

NIVA



RAPPORT LNR 4242-2000

Svartisen kraftverk

Spredning og
sedimentasjon av
partikler i Holandsfjorden

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

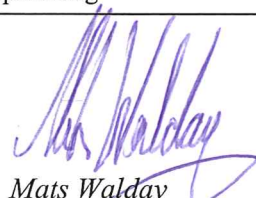
9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Svartisen kraftverk - Spredning og sedimentasjon av partikler i Holandsfjorden	Løpenr. (for bestilling) 4242-2000	Dato 2000.05.31
	Prosjektnr. Undernr. O-99034	Sider Pris 33
Forfatter(e) Walday, Mats Oug, Eivind	Fagområde Vassdragsregulering	Distribusjon
	Geografisk område Nordland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statkraft Engineering v. J.-P. Magnell	Oppdragsreferanse kontrakt nr. 00/8129
--	---

<p>Sammendrag</p> <p>Det er gjennomført sedimentfelleundersøkelser og analyser av suspendert partikulært materiale i overflatevann for å beregne spredning og sedimentasjon av de partikler som slippes ut i Holandsfjorden via Svartisen kraftverk. I 1999 var tilførslene via kraftverket 16 456 tonn, hvorav nesten 90% ble tilført i perioden juli til november (data fra NVE). NVE har beregnet at fjorden i middel fikk tilført 8 300 tonn pr år før oppstart av kraftverket. Resultatene viser at en stor vektandel av partiklene sedimenterer raskt når de kommer ut i fjorden; mer enn 12% (>2000 tonn) av det tilførte materialet i 1999, sedimenterte helt innerst i fjorden. Sammenlignet med 1991, før starten av kraftverket, ser det ikke ut til å ha vært noen økning i sedimentasjonen. Dette kan skyldes forhøyet sedimentasjon i 1991 grunnet anleggsarbeid i fjellsidene. Mengden SPM i fjordens overflatelag var sesongavhengig og stort sett styrt av tilførslene fra kraftverket. Nivåene var avtagende utover i fjorden og, med unntak for den innerste stasjonen, relativt lave (medianen < 3 mg/l). Dette støtter teorien om at en stor vektandel av materialet fra kraftverket sedimenterer ut raskt. Siktedyp og SPM-nivåene er meget gode når kraftverket står, men dette er ingen naturlig situasjon for fjorden. Målingene indikerer at Engabreelva og sandtaket i Fonndalen er viktige partikkelkilder til området utenfor Enganeset.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Holandsfjorden Partikler Sedimentasjon Spredning 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> the Holandsfjord Particles Sedimentation Distribution
--	---


Mats Walday
Prosjektleder


Frithjof Moy
for Forskningsleder


Bjørn Braaten
Forskningssjef

Svartisen kraftverk

**Spredning og sedimentasjon av partikler i
Holandsfjorden**

O-99034

Forord

Foreliggende rapport er utarbeidet av Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) på oppdrag fra Statkraft Engineering i henhold til deres kontrakt nummer 00/8129. Kontaktperson på Statkraft har vært Jan-Petter Magnell.

Fra NIVA har Eivind Oug foretatt PCA-analysene og rapportert resultatene fra disse. Kai Sørensen har vært ansvarlig for analysene av suspendert materiale. Åse Bakketun har opparbeidet sedimentfelle-materialet, Harry Efraimsen har foretatt analyser av kornfordeling, mens Roy Beba er ansvarlig for karbon og nitrogen-analyser av felle materialet. Jarle Molvær har bidratt med nyttige innspill underveis i arbeidet. Mats Walday har vært prosjektleder.

Olav Brunvatne fra Statkraft SF, samt Jim Bogen fra Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) har under arbeidets gang bidratt med nyttig informasjon

Svein-Arne Normann fra Statkraft har tatt prøver fra sedimentfellene, samt målt siktedyp og prøvetatt for analyser av suspendert materiale i vann fra Holandsfjorden

Oslo, 31. mai 2000

Mats Walday

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
1.1. Problemstilling	6
1.2. Fjordområdet	6
2. Metodikk	9
3. Resultater	11
3.1. Suspendert partikulært materiale	11
3.2. Sedimentasjon	17
4. Oppsummering	20
5. Referanser	21
Vedlegg A.	22
Vedlegg B.	24
Vedlegg C.	25
Vedlegg D.	26
Vedlegg E.	31

Sammendrag

Det er gjennomført sedimentfelleundersøkelser og analyser av suspendert partikulært materiale (SPM) i overflatevann i Holandsfjorden. Hensikten har vært å beregne spredning og sedimentasjon av de partikler som slippes ut via kraftverket innerst i fjorden. NVE har beregnet at partikkeltilførselen til fjorden vil kunne variere mellom 13 000 og 21 000 tonn pr år forutsatt at det er full drift av kraftverket gjennom hele avrenningsperioden for breene. I 1999 var tilførslene via kraftverket 16 456 tonn, hvorav nesten 90% ble tilført i perioden juli til november. Under naturlige forhold er det beregnet at fjorden i middel fikk tilført 8 300 tonn pr år. NVE har rapportert tilførsler til Holandsfjorden til og med 1999 (Bogen *et al.* 2000).

Resultatene fra to sedimentfellestasjoner viser at en stor vektandel av partiklene sedimenterer raskt når de kommer ut i fjorden. Fravær av de største partikkelstørrelsene (>60 µm) i sedimentfellene indikerer at disse partiklene, som utgjorde mer enn 12% (>2000 tonn) av det tilførte materialet i 1999, sedimenterte helt innerst i fjorden. Sedimentasjonen på den ytre stasjonen (ca. 6 km fra kraftverksutløpet) var mindre enn 1/5 av den på den indre stasjonen (ca. 1 km fra utløpet). Sammenlignet med 1991, før starten av kraftverket, ser det ikke ut til å ha vært noen økning i sedimentasjonen på stasjon S1 og S2. Dette kan skyldes at sedimentasjonen i 1991 var forhøyet grunnet anleggsarbeid i fjellsidene.

SPM i fjordens overflatelag er målt på 8 stasjoner og mengdene er sesongavhengige og stort sett styrt av tilførslene fra kraftverket. De høyeste SPM-nivåene blir målt i smeltesesongen. Nivåene er avtagende utover i fjorden og, med unntak for den innerste stasjonen, relativt lave (medianen < 3 mg/l). SPM-nivåene er mer enn halvert ved Enganeset ca. 10 km ut i fjorden. Dette støtter teorien om at mesteparten av materialet fra kraftverket sedimenterer ut raskt. Siktedyp og SPM-nivåer er meget gode når kraftverket står. Dette er imidlertid ingen naturlig situasjon for fjorden og kan derfor ikke brukes som sammenligningsgrunnlag ved vurdering av fjordens tilstand.

1. Innledning

1.1. Problemstilling

Holandsfjorden er siden 1993 resipient for avløpsvannet fra Svartisen kraftverk. Etableringen av kraftverket har forandret tilførselene av ferskvann til fjorden, både mengdemessig og i tid og rom. Tilførselen av vann har på årsbasis blitt større, og foregår nå hovedsakelig i den indre del av fjorden ved kraftverksutslippet (Kilvik). Før kraftverket ble etablert var det svært liten tilførsel av ferskvann vinterstid, dette har endret seg ved at det nå er driften av kraftverket som styrer i hvilken grad fjorden tilføres ferskvann. Etter at kraftverket kom i drift er det i perioder blitt observert brunlig overflatevann i store deler av Holandsfjorden, og det er målt stor tilførsel av partikler til fjorden gjennom kraftverket (Molvær *et al.* 1994; Molvær & Sørensen 1994) og meget høye verdier av suspendert partikulært materiale (SPM) i prøver fra fjorden. Det antas at disse forhold til en stor grad skyldes irregulære driftsforhold, bl.a. første gangs nedtapping med lav vannstand i kraftverks-magasinet (Storglomvatn) og anleggsarbeid i området rundt Storglomvatn. I de senere år har driften av kraftverket vært mer regulær og resultatene fra de siste års undersøkelser antas å kunne illustrere fjordens fremtidige tilstand med hensyn til partikkelproblematikken. Problemstillingen for den foreliggende rapport er hovedsakelig knyttet til:

- ◆ *Hva er den geografiske spredningen-, og hvor stor er sedimenteringen av det partikulære materiale som tilføres Nordfjord/Holandsfjord via utslippet fra Svartisen kraftverk?*

1.2. Fjordområdet

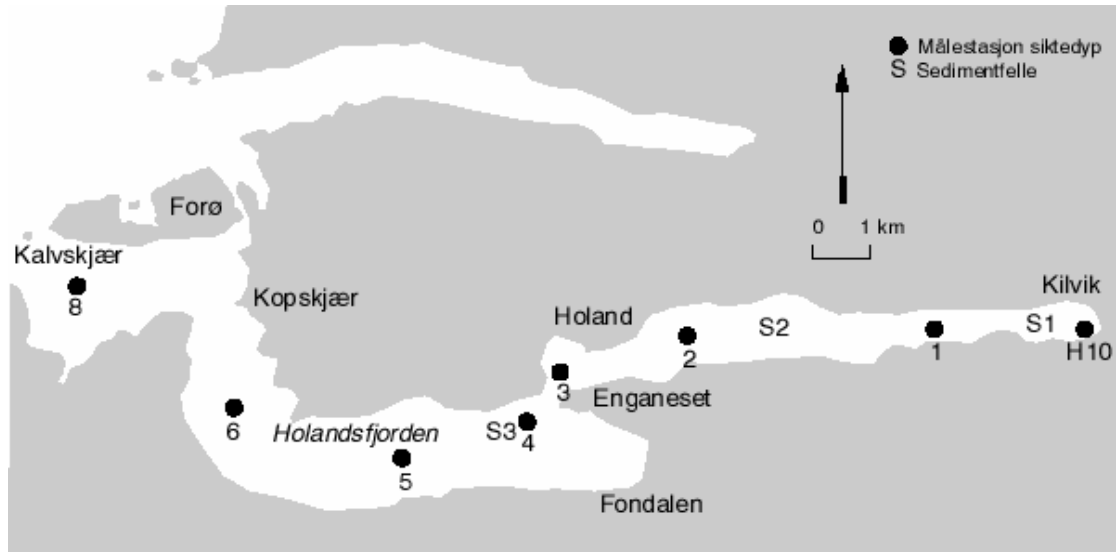
En grundig beskrivelse av fjordområdet er gitt av Walday *et al.* (1998), men noen hovedtrekk vil også bli beskrevet her. Figur 1 gir en oversikt over fjordområdet. Innsnevringen ved Enganeset inndeler Holandsfjord i to, og i noen sammenhenger brukes navnet Nordfjord på denne innerste del av fjorden. De viktigste topografiske data er gitt i Tabell 1. Holandsfjord har en terskel på ca. 45 m i ytre del og største dyp på ca. 250 m i indre del. Ved Enganeset er bunndypet ca. 100 m og denne deler dermed fjorden i to basseng. For hele fjorden gjelder at vannmassen under ca. 45 m dyp ikke har fri forbindelse med kystvannet (Figur 2).

Tabell 1. Topografiske data for Holandsfjorden, Nordland.

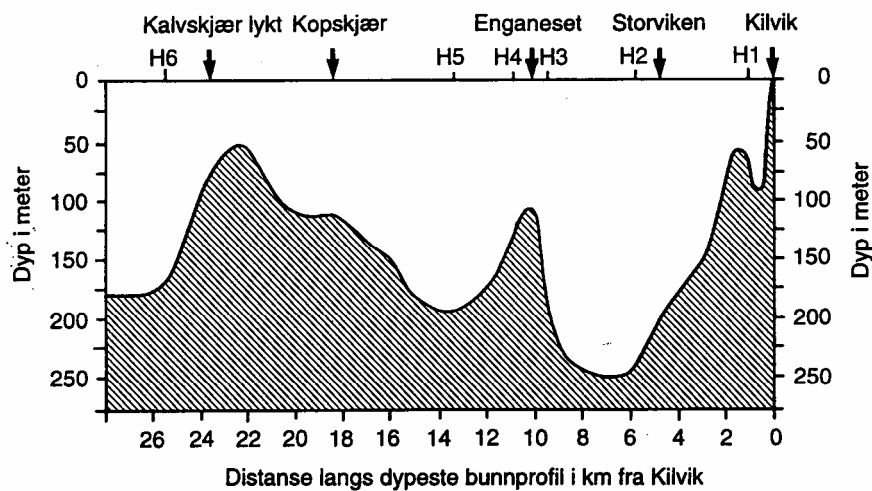
Område	Lengde	Bredde	Overflateareal
Indre Holandsfjord (Nordfjord)	10 km	0.5-1 km	8.9 km ²
Ytre Holandsfjord	12 km	1-2 km	23.2 km ²

Ferskvannstilrenningen til Holandsfjord før reguleringen ble beregnet av Statkraft (Magnell 1993), og variasjonene med tiden var store. For fjorden samlet varierte ukemidlene mellom ca. 2 m³/s og 70 m³/s, med en liten overvekt til ytre del. Utbyggingen av Svartisen kraftverk har ført til at:

- Fjordens indre del har fått økt sin ferskvannstilførsel ved at kraftverket slipper ut opptil 70 m³/s innerst i fjorden. Med kraftverket i drift vil ferskvannstilførselen variere relativt lite, men stans i kraftverket og ferskvannsutslippet vil medføre momentane og svært store endringer i ferskvannstilførselen.
- Fjordens ytre del har fått vesentlig redusert sin ferskvannstilførsel



Figur 1. Holandsfjorden med målestasjoner. Området innenfor Enganeset kalles også Nordfjord.



Figur 2. Langsgående bunnprofil for Holandsfjorden (fra Stigebrandt & Molvær 1994)

Fjordens vannmasser over terskeldyp er godt beskrevet gjennom de målinger av temperatur og saltholdighet som Statkraft har gjennomført siden 1977 (se bl.a. Kvambekk 1997 og 1999). Generelt kan vannmassene inndeles i tre lag:

- brakkvannslaget.
- mellomliggende lag: mellom brakkvannslagets nedre del og terskeldypet (45 m for Holandsfjorden som helhet og ca. 100 m dyp for fjorden innenfor Enganeset).
- bassengvann: fra terskeldypet til bassengenes største dyp.

Målinger i fjorden gir følgende hovedbilde når kraftverket er i drift:

- Ved stasjon 1 i Nordfjord er oftest brakkvannslaget 2-4 m tykt, mot grovt sett 2-3 m ved stasjon 5 utenfor Enganeset.

- Allerede ved stasjon 1 er saltholdighet i brakkevannslaget oftest omkring 14-20, dvs. at sjøvann da utgjør omkring halvparten av vannmassen
- Saltholdigheten i brakkevannslaget øker med 4-5 enheter fra stasjon 1 til stasjon 5, dvs. en ytterligere innblanding av sjøvann. Mye av denne økningen skjer ved selve Enganeset, dvs. mellom stasjon 3 og stasjon 4.

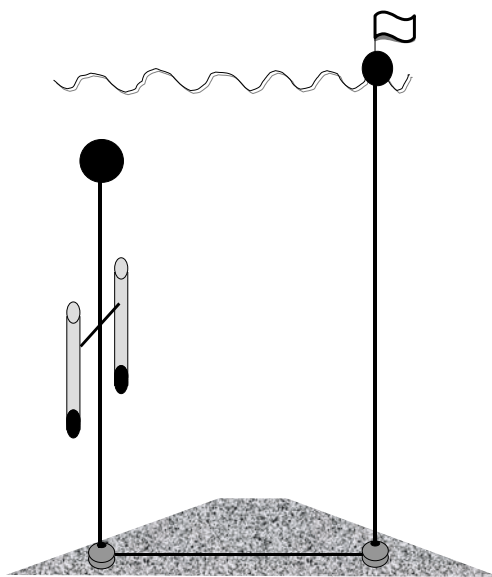
Oppholdstiden for brakkevannslaget i Nordfjord vil være endret som følge av endret ferskvannstilførsel. I oktober 1994 viste siktedypmålinger at partikler fra kraftverksutslippet befant seg utenfor Enganeset allerede om formiddagen dagen etter at kraftverket startet på nytt etter en lengre driftsstans (Molvær & Sørensen 1994). Dette kan tyde på at oppholdstiden for brakkevannslaget da var omkring 30 timer. Varierende vindretning, vindstyrke og lufttrykk vil imidlertid påvirke oppholdstiden som dermed antas å variere mellom 20 timer og 40 timer.

Basert på målinger er den midlere tilførselen av finpartikulært materiale til Holandsfjoden for perioden 1970-81 beregnet til 8 360 tonn pr år. Det er store variasjoner mellom årene. I 1987 ble tilførselen målt og beregnet til 6 270 tonn (Bogen *et al.* 1999). For 1999 er tilførselen gjennom kraftverket beregnet til 16 456 tonn. Forutsatt at kraftverket er i drift gjennom hele avrenningsperioden for breene forventer NVE at tilførselen vil ligge mellom 13 000 og 21 000 tonn/år.

2. Metodikk

Siden september 1998 har Statkraft ca. hver 14. dag med vannhenter samlet inn prøver av overflatevann fra 8 stasjoner i Holandsfjorden (Figur 1). Dette er gjort parallelt med målinger av siktedyp og salt/temperatur som rutinemessig utføres i fjorden. Vannprøvene er sendt til NIVA hvor de er blitt analysert for totalt suspendert materiale (SPM). Analysemetodikken er beskrevet i Vedlegg A.

Sedimentasjonen i et bestemt område kan måles ved å utplassere sedimentfeller som fanger opp det partikulære materiale som synker gjennom et bestemt dyp i vannmassene. Deretter kan en beregne fluksen, det vil si mengde partikulært materiale pr. tidsenhet. Fellene gir informasjon om situasjonen over den tid fella står ute, typisk over dager/uker. Sedimentasjonen gjennom et dypnivå er gitt av den totale partikulære fluksen (TPF) uttrykt i gram eller kilo pr. kvadratmeter og døgn, eventuelt år. Sedimentfeller ble satt ut på 3 stasjoner i Holandsfjorden 21. mai 1999, jfr tabell 2 og (Figur 1). Stasjonen innerst i fjorden står ca. 500 m utenfor kraftverkets utløp. Fellene er pr. april 2000 blitt tømt 4 ganger; 22 juni, 1 september og 22 november i 1999, samt 19. mars i år 2000. Ved tømming 22. november kunne ikke fellene på stasjon S3 gjenfinnes og det mangler derfor data fra denne stasjonen siden 1. september. Tømming og ettersyn av fellene blir utført av personell fra Statkraft.



Figur 3. Sedimentfeller; 2 feller pr. rigg. Tegningen viser arrangementet av fellene. I Holandsfjorden brukes landtau istedenfor overflatebøye (fra Helland & Bakke 1999). Fellene har en indre diameter på 10 cm.

Tabell 2. Lengde-/breddegrad og bunndyp på de tre sedimentfellestasjonene, samt dyp fellene er plassert på i vannsøylen.

Stasjon	Posisjon	Bunndyp	Felledyp
S1	N 66°43,718' Ø 13°52,617'	90m	70m
S2	N 66°43,52' Ø 13°46,36'	230m	120m
S3	N 66°42,625' Ø 13°39,815'	150m	120m

Kornfordeling i sedimentfelle materialet er undersøkt og analysen ble utført på en Coulter Counter med Orifice tube (hull-tubus) 100µm og 0.9 % NaCl som elektrolytt. Samtlige suspensjoner ble ultralyd-behandlet i 10-15 sekunder før de ble analysert.

Felle materialet fra perioden 22. juni til 22. november er analysert for innhold av total-nitrogen (TN) og totalt organisk karbon (TOC). Analysemetodikken er beskrevet i vedlegg A.

Nedbørdata er blitt innhentet fra Det Norske Meteorologiske Institutt (DNMI) for værstasjonen i Glomfjord. Sum nedbør pr. måned for undersøkelsesperioden er vist i Figur 12 i vedlegg C. Det antas at nedbørforholdene i Glomfjord ikke skiller seg vesentlig fra forholdene i den nærliggende Holandsfjorden.

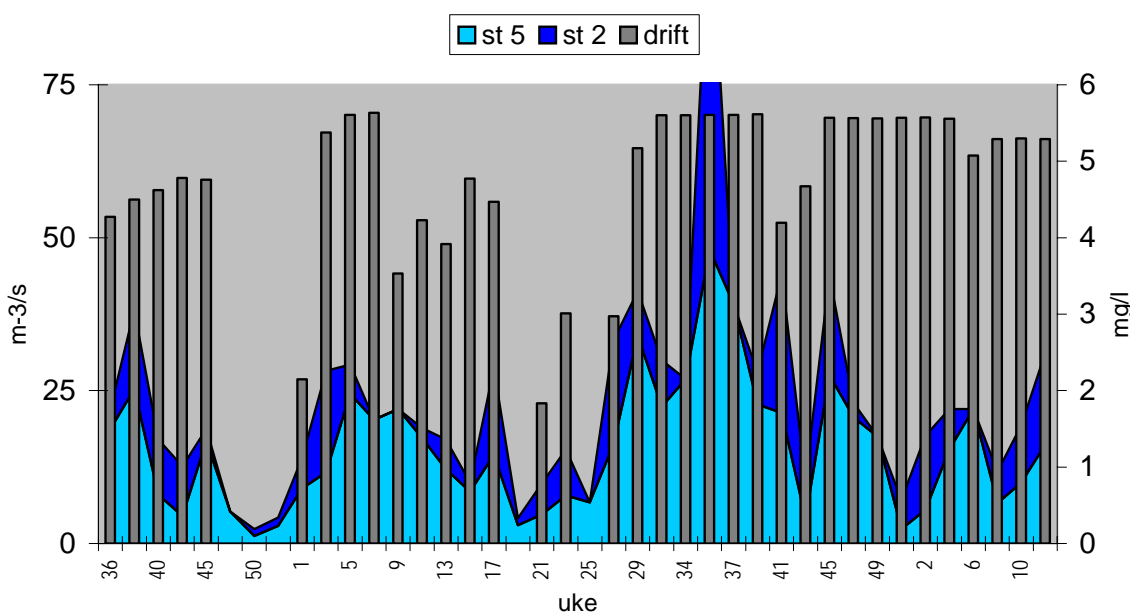
Det er foretatt multivariatanalyser av datane for SPM fra 1998-2000 for å beskrive hovedutviklingen i perioden. Analysene er foretatt med prinsippal komponent-analyse (PCA), som er en teknikk hvor alle data analyseres under ett og hvor relasjonene vises i samtidige plott av stasjoner og prøver. Prøveseriene fra uke 9 og 17 i 1999 er tatt ut og analysen er derved kjørt på 8 stasjoner og 27 prøveserier (variable)

3. Resultater

3.1. Suspendert partikulært materiale

Samtlige resultater fra målinger av suspendert materiale (SPM) i overflatevannet i Holandsfjorden er vist i vedlegg B og E. Bortsett fra på stasjon H10 innerst i fjorden så er mengdene av partikulært materiale i overflaten relativt lave, særlig med tanke på at dette er en brefjord. Kystvann inneholder normalt rundt 1-1,5 mg/l av SPM, og det er kun innenfor Enganeset en finner verdier som i særlig grad overstiger dette (Vedlegg E.).

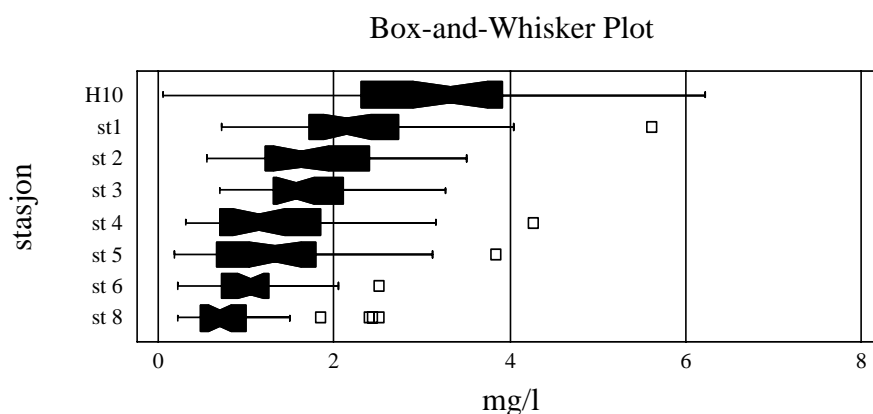
Nedenfor er resultatene for 2 stasjoner vist i Figur 4. Figuren indikerer en samvariasjon mellom vannføring ut av kraftverket og mengden SPM i overflatevannet, og større mengde SPM på den indre enn på den ytre stasjonen når kraftverket er i drift. Regresjonsanalyser av forholdet mellom vannføring ut av kraftverket og mengden partikulært materiale i overflatevannet ga en statistisk signifikant eksponensiell sammenheng mellom de to parametrene. Resultater fra disse beregninger er gitt i vedlegg D.



Figur 4. Suspendert materiale (SPM, mg/l) i overflateprøver fra 2 stasjoner i Holandsfjorden i perioden uke 36 i 1998 til uke 12 i 2000, sammenlignet med drift av kraftverket. Stasjon 2 er innenfor Enganeset, stasjon 5 utenfor Enganeset. Drift er lik gjennomsnittlig mengde vann (m³/s) ut av kraftverket de siste 48 timer i forkant av prøvetaking.

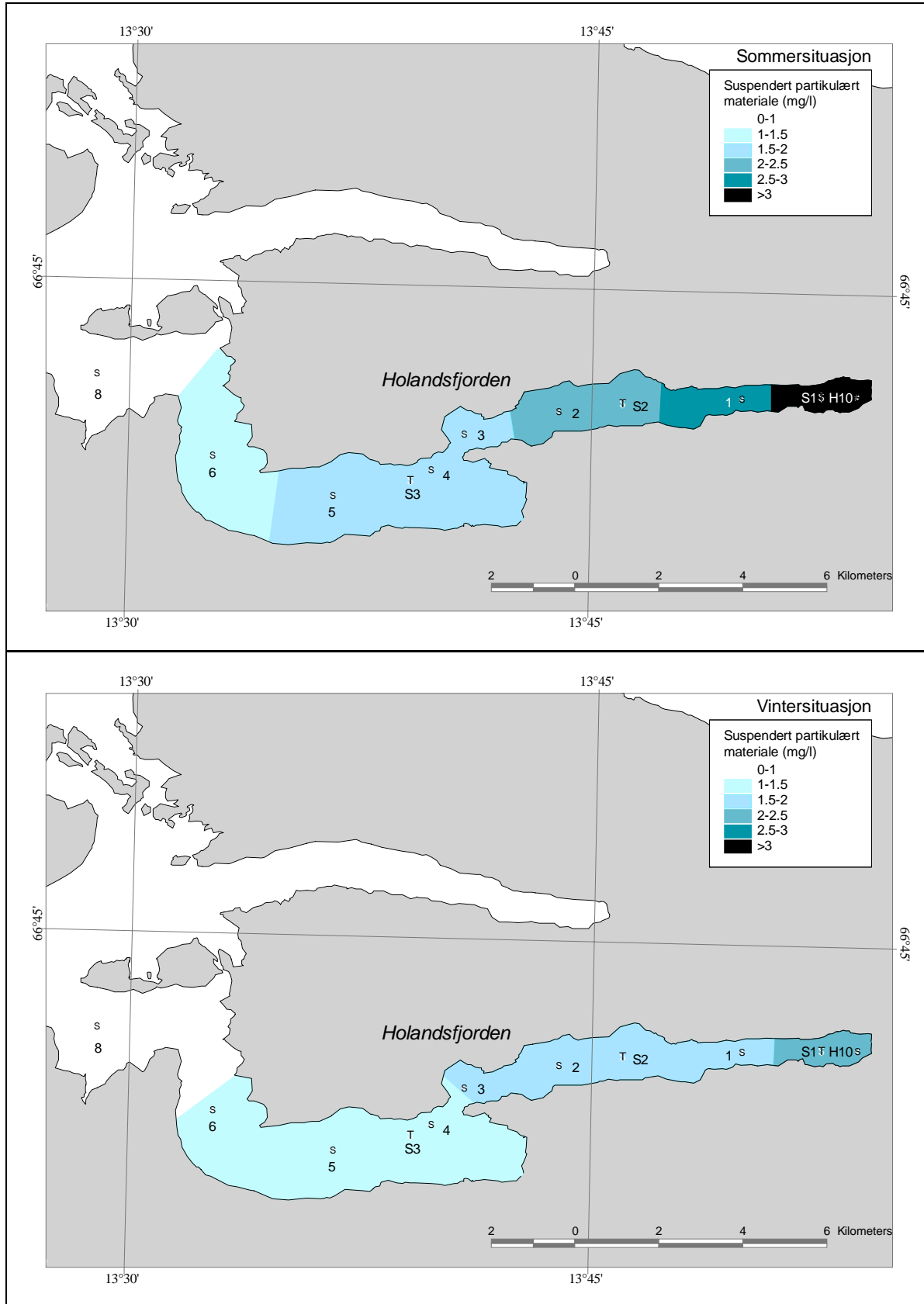
NVE har registrert at nærmere 90 % av den totale sedimenttransporten gjennom kraftverket i 1999 foregikk i perioden juli til november (Bogen pers. medd.). I deler av denne periode ble det samtidig registrert store mengder regn på værstasjonen i den nærliggende Glomfjorden (se Vedlegg C. Dette er høyst sannsynlig årsaken til de høye SPM verdier som ble målt i fjorden i denne perioden (uke 27-47 i Figur 4). Se også Vedlegg E (Figur 16). Under prøvetaking i uke 38 i 1998 var det spyling av bekkeinntakene langs indre del av fjorden hvilket er den trolige årsak til forskjellen mellom stasjon 2 og 5 som Figur 4 viser i denne uken.

Det var store forskjeller i variansen rundt gjennomsnittet av SPM for alle de 8 stasjonene, og en test av forskjellen i SPM-konsentrasjon på stasjonene er derfor gjort på median istedenfor gjennomsnitt (Kruskal-Wallis test). Det var avtagende medianer og en mindre spredning rundt medianene utover i fjorden, med unntak for stasjon 5 som hadde noe høyere median enn stasjon 4 (Figur 5). De to innerste stasjonene hadde signifikant høyere SPM-nivåer enn alle de øvrige stasjonene ($p < 0,05$), mens stasjonene 4, 6 og 8 hadde signifikant lavere verdier enn stasjonene innenfor Enganeset.



Figur 5. Suspendert materiale (mg/l) i overflatevann i Holandsfjorden med kraftverket i drift under prøvetaking, eller minimum i løpet av 48 timer forut for prøvetaking, i perioden uke 36 i 1998 til uke 12 i 2000. 2 manglende verdier er konstruert ved ekstrapolering. 50% av verdiene ligger innenfor boksen (Q1 til Q3), midjen på boksen indikerer medianen, strekene viser spredningen av datane: $1,5 \times (Q3 - Q1)$, rektanglene viser ekstremverdier utenfor denne spredning. Enkelte ekstremverdier på de indre stasjonene er ikke vist i figuren.

Fordelingen av suspendert partikulært materiale i overflaten utover i fjorden sommer- og vintertid er illustrert på kartene i Figur 6. SPM-gradienten utover fjorden viser tydelig at partiklene tilføres fjorden innerst ved Kilvik (kraftverket), men den viser også at en stor del av partiklene forsvinner fra overflatelaget før Enganeset; mengden er omtrent halvert ved Enganeset både sommer- og vintertid. Videre kan en se at tilførselen er meget større sommerstid. Dette skyldes snøsmeltingen i fjellområdene langs fjorden i denne perioden samt utstrakt bruk av vann fra nord/sydoverføringen.



Figur 6. Konsentrasjon av SPM i overflaten i Holandsfjorden. Sommer (øverst) og vinter situasjon ('sommer' = uke 18-43, n=15), 'vinter' = uke 44-17). Figuren viser også SPM-stasjonene H10-8 samt sedimentfellestasjonene S1-S3

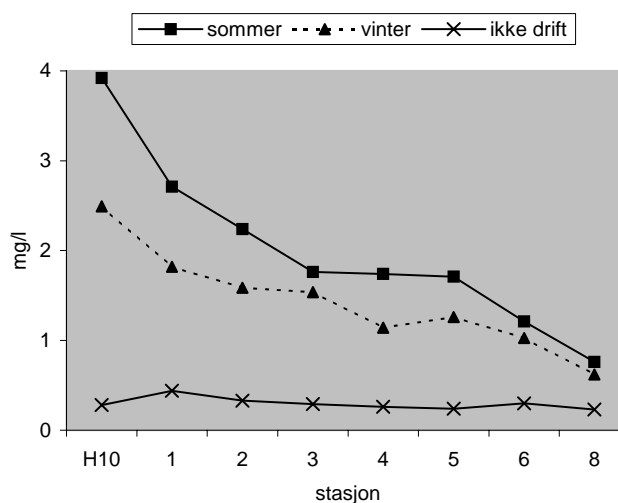
Ved å plote medianverdiene for SPM sommer- (mai-oktober) og vintertid (november-april) hver for seg ser man at det er sesongforskjeller i tilførslene til fjorden og at denne er tydeligst innerst i fjorden, ved utløpet fra kraftverket (Figur 7).

Den økte forskjellen mellom kurvene ved stasjon 4 og 5 indikerer lokale tilførsler av partikler til dette området om sommeren. NVEs målinger ved utløpet av Engavatn viste en tilførsel til dette fjordområdet på ca 1 300 tonn i 1999. Mer enn 80% var partikler mindre enn $63\mu\text{m}$ (Bogen *et al.* 2000). Engavatn og sandtaket i Fonndalen (se Walday & Aspholm 1999) er sannsynligvis hovedkildene til tilførslene som ses i figuren.

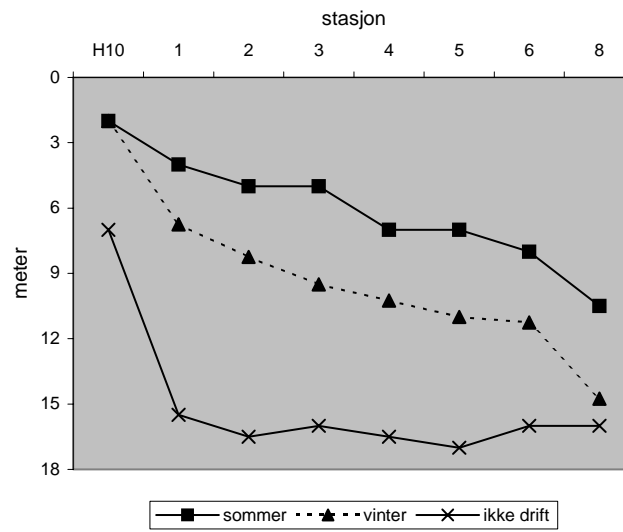
I samme figur er også resultatene fra målinger ved driftsstans plottet, kraftverket har da ikke vært i drift i de nærmeste 48 timene før prøvetaking. Det er da ingen gradient i SPM utover fjorden, men isteden lave verdier på samtlige stasjoner. Det må bemerkes at 4 av de 5 prøvetakinger under driftsstans er foretatt vinterstid, og at dette er en viktig bidragende årsak til de lave verdiene og det faktum at en ikke kan spore tilførsler fra Engabreelva og sandtaket i Fonndalen i denne kurven.

Fjordens tilstand i henhold til siktedyp kan for det meste klassifiseres som 'mindre god' til 'meget god' (siktedyp 4,5 til >7 m), utenfor Enganeset som 'god' til 'meget god' (siktedyp 6 til >7 m) (Molvær *et al.* 1997). På stasjon H10 var den stort sett 'meget dårlig' (siktedyp $< 2,5$ m) med kraftverket i drift.

Medianen av siktedypet gir nesten det samme relative bildet som en får fra SPM-målingene (Figur 8). Imidlertid er forskjellen i siktedyp mellom vinter og sommer omtrent like stor på alle stasjoner (unntatt H10 hvor både vinter-og 'ikke drift'-perioder hadde medianer som var relativt 'dårligere' enn tilsvarende for SPM målingene).

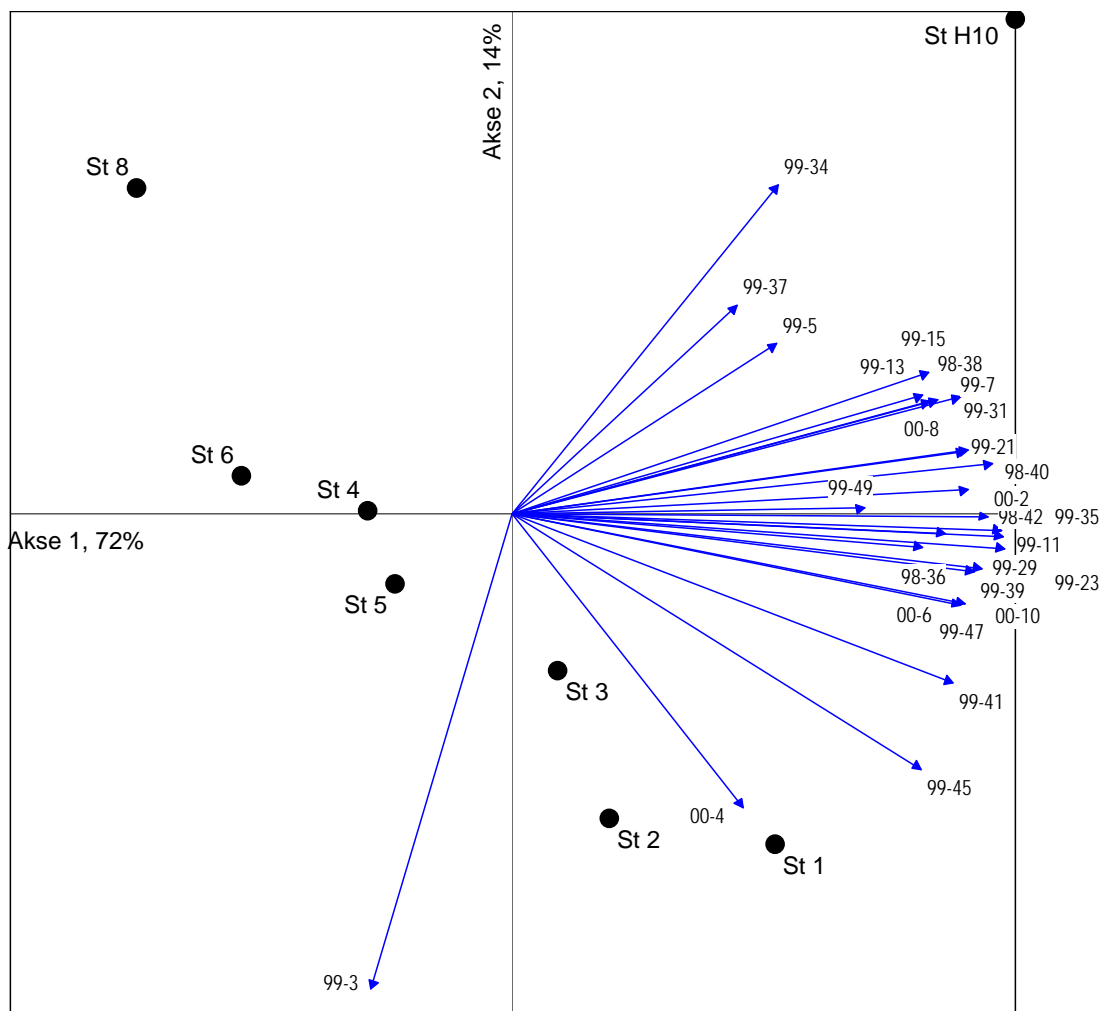


Figur 7. Medianverdier for SPM i Holandsfjorden 'sommer' (uke 18-43, n=15), 'vinter' (uke 44-17, n=20) og i perioder med driftsstans på kraftverket (n=5). Med driftsstans menes at kraftverket ikke har vært i drift i de 48 timene før prøvetaking.



Figur 8. Medianverdier for siktedyp i Holandsfjorden 'sommer' (uke 18-43, n=15), 'vinter' (uke 44-17, n=20) og i perioder med driftsstans på kraftverket (n=5). Med driftsstans menes at kraftverket ikke har vært i drift i de 48 timene før prøvetaking.

PCA-analysene viser at hovedtrenden i datamaterialet er avtagende verdier for SPM fra stasjon 1 til stasjon 8, men i noen prøveserier er dette bildet ikke tydelig (Figur 9). Stasjon H10 skiller seg ut og synes å leve sitt eget liv.



Figur 9. Prinsipal komponent analyse (PCA) av SPM-målingene i Holandsfjorden. Hvert prøvetidspunkt (uke) er lest en variabel, dvs. analysen viser hvordan transektene for hver uke (over stasjonene) korrelerer innbyrdes. Akse 1 og 2 viser tilsammen 86% av variansen i datamaterialet.

Kommentarer til Figur 9:

1. De fleste prøveseriene har gradvis fallende verdier fra st. 1 til st. 8. Dette vises ved at stasjonene faller nesten i rekkefølge langs akse 1, som fanger svært mye varians (> 70%). Så godt som alle prøveseriene (vektorene) peker i samme retning i forhold til akse 1. Stasjonene ligger ikke parallelt med akse 1 fordi stasjon H10 skiller seg ut (akse 2). Denne kan ha høye eller lave verdier i forhold til stasjonene på transektet. Dette gir en viftefasong til variabelvektorene.
2. Prøveseriene (vektorene) langs akse 1 og under denne i høyre kvadrant har generelt fallende verdier fra st. 1 til 8 og forholdsvis lave verdier på H10. De relativt laveste verdiene på H10 finnes på de nederste prøvene (00-4, 99-45, 99-41). Prøven 99-3 er karakterisert ved en svært lav verdi på H10.
3. Prøveseriene over akse 1 i øvre høyre kvadrant har også generelt fallende verdier fra st. 1 til 8, men høye verdier for H10. Gradienten langs stasjon 1-8 blir svakere oppover i diagrammet. De øverste prøvene (99-34, 99-37, 99-5) har liten til ingen trend og utmerker seg bare ved relativt forhøyd verdi på H10 (vektorene står omtrent vinkelrett på linjen stasjonene ligger på).
4. Det er ingen åpenbar systematikk i prøveseriens beliggenhet, men det kan synes som om det er en overvekt av vinterprøver (lave og høye ukenummer) i nedre venstre kvadrant, dvs. prøver med lave verdier på H10.

3.2. Sedimentasjon

Den totale partikulære fluksen (TPF) har i perioden 21. mai 1999 til 19. mars 2000 vært klart høyest på stasjon S1 like utenfor utslippet fra Svartisen kraftverk (Tabell 3). TPF varierte fra 0,7 gram/m²/dag på stasjon S2 i den første perioden (mai-juni), til 16,6, på stasjon S1 i høstperioden (september-november). Det er nærliggende å anta at dette primært har sammenheng med utslippet av partikkelholdig kraftverksvann, men at også mengden nedbør påvirker resultatene, se Tabell 3. For hele perioden har det sedimentert 52,7 gram i fellene på S1, mens det bare har sedimentert 9,3 gram på stasjon S2 lenger ut i fjorden. Dette viser at en stor vektandel av partiklene sedimenterer raskt når de kommer ut i fjorden.

Umiddelbart under brakkvannslaget vil det finnes en (i gjennomsnitt) innadgående strøm som erstatter det sjøvannet som fjernes fra fjorden gjennom det utstrømmende brakkvannslaget. Denne mekanismen kan fange opp langsomt synkende partikler langt ute i fjorden og bringe dem innover igjen mens de synker videre. Det lar seg ikke gjøre å beskrive denne situasjonen kvantitativt, men sannsynligvis bidrar dette sirkulasjonsmønsteret til å øke andelen av partikler som sedimenterer innenfor Enganeset.

Fra stasjon S2 utover til S3 var det en økning i TPF. Dette kan skyldes at hastigheten på den utadgående brakkvannstrømmen avtar der fjorden utvider seg utenfor Enganeset, og dermed evnen til å holde partikler i suspensjon, med en økt sedimentasjon som resultat. Det er imidlertid nærliggende å anta at Engavatn og sandtaket i Fondalen også bidrar med partikler til denne stasjonen.

I den første undersøkelsesperioden (uke 20-25) var driften av kraftverket begrenset (17% av tiden), nedbøren relativt liten og fluksen var også den minste. I uke 35-47 var driften størst (91% av tiden), nedbøren høy og fluksen var høyest. En viktig parameter for partikkeltilførselen er avsmeltingen i fjordens nedbørfelt. Denne er ikke vist i Tabell 3 men kan forventes og være på sitt største rundt uke 30-40. I tillegg gir bruken av vann fra nord/sydoverføringen i denne perioden høyere tilførsler enn det bruk av vann fra magasinet ville ha gjort. I vinterperioden (uke 47-11) var det mye nedbør, men mesteparten av denne falt i form av snø og har derfor ikke påvirket partikkeltilførselen til fjorden. Dette gir seg tydelig uttrykk i den lave fluks som er målt i sedimentfellene i denne perioden, på tross av kraftverket var i drift i 98% av tiden.

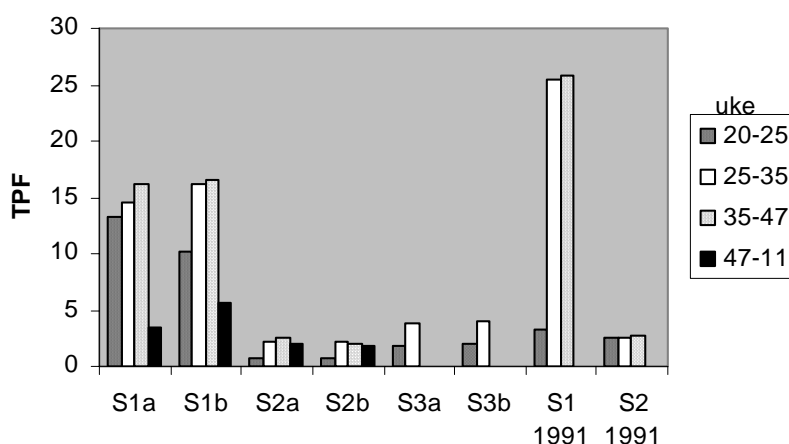
Tabell 3. Sedimentfellemålinger. Total partikulær fluks (g/m²/dag) på de tre stasjonene i Holandsfjorden (mengdene fra begge fellene, A og B, er vist). Resultater fra fire perioder, samt informasjon om antall driftstimer for kraftverket og nedbør i Glomfjord for hver av periodene. Nedbørdata fra DNMI.

uke	antall dager / timer	antall drifts- timer	nedbør i mm i perioden	Stasjon og total partikulær fluks i gram/m ² /dag					
				1		2		3	
				felle A	felle B	felle A	felle B	felle A	felle B
20-25	31 / 744	120	120,9	13.2	10.1	0.7	0.7	1.9	1.9
25-35	72 / 1728	1094	424,8	14.5	16.2	2.3	2.2	3.8	4.0
35-47	82 / 1968	1792	664,2	16.2	16.6	2.6	2.1	-	-
47-11	119 / 2856	2790	907,8	3.5	5.7	2.0	1.7	-	-

Sedimentasjonen ble også målt i 1991 og 1992, før kraftverket startet opp (Holte *et al.* 1994). Resultater fra 1991-målingene er sammenholdt med 1999 resultatene i Figur 10. Undersøkelsene i 1992 var preget av erosjon i fjellssidene ved fjorden og egner seg derfor ikke til sammenlikning. Tidsperiodene for sedimentasjonsmålingene er ikke identiske for 1991 og 1999 (se figurtekst Figur

10), men blir her ansett som tilstrekkelig like til å kunne gjøre en sammenlikning. Nedbørmønsteret i 1991 og 1999 anses også tilstrekkelig like til å gjøre denne sammenlikning.

Sedimentasjonen på stasjon S1 og S2 var stort sett lavere i 1999 enn i 1991; ca. 25% lavere fluks på S1 sett over hele perioden. Det er kun i uke 20-25 på S1 at 1999-sedimentasjonen var høyere enn i 1991. På stasjon S2, litt lenger ut i fjorden, var fluksen ca 50% høyere 1991 enn i 1999, sett over hele perioden. Dette har sammenheng med at tilførslene den gang ikke var konsentrert til et punkt innerst i fjorden, men jevnere fordelt langs hele fjorden. Resultatene indikerer at sedimentasjonen i de undersøkte områder ikke har økt siden 1991. Det er imidlertid vanskelig å vurdere hvor godt målingene i 1991 representerer en førsituasjon siden anleggsarbeidet da var i full gang og bidro til partikkeltilførslene til fjorden.

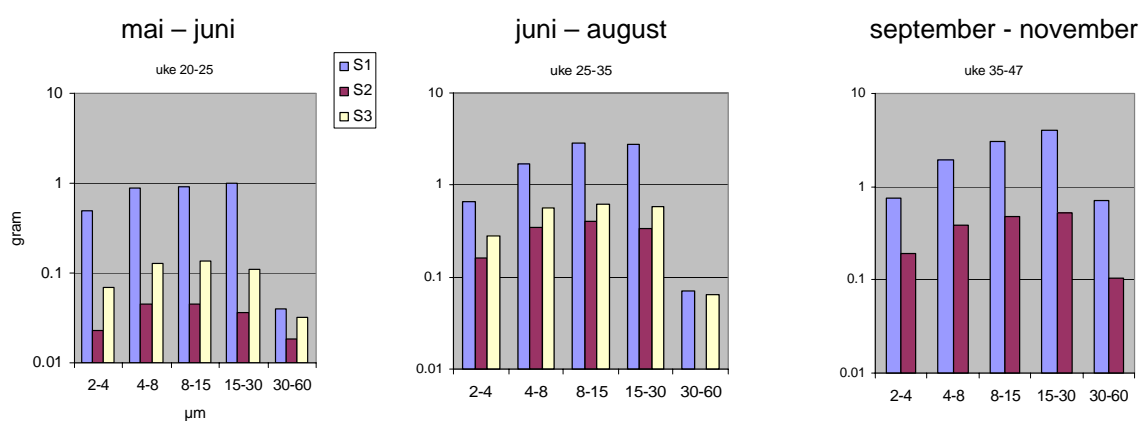


Figur 10. Sedimentfelleforsøk. Total partikulær fluks (TPF, g/m²/dag) på 3 stasjoner i Holandsfjorden i 4 ulike tidsperioder i 1999-2000. Resultater fra hver av fellene er vist. Resultater fra 1991 er også vist i figuren (Holte *et al.* 1994). Den gang ble stasjonene betegnet N1 og N2 og tidsperiodene var uke 20-24, 24-36 og 36-49, noe annerledes enn vist i figuren.

Analyser av kornfordeling er foretatt på prøvene fra de første tre tidsintervallene (se Tabell 3). Resultatene viser en noenlunde lik størrelsesfordeling av partikler på stasjon S1, S2 og S3, med en tendens til positiv skjevhet, dvs. en hale av fine kornstørrelser og en forholdsvis skarp avgrensning mot de grove partiklene (Tabell 4 og Figur 11). Denne skjevhet er typisk for sediment/partikler i suspensjon. Alt materiale i fellene var mindre enn 60µm, og majoriteten var i størrelsesorden 4-30µm (veldig fin- til medium silt). Dette indikerer at sandfraksjonen og en stor del av siltfraksjonen faller ut raskt, noe som i 1999 representerte mer enn 12% (>2000 tonn) av de totale tilførslene til fjorden. Andelen av grove partikler i prøvene var større i smeltperioden enn tidligere på sommeren. Dette har sannsynligvis sammenheng med bruken av vann fra nord/sydoverføringen i smelteperiodene.

Tabell 4. Sedimentfellemålinger. Fordeling av partikler i 5 størrelsesintervall. Tallene viser fraksjonens prosentvise andel av prøvens totale vekt.

uke: µm	20-25			25-35			35-47	
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2
2-4	14.9	13.7	14.7	8.2	12.9	13	7.1	11.3
4-8	26.9	26.8	27.2	21.0	27.5	26.9	18.3	22.9
8-15	27.2	26.8	28.7	35.8	32.1	29.4	29.4	28.6
15-30	29.8	21.6	22.8	34.1	26.8	27.7	38.4	31.0
30-60	1.2	11.1	6.7	0.9	0.7	3.1	6.8	6.2



Figur 11. Sedimentfelleundersøkelser. Kornfordeling fra sedimentfellene. Vekt av 5 størrelsesfraksjoner fordelt på tre tidsperioder i 1999: uke 20-25, 25-35 og 35-47. Stasjon S3 kun i perioden uke 20-35. Merk logaritmisk y-akse.

Innholdet av organisk karbon og total-nitrogen har i hele perioden vært lavest i sedimentene på den indre stasjonen (Tabell 5). Dette viser at innholdet av materiale med mineralogent opphav er størst nærmest kraftverket. På S3 kan en også se et større innslag mineralogent materiale enn på S2, sannsynligvis med opphav fra Engabreelva og sandtaket i Fonndalen.

Tabell 5. Innhold av total karbon og nitrogen (mg/g tørrstoff) i sedimentfelleprøver fra 3 stasjoner i Holandsfjorden

stasjon	uke 20-25			uke 25-35			uke 35-47	
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2
tot-N	2,0	8,0	5,2	<1,0	4,1	3,7	1,5	3,1
TOC	16,3	75,8	50,7	14,0	37,8	37,5	12,8	27,0
C/N	9,5	11,1	11,4	(32,7)	10,8	11,8	10,0	10,2

4. Oppsummering

- Det er tidligere estimert at omtrent 30% av den leire og silt som slippes ut fra kraftverket transporteres forbi Enganeset (Walday *et al.* 1998). De foreliggende undersøkelser viser at innholdet av SPM i overflatevannet er mer enn halvert før det når Enganeset. Lokale tilførsler av partikler til området utenfor Enganeset gjør det vanskelig å vurdere hvorvidt de tidligere estimerte 30% er korrekte, men det vurderes fortsatt som et sannsynlig estimat.
- Nivåene av SPM i overflaten er for det meste relativt lave, særlig med tanke på at dette er en brefjord. Kystvann inneholder normalt opptil 1,5 mg/l av SPM, og nivåene i Holandsfjorden ligger for det meste under 2 mg/l med kraftverket i drift. På den innerste stasjonen, rett utenfor kraftverkestes utslipp er medianverdien 3,92 mg/l med kraftverket i drift
- Det er sesongvariasjoner i tilførslene til fjorden, med høyest tilførsler i smeltesesongen. Denne variasjonen registreres tydeligst innerst i fjorden.
- Fjordens tilstand i henhold til siktedyp kan for det meste klassifiseres som ”mindre god” til ”meget god”, utenfor Enganeset som ”god” til ”meget god” (Molvær *et al.* 1997).
- En stor vektandel av partiklene sedimenterer raskt når de kommer ut i fjorden. Mer enn 12% (>2000 tonn) av det tilførte materialet i 1999 sedimenterte helt innerst i fjorden. Sedimentasjonen på den ytre stasjonen ca. 6 km fra kraftverksutløpet var mindre enn 1/5 av den på den indre stasjonen (ca. 1 km fra utløpet).

5. Referanser

- Bogen J., Bønsnes T.E. & H.C. Olsen. 1999. *Sedimenttilførsel til Holandsfjord/Nordfjord. Forventet suspensjonstransport ved normal drift*. HM notat nr. 25 – 1999, Norges Vassdrag og energidirektorat, 11s.
- Bogen J., Bønsnes T.E. & H.C. Olsen. 2000. *Sedimenttilførsel til Holandsfjord/Nordfjord. Beregning av tilførsel fra forskjellige kilder*. HM notat nr. 17 – 2000, Norges Vassdrag og energidirektorat, 17s.
- Helland A., Bakke T. 1999. *Geographical and easonal variability in sedimentation in the Glomma estuary, south eastern Norway*. Poster Nordisk Havforskermøte i Hirtshals, Danmark, 1999.
- Holte B., Johnsen T., Molvær J., Næs K., Pedersen A. & M. Walday. 1994. *Undersøkelser av miljøforhold i Glomfjord og Holandsfjord i 1991–1992. Vedlegg til delrapport 1: Vannkjemi, biologi og sedimentasjon i Holandsfjord*. Overvåkingsrapport nr. 574/94. TA-nr. 1104/1994. NIVA-rapport 3059. 114s.
- Kvambekk Å.S. 1997. *Temperatur- og saltmålinger og isforhold i Holandsfjorden og Glomfjorden før åpningen av Svartisen kraftverk (1976-1993)*. NVE rapport 02 1997.
- Kvambekk Å.S. 1999. *Isforhold, temperatur- og saltmålinger i Holandsfjorden og Glomfjorden etter åpningen av Svartisen kraftverk (1993-1998)*. NVE rapport 17 1999.
- Magnell J.-P. 1993. *Ferskvannstilførsel til Glomfjord og Holandsfjord (1991-92)*. Statkraft TT-notat. Miljø/002024. Oslo.
- Molvær J., Knutzen J., Magnusson J., Rygg B. Skei J. & J. Sørensen. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning*. SFT veiledning 97:03. TA-nr. TA-1467/1997. 36s.
- Molvær J., Johnsen T.M., Lømsland E.R. & K. Sørensen. 1994. *Undersøkelser av miljøvirkninger fra utslipp av breslam til Holandsfjorden august 1994*. NIVA-rapport 3129. 22s.
- Molvær J. & K. Sørensen. 1994. *Målinger i Holandsfjord og Storglomvatn ved oppstart av Svartisen kraftverk oktober 1994*. NIVA-notat O-94182. 8s.
- Stigebrandt A. & J. Molvær. 1994. *Undersøkelser av miljøforhold i Glomfjord og Holandsfjord i 1991-1992. Delrapport 2 Modellsimulering av effekter av endret ferskvannstilførsel til Holandsfjord*. NIVA-rapport 3060. SFT overvåkingsrapport 570/94. TA-nr. 1100/1994. 49s.
- Walday, M. & O. Aspholm. 1999. *Utslipp til Holandsfjorden fra Nordland Betong A/S. Befaring 1. september 1999*. NIVA-rapport 4123-99. 12s.
- Walday, M., Helland, A., Johnsen, T., Lømsland, E., Molvær, J. & E. Nygaard. 1998. *Utslipp av breslam til Holandsfjorden fra Svartisen kraftverk. Spredning og mulige effekter av partikkeltilførselen*. NIVA-rapport 3945-98. 28s.

Vedlegg A.

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
B 4	Totalt suspendert materiale	mg/l	TSM
<p>Tittel:</p> <p>Bestemmelse av totalt suspendert materiale.</p>			
<p>Anvendelsesområde:</p> <p>Metoden brukes til bestemmelse av små mengder suspendert materiale i sjøvann og brakkevann. Anvendelse av metoden forutsetter bruk av mikrovekt utstyrt med ionekilde som fjerner statisk elektrisitet.</p>			
<p>Prinsipp:</p> <p>Nuclepore kapillærfiltre tørkes ved 40 - 50 °C i to timer, og taraen bestemmes ved veiing på mikrovekt utstyrt med ionekilde. Prøven filtreres gjennom et slikt filter, som igjen tørkes ved 40 - 50 °C i to timer før det veies på mikrovekt. Tørrstoffet representeres ved vektøkningen.</p>			
<p>Instrument(er):</p> <p><i>Sartorius 4503 Micro utstyrt med ionekilde "Static Eliminator Bar, Pu 210, Item no. LC 9793. Nuclepore kapillærfilter med porevidde 0.4 µm og diameter 47 mm. Filtreroppsats og vannstrålepumpe.</i></p>			
<p>Målesikkerhet:</p> <p><i>Etter 38 dobbeltanalyser av naturlige prøver ble middelerdi og standardavvik for differansene 0.02 og 0.36 mg/l.</i></p>			
<p>Referanser:</p> <p>Standard methods 1989, 17th. Ed., 2540 D: Total suspended solids dried at 103 – 105 °C.</p>			

NIVA-metode nr. G 6	Analysevariabel: Totalt karbon og nitrogen	Måleenhet: mg/l	Labdatakode: TC/F, TN/F
Tittel: Bestemmelse av karbon og nitrogen i fast stoff med Carlo Erba elementanalysator.			
Anvendelsesområde: Metoden gjelder for bestemmelse av nitrogen og karbon i tørt stoff og i ikke-flyktige, tungt-flytende væsker, samt frafiltrert materiale på glassfiberfiltre. Konsentrasjonsområdet for bestemmelsen er 0.1 % - 100 %. Tørkede prøver må kunne homogeniseres til pulverform da uttaket pr. prøve er fra 0.5 mg til 10 mg. Deteksjonsgrenser : 0.1% nitrogen - 1.0 µg/mg N, 0.1% karbon - 1.0 µg/mg C.			
Prinsipp: Tørr prøve veies inn i tinnkapsler som forbrennes i oksygenmettet heliumgass ved ca. 1800 °C. Ved hjelp av katalysatorer vil forbrenningen bli fullstendig. Overskudd av oksygen fjernes ved hjelp av kobber ved ca. 650 °C. Her reduseres også nitrogenoksyder til N ₂ -gass. Forbrenningsgassene passerer deretter en kromatografisk kolonne, og N ₂ - og CO ₂ -gassene detekteres i en varmetrådsdetektor. Arealet under toppene integreres, og integralverdiene behandles av et PC-program. Resultatene regnes ut i prosent, skrives ut og lagres på diskett.			
Instrument(er): Carlo Erba Elementanalysator 1106, med prøveveksler AS 400 LS.			
Måleusikkerhet: 84 målinger av sulfanilamid med teoretisk verdi 41.84 % C ga middelvei 41.66 % og standardavvik 0.22 % C. For nitrogen er teoretisk verdi 16.27 %, og 84 målinger ga her 16.37 og 0.36 % N.			
Referanser: CARLO ERBA STRUMENTAZIONE, ELEMENTAL ANALYZER 1106. Instruction manual. APPLICATION LAB REPORTS, Elemental analysis lab, Carlo Erba. January 1987.			

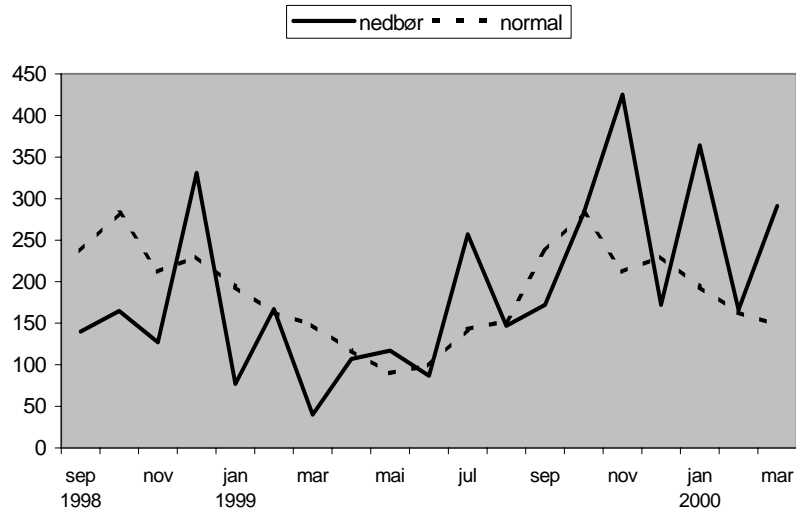
Vedlegg B.

Tabell 6. Suspendert materiale (SPM) fra 8 stasjoner i Holandsfjord. Kraftverkets driftsvannføring siste 24 og 48 timer før prøvetaking er også vist (gjennomsnittlig m³/s)

		Driftvannføring (m ³ /s)		SPM, mg/l, på stasjon:							
	uke	sn. siste 24h	sn. siste 48h	1	2	3	4	5	6	8	H10
1998	36	51	53	3.2	1.77	1.76	1.1	1.5	1.81	1.27	2.89
	38	63	56	3.84	3.05	2.4	3.16	2.02	1.21	2.4	6.23
	40	60	58	2.02	1.36	1.68	0.94	0.64	0.78	0.59	4.04
	42	61	60	3.19	1.01	0.7	0.33	0.36	0.23	0.33	3.84
	45	60	59	1.61	1.5	1.38	1.15	1.34	1.46	1.86	2.1
	48	0	0	0.65	0.29	0.29	0.31	0.42	0.29	0.45	0.3
	50	0	0	0.14	0.19	0.16	0.11	0.1	0.11	0.17	0.28
	52	0	0	0.4	0.34	0.24	0.26	0.23	0.32	0.23	0.33
1999	1	52	27	1.94	1.12	1.03	1.1	0.72	0.91	0.29	0.2
	3	68	67	2.34	2.26	1.42	0.91	0.93	0.72	0.49	0.07
	5	70	70	1.46	2.34	2.06	1.85	1.96	2.06	1.51	2.96
	7	70	70	1.72	1.62	1.59	1.69	1.62	1.26	0.91	3.61
	9	38	44	- *)	1.63	1.73	0.85	1.76	1.21	0.86	2.08
	11	55	53	2.06	1.51	1.45	1.15	1.38	1.11	1	2.31
	13	49	49	1.38	1.36	1.5	1.47	0.97	1.23	0.93	2.48
	15	59	60	0.8	0.8	0.92	0.92	0.68	0.68	0.46	1.67
	17	56	56	1.82	2.29	2.12	0.1	1.16	0.87	0.78	2.31
	19	0	0	0.57	0.33	0.31	0.25	0.24	0.3	0.19	0.25
	21	22	23	1.34	0.79	1.08	0.69	0.38	0.37	0.5	2.22
	23	37	38	2.34	1.23	1.22	0.5	0.63	0.57	0.32	3.51
	25	0	0	0.44	0.33	0.32	0.68	0.54	0.51	0.51	0.28
	27	26	37	2.71	2.66	2.26	1.89	1.3	0.9	0.76	2.57
	29	67	65	4.04	3.3	2.21	4.27	2.72	1.01	0.66	8.96
	31	70	70	2.73	2.4	1.51	2.1	1.79	1.42	1.38	3.92
	34	70	70	2.15	1.55	1.46	1.86	2.15	1.21	2.44	4.02
	35	70	70	16.62	8.38	3.07	1.74	3.84	1.26	0.88	37.21
	37	70	70	2.7	2.52	2.07	2.3	3.13	2.52	2.51	3.34
	39	70	70	2.17	2.24	2.19	1.06	1.82	1.25	0.71	3.71
41	51	52	4.02	3.52	2.01	2.27	1.71	1.62	0.76	3.92	
43	47	58	2.41	0.84	0.71	0.58	0.33	0.48	0.42	5.36	
45	70	70	5.61	3.5	3.2	2.52	2.2	0.99	0.5	3.42	
47	70	70	2.68	1.84	2.11	1.84	1.65	1.08	0.41	4.12	
49	70	70	2.09	0.92	3.28	1.14	1.4	1.16	0.81	2.76	
51	70	70	2.69	0.57	0.75	0.71	0.19	0.7	0.23	3.33	
2000	2	70	70	2.01	1.41	1.57	0.43	0.44	0.57	0.57	3.59
	4	69	69	1.11	1.76	1.31	0.51	1.23	1.06	0.43	0.95
	6	62	63	1.82	1.73	1.57	1.22	1.76	0.9	0.67	2.51
	8	66	66	0.73	0.94	1.31	0.48	0.53	0.33	0.55	2.21
	10	66	66	1.68	1.55	1.43	0.54	0.8	0.78	0.5	2.5
	12	66	66	2.89	2.49	2.02	1.85	1.29	1.49	1.02	3.46

*) tap av utstyr

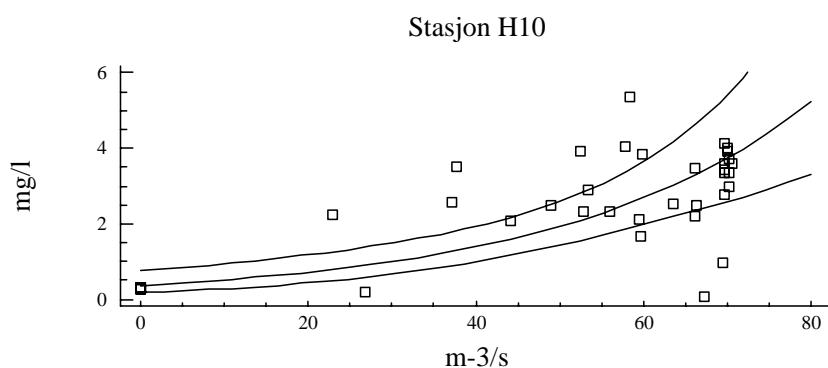
Vedlegg C.



Figur 12. Sum nedbør pr. måned i mm på værstasjonen i Glomfjord, samt normalen for den samme periode. Data fra DNMI.

Vedlegg D.

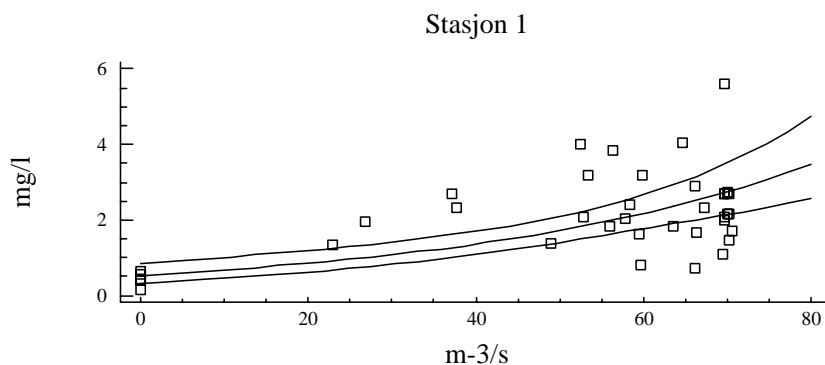
Stasjon H10



Figur 13. Forholdet mellom kraftverksutslipp og SPM på stasjon H10, eksponensiel modell m 95% konfidensintervall. Correlation Coefficient = 0.65084, R-squared = 42.3593 percent, Standard Error of Est. = 0.913729.

Predicted Values					
X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
0.0	0.36544	0.0500934	2.66595	0.17677	0.755479
70.0	3.75393	0.569094	24.7621	2.59139	5.43801

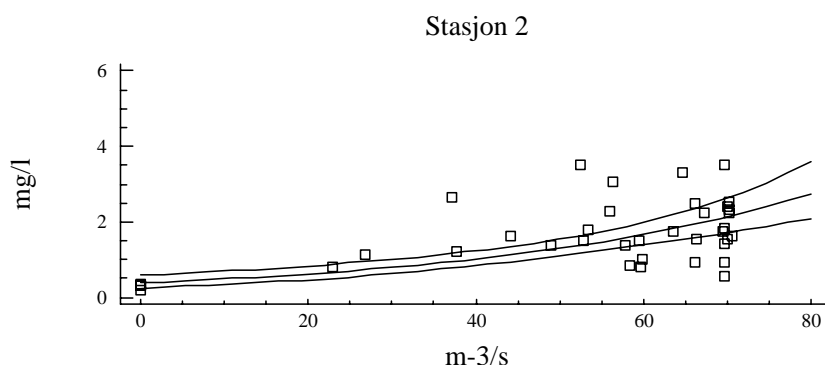
Stasjon 1



Figur 14. Forholdet mellom kraftverksutslipp og SPM på stasjon 1, eksponensiell modell m 95% konfidensintervall. Correlation Coefficient = 0.6782, R-squared = 45.9969 percent, Standard Error of Est. = 0.606807

Predicted Values					
X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
0.0	0.530243	0.141354	1.98902	0.326156	0.862033
70.0	2.74986	0.784584	9.63789	2.1472	3.52167

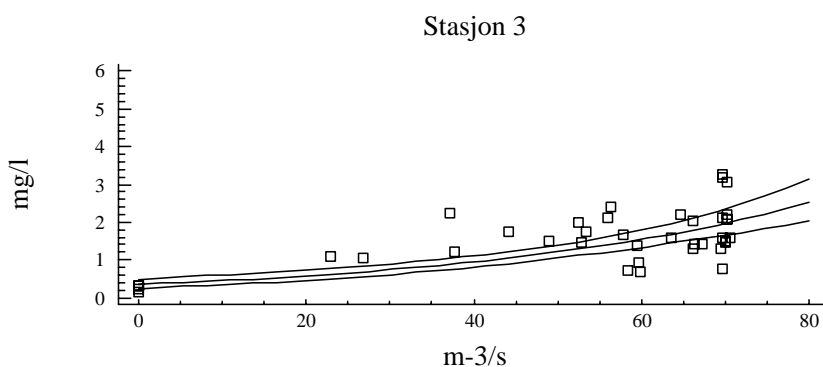
Stasjon 2



Figur 15. Forholdet mellom kraftverksutslipp og SPM på stasjon 2, eksponensiell modell m 95% konfidensintervall. Correlation Coefficient = 0.737011, R-squared = 54.3186 percent, Standard Error of Est. = 0.534005.

Predicted Values					
X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
0.0	0.377662	0.118229	1.20637	0.247043	0.577343
70.0	2.13392	0.708531	6.42685	1.71836	2.64999

Stasjon 3

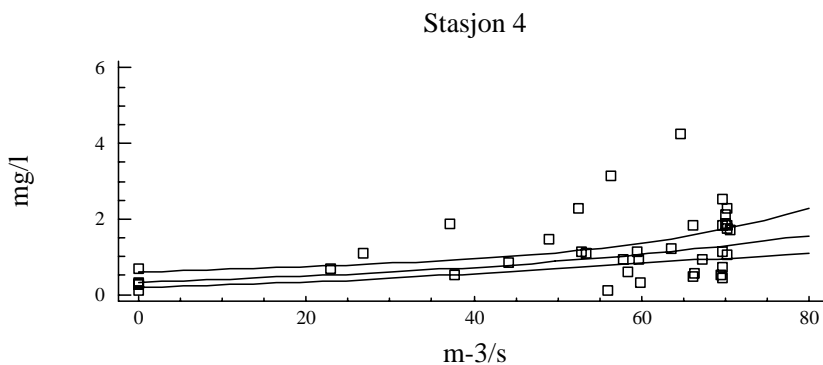


Forholdet mellom kraftverksutslipp og SPM på stasjon 3, eksponensiell modell m 95% konfidensintervall. Correlation Coefficient = 0.801792, R-squared = 64.2871 percent, Standard Error of Est. = 0.434928.

Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
0.0	0.349448	0.135701	0.899872	0.247315	0.493757
70.0	1.98175	0.807358	4.8644	1.66125	2.36407

Stasjon 4

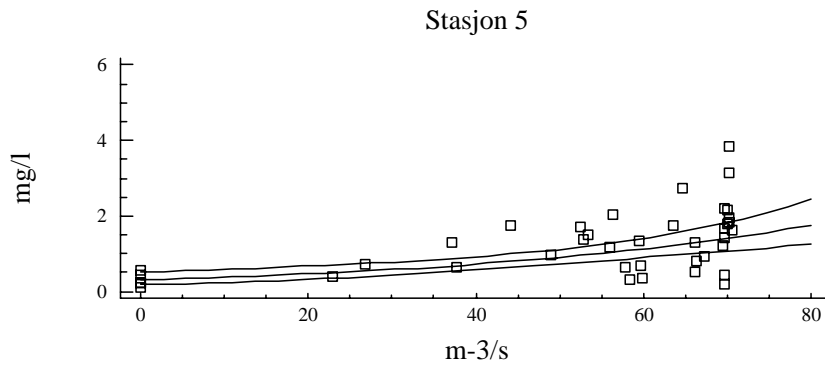


Forholdet mellom kraftverksutslipp og SPM på stasjon 4, eksponensiell modell m 95% konfidensintervall. Correlation Coefficient = 0.528304, R-squared = 27.9105 percent, Standard Error of Est. = 0.734423.

Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
0.0	0.33052	0.0669144	1.63258	0.184368	0.592529
70.0	1.28649	0.28241	5.86047	0.955075	1.73291

Stasjon 5

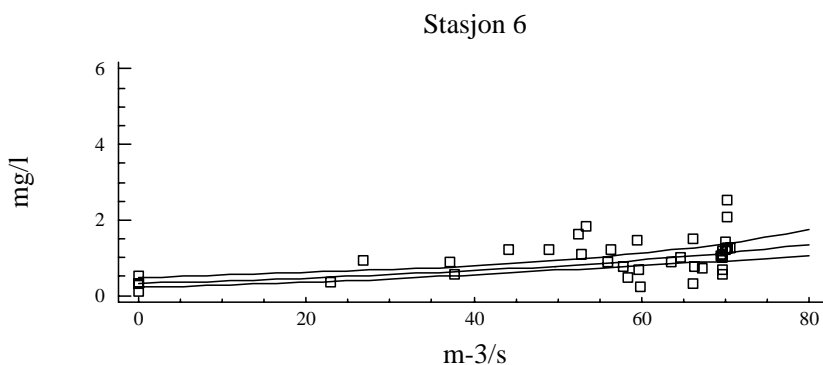


Forholdet mellom kraftverksutslipp og SPM på stasjon 5, eksponensiel modell m 95% konfidensintervall. Correlation Coefficient = 0.617178, R-squared = 38.0909 percent, Standard Error of Est. = 0.666934.

Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
0.0	0.295779	0.0693481	1.26154	0.174081	0.502555
70.0	1.40161	0.353684	5.55441	1.06941	1.83699

Stasjon 6

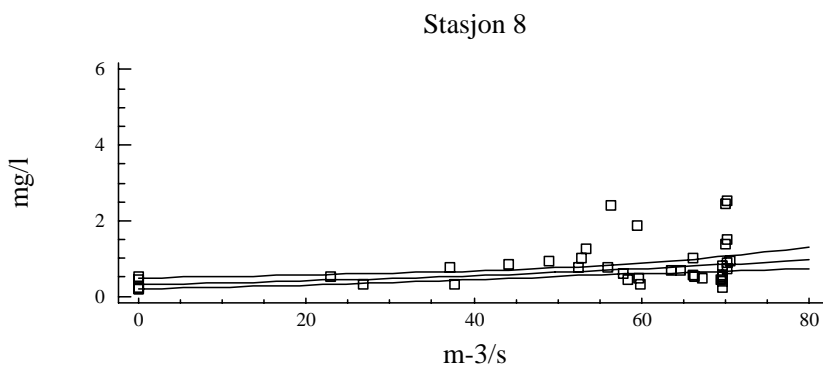


Forholdet mellom kraftverksutslipp og SPM på stasjon 6, eksponensiel modell m 95% konfidensintervall. Correlation Coefficient = 0.640656, R-squared = 41.044 percent, Standard Error of Est. = 0.510041.

Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
0.0	0.317327	0.104656	0.96217	0.211567	0.475956
70.0	1.12498	0.392477	3.22462	0.91475	1.38354

Stasjon 8

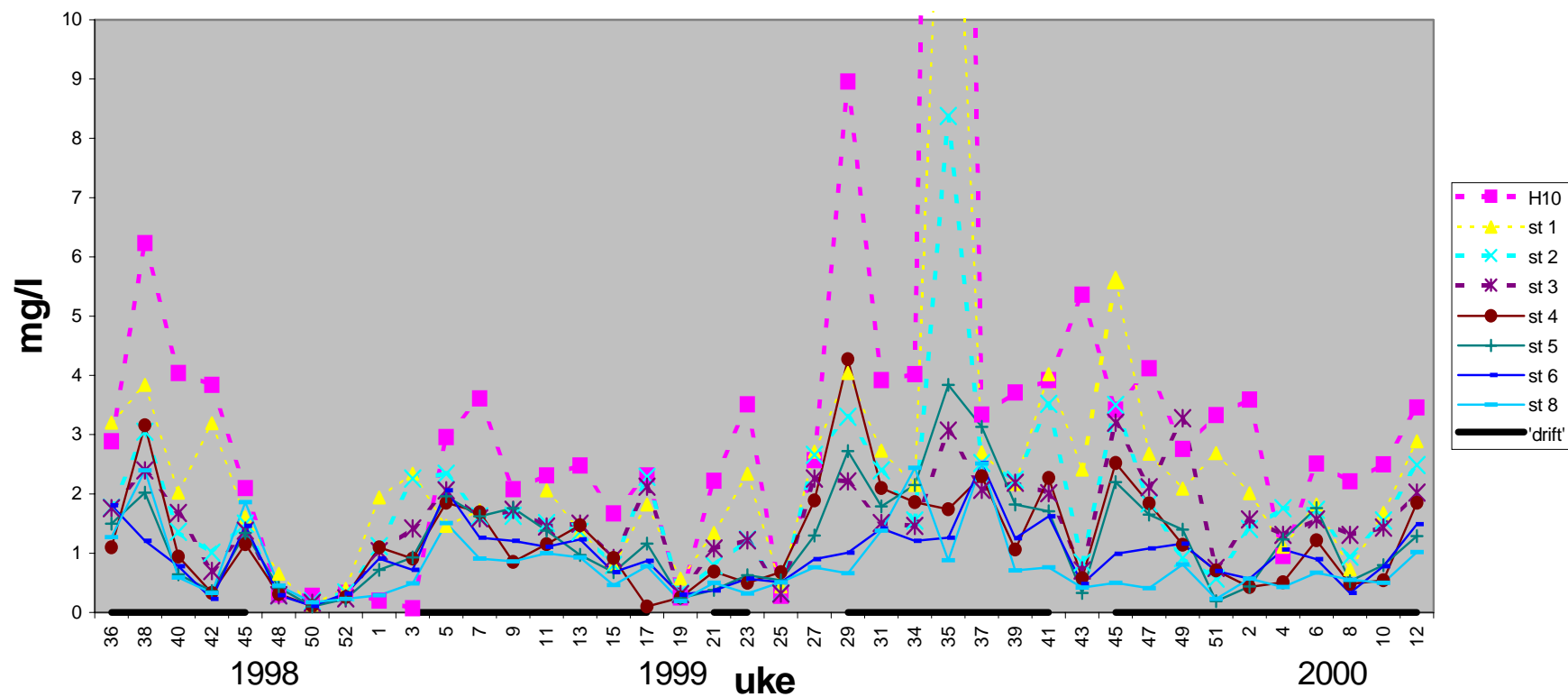


Forholdet mellom kraftverksutslipp og SPM på stasjon 8, eksponensiel modell m 95% konfidensintervall. Correlation Coefficient = 0.506796, R-squared = 25.6842 percent, Standard Error of Est. = 0.582708.

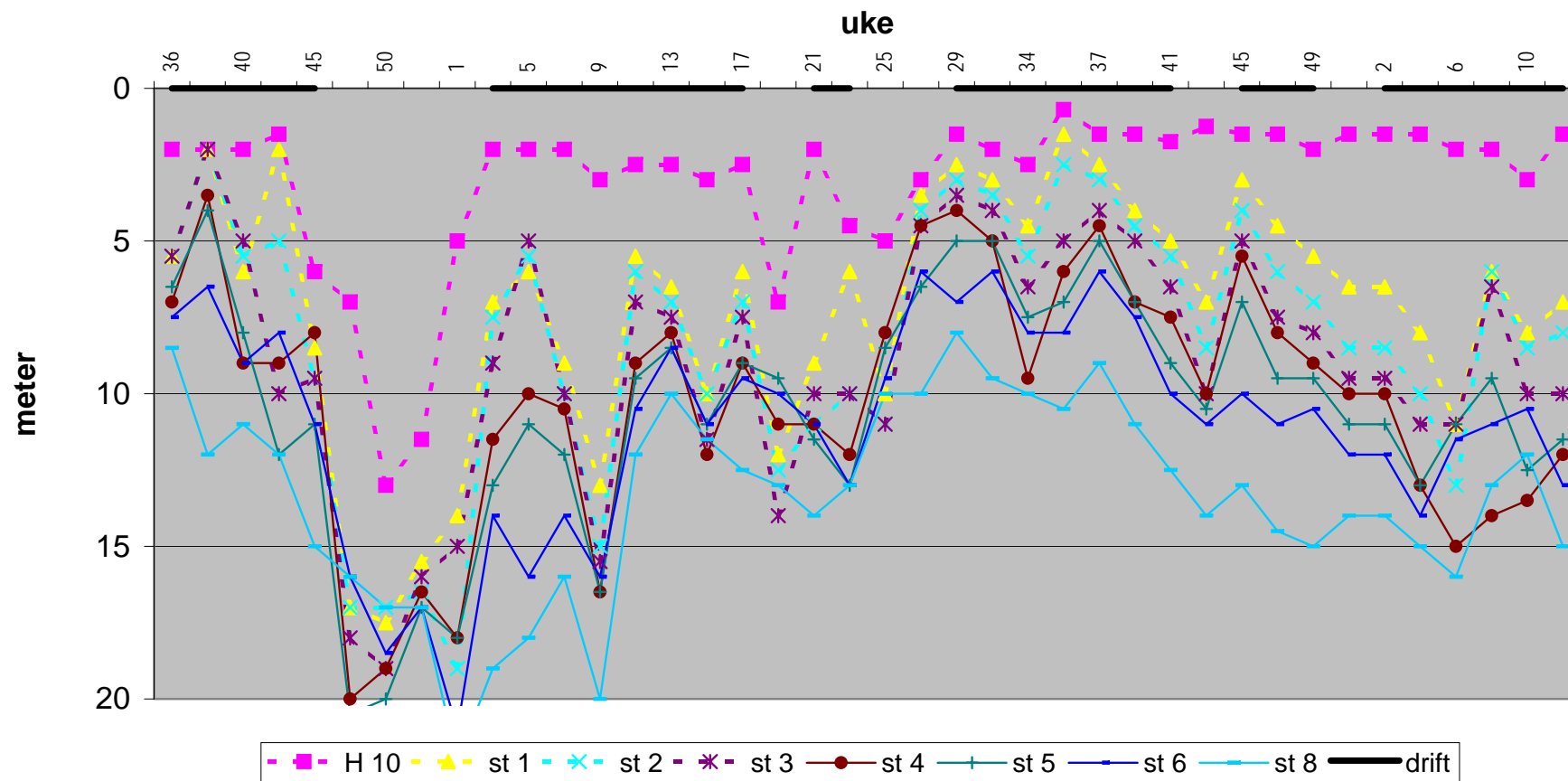
Predicted Values

X	Predicted Y	95.00% Prediction Limits		95.00% Confidence Limits	
		Lower	Upper	Lower	Upper
0.0	0.302276	0.0851186	1.07345	0.190222	0.480338
70.0	0.837231	0.251394	2.78827	0.660999	1.06045

Vedlegg E.



Figur 16. Målinger av suspendert materiale (mg/l) hver 14. dag i 1998-2000 på 8 stasjoner i Holandsfjord. Tykk x-akse indikerer drift av kraftverket. Stiplet linje er stasjon innenfor Enganeset, heltrukket utenfor. For ekstremverdier i uke 35 se **Tabell 6** i Vedlegg B.



Figur 17. Målinger av siktedyb (m) hver 14. dag i 1998-2000 på 8 stasjoner i Holandsfjord. Tykk x-akse indikerer drift av kraftverket. Stiplet linje er stasjon innenfor Enganeset, heltrukket utenfor.