianlegget, på tvers av hovedstrømmen. Detaljer i utslippsarrangement bør utarbeides med hensyn tatt til muligheten til kontroll (driftssikkerhet) og dagens ferskvannsutslipp i området. Videre bør det foretas enkle driftsmerkesstudier for å se på overflatevannets oppholdstid under kaianlegget.

Et overvåkingsprogram bør etableres. Dette bør i hovedsak konsentrere seg om nærområdet ved kaien og gjennomføres relativt hyppigt. Vi foreslår en lokal overvåking ca. en gang i uken langs kaikanten utenfor utslippsstedet og spesielt i sørkanten av kaianlegget hvor fortynnet avløpsvann i hovedsak vil føres ut fra området. Det bør også gjøres observasjoner gjennom eksisterende luker i kaianlegget.

Det bør måles på temperatur, oksygen og pH. Dette kan gjøres med sonder. Det bør vurderes å gjennomføre kontinuerlige observasjoner i et punkt som ut fra observasjonene viser seg å være representativ.

8. Litteratur.

Bjerkeng, B. og Knutzen, J., 1983: Sea water scrubber effluent from flue gas treatment- an evaluation of possible ecological consequences. Wat. Sci. Tech. Vol. 15. pp. 133-147.

Tjomsland, T og Molvær, J., 1986: Test av enkel matematisk spredningsmodell på Glomfjord. Norsk institutt for vannforskning. Rapport nr. F 505.

Skei, J., 1987: KRONOS TITAN A/S. Overvåking av vannkvalitet og bunnsedimenter i nedre Glomma (Greåker -Løperen), april-september 1986. Norsk institutt for vannforskning. Rapport nr. 1981.

Vedlegg 1.

Enkel statistikk på observasjoner tatt ved stasjon L2 (Kaldera) i 1980, 82, 86, 87, 90 og 91.

Fordeling av observasjoner pr. måned i 1980,82,86,87,90,91.

Temperatur (°C)

Depth (m)	Sample size	Average	Median	Standard deviation	Minimum
0	59	12.52	13.80	5.2	0.19
1	33	12.96	14.00	4.9	0.16
2	33	13.01	14.10	4.9	0.12
3	33	13.05	14.50	4.8	-0.16
4	33	13.08	14.80	4.8	-0.41
5	45	13.51	15.00	4.5	-0.47
6	31	13.32	14.80	4.7	-0.59
7	31	13.14	15.00	4.6	-0.60
8	30	12.87	14.00	3.8	-0.50
9	27	12.19	13.80	3.9	-0.41
10	38	12.76	13.60	3.6	5.30
12	10	13.31	12.70	2.1	11.2

Depth	Maximum	Range	Lower quartile	Upper quartile
0	19.80	19.61	9.7	16.9
1	19.80	19.64	11.3	16.6
2	19.50	19.38	11.3	17.0
3	19.00	19.16	11.3	17.0
4	19.00	19.41	11.2	16.6
5	18.80	19.27	11.7	16.4
6	18.80	19.39	11.2	16.8
7	18.70	19.30	11.3	15.9
8	18.60	19.10	12.0	15.2
9	18.30	18.71	9.60	15.0
10	19.00	13.70	11.1	15.2
12	17.20	6.0	11.4	15.0

Saltholdighet.

Depth (m)	Sample size	Average	Median	Standard deviation	Minimum
0	59	4.50	3.90	2.3	0.0
1	33	5.83	5.20	3.7	0.0
2	33	8.20	7.50	5.1	0.0
3	33	11.44	10.20	5.5	1.7
4	33	15.48	14.30	6.3	2.1
5	45	18.38	18.30	6.3	6.6
6	31	21.63	21.40	6.0	2.5
7	31	24.00	25.10	5.8	5.7
8	30	25.67	26.45	4.6	11.9
9	27	26.90	27.20	4.1	13.4
10	38	26.52	27.90	5.1	13.5
12	10	29.04	29.45	2.6	25.3

Depth	Maximum	Range	Lower quartile	Upper quartile
0	10.4	10.4	3.0	5.9
1	15.8	15.8	2.8	8.1
2	21.4	21.4	5.2	10.2
3	25.5	23.8	7.2	15.1
4	28.2	26.1	11.0	20.0
5	31.9	25.3	13.4	22.5
6	31.8	29.3	20.4	25.7
7	32.1	26.4	22.2	27.9
8	32.3	20.4	24.6	28.5
9	32.5	19.1	25.3	30.7
10	33.9	20.4	24.2	30.8
12	32.6	7.30	26.4	31.7

Oksygen (ml/l)

Depth (m)	Sample size	Average	Median	Standard deviation	Minimum
0	17	7.27	7.28	0.89	5.95
1	2	7.09	7.09	1.66	5.91
3	4	7.66	8.06	1.45	5.59
4	1	7.00	7.00	0.00	7.00
5	2	5.59	5.59	0.33	5.36
6	4	7.31	7.58	1.72	4.98
7	1	5.07	5.07	0.00	5.07
8	5	6.95	6.47	1.57	5.55
10	15	6.35	6.30	1.00	4.69

Depth	Maximum	Range	Lower quartile	Upper quartile
0	8.75	2.80	6.44	7.91
1	8.27	2.36	5.91	8.27
3	8.92	3.33	6.70	8.62
4	7.00	0.00	7.00	7.00
5	5.83	0.47	5.36	5.83
6	9.13	4.15	6.22	8.41
7	5.07	0.00	5.07	5.07
8	9.17	3.62	5.61	7.97
10	8.26	3.57	5.60	7.00

pH, analyser fra 1986 og 1987 fra stasjon KT5.

Depth (m)	Sample size	Average	Median	Standard deviation	Minimum
0	1	7.19	7.19	0.00	7.19
1	6	7.13	7.12	0.23	6.88
2	1	7.39	7.39	0.00	7.39
3	5	7.52	7.56	0.42	7.12
4	2	7.67	7.67	0.45	7.35
5	2	7.85	7.85	0.21	7.70
6	5	7.98	7.91	0.15	7.85
7	1	8.01	8.01	0.00	8.01
8	6	7.96	7.91	0.15	7.83

Depth	Maximum	Range	Lower quartile	Upper quartile
0	7.19	0.00	7.19	7.19
1	7.46	0.58	6.88	7.33
2	7.39	0.00	7.39	7.39
3	8.13	1.01	7.12	7.68
4	8.00	0.65	7.35	8.00
5	8.00	0.30	7.70	8.00
6	8.24	0.39	7.91	8.01
7	8.01	0.00	8.01	8.01
8	8.23	0.40	7.85	8.06

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2305-3