

Miljørapport  
2007 - 2009  
Sørsmolt AS,  
Kragerø kommune



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

Rådgivende Biologer AS

1300





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Miljørapport 2007 – 2009 Sørsmolt AS, Kragerø kommune

**FORFATTERE:**

Geir Helge Johnsen & Bjarte Tveranger

**OPPDRAKSGIVER:**

Sørsmolt AS, Kjølebrøndsveien 1034, 3766 Sannidal

**OPPDRAGET GITT:**

mars 2010

**ARBEIDET UTFØRT:**

2010

**RAPPORT DATO:**

19. april 2010

**RAPPORT NR:**

1300

**ANTALL SIDER:**

22

**ISBN NR:**

ISBN 978-82-7658-748-7

**RÅDGIVENDE BIOLOGER AS**

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082-MVA

Internett : [www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no)

Telefon: 55 31 02 78

E-post: [post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)

Telefax: 55 31 62 75

*Forsidefoto: Settefiskanlegget på Kjølebrønd.*

## FORORD

Sørsmolt AS (reg.nr. TK/K 0010) har søkt om utvidelse av konsesjonen fra 1 til 2,5 millioner sjødyktig settefisk ved anlegget i Kragerø kommune. I den forbindelse har Fylkesmannen i Telemark i brev av 11.mars 2010 bedt om ytterligere opplysninger om utslipp til vann og om resultater fra resipientovervåkingen i 2008 og 2009.

Rådgivende Biologer AS er av Sørsmolt AS bedt om å sammenstille foreliggende resultater, og lage en "miljøårsrapport" for anlegget for årene 2007-2009. Miljøovervåkingen er pålagt i forbindelse med gjeldende utslippsløyve, og prøvetaking har vært utført dels av anlegget selv og dels av LabNett AS. Det har fram til nå ikke vært foretatt noen strukturert årsrapportering av disse resultatene.

Rådgivende Biologer AS takker Sørsmolt AS ved Stein Helge Skjelde for oppdraget.

Bergen, 19. april 2010

## INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord.....	4
Innholdsfortegnelse .....	4
Referanse.....	4
Sørsmolt AS .....	5
Fôrbruk og produksjon ved anlegget 2007-2009 .....	6
Fôrbruk .....	6
Produksjon .....	7
Utslipp og rensegrad 2007-2009 .....	8
Teoretisk utslipp .....	8
Avløpet .....	9
Fosforutslipp fra anlegget.....	10
Nitrogenutslipp fra anlegget .....	11
Utslipp av organisk stoff fra anlegget.....	12
Resipienttilstand .....	14
Kjølebrøndkilen .....	14
Overvåking fosfor.....	14
Overvåking nitrogen .....	16
Overvåking forholdstall nitrogen til fosfor.....	17
Overvåking siktedyp.....	18
Overvåking organisk stoff .....	19
Referanser.....	20
Vedleggstabeller over rådata.....	21

## REFERANSE

*Johnsen, G.H. & B. Tveranger 2010.*

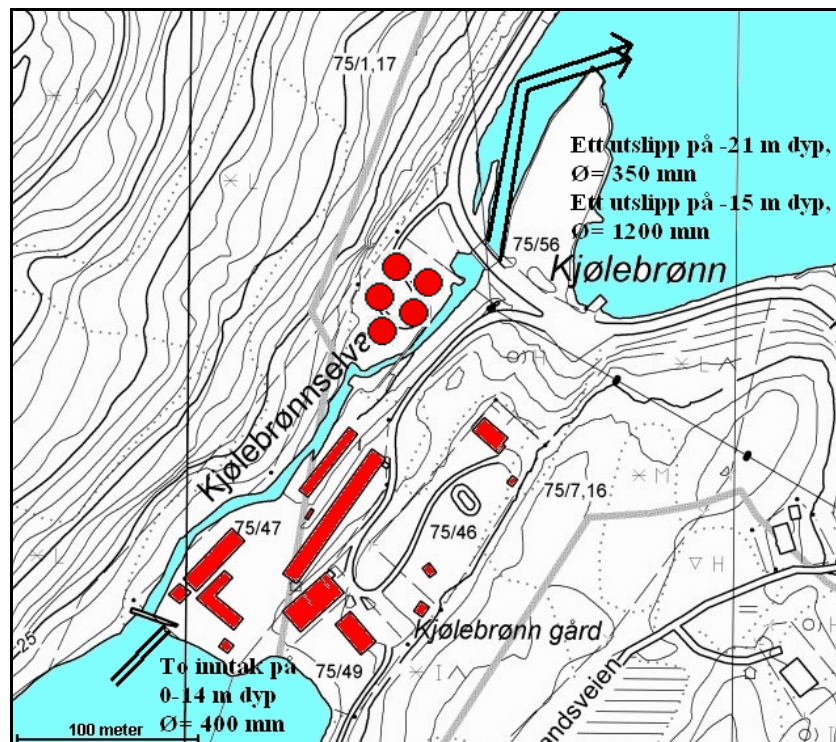
*Miljørapport 2007 – 2009 Sørsmolt AS, Kragerø kommune*

*Rådgivende Biologer AS, rapport 1300, 22 sider, ISBN 978-82-7658-748-7.*

## SØRSMOLT AS

Settefiskanlegget på Kjølebrønn (reg.nr. TK/K 010, lokalitetsnummer 12961 Kjølebrønd) har drevet settefiskproduksjon siden 1974, men fiskeproduksjonen ved anlegget startet allerede så tidlig som i 1953 som matfiskproduksjon av ørret. Smoltproduksjonen utgjorde i startfasen 200 000 laksesmolt og 20 000 ørret, som i 1986 ble endret til 350 000 laksesmolt og 50 000 ørret. I 1997 ble konsesjonsrammen økt til 500 000 sjødyktig settefisk. Anlegget søkte konsesjonen utvidet til 1,5 millioner sjødyktig settefisk 1. oktober 2003. Den 8. februar 2006 fikk anlegget tillatelse fra Fiskeridirektoratet til utslipp fra en årlig produksjon av sjødyktig settefisk tilsvarende et fôrforbruk på inntil 100 tonn i året uten at antall konsesjonssmolt ble spesifisert.

Anlegget ligger ved Kjølebrønn langs Kjølebrønnselva ut mot Kjølebrøndskilen i Kragerø kommune (**figur 1**). Anlegget har eget klekkeri med startføringskar, og en todelt påvekstavdelingen. Den eldste delen består av kar lokalisert under tak på det opprinnelige området ved dammen i Mørlandstjørn, mens den nye delen består av har store utekar nede mot sjøen. Anlegget henter vann fra Mørlandstjørn, mens avløpsvannet slippes renset ut i Kjølebrøndskilen



**Figur 1.** Oversikt over anlegget til Sørsmolt AS liggende langs Kjølebrønnselven med de to inntakene for ferskvann i Mørlandstjørn samt to avløps-ledninger i sjø til Kjølebrøndskilen.

Gjeldende utslippsløyve for Sørsmolt AS er utstedt 12. desember 2005, og gir ramme for årlig fôrforbruk på 100 tonn. Det er videre stilt krav om rensing og utslipp til dypvann i Kjølebrøndskilen, samt utslippskontroll og resipientundersøkelse.

Rensekravene er: 70% for organisk stoff, 50% for fosfor og 20% for nitrogen.

Utslippsgrenser er: 6,96 tonn organisk stoff/år, 0,5995 tonn P/år og 3,87 tonn N/år.

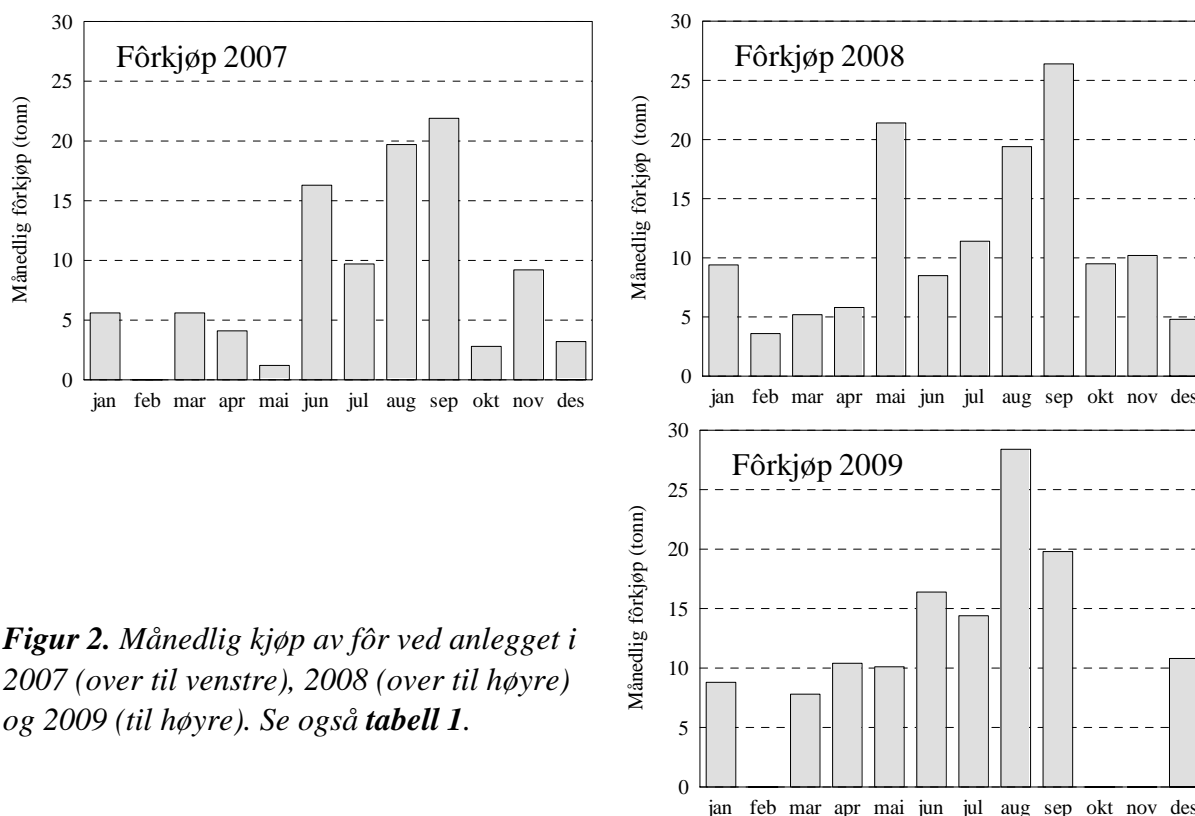
Utslippskontroll skal ha automatisk og mengdeproporsjonal prøvetaking.

Resipientundersøkelser skal dokumentere utslippenes effekt på vannkvaliteten.

# FÔRBRUK OG PRODUKSJON VED ANLEGGET 2007-2009

## Fôrbruk

Sørsmolt AS har kjøpt 99 tonn fôr i 2007, 136 tonn i 2008 og 127 tonn i 2009. Samlet årlig fôrkjøp antas å være nokså nær årlig fôrbruk ved anlegget. De siste tre årene har det altså i gjennomsnitt vært brukt 120 tonn i årlig. Største fôrbruk er det gjennom den varme delen av året, da fisken også vokser best. Høyeste månedlige fôrkjøp har de siste årene vært i august og september med 22 tonn i september 2007, 26 tonn i september 2008 og 28 tonn i august 2009



**Figur 2.** Månedlig kjøp av fôr ved anlegget i 2007 (over til venstre), 2008 (over til høyre) og 2009 (til høyre). Se også **tabell 1**.

**Tabell 1.** Månedlig kjøpsrapport for fôr fra Skretting (tonn) for årene 2007-2009.

	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	sum
2007	5,6	0	5,6	4,1	1,2	16,3	9,7	19,7	21,9	2,8	9,2	3,2	99,3
2008	9,4	3,6	5,2	5,8	21,4	8,5	11,4	19,4	26,4	9,5	10,2	4,8	135,8
2009	8,8	0	7,8	10,4	10,1	16,4	14,4	28,4	19,8	0	0	10,8	126,9

## Produksjon

Gjeldende konsesjon har ingen øvre ramme for antall fisk produsert. Anlegget leverer vanligvis liten smolt på 60 gram størrelse. I de siste tre årene er det levert omtrent 1,5 mill, 1,9 mill og 2.2 mill fisk.

For denne rapporten er det gjort tilgjengelig detaljerte opplysninger om produksjonen i 2009 (**tabell 2**). Det ble produsert til sammen 124 tonn fisk ved anlegget, og i løpet av 2009 ble det benyttet 127 tonn fôr (**figur 2**). Det gir en fôrfaktor på 1,02.

Produksjon for 2007 og 2008 er beregnet med utgangspunktet i denne produksjonen og antagelse om at det har vært tilsvarende fôrfaktor de foregående årene. Med en samlet mengde innkjøpt fôr i 2007 på 99,3 tonn, tilsvarer dette en produksjon på 97 tonn. Tilsvarende tall for 2008 tilsvarer en årlig produksjon på 133 tonn,

**Tabell 2.** Beregningsgrunnlag for produksjon ved Sørsmolt i 2009.

Forhold	Antall fisk	Størrelse (g)	Samlet biomasse (kg)
- Fisk i anlegget ved nyttår 2008/2009	1 189 000	35	-41 615
+ Samlet uttak av fisk fra anlegg vår 2009	2 211 000	58,4	129 060
- Samlet inntak av fisk til anlegget i 2009	2 332 000	6	-13 420
+ Samlet mengde dødfisk i anlegget i 2009	54 731	18,4	1 007
+ Samlet mengde destruert i anlegget i 2009	251 510	16,8	4 225
+ Fisk i anlegget ved nyttår 2009/2010	1 118 839	40	44 754
<b>= Samlet tilvekst i anlegg</b>			<b>124 011</b>

## UTSLIPP OG RENSEGRAD 2007-2009

### Teoretisk utslipp

Fylkesmennenes behandling av oppdrettssaker (SFT veileder kapittel 5) har egne formler for beregning av utslipp basert på biologisk produksjon og fôrbruk slik:

- **Nitrogen** = fôrbruk \* 0,0736 – total produksjon \* 0,0296 = **tonn årlig**
- **Fosfor** = fôrbruk \* 0,013 – total produksjon \* 0,0045 = **tonn årlig**
- **Organisk stoff** = fôrbruk \* 0,8 \* 0,15 = **tonn årlig**

Med utgangspunkt i disse formlene er Sørsmolt AS sine årlige teoretiske utslipp før rensing vist i **tabell 3**.

***Tabell 3.** Teoretisk utslipp uten rensing fra Sørsmolt AS for årene 2007-2009. Beregningene benytter SFTs veileder for Fylkesmennenes behandling av oppdrettssaker.*

	Produksjon (tonn)	Forbruk (tonn)	Fosfor (tonn)	Nitrogen (tonn)	Organisk stoff (tonn)
2007	97	99,3	0,851	4,415	11,880
2008	133	135,8	1,165	6,048	16,279
2009	124	126,9	1,086	5,639	15,178

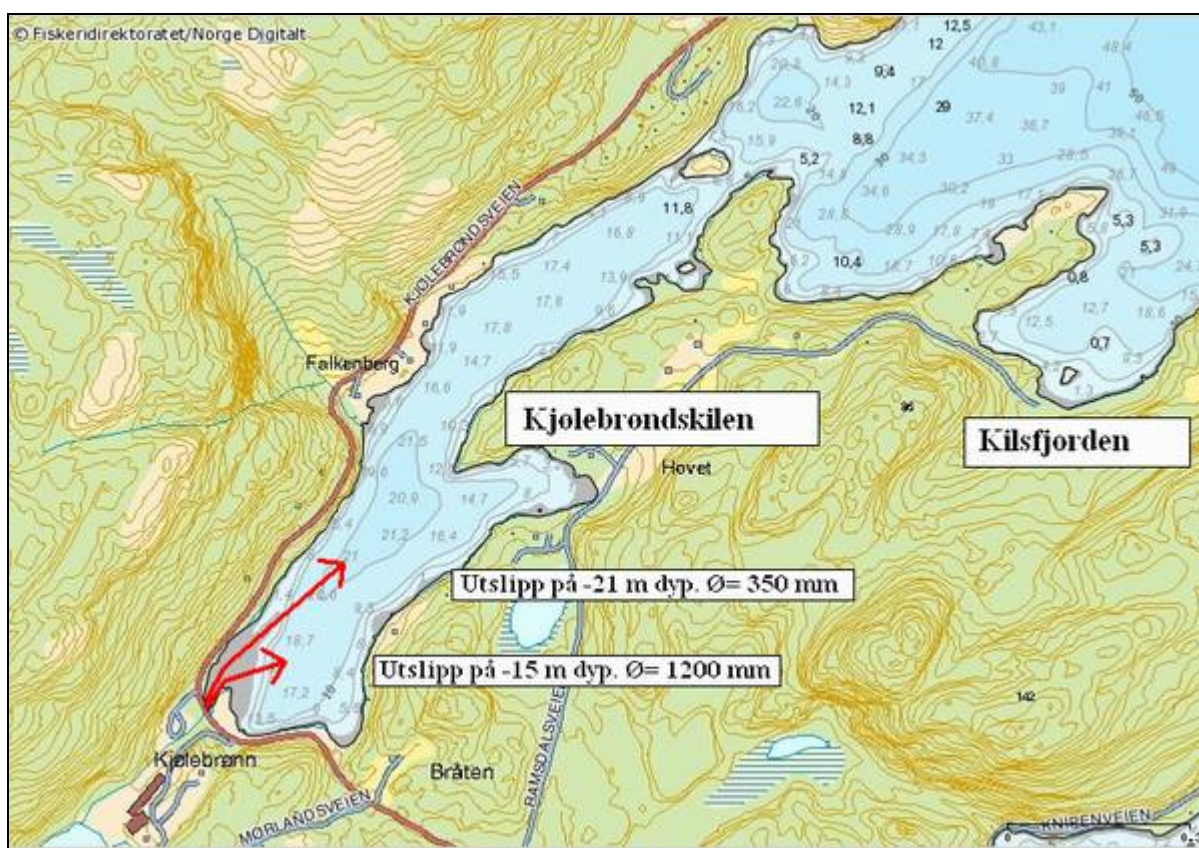
Utslipp fra fiskeanlegg tilsvarer en slamproduksjon på ca 1 tonn pr tonn produsert fisk, og med et tørrstoffinnhold 25-30% tilsvarer dette 300 kg tørrstoff, eller omtrent 150 kg organisk karbon (TOC). Rense- og avløpskrav måles også gjerne i utslipp av stoff som gir ”biologisk oksygenforbruk (BOF<sub>7</sub>)”, som er den mengden oksygen som forbrukes under gitte betingelser i løpet av en 7 døgns biokjemisk oksidasjon av løst og partikulært organisk stoff. Det finnes ikke noe standard omregningstall for forholdet mellom TOC og BOF<sub>7</sub>, siden dette avhenger av sammensetningen av prøven med hensyn på mengde partikler og løst stoff, og partiklenes størrelse og løslighet og prøvens ”alder” etter uttak. Men basert på målinger av kommunal avløpsvann viser det seg at 1 tonn TOC tilsvarer omtrent 1,75 tonn BOF<sub>7</sub>, eller 1,5 tonn BOF<sub>5</sub> (BOF<sub>7</sub>/ BOF<sub>5</sub>=1,167).



## Avløpet

Avløpsvannet fra anlegget renses før det slippes ut i Kjølebrøndskilen. Avløpsvannet fra den eldste delen av anlegget går urensset ut i Kjølebrøndskilen på 21 m dyp via en ledning på omtrent 350 m lengde og med en dimensjon på 350 mm PEH. Avløpet fra den nyeste delen av anlegget blir rensset via et trommelfilter med en lysåpning på 100  $\mu\text{m}$ , og ledes via en ledning på omtrent 150 m lengde og dimensjon på 1200 mm PEH ut på 15 m dyp.

Det er nå etablert et nytt trommelfilter fra Aquatech Solutions ved den nye avdelingen nede ved sjøen, med en lysåpning på 100  $\mu\text{m}$  med en kapasitet på 35 m<sup>3</sup>/min for å ha kapasitet nok ved flushing av karene, da vannmengden øker med 50 %. Det er 3 m fall fra renseanlegget og ned til sjøen. Det rensete avløpsvannet slippes ut i Kjølebrønskilen via begge utslippsledningene.

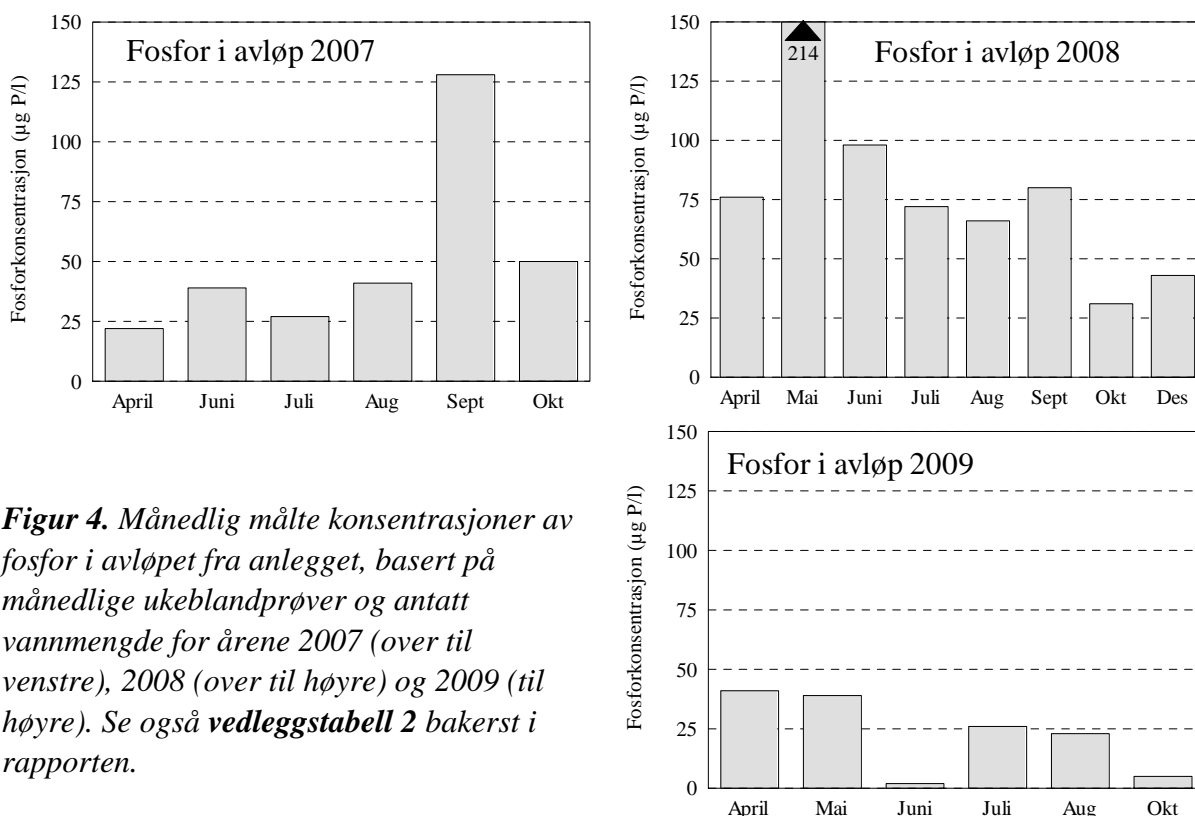


**Figur 3.** Bunntopografien i sjøområdet utenfor settefiskanlegget ved Kjølebrøndskilen. Omtrentlig plassering av de to avløpene er plassert på kartet.

Ukeblandprøver fra avløpet tas etter filteret fra nye anlegget, og analyseres for total-fosfor, total-nitrogen og organisk stoff (TOC).

## Fosforutslipp fra anlegget

Det har vært stor variasjon i fosformengdene i ukeblandprøvene fra anlegget de siste tre årene, og det har i hovedsak vært tatt prøver i månedene april til oktober. Gjennomsnittskonsentrasjonen var lavest i 2009 med kun 23 µg P/l, mens den var høyest i 2008 med 85 µg P/l, og 51 µg P/l i 2007. Selv om en sorterer bort den ekstremt høye enkeltmålingen i mai 2008, vil likevel gjennomsnittet dette året være høyere enn de øvrige årene.



**Figur 4.** Månedlig målte konsentrasjoner av fosfor i avløpet fra anlegget, basert på månedlige ukeblandprøver og antatt vannmengde for årene 2007 (over til venstre), 2008 (over til høyre) og 2009 (til høyre). Se også **vedleggstabell 2** bakerst i rapporten.

Med et antatt vannforbruk på mellom 14 og 20 m<sup>3</sup>/min ved anlegget, og de målte konsentrasjonene, er det gjennomsnittlige månedlige utslippet av fosfor beregnet til 36,6 kg P/mnd i 2007, 56,7 kg P/mnd i 2008 og 14,9 kg/mnd i 2009. Og dersom en velger å se bort ifra de særlig høye målingene, blir likevel gjennomsnittsmengdene på omtrent 20 og 40 kg P/mnd i henholdsvis 2007 og 2008.

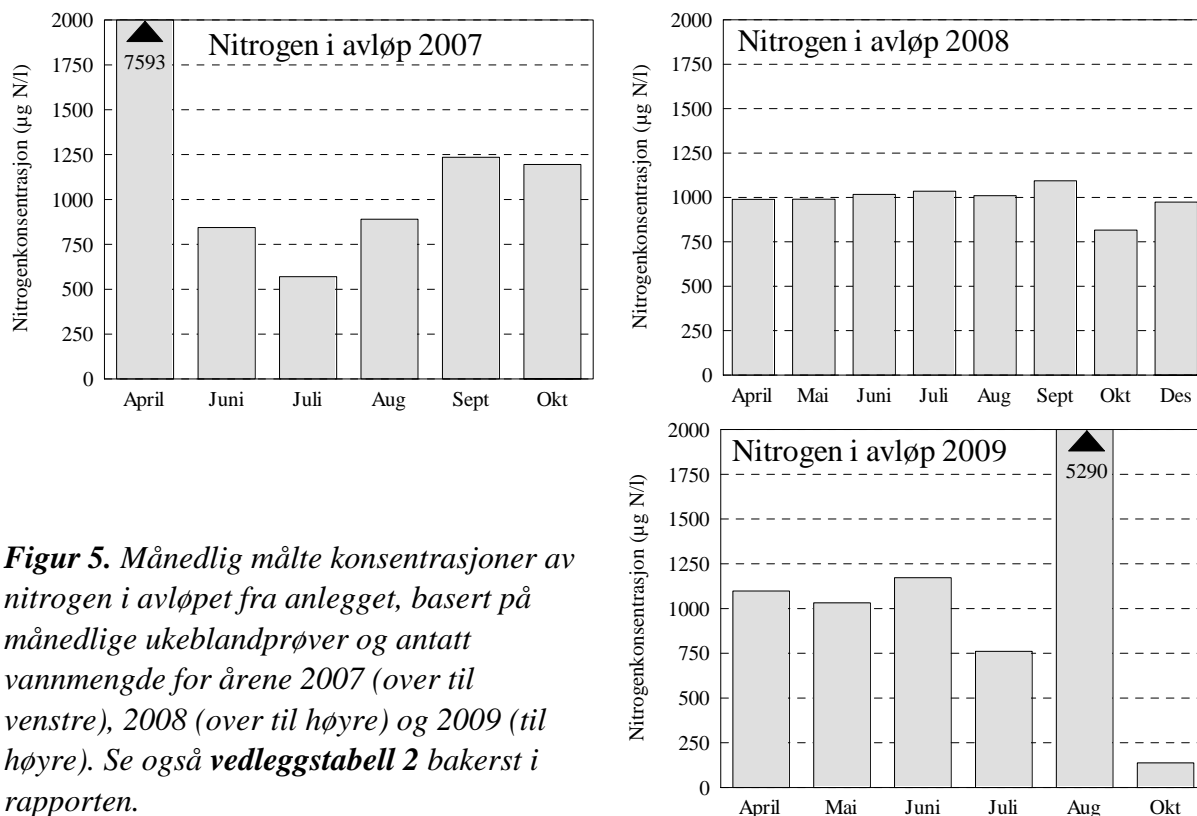
En må anta at utslippene er vesentlig mindre vinterstid, både ut fra vesentlig redusert fôring og også enkeltmålinger. Dersom månedlige fosforutslipp settes til under 5 kg P /mnd for vinterperioden fra november til mars, og en ser bort fra de svært avvikende høye målingene, så vil det bli følgende årlige utslipp fra anlegget i disse årene:

- 2007 utslipp av fosfor = 12 kg P/mnd = 144 kg P/ år
- 2008 utslipp av fosfor = 20 kg P/mnd = 240 kg P/år
- 2009 utslipp av fosfor = 9,5 kg P/mnd = 114 kg P/år

***Dette er godt innenfor utslippskravet på 599,5 kg fosfor pr år.***

## Nitrogenutslipp fra anlegget

Også for nitrogeninnholdet har det vært svært stor variasjon i ukeblandprøvene fra anlegget de siste tre årene. Gjennomsnittskonsentrasjonen var lavest i 2008 med kun 991  $\mu\text{g N/l}$ , mens den var høyest i 2007 med 2055  $\mu\text{g N/l}$ , og 1582  $\mu\text{g N/l}$  i 2009. Dersom en sorterer bort de to ekstremt høye enkeltmålingene i april 2007 og august 2009, blir gjennomsnittene forbausende like de tre årene, med hhv 947, 991 og 840  $\mu\text{g N/l}$ .



**Figur 5.** Månedlig målte konsentrasjoner av nitrogen i avløpet fra anlegget, basert på månedlige ukeblandprøver og antatt vannmengde for årene 2007 (over til venstre), 2008 (over til høyre) og 2009 (til høyre). Se også **vedleggstabell 2** bakerst i rapporten.

Med et antatt vannforbruk på mellom 14 og 20  $\text{m}^3/\text{min}$  ved anlegget, og de målte konsentrasjonene, er det gjennomsnittlige månedlige utslippet av nitrogen beregnet til 1320 kg N/mnd i 2007, 661 kg N/mnd i 2008 og 1190 kg N/mnd i 2009. Og dersom en velger å se bort ifra de særlig høye målingene, blir gjennomsnittsmengdene på mellom 429 og 661 kg N/mnd.

En må anta at utslippene er vesentlig mindre vinterstid, både ut fra vesentlig redusert fôring og også enkeltmålinger. Dersom månedlige nitrogenutslipp settes til omtrent 100 kg N /mnd for perioden november - mars, så vil det bli følgende årlige utslipp fra anlegget i disse årene:

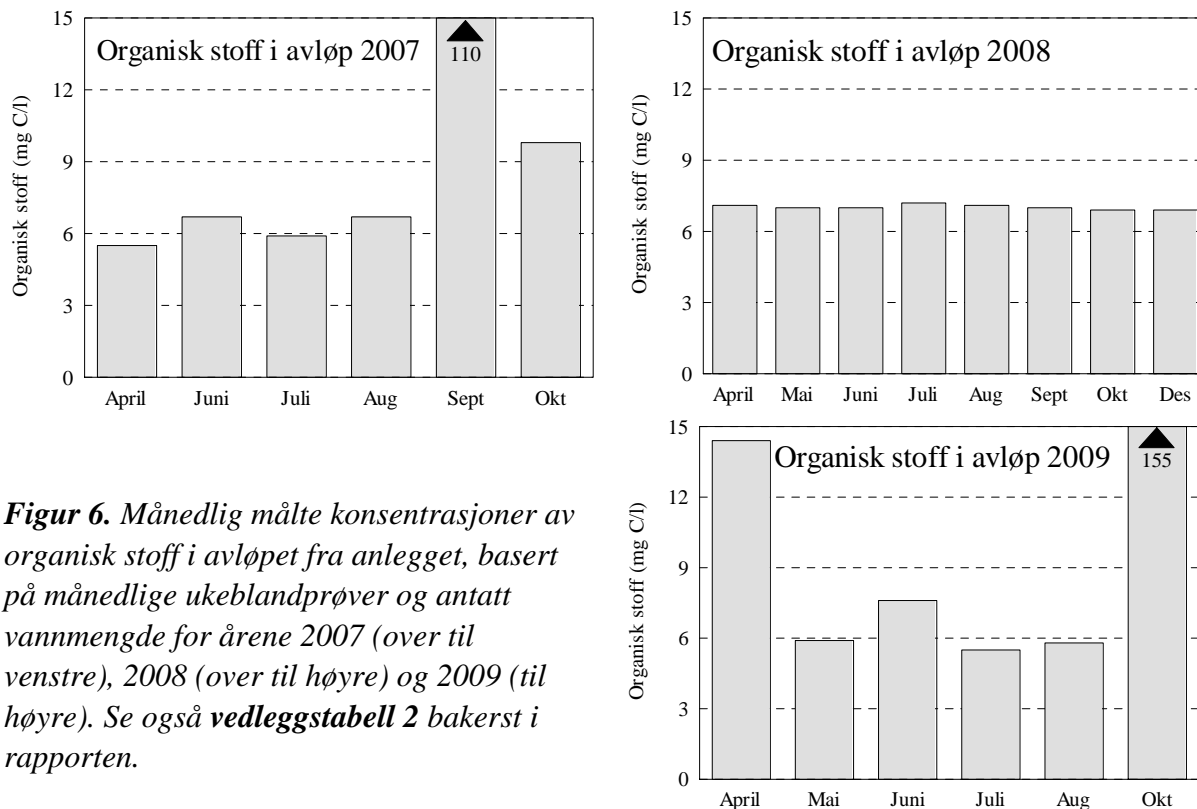
- 2007 utslipp av nitrogen = 327 kg N/mnd = 3 930 kg N/ år
- 2008 utslipp av nitrogen = 380 kg N/mnd = 4 566 kg N/år
- 2009 utslipp av nitrogen = 265 kg N/mnd = 3 174 kg N/år

**Dette er innenfor utslippskravet på 3,87 tonn nitrogen for 2009.**

**Disse tallene har betydelig usikkerhet på grunn av stor variasjon i måleresultatene.**

## Utslipp av organisk stoff fra anlegget

Utslippene av organisk stoff har ikke vist samme store variasjon i ukeblandprøvene som næringssaltene fosfor og nitrogen. Med unntak av et fåtall særlig høye verdier på 15-25 ganger alle de andre målingene, så ligger gjennomsnittet på omtrent 7 mg C/l i avløpet, slik den gjorde gjennom hele 2008.



**Figur 6.** Månedlig målte konsentrasjoner av organisk stoff i avløpet fra anlegget, basert på månedlige ukeblandprøver og antatt vannmengde for årene 2007 (over til venstre), 2008 (over til høyre) og 2009 (til høyre). Se også **vedleggstabell 2** bakerst i rapporten.

Med angitte vannforbruk ved anlegget, og de målte konsentrasjonene uten de ekstreme verdiene, er det gjennomsnittlige månedlige utslippet av nitrogen beregnet til 3,8 tonn C/mnd i 2007, 4,7 tonn C/mnd i 2008 og 4,2 tonn C/mnd i 2009.

En må anta at utslippene er vesentlig mindre vinterstid, både ut fra vesentlig redusert fôring og også enkeltmålinger. Dersom månedlige utslipp av karbon settes til omtrent 800 kg N /mnd for perioden november - mars, så vil det bli følgende årlige utslipp fra anlegget i disse årene:

- 2007 utslipp av organisk stoff = 2,3 tonn C/mnd = 27,7 tonn C / år
- 2008 utslipp av organisk stoff= 2,7 tonn C /mnd = 32,8 tonn C /år
- 2009 utslipp av organisk stoff= 2,5 tonn C /mnd = 30,2 tonn C /år

**Dette er langt utenfor utslippskravet på 6,96 tonn organisk stoff.**

**Dette må skyldes en fundamental ulikhet i bruk av enhet / benevning.**

## Rensegrad

Med utgangspunkt i produsert fisk og fôrbruk, er det foran beregnet teoretisk utslipp uten rensing. Basert på målinger i avløpet etter rensing, er det i kapittelet foran beregnet reelt utslipp basert. Til sammen gir dette mulighet for vurdering av rensegrad.

En må anta at utslippene er vesentlig mindre vinterstid, både ut fra vesentlig redusert fôring og også enkeltmålinger. Dersom månedlige utslipp av karbon settes til omtrent 800 kg N /mnd for perioden november - mars, så vil det bli følgende årlige utslipp fra anlegget i disse årene:

I årene 2007-2009 har det vært en gjennomsnittlig rensegrad på:

- 83 % for fosfor
- 26 % for nitrogen
- - 111 % for organisk stoff

***Utslippskravet er dermed innfridd for fosfor (70%) og nitrogen (20%), mens utslippet av organisk stoff må være oppgitt i ulike enheter i formelverket og fra analysene.***

***Tabell 4. Antatt utslipp fra anlegget, basert på formelverk og mengde fisk produsert og mengde fôr brukt ved anlegget, beregnet utslipp etter rensing fra målinger i avløpet, og rensegrad som framkommer ved sammenligning mellom de to.***

	Antatt utslipp før rensing			Målt utslipp etter rensing			Antatt rensegrad		
	Fosfor (kg)	Nitrogen (kg)	Org stoff (kg)	Fosfor (kg)	Nitrogen (kg)	Org stoff (tonn)	Fosfor (%)	Nitrogen (%)	Organisk stoff (%)
2007	851	4 415	11 880	144	3930	27,7	83	11	-133
2008	1 165	6 048	16 279	240	4566	32,8	79	25	-101
2009	1 086	5 639	15 178	114	3174	30,2	90	44	-99

## RESIPIENTTILSTAND

Sørsmolt AS har to utslipp til sjø i Kjølebrøndskilen og har i sin utslippstillatelse av 16. desember 2005 krav om resipientundersøkelser, dvs overvåking av vannkvalitet i Kjølebrøndskilen. Dette medfører prøvetaking og analyser av næringsstoffene nitrogen og fosfor, organisk stoff og siktedyp, som er utført av LabNett AS i Skien. Utførende person sluttet før prøvetaking i 2008, uten at ny ansvarlig overtok før det ble purret utpå høsten.

### Kjølebrøndskilen

Kjølebrøndskilen er et tersklet sjøbasseng som ligger i nordøstlig retning fra Kjølebrønd i retning Kilsfjorden. Den er rundt 1200 m lang og 175 m bred, og er i nordøst forbundet med Kilsfjorden gjennom en passasje som er rundt 35 m bred og med en terskel på ca 7 m dyp. Det dypeste sjøbassenget i Kjølebrøndskilen har en største dybde på 21 meter, der det ene avløpet ligger. En regner vanligvis med at tersklede bassenger har god vannutskifting ned mot 5 – 10 m under terskeldyp,

Hydrografi og vannkjemi i Kjølebrøndskilen er undersøkt og beskrevet flere ganger i løpet av 1990-tallet. Før avløpsvannet fra Sørsmolt AS ble ledet ut på dypet, var bunnvannet nærmest permanent stagnerende og anoksisk. Grensen lå på mellom 10 og 15 meter. Dypvannutslippet ble etablert sommeren 1993, og fra 1994 er det kun sporadisk målt hydrogensulfid og oksygenvinn i de dypeste partiene på rundt 20 meters dyp. Upwellingeffekten av dyputslippet har bidratt til en vesentlig miljøforbedring i Kjølebrøndskilen siden utslippet bidrar til en kontinuerlig utskifting av vann ned mot det dypeste og sørger således for å tilføre sedimentene oksygen. Dermed øker også resipientkapasiteten til Kjølebrøndskilen

Kjølebrøndskilen er en avsnøring til Kilsfjorden, som også er en terskelfjord. Terskelen til Kilsfjorden ut mot dypere sjøområder mot vest ligger på 25 m dyp vest i sundet på sørsiden av Tåtøy. Dette gjør nok at vannmassene innenfor i Kilsfjorden dypere enn ca 35 m dyp kan være sjiktet, der dypvannet som er innestengt bak terskelen, kan være stagnerende med oksygenvinn.

Vannkvaliteten i Kjølebrøndskilen er dermed et samspill mellom tilrenning fra vassdraget, tilførsler av det to ganger daglig inn- og utstrømmende tidevannet fra den utenforliggende Kilsfjorden, foruten utslippet fra Sørsmolt AS sitt anlegg.

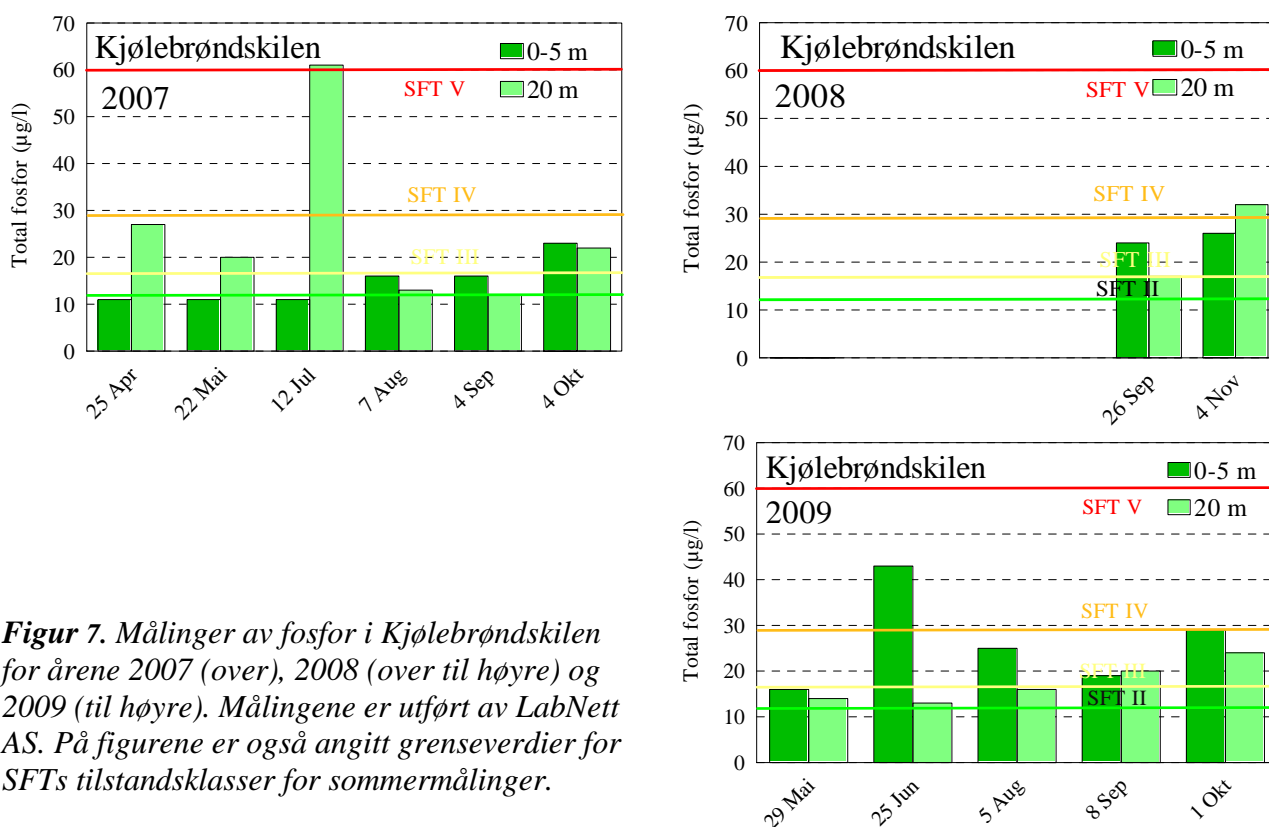
### Overvåking fosfor

I **figur 11** er vist resultater av analyser av totalfosfor for 2007 til og med 2009. En har vurdert resultatene i forhold til SFT sine vannkvalitetskriterier (SFT 1997) for en utvidet sommersituasjon ved saltholdighet over 20 ‰. Saliniteten ligger normalt like under 20 ‰ i overflaten og er normalt over 20 ‰ på 5 m dyp, og vannprøvene er tatt i intervallet mellom 0 og 5 m dyp og ved bunn, vanligvis på 19 m dyp.

Resultatene viser litt ulike mønstre de to årene der det er flere prøver. I 2007 var innholdet av fosfor i overflatelaget relativt lavt fra april til juni, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I = ”meget god”, og steg svakt i august og september til tilstand II = ”god”. Høyest var målingen i oktober. Gjennomsnittskonsentrasjon av fosfor i overflate i 2007 var på 14,7 µg P/l ( SFT = II).

Konsentrasjonene av totalfosfor var i 2007 høyere ved bunnen ved prøvetakingene på våren, siden det her i hovedsak skjer remineralisering ved nedbryting. Høyeste målte konsentrasjon av totalfosfor på 20 m dyp var hele 61 µg P/l i juli, men dette kan bero på at prøven er tatt for nær utslippet som ligger på 21 m dyp. Fra august og ut var det noe lavere konsentrasjoner i dypvannet enn i overflaten, og generelt lavere enn på våren.

Prøvene fra 2009 viste et helt motsatt mønster, med høyere målinger i overflaten enn i dypvannet på våren, samtidig som konsentrasjonene også var høyere enn i 2007. Dessuten var det lavest målinger i dypvannet på våren, mens høstmålingene var mye de samme i dypvannet alle tre årene. De to målingene fra 2008 var tatt på høsten, og samsvarer med de tilsvarende prøvene tatt året før på denne tiden.



**Figur 7.** Målinger av fosfor i Kjølbrøndskilen for årene 2007 (over), 2008 (over til høyre) og 2009 (til høyre). Målingene er utført av LabNett AS. På figurene er også angitt grenseverdier for SFTs tilstandsklasser for sommermålinger.

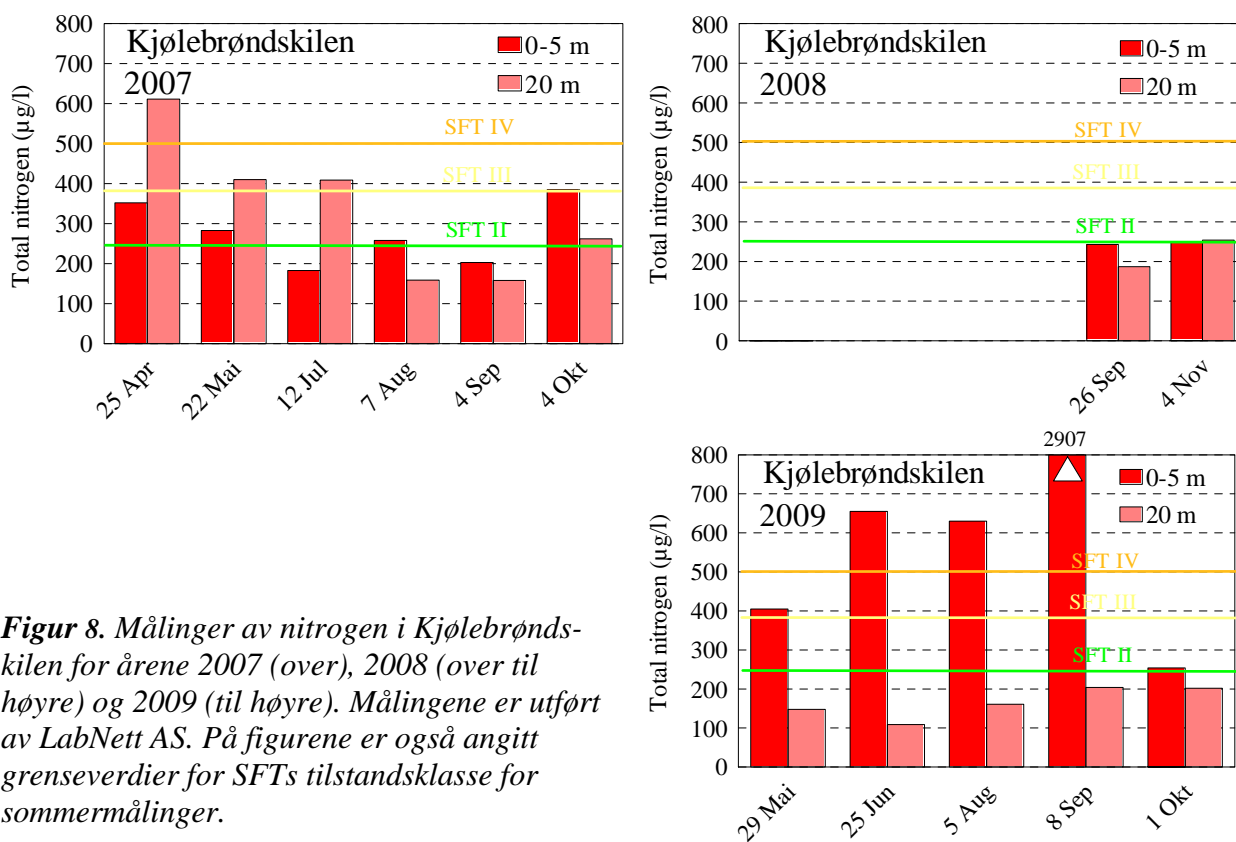
**Tabell 5.** Gjennomsnittskonsentrasjoner av fosfor i overflatevannet og dypvannet de tre årene

År	Antall	overflate µg P/l	dypvann µg P/l
2007	6	14,7	25,8
2008	2	25,0	24,5
2009	5	26,4	17,4
<b>Totalt</b>	<b>13</b>	<b>20,8</b>	<b>22,4</b>

## Overvåking nitrogen

Nivået av totalnitrogen har varierte en del i måleperioden og i 2007 var der i overflatelaget høyest på vår og høst og lavest midt på sommeren. Målingene i 2008 var kun på høsten, og var tilsvarende lave som i 2007. Disse ligger i hovedsak på grensen mellom SFTs tilstandsklasse I og II. På våren 2007 var konsentrasjonene høyere i dypvannsprøvene.

I 2009 var bildet det snudd på hodet for nitrogenmålingene også. Høyeste målinger ble observert i overflaten på sommeren, og dette året var det dypvannsprøvene som hadde de desidert laveste konsentrasjonene. Foruten en ekstremt høy måling på 2907 µg/l i overflaten i september, var også tre av de andre fire målingene i 2009 over 400 µg/l. Målingene i 2009 virker således svært avvikende fra de øvrige og fra det en skulle vente i denne resipienten.



**Figur 8.** Målinger av nitrogen i Kjølebrøndskilen for årene 2007 (over), 2008 (over til høyre) og 2009 (til høyre). Målingene er utført av LabNett AS. På figurene er også angitt grenseverdier for SFTs tilstandsklasse for sommermålinger.

**Tabell 6.** Gjennomsnittskonsentrasjoner av nitrogen i overflate- og dypvannet de tre årene.

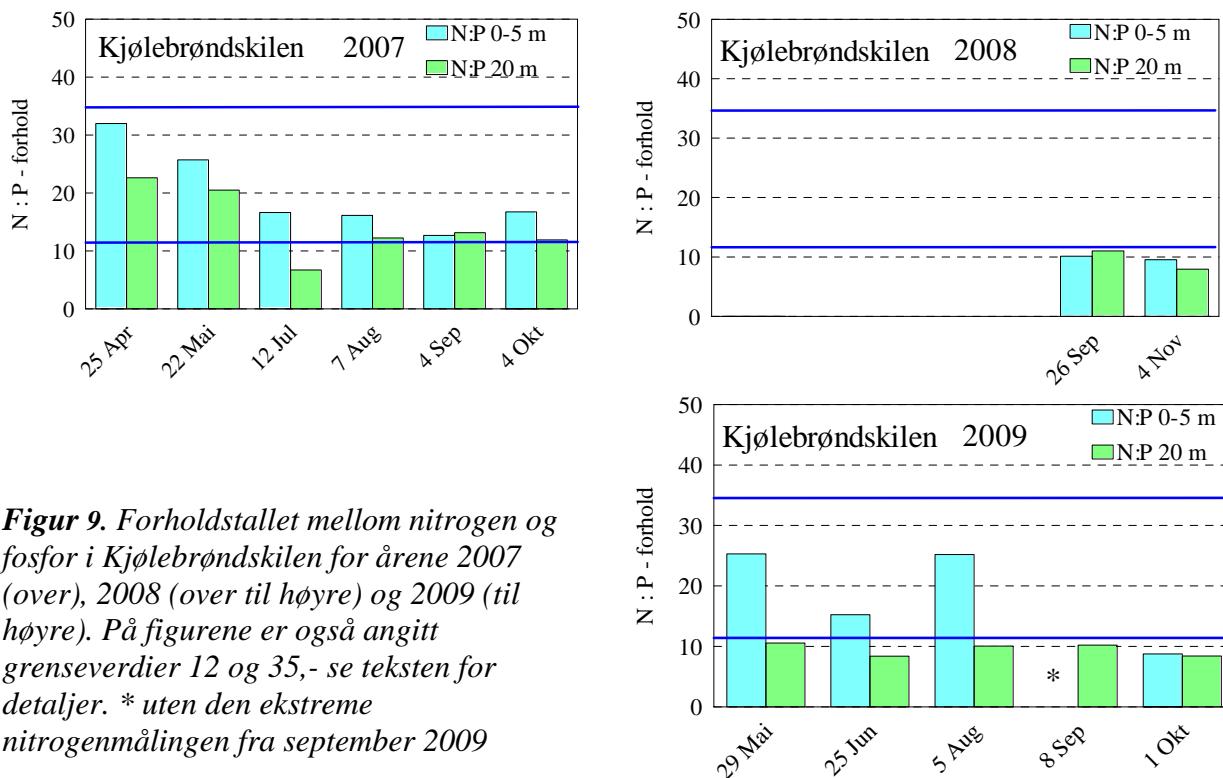
År	Antall	overflate µg N/l	dypvann µg N/l
2007	6	277	335
2008	2	245	221
2009	5	970	165
<b>Totalt</b>	<b>13</b>	<b>539</b>	<b>252</b>



## Overvåking forholdstall nitrogen til fosfor

Ulike typer tilførsler har hver sin spesifikke sammensetning av næringsstoffer, blant annet uttrykt ved forholdstallet mellom nitrogen og fosfor. Vanligvis venter en å finne et forholdstall på rundt 20 på våren i lite påvirkete fjordsystem, med noe lavere forhold på vinteren og seinsommeren. Dersom en finner betydelige avvik fra dette, tyder det på at en har dominans av enkelte tilførselskilder til denne aktuelle innsjøen. For eksempel vil avrenning fra fjell, myr og skog kunne ha et høyt N:P-forholdstall, gjerne opp mot 70, mens både kloakkavløp fra boliger og tilførsler av for eksempel gjødsel fra kyr begge har et forholdstall på rundt 7, noe som også gjelder for tilførsler fra oppdrett (Holtan & Åstebøl 1990).

I 2007 og 2009 var forholdstallet høyest i overflatevannet, der en har tilførsler fra vassdraget med mye urørt natur, og forholdstallet avtok utover sommeren, og på høsten er forskjellene mellom overflate og dypvann mindre. De to prøvene fra 2008 samsvarer nokså godt med bildet fra 2007, mens forholdstallene fra 2009 avviker noe mer, siden grunnlagsmålingene også gjør det. Dypvannsmålingene har lave verdier i hele 2009, og synes påvirket av fosforrike tilførsler. Overflaten har høyere målinger på høsten enn de foregående årene.



**Figur 9.** Forholdstallet mellom nitrogen og fosfor i Kjølebrøndskilen for årene 2007 (over), 2008 (over til høyre) og 2009 (til høyre). På figurene er også angitt grenseverdier 12 og 35,- se teksten for detaljer. \* uten den ekstreme nitrogenmålingen fra september 2009

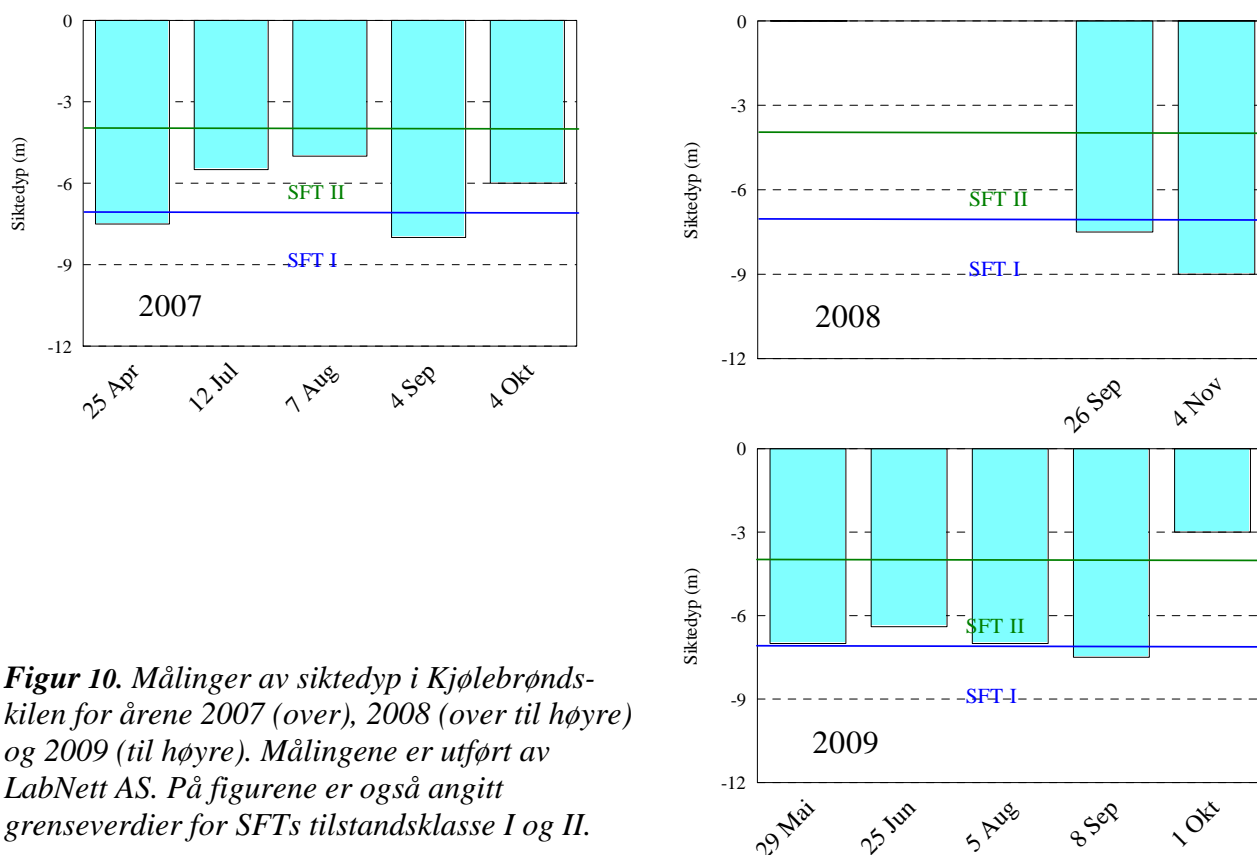
**Tabell 7.** Gjennomsnitt for forholdstallet mellom nitrogen og fosfor. \* uten den ekstreme nitrogenmålingen fra september 2009.

År	Antall	overflate µg N/l	dypvann µg N/l
2007	6	20,0	14,5
2008	2	9,8	9,5
2009	5	18,6*	9,5
<b>Totalt</b>	<b>13</b>	<b>28,3</b>	<b>12,2</b>

## Overvåking siktedyp

Siktedypet forteller noe om lysgjennomtrengeligheten i overflatevannet, og variasjonen viser både innholdet av partikler som alger, men også eventuell farge på vannet ved humusrike tilførsler av ferskvann. Så godt som alle målinger ligger de tre årene innenfor SFTs tilstandsklasse I = ”meget god” og II= ”god”. Det var generelt sett liten forskjell mellom årene.

Siktedypet i Kjølebrøndkilen viser at det ikke er noen overgjødning av overflatelaget og dertil påfølgende ukontrollert algeblomstring, noe som indikerer at utslippet i liten grad påvirker overflatevannkvaliteten i Kjølebrøndskilen negativt.



**Figur 10.** Målinger av siktedyp i Kjølebrøndskilen for årene 2007 (over), 2008 (over til høyre) og 2009 (til høyre). Målingene er utført av LabNett AS. På figurene er også angitt grenseverdier for SFTs tilstandsklasse I og II.

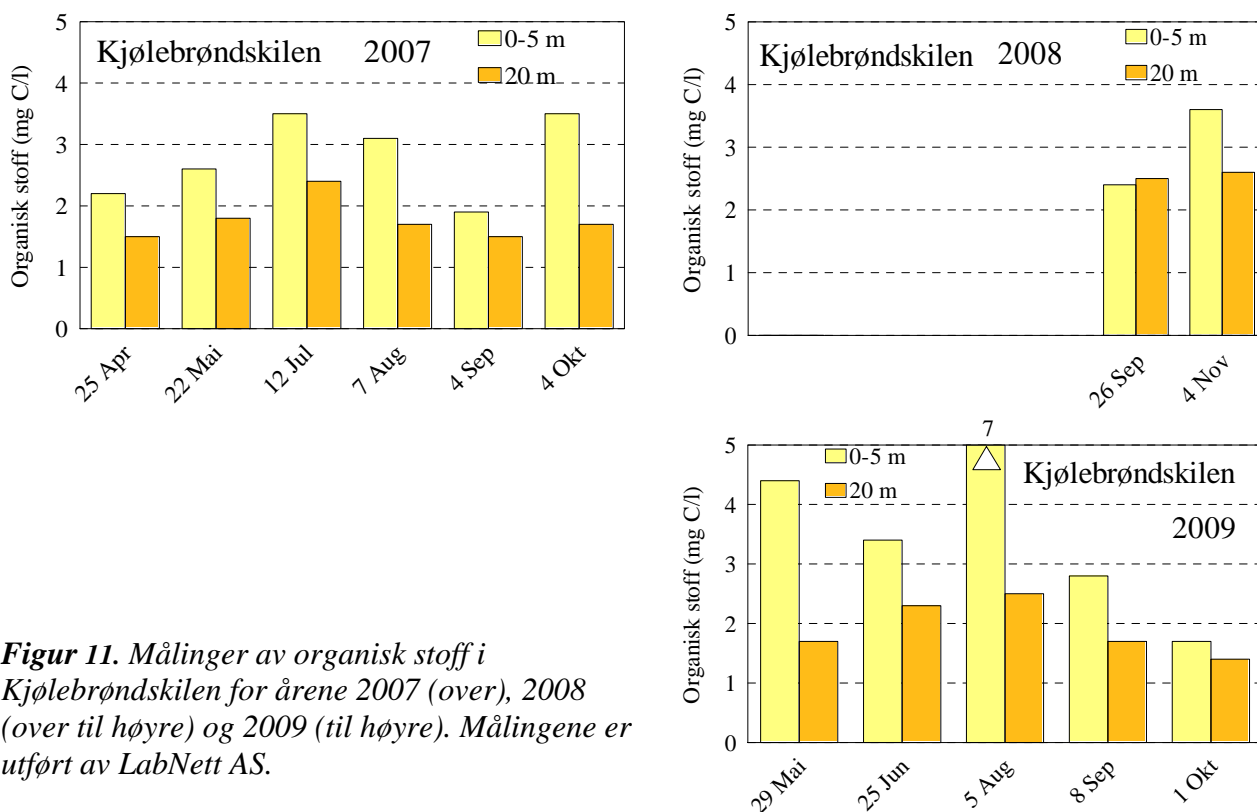
**Tabell 8.** Gjennomsnittlig siktedyp.

År	Antall	Siktedyp
2007	6	6,4 m
2008	2	8,3 m
2009	5	6,2 m
<b>Totalt</b>	<b>13</b>	<b>6,6 m</b>

## Overvåking organisk stoff

Innhold av organisk stoff forteller noe om mengde både partikulært og oppløst organisk materiale i økosystemet. I så godt som alle måleseriene er innholdet høyest i overflatevannet i Kjølebrøndskilen, noe som forklares med at det både er her algeproduksjonen foregår, og at tilførslene fra nedbørfeltet tilføres til overflatevannmassene. Algeproduksjonen er høyest på våren og sommeren, mens tilførsler fra vassdraget er størst ved store nedbørmengder ofte på høsten.

Det foreligger ikke klassifiseringskriterier for organisk stoff for fjorder, men for vassdrag ligger grensen mellom SFT-klasse I="meget god" og II="god" på 2,5 mg C/l, og mellom II og III="mindre god" på 3,5 mg C/l. Dersom en ser bort fra den ene særlig høye målingen på 7 mg C/l fra august 2009, tilfredsstiller alle årenes gjennomsnittsverdier SFTs tilstandsklasse II="god" for ferskvann. Innholdet i dypvannet, der tilførslene fra anlegget går ut, er lavere.



**Figur 11.** Målinger av organisk stoff i Kjølebrøndskilen for årene 2007 (over), 2008 (over til høyre) og 2009 (til høyre). Målingene er utført av LabNett AS.

**Tabell 9.** Gjennomsnittlig konsentrasjon av organisk stoff.

År	Antall	overflate µg N/l	dypvann µg N/l
2007	6	2,8	1,8
2008	2	3,0	2,6
2009	5	3,9	1,9
<b>Totalt</b>	<b>13</b>	<b>3,4</b>	<b>1,9</b>

## Diskusjon av miljøtilstand

Dypvannsutslippet til Sørsmolt AS sørger for at det ikke lenger er anoksiske forhold i dypvannet i Kjølebrøndskilen. Utslippet har dermed medført en betydelig bedring i miljøforholdene i Kjølebrøndskilen. For øvrig spriker måleresultatene fra de ulike årene så mye at det ikke kan trekkes for konklusjoner om tilstand eller utvikling i resipienten. Nytt forslag til prøveprogram er vedlagt.

Måling av næringsalter viser at innholdet av fosfor var lavt på våren 2007, og hadde et gjennomsnitt tilsvarende SFTs tilstandsklasse II="god" for hele måleperioden. De to målingene fra 2008 er kun fra høsten, mens målingene i 2009 var høyere og tilsvarte III="mindre god". Innholdet av nitrogen var også lavt i 2007, og gjennomsnittet tilsvarte SFTs tilstandsklasse II = "god". Målingene i 2009 var langt over de øvrige målingene, og gjennomsnittet selv uten den ekstreme verdien, tilsvarer tilstand IV="dårlig". Nitrogentilførsler stammer i liten grad fra fiskeanlegget, og forholdstallet mellom nitrogen og fosfor lå både i 2007 og 2009 på omtrent 20, hvilket tilsier at tilførslene fra fiskeanlegget ikke "preger" situasjonen. Da skulle tallet vært vesentlig lavere.

Siktedypet gjenspeiler algemengde på sommeretid, og tilsvarer tilstand II="god" for både 2007 og 2009. Innholdet av organisk stoff er lavt, tilsvarende tilstand II="god" vurdert ut fra SFTs veileder for ferskvann, siden det ikke er slik vurdering for sjø.

## REFERANSER

HOLTAN, H., & S.O. ÅSTEBØL 1990.

Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder.  
Revidert utgave. *NIVA-JORDFORSK rapp nr 2510, 53 sider. ISBN 82-577-1818-1.*

MOLVÆR, J., J. KNUTZEN, J. MAGNUSSON, B. RYGG, J. SKEI & J. SØRENSEN 1997.

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.  
*SFT Veiledning 97:03. TA-1467/1997, 36 sider. ISBN 82-7655-367-2.*

## VEDLEGGSTABELLER OVER RÅDATA

**Vedleggstabell 1.** Månedlig analyseresultat fra ukeblandprøver fra avløpet fra Sørsmolt AS. Prøvene er analysert av LabNett Skien AS, og innsamling er utført ved anlegget. De røde tallene avviker såpass mye fra resten at de ikke er tatt med i beregningene av utslippsmengder.

År	mnd	fosfor µg P/l	nitrogen µg N/l	organisk stoff mg C/l	vannbruk m <sup>3</sup> /min
2007	April	22	<b>7593</b>	5,5	14
2007	Juni	39	844	6,7	14
2007	Juli	27	570	5,9	15
2007	August	41	890	6,7	20
2007	September	<b>128</b>	1235	<b>110,0</b>	18
2007	Oktober	50	1195	9,8	14
2008	April	76	989	7,1	14
2008	Mai	<b>214</b>	990	7,0	14
2008	Juni	98	1017	7,0	14
2008	Juli	72	1035	7,2	15
2008	August	66	1010	7,1	20
2008	September	80	1094	7,0	18
2008	Oktober	31	816	6,9	14
2008	Desember	43	974	6,9	14
2009	April	41	1098	14,4	14
2009	Mai	39	1032	5,9	14
2009	Juni	2	1172	7,6	14
2009	Juli	26	761	5,5	15
2009	August	23	<b>5289</b>	5,8	20
2009	Oktober	5	138	<b>155</b>	14

**Vedleggstabell 2.** Analyseresultat fra overflate- og dypvannprøver fra Kjølebrøndkilen for årene 2006-2009, samlet inn og analysert av LabNett Skien AS. Oppholdet i 2008 skyldes at ansvarlig ansatt hos LabNett AS sluttet i jobben og ingen andre overtok.

År	mnd	dag	dyp	fosfor µg P/l	nitrogen µg N/l	organisk stoff mg C/l	siktedyp m
2006	11	1	overflate	15	429	5,1	3,5
2006	11	1	dyp	19	313	1,7	
2007	4	25	overflate	11	352	2,2	7,5
2007	4	25	dyp	27	611	1,5	
2007	5	22	overflate	11	283	2,6	
2007	5	22	dyp	20	410	1,8	
2007	7	12	overflate	11	183	3,5	5,5
2007	7	12	dyp	61	409	2,4	
2007	8	7	overflate	16	258	3,1	5,0
2007	8	7	dyp	13	159	1,7	
2007	9	4	overflate	16	203	1,9	8,0
2007	9	4	dyp	12	158	1,5	
2007	10	4	overflate	23	385	3,5	6,0
2007	10	4	dyp	22	262	1,7	
2008	11	4	overflate	26	246	2,4	9,0
2008	11	4	dyp	32	254	2,5	
2008	26	9	overflate	24	243	3,6	7,5
2008	26	9	dyp	17	187	2,6	
2009	5	29	overflate	16	405	4,4	7,0
2009	5	29	dyp	14	148	1,7	
2009	6	25	overflate	43	655	3,4	6,4
2009	6	25	dyp	13	109	2,3	
2009	8	5	overflate	25	630	7,0	7,0
2009	8	5	dyp	16	161	2,5	
2009	9	8	overflate	19	<b>2907</b>	2,8	7,5
2009	9	8	dyp	20	204	1,7	
2009	10	1	overflate	29	254	1,7	3,0
2009	10	1	dyp	24	202	1,4	