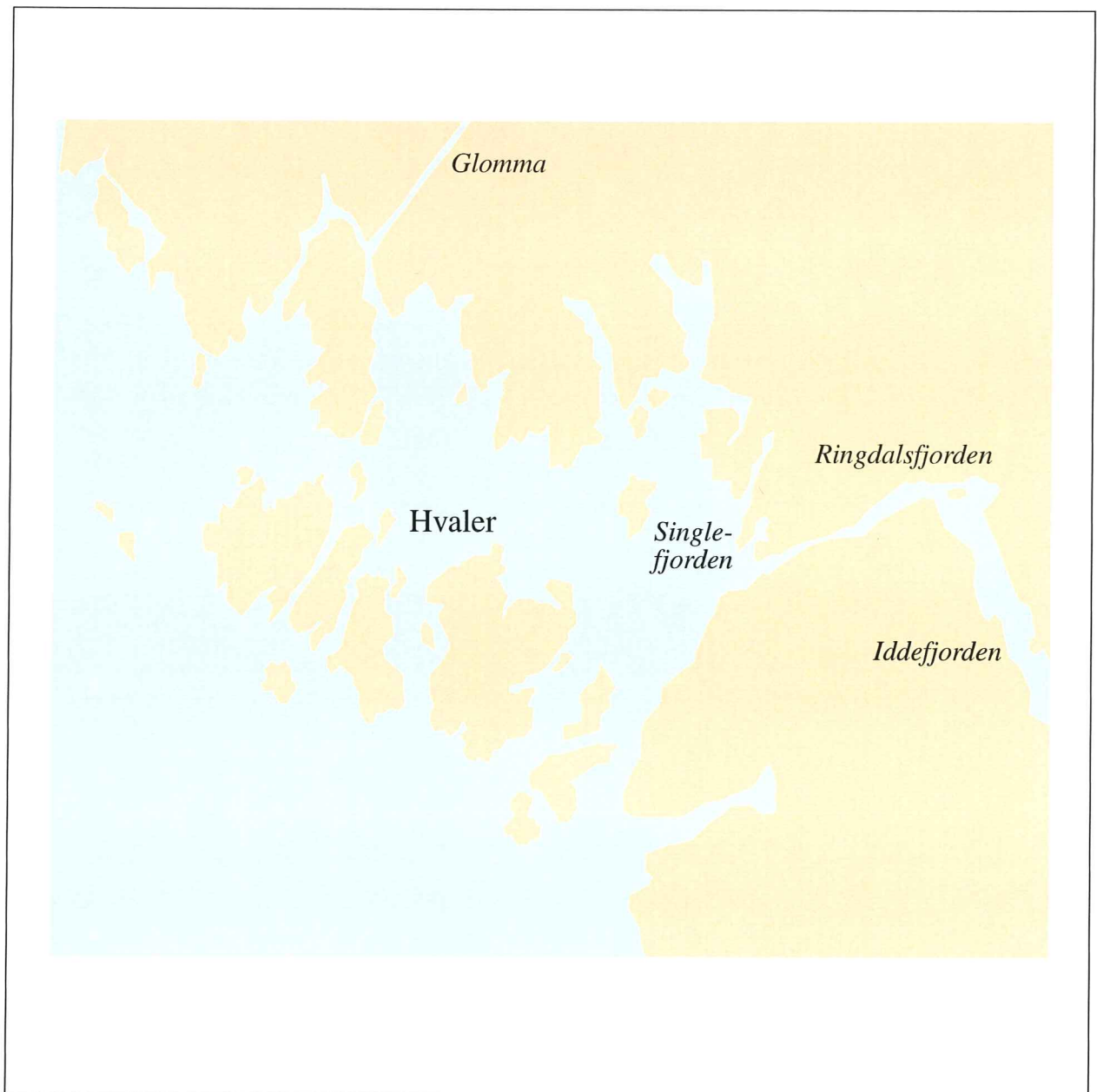


RAPPORT LNR 4367-2001

Overvåking av Ytre Oslofjord

Delprosjekt nr. 2
Overvåking av
Hvaler og Singlefjorden i 2000



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 Overvåking av Ytre Oslofjord. Delprosjekt nr. 2. Overvåking av Hvaler og Singlefjorden i 2000.	Løpenr. (for bestilling) 4367-2001	Dato 2001.04.23
	Prosjektnr. Undernr. O-99128	Sider Pris 34
Forfatter(e) Rygg, Brage	Fagområde 22 Eutrofi sjøvann	Distribusjon
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fagrådet for Ytre Oslofjord	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag
I siste halvår 2000 ble det gjort eutrofirelaterte overflate- og dypvannsobservasjoner i Hvaler og Singlefjorden. Fosforverdiene i området var moderat forhøyet sammenlignet med normalt kystvann. Nitrogenverdiene var til dels mye høyere. Silikat, gulstoff og suspenderte partikler viste mye høyere verdier enn kystvann, noe som har sammenheng med ferskvannstilførslene. Klorofyll viste noe forhøyete verdier i Singlefjorden. Siktedypet var dårlig til meget dårlig. Minimumsverdiene for oksygen viste meget dårlig tilstand i Hvaler. Oksygenverdiene var så lave at mye av bunnfaunaen må antas å være ødelagt, slik som observert ved flere tilfeller tidligere.

Fire norske emneord 1. Hvaler 2. Overvåking 3. Hydrografi 4. Eutrofiering	Fire engelske emneord 1. Hvaler 2. Monitoring 3. Hydrography 4. Eutrophication
---	--

Kari Nygaard
Prosjektleder


Kari Nygaard
Forskningsleder
ISBN 82-577-4004-7


Jens Skei
Forskningsjef

Overvåking av Ytre Oslofjord

Delprosjekt nr. 2

Overvåking av Hvaler og Singlefjorden i 2000

Forord

I møte med Statens forurensningstilsyn og Fagrådet for ytre Oslofjord den 22.6.99, fikk Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Havforskningsinstituttet (HI, HFF) i oppgave å komme med forslag til et overvåkingsprogram for ytre Oslofjord. Hensikten var å starte med observasjoner i 1999, som skal danne grunnlag for en senere langtidsovervåking av området.

Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåkingen i Hvaler og Singlefjorden i 2000 og sammenligner resultatene med tidligere overvåking i området fra tidligere perioder mellom 1990 og 1999, og med tilstanden på en kystovervåkingstasjon ved Jomfruland (referanse). SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet er benyttet ved presentasjonen av resultatene.

Prøvetakingen ble gjennomført i samarbeid med lokale samarbeidspartnere (A. Flingtorp og L. Flingtorp) i Hvalerområdet, men med tidvis assistanse av NIVA-medarbeidere. Datamaterialet ble tilrettelagt av Kai Sørensen. Isopletdiagrammene for hydrografi og siktedyp ble laget av Jarle Molvær. Brage Rygg sammenstilte rapporten.

Oslo den 23. april 2001

Kari Nygaard

Innhold

Sammendrag	5
Summary	5
1. Innledning	6
2. Formål	6
3. Gjennomføring	7
3.1. Observasjoner i Hvaler og Singlefjorden	7
3.1.1. Stasjonsvalg	7
3.1.2. Parametervalg	8
3.1.3. Analysemetoder	9
3.1.4. Observasjonsfrekvens og feltarbeid	9
4. Resultater	10
4.1. Hydrografi og siktedyp	10
4.2. Næringssalter, organisk og partikulært materiale og oksygen	11
4.2.1. Fosfat	14
4.2.2. Totalfosfor	15
4.2.3. Nitrat og nitritt	16
4.2.4. Totalnitrogen	17
4.2.5. Silikat	18
4.2.6. Organisk materiale, partikulært materiale, turbiditet og gulstoff	18
4.2.7. Klorofyll a	21
4.2.8. Oksygen	22
5. Diskusjon	24
5.1. Tilstandsklasser	24
5.2. Middelerverdier sommer og vinter i perioden 1990 – 2000	25
6. Henvisninger	26
Vedlegg A.	27
Vedlegg B.	29
Vedlegg C.	31

Sammendrag

I siste halvår 2000 ble det gjort eutrofirelaterte overflate- og dypvannsobservasjoner i Hvaler og Singlefjorden.

Fosforverdiene i området var moderat forhøyet sammenlignet med normalt kystvann. Nitrogenverdiene var til dels mye høyere. Silikat, gulstoff og suspenderte partikler viste mye høyere verdier enn kystvann, noe som har sammenheng med ferskvannstilførslene. Klorofyll viste noe forhøyete verdier i Singlefjorden, men var lave i nærområdet til Glomma. Siktedypet var dårlig til meget dårlig, trolig forårsaket av partikler fra Glomma. Minimumsverdiene for oksygen viste meget dårlig tilstand i Hvaler. Oksygenverdiene var så lave at mye av bunnfaunaen må antas å være ødelagt, slik som observert ved flere tilfeller tidligere. Sammenligning med tidligere år (1980-1999) viste nedgang i totalfosfor på de fire stasjonene. For de andre variablene var det ingen påvisbar trend.

Summary

Title: Monitoring of Ytre [Outer] Oslofjord. Subproject no. 2. Monitoring of Singlefjorden and Hvaler in 2000.

Year: 2001

Author: Rygg, B.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4004-7

During the second half of the 2000 eutrophy related surface and deep water observations were carried out in Hvaler and Singlefjorden, Southeast Norway.

Phosphorous values in the area were moderately higher than normally found in coastal water. Nitrogen values were often much higher. Silicates, gelbstoff and suspended particles showed much higher values than normally found in coastal water, due to large fresh-water input. Chlorophyll showed slightly increased values in Singlefjorden, but low values in the area closer to Glomma. Secchi depth was poor, probably due to particles from Glomma. Minimum values for oxygen showed very bad conditions in Hvaler. The oxygen values were so low that much of the benthic fauna were probably damaged, as occasionally was observed in earlier years. Comparison with earlier years (1980-1999) showed a decrease in total phosphorous at the four stations. The other variables showed no detectable trends.

1. Innledning

Fagrådet for ytre Oslofjord og Statens forurensningstilsyn planlegger å igangsette langtidsovervåking i ytre Oslofjord fra 2001. Med ytre Oslofjord menes området fra svenskegrensen til Grenlandsområdet. Et forprosjekt ble startet i 1999 med et begrenset program hvor overvåkingen var konsentrert til sentrale deler av ytre Oslofjord (hovedbassengene fra Torbjørnskjær til Breiangen) samt et lokalt område (Hvaler og Singlefjorden). Overvåkingen ble i første rekke konsentrert om eutrofirelaterte observasjoner.

Denne rapporten dekker overflate- og dypvannsobservasjoner i Hvaler og Singlefjorden i 2000.

2. Formål

Overvåkingsprogrammet skal følge tilstanden og utviklingen over tid og derved gi fortløpende informasjon om forurensningstilstanden (eutrofisituasjonen).

Følgende delmål ble valgt:

- Overflateobservasjoner i Hvaler og Singlefjorden:
 - bedømme overflatevannets vannkvalitet ut fra SFTs klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl., 1997).
- Hydrografiske og hydrokjemiske observasjoner i Hvaler og Singlefjorden .
 - bedømme oksygenforholdene i dypvannet ut fra SFTs klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, samt beregne oksygenforbruk på de stasjoner hvor dette lar seg gjennomføre.

3. Gjennomføring

3.1. Observasjoner i Hvaler og Singlefjorden

Med overflateobservasjoner menes observasjoner i 0 eller 0.5 meters dyp. Observasjonene brukes til å bestemme tilstandsklasser i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystområder. Stasjonsvalget er lokalt tilpasset observasjoner gjennomført i tidligere overvåkningsprogrammer (Magnusson og Sørensen, 1996).

3.1.1. Stasjonsvalg

Ut fra tidligere programmer i området er følgende stasjoner valgt (**Figur 1**). Dette er i hovedsak overflatestasjoner.

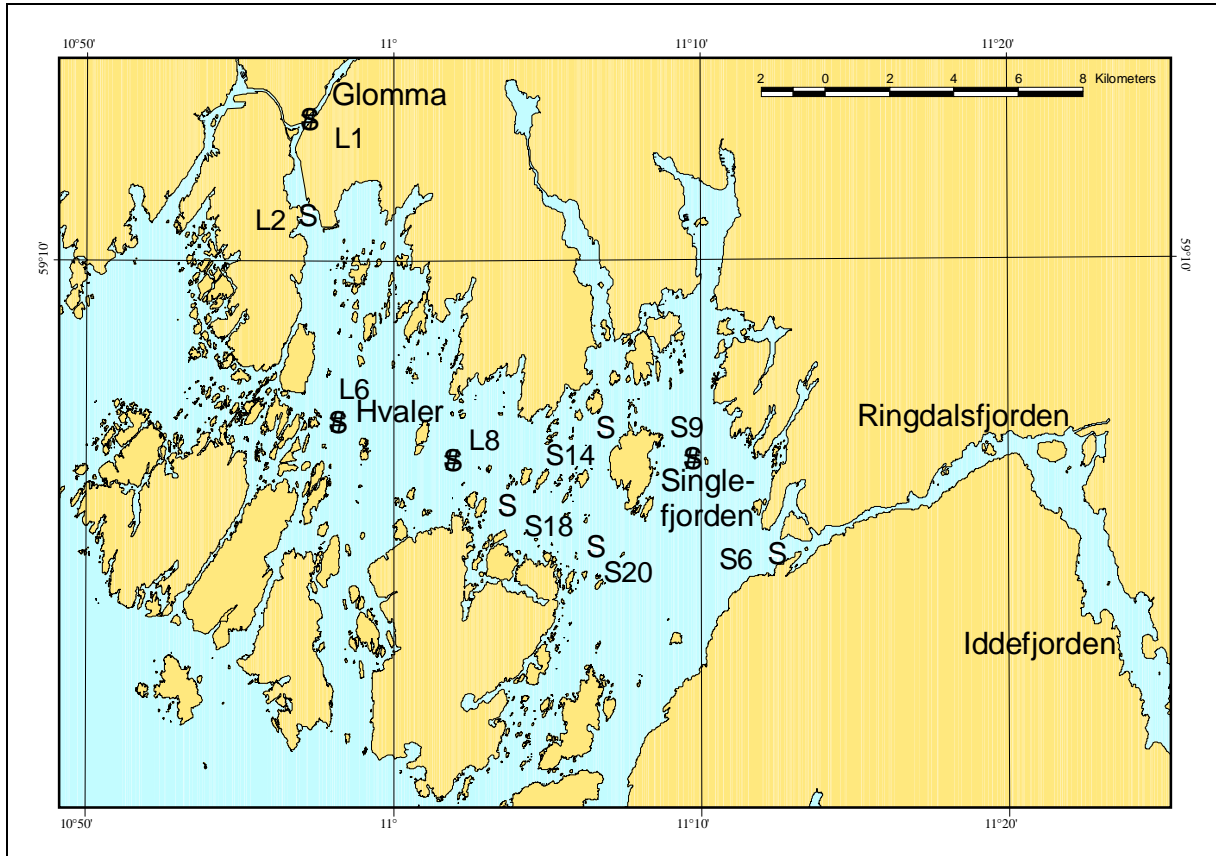
Hovedstasjoner

Stasjon L 1: Glomma i Fredrikstad. Stasjonen er en referansestasjon i Glomma ved Fredrikstad. Observasjoner her vil gi tilstanden i ferskvannet som tilføres kystområdet. I tillegg til å måle vannkvaliteten i dette området, vil observasjonene være nyttige ved sammenligning med de andre stasjonene, samt gi mulighet for normalisering av konsentrasjoner for relativ saltholdighet. Stasjonen er observert i alle overvåkningsprogrammene som er gjennomført siden 1980.

Stasjon L 6. Fugleskjær. Stasjonen er representativ for et større område i denne del av Hvaler og Løperen. Her er også største avgrensede dyp innenfor Hvalerøyene (35 til 60 meters dyp), med observert lave oksygenkonsentrasjoner og tilfeller med produksjon av hydrogensulfid. Stasjonen har vært med i overvåkningsprogrammer siden 1980.

Stasjon L 8. Ramsøyflaket. Stasjonen representerer til dels forholdene på Ramsøyflaket, men er til tider (ved lav vannføring i Glomma) mindre representativ for hele området. Stasjonsdypet er ca. 50 meter, med til tider lave oksygenkonsentrasjoner i dypvannet. Stasjonen har vært med i overvåkningsprogrammer siden 1980.

Stasjon S 9. Haslau. Stasjonen representerer forholdene i Singlefjorden, men kan i noen tilfeller være influert av vann fra både Glomma. Stasjonsdyp er ca. 80 meter, men uten egentlig terskel til Kostersundet i sør. Stasjonen har vært med i overvåkningsprogrammer siden 1980.



Figur 1. Stasjoner i Hvaler og Singlefjorden i 2000 (● = dypstasjoner; ○ = overflatestasjoner).

3.1.2. Parametervalg

Valg av parametre er gjort ut fra klassifiseringssystemet for miljøkvalitet i fjorder og kystområder samt tidligere overvåkningsprogrammer i området. Dessuten er det tatt med parametre som inngår i Kystovervåkningsprogrammet.

Bakgrunnsinformasjon (klima): Temperatur, saltholdighet og gulstoff, samt vannføring.

Eutrofirelaterte parametre: Tot-P, Tot-N, PO₄-P, NO₃-N, SiO₂, Klorofyll-a. Parametrene inngikk i tidligere overvåking og i dagens Kystovervåking. Sammenlignet med klassifiseringssystemet mangler NH₄-N.

Erosjonsparametere: Siktedyp, TSM og turbiditet. Samtlige parametre (unntatt turbiditet) inngår i dagens Kystovervåking og i tidligere overvåkningsprogram.

Organiske parametre: TOC (ufiltrert) og gulstoff inngikk i tidligere overvåkningsprogram for området ut fra et sterkt bidrag av organisk belastning fra industri.

Tilleggsparametre: Partikulært karbon og nitrogen (POC og PON) og fosfor (POP). Disse inngår i Kystovervåkningsprogrammet. POC gir i tillegg til kvantitativ informasjon om organisk karbon i vannmassen også sammen med PON et kvalitativt bilde av type organisk materiale (POC/PON-forholdet).

3.1.3. Analysemetoder

Tabell 1. Analysemetoder

Parameter	Analysemetode
Total Nitrogen	Intern D6-1, NS 4743
Nitrat+Nitritt	Intern D3, NS 4745
Partikulært nitrogen	Intern G6, Carlo Erba 1987
Total Fosfor	Intern D2-1, NS 4725
Ortofosfat	Intern D1-1, NS 4724
Partikulært fosfor	Intern D2-1, NS 4725
Silikat	Intern C7-2, Grasshoff et al 1985
Totalt organisk karbon	Intern G5-1, NS-ISO 8245
Partikulært organisk karbon	Intern G5-1, NS-ISO 8245
Klorofyll <i>a</i>	Intern H1-1, NS 4767
Total suspendert materiale	Intern B4, Standard meth. 2540 D
Turbiditet	Intern A4, Standard meth. 2130 B
Oksygen	Intern F1-2, NS-ISO 5813
Temperatur	Sensordata STD sonde, Serie 200
Saltholdighet	Sensordata STD sonde, Serie 200

3.1.4. Observasjonsfrekvens og feltarbeid

Tidligere programmer har operert med en observasjonsfrekvens fra 1 gang pr. uke sommerstid (juni-august, eventuelt september) til ca. hver 14. dag. (noe sjeldnere vinterstid). Kravet til observasjonsfrekvens er relatert til naturlig variasjonsmønster bl.a. vannmassens oppholdstid og biologiske tidsskalaer. Ferskvannets oppholdstid om sommeren er tidligere beregnet til 5 - 9 døgn (Magnusson og Skei, 1984), noe som skulle tilsi en observasjonsfrekvens på en gang pr. uke. Overvåkingen på 1990-tallet hadde en observasjonsfrekvens på ca. 2 ggr. pr. måned (samme som Kystovervåkingen). Denne frekvensen er også fulgt i dette prosjektet (i sommerhalvåret).

Observasjonsfrekvensen ble valgt slik at det er mulig å tilfredsstillere kravene til tilstandsklassifisering av miljøkvalitet, minimum fire, men anbefalt seks eller flere observasjoner i perioden juni-august, med mulighet til å inkludere septemberobservasjoner. Prøver ble innsamlet ved følgende tidspunkter i 2000: 26. juni, 6. juli, 16. juli, 30. juli, 13. august, 23. august, 8. oktober og 12. november.

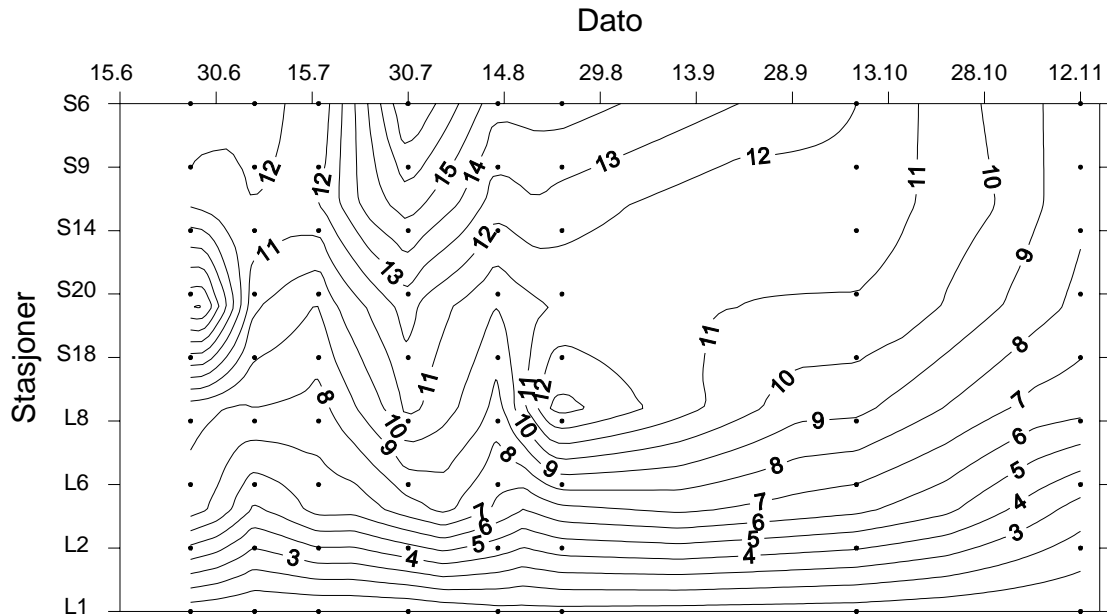
Tabell 2. Analyseprogram i Hvaler og Singlefjorden 2000

Stasjon	Temp., Salt, og Siktedyp	Tot-P, Tot-N, PO ₄ -P, NO ₃ -N, Part-P, Part-N, SiO ₂	Kl-a	TOC, POC, Turb, TSM, Gulstoff	O ₂
L1	x	x	x	x	
L6	x	x	x	x	x
L8	x	x	x	x	x
S9	x	x	x	x	x
L2	x				
S6	x				
S14	x				
S18	x				
S20	x				

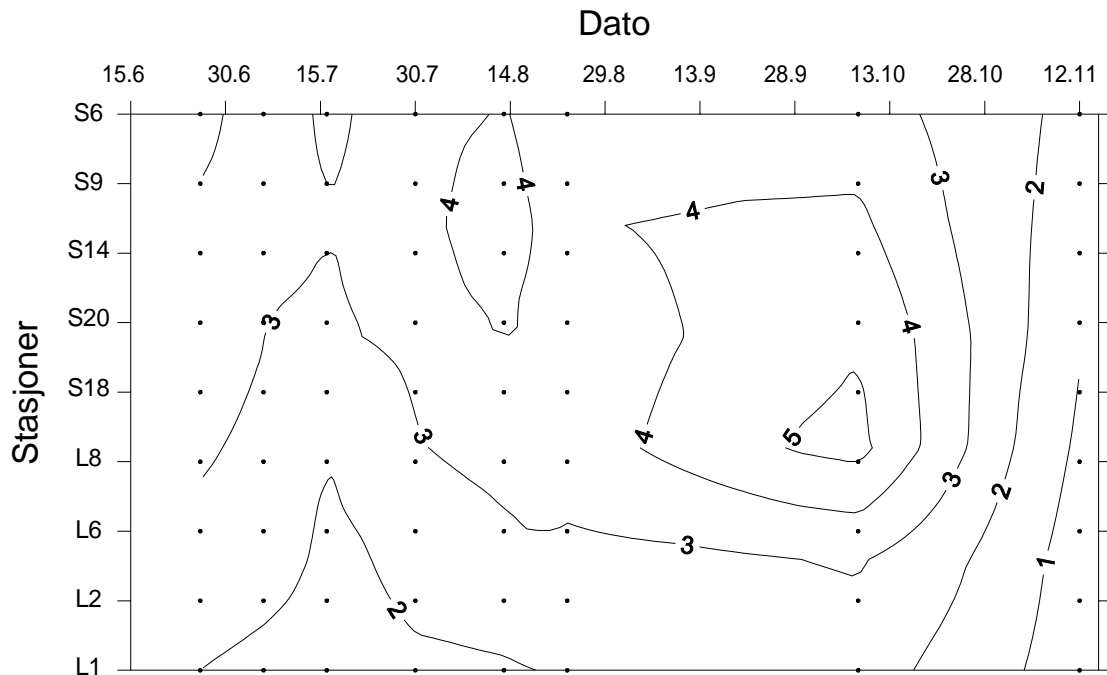
4. Resultater

4.1. Hydrografi og siktedyp

Eksempler på salt og siktedyp er presentert i dette delkapittelet (**Figur 2-Figur 3**). Diagram med dypisopleter for alle målestasjoner er presentert i Vedlegg C.



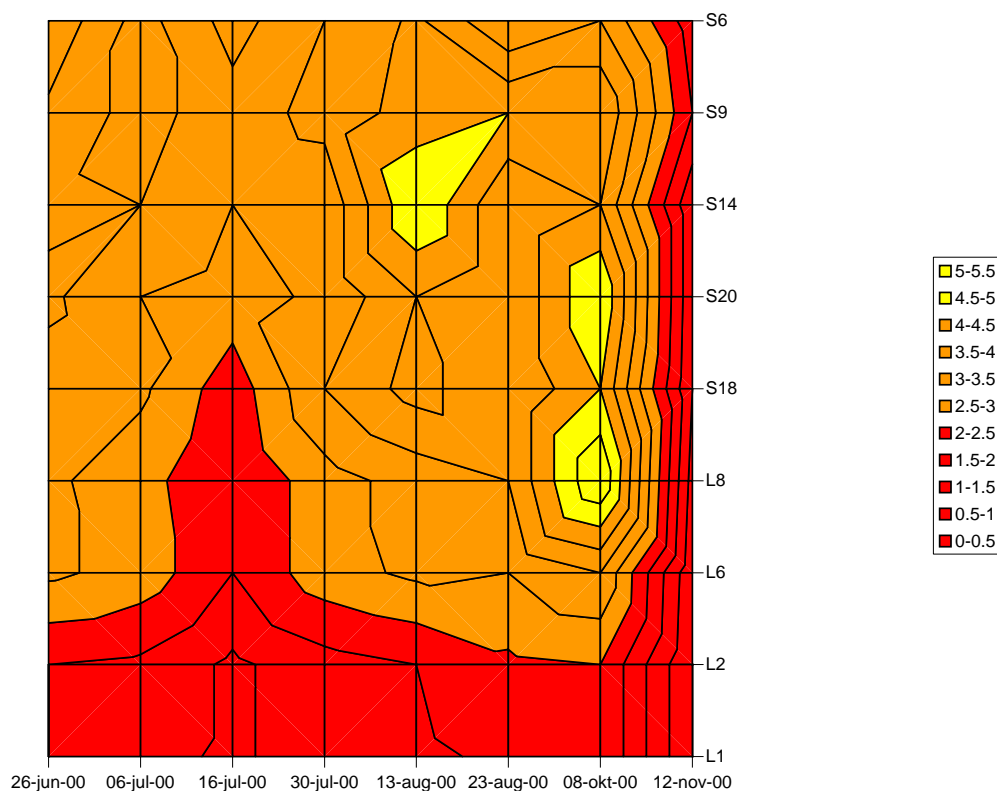
Figur 2. Overflatesaltholdighet (PSU) juni-november 2000 fra alle stasjoner i området.



Figur 3. Siktedyp (m) juni-november 2000 fra alle stasjoner i området.

Overflatesaltholdigheten var lav på stasjonene ved Glommas munning (L1, L2) og økte gradvis utover i Hvaler og østover mot Singlefjorden. Saliniteten var nokså stabil i måleperioden.

Siktedypet var dårlig til meget dårlig, dårligst på de innerste stasjonene og mot slutten av observasjonsperioden (november) (**Figur 4**).



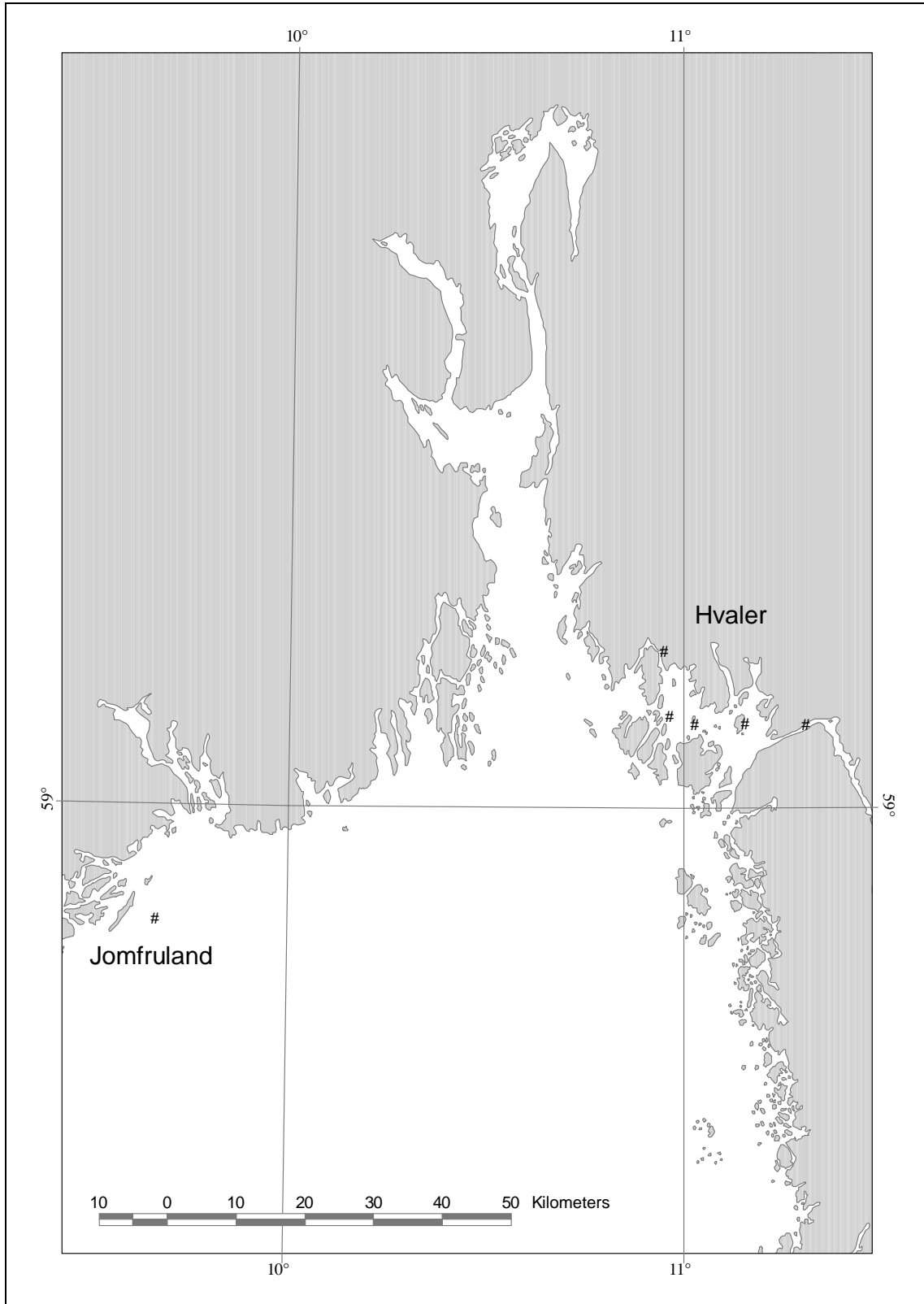
Figur 4. Tilstandsklassifisering av siktedyp, basert på Figur 3. Gul=klasse III (mindre god), orange=klasse IV (dårlig), rød=klasse V (meget dårlig). Klassifisering av siktedyp egentlig bare er gyldig for perioden juni-august. Merk at x-aksen ikke er tidsproporsjonal.

4.2. Næringsalter, organisk og partikulært materiale og oksygen

Figur 5 viser plasseringen av stasjonene i Hvalerområdet og kystovervåkingsstasjonen ved Jomfruland (benyttet som referansestasjon for sammenligning med tilstanden i Hvalerområdet). **Figur 6-Figur 22** og **Tabell 3** viser parametrenes månedsmidler i 0 m dyp i Hvalerområdet i 2000 sammenlignet med månedsmidler ved Jomfruland (Jl) i tiårsperioden 1990-1999. Tilstandsklasser for sommerhalvåret på stasjonene i Hvalerområdet er vist med fargesymboler på kart. Det forelå bare én observasjon fra vinterhalvåret. Verdier og tilstandsklasser for de enkelte dyp og datoer er vist i **Tabell 4**.

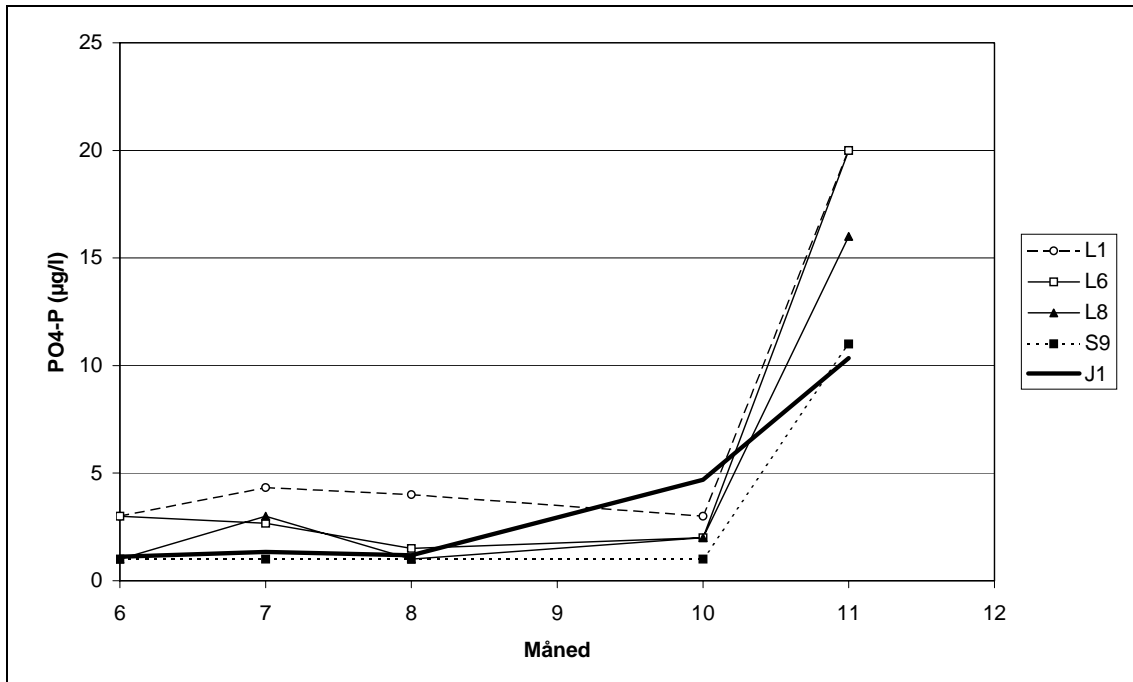
Tabell 5 i Vedlegg A. Klassene er korrigert mot saltholdighet i henhold til Molvær og medarb. (1997). Ved Jomfruland var tilstandsklassen I (meget god) for alle parametre (unntatt klorofyll i august-september).

I **Tabell 6-Tabell 7** i Vedlegg B. er det gjort en sammenligning med resultatene fra tidligere overvåking (1980-1999).

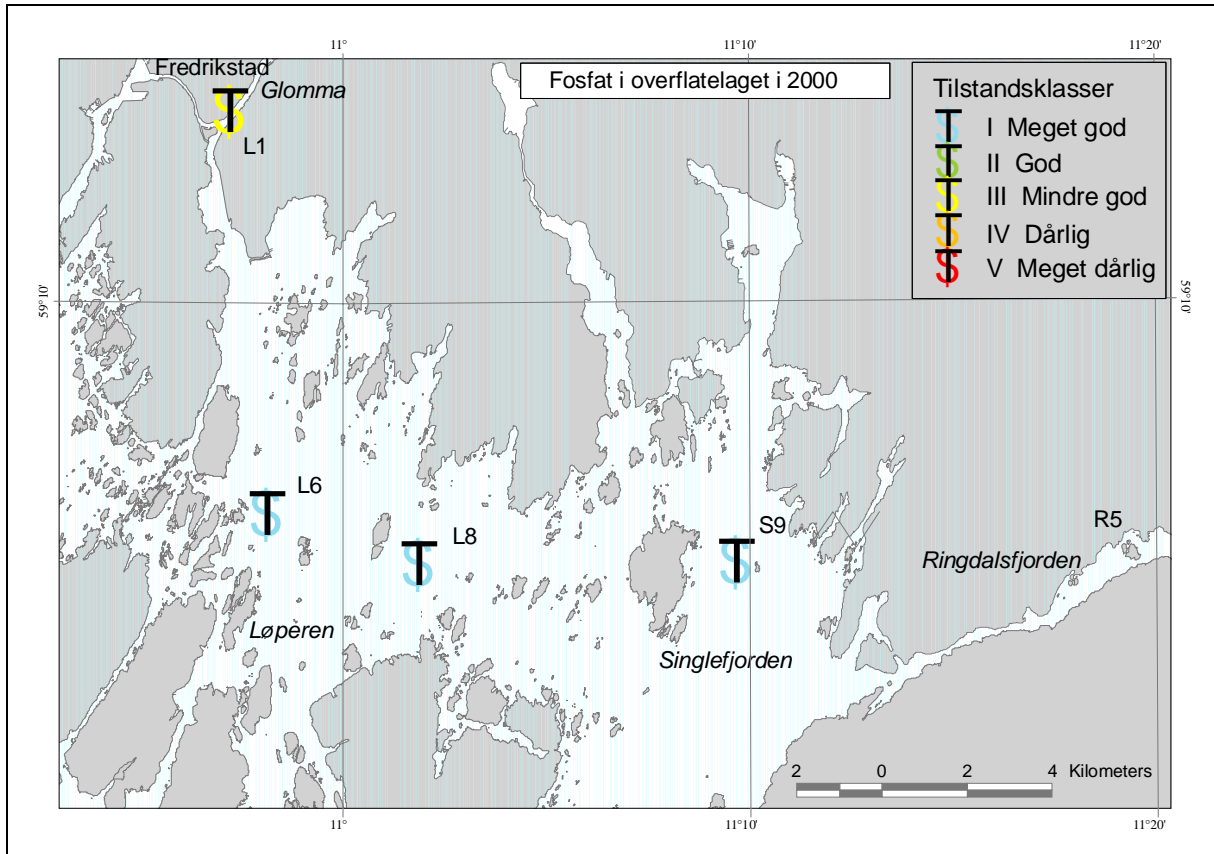


Figur 5. De fem stasjonene i Hvaler og kystovervåkingsstasjonen ved Jomfruland.

4.2.1. Fosfat

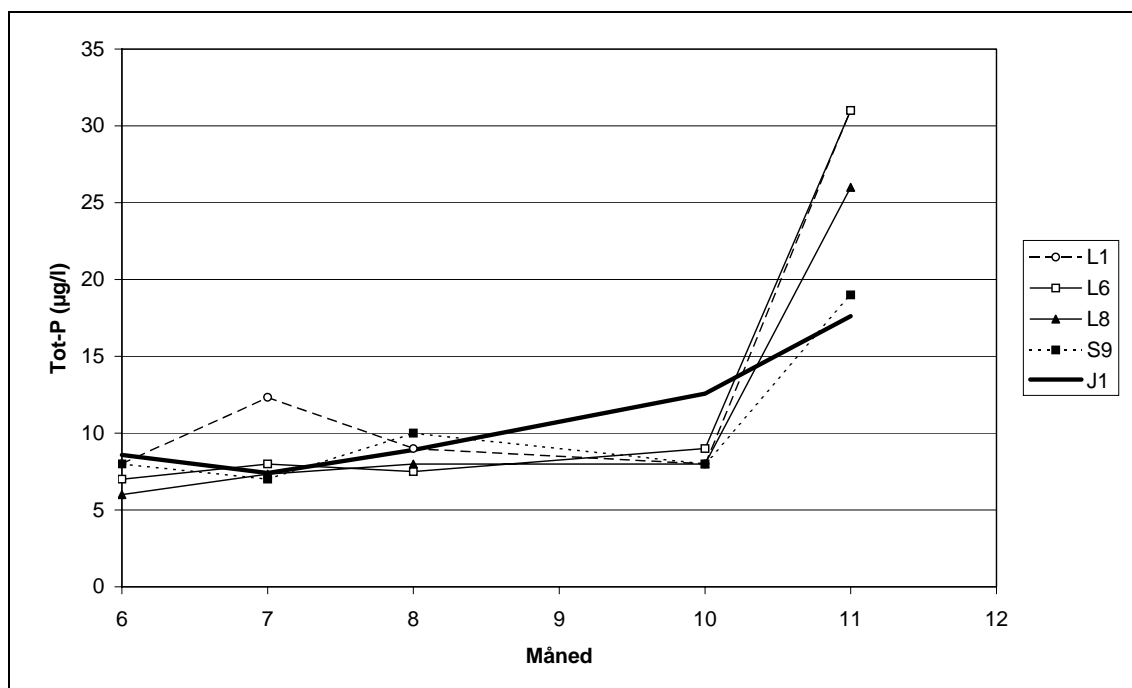


Figur 6. Månedsmidler av fosfat i 0 m dyp på Hvalerstasjonene i 2000 og ved Jomfruland 1990-1999.

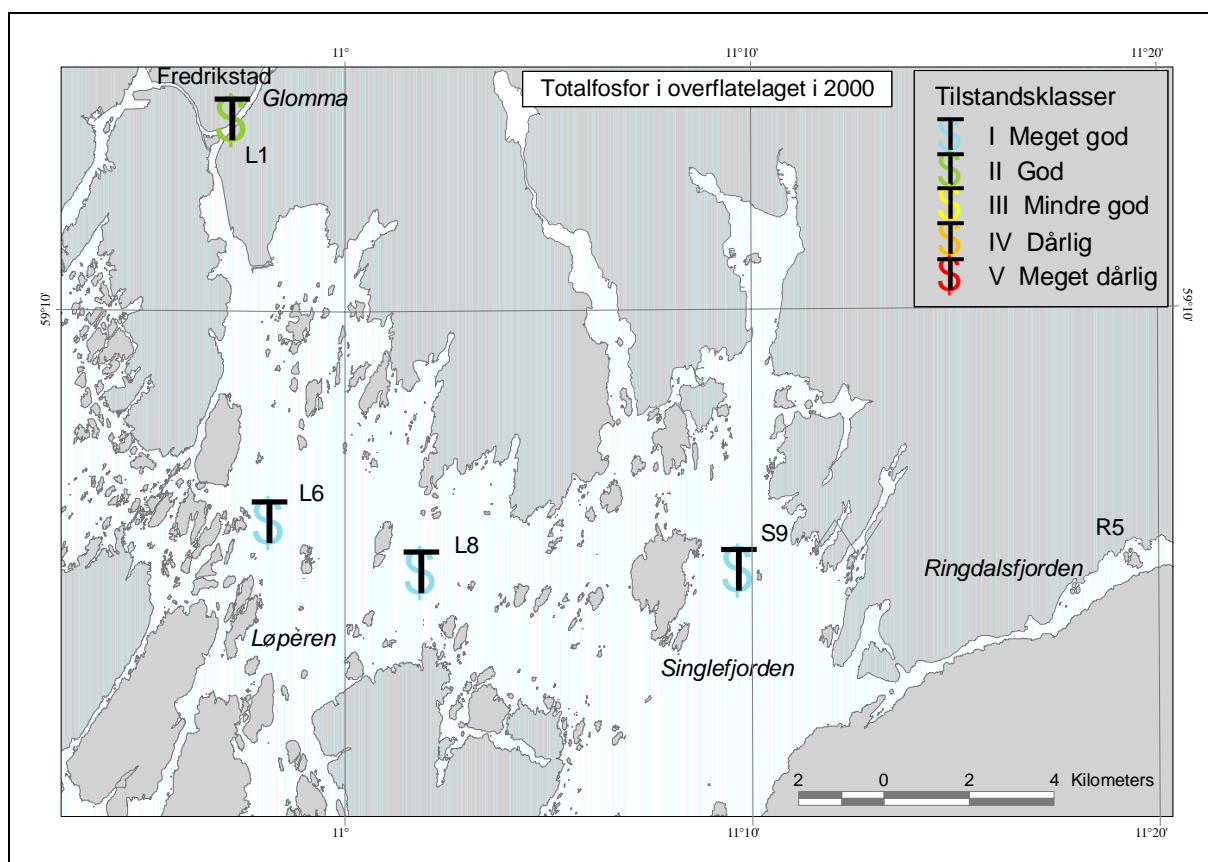


Figur 7. Tilstandsklasser for fosfat (sommer og vinter) i 0 m dyp i 2000

4.2.2. Totalfosfor

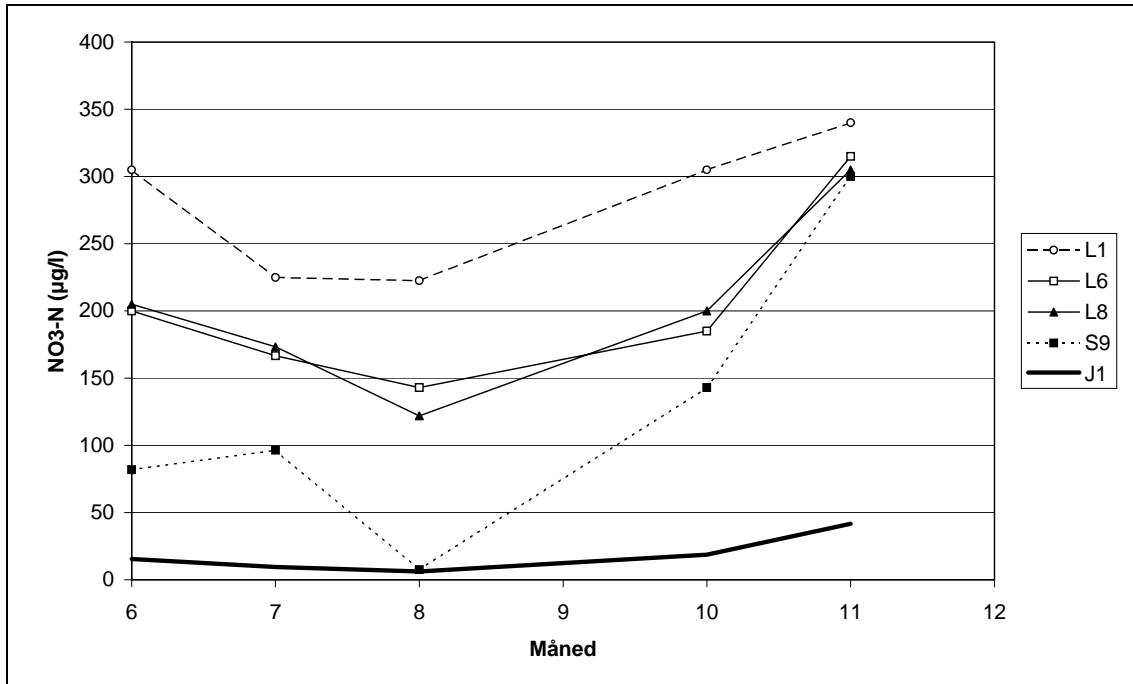


Figur 8. Månedsmidler av totalfosfor i 0 m dyp på Hvalerstasjonene i 2000 og ved Jomfruland 1990-1999.

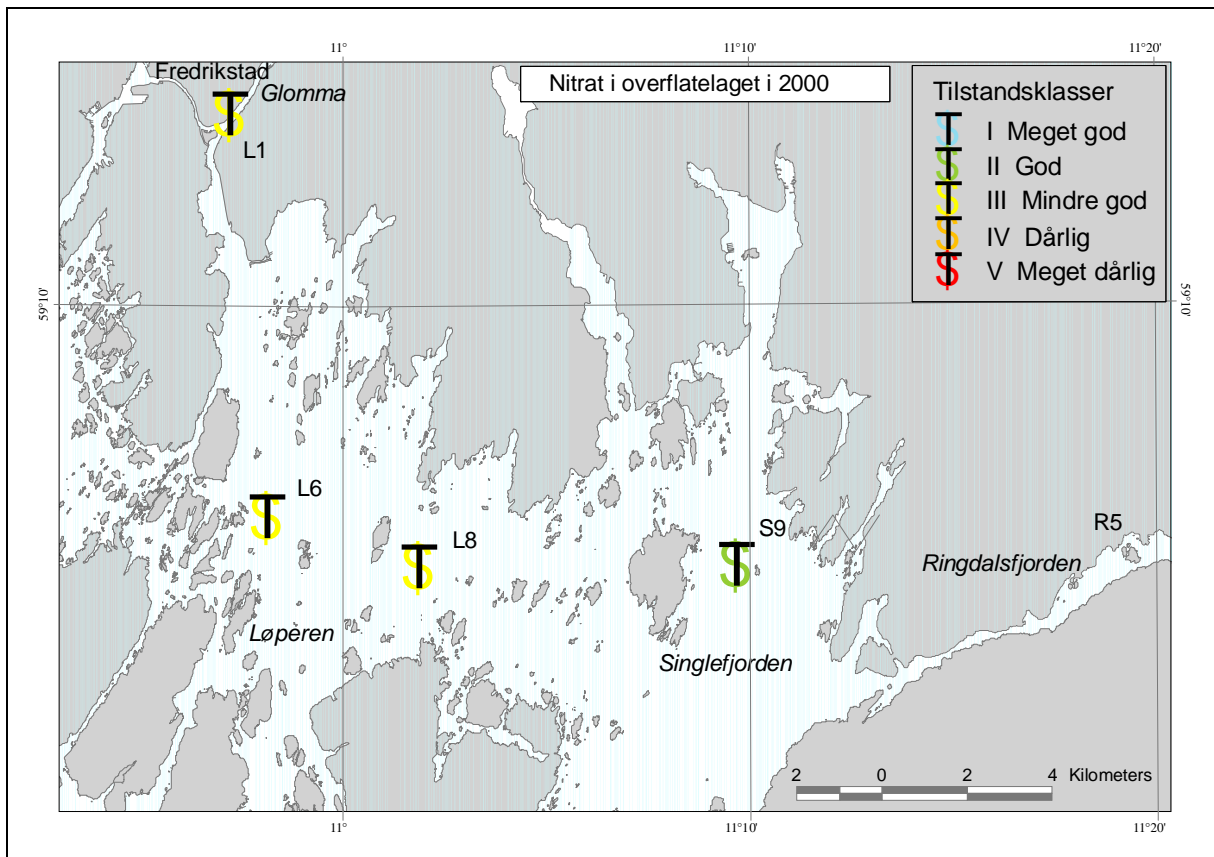


Figur 9. Tilstandsklasser for totalfosfor (sommer og vinter) i 0 m dyp i 2000

4.2.3. Nitrat og nitritt

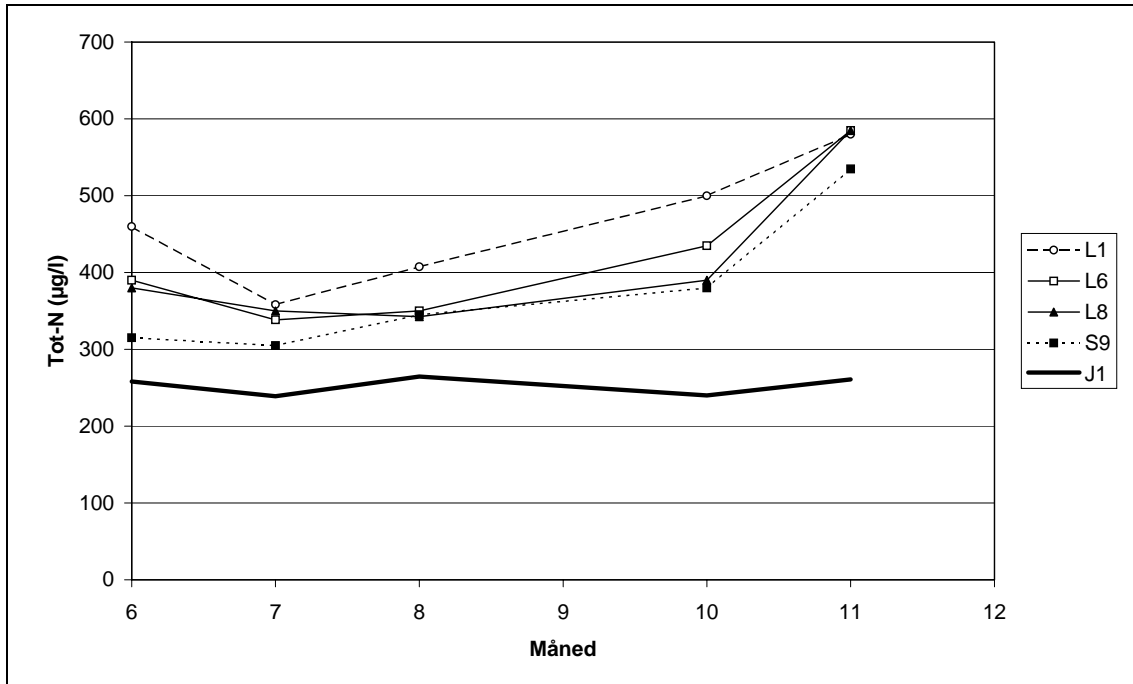


Figur 10. Månedsmidler av nitrat i 0 m dyp på Hvalerstasjonene i 2000 og ved Jomfruland 1990-1999.

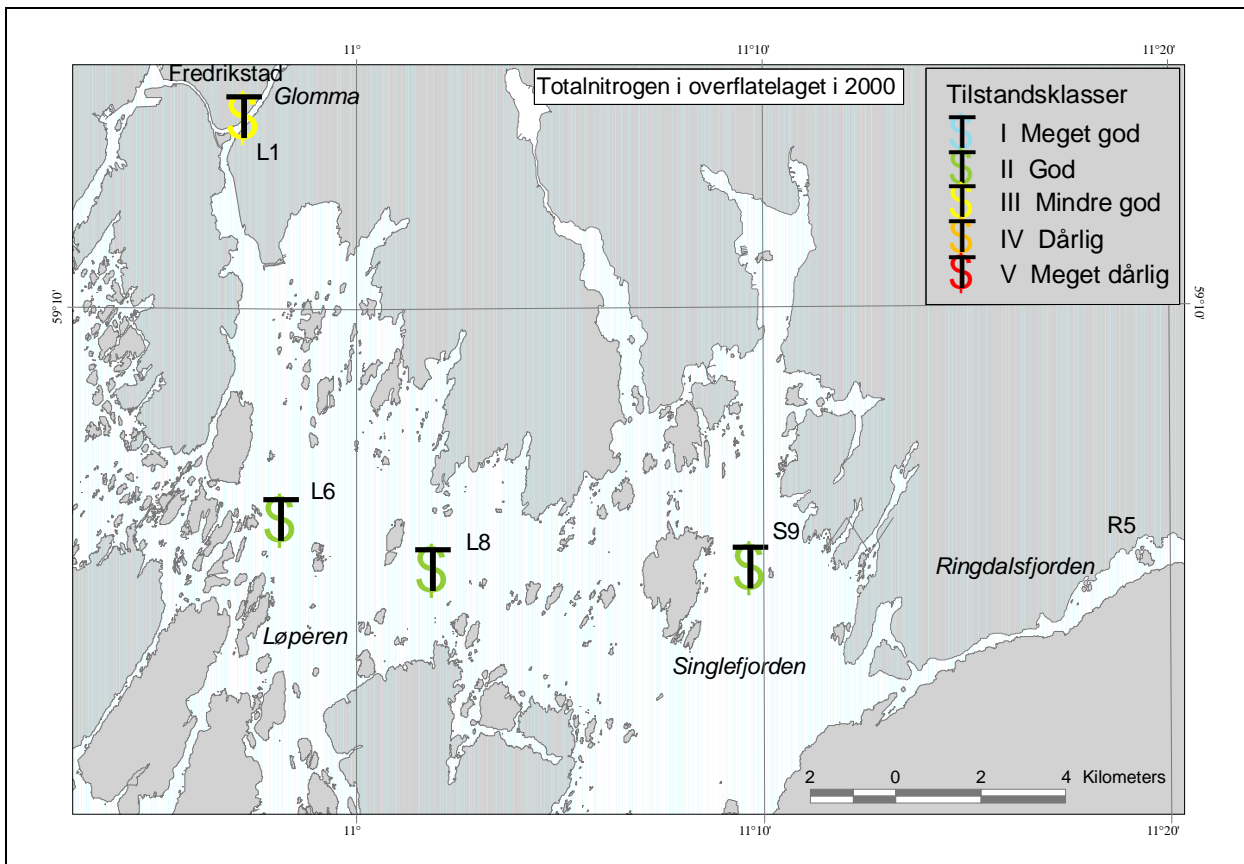


Figur 11. Tilstandsklasser for nitrat (sommer) i 0 m dyp i 2000

4.2.4. Totalnitrogen

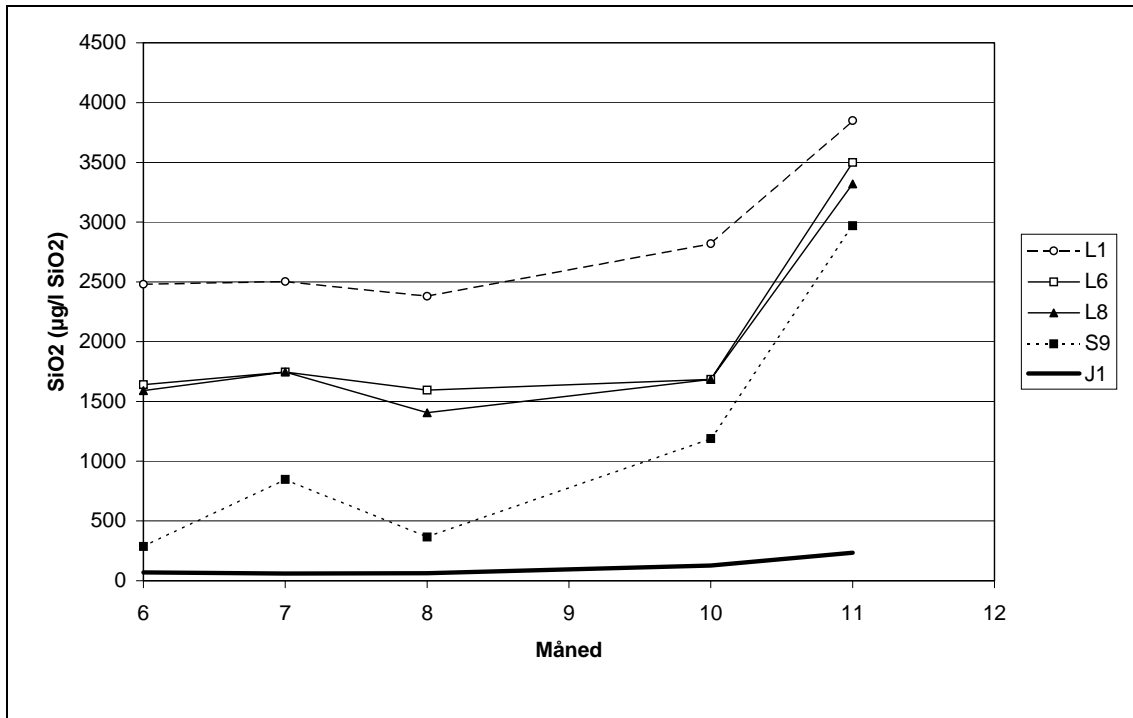


Figur 12. Månedsmidler av totalnitrogen i 0 m dyp på Hvalerstasjonene i 2000 og ved Jomfruland 1990-1999.



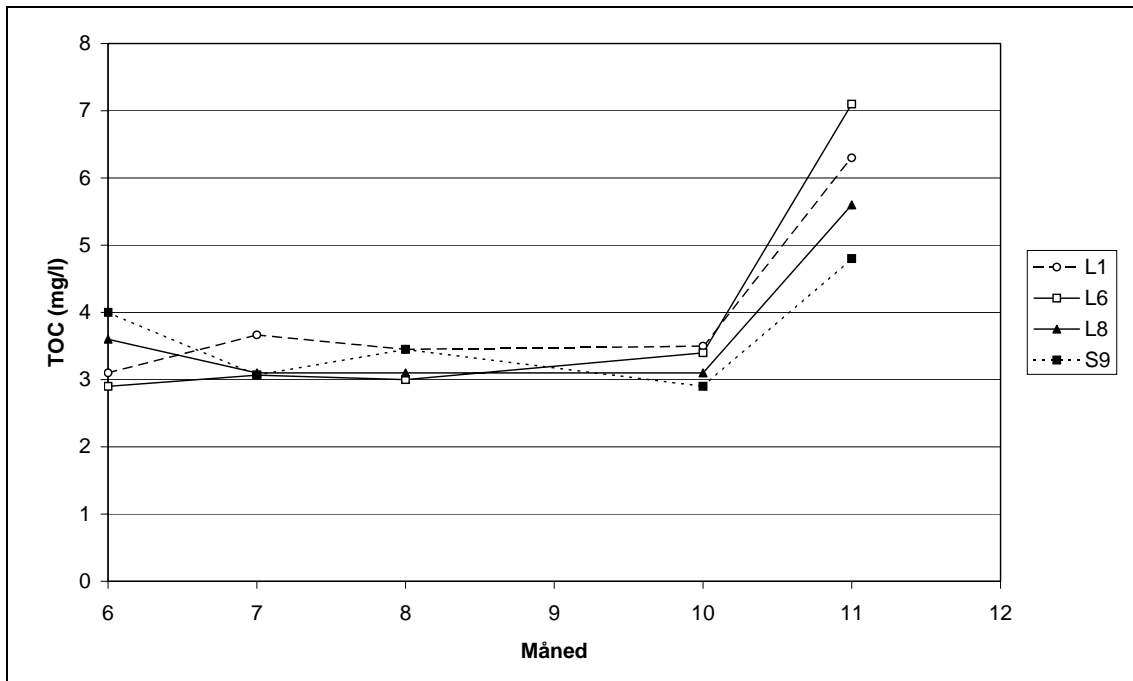
Figur 13. Tilstandsklasser for totalnitrogen (sommer) i 0 m dyp i 2000

4.2.5. Silikat

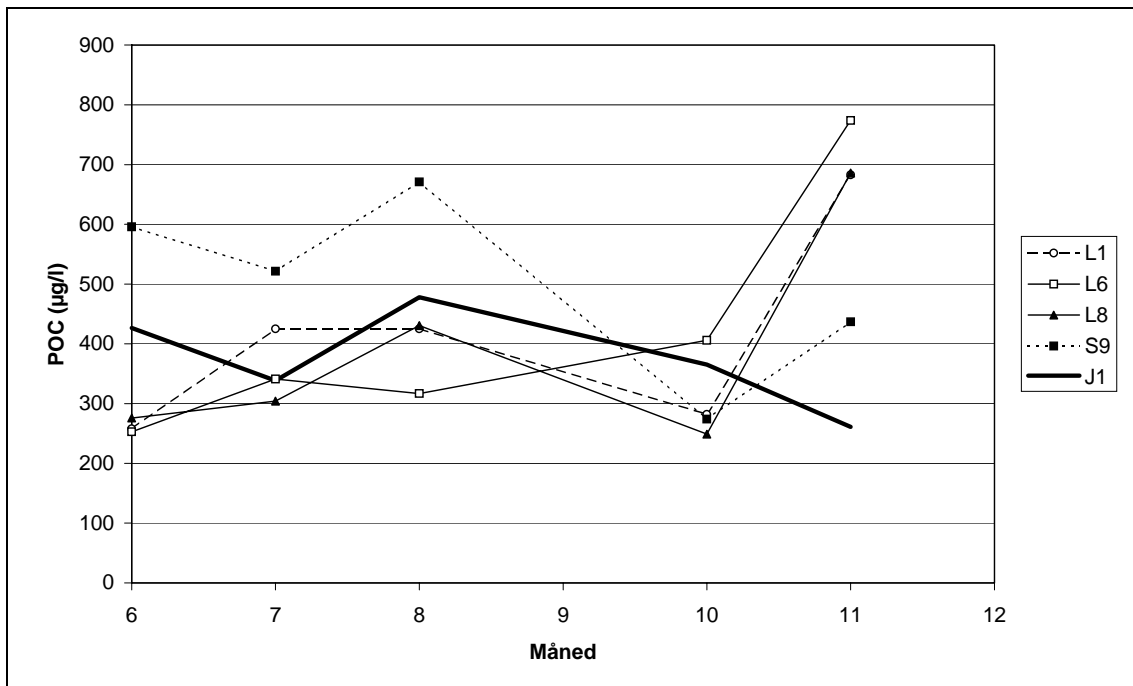


Figur 14. Månedsmidler av silikat i 0 m dyp på Hvalerstasjonene i 2000 og ved Jomfruland 1990-1999.

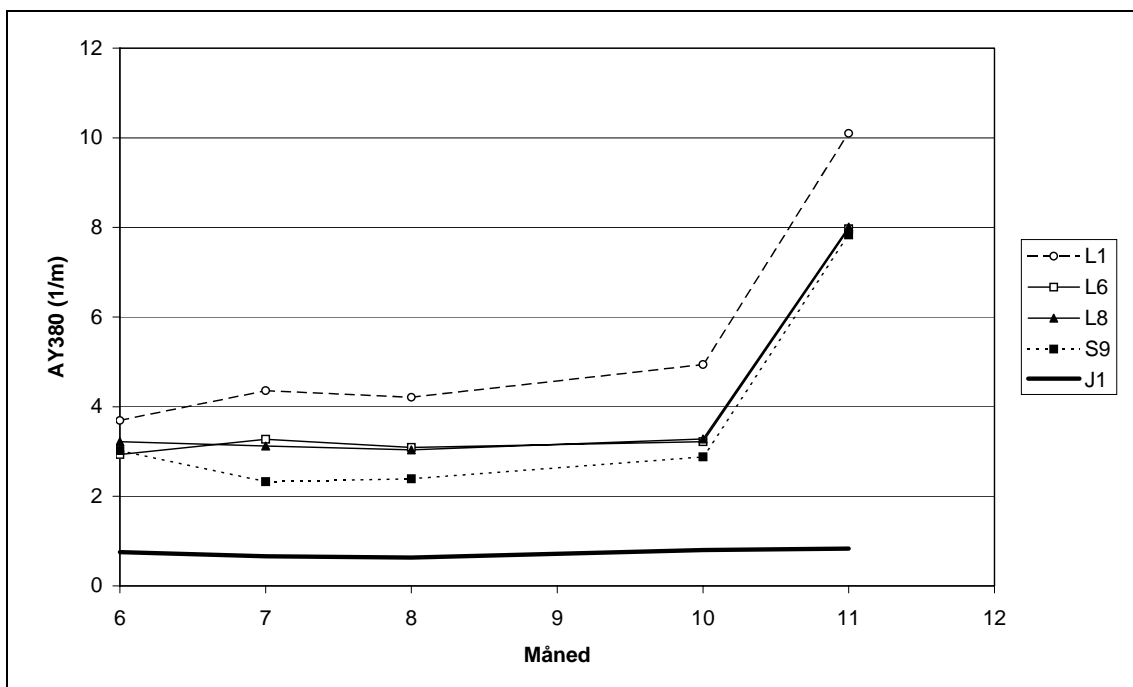
4.2.6. Organisk materiale, partikulært materiale, turbiditet og gulstoff



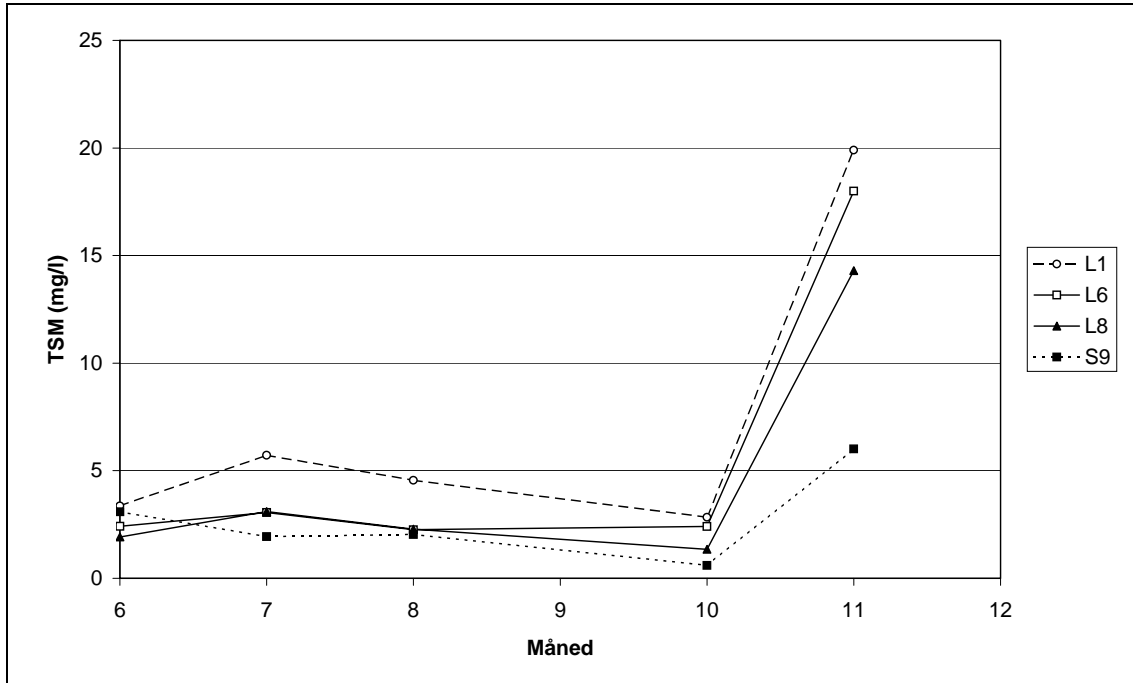
Figur 15. Månedsmidler av totalt organisk karbon i 0 m dyp på Hvalerstasjonene 1999.



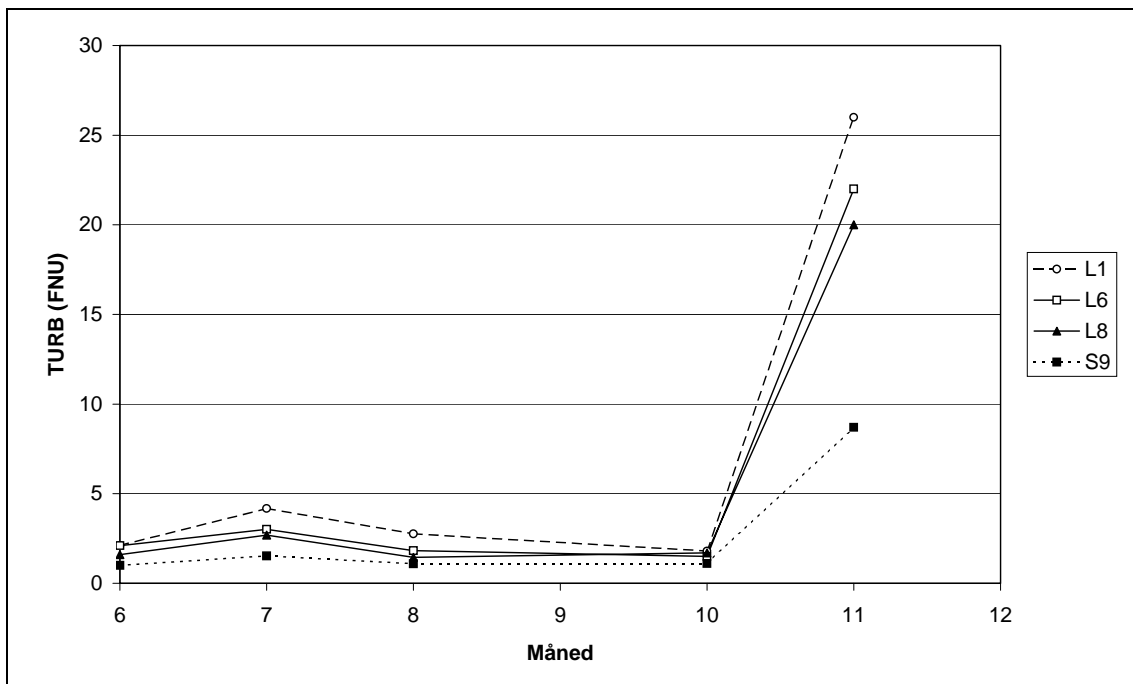
Figur 16. Månedsmidler av partikulært organisk materiale i 0 m dyp på Hvalerstasjonene i 2000 og ved Jomfruland 1990-1999.



Figur 17. Månedsmidler av gulstoff i 0 m dyp på Hvalerstasjonene i 2000 og ved Jomfruland 1990-1999.

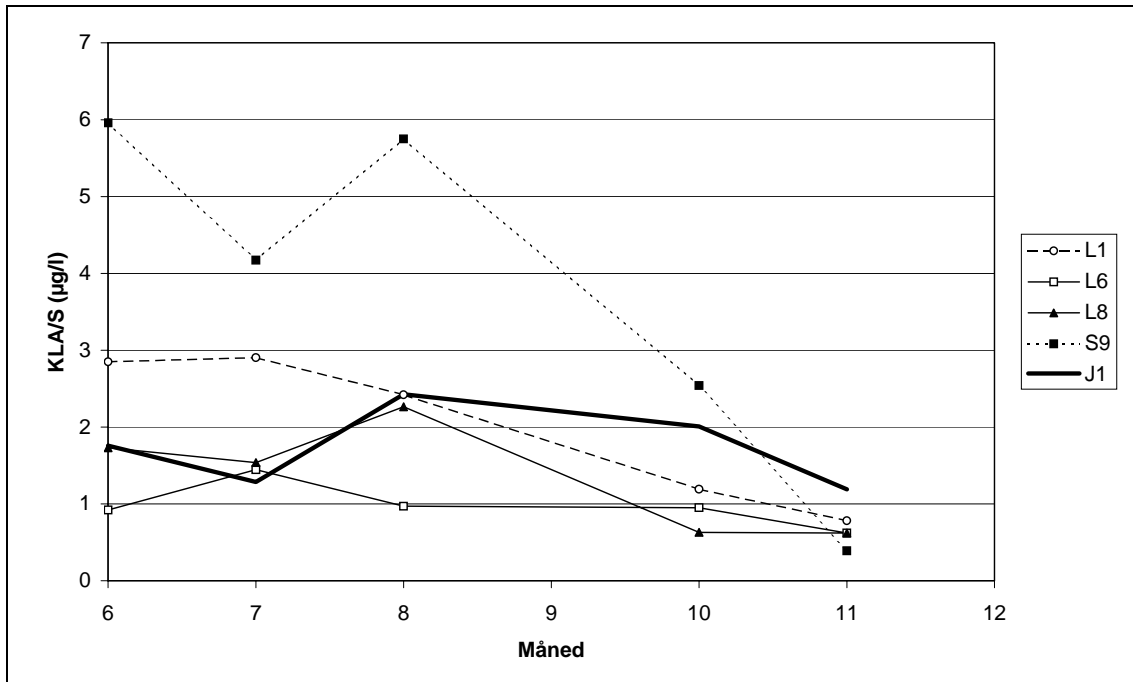


Figur 18. Månedsmidler av totalt suspendert materiale i 0 m dyp på Hvalerstasjonene i 2000 og ved Jomfruland 1990-1999.

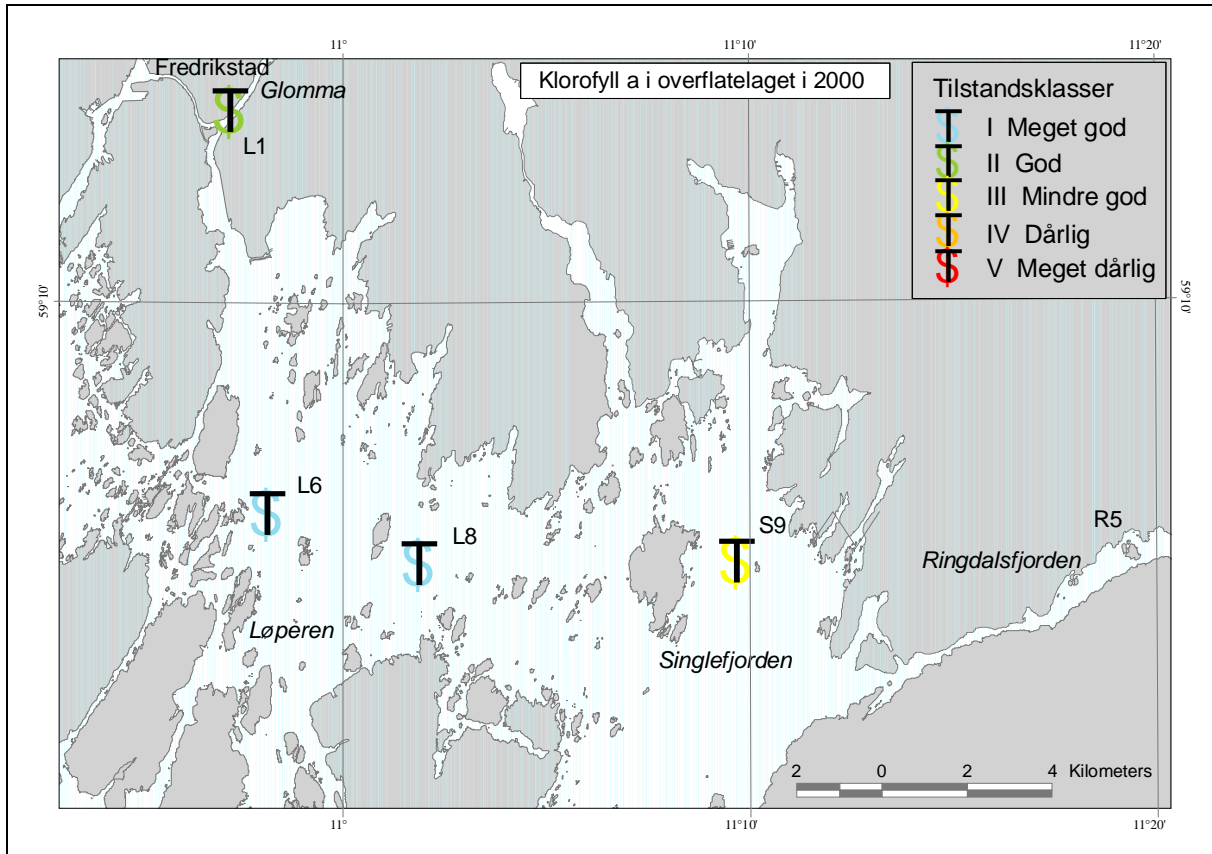


Figur 19. Månedsmidler av turbiditet i 0 m dyp på Hvalerstasjonene 1999.

4.2.7. Klorofyll a



Figur 20. Månedsmidler av klorofyll a i 0 m dyp på Hvalerstasjonene i 2000 og ved Jomfruland 1990-1999.

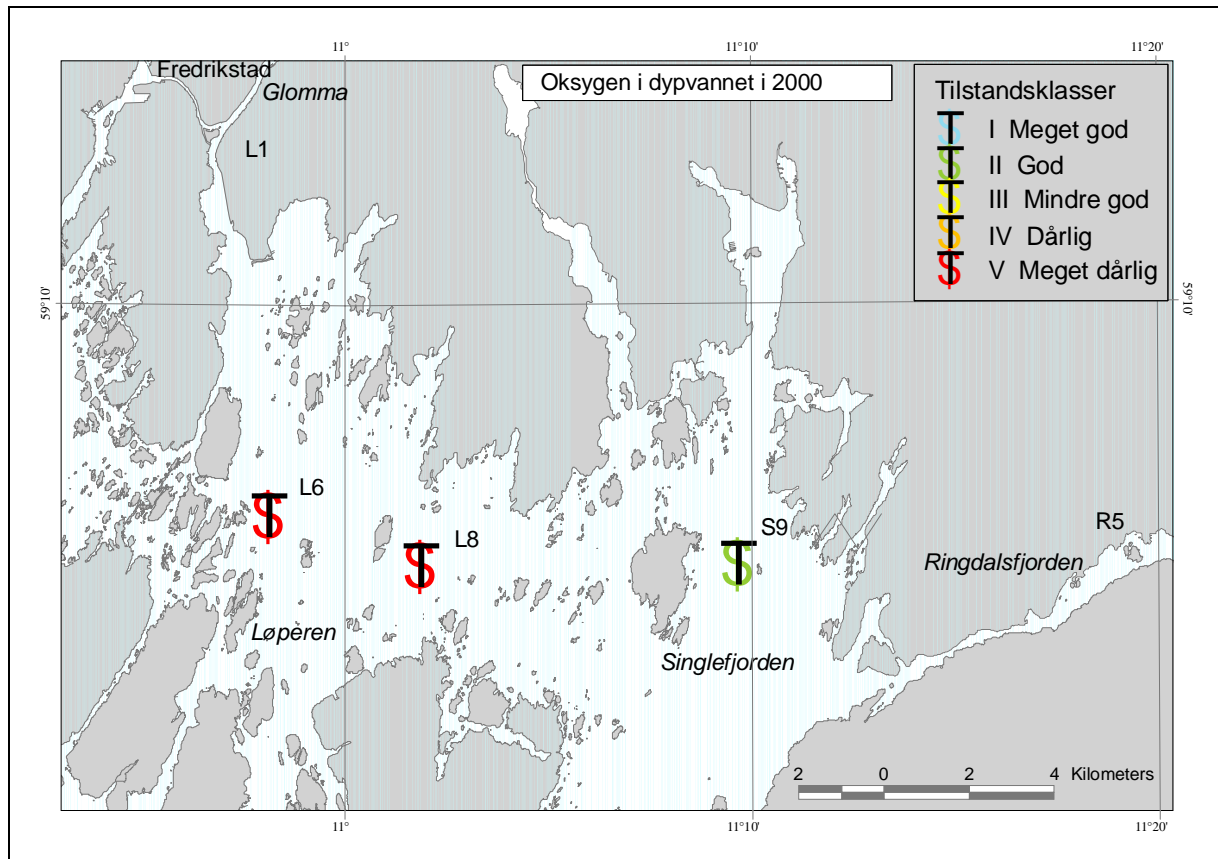


Figur 21. Tilstandsklasser for klorofyll a (sommer) i 0 m dyp i 2000

4.2.8. Oksygen

Tabell 3. Oksygen (ml O₂/l) og tilstandsklasser på forskjellige dyp på stasjonene i Hvalerområdet i 2000.

Stasjon	Lokalitet	Dyp (m)	23-aug-2000	08-okt-2000	12-nov-2000
L6	Løperen	0.5	6.00	6.23	8.72
L6		5	5.21	5.92	8.39
L6		10	5.31	5.82	6.07
L6		20	4.34	3.60	4.98
L6		30	3.83	3.62	3.81
L6		40	2.94	2.50	2.63
L6		45	1.96	2.92	1.80
L6		50	0.37	2.48	0.66
L6		55	0.19	0.32	1.06
L6		60	0.24	0.12	0.18
L8	Ramsø	0.5	5.82	6.29	8.31
L8		5	5.16	5.90	6.08
L8		10	5.04	5.59	5.00
L8		20	4.05	3.08	4.64
L8		25	3.93		
L8		30	3.55	3.35	3.60
L8		35	3.40	2.91	3.02
L8		40	3.01	2.59	2.32
L8		45	1.07	2.36	0.63
L8		50	1.03	0.30	0.36
S9	Singlefjorden	0.5	6.64	6.47	7.54
S9		5	5.11	6.06	6.77
S9		10	5.13	5.65	5.53
S9		20	4.05	3.92	4.92
S9		30	4.11	3.78	4.16
S9		40	3.98	3.83	3.85
S9		50	4.16	3.72	4.14
S9		60	4.49	3.69	3.92
S9		70	4.53	3.82	3.93
S9		80	4.65	4.13	4.17
S9		90	4.85	4.14	3.98



Figur 22. Tilstandsklasser for oksygen (minimumsverdier) i dypvannet i 2000

5. Diskusjon

5.1. Tilstandsklasser

Fosforverdiene i Hvaler var ikke mye høyere enn ved Jomfruland. Nivåene av fosfat og totalfosfor viste god (klasse II) eller meget god tilstand (klasse I) med unntak av stasjon L1 i Glommas munning hvor tilstanden var dårlig (IV) hhv. mindre god (III).

Nitrogenverdiene i Hvaler var til dels svært mye høyere enn ved Jomfruland, som også har relativt høyt nitrogennivå. Nivåene av nitrat+nitritt og totalnitrogen viste stort sett mindre god (III) til meget dårlig tilstand (V). Det er altså en overbelastning av nitrogen i området, selv om det tas hensyn til at ferskvannspåvirkete områder normalt har mer nitrogen enn rent marine områder.

Det foreligger ingen tilstandsklassifisering for silikat, organisk karbon, gulstoff, partikler eller turbiditet.

Silikatverdiene i Hvaler var til dels svært mye høyere enn ved Jomfruland. Det er normalt at silikatverdiene er høyere i ferskvannspåvirkete områder enn i rent marine områder.

Totalt organisk karbon (TOC) var høyest på stasjon L1. Partikulært organisk karbon (POC) var mer likt på de forskjellige stasjonene, og ikke nevneverdig høyere i Hvalerområdet enn ved Jomfruland.

Totalt suspendert materiale var høyest på stasjon L1 og svært mye høyere enn ved Jomfruland. Også turbiditeten var høyere på stasjon L1 enn på de andre stasjonene. Dette er forårsaket av partikkeltransporten i Glomma.

Siktedypet viste lave verdier, særlig på stasjonene nærmest Glommas utløp. Tilstandsklassen var mindre god til meget dårlig, overveiende var den dårlig. Dette skyldes trolig overveiende partikler fra Glomma.

Klorofyll a viste forhøyete verdier på stasjonene i Singlefjorden (tilstandsklasse mindre god). På de andre stasjonene i Hvaler lå verdiene omtrent på nivå med stasjonen ved Jomfruland (tilstandsklasse god til meget god). Lave klorofyllverdier til tross for mye næringssalter kan forklares ved dårlig lystilgang i det grumsete vannet fra Glomma, kombinert med lav oppholdstid for vannet slik at algene ikke får tid til å etablere seg.

Minimumsverdiene for oksygen i dypvannet viste meget dårlig tilstand i Hvaler og Rindalsfjorden. I Singlefjorden kunne tilstanden klassifiseres som mindre god.

Ved siden av nitrogen var oksygen den parameter som viste dårligst tilstand i området. Oksygenverdiene var så lave at mye av bunnfaunaen må antas å være ødelagt, slik som observert ved flere tilfeller tidligere (se bl.a. Rygg, 1996). Det bør gjøres en vurdering av hvilke faktorer som medfører oksygensvikten i dypvannet med tanke på tiltak, og bløtbunnsfaunaens tilstand bør overvåkes.

5.2. Middelveier sommer og vinter i perioden 1990 – 2000

I **Tabell 6-Tabell 7** i Vedlegg B. er det gjort en sammenstilling av data fra forskjellige perioder i tidsrommet 1980-2000. Datamaterialet fra 1999 og 2000 er forholdsvis begrenset, og en bør derfor være forsiktig med å konkludere med at det har skjedd endringer. Totalfosfor viste lavere verdier i 2000 enn i de foregående perioder på alle fire stasjoner. For de andre variablene var det ingen påvisbar trend.

Resultatene fra kystovervåkingsstasjonen ved Jomfruland viser en nedgang i totalfosfor, men ikke i fosfat, i perioden 1990-1999 både sommer og vinter. For nitrogen (både nitrat og totalnitrogen) var det tendens til økning i samme periode, med toppe i 1994-95 og 1999. Tilsvarende tendenser for nitrogen var ikke synlige i resultatene fra Hvaler og Singlefjorden. Nitrogenet i ovflatelaget er hovedsakelig styrt av lokale forhold/tilførsler, noe som de forhøyete verdiene også viser.

6. Henvisninger

- Magnusson J, Skei J, 1984. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Hydrografi, vannutskiftning og hydrokjemi. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 170/84. 103 s. (NIVA 1684-84)
- Magnusson J, Sørensen K, 1996. Overvåking av Hvaler-Singlefjorden og munningen av Iddefjorden 1990-94. Overflatevannets vannkvalitet og oksygenforholdene i dypvannet. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 653/96. 82 s. (NIVA 3538-96)
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning nr. 97:03, TA-1467/1997, 36 s.
- Rygg B, 1996. Undersøkelser i Hvaler etter storflommen i 1995. Bløtbunnsfauna og organisk materiale i sedimentene. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 679/96. 37 s. (NIVA 3581-96)
- Rygg B, Lømsland E, Magnusson J, Nygaard K, 2000. Overvåking av Ytre Oslofjord. Delprosjekt nr. 2. Overvåking av Singlefjorden/Hvaler og Ringdalsfjorden 1999. Norsk institutt for vannforskning. 40 s. (NIVA 4237-2000)

Vedlegg A.

Tabell 4. Resultater og tilstandsklasser for overflateparametre (0 m) på stasjonene i Hvalerområdet i 2000. (Se også neste tabell.)

Salt (psu)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	0.36	0	0	0.05	0.65	0.7	0.5	0
	L6	10.61	7.39	9.09	11.12	8.66	9.9	8.3	3.82
	L8	8.42	7.72	7.44	10.76	8.33	13.9	8.9	5.56
	S9	12.81	14.36	14.91	17.09	13.35	12.4	13.8	9.19
PO4-P (µg/l)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	3	3	5	5	4	4	3	20
	L6	3	2	4	2	1	2	2	20
	L8	1	4	3	2	1	1	2	16
	S9	1	1	1	1	1	1	1	11
Tot-P (µg/l)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	8	11	13	13	9	9	8	31
	L6	7	7	9	8	8	7	9	31
	L8	6	7	7	8	7	9	8	26
	S9	8	6	8	7	10	10	8	19
Tot-P (part) (µg/l)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	7.2	10.2	10.6	10.6	9.5	9.7	7.7	24.4
	L6	5.4	8.2	8.2	8.4	8.0	8.4	11.8	24.8
	L8	7.4	7.4	8.0	7.7	7.1	10.3	7.2	21.6
	S9	7.2	7.4	8.4	7.4	8.0	11.7	6.8	12.2
NO3-N (µg/l)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	305	235	230	210	220	225	305	340
	L6	200	190	155	155	155	131	185	315
	L8	205	200	160	160	133	111	200	305
	S9	82	139	55	95	14	1	143	300
Tot-N (µg/l)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	460	395	340	340	400	415	500	580
	L6	390	370	315	330	365	335	435	585
	L8	380	360	340	350	335	350	390	585
	S9	315	345	285	285	400	290	380	535
Tot-N (part) (µg/l)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	42	52	58	49	50	59	44	78
	L6	38	50	49	38	45	51	59	119
	L8	46	44	56	44	64	74	39	101
	S9	95	65	110	69	84	90	39	70

Tabell 5. Resultater og tilstandsklasser for overflateparametre (0 m) på stasjonene i Hvalerområdet i 2000. (se også forrige tabell)

SiO ₂ (µg/l)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	2480	2370	2540	2600	2350	2410	2820	3850
	L6	1640	1760	1710	1770	1730	1460	1685	3500
	L8	1590	1700	1770	1770	1510	1300	1685	3320
	S9	287	1049	418	1074	630	102	1189	2970
TOC (mg/l)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	3.1	3.4	4.0	3.6	3.4	3.5	3.5	6.3
	L6	2.9	2.5	3.6	3.1	3.1	2.9	3.4	7.1
	L8	3.6	2.7	3.6	3.0	3.1	3.1	3.1	5.6
	S9	4.0	3.1	3.1	3.0	3.8	3.1	2.9	4.8
POC (µg/l)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	258	407	467	401	390	460	282	683
	L6	253	326	367	330	312	322	406	774
	L8	276	255	361	296	345	516	249	686
	S9	596	590	574	401	541	801	274	437
KLA (µg/l)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	2.85	2.68	2.82	3.21	2.42		1.19	0.78
	L6	0.92	1.84	1.32	1.18	1.10	0.84	0.95	0.62
	L8	1.73	1.26	2.22	1.13	2.33	2.20	0.63	0.62
	S9	5.96	3.16	4.55	4.81	6.13	5.37	2.54	0.39
TURB860 (FNU)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	2.1	4.2	4.3	4.0	3.0	2.5	1.8	26.0
	L6	2.1	3.0	3.6	2.4	1.8	1.8	1.5	22.0
	L8	1.6	2.3	3.2	2.6	1.5	1.4	1.7	20.0
	S9	1.0	1.2	1.4	2.0	1.1	1.1	1.1	8.7
TSM (mg/l)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	3.4	6.1	6.0	5.1	4.7	4.5	2.8	19.9
	L6	2.4	2.3	4.0	2.9	2.3	2.2	2.4	18.0
	L8	1.9	2.6	4.3	2.5	1.6	3.0	1.4	14.3
	S9	3.1	1.9	2.4	1.5	1.7	2.4	0.6	6.0
AY380 (1/m)	Stasjon	26.06.2000	06.07.2000	16.07.2000	30.07.2000	13.08.2000	23.08.2000	08.10.2000	12.11.2000
	L1	3.7	3.2	5.0	5.0	4.1	4.3	4.9	10.1
	L6	2.9	2.8	3.5	3.6	3.2	3.0	3.2	8.0
	L8	3.2	2.4	3.5	3.5	3.3	2.8	3.3	8.0
	S9	3.0	2.1	2.4	2.6	2.5	2.2	2.9	7.8

Vedlegg B.

Tabell 6. Middelverdier og tilstandsklasser i overflatelaget i sommerhalvåret (mai-september) i fem tidsperioder i 1980-2000 (juli-september i 1999, juni-august i 2000). Tilstandsklassene er korrigert mot saltholdighet (Molvær et al. 1997).

Stasjon	Periode	Sal	PO4-P	Tot-P	NO3-N	Tot-N	SiO2	KLA	TOC	TSM	TURB
L1	1980-83	0.34		15.7		538		4.79	6.6		
L1	1990-91	0.59	1.64	13.8	194	425		3.02	5.2	5.1	2.7
L1	1993-94	0.34	1.19	11.2	243	432	1623	2.79	3.9	4.7	2.4
L1	1999	0.64	4.50	13.5	279	490	2379	3.10	4.2	6.2	3.7
L1	2000	0.21	4.00	10.5	238	392	2458	2.80	3.5	4.9	3.4
L6	1980-83	8.59		14.4		465		2.00	5.6		
L6	1990-91	8.71	1.64	11.9	139	345	1296	1.46	3.9	3.6	2.1
L6	1993-94	8.52	1.94	11.0	179	371	1305	1.09	3.3	3.5	2.0
L6	1999	7.60	2.83	9.8	204	405	1674	1.64	3.8	3.7	2.3
L6	2000	9.37	2.33	7.7	164	351	1678	1.20	3.0	2.7	2.5
L8	1980-83	10.90		11.7		412		2.60	5.3		
L8	1990-91	11.57	1.45	11.8	106	315	1220	2.55	4.1	2.8	1.8
L8	1993-94	10.59	1.25	11.0	144	336	1085	1.93	3.0	2.4	1.6
L8	1999	9.41	2.00	9.0	175	391	1404	2.07	3.6	3.0	1.7
L8	2000	8.53	2.00	7.3	162	353	1607	1.81	3.2	2.6	2.1
S9	1980-83	15.65		12.0		423		5.43	5.1		
S9	1990-91	15.78	1.09	11.3	42	267	546	4.73	4.3	2.2	1.0
S9	1993-94	16.20	1.50	10.6	46	288	474	3.25	3.0	1.9	1.0
S9	1999	13.41	1.00	9.5	80	339	534	5.48	3.7	2.5	1.0
S9	2000	14.50	1.00	8.2	64	320	593	5.00	3.4	2.2	1.3

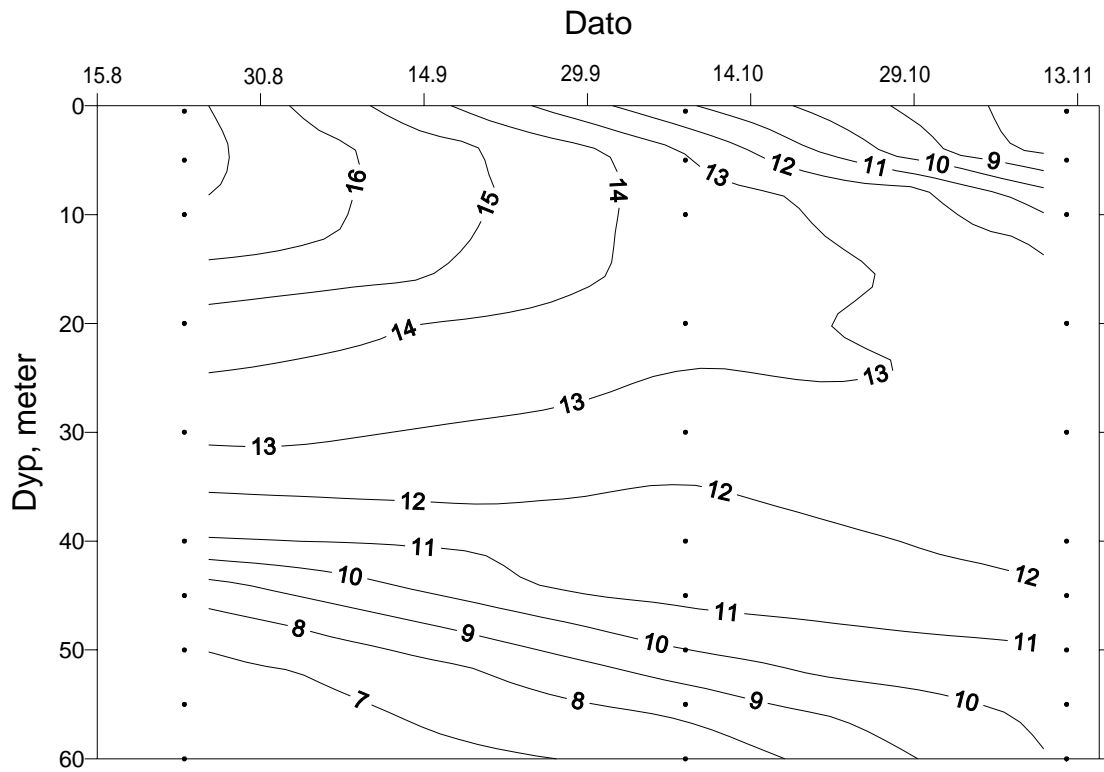
I	Meget god
II	God
III	Mindre god
IV	Dårlig
V	Meget dårlig

Tabell 7. Middelerverdier og tilstandsklasser i overflatelaget i vinterhalvåret (november-mars) i fire tidsperioder i 1990-2000 (november-desember i 1999, kun november i 2000) Tilstandsklassene er korrigert mot saltholdighet (Molvær et al. 1997)

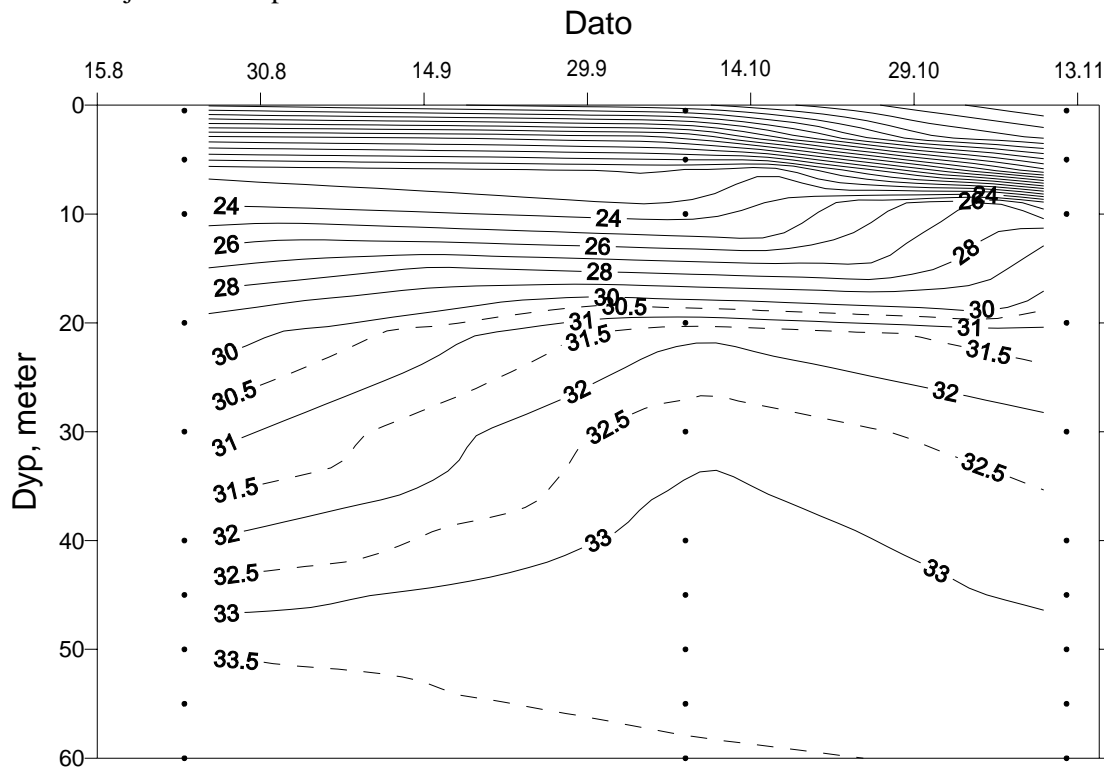
Stasjon	Periode	Sal	PO4-P	Tot-P	NO3-N	Tot-N	SiO2	KLA	TOC	TSM	TURB
L1	1990-91	1.10	2.33	22.75	456.67	790.75			5.4	11.3	7.3
L1	1993-94	1.00	4.33	16.67	461.67	697.50	3476	0.68	4.5	6.8	7.1
L1	1999	1.06	9.75	18.50	405.00	642.50	3551	0.88	5.1	9.4	8.3
L1	2000	0.00	20	31	340	580	3850	0.78	6.3	19.9	26.0
L6	1990-91	11.30	9.00	23.25	333.33	606.00	1860		3.9	6.7	4.5
L6	1993-94	13.01	8.50	18.00	298.33	505.83	1883	0.38	3.4	4.0	3.6
L6	1999	13.80	10.50	16.75	258.75	448.75	2167	0.78	3.5	5.0	4.0
L6	2000	3.82	20	31	315	585	3500	0.62	7.1	18.0	22.0
L8	1990-91	12.66	8.00	19.00	272.33	529.50	1371		3.4	4.2	3.6
L8	1993-94	16.29	6.86	17.00	272.14	507.14	2319	0.48	3.2	3.6	2.9
L8	1999	18.47	10.25	17.25	210.75	497.50	1625	0.85	3.6	2.9	2.5
L8	2000	5.56	16	26	305	585	3320	0.62	5.6	14.3	20.0
S9	1990-91	19.87	14.00	23.50	211.00	558.00	1156		3.7	2.6	1.5
S9	1993-94	20.82	11.00	18.83	218.33	460.83	851	0.87	2.9	1.6	1.4
S9	1999	24.00	13.75	20.75	155.50	491.25	1023	2.07	3.5	1.7	1.3
S9	2000	9.19	11	19	300	535	2970	0.39	4.8	6.0	8.7

I	Meget god
II	God
III	Mindre god
IV	Dårlig
V	Meget dårlig

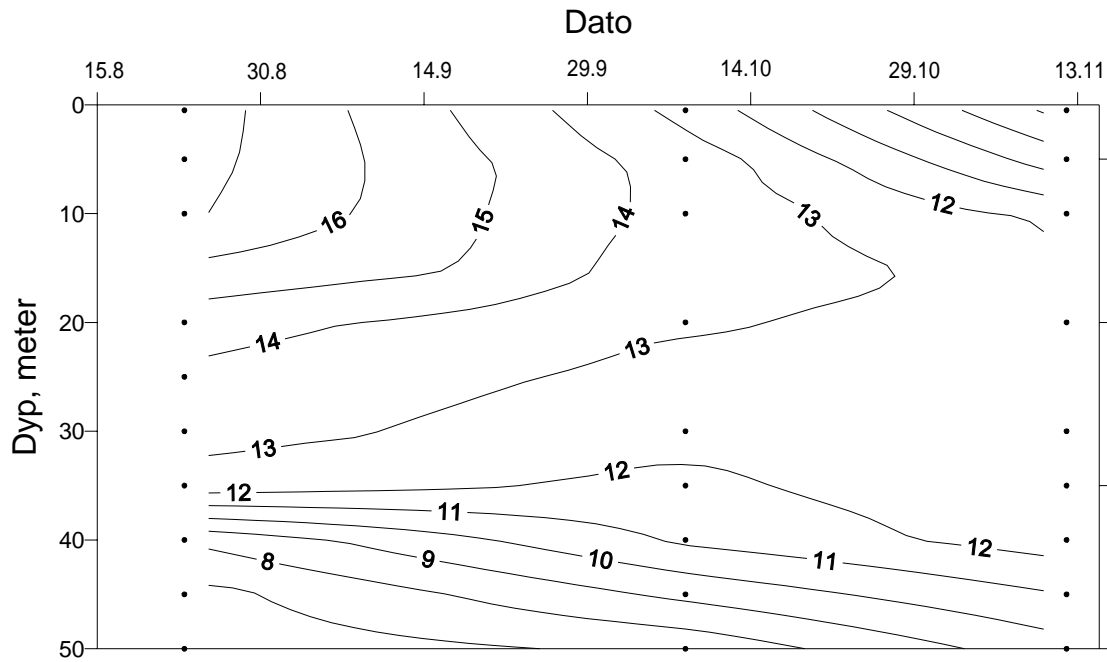
Vedlegg C.



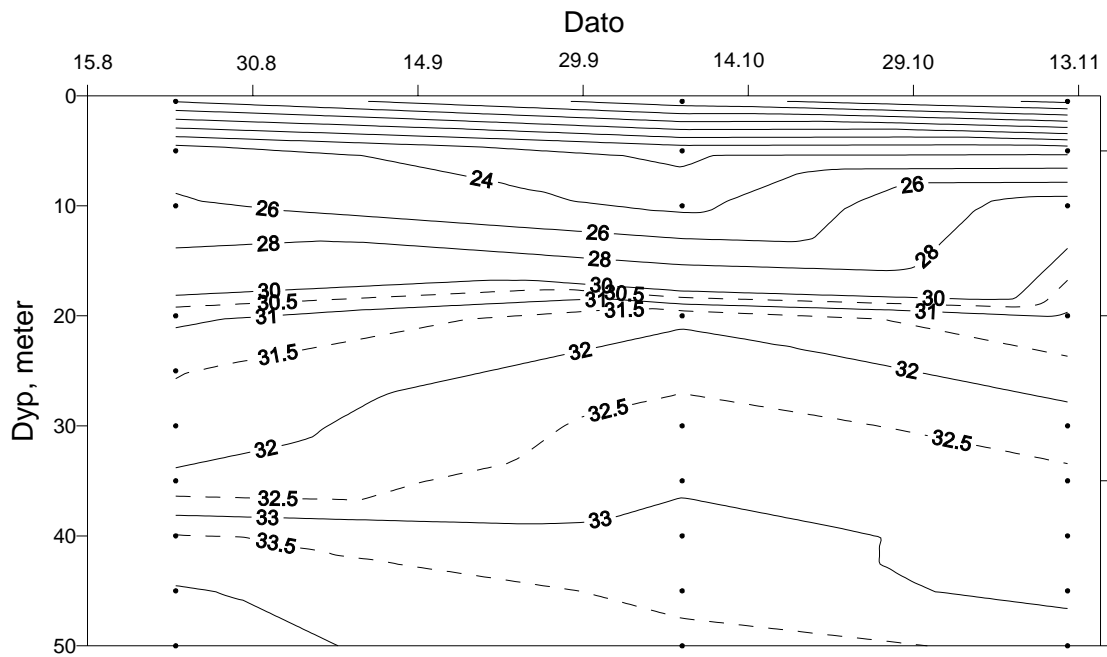
Figur 23. Stasjon L6. Temperatur



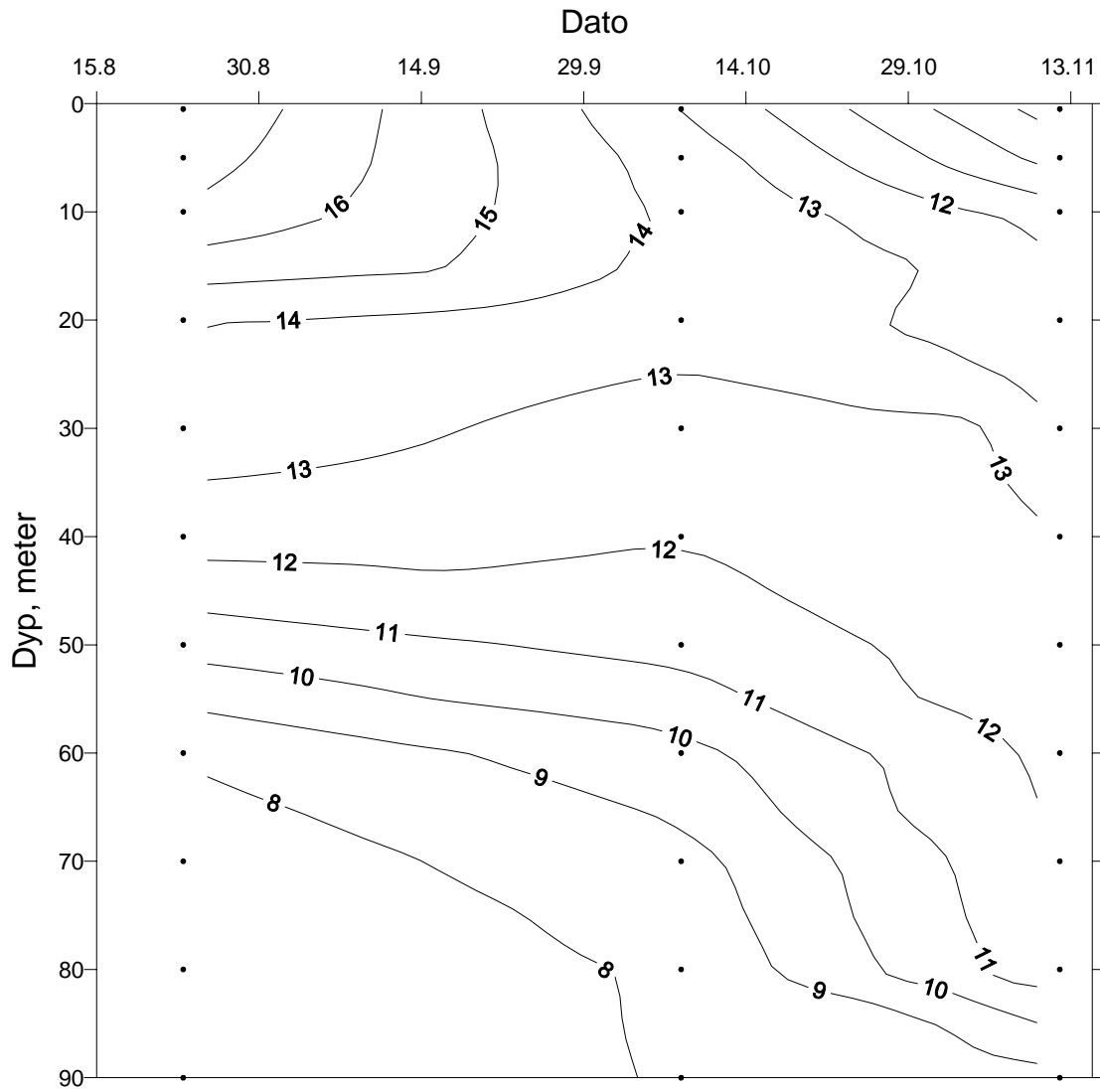
Figur 24. Stasjon L6. Saltholdighet



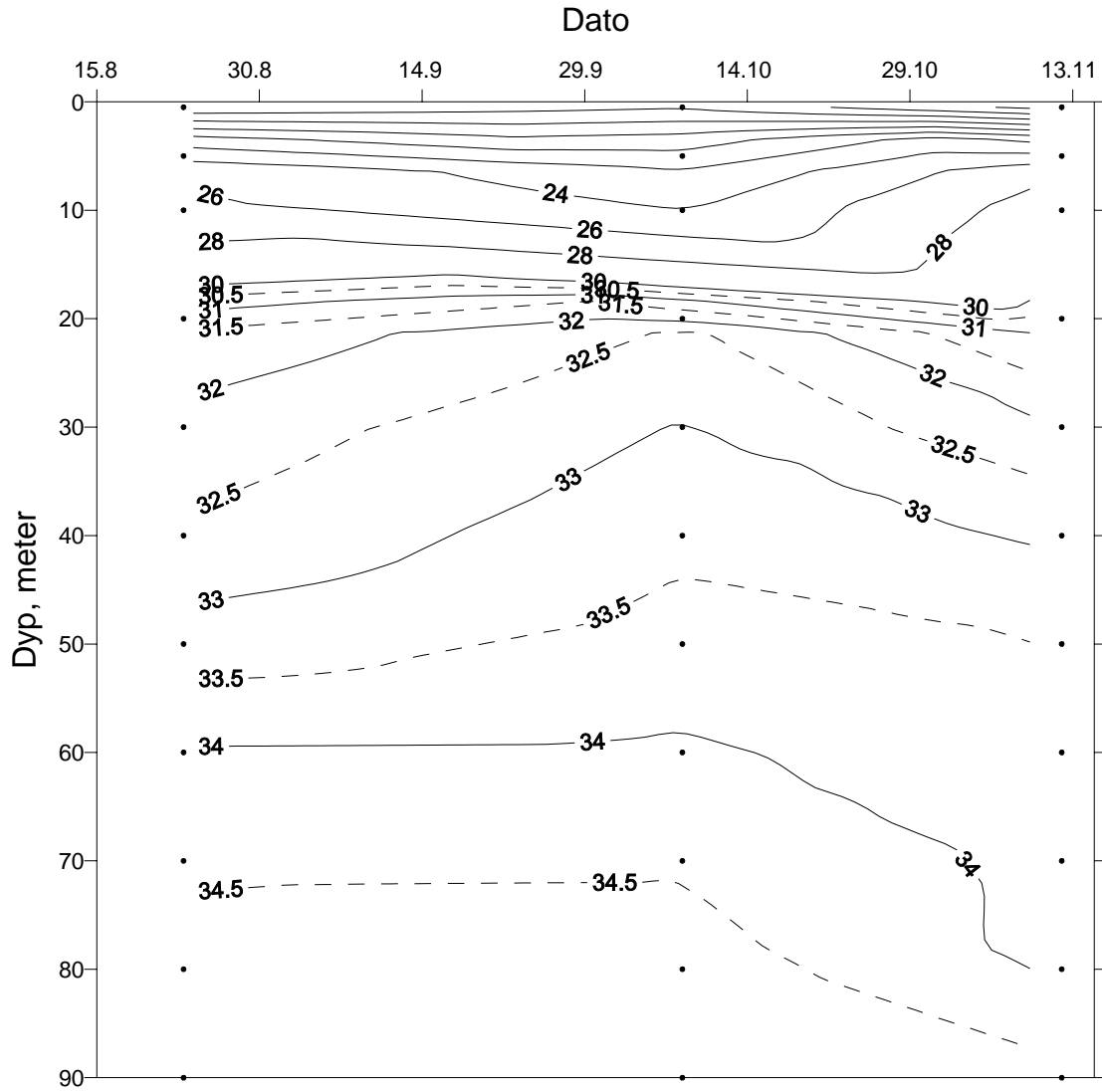
Figur 25. Stasjon L8. Temperatur



Figur 26. Stasjon L8. Saltholdighet



Figur 27. Stasjon S9. Temperatur



Figur 28. Stasjon S9. Saltholdighet