



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Tilstand i ferskvanns- og marine resipienter i Fjell kommune. Status for perioden 1997-2001

FORFATTERE:

Annie Elisabeth Bjørklund & Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER:

Fjell kommune ved Stig Hagenes, Rådhuset, 5353 Straume

OPPDRAGET GITT:

Mai 2000

ARBEIDET UTFØRT:

November 2001-juni 2002

RAPPORT DATO:

3. juli 2002

RAPPORT NR:

583

ANTALL SIDER:

43

ISBN NR:

ISBN 82-7658-377-6

EMNEORD:**SUBJECT ITEMS:**

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
www.radgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75 E-post: post@radgivende-biologer.no

FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Fjell kommune, sammenstilt resultatene fra fem års undersøkelser i vassdrag og sjøresipienter i kommunen.

Fjell kommune har de siste fem årene i perioden 1997 - 2001 gjennomført årlig overvåking av kommunens ferskvanns- og marine resipienter. Overvåkingen er pålagt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i forbindelse med Fjell kommunes utslippstillatelse. Undersøkelsene bygger på en kartlegging av ferskvannsresipientene i Fjell (Bjørklund og Johnsen 1994), som innbefattet beskrivelse av tilstand i vassdragene ut fra foreliggende opplysninger, samt teoretiske beregninger av næringsstofftilførsler til samtlige aktuelle ferskvannsresipienter i kommunen. Det ble så utarbeidet et forslag til program for kontinuerlig overvåking av resipientene i Fjell kommune (Johnsen 1996). Målsettingen med resipientundersøkelsene har vært å beskrive den vannkvalitetsmessige tilstanden og dersom mulig beskrive eventuell utviklingen i resipientene i forhold til tidligere undersøkelser.

Undersøkelsene omfatter resultater fra 33 elvelokaliteter, 15 innsjøresipienter og 23 marine resipienter. Disse resultatene er systematisert og sammenstilt, slik at tilstand, årsak og sammenhenger er forsøkt belyst. Resultatene er også presentert vassdragsvis, med tilstandsbeskrivelse og vurderinger av resipientene i henhold til Fjell kommune sine miljømål for vannkvalitet. Den foreliggende sammenstilling skal danne grunnlag for videre arbeide med revisjon av hovedplan avløp i Fjell kommune samt vurdering av programmet for eventuell videre overvåking av resipienter i kommunen.

Rådgivende Biologer takker Fjell kommune for oppdraget.

Bergen 3.juli 2001

INNHold

Forord	2	Morlandsvassdraget (8)	33
Innhold	2	Skålvikvassdraget (9)	34
Sammendrag	3	Bildevassdraget (10)	34
Overvåkingsprogrammet 1997 - 2001	6	Fjellvassdraget (11)	34
Hva påvirker vannkvaliteten	10	Ulvesetvassdraget (12)	36
Tilstanden i vassdragene	12	Bjørkedalsvassdraget (13)	36
Næringsinnhold	12	Tellnesvassdraget (14)	37
Innhold av organisk stoff	16	Lielvvassdraget (15)	37
Tarmbakterier	18	Haganesvassdraget (16)	37
Turbiditet	20	Skogsvågvassdraget (17)	37
Tilstanden i de marine resipientene	21	Kørelenvassdraget (18)	37
De undersøkte sjøområdene	21	Vassdragene på Lillesotra	
Næringsinnhold	21	Storevatnvassdr. ved Anglavika (19) ..	38
Sedimentkvalitet	23	Østre Vågovassdraget (20)	38
Bunnfauna	24	Vestre Vågovassdraget (21)	39
Tarmbakterier	25	Arefjordpollvassdraget (22)	39
Lokal forskrift og mål for miljøkvalitet ...	26	Stovevatn-Skitnedalsvassdraget (23) ..	39
Tilstanden i de enkelte vassdragene	30	Arefjordsvassdraget (24)	40
Vassdragene på Sotra		Ebbesvikvassdraget (25)	40
Uglepollenvassdraget (1)	30	Marine resipienter ved Algrøy	41
Landrovassdraget (2)	30	Litteraturhenvisninger	42
Angeltveitvassdraget (3)	31		
Ågotnesvassdraget (4)	31		
Fjæreidvassdraget (5)	32		
Møyvatnvassdraget (6)	32		
Sekkingstadvassdraget (7)	32		

SAMMENDRAG

Bjørklund, A.E. & G.H.Johnsen 2002.

*Tilstand i ferskvanns- og marine resipienter i Fjell kommune. Status for perioden 1997-2001
Rådgivende Biologer AS, rapport 583, ISBN 82-7658-377-6, 43 sider*

I løpet av perioden 1997 - 2001 har Fjell kommune gjennomført resipientundersøkelser av 15 innsjøer og 23 marine resipienter. I tillegg er 33 elvelokaliteter undersøkt årlig med hensyn på tarmbakterieforurensning. Undersøkelsene skal danne grunnlag for kommunens arbeid med hovedplan for avløp, og brukes til prioritering av kommunens miljøinnsats slik at de iverksatte tiltakene vil få størst mulig nytte / kostnadsgrad.

Fjell er en kommune med spredt bosetting og store områder uten vesentlig jordsmonn. Dette gjør forholdene med tanke på utbygging av et omfattende offentlig kloakkledningsnett både vanskelig og dyrt å gjennomføre. Mindre utslipp til lokale resipienter er også en dårlig løsning i store deler av kommunen, fordi aktuelle vassdrag og marine poller stort sett er meget små og dermed svært følsomme for forurensninger. Selv små tilførsler vil derfor gi store utslag på vannkvaliteten.

Tilstanden i vassdragene og innsjøene

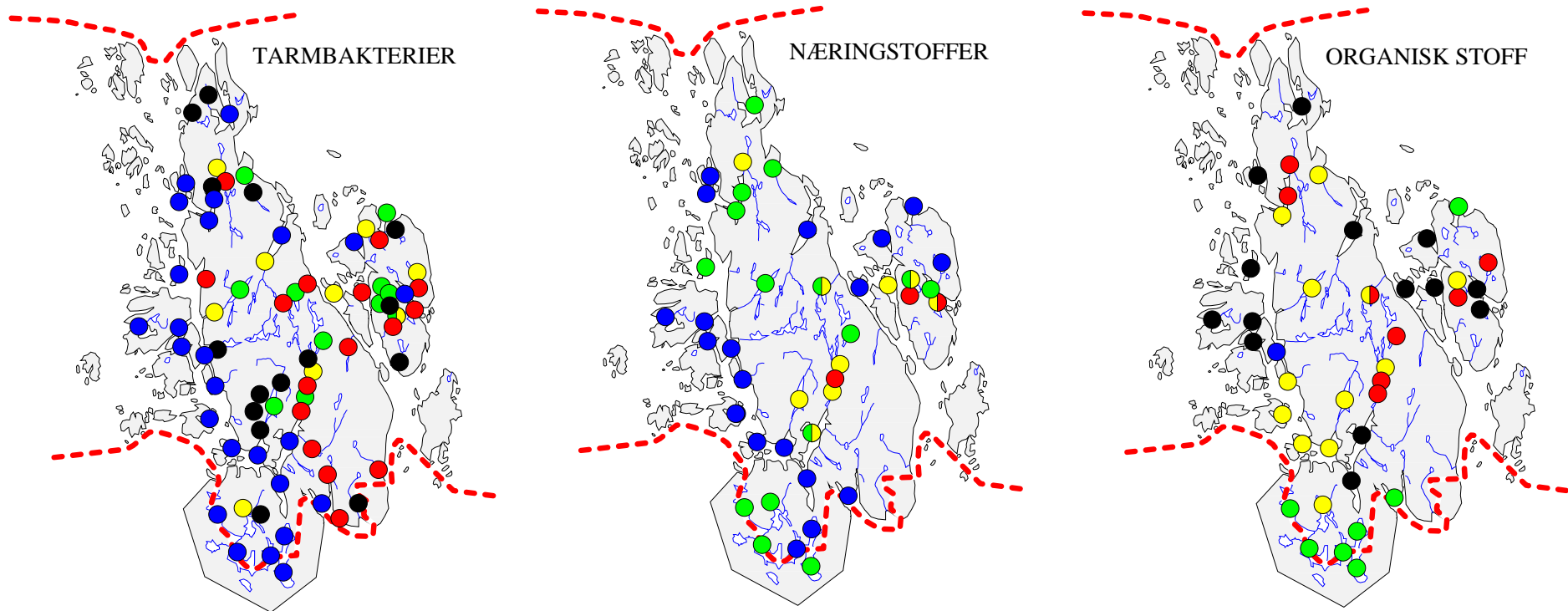
De fleste av de undersøkte resipientene i Fjell kommune har et relativt lavt innhold av næringsstoffer, og over 60 % klassifiseres i de to beste tilstandsklassene med hensyn på næringsrikhet (**figur 1**). Ingen ble klassifisert i dårligste tilstandsklasse. De mest forurensede vassdragene med hensyn på næringsstoffer er de nedre deler av Fjellvassdraget på Sotra, samt Stovevatnet og Arevatnet på Lillesotra. I disse innsjøene er det oksygenfritt bunnvann og indre gjødsling. Også Ulvesetvatnet og Angeltveitvatnet har en stor næringsbelastning. Storevatnet på Lille-Sotra samt Haljesvatnet og Kvernavatnet på Sotra var de minst næringsrike.

De fleste innsjøene er middels til sterkt påvirket av organisk stoff, og hele 35 % tilhørte de to dårligste tilstandsklassene med hensyn på innhold av organisk stoff (**figur 1**). Eikhamrvatnet og Haljesvatnet hadde de dårligste forholdene, mens Morlandsvatnet og Kjørelen var lite påvirket. Kildene er hovedsakelig naturlige, der tilsig fra myr og egenproduksjon dominerer. Hele 68 % av variasjonen i innholdet av organisk stoff kan forklares ut fra fargetallet, som vanligvis er indikator på humusinnhold som skyldes tilsig fra myrområder. Tilførsler på grunn av menneskeskapt aktivitet som f.eks. kloakk, landbruk og utslipp fra bedrifter, har stort sett mindre betydning i de fleste vassdragene. Å anslå bidraget fra menneskelig påvirkning er imidlertid vanskelig.

Innholdet av tarmbakterier i innsjøresipientene var stort sett lavt og rundt 70 % kunne klassifiseres i de to beste tilstandsklassene, klasse I og II (**figur 1**). Eikhamrvatnet var mest forurenset, mens Kjørelen var lite eller ikke forurenset. Ingen tilhørte dårligste tilstandsklasse. I de undersøkte elvene var tilstanden noe dårligere, og av disse ble nesten 90 % klassifisert i de to dårligste tilstandsklassene; klasse IV og V. Dette bygger imidlertid på dårligste registrering i hele prøveperioden fra 1997-2001, så vanligvis vil forholdene være adskillig bedre enn klassifiseringen tilsier. Avrenning fra områder med beitende husdyr er viktigste forurensningskilde med hensyn på tarmbakterier, men tilsig fra private kloakkanlegg er også en vesentlig kilde i enkelte vassdrag.

Tilstanden i de marine lokalitetene

De mest forurensede av de marine lokalitetene var resipientene nær befolkningskonsentrasjonene på Lillesotra (**figur 1**). Både vest og øst på Lillesotra er innholdet av både tarmbakterier, næring og organisk stoff relativt høyt. I tillegg hadde resipientene i de trange fjordområdene inn mot Angeltveitvassdraget, og Ulveseth- og Fjellvassdragene et høyere innhold av både næring, og organisk stoff.



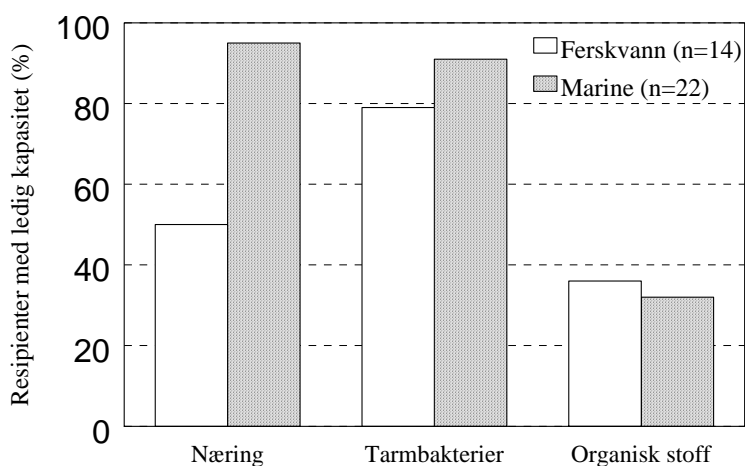
Figur 1. Tilstands-klassifisering i henhold til SFT (1997) av de undersøkte resipientene i Fjell kommune i perioden 1997-2001.

Gjenværende resipientkapasitet

Hovedsakelig er det tilførsler av organisk stoff som forårsaker de største problemene for vannkvaliteten i resipientene i Fjell kommune (**figur 2**). Dette gjelder både ferskvanns- og marine resipientene. Av 36 undersøkte resipienter totalt sett, har bare rundt 30 % -35 % gjenværende resipientkapasitet med hensyn på organisk stoff. Grunnen til de dårlige forholdene er i hovedsak naturgitte. Både ferskvannsresipientene og de marine resipientene er små og har kun et lite dypvannsvolum. I tillegg er tilførslene av organisk stoff store på grunn av mye tilsig fra myrområder. Dette gir spesielt store utslag i ferskvannsresipientene. Grovt sett er det hovedsakelig i Ulvesetvassdraget og Kjørelenvassdraget at det er ledig gjenværende resipientkapasitet med hensyn på organisk stoff, der er det også kapasitet i de marine pollene som vassdragene renner til.

Næringstilførsler er stort sett ikke noe problem i overflatevannet i de marine resipientene, mens det i ferskvannsresipientene er et problem i omtrent halvparten av de undersøkte innsjøene (**figur 2 og 3**). Med hensyn på tarmbakterier er det mye ledig resipientkapasitet både i ferskvann og marine resipienter (**figur 2**).

Figur 2. Gjenværende resipientkapasitet i undersøkte ferskvanns- og marine resipienter i Fjell kommune. Fjæreide er drikkevannskilde og er derfor utelatt fra denne sammenstillingen.



OVERVÅKINGSPROGRAMMET 1997-2001

I femårsperioden fra 1997 til 2001 ble et overvåkingsprogram for vassdrag- og sjøresipienter i Fjell kommune gjennomført etter pålegg fra Fylkesmannens miljøvernavdeling. Målsettingen var å kartlegge tilstanden i kommunens ferskvanns- og marine resipienter, avdekke eventuelle endringer i forhold til tidligere undersøkelser og vurdere sannsynlige framtidige endringer i forhold til dagens tilstand og eventuelle tilførsler. Undersøkelsene danner grunnlag for kommunens arbeid med hovedplan for avløp, og kan brukes til prioritering av kommunens miljøinnsats slik at de iverksatte tiltakene får best mulig kostnyttegrad.

Lokalitetene ble valgt ut i samråd med Fjell kommune og totalt var 25 vassdrag med i opplegget, der 15 innsjøer og 33 elvelokaliteter ble undersøkt (tabell 1, figur 3). Innsjøene ble også vurdert i henhold til Fjell kommune sine miljømål (Johnsen 1998). I tillegg omfattet overvåkingsprogrammet 23 marine resipienter (tabell 1, figur 3). For resipientene ble det også utarbeidet dybdekart der dette ikke fantes fra før.

Elvelokalitetene er undersøkt årlig. Det ble tatt prøver to ganger årlig; ved tørt vær og lav vannføring og i en nedbørperiode med stor vannføring. Her ble det undersøkt på termotolerante koliforme bakterier.

De enkelte **innsjøresipientene** er undersøkt en gang, og da i henhold til retningslinjer utarbeidet av SFT for denne type undersøkelser (SFT 1997). Teoretiske modeller for innsjøers tålegrense for næringstilførsler (Rognerud mfl. 1979, Berge 1987) ble også brukt for å vurdere om belastningene var så store at det var fare for en negativ utvikling i resipienten. Hver innsjø ble undersøkt en gang i løpet av de fem årene, og undersøkelsen omfattet fysiske -, kjemiske - og biologiske undersøkelser månedlig fra mai til oktober. Undersøkelsesparametrene var temperaturprofil, oksygenprofil, siktedyp, pH, fargetall, turbiditet, ledningsevne, totalfosfor, totalnitrogen, totalt organisk karbon, termotolerante koliforme bakterier, klorofyll a, algevolum og -arter. I tillegg ble dyreplanktontetthet og -arter undersøkt for å vurdere innsjøenes økobilanse. Innsjøer der det ikke fantes dybdekart fra før ble ekkoloddet og dybdekart ble utarbeidet.

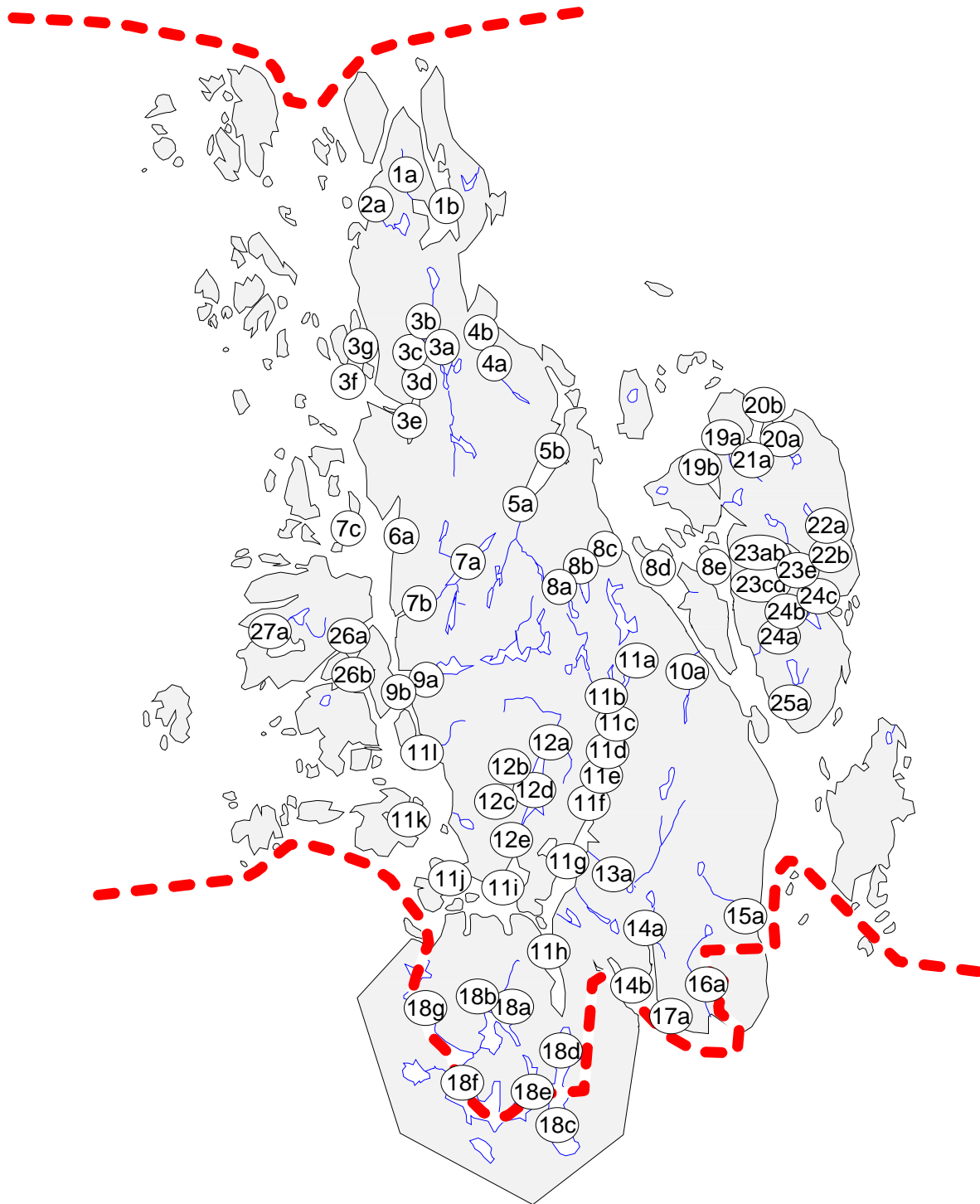
De enkelte **marine resipientene** ble også undersøkt en gang, og undersøkelsesopplegget omfattet både en teoretisk modellering av naturtilstand og målinger av fysiske, kjemiske og biologiske forhold i resipientene. Målinger ble foretatt en gang vinterstid, og resultatene ble tolket i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet. I tillegg ble den dynamiske datamodellen "Fjordmiljø" benyttet til å modellere naturtilstanden i resipientene. Undersøkelsesparametrene var totalfosfor, orhofosfat, totalnitrogen, nitrat, oksygenforhold, bunndyrfauna samt nedbrytningsgraden av organisk stoff i sedimentene.

Tabell 1. Vassdragsvis sammenstilling av de undersøkte innsjøresipienter, vassdragspunkt og de marine resipientene på Sotra i Fjell kommune i perioden 1997-2001. Numrene henviser til kartet i figur 3, og nummereringen går fortløpende fra nord mot sør. Numrene er brukt gjennom hele rapporten. For henvisning til de enkelte undersøkelsene se referanselista bak i rapporten.

VASSDRAG	LOKALITET	UTM	Undersøkt	Resipient type	NR.	
VASSDRAG PÅ SOTRA						
Uglepollenvass.	Utløp Kleivavatnet	KN 788 067	1997-2001	Vassdragspunkt	1 a	
	Vindnespollen		2000	Marin	1 b	
Landrovass.	Utløp Fuglavatnet	KN 782 063	1997-2001	Vassdragspunkt	2 a	
Angeltveitvass	Innløp Angeltveitvatnet fra øst	KN 794 035	1997-2001	Vassdragspunkt	3 a	
	Angeltveitvatnet		1997	Innsjø	3 b	
	Utløp Angeltveitvatnet	KN 793 086	1997-2001	Vassdragspunkt	3 c	
	Kårtveitpollen		2000	Marin	3 d	
	Kårtveitosen	2000	Marin	3 e		
	Eidesosen	2000	Marin	3 f		
	Angeltveitosen	2000-2001	Marin	3 g		
	Ågotnesvass.	Innløp Kvernavatnet	KN 806 083	1997-2001	Vassdragspunkt	4 a
Kvernavatnet		2001		Innsjø	4 b	
Fjæreidvass.	Innløp Fjæreidpollen	KM 813 995	1997-2001	Vassdragspunkt	5 a	
	Fjæreidpollen		1999	Marin	5 b	
Møyvatnvass.	Utløp Møyvatnet	KM 739 992	1997-2001	Vassdragspunkt	6 a	
Sekkingstadvass.	Fjæreidvatnet	KM 740 975	1999	Innsjø	7 a	
	Elv ved Sekkingstad		1997-2001	Vassdragspunkt	7 b	
	Sekkingstadosen		1999	Marin	7 c	
Morlandsvass	Innløp Morlandsvatnet	KM 824 981	1997-2001	Vassdragspunkt	8 a	
	Morlandsvatnet		1997	Innsjø	8 b	
	Utløp Morlandsvatnet	KM 832 990	1997-2001	Vassdragspunkt	8 c	
	Kolltveitosen/Bildøystraumen		1999	Marin	8 d	
	Straumsosen		1999	Marin	8 e	
Skålevikvass.	Utløp Skålevikvatn	KM 743 962	1997-2001	Vassdragspunkt	9 a	
	Skålvikosen		2001	Marin	9 b	
Bildevass.	Utløp Bildevatnet	KM 851 967	1997-2001	Vassdragspunkt	10 a	
Fjellvass.	Haljesvatnet	KM 834 953	2001	Innsjø	11 a	
	Utløp Eidesvatnet		1997-2001	Vassdragspunkt	11 b	
	Kolavatnet		2000	Innsjø	11 c	
	Bossvatnet		2000	Innsjø	11 d	
	Eikhammervatnet		1998	Innsjø	11 e	
	Innløp Eikhammarvatnet		KM 833 947	1997-2001	Vassdragspunkt	11 f
	Fjellspollen			1998	Marin	11 g
	Trengereidpollen			1998	Marin	11 h
Fjell/Ulvesetvassdrage	Nesosen		1998	Marin	11 i	
	Hjartøyosen		1998	Marin	11 j	
	Syltøyosen		1998	Marin	11 k	
	Møvikosen		1998	Marin	11 l	
Ulvesetvass	Innløp Ulvesetvatnet fra nord	KM 818 947	1997-2001	Vassdragspunkt	12 a	
	Innløp Ulvesetvatnet i nordvest	KM 817 944	1997-2001	Vassdragspunkt	12 b	
	Innløp Ulvesetvatnet fra Langatjern	KM 813 936	1997-2001	Vassdragspunkt	12 c	
	Ulvesetvatnet		1997	Innsjø	12 d	
	Utløp Ulvesetvatnet	KM 812 925	1997-2001	Vassdragspunkt	12 e	
Bjørkedalvas.	Innløp Fossavatnet	KM 837 916	1997-2001	Vassdragspunkt	13 a	
Tellnesvass.	Innløp Kvernavatnet	KM 841 906	1997-2001	Vassdragspunkt	14 a	
	Skogsvågen		1999	Marin	14 b	
Lielvass.	Utløp Lielva	KM 863 906	1997-2001	Vassdragspunkt	15 a	
Haganesvass.	Utløp sjø	KM 854 889	1997-2001	Vassdragspunkt	16 a	
Skogsvågvass.	Utløp sjø	KM 848 885	1997-2001	Vassdragspunkt	17 a	
Kørelenvass.	Innløp Bøtjørnet	KM 809 893	1997-2001	Vassdragspunkt	18 a	
	Storavatnet (Kallestad)		1998	Innsjø	18 b	
	Kørelen (5 bassenger)		1999	Innsjø	18 c-g	

Tabell 1 forts. Vassdragsvis sammenstilling av de undersøkte innsjøresipienter, vassdragspunkt og de marine resipientene på Sotra i Fjell kommune i perioden 1997-2001. Numrene henviser til kartet i figur 3, og nummereringen går fortløpende fra nord mot sør. Numrene er brukt gjennom hele rapporten. For henvisning til de enkelte undersøkelsene se referanselista bak i rapporten.

VASSDRAG	LOKALITET	UTM	Undersøkt	Resipient type	NR.
VASSDRAG PÅ LILESOTRA					
Storevatnvass.	Utløp Storevatnet	KM 857 011	1997-2001	Vassdragspunkt	19 a
	Nordre Vågen på Foldnes		1999	Marin	19 b
Østre Vågovass.	Utløp sjø	KM 865 013	1997-2001	Vassdragspunkt	20 a
	Vågen		1999	Marin	20 b
Vestr. Vågovass.	Utløp sjø	KM 865 011	1997-2001	Vassdragspunkt	21 a
Arefjordpollvass.	Storevatnet		2001	Innsjø	22 a
	Utløp Storevatnet	KM 876 986	1997-2001	Vassdragspunkt	22 b
Stovevatn-Skittedalsvass.	Stovevatnet		2000	Innsjø	23 a
	Utløp Stovevatnet	KM 868 983	1997-2001	Vassdragspunkt	23 b
	Skittedalsvatnet		1998	Innsjø	23 c
	Utløp Skittedalsvatnet	KM 868 984	1997-2001	Vassdragspunkt	23 d
	Arefjordpollen		2000	Marin	23 e
Arefjordvass	Innløp Arevatnet	KM 874 975	1997-2001	Vassdragspunkt	24 a
	Arevatnet		1997	Innsjø	24 b
	Utløp Arevatnet	KM 875 978	1997-2001	Vassdragspunkt	24 c
Ebbesvikvass.	Utløp sjø	KM 870 954	1997-2001	Vassdragspunkt	25 a
--	Nordre Langøyosen		2001	Marin	26 a
--	Søre Langøyosen		2001	Marin	26 b
--	Barmosen		2001	Marin	27 a



Figur 3. Prøvetakingspunktene i Fjell kommune i perioden 1997 - 2001. For nærmere stedsangivelse se **tabell 1** for de enkelte lokalitetene. Nummereringen går fortløpende fra nord mot sør. Numrene er brukt gjennom hele rapporten.

HVA PÅVIRKER VANNKVALITETEN I FJELL KOMMUNE

Vannkvaliteten i et vassdrag er et resultat av tilførsler fra mange forskjellige kilder. Nedbør og grunnvannstilsig forårsaker selve vannføringen, og forholdet mellom disse er en av de bestemte faktorene for kvaliteten på vannet. Grunnvannet er som oftest mer alkalisk og er fritt for de fleste forurensninger, mens nedbøren derimot er relativt sur og kan inneholde forurensende stoffer på grunn av luftforurensning. Mesteparten av nedbøren faller dessuten i nedbørsfeltet til vassdragene, der den vil vaske med seg stoffer ut i elver og innsjøer. Jordsmonn og berggrunn vil derfor være av stor betydning for vannkvaliteten på nedbøren når den når vassdragene. I tillegg til disse avrenningstilførslene vil det mange steder også være utslipp eller tilsig til vassdragene fra fabrikker, kloakkanlegg, gjødselkjellere osv. Grovt sett kan vi derfor dele faktorene som påvirker vannkvaliteten i et vassdrag inn i tre hovedgrupper:

- 1) **NATURTILSTANDEN:** avrenning og tilsig fra upåvirket jordsmonn og berggrunn,
- 2) **LOKALE MENNESKESKAPTE TILFØRSLER:** kloakk, landbruk, enkelte industribedrifter
- 3) **LANGTRANSPORTERTE TILFØRSLER:** med nedbør og som tørravsetninger fra en rekke både naturlige og antropogene kilder.

Naturtilstanden påvirkes av følgende tre naturgitte elementer: Berggrunnens sammensetning, løsmassenes og jordsmonnets sammensetning og vassdragenes morfologi. Informasjonen om dette finnes hos Kolderup & Kolderup (1940), Gjessing (red) (1977), Gjessing (1978), Holtedal (1968) og Undås (1963). I Fjell kommune er berggrunnen dominert av grunnfjellsbergartene granitt og gneiss. Dette er harde og kalkfattige bergarter som forvitrer sakte, og dermed avgir lite ioner til avrenningsvannet.

Det er bare to områder i kommunen som har en rikere berggrunn med amfibolitter og grønnskifer. Det ene er et langstrakt område som strekker seg fra Tellnes og nordover langs vestsiden av Bjørkedalen og opp mot Fjellsåta, og berører Bjørkedalsvassdraget og Nordre Haganessvassdraget. Det andre området går fra kysten ved Nesosen og østover til like forbi Ulvesetvatnet, nordover forbi Fjell og vestover igjen midt mellom Skålvik og Møvik. Berørte vassdrag her er Ulvesetvassdraget, de nedre deler av Fjellvassdraget og de nedre deler av Møvikvassdraget.

Grunnfjellet i Fjell er generelt lite dekket av løsmasseavsetninger, men lavtliggende områder har vært dekket av hav etter siste istid, slik at disse i dag kan ha til dels næringsrike løsmasser avsatt i sjø under nedsmelting av isen. Dette danner stedvis grunnlag for jordbruksvirksomhet, noe en finner ved de sentrale og nedre deler av Fjellvassdraget og ved Ulvesetvassdraget. Jordsmonnet forøvrig er preget av sumpjord.

Vassdragenes ubebygde deler av nedbørsfeltene er dominert av lyngklede bergknauser med en del myrområder. Jordsmonnet er vanligvis skrint. De største skogområdene finnes langs den nedre delen av Fjellvassdraget og i Bjørkedalen. Det er imidlertid en stadig tilgroing av skog ettersom husdyrhold og beiting er betydelig redusert de siste årene.

Lokale menneskeskapt tilførsler påvirker miljøet i vassdragene, og i eutrofieringssammenheng skjer det i hovedsak ved tilførsler av næringsstoffer (fosfor og nitrogen) og organisk stoff samt tarmbakterier. Vanligvis er kloakk og avrenning fra jordbruksarealer viktigste kilder, men utslipp fra lokale bedrifter kan også være viktige enkelte steder. Med hensyn på næringstilførsler vil jordbruksavrenning ofte gi en forholdsvis større tilførsel av nitrogen i forhold til fosfor, mens kloakk og gjødselavrenning vanligvis har størst andel fosfor.

Med hensyn på fosfortilførsler er kloakk største bidragsyter i Fjell kommune, og teoretiske beregninger ut fra opplysninger fra 1994, viste at rundt 50 % av tilførslene kommer derfra (**tabell 2**). Anslaget bygger på teoretiske beregninger for 23 av vassdragene i Fjell kommune (Bjørklund og Johnsen 1994). Situasjonen kan være noe endret siden den gang, men ettersom andelen landbruksområde i kommunen er lite i forhold til bebodd areal, gir den trolig likevel et brukbart bilde av den totale situasjonen.

Tabell 2. Teoretiske beregninger av de ulike kilders betydning for fosfortilførsler til vassdrag i Fjell kommune. Fordelingen er i % og bygger på beregnede tilførsler fra i alt 52 nedbørfelt i 23 vassdrag (Bjørklund og Johnsen 1994). Beregningene er gjennomført på grunnlag av kommunenes opplysninger vedrørende kloakkeringsforhold, husdyrhold og arealfordeling i kommunene. Beregningskoeffisientene for fosfortilførslene er fra Holtan og Åstebøl (1990).

Antall vassdrag	Antall delfelt	Naturlige arealer	Kloakk	Husdyr	Jordbruk	Landbruk samlet
23	52	22 %	54 %	18 %	6 %	24 %

Tilførsler av organisk stoff kommer for en stor del også med kloakkutslipp og jordbruksavrenning (f. eks. silosaft). I vassdrag med store tilførsler av organisk stoff vil vannkvaliteten preges av et stort oksygenforbruk når dette materialet brytes ned. Dette kan også være tilfellet for industriutslipp av forskjellig slag.

For tarmbakterieforurensninger er kloakk og avrenning fra områder der det er spredd husdyrmøkk viktige forurensningskilder. I tillegg vil avrenning fra områder der det går beitende husdyr kunne forurense vassdragene i nedbørperioder. Spesielt i Fjell kommune, med en del sau på beite i utmark og innmark, påvirker dette vannkvaliteten sterkt i enkelte perioder.

Langtransporterte forurensninger kommer med nedbøren og tørravsetninger, og tilførslene kan ha betydning for nitrogeninnholdet i vassdrag der nedbørfeltet har et skrint jordsmonn og lite vegetasjon. For vassdragene i Fjell kommune antar vi imidlertid at disse tilførslene har forholdsvis liten betydning. Et noe økt nitrogeninnhold i deler av vassdrag i skrinne områder kan imidlertid ikke utelukkes.

Som en kuriositet kan det nevnes at til hele Hordaland, med sine 15.420 km², vil de årlige langtransporterte tilførslene være på omtrent 300 tonn fosfor og 11.000 tonn nitrogen, eller omtrent 10 - 30 kg fosfor pr. km² og 200 - 1500 kg nitrogen pr. km². Dette er beregnet ut fra målte konsentrasjoner i nedbør og nedbørmengdene. Omtrent 50 % av dette fosforet er imidlertid partikulært bundet og derfor lite tilgjengelig for biologisk vekst. Mesteparten faller dessuten i nedbørfeltet der det tas opp og omsettes i jord og vegetasjon, og dette vil derfor bare i en viss grad nå vassdragene med avrenningen. I område med skrint jordsmonn og lite vegetasjon kan en imidlertid få betydelig lekkasje av nitrogen til vassdragene.

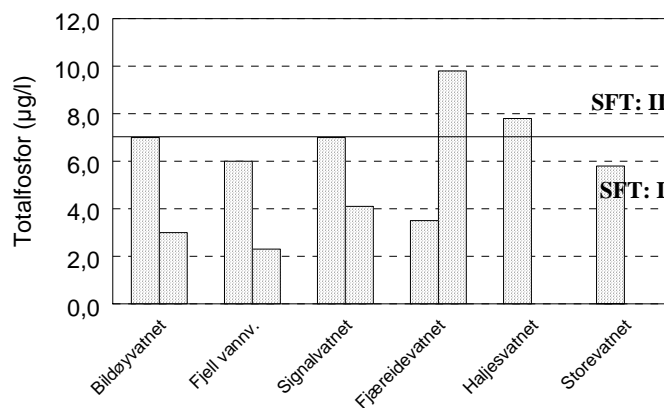
TILSTANDEN I VASSDRAGENE I FJELL KOMMUNE

NÆRINGSINNHOOLD

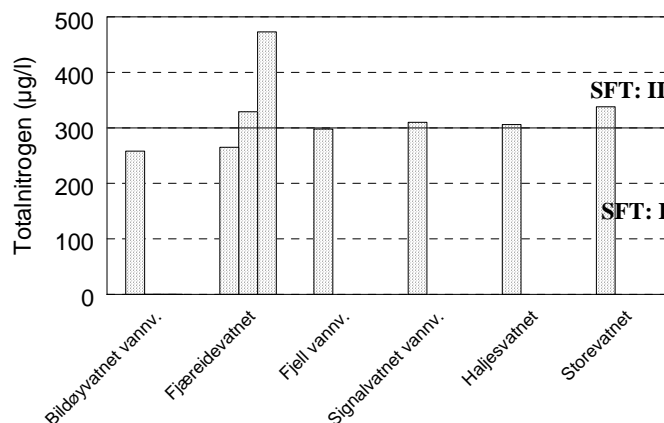
Naturtilstanden

Naturtilstand i Fjell kommune er anslått til 2-4 : g fosfor pr. liter og 150 : g nitrogen pr. liter (Johnsen mfl.1992). Mange av innsjøenes nedbørsfelter ligger imidlertid lavere enn 60 moh., og er altså under marin grense i dette området. Dette fører til at de naturlige næringstilførslene her vil være større enn tilsvarende nedbørsfelt som ligger over den marine grense, og for mange av de grunne innsjøene vil naturtilstanden kunne være noe høyere med fosforinnhold opp mot 11 : g/l (SFT 1995). En sammenstilling av tidligere målinger og resultatene fra 1997-2001 (**figur 4 og 5**) viser at innsjøene som i utgangspunktet ikke skal være påvirket av lokale menneskelige tilførsler, har et gjennomsnittlig fosforinnhold på mellom 2 og 10 : g/l og et gjennomsnittlig nitrogeninnhold på mellom 200 og 350 : g/l. Naturtilstanden for næringsinnhold vil derfor være godt innenfor tilstandsklasse II i SFT sitt klassifikasjonssystem for vannkvalitet.

Figur 4. Gjennomsnittlig årlig innhold av totalfosfor i innsjøer som er lite påvirket av lokale menneskelige tilførsler i Fjell kommune. Data er fra perioden 1990-2001, og er hentet fra egne undersøkelser og fra Næringsmiddeltilsynet sine målinger i drikkevannskilder. Antall målinger pr. innsjø pr år er mellom to og seks.



Figur 5. Gjennomsnittlig årlig innhold av totalnitrogen i innsjøer som er lite påvirket av lokale menneskelige tilførsler i Fjell kommune. Data er fra perioden 1990-2001, og er hentet fra egne undersøkelser og fra Næringsmiddeltilsynet sine målinger i drikkevannskilder. Antall målinger pr. innsjø pr år er mellom to og seks.

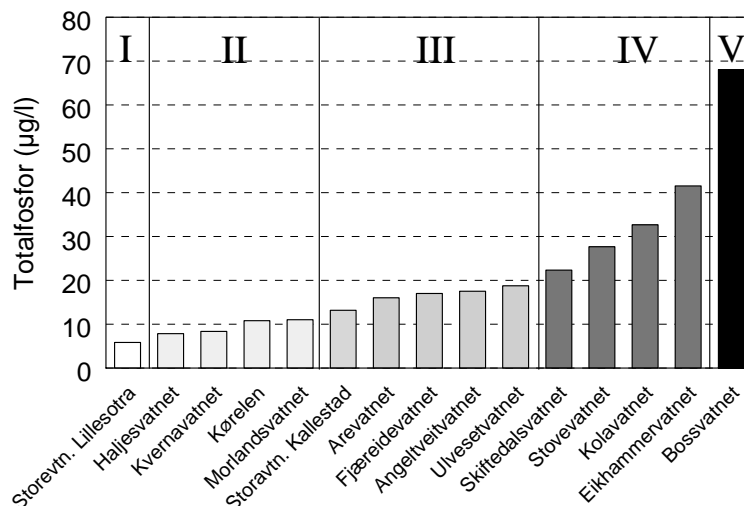


Tilstanden i de undersøkte innsjøene 1997-2001

De undersøkte innsjøene i Fjell kommune har stort sett et relativt lavt innhold av næringsstoffer, lav algeproduksjon og et dyreplanktonsamfunn som er typisk for upåvirkta innsjøer i denne type områder. Av de undersøkte innsjøene tilhørte 34 % de to beste tilstandsklassene i SFT sitt klassifiseringssystem med hensyn på totalfosfor (**figur 6**). Dette omfatter stort sett innsjøer som har lite bebyggelse og landbruk i nedbørsfeltet, og fosforinnholdet i disse ligger nært opp til naturtilstanden i området. De resterende 66 % var i større eller mindre grad påvirket av tilførsler fra menneskelige aktiviteter.

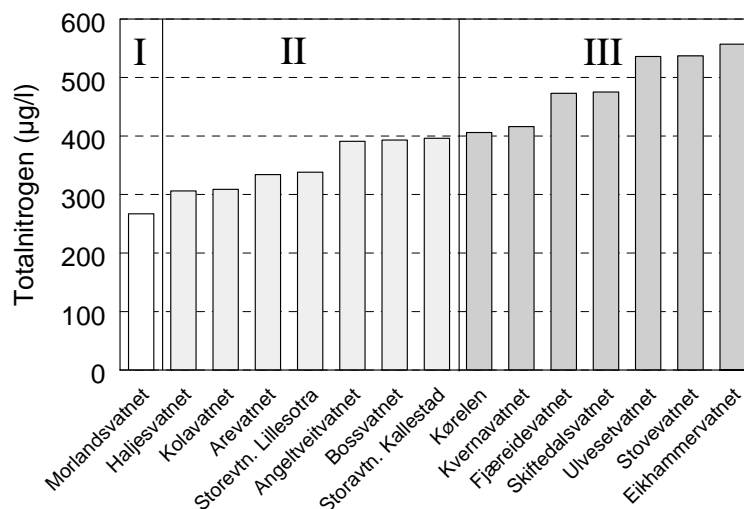
De mest næringsrike innsjøene finner en i de to mest landbrukspåvirka vassdragene, Fjellvassdraget og Ulvesetvassdraget. Til Fjellvassdraget er det i tillegg tilførsler fra lokale bedrifter. Også Stovevatnet på Lillesotra er meget næringsrikt, der er årsaken utslipp fra lokalområdet. 34 % av de undersøkte innsjøene tilhørte de to dårligste tilstandsklassene i SFT sitt klassifiseringssystem (**figur 6**). Indre gjødsling ble påvist i fire av de undersøkte innsjøene i kommunen; Arevatnet og Stovevatnet på Lillesotra, samt Eikhammervatnet og Bossvatnet i Fjellvassdraget.

Figur 6. Gjennomsnittlig innhold av totalfosfor i de undersøkte innsjøene i perioden 1997-2001. Tallene øverst i figuren viser SFT-klassen for innsjøene.



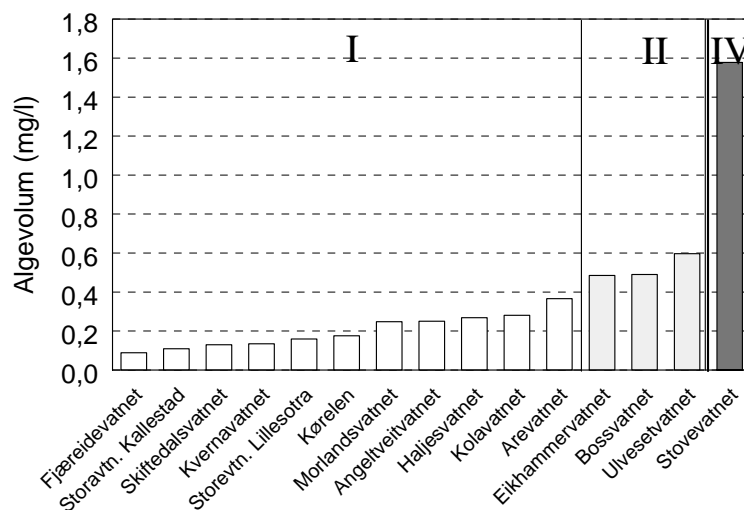
Nitrogenkonsentrasjonene i innsjøene i kommunen viste en lavere næringsstatus enn fosforkonsentrasjonene, og over halvparten av innsjøene tilhørte de to beste tilstandsklassene (**figur 7**). De resterende 47 % tilhørte tilstandsklasse III. I ferskvann er fosfor vanligvis begrensende faktor for algeveksten i innsjøer, men nitrogen kan også begrense algeveksten dersom nitrogenkonsentrasjonene er mindre enn 12 ganger fosforkonsentrasjonene. I de undersøkte innsjøene i Fjell var det vanligvis fosfor som begrenset algeveksten, men i Bossvatnet og Kolavvatnet var nitrogenkonsentrasjonene begrensende faktor; N/P forholdet der var på hhv. 6 og 9.

Figur 7. Gjennomsnittlig innhold av totalnitrogen i de undersøkte innsjøene i perioden 1997-2001. Tallene øverst i figuren viser SFT-klassen for innsjøene.



Algemengdene i innsjøene var adskillig lavere enn forventet ut fra næringsinnholdet, og bare en av innsjøene (Stovevatnet på Lillesotra) hadde høyere algemengder enn det en vanligvis finner i næringsfattige innsjøer (klasse I og II). Det samme mønsteret ser en ved å vurdere konsentrasjonene av klorofyll a; der sju av ni undersøkte innsjøer tilhørte de to beste tilstandsklassene (**figur 8**). De to andre tilhørte tilstandsklasse III. Lavere algemengder enn forventet i forhold til fosforkonsentrasjonene er imidlertid også påvist i flere andre undersøkelser på Vestlandet (f. eks. de siste 10 års undersøkelser av innsjøer i Bergen kommune). Årsaken er ikke klarlagt, men både vanngjennomstrømming, og biologiske forhold kan være medvirkende faktorer.

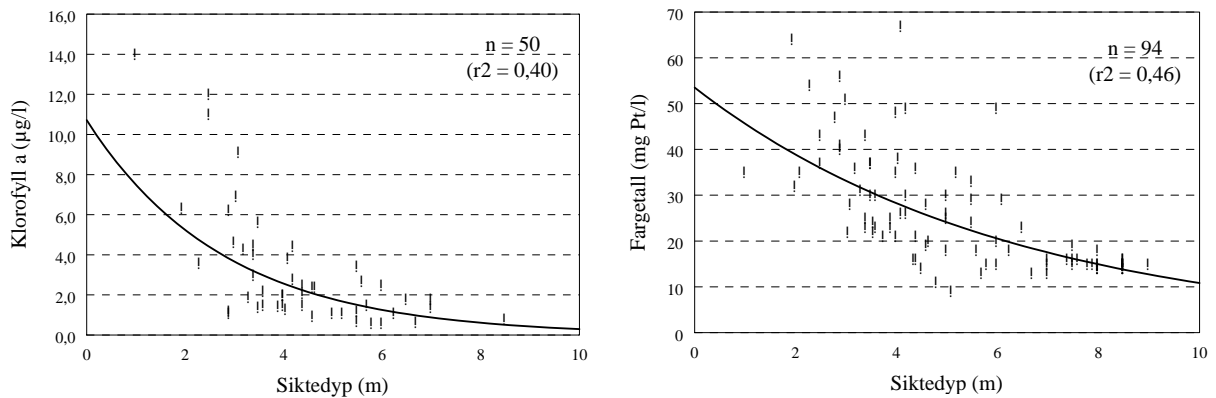
Figur 8. Gjennomsnittlig algevolum i de undersøkte innsjøene i perioden 1997-2001. Tallene øverst i figuren viser SFT - klassen for innsjøene ved sammenligning med Berge 1987.



Algesamfunnet i de undersøkte innsjøene var vanligvis relativt diversert uten dominans av enkeltarter. De meget utbredte slektene svelgflagellater (*Chryptophyceae*) og grønnalger (*Chlorophyceae*) dominerte volummessig i de fleste innsjøene. Utbredte arter var ofte arter som indikerer næringsfattige og svakt sure vannmasser som blågrønningen *Merismopedia tenuissima* og gullalgen *Dinobryon borgei* og *D. divergens*. Kun det meget næringsrike Stovevatnet hadde et mer ensartet algesamfunn og oppblomstring av blågrønnalgen *Anabaena spiroides*.

Dyreplanktonsamfunnet var også relativt diversert, med mellom 10 og 15 krepsdyrarter i de fleste undersøkte innsjøene. Vanligvis finnes det flest arter i innsjøer som er svakt til middels næringsrike, og artsdiversiteten i innsjøene i Fjell er omtrent som man kunne forvente, med et par unntak. Et av unntakene var Stovevatnet på Lillesotra, hvor det bare ble funnet seks krepsdyrarter. Planktonsamfunnet i denne innsjøen var typisk for en næringsrik innsjø med sterk algevekst, blant annet med dominans av vannloppen *Daphnia longispina* og hjuldyret *Keratella quadrata*, samt forekomst av hjuldyr av slekten *Brachionus*. Et annet unntak var Storevatnet, også på Lillesotra, der det bare ble funnet åtte krepsdyrarter, og planktonsamfunnet her indikerte at dette er en relativt næringsfattig og sur innsjø. Her ble det også bare påvist åtte arter hjuldyr, mens de fleste andre innsjøene hadde mellom 11 og 17 arter hjuldyr. Den mest artsrike innsjøen i undersøkelsen var Kvernavatnet, med 19 krepsdyrarter og 16 hjuldyrarter påvist.

Noen av dyreplanktonartene som ble funnet i løpet av undersøkelsene er ikke vanlige, og de fleste av disse ble funnet i Fjellvassdraget. Ett eksemplar av hoppekrepsen *Microcyclops cf. rubellus* ble funnet i en littoralprøve fra Eikhammervatnet, og dette er hittil eneste kjente registrering av denne arten i Norge. Dette er en meget liten art som er vanskelig å påvise, og den finnes trolig flere steder selv om den må regnes å være sjelden. Vannloppen *Pseudochydorus globosus* er funnet i Kolavatnet og Eikhammervatnet samt i Angeltveitvatnet. På Vestlandet er denne arten ellers bare funnet et par andre steder langs kysten. De to hjuldyrartene *Keratella valga* og *Trichotria pocillum* ble begge funnet i tre innsjøer i Fjellvassdraget, og sistnevnte også i Kvernavatnet. Utenom dette er disse to bare påvist i 2-3 andre innsjøer i Hordaland.



Figur 9. Sammenhengen mellom siktedyp og algemengder (til venstre) og siktedyp og fargetall (til høyre) i innsjøer i Fjell kommune.

Siktedyp brukes vanligvis som parameter for klassifisering av næringsrikhet (SFT 1997). For innsjøene i Fjell kommune blir dette lite relevant fordi innsjøene har så høyt fargetall på grunn av stort myrtilsig. I disse innsjøene kan nesten 50 % av variasjonen i siktedyp forklares ut fra fargetall (**figur 9 til høyre**) mens 40 % kan forklares ut fra algemengdene (**figur 9 til venstre**).

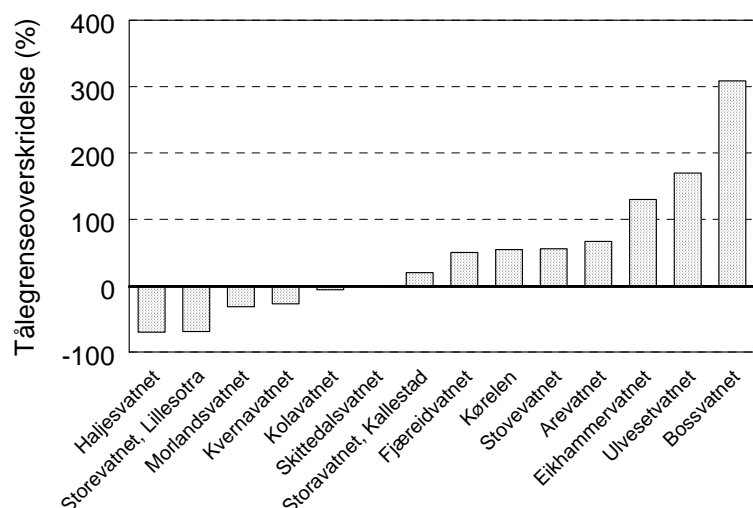
Aktuelle forurensningskilder

Både kloakk, landbruk og bedrifter bidrar med forurensninger av næringsstoffer til vassdragene i Fjell kommune. Til Fjellvassdraget, som er kommunens mest forurensede, er det både kloakk, landbrukstilførsler og tilførsler fra bedrifter i området. Til Ulvesetvatnet er det tilførsler fra kloakk og landbruk og til Arevatnet er det hovedsakelig kloakktilførsler. Stovevatnet på Lillesotra får tilførsler fra bedrifter i området og trolig også overløp på offentlig kloakkledningsnett. Også Angeltveitvassdraget er forurenset på grunn av både kloakk og landbruk.

Indre gjødsling ved utløsning av fosfor fra innsjøens sedimenter, er også en viktig fosforkilde i enkelte av innsjøene. Dette skjer kun i innsjøer som har oksygenfritt bunnvann. Slike tilførsler kan bli meget store avhengig av lengde på den oksygenfrie perioden. Både i Bossvatnet, Eikhamrvatnet, Stovevatnet og Arevatnet ble det påvist indre gjødsling i undersøkelsesperioden. Dette er alle små innsjøer med et lite dypvannsvolum, og følsomheten for forurensninger er derfor meget stor. Indre gjødsling vil vanligvis ikke finne sted i innsjøer som ikke er sterkt påvirket av tilførsler.

De fleste av de undersøkte innsjøene i Fjell får fosfortilførsler som er større enn innsjøenes tålegrenser (**figur 10**). Størst overskridelse ble påvist i Fjellvassdraget, i Ulvesetvatnet, i Arevatnet og i Stovevatnet. Til disse innsjøene er det viktig å begrense tilførslene for å unngå en ytterligere forverring av vannkvaliteten.

Figur 10. Tålegrenseoverskridelse (%) med hensyn på fosfortilførsler i de undersøkte innsjøene i Fjell kommune i perioden 1997-2001. Angeltveitvatnet er utelatt da det ikke var stabil sjiktning i denne innsjøen.



INNHold AV ORGANISK STOFF

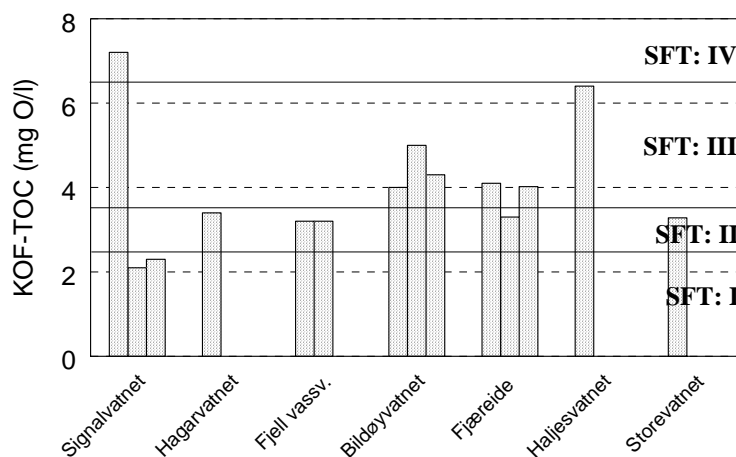
Naturtilstanden

Innholdet av organisk stoff i vassdragene i Fjell kommune er fra naturens side meget varierende. Dette kommer tydelig fram i målinger fra upåvirkede innsjøer i kommunen, med KOF/TOC- verdier mellom 2,1 og 7,2 mg O/l (**figur 11**). Nest dårligste tilstandsklasse i SFT sitt system kan derfor tilsvare naturtilstanden i enkelte av innsjøene i Fjell kommune. Årsaken til dette er stor variasjon i myrtilsig både mellom og innen de enkelte vassdragene, samt at flere av vassdragene har store deler av nedbørfeltet under den marine grense. Naturgrunnet for den enkelte innsjø i Fjell kommune vil derfor være vanskelig å bestemme uten inngående kjennskap til nedbørfeltets beskaffenhet.

Innholdet av organisk stoff er i stor grad avhengig av vassdragets egenproduksjon av alger og planter og av tilførsler fra nedbørfeltet der humus er spesielt viktig. I de lite myrpåvirkede innsjøene vil antatt naturtilstand være TOC-verdier under 3,5 mg C/l, og fargetall opp mot 25 mg Pt/l (SFT 1995). Naturtilstanden vil dermed ligge innenfor tilstandsklasse II i SFT sitt klassifiseringssystem. Dette gjelder for alle klarvannsinnsjøene uansett om nedbørfeltet er over eller under den marine grense, men vassdrag under den marine grense har vanligvis en mye høyere egenproduksjon. Nedbrytningen av organisk materiale i slike innsjøer vil imidlertid ikke bli så stor at det vil medføre vesentlig forringelse av vannkvaliteten. Storevatnet på Lillesotra er et eksempel på en slik lite myrpåvirket innsjø; gjennomsnittlig fargetall der var på 22 mg Pt/l og gjennomsnittlig TOC-verdi på 3,4 mg C/l.

Avrenning fra myrområder inneholder store mengder organisk stoff, og tilførslene kan føre til et så høyt oksygenforbruk at bunnvannet blir oksygenfritt i store perioder av året. Myrpåvirka innsjøer vil også ha et høyt fargetall og naturtilstanden her kan komme helt opp mot tilstandsklasse V. Haljesvatnet i Fjellvassdraget er sterkt myrpåvirket uten særlige andre tilførsler, med et gjennomsnittlig fargetall på 41 mg Pt/l og gjennomsnittlig TOC-verdi på 6,4 mg C/l. Oksygenforbruket i bunnvannet var meget høyt, og i august var det nærmest oksygenfritt under 4 meters dyp.

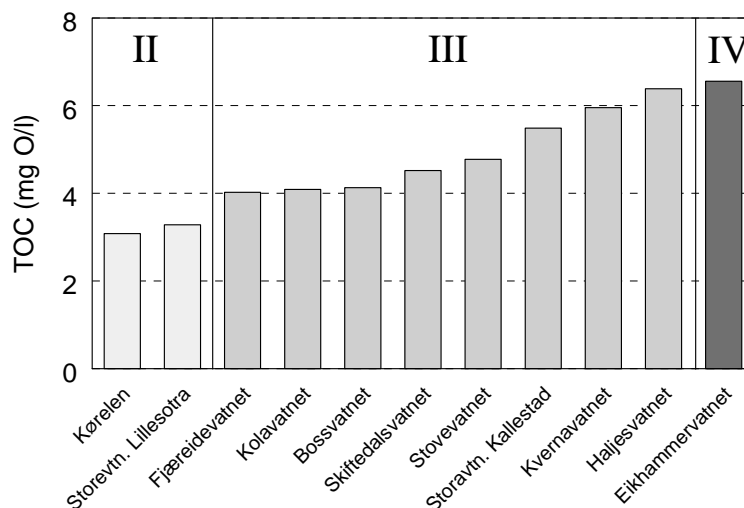
Figur 11. Gjennomsnittlig innhold av KOF / TOC i innsjøer som er lite påvirket av lokale menneskelige tilførsler i Fjell kommune. Data er fra perioden 1990-2001, og er hentet fra egne undersøkelser og fra Næringsmiddeltilsynet sine målinger i drikkevannskilder. Antall målinger pr. innsjø pr år er mellom to og seks.



Tilstanden i de undersøkte innsjøene

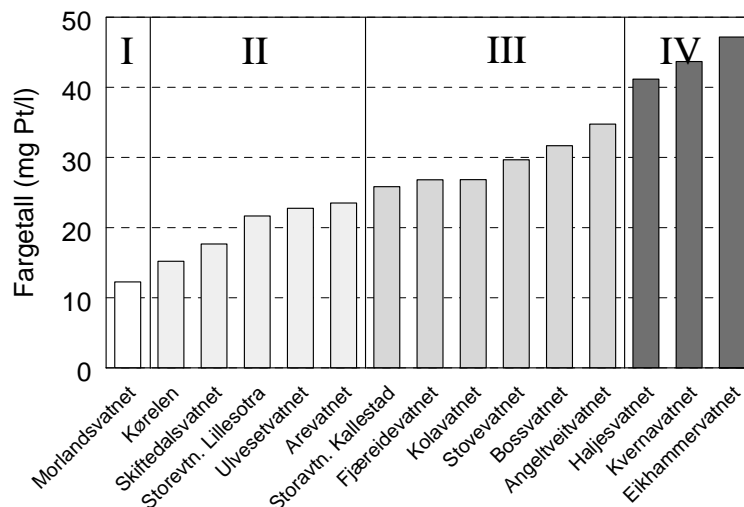
Innholdet av organisk stoff i de undersøkte innsjøene i Fjell kommune var generelt sett moderat høyt (**figur 12**). Av de undersøkte innsjøen tilhørte 18 % tilstandsklasse II, og de resterende 82 % hadde et høyere innhold der de aller fleste ble klassifisert innenfor tilstandsklasse III. Bare Eikhammervatnet i Fjellvassdraget hadde et høyere innhold av totalt organisk karbon.

Figur 12. Gjennomsnittlig innhold av totalt organisk karbon i de undersøkte innsjøene i perioden 1997-2001. Tallene øverst i figuren viser SFT-klassen for innsjøene.



Fargetallet var imidlertid relativt høyt i innsjøene (**figur 13**), noe som tyder på at tilsiget fra myr er en viktig kilde for innhold av organisk stoff i disse innsjøene. Det er imidlertid vanskelig å skille mengden organisk stoff som kommer fra humus og mengden organisk stoff som skyldes tilførsler fra menneskelige aktiviteter. Haljesvatnet, som er en av innsjøene med høyest innhold av organisk stoff i kommunen, er imidlertid et eksempel på en lite påvirket innsjø der både fargetallet og innholdet av organisk stoff er meget høyt av naturlige årsaker. I Eikhammervatnet derimot, er trolig de menneskelige tilførslene en viktig kilde. En viktig grunn til denne konklusjonen er at Kolavatnet, som ligger like oppstrøms, har adskillig lavere både fargetall og TOC.

Figur 13. Gjennomsnittlig fargetall i de undersøkte innsjøene i perioden 1997-2001. Tallene øverst i figuren viser SFT-klassen for innsjøene.



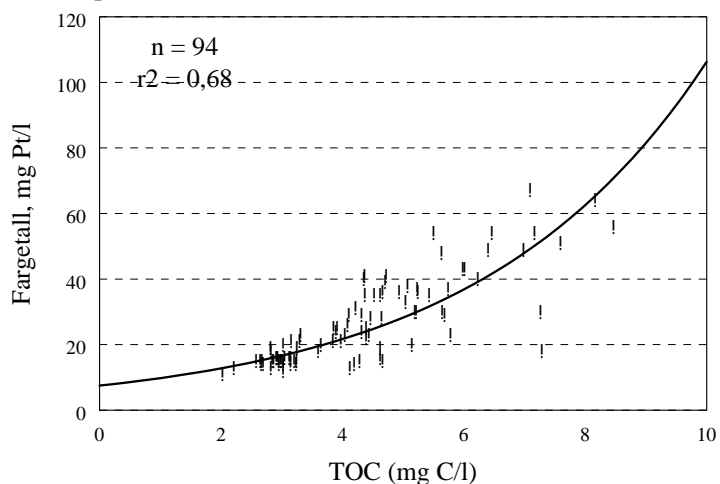
Et høyt innhold av organisk stoff vil føre til et høyt oksygenforbruk i dypvannet i sjiktede innsjøer, med påfølgende dårlige forhold for vannlevende organismer som trenger oksygen for å leve. I tillegg kan oksygenfrie forhold føre til at fosfor frigjøres fra sedimentene, noe som kan gi meget høye fosforkonsentrasjoner med påfølgende høy algevekst i en innsjø. I innsjøene i Fjell ble det påvist oksygenfritt bunnvann i både upåvirkede og påvirkede innsjøer.

Av de to upåvirkede innsjøene ble det påvist oksygenfritt bunnvann i Haljesvatnet og sterkt redusert oksygenmengder i Stovevatnet på Lillesotra. Myrtilsig er trolig årsaken i begge innsjøene, men i Haljesvatnet kan en ikke utelukke at avrenning fra hovedveien også kan bidra med mindre tilførsler. I de påvirkede innsjøene ble det påvist oksygenfritt bunnvann i Arevatnet og Stovevatnet på Lillesotra, og i Eikhammervatnet og Bossvatnet i Fjellvassdraget. I Kolavatnet og Angeltveitvatnet ville det også blitt oksygenfritt dersom temperatursjiktningen der hadde vært stabil.

Aktuelle forurensningskilder

Undersøkelsen tyder på at naturlige tilførsler av organisk stoff er den viktigste kilden for organisk stoff i vassdragene i kommunen, og hele 68 % av variasjonen i innhold av organisk stoff kunne forklares ut fra fargetallet (**figur 14**). De tre innsjøene med høyest innhold av organisk stoff i Fjell kommune; Eikhammervatnet, Haljesvatnet og Kvernavatnet, hadde også høyeste fargetall, og av disse er Haljesvatnet ikke påvirket av lokale menneskeskapte tilførsler.

Figur 14. Sammenhengen mellom TOC og fargetall i 94 målinger fra 15 innsjøer i Fjell kommune i perioden 1997-2001.



Både landbruksavrenning og kloakk er andre viktige kilder for organisk stoff, og i tillegg vil næringstilførsler føre til økt algevekst i innsjøene og dermed økt egenproduksjon av organisk stoff. Det er vanskelig å skille mellom disse, men uten store tilførsler av organisk stoff vil en innsjø sin egenproduksjon være viktigste kilde for organisk stoff. Korrelasjonen mellom næringsinnholdet (konsentrasjonen av totalfosfor) og TOC var imidlertid lav (11 %). Dette viser at lokale tilførsler har relativt liten betydning for innholdet av organisk stoff i vassdragene i Fjell kommune.

TARMBAKTERIER

Naturtilstanden

Overflatevann i områder uten menneskelig påvirkning vil alltid kunne forurennes av tarmbakterier. Dette skyldes fulgler og eventuelle ville dyr i området. Avføring fra dyr vil forurense nedbørfeltet og fugleskit kan forurense både nedbørfeltet og vannmassene direkte. Når det regner vil avrenningsvannet vaske med seg disse forurensningene ut i vassdragene. Vanligvis vil imidlertid disse forurensningene være meget små, og tarmbakteriekonsentrasjoner under 5 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml regnes som naturtilstanden i overflatevann (SFT 1995). Konsentrasjoner høyere enn dette regnes som forurensninger fra mennesker og/eller deres dyrehold.

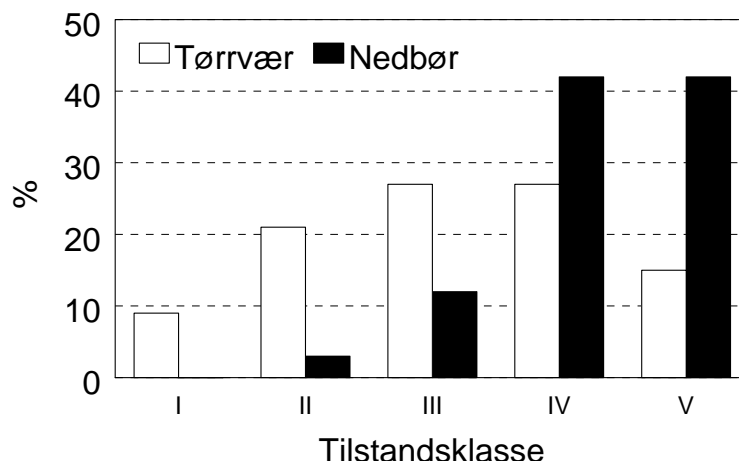
Tilstanden i de undersøkte elvene og innsjøene

De aller fleste av de undersøkte elvene i Fjell kommune forurennes av tarmbakterier, og generelt sett er forurensningen størst når det har regnet mye (**figur 15**). I tørrvårsperioden var 10 % av vassdragene ikke forurenset (klasse I) og 42 % tilhørte de to dårligste tilstandsklassene. I nedbørperioden var alle forurenset og hele 84 % tilhørte de to dårligste klassene. Denne tilstandsklassifiseringen bygger imidlertid på dårligste registrerte måling i perioden 1997 til 2001, og beskriver derfor tilstanden i vassdragene på det aller dårligste. Forurensningen er imidlertid ikke like stor hele tiden, og vanligvis vil forurensningsnivået i vassdragene være godt under det som er beskrevet over.

Forurensninger på grunn av utslipp eller direkte tilsig til vassdraget, gir et høyt innhold av tarmbakterier i tørrværsperioder. De mest forurensete av de undersøkte elvene i slike perioder var Haganessvassdraget, innløpselva til Ulvesetvatnet fra nordvest, samt utløpet av Ebbesvikvatnet og utløpet av Stovevatnet på Lillesotra. Stedene som aldri var forurenset i tørrværsperioder var Bildevassdraget, Uglepollenvassdraget og utløpet av Eidesvatnet i den øvre delen av Fjellvassdraget, samt ved utløpet av Fjæreidvassdraget

Forurensninger på grunn av arealavrenning fra gjødslet mark eller fra områder med beitende dyr, eller overløp på offentlig kloakkledningsnett, gir høye konsentrasjoner av tarmbakterier i perioder med mye nedbør. Vassdragene som var mest forurenset av slike tilførsler var de to innløpselvene til Ulvesetvatnet fra vest, Landrovassdraget og utløpet fra Angeltveitvatnet. Bare utløpet av Skittedalsvatnet på Lillesotra var lite forurenset når det regnet mye.

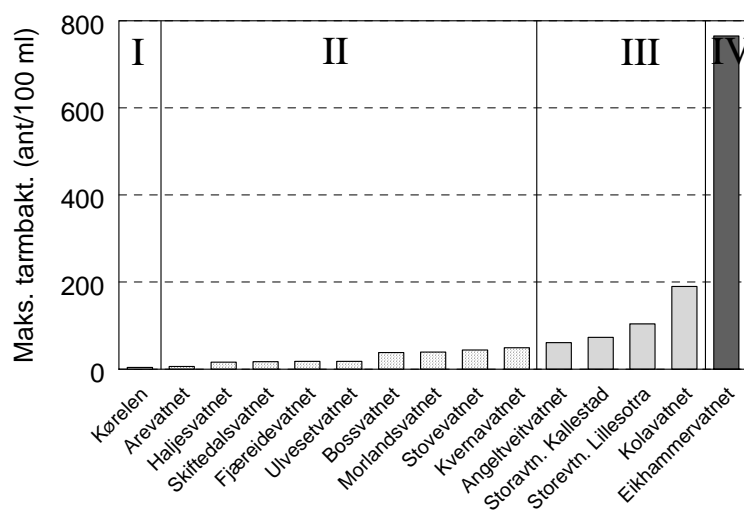
Figur 15. Prosentvis fordeling av høyeste registrerte tarmbakteriekonsentrasjon på de undersøkte stedene i perioden 1997 - 2001 ved prøvetakingene i tørt vær og etter mye nedbør. Prøvetakingene omfatter i alt 33 utvalgte steder i 25 vassdrag i Fjell, og inndelingen er i henhold til SFT sitt klassifikasjons-system (SFT 1997)



I de undersøkte innsjøene var imidlertid forurensningsnivået adskillig lavere enn i elvene (**figur 15 og figur 16**). Av innsjøene tilhørte nesten 70 % de to beste tilstandsklassene, mens bare 7 % tilhørte nest dårligste klasse og ingen tilhørte dårligste klasse (**figur 16**). Forurensningen var lavest i Kørelen og klart høyest i Eikhammervatnet i Fjellvassdraget.

Det er flere årsaker til den store forskjellen mellom forurensningsnivået i innsjøene og elvene. For det første vil bakteriene dø ut relativt raskt etter at de er kommet ut i vannmassene, og i innsjøene kan det ta relativt lang tid før bakteriene kommer midt ut på innsjøen der prøvene er tatt. I tillegg vil de store vannmassene i en innsjø være mer fortynnende enn vannmassene i en liten elv.

Figur 16. Høyeste registrerte innhold av termotolerante koliforme bakterier i de undersøkte innsjøene i perioden 1997-2001. Tallene øverst i figuren viser SFT-klassen for innsjøene.



Aktuelle forurensningskilder

Konsentrasjonen av tarmbakterier i vassdragene sier hvor sterkt det enkelte vassdrag påvirkes, men det sier ikke noe om hvor stor forurensningskilden er. I vassdrag med liten vannføring vil selv små tilførsler gi stor forurensning, mens vassdrag med stor vannføring kan motta betydelige mengder forurensninger uten at det gir store utslag på vannkvaliteten. I Fjell kommune er de aller fleste vassdragene relativt små, og forurensningskildene behøver derfor ikke være spesielt store selv om vannkvaliteten er sterkt påvirket.

Tarmbakterie-forurensninger på grunn av arealavrenning fra områder med husdyrmøkk er den klart mest utbredte forurensningskilden i kommunen. Utmarksområdene er i stor grad i bruk som beiteområder for sau, og dette forurenser omtrent samtlige vassdrag i beiteperiodene. Størst utslag på vannkvaliteten gir dette i forbindelse med regnvær; da avføringen fra dyrene vaskes ut i vassdragene med avrenningsvannet. Avrenning fra landbruksområder der det gjødsles med husdyrmøkk er også en periodevis forurensningskilde for vassdrag med landbruksdrift i nedbørfeltet. De største jordbruksområdene i Fjell kommune finnes ved Ulvesetvassdraget, Angeltveitvassdraget, deler av Kørelenvassdraget og deler av Fjellvassdraget.

Kloakkforurensninger er også en meget utbredt forurensningskilde for mange av vassdragene, og i både Haganessvassdraget, Ebbesvikvassdraget, Stovevatnet og Mathopenvassdraget ser det ut til at direkte tilsig av kloakk kan være betydelige forurensningskilder. Overløp fra offentlig kloakkledningsnett ser ut til å være en gjentakende problemstilling i Stovevatnet. Overløp fra offentlig kloakkledningsnett kan også være en aktuell forurensningskilde enkelte andre steder,

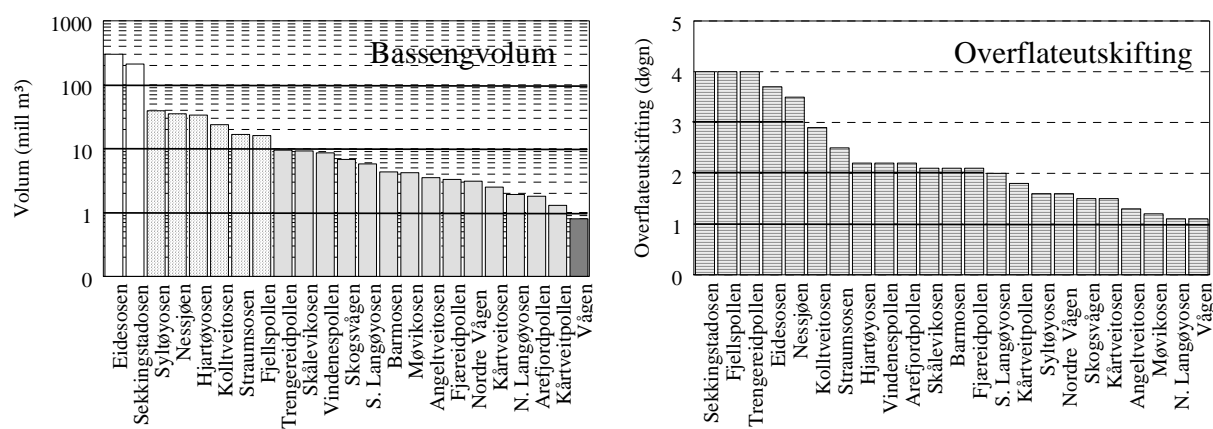
TURBIDITET

Partikkelinnholdet i innsjøene i Fjell kommune var meget lavt. Rundt 10 % hadde et middels høyt partikkelinnhold (klasse III), resten hadde et lavt innhold (klasse I og II). Innsjøene med et middels høyt partikkelinnhold var Eikhammervatnet i Fjellvassdraget og Stovevatnet på Lillesotra. Begge disse er blant de mest forurensede innsjøene i kommunen, og begge har tilførsler fra både bedrifter og kloakkrensaneanlegg.

TILSTANDEN I DE MARINE RESIPIENTENE I FJELL KOMMUNE

DE UNDERSØKTE SJØMRÅDENE

Fjell kommune består av en mengde øyer, noe som medfører at kommunen fra naturens side har en rekke avstengte sjømråder / poller / oser med moderat resipientkapasitet. Alle har de det til felles at de har et innestengt dypvann bak en varierende dyp terskel, som klart definerer “utløpet/utløpene”. Det største av de 23 undersøkte sjømrådene er Eidesosen, med et samlet volum innenfor tersklene på 300 millioner m³, mens de minste av de undersøkte har volum ned mot og så vidt under 1 million m³ (**figur 17**). Noen er relativt “åpne” med stor kontakt med de omkringliggende sjømrådene, og en rask og hyppig utskifting av overflatevannet, mens andre er mer avstengte. Likevel er det ingen av de undersøkte sjømrådene som har en utskifting av overflatevannmassene sjeldnere enn hver fjerde dag (**figur 17**).



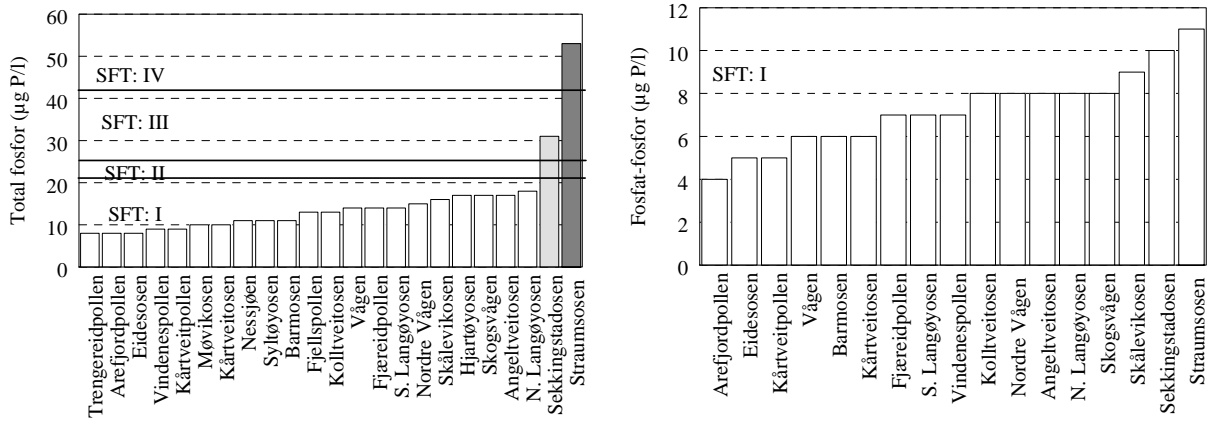
Figur 17. De 23 undersøkte sjøresipientene i Fjell kommune ordnet etter volum innenfor tersklene (til venstre) og etter tid for vannutskifting av overflatevannmassene (til høyre).

NÆRINGSINNHOOLD

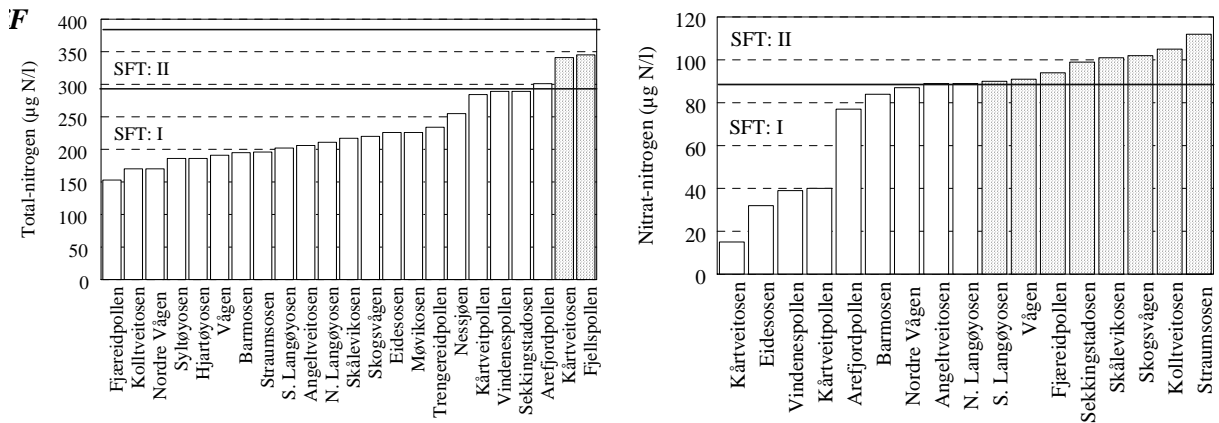
Næringsmengdene måles direkte ved å ta vannprøver av overflatelaget, dit det meste av tilførselene kommer, og analysere disse for innhold av næringsstoffene fosfor og nitrogen. Disse stoffene utgjør viktige deler av næringsgrunnlaget for algeplanktonet i sjømrådene, og beskriver sjømrådets “næringsrikhet”. Statens forurensningstilsyn har utarbeidet oversiktlig klassifikasjonssystem for vurdering av disse forholdene også (SFT 1997 b).

De aller fleste av de undersøkte sjømrådene hadde et moderat til lavt innhold av næringsstoffene fosfor og nitrogen. Bare to av de 23 undersøkte områdene hadde fosforkonsentrasjoner som ikke ble klassifisert til SFTs tilstandsklasse I=“meget god”, mens samtlige undersøkte konsentrasjoner av oppløst fosfat fosfor ble klassifisert til tilstandsklasse I=“meget god” (**figur 18**).

Nitrogenkonsentrasjonene i sjømrådene i Fjell kommune viste jevnt over helt tilsvarende næringsstatus som for innholdet av fosfor, og alle unntatt to tilhørte den beste tilstandsklassen I=“meget god”. De to med høyest observert nitrogenkonsentrasjon var ikke de to som hadde høyeste fosforkonsentrasjon. Noen flere av stedene hadde et relativt høyere innhold av oppløst nitrat-nitrogen, men konsentrasjonene var likevel lave (**figur 19**).



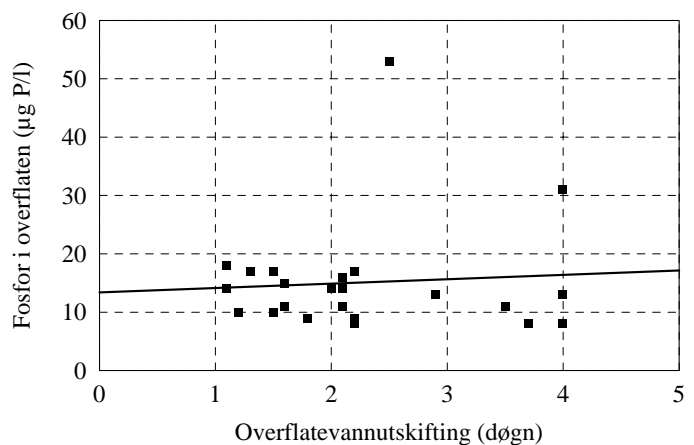
Figur 18. Gjennomsnittlig innhold av totalfosfor (til venstre) og oppløst fosfat fosfor total (til høyre) i de undersøkte marine resipientene i perioden 1997-2001. Målingene er også klassifisert etter SFTs klassifikasjonssystem for fjorder og kystfarvann (vinter).



19. Gjennomsnittlig innhold av totalnitrogen (til venstre) og oppløst nitrat nitrogen total (til høyre) i de undersøkte marine resipientene i perioden 1997-2001. Målingene er også klassifisert etter SFTs klassifikasjonssystem for fjorder og kystfarvann (vinter).

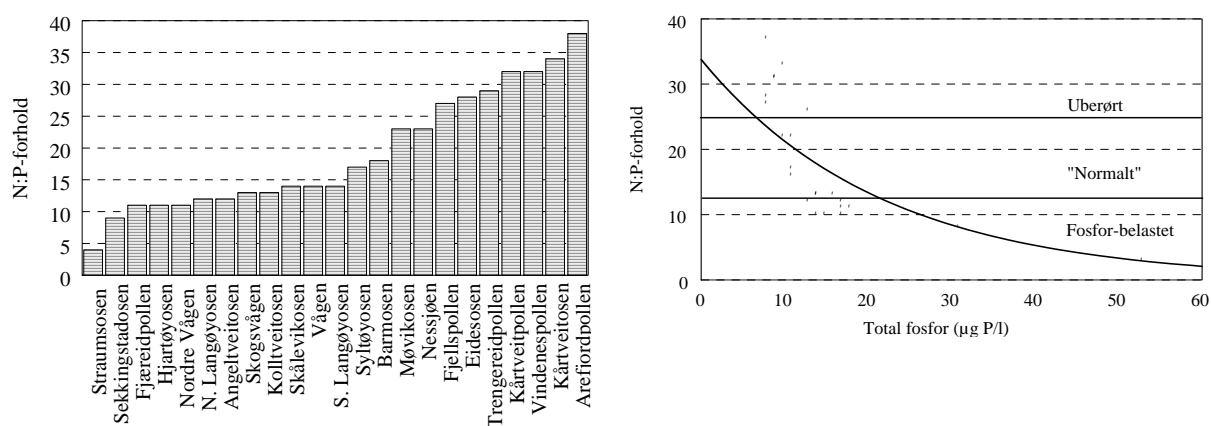
For de sjøområdene som mottar tilførsler av næringsstoff fra avrenning fra land eller andre direkte tilførsler, vil den målbare påvirkningen av næringstilførsler være svært avhengig av hyppigheten av overflatevannets utskifting. Selv store tilførsler kan "skylles bort" dersom vannmassene skiftes ut nærmest daglig, og vannkvaliteten vil i større grad være preget av kystvannets kvalitet enn av de lokale tilførslene. Motsatt blir det dersom vannutskiftingen er ekstremt liten, - da kan selv små tilførsler utgjøre en betydelig påvirkning på miljøkvaliteten i sjøområdet. Det var imidlertid liten eller ingen sammenheng mellom næringsrikhet og vannutskifting i sjøområdene i Fjell (**figur 20**).

Figur 20. Sammenheng mellom tid for fullstendig vannutskifting i overflaten og målt innhold av fosfor i overflaten i de 23 undersøkte sjøområdene i Fjell.



De ulike typer tilførsler av næringsstoff har hver sin spesifikke sammensetning av næringsstoffene, uttrykt ved forholdstallet mellom nitrogen og fosfor. Vanligvis venter en å finne et forholdstall på 15 - 20 i lite påvirkete system (vassdrag og overflatelag i fjorder), altså at en har 15 til 20 ganger så høye konsentrasjoner av nitrogen som fosfor. 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 på Vestlandet kunne ha et N:P-forholdstall på hele 70, mens avløp fra boliger og for eksempel gjødsel fra kyr har et forholdstall på rundt 7. Tilførsler fra fiskeoppdrett ligger på samme nivå

I de undersøkte sjøområdene varierte forholdstallet mellom nitrogen og fosfor mye, fra nærmere 40 i Arefjordpollen til under 5 i Straumsosen. Det var samtidig en nokså klar sammenheng mellom høye N:P-tall og lave fosforverdier, samtidig som de laveste N:P forholdene ble observert i de mest fosfor-rike områdene, altså sjøområder som mottar fosfor-rike tilførsler (**figur 21**). Straumsosen hadde høyest innhold av fosfor, lavest N:P forhold og høyest innhold av tarmbakterier.



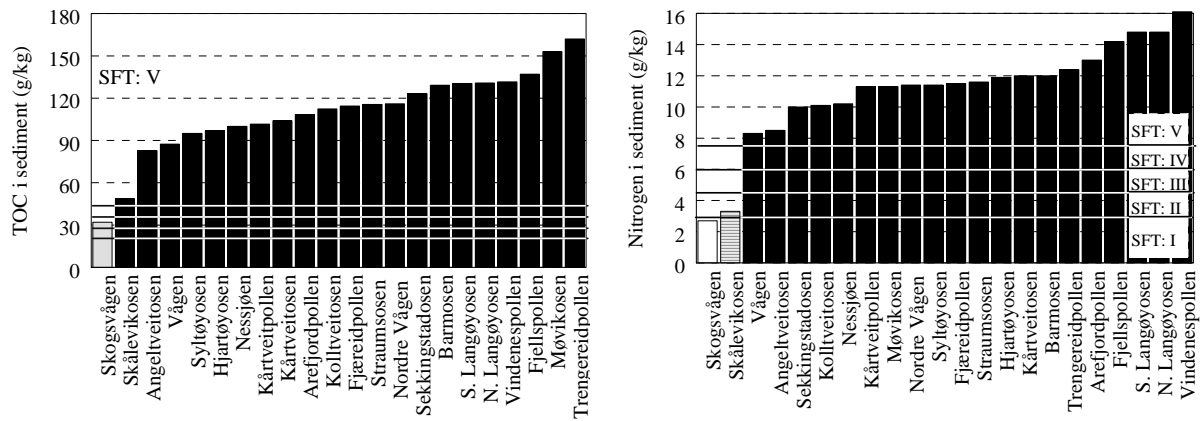
Figur 21. De 23 sjøområdene ordnet etter forholdstallet mellom innhold av nitrogen og fosfor i overflatevannet (til venstre) og forholdstallet plottet mot innholdet av fosfor (til høyre).

SEDIMENTKVALITET

Alt organisk materiale som blir tilført et sjøområde, enten fra de omkringliggende landområder, fra det daglig innstrømmende tidevannet, eller fra sjøområdets egen produksjon av alger og dyr i vannmassene, bidrar til en sedimentasjon av dødt organisk materiale ned i dypvannet der det legger seg på bunnen. Dette er en naturlig prosess, som kan øke i omfang dersom store mengder organisk materiale tilføres. Viktige tilførselskilder kan være kloakk eller for eksempel spillfôr fra fiskeoppdrettsanlegg.

Store eksterne tilførsler av organisk nedbrytbart materiale til dypvannet i sjøområdene vil imidlertid også øke oksygenforbruket i dypvannet, og når oksygenet i dypvannet eventuelt er brukt opp, vil nedbrytingen av organisk materiale gå svært mye seinere.

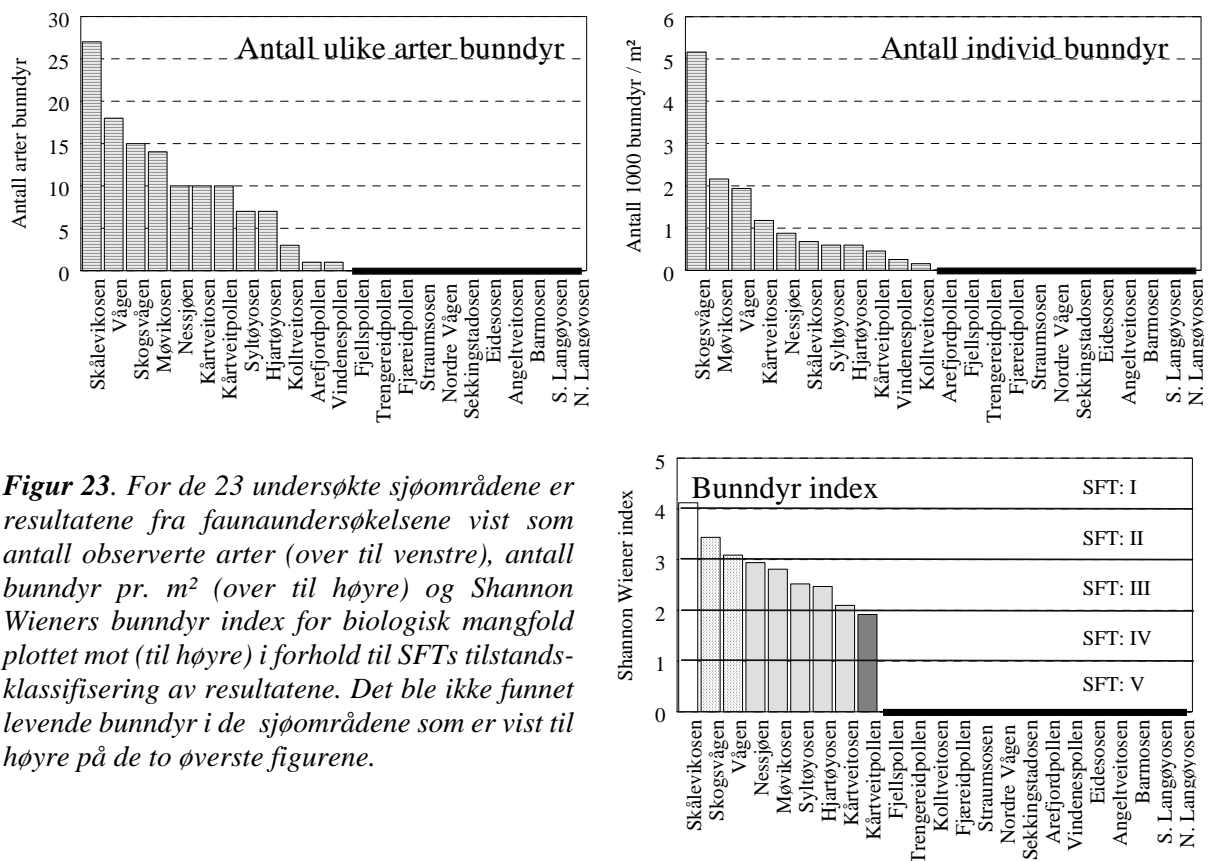
I sedimentprøver måles glødetap, som er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet. En regner med at det vanligvis er oppunder 10% eller mindre i sedimenter der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at den biologiske nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold. Innhold av organisk nitrogen eller organisk karbon (TOC) i sedimentet er andre mål på mengde organisk ikke nedbrutt stoff. TOC-innholdet er vanligvis omtrent 0,4 x glødetapet. Den forventede naturtilstanden for sedimenter i sjøbasseng der det er gode nedbrytingsforhold ligger på rundt 30 mg C/g eller under. Bare Skogsvågen og Skålevikosen hadde sedimenter som ikke var svært rike på ikke nedbrutt organisk stoff (**figur 22**).



Figur 22. Målt innhold av TOC (til venstre) og organisk nitrogen (til høyre) i 22 av de 23 undersøkte sjøområdene i Fjell og på østlandet i 1997-2002. Data er SFT-klassifisert i stigende rekkefølge og figuren viser

BUNNFAUNA

Dersom oksygenet i dypet er brukt opp, vil sulfatreduserende bakterier fortsette nedbrytingen, og den giftige gassen hydrogensulfid (H_2S) dannes. Dyreliv vil ikke forekomme under slike betingelser. Mange basseng vil også fra naturens side ha en balanse som gjør at slike situasjoner vil opptre uten ytre tilførsler av organisk stoff. Det behøver derfor ikke være et tegn på “overbelastning” at det forekommer hydrogensulfid i dypvannet og i sedimentene, og at dyrelivet er borte. Bare i omtrent halvparten av de undersøkte sjøområdene i Fjell ble det funnet dyreliv, mens resten var livløse i bunnsedimentene (**figur 23**). For åtte av de 11 sjøområdene uten dyr i sedimentet, skyldes dette i hovedsak naturgitte forhold og ikke at resipientene er overbelastet.



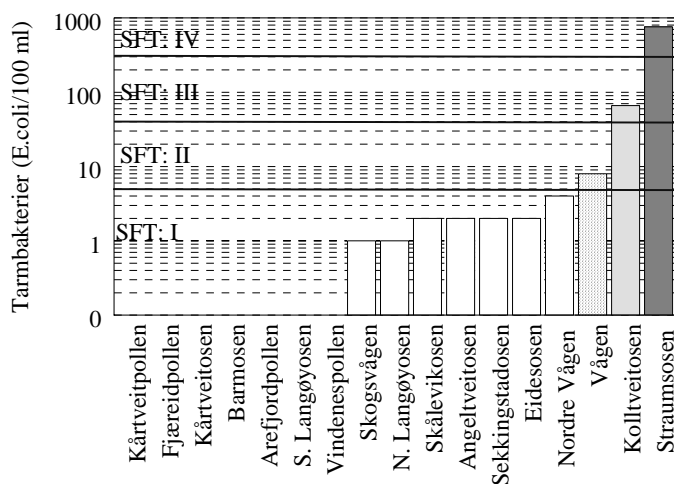
Figur 23. For de 23 undersøkte sjøområdene er resultatene fra faunaunderøkelsene vist som antall observerte arter (over til venstre), antall bunndyr pr. m^2 (over til høyre) og Shannon Wiener bunndyr index for biologisk mangfold plottet mot (til høyre) i forhold til SFTs tilstandsklassifisering av resultatene. Det ble ikke funnet levende bunndyr i de sjøområdene som er vist til høyre på de to øverste figurene.

TARMBAKTERIER

Innholdet av tarmbakterier i overflatevann i vassdrag og sjøområder stammer fra tarmen til varmblodige dyr som fugler og pattedyr. Vanligvis stammer dette enten fra tilførsler husdyrgjødsel eller fra kloakk, og slike tarmbakterier har svært kort levetid i vann. Det betyr at tarmbakterier stammer fra ferske tilførsler, der særlig husdyrgjødsel vaskes til vassdrag og sjø i forbindelse med nedbørsperioder.

Alle undersøkelsene av sjøområder i Fjell ble utført i perioder midtvinters i tørre perioder, slik at det er mest sannsynlig er tilførsler av kloakk som gir høyt innhold av tarmbakterier i overflatevannet i sjøområdene. Innholdet av tarmbakterier var desidert størst i Straumsosen, som også hadde det høyeste innholdet av fosfor. Tarmbakterieinnhold i SFTs tilstandsklasse I= ”meget bra” tilsvarer i vassdrag det en kan forvente som naturlig bakgrunnsnivå. Det var således bare et par av de undersøkte sjøområdene som var betydelig forurensset med tilførsler av tarmbakterier (**figur 24**).

Figur 24. Innhold av tarmbakterier i de undersøkte sjøområdene i perioden 1997-2001. Tallene til venstre i figuren viser SFT-klassen for innsjøene.



LOKAL FORSKRIFT OG MÅL FOR MILJØKVALITET

Lokal forskrift gitt i medhald av § 6, 3 leden, i forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg, fastsett av Miljøverndepartementet 8.juli 1992.

§ 1 Virkeområde og formål

Forskrifta er fastsett av fylkesmannen i Hordaland og regulerer bruk av tekniske løysingar for avløp frå separate avløpsanlegg i Fjell kommune. Sonene er vist på kart datert 02.10.95 i M 1:40.000 med teikningsnr. 004.

§ 2 Definisjonar

Med avløp er meint avløp frå vassklosett, kjøkken, bad, vaskerom el.

Med innlagt vatn er meint vatn frå brønn, cisterneanlegg, vassverk el. og som er ført innadørs gjennom røyr eller leidning.

Eit separat avløpsanlegg er rekna for å motta avløp, som i mengd eller samansetting svarar til avløp frå inntil sju bustadar eller fritidsbustadar.

§ 3 Forbod

Til følgjande resipientar vert det ikkje godkjent nye utslepp frå separate avløpsanlegg:

- 1) Samtlege ferskvassresipientar innafor sone 1 - 21
- 2) Sone 1 Dalevågen / Angskotvågen
- Sone 2 Tellnespollen
- Sone 3 Trengereidpollen / Fjellspollen
- Sone 4 Veløy / Møvik / Kjølpo
- Sone 5 Lokøyvågen / Rottepollen / Kjølpo
- Sone 6 Apalvågen
- Sone 7 Kårtveitvågen / Kårtveitpollen / Nordre Eidesvågen
- Sone 8 Vindenespollen
- Sone 9 Fjereidpollen
- Sone 10 Straumsosen / Søre Foldnesvågen
- Sone 11 Arefjordpollen
- Sone 12 Snekkevikpollen
- Sone 13 Vestrepollen
- Sone 14 Austrepollen
- Sone 15 Søre Vågen
- Sone 16 Bildøystraumen

For unntak må det dokumenterast særleg grunn etter §7 i forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg, fastsett av Miljøverndepartementet 8.juli 1992.

§ 4 Kjemisk reinsing

Til følgjande resipientar skal nye utslepp basert på separate avløpsanlegg reinsast via godkjent kjemisk minireinseanlegg, før utslepp direkte til sjø:

- | | | |
|------|----|---------------------|
| Sone | 17 | Nesosen |
| Sone | 18 | Spjeldsundet |
| Sone | 19 | Nordre Foldnesvågen |
| Sone | 20 | Angelvik / Våge |

§ 5 Biologisk / kjemisk reinsing

Til følgjande resipienter skal nye utslepp basert på separate avløpsanlegg reinsast via godkjent biologisk / kjemisk minireinseanlegg, før utslepp direkte til sjø:

Sone	21	Sekkingstadosen / Langavågen / langøyosen / Skålvikosen
Sone	22	Arefjord

§ 6 Kvoter

For resipientane:

Sone	21	Sekkingstadosen / Langavågen / langøyosen / Skålvikosen
Sone	22	Arefjord

gjeld følgjande:

Innafor kvar sone kan det inntil vidare berre godkjennast 5 separate utslepp pr. år.

For dei sonene som er merka med kvit farge gjeld følgjande:

Separate utslepp kan førast via slamavskiljar i tett leidning til sjø. Fylkesmannen vil inntil vidare ikkje setje noko øvre tak på kor mange utslepp som kan godkjennast innafor desse sonene.

Med separate utslepp er meint utslepp frå inntil ein bustad. Utsleppet skal reinsast i samsvar med reinsekraft i lokal forskrift. Søknader om separate utslepp må vurderast i samsvar med § 8 i forskrift om utslepp frå separate avløpsanlegg, fastsett av Miljøverndepartementet 8.juli 1992.

§ 8 Iverksetting

Forskrifta trer i kraft 02.10.95

Kommentarar til forskrifta

Kommentarane til forskrifta er utelatt i denne sammenstillingen.

MILJØMÅL

Bosetting og landbruksdrift i nedbørfeltet til et vassdrag vil erfaringsmessig påvirke vannkvaliteten, og i praksis er det utenkelig at en skal kunne opprettholde naturtilstanden i vassdrag der det er menneskelige aktiviteter i nedbørfeltet. Forvaltningen av bebodde områder i en kommune må derfor bygge på en avveining mellom ulike interesser; menneskelige aktiviteter i nedbørfeltet og bevaring av vassdraget slik at det ikke ødelegges for vannlevende organismer eller som rekreasjonsområde for kommunens innbyggere. Etter å ha foretatt en slik avveining kan man fastsette miljømål for vassdragene. Miljømålene kan være forskjellig fra vassdrag til vassdrag, og man vil for eksempel ha strengere miljømål for drikkevannskilder enn for andre vannkilder. EUs kommende vanddirektiv vil sette strenge rammer for utnyttelse av vannressursene; all utnyttelse skal være bærekraftig og målet er restaurering av vannmiljøet der det i dag fraviker sterkt fra dette.

Fjell kommune har allerede utarbeidet miljømål for ferskvans- og marine resipienter i kommunen (Johnsen 1998). Miljømålene omfatter vassdragene i kommunen som er resipienter for menneskelige tilførsler, drikkevannskildene er ikke inkludert.

Miljømålene for resipientene i Fjell kommune tar utgangspunkt i at en vil opprettholde en vannkvalitet som ikke gjør resipienten uegnet til bruk for de fleste fritidsaktiviteter, samt at den ikke ødelegges som habitat for de vanligste ferskvannsorganismer. Vannkvaliteten for de små vassdragene, bør da holdes innenfor det som karakteriseres som tilstandsklasse III i Statens forurensningstilsyn sitt vurderingssystem (tabell 3).

Tabell 3: Miljømål for små vassdrag Fjell kommune (fra Johnsen 1998).

TILFØRSLER		MILJØKVALITETSKRAV	SFT-TILSTANDSKLASSE
TYPE	PARAMETER		
Næringssalter	Total fosfor	< 20 : g P / l	Innen øvre grense for klasse III
	Total nitrogen	< 550 : g N / l	Innen øvre grense for klasse III
	Algeplankton	< 1,5 mg/l snitt	
Organiske stoffer	Kjem. oks.forbr.	< 6,5 mgO/l	Innen øvre grense for klasse III
	Oksforbr. i dypv.	< 2 mg O/l/mnd	
Tarmbakterier	Termotol.kolif. bakt.	< 50 / 100 ml	Innen øvre grense for klasse II

Undersøkelsene i perioden 1997 - 2001, viser at det er stor variasjon i miljøkvalitet i innsjøene og vassdragene i Fjell kommune, og at selv om en del resipienter ligger innenfor de fastsatte miljømålene på en del områder, er det oftest kapasitetsproblem med hensyn på tilførsler av organisk stoff. Det er likevel foreslått en del "oppmyking" i enkelte av forbudssonene, der det blant annet er foreslått kvoter til enkelte ferskvannsresipienter (**tabell 4**).

Tabell 4. Gjenværende resipientkapasitet i de undersøkte ferskvannslokalitetene, fordelt på de ulike tilførselstypene med oppsummering. Resipientkapasiteten er vurdert langs følgende skala: "god" - "moderat" - "liten" - "ingen". Begrensningene er uthevet. *) Innerste basseng i Kørelen er drikkevannskilde.

Vassdrag	Lokalitet	Nr.	Næringsstoff	Organisk stoff	Tarmbakterier	Konklusjon
Angeltveitvassdraget	Angeltveitvatnet	3 b	Liten	Ingen	Ingen	Ingen nye utslipp
Ågotnesvassdraget	Kvernavatnet	4 b	God	Moderat	Liten	Minirensanlegg kl 1
Fjæreidvassdraget	Fjæreidvatnet	7 a	Liten	Liten	Ingen	Drikkevannskilde ! Ingen utslipp
Morlandsvassdraget	Morlandsvatnet	8 b	Moderat	Moderat	Liten	Minirensanlegg kl 1
Fjellvassdraget	Haljesvatnet	11 a	God	Ingen	God	Ingen nye utslipp
	Kolavatnet	11 c	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen nye utslipp
	Bossvatnet	11 d	Ingen	Ingen	Liten	Ingen nye utslipp
	Eikhammervatnet	11 e	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen nye utslipp
Ulvesetvassdraget	Ulvesetvatnet	12 d	Liten	Moderat	Moderat	Ingen nye utslipp
Kørelenvassdraget	Storavtn.(Kallestad)	18 b	Moderat	Moderat	Ingen	Minirensanlegg kl. 1
	Kørelen (5 bassenger)	18c-g	Moderat	God	God *)	Ingen utslipp til indre basseng. Minirensanlegg kl 1 i de ytre.
Arefjordvassdraget	Arevatnet	24 b	Moderat	Liten	God	Ingen nye utslipp
Arefjordpollvassdr.	Storevatnet	22 a	God	Ingen	Ingen	Ingen nye utslipp
Stovevatn-Skittedalsvassdraget	Stovevatnet	23 a	Ingen	Ingen	Liten	Ingen nye utslipp
	Skittedalsvatnet	23 c	Ingen	Liten	Moderat	Ingen nye utslipp

Tabell 5. Gjenværende resipientkapasitet i de undersøkte sjøområdene, fordelt på de ulike tilførselstypene med oppsummering. Resipientkapasiteten er vurdert langs følgende skala: “god” - “moderat” - “liten” - “ingen”. Begrensningene er uthevet.

Vassdrag	Lokalitet	.Nr.	Næringsstoff	Organisk stoff	Tarmbakterier	Konklusjon
Uglepollenvassdraget	Vindenespollen	1 b	“god”	“ingen”	“god”	Ingen nye utslipp
Angeltveitvassdraget	Kårtveitpollen	3 d	“god”	“liten”	“god”	
	Kårtveitosen	3 e	“god”	“liten”	“god”	
	Eidesosen	3 f	“god”	“god”	“god”	
	Angeltveitosen	3 g	“god”	“ingen”	“god”	Ingen nye utslipp
Fjæreidvassdraget	Fjæreidpollen	5 b	“god”	“ingen”	“god”	Ingen nye utslipp
Sekkingstadvassdraget	Sekkingstadosen	7 c	“liten”	“liten”	“god”	Ingen nye utslipp
Morlandsvassdraget	Straumsosen	8 e	“ingen”	“ingen”	“ingen”	Ingen nye utslipp
	Kolltveitosen	8 d	“god”	“liten”	“ingen”	Ingen nye utslipp
Skålevikvassdraget	Skålvikosen	9 b	“god”	“liten”	“god”	
Fjellvassdraget	Fjellspollen	11 g	“moderat”	“ingen”		Ingen nye utslipp
	Trengereidpollen	11 h	“god”	“ingen”		Ingen nye utslipp
Fjell/Ulvesetvassdragene	Nessjøen	11 i	“god”	“moderat”		
	Hjartøyosen	11 j	“moderat”	“moderat”		
	Syltøyosen	11 k	“god”	“moderat”		
	Møvikosen	11 l	“god”	“moderat”		
Tellnesvassdraget	Skogsvågen	14 b	“god”	“god”	“god”	
Storevatnvassdraget	Nordre Vågen	19 b	“god”	“ingen”	“god”	Ingen nye utslipp
Vågovassdragene	Vågen	20 b	“god”	“liten”	“liten”	Ingen nye utslipp
Stovevatn-Skittedalsvassdr.	Arefjordpollen	23 e	“god”	“ingen”	“god”	Ingen nye utslipp
--	N. Langøyosen	26 a	“god”	“ingen”	“god”	Ingen nye utslipp
--	S. Langøyosen	26 b	“god”	“ingen”	“god”	Ingen nye utslipp
--	Barmosen	27 a	“god”	“ingen”	“god”	Ingen nye utslipp

TILSTANDEN I DE ENKELTE VASSDRAGENE

Denne delen av rapporten inneholder en kortfattet oversikt over vannkvaliteten i kommunens resipienter. Inndelingen er gjort i henhold til retningslinjene i EU sitt nye vanndirektiv, der det legges opp til en mer helhetlig forvaltning av vannressursene, slik at både vassdrag og kystvann sees i sammenheng. I denne sammenstillingen vil derfor den enkelte vassdragsenheten inkludere både ferskvannsdelen og de tilhørende marine områdene ved et vassdrag sitt utløp. Omtalen begynner med de nordligste vassdragsenhetene, med Sotra først og deretter Lille Sotra. For nærmere henvisning se kart i **figur 3** på side 9 og **tabell 1** på side 7.

I tillegg er resipientkapasiteten omtalt der slike undersøkelser er gjennomført, både for den enkelte resipient og for vassdragsenheten som helhet. Som grunnlag for denne vurderingen ligger Fjell kommune sine miljømål for vannkvalitet i vassdragene i kommunen (Johnsen1998).

VASSDRAGENE PÅ SOTRA

UGLEPOLLENVASSDRAGET (1a-b)

Kleivavatnet (1a) er råvannskilde for Solsvik vannverk, og det er ingen bebyggelse i nedbørfeltet. Kloakktilførsler dit er derfor utelukket, men ved regn ble utløpet av innsjøen periodevis sterkt forurenset av tarmbakterier. Det ble flere ganger observert sau som beitet i området ved utløpselva, og det så ut til at dyra også hadde tilgang til deler av nedbørfeltet som renner til selve innsjøen. Dersom sau skal beite i dette området bør det settes opp gjerder som gjør at beiting kun kan skje i nedbørfeltet til utløpselva. Det kan også være fugler som forurenser her, men det er lite trolig at forurensning fra fugler alene vil gi så stor forurensning som påvist.

Vindenespollen (1b) har gode forhold i overflatevannlaget med et lavt næringsinnhold og lave tarmbakteriekonsentrasjoner. I dypvannet derimot var forholdene dårlige; kun et fåtall bunndyr ble påvist og det var et høyt innhold av ikke nedbrutt organisk materiale i sedimentene. Teoretiske beregninger tyder på at det naturlig vil kunne være kortere perioder med oksygenfritt dypvann og dermed ugustige vilkår for levende organismer i denne pollen.

Resipientkapasitet:

Bruken av Kleivavatnet til drikkevannskilde fører til at ingen tilførsler kan tillates dit. I Vindenespollen er det god gjenværende resipientkapasitet både med hensyn på næring og tarmbakterier. De naturgitte forholdene fører imidlertid til at resipientkapasiteten er begrenset med hensyn på organisk stoff.

LANDROVASSDRAGET (2a)

Det ble ikke påvist kloakkforurensning ved **utløpet av Landrovassdraget** (2a). Arealavrenning førte imidlertid til tarmbakterieforurensning, og forurensningen var da som oftest middels stor til stor. En mulig kilde er arealavrenning fra områder der det beiter husdyr. I tillegg kan en annen forurensningskilde være fugler. Navnet på innsjøen øverst i vassdraget, "Fuglavatnet", kan tyde på at det i hvert fall tidligere var en del fugl som holdt til ved/på innsjøen. Den undersøkte bekken er relativt liten, så det er ikke snakk om store forurensningskilder her, men i små vassdrag kan selv små tilførsler gi høye tarmbakteriekonsentrasjoner.

ANGELTVEITVASSDRAGET (3a-g)

Innløpselva til Angeltveitvatnet fra Ågotnes (3a) forurenses enten på grunn av overløp på kloakkledningsnett langs elva eller på grunn av avrenning fra områder med husdyrmøkk. Det er ikke påvist lekkasjer fra kloakkledningsnett eller store tilsig fra separate kloakkanlegg dit. **Angeltveitvatnet** (3b) er også forurenset av tarmbakterier, men konsentrasjonene er stort sett små. Tilførslene med elva fra Ågotnes er en kilde, men både tilsig fra separate kloakkanlegg og arealavrenning fra landbruksområdene rundt innsjøen ser også ut til å forurense. Angeltveitvatnet er en meget grunn innsjø med et største dyp på 3,5 meter. Innsjøen er middels næringsrik, og har et innhold av organisk stoff som er relativt høyt. Fordi innsjøen er så grunn vil det aldri bli langvarig temperatursjiktning der, og derfor vil ikke det høye innholdet av organisk stoff føre til oksygenfritt bunnvann og påfølgende akselererende dårlig vannkvalitet. I de grunneste områdene av innsjøen er det store mengder vannvegetasjon, som tilfører betydelige mengder organisk stoff til innsjøen på høsten når plantene brytes ned. **Utløpselva fra Angeltveitvatnet** til sjøen (3c) var forurenset på grunn av tilførslene fra innsjøen og fra elva fra Ågotnes.

Kårtveitpollen (3d) og **Kårtveitosen** (3e) utgjør den smale “fjorden” mellom utløpet av Angeltveitvassdraget og Eidesosen. Begge har god vannkvalitet i overflatevannet, med en lav konsentrasjon av både næringsstoffer og tarmbakterier. I dypvannet derimot var tilstanden dårligere. Det ble påvist et høyt innhold av organisk stoff i sedimentene, og bunndyrfaunaen besto av få individer. Forholdene var dårligst i den innerste pollen (Kårtveitpollen). Begrenset utskiftning av dypvannet fører til at det av naturlige årsaker er lange perioder med dårlige vilkår for levende organismer i dypvannet.

Eidesosen (3f) hadde også god vannkvalitet i overflatevannet, men der ble det ikke tatt sedimentprøver. Tidligere undersøkelser har imidlertid påvist gode forhold der (Johannessen mfl. 1991, Tvedten mfl. 1996). I Eidesosen vil ikke oksygenfrie perioder forekomme av naturlige årsaker.

Angeltveitosen (3g) har god vannkvalitet i overflatevannlaget med et lavt næringsinnhold og lave tarmbakterie-konsentrasjoner. Dette skyldes liten forurensningspåvirkning og relativt god vannutskiftning. Vannutskiftning styres i hovedsak av tidevannet ettersom nedbørfeltet er lite og ferskvannspåvirkningen derfor blir liten. I dypvannet derimot var forholdene dårlige; bunndyr ble ikke påvist og det var et høyt innhold av ikke nedbrutt organisk materiale i sedimentene. Mange og grunne terskler fører til naturlig stagnerende dypvann, som igjen fører til perioder med oksygenfrie forhold i dypvannet og dermed dårlige vilkår for levende organismer.

Resipientkapasitet.

I Angeltveitvatnet er det ingen gjenværende resipientkapasitet verken med hensyn på næring eller organisk stoff. For tarmbakterier er gjenværende resipientkapasitet liten. I Kårtveitpollen, Kårtveitosen og Angeltveitosen er resipientkapasiteten med hensyn på næring og tarmbakterier god, men det er liten gjenværende resipientkapasitet med hensyn på organisk stoff. For hele denne vassdragsenheten vil det dermed ikke kunne tillates utslipp som medfører økte tilførsler av organisk stoff.

ÅGOTNESVASSDRAGET (4a-b)

Den nedre deler av dette vassdraget er undersøkt, og der er vassdraget konstant og sterkt forurenset av tarmbakterier. I **innløpselva til Kvernavatnet** (4a) var både direkte tilsig og overløpsproblemer/arealavrenning store forurensningskilder. I dette nedbørfeltet er det et offentlig kloakkledningsnett som fanger opp bebyggelsen ved Ågotnes, men det er også boliger med separate kloakkanlegg der. Mulige forurensningskilder til denne elva er mange; direkte lekkasjer fra kloakkledningsnett, tilsig fra separate kloakkanlegg, overløp på kloakkledningsnett og arealavrenning fra områder med beitende husdyr dersom dette forekommer i nedbørfeltet.

Kvernavatnet (4b) var noe påvirket av tilførsler fra de bebygde områdene i nedbørfeltet. Industriområdet har mindre betydning ettersom det meste av avrenningen derfra går direkte i havet. Vannkvaliteten i Kvernavatnet var relativt bra med et lavt næringsinnhold, lave algemengder og fosfortilførsler som er lavere enn tålegrensen. Innholdet av organisk stoff var moderat, og det var ikke fare for oksygenfritt bunnvann i innsjøen. Det er imidlertid en del tarmbaktereforensninger der, og trolig er det kloakktilførsler med elva fra Haggardevatnet som er årsaken til dette.

Resipientkapasitet:

Kvernavatnet har god resipientkapasitet med hensyn på både næring og tarmbakterier og moderat med hensyn på organisk stoff. Til denne innsjøen kan derfor noen få nye utslipp tillates, med full rensing.

FJÆREIDEVASSDRAGET (5a-b)

Utløpet av Fjæreidevassdraget (5a) forurenses på grunn av arealavrenning fra områder med husdyrmøkk. Forensningen var imidlertid relativt liten. Det er ingen kloakkforensninger til dette vassdraget.

Fjæreidpollen (5 b) innenfor veibrua hadde god vannkvalitet i overflatevannet. Det ble imidlertid ikke funnet levende organismer i bunnsedimentet ved det dypeste punktet, hvilket var noe uventet i en resipient der det teoretisk sett ikke burde forekomme oksygenfrie forhold i dypvannet fra naturens side, og der det er lite forensningstilførsler fra nedbørfeltet. Dypvannsvolumet er imidlertid svært begrenset, så det skal ikke store tilførsler til før en kan få oksygenfrie forhold i bunnvannet.

Resipientkapasitet:

Gjennværende resipientkapasitet i Fjæreidpollen er god med hensyn på tarmbakterier og næringssalter, men det er ingen gjennværende kapasitet med hensyn på organisk stoff. En bør imidlertid kunne diskutere i hvilken grad miljøkvaliteten i et så avgrenset område skal legge begrensninger på aktiviteten rundt denne vassdragsenheten.

MØYVATNVASSDRAGET (6a)

Forensningsmønsteret i **utløpselva** til dette vassdraget (6a) har variert mye, og det er derfor vanskelig å trekke fornuftige konklusjoner fra funnene der. Elva har imidlertid vært forurenset ved nesten samtlige prøvetakinger i nedbørperiodene, så overløp på kloakkledningsnett kan være en potensiell forensningskilde. Arealavrenning fra områder med husdyrmøkk synes mindre aktuell da nedbørfeltet der hovedsakelig består av myr eller bebygde områder, og ikke ser ut til å være i bruk som beiteområde. I tørrværsperioden har forensningen vært meget varierende, og det er vanskelig å finne forklaring på denne. Utløpsbekken er imidlertid meget liten, slik at små og tilfeldige forensninger lett kan gi merkbare utslag på vannkvaliteten.

SEKKINGSTADVASSDRAGET (7a-c)

Fjæreidevatnet (7a) hadde en god vannkvalitet, og innsjøen var ikke vesentlig forurenset av verken tarmbakterier eller næringsstoff. Innholdet av organisk stoff var riktignok noe høyt på grunn av tilsig fra myr. Dette er imidlertid ikke noe problem for den vannkjemiske tilstanden i innsjøen eller utviklingen der, men kan være et problem i forbindelse med drikkevannsforsyningen fordi det vanskeliggjør rensesprosessen av vannet. Undersøkelsen påviste ingen store forensningskilder til Fjæreidvatnet. Mulige kilder for mindre forensning er avrenning fra en liten del av nedbørfeltet i den sørøstre delen som benyttes som beiteområde, samt avrenning fra en hage som ligger ved den nordøstre delen av innsjøen. Ved **utløpet til sjøen (7b)** var vassdraget forurenset i perioder med nedbør på grunn av arealavrenning fra områder med beitende husdyr eller områder der det gjødsles med husdyrmøkk. Det ble ikke påvist direkte tilførsler til utløpselva. Forensningen som ble påvist i tørrværsperioden i 1999 var trolig en tilfeldig forensning som ikke er representativ for tilstanden i vassdraget

Sekkingstadosen (7 c) hadde et forhøyet innhold av næringsstoffet fosfor, tilsvarende tilstandsklasse II="mindre god". I dypvannet var forholdene meget dårlige. Innholdet av organisk stoff i sedimentene var meget høyt og ingen dyr ble påvist der. Dette skyldes trolig bassengets naturgitte forhold med så liten vannutskiftning at det selv uten tilførsler ville vært oksygenfritt bunnvann i lange perioder og dermed dårlige vilkår for levende organismer.

Resipientkapasitet:

Fjæreidvatnet er hoveddrikkevannskilde i Fjell kommune, og selv om innsjøen har ledig resipientkapasitet, setter dette klare begrensningene for tilførsler dit. I Sekkingstadosen er det god gjenværende resipientkapasitet både med hensyn på næring og tarmbakterier, men den er begrenset med hensyn på organisk stoff. En moderat økning i organisk belastning til denne resipienten behøver imidlertid ikke å gi merkbar endring i forholdene, siden volumet av dypvannet er så stort.

MORLANDSVASSD RAGET (8a-e)

Elva fra Stemmevatnet (8a) var periodevis forurenset på grunn av arealavrenning fra områder med husdyrmøkk; enten fordi det beiter dyr i nedbørfeltet eller fordi det gjødsles med husdyrmøkk på markene i nedbørfeltet. Direkte tilsig ble kun påvist et par ganger og da i små mengder. Trolig er det tilfeldige forurensninger det er snakk om, men en kan ikke utelukke at elva forurennes når hyttene der er i bruk.

Morlandsvatnet (8b) ble undersøkt i 1997, og innsjøen var da noe forurenset av tarmbakterier. Vannkvaliteten med hensyn på næringsinnholdet av relativt bra, men tilførslene lå opp mot tålegrensen. Innholdet av organisk stoff lå også opp mot tålegrensen, men det ble ikke målt oksygenfritt bunnvann. For å kunne opprettholde dagens tilstand er det derfor viktig at tilførslene til Morlandsvatnet begrenses mest mulig. Både kloakk og landbruk er aktuelle tilførselskilder til Morlandsvatnet.

Utløpselva fra Morlandsvatnet (8c) var forurenset ved samtlige prøvetakinger i 1998 og 1999, men ellers ble det ikke påvist vesentlig forurensning der. Disse to årene var det gravearbeid i nedbørfeltet øst for Morlandsvatnet, og et offentlig kloakkledningsnett ble ferdig i denne perioden. Det er mulig at dette kan ha hatt sammenheng med forurensningene disse to årene. De siste to årene er ingen forurensning påvist.

Kolltveitosen (8 d) hadde et middels høyt innhold av tarmbakterier i overflatevannet, men innhold av næringsstoffer var lavt. I dypvannet var forholdene dårlige med et høyt innhold av organisk materiale og lite bunndyr i sedimentene. Dette kan delvis skyldes de naturgitte forutsetningene som tilsier korte perioder med oksygenfritt bunnvann. Det kan ikke utelukkes at det kommer noe tilførsler fra den sterkt forurensete Straumsosen.

Straumsosen (8 e) hadde meget dårlige forhold både i overflatevannet og i dypvannet, og er overbelastet med hensyn på alle typer tilførsler. Ut fra de teoretiske vurderingene skulle det ikke være oksygenfrie forhold i dypet, men i dette bassenget var det ikke oksygen i dypvannet og det ble heller ikke funnet dyr i bunnsedimentene. Innholdet av tarmbakterier var også så høyt at bading ikke vil være tilrådelig dersom disse mengdene også finnes sommerstid. Bebyggelsen på Lillesotra er trolig kilden for forurensningene til denne resipienten.

Resipientkapasitet:

Morlandsvatnet har moderat gjenværende resipientkapasitet med hensyn på næring og tarmbakterier, men liten med hensyn på organisk stoff. Anbefalt kvoter med full rensing. De to marine resipientene har ingen ledig resipientkapasitet med hensyn på tarmbakterier, og i Straumsosen er det ingen gjenværende resipientkapasitet verken for næring eller organisk stoff heller. Kolltveitosen har god resterende kapasitet med hensyn på næring og liten med hensyn på organisk stoff. Sett under ett er det derfor ingen ledig resipientkapasitet i denne vassdragsenheten, og det bør ikke tillates nye utslipp der. Det bør i stedet legges opp til en reduksjon av utslippene spesielt til Straumsosen.

SKÅLEVIKVASSDRAGET (9a-b)

Ved utløpet til sjøen (9a) var vassdraget forurenset på grunn av tilsig fra separate kloakkanlegg, men forurensningen var ikke stor. I tillegg ble det påvist forurensninger i nedbørperioder, noe som tyder på at arealavrenning fra områder med beitende husdyr eller områder der det gjødsles med husdyrmøkk kan være en potensiell forurensningskilde.

Skålvikosen (9b) hadde god vannkvalitet i overflatevannlaget og både næringsinnholdet og tarmbakterieinnholdet var lavt. I dypvannet var tilstanden noe dårligere med et meget høyt innhold av organisk stoff i sedimentene, men det var likevel en rik bunndyrfauna der. I følge teoretiske beregninger skulle det være lange perioder med oksygenfritt bunnvann i denne resipienten, men bunndyrsamfunnet tyder på at så ikke er tilfelle. Trolig fører strømforholdene til at forholdene i dypvannet er bedre enn de teoretiske beregningene tilsier. Siden innholdet av organisk stoff er høyt i sedimentene, ser det imidlertid ut til at tilførslene av organisk stoff er større enn nedbrytnings-kapasiteten for bunndyrsamfunnet.

Resipientkapasitet:

Skålvikosen har ledig resipientkapasitet med hensyn på både næring og tarmbakterier. I forhold til tilførsler av organisk stoff er imidlertid kapasiteten liten. En bør derfor ikke tillate store utslipp til verken den nedre delen av Skålevikvassdraget eller nedbørfeltet til Skålevikosen. Tilførsler til Skålevikvatnet eller vassdraget oppstrøms omfattes imidlertid ikke direkte av dette, da innsjøer selv har en viss resipientkapasitet og evne til å omsette og holde tilbake tilførsler av både tarmbakterier, næring og organisk stoff.

BILDEVASSDRAGET (10a)

Elva forurenses på grunn av arealavrenning i enkelte nedbørperioder, men ellers er det ingen forurensning av dette vassdraget. Forurensningen på grunn av arealavrenning skyldes høyst sannsynlig at det i perioder går husdyr på beite i nedbørfeltet. Dette vil kunne gi store variasjoner i forurensningsmønsteret avhengig av hvor husdyrene har beitet i periodene med eller like før en nedbørperiode.

FJELLVASSDRAGET (11a-l)

Haljesvatnet (11a) ligger like ved riksvei 555, og har ingen bebyggelse i nedbørfeltet. Innsjøen er liten og meget grunn og det er derfor sjelden stabil temperatursjiktning en hel sommer der. Ledningsevnen er relativt høy sammenlignet med andre innsjøer i regionen, noe som trolig skyldes avrenning fra hovedveien som saltes på vinteren. Bortsett fra dette var innsjøen lite forurenset; den var næringsfattig og hadde et lavt innhold av tarmbakterier. Innholdet av organisk stoff var imidlertid høyt på grunn av tilsig fra myrområder og nedbrytning av de store mengdene vannplanter som vokste der. Dette førte til at dypvannet ble oksygenfritt på ettersommeren.

Elva fra Eidesvatnet (11 b) var vanligvis ikke forurenset, men i enkelte nedbørperioder ble det påvist tarmbakterier der på grunn av arealavrenning fra områder med beitende husdyr. Det ligger bare ett hus oppstrøms dette prøvetakingspunktet, og forurensning derfra ble ikke påvist.

Kolavatnet (11 c) var stort sett alltid forurenset av tarmbakterier, men i relativt små til moderate mengder. Innsjøen er liten og grunn og har en så stor vanngjennomstrømning at vannmassene teoretisk skiftes ut hver fjerde dag. Dette gjør at innsjøen sjelden har stabil temperatursjiktning av vannmassene, og da kun i kortere perioder. Kolavatnet er middels næringsrikt og mottar fosfortilførsler som omtrent på samme nivå som tålegrensen. Innholdet av organisk stoff er middels høyt og ville gitt oksygenfrite forhold i løpet av et par måneders stagnasjon. Innsjøen har et artsrikt dyreplanktonsamfunn, og sammensetningen av dyreplankton tyder på at det kun er et moderat beitepress fra fisk i Kolavatnet. Aktuelle forurensningskilder er både lekkasjer og overløp på offentlig kloakkledningsnett, samt tilsig fra separate kloakkanlegg. I tillegg er arealavrenning fra det lokale nedbørfeltet eller fra gårdene lenger oppe via drenerør også sannsynlige kilder.

Forurensningene i Kolavatnet gjenspeiles i **elva mellom Kolavatnet og Eikhammervatnet** (11 d). Både direkte tilførsler og tilførsler med arealavrenning er påvist i denne elva. Imidlertid har de direkte tilførslene vært mindre de siste årene. **Eikhammervatnet** (11 e) var også forurenset av tarmbakterier, men i sterkt varierende grad. Innsjøen hadde et høyt innhold av næringsstoffer og undersøkelsen viste at tilførslene var klart større enn tålegrensen. Beregninger viser at dagens fosfortilførsler må halveres for å komme ned til akseptable mengder. Innholdet av organisk stoff var også meget høyt, og førte til oksygenfritt bunnvann og indre gjødsling store deler av sjiktperioden. Det er flere mulige forurensningskilder til Eikhammervatnet. Arealavrenning fra gjødslet mark og fra landbruksområder med husdyrmøkk i innsjøens lokale nedbørfelt er en meget viktig kilde. I tillegg kommer tilførslene med elva fra Kolavatnet. En tredje kilde er Fjell kommune sitt kloakkrensaneanlegg som har avløp til Eikhammervatnet. Det kommer også tilførsler til innsjøen fra lokale bedrifter som ikke oppfyller kravene til rensing av avløpsvann.

Det nedenforliggende **Bossvatnet** (11 f) var også forurenset av tarmbakterier det meste av tiden, men konsentrasjonene var relativt små. Innsjøen var middels næringsrik og hadde stabil temperatursjiktning. Fosfortilførslene var fire ganger høyere enn tålegrensen, men algemengden var likevel bare middels høye. Forekomst av blågrønnalger og en ekstra algetopp i august indikerer likevel næringsrike forhold. Innholdet av organisk stoff var høyt, og fra månedskiftet juli/august var det oksygenfritt bunnvann under 10 meters dyp. Dyreplanktonsamfunnet hadde høy tetthet og vannloppen *Daphnia galeata* forekom i høye tettheter i hele perioden. Dette kan være en årsak til at algemengdene der var lavere enn fosforinnholdet skulle tilsi. Forekomsten av denne arten tyder også på et moderat beitepress fra fisk i innsjøen.

De følgende undersøkte marine resipientene (11 g-l) ligger etter hverandre med en ytre felles terskel sør for Hissøy på 24 meters dybde. I tillegg til tidevannet vil vann fra Fjellvassdraget og Ulvesetvassdraget påvirke strømminger og vannkvalitet i disse bassengene. **Fjellspollen** (11 g) er det innerste bassenget like ved utløpet av Fjellvassdraget. Pollen hadde den dårligste vannkvaliteten i både overflatevannet og bunnvannet av alle de undersøkte pollene. Næringsinnholdet i overflatevannet var "godt-mindre godt", men det ble ikke påvist tarmbakterier der. I bunnvannet var forholdene meget dårlige, uten registrerte bunndyr og med et høyt innhold av organisk materiale i sedimentene. Fra naturens siden vil det imidlertid være perioder med oksygenfritt bunnvann i denne pollen, så de dårlige forholdene antas i hovedsak å skyldes naturlige forhold.

Trengereidpollen (11 h) hadde en meget god vannkvalitet i overflatevannet, både med hensyn på næring og tarmbakterier. I bunnvannet derimot var forholdene meget dårlige med et høyt innhold av organisk stoff i sedimentene og ingen registrerte bunndyr. Teoretiske beregninger tyder på at det naturlig vil være perioder med oksygenfritt bunnvann der, så på samme måte som i Fjellspollen er det trolig naturlige årsaker til de dårlige forholdene i bunnvannet.

Nesosen (11 i) hadde også god vannkvalitet i overflatevannet og dårlige forhold i dypvannet, men likevel var tilstanden i dypvannet adskillig bedre enn de o innenforliggende. I Nesosen ble det påvist en del bunndyr, men likevel var innholdet av organisk stoff i sedimentene høyt. I denne pollen tyder teoretiske beregninger på at det fra naturens side ikke vil være perioder med oksygenfritt bunnvann, og forekomsten av bunndyr tyder på at så heller ikke skjer. Likevel er forholdene i dypvannet noe dårligere enn forventet, og årsaken kan være tilførsler fra Ulvesetvassdraget.

Hjartøyosen (11 j) hadde også god vannkvalitet i overflatevannet med hensyn på både næring og tarmbakterier. Men som i Nesosen var forholdene i dypvannet noe dårligere, med både et lavt antall bunndyr og en høy konsentrasjon av organisk stoff i sedimentene. Ut fra teoretiske beregninger av vanngjennomstrømminger, vil det fra naturens side ikke være oksygenfrie forhold her, noe det heller ikke ser ut til å være.

Syltøyosen (11 k) hadde omtrent identiske forhold som **Hjartøyosen** og også de naturgitte forutsetningene er relativt like. **Møvikosen** (11 l) hadde som de foregående god vannkvalitet i overflatevannet og relativt dårlige forhold i bunnvannet. Heller ikke her vil de naturgitte forutsetningene forårsaker oksygenfritt bunnvann og dårlige vilkår for levende organismer. Likevel er bunndyrsmiljøet mindre utviklet enn forventet og mengden organisk stoff i sedimentene høyere enn antatt.

Resipientkapasitet:

Hele Fjellvassdraget og samtlige marine resipienter har fra naturens side dårlig resipientkapasitet fordi de er små og har en begrenset vanngjennomstrømning. Til Liavatnet kan ingen tilførsler tillates da denne innsjøen er drikkevannskilde. Haljesvatnet og alle de tre nederste innsjøene i Fjellvassdraget har ingen ledig resipientkapasitet, delvis av naturlige årsaker men det er også tilførsler til enkelte av disse som fører til at belastningen er adskillig større enn den burde være. Alle de undersøkte sjøbassengene er heller ikke ideelle som resipienter for store utslipp hovedsakelig av naturlige årsaker, og særlig de to innerste,- Fjellspollen og Trengereidpollen vil være uegnet som resipient for økte utslipp.

Møvikosen har i dag en tilstand som fremdeles er relativt god, men sjøbassenget er følsomt for ytterligere belastning. De øvrige resipientene har fremdeles en god gjenværende resipientkapasitet når det gjelder næringsstoff, mens resipientkapasiteten for organisk stoff er mer begrenset. Til Fjellvassdraget, Trengereidpollen og Fjellspollen er det ikke tilrådelig med nye utslipp, og en bør i stedet forsøke å redusere de eksisterende tilførslene. De tre ytterste marine bassengene har alle ledig resipientkapasitet med hensyn på næring og tarmbakterier, men ingen gjenværende kapasitet med hensyn på organisk stoff.

ULVESETVASSDRAGET (12a-e)

Dette vassdraget er et av de mest forurensede av de undersøkte vassdragene i kommunen. Alle de tre undersøkte **innløpselvene til Ulvesetvatnet** (12a-c) var sterkt forurensede av tarmbakterier på grunn av arealavrenning fra landbruksområder. Det var også tilsig fra separate kloakkanlegg og/eller tilsig fra uttette gjødselkjellere til samtlige elver.

Ulvesetvatnet (12d) hadde ikke spesielt høyt innhold av tarmbakterier midt ute på innsjøen, men var moderat næringsrik og hadde fosfortilførsler som var over det dobbelte av tålegrensen. Innholdet av organisk stoff var moderat, og det ble ikke registrert oksygenfritt bunnvann i innsjøen. Oksygenforbruket er imidlertid relativt stort i forhold til resipientkapasiteten, og det er derfor viktig at tilførslene til Ulvesetvatnet begrenses mest mulig for at vannkvaliteten i innsjøen ikke skal forringes ytterligere. Årsaken til forurensningene i Ulvesetvatnet er tilførsler av kloakk og avrenning fra arealer med husdyrmøkk. All bebyggelse i nedbørsfeltet har separate avløpsanlegg, og alle de største innløpselvene var forurensede av kloakk. I tillegg kom det mye forurensning med samtlige av de tre undersøkte tilløpselvene.

Utløpselva fra Ulvesetvatnet (12e) var relativt lite forurensede i tørrværsperioder, men når det regnet var forurensningen meget stor. Forurensningsmønsteret her avspeiler forurensningene i Ulvesetvatnet, men det kommer i tillegg inn en elv fra øst. Arealavrenning er viktig forurensningskilde til utløpselva.

Resipientkapasitet:

Ulvesetvatnet har ingen ledig resipientkapasitet med hensyn på næringstilførsler, men moderat kapasitet med hensyn på tarmbakterier og organisk stoff. Ettersom de marine bassengene i dette vassdraget renner til ikke har ledig kapasitet med hensyn på organisk stoff, vil det imidlertid kun være en begrenset mengde tilførsler av organisk stoff som kan tillates til Ulvesetvatnet.

BJØRKEDALSVASSDRAGET (13a)

I dette vassdraget ble prøvene tatt der innløpselva til Fossavatnet krysser veien. I nedbørperioder var elva forurensede på grunn av arealavrenning fra områder med beitende husdyr. Ellers ble det ikke påvist vesentlig tarmbakterieforurensning til dette vassdraget.

TELLNESVASSDRAGET (14 a)

Utløpet av Tellnesvassdraget (14 a) var forurenset på grunn av arealavrenning fra områder med beitende husdyr eller områder der det gjødsles med husdyrmøkk. Det ble ikke påvist forurensning fra kloakk dit. **Indre del av Skogsvågen** (14b) hadde meget god vannkvalitet i overflatevannet både med hensyn på næring og tarmbakterier. Også i dypvannet var forholdene relativt bra med bare små mengder organisk stoff i sedimentene og et relativt velutviklet bunndyrsamfunn.

Resipientkapasitet:

Den indre delen av Skogsvågen har ledig kapasitet med hensyn på alle typer tilførsler uten at en behøver å overskride de fastsatte miljømål. Til hele nedbørfeltet til dette vassdragsavsnittet kan en derfor tillate noen nye tilførsler.

LIELVVASSDRAGET (15a)

Ved utløpet til sjøen var vassdraget moderat til sterkt forurenset det meste av tiden. Potensielle forurensningskilder er tilsig fra separate kloakkanlegg og/eller tilsig fra utette gjødselkjellere og arealavrenning fra områder med husdyrmøkk. Denne elva har, i følge Fotland i Fjell kommune, vært så forurenset at en i perioder har hatt problemer med fiskedød der. En har lurt på om dette skyldes tilsig av silosaft uten at slike lekkasjer er påvist. Store tilsig fra kloakk/husdyrmøkk kan imidlertid også forårsake slike forhold i en liten elv sommerstid med høye temperaturer.

HAGANESVASSDRAGET (16a)

Utløpet av Haganesvassdraget var moderat til sterkt forurenset hele tiden, og både direkte tilsig fra separate kloakkanlegg og arealavrenning fra områder med beitende husdyr eller områder der det er gjødslet med husdyrmøkk er aktuelle forurensningskilder. Tilsig fra utette gjødselkjellere er også en potensiell kilde dersom dette finnes i nedbørfeltet.

SKOGSVÅGVASSDRAGET (17a)

Dette er et meget lite vassdrag, som hovedsakelig består av en myrpytt og ei utløpsbekk til sjøen. Utløpsbekken var alltid noe forurenset på grunn av arealavrenning, med kun periodevis noe forurenset i tørrværsperioder. Samtlige boliger i nedbørfeltet har separate kloakkanlegg, men det ser ikke ut til å være vesentlig forurensning derfra. Da vassdraget er så lite vil imidlertid selv små forurensninger kunne gi høye utslag.

KØRELENVASSDRAGET (18a-g)

Innløpselva til Bøtjernet (18a) forurenses både på grunn av tilsig fra separate kloakkanlegg og på grunn av arealavrenning fra områder med beitende husdyr. Det går vanligvis en del sau på beite langs denne elva. En annen potensiell forurensningskilde kan være tilsig fra utette gjødselkjellere, men hvorvidt dette finnes i nedbørfeltet kjenner vi ikke til.

Storavatnet på Kallestad (18b) ble undersøkt i 1998. Dette er en relativt stor innsjø med to bassenger, og undersøkelsen ble gjort i det innerste bassenget. Innholdet av tarmbakterier der var vanligvis lavt, men i perioder var forurensningene noe høyere. Avrenning fra arealer med husdyrmøkk er trolig en viktig forurensningskilde, men det kan ikke utelukkes at det også er tilsig fra separate kloakkanlegg, da både de lokale boligene og bebyggelsen på Kallestad drenerer til Storavatnet enten direkte eller via innløpsbekken fra Sjoartjernet. Storavatnet var relativt næringsfattig, med fosfortilførsler omtrent like store som tålegrensen. Avrenning fra gjødslet mark samt sig fra kloakkanlegg er trolig viktigste kilde til dette. Innholdet av organisk stoff var moderat, og det ble ikke observert oksygenfritt bunnvann i innsjøen. Til Storavatnet er tilsig fra myrområder og nedbrytning av innsjøens egen vegetasjon trolig viktigste kilder for organisk stoff.

Fem bassenger i **Kørelen** (18c-g) ble undersøkt i 1999. Innsjøen var relativt næringsfattig, hadde gode oksygenforhold og lave algemengder. Innsjøen var lite forurenset av tarmbakterier og partikkelinnholdet var meget lavt. Det ble ikke påvist vesentlige forskjeller i vannkvalitet mellom de fem bassengene. Kørelen var signifikant mer næringsrik i 1999 enn ved forrige undersøkelse i 1990. Dette ga imidlertid ikke utslag i økte algemengder, noe som tyder på at innsjøens selvrensningsevne er relativt bra. Det har ikke vært vesentlig endring verken i mengde bebyggelse, klokkeringsforhold eller landbruksmessige forhold i nedbørsfeltet til Kørelen, så årsaken til det økte næringsinnholdet er ikke kjent. Det anbefales derfor at en overvåker vannkvaliteten og utviklingen i Kørelen.

Resipientkapasitet:

Til Kørelenvassdraget er det ledig resipientkapasitet både med hensyn på næring, tarmbakterier og organisk stoff. Bare til det innerste bassenget i Kørelen som er i bruk som drikkevannskilde, vil nye utslipp være utelukket. Til de ytre bassengene og til Storavatnet kan en derimot tillate enkelte nye utslipp.

VASSDRAGENE PÅ LILLE SOTRA

STOREVATNVASSDRAGET (19a-b)

Ved **utløpet av Storevatnet** ved Nordrevågen (19a) var vassdraget alltid noe forurenset av tarmbakterier, men forurensningene var stort sett meget små. En mulig forurensningskilde er fuglene som holder til på innsjøen, ved de fleste prøvetakingene ble det observert til dels mye fulg ute på vannet. En annen mulig kilde er kloakktilsig fra boliger ved den andre enden av innsjøen. Alle disse har separate kloakkanlegg, og tilsig fra disse kan ikke utelukkes ut fra disse undersøkelsene..

Nordre Vågen ved Foldnes (19b), har god vannutskifting og tilstanden i overflatevannet var "meget god" med hensyn på både næringsstoffer og tarmbakterier. Fra naturens siden vil det imidlertid være perioder med oksygenfritt bunnvann i denne pollen, noe som har ført til et redusert bunndyrsamfunn og dermed dårlig nedbrytning av organisk materiale i sedimentene. Alt i alt er det sannsynligvis et visst omfang av tilførsel av organisk stoff til resipienten, noe som understøttes av tarmbakterienekonsentrasjonene i overflatevannet.

Resipientkapasitet:

Nordre Vågen har god gjennværende resipientkapasitet med hensyn på næring og tarmbakterier, men ingen med hensyn på tilførsler av organisk stoff. Til Storevatnet, som renner til Nordre Vågen, kan det muligens tillates mindre tilførsler, men det er ikke gjennomført noe resipientundersøkelse av denne innsjøen, noe en må gjøre for å kunne vurdere dette.

ØSTRE VÅGOVASSDRAGET (20a-b)

Ved **utløpet av vassdraget** (20a) ble det ikke påvist forurensning av kloakk i 2000-2001. De tre foregående årene ble det alltid påvist små direkte kloakktilsig til denne bekken. I regnværperioder var imidlertid vassdraget alltid forurenset i varierende grad, noe som må skyldes arealavrenning fra områder der det enten gjødsles med husdyrmøkk eller går husdyr på beite.

Vågen (20 b) nord på Lille Sotra har god vannkvalitet med hensyn på næringsstoffer, men det ble påvist en del tarmbakterier i overflatevannet. Fra naturens side vil Vågen ha gode forhold i dypvannet uten perioder med oksygenfritt bunnvann og et velutviklet bunndyrsamfunn. Bassenget mottar imidlertid tilførsler av organisk stoff som overskrider tålegrensen, og på tross av et relativt velutviklet bunndyrsamfunn inneholdt sedimentene store mengder ikke nedbrutt organisk materiale.

Resipientkapasitet:

Vågen har god gjennværende resipientkapasitet med hensyn på næring, men liten med hensyn på organisk stoff og tarmbakterier. Den dårlige resipientkapasiteten i sjøbassenget fører til at det også må legges restriksjoner på tilførsler til de to vassdragene som renner dit; Østre- og Veste Vågovassdargene.

VESTRE VÅGOVASSDRAGET (21a)

Ved utløpet av dette vassdraget var forurensningsmønsteret meget varierende. Både direkte tilførsler og arealavrenning ble påvist i varierende grad i enkeltperioder. Trolig er det tilfeldige forurensninger som har forurenset i tørrværsperioder, mens arealavrenning har forurenset i enkelte nedbørperioder. Nedbørfeltet skal i følge T. Fotland ved Fjell kommune ikke være i bruk som beiteområde, men undersøkelsen tyder på at det enten går dyr der i perioder eller at det gjødsles med husdyrmøkk i nedbørfeltet.

AREFJORDPOLL-VASSDRAGET (22a-b)

Storevatnet (22a) er regulert og ligger i et nesten ubebygde område. Det er kun avrenning fra en eiendom som er potensiell forurensningskilde til innsjøen. Storevatnet er næringsfattig med lave algemengder. Innholdet av tarmbakterier var også meget lavt. Tilførslene av organisk stoff er imidlertid relativt store, på grunn av nedbryting av naturlig tilført organisk materiale fra myr, samt at varierende vannstand kan føre til erodering og påfølgende utvasking av organisk materiale fra strandsona i enkelte perioder. Oksygeninnholdet i dypvannet kan derfor bli lavt på høsten. Storevatnet har ingen gjenværende resipientkapasitet med hensyn på organisk stoff. Så selv om kapasiteten er god med hensyn på næringstilførsler og moderat med hensyn på tarmbakterier, er det derfor ikke tilrådelig med nye tilførsler dit.

Utløpsbekken fra Storevatnet, der den krysser hovedveien til Sotra (22b), var forurenset på grunn av tilsig fra separate kloakkanlegg. Siden Storavatnet ikke er vesentlig forurenset, må kilden være tilsig fra separate kloakkanlegg fra boliger langs utløpselva. Det meste av bebyggelsen i nedbørfeltet er knyttet til offentlig kloakkledningsnett, men undersøkelsen tyder på at det fremdeles er boliger der som har separate anlegg.

Resipientkapasitet:

Storevatnet har god gjenværende resipientkapasitet med hensyn på næring og tarmbakterier, men liten med hensyn på organisk stoff. Det er derfor ikke tilrådelig med nye utslipp dit.

STOVEVATN-SKITTEDALSVASSDRAGET (23a-e)

Skittedalsvatnet (23a) ligger i den nordre greina av dette vassdraget og har god vannkvalitet. Tarmbakterieinnholdet var lavt og lå vanligvis ned mot det en kan forvente som naturtilstanden. Det er derfor ingen ting som tyder på vesentlige forurensning fra kloakk til Skittedalsvatnet. Innsjøen var også relativt næringsfattig, men det var et par perioder med høye fosforkonsentrasjoner sommeren 1998. Algesamfunnet i innsjøen tilsvarer det en finner i næringsfattige innsjøer, både med hensyn på algartene og algemengdene. Algemengdene var imidlertid lavere enn forventet ut fra fosforinnholdet, noe som kan være et resultat av at dyreplanktonet i Skittedalsvatnet har et vesentlig innslag av store og effektive algespisere som kan være i stand til å regulere algemengdene i innsjøen. Innholdet av organisk stoff var moderat.

I utløpselva fra Skittedalsvatnet (23b) ble det heller ikke påvist vesentlig forurensning av tarmbakterier. **Stovevatnet** (23c) ligger midt i Straume sentrum. Innsjøen har et meget lite nedbørfelt som hovedsakelig består av bebygde og asfalterte områder, og deler av Stovevatnet ble utfyllt ved byggingen av riksveien til Sotra. Ved det dypeste punktet i innsjøen var det liten forurensning av tarmbakterier, men i utløpselva var forurensningen stor i samtlige nedbørperioder og i enkelte tørrværsperioder. Overløp på offentlig kloakkledningsnett er en potensiell forurensningskilde. Stovevatnet hadde en meget dårlig vannkvalitet. Innsjøen var meget næringsrik, noe som førte til en stor oppblomstring av blågrønnalger i juli. Innsjøen var da dekket av et brungrønt teppe og var lite attraktiv å se på. Innholdet av organisk stoff var også høyt og bunnvannet var oksygenfritt fra juli og ut prøvetakingssesongen. På høsten var det kun de øverste fire meterne av vannsøylen som hadde oksygen. Dette førte til stor indre gjødsling i innsjøen. Stovevatnet utmerket seg også med at ledningsevnen var omtrent tre ganger høyere enn andre innsjøer i området. Tettheten av dyreplankton var relativt høy, og det ble også registrert en del svevemygg i Stovevatnet. Det er trolig ikke fisk i denne innsjøen. I tillegg til eventuelt overløp på kloakkledningsnettet, ble det påvist et tilsig til innsjøen nær utløpet. Fra et rør opp mot bussterminalen kom det en liten bekk som det

periodevis luktet kloakk av, men det var også en sterk diesel/bensinlukt hele tiden. Det skummet sterkt der tilsiget rant ned i innsjøen, og området rundt var sterkt preget av begroing av bakterier og alger. Tilsiget var der hele tiden, men var størst når det regnet mye. Det ble ikke tatt prøver av tilsiget og kilden er ikke kjent.

Arefjordspollen (23e) har gode forhold i overflatevannlaget med et lavt næringsinnhold og lave tarmbakteriekonsentrasjoner. I dypvannet derimot var forholdene meget dårlige; bunndyr ble knapt påvist og det var et høyt innhold av ikke nedbrutt organisk materiale i sedimentene. Teoretiske beregninger viser at det naturlig vil være perioder med oksygenfritt dypvann og dårlige forhold for levende organismer i sedimentene, men tilførsler fra omliggende bebyggelse kan medvirke til at disse periodene forlenges.

Resipientkapasitet:

Det er ikke vesentlig ledig resipientkapasitet i denne vassdragsenheten. Spesielt Stovevatnet og Arefjordspollen har allerede i dag tilførsler som overskrider tålegrensen, og en bør forsøke å redusere de eksisterende tilførslene dit. Skittedalsvatnet har tilførsler til innsjøen som er omtrent like store som resipientkapasiteten med hensyn på både fosfor og organisk stoff, og det anbefales derfor at det ikke legges opp til noen vesentlig økning i tilførsler til Skittedalsvatnet heller. Innholdet av tarmbakterier var imidlertid ikke opp mot grensen.

AREFJORDVASSDRAGET (24a-c)

Innløpselva til Arevatnet (24a) var vanligvis moderat forurenset av tarmbakterier, noe som tyder på at elva både forurennes på grunn av direkte tilsig fra kloakk og på grunn av overløp på kloakkledningsnett og/eller arealavrenning fra områder med husdyrmøkk.

Det indre bassenget i **Arevatnet** (24b) hadde relativt lite forurensning av tarmbakterier. Trolig er det ikke vesentlige direkte tilførsler til denne delen verken fra det offentlige kloakkledningsnett eller fra separate kloakkanlegg. Innsjøen var middels næringsrik, men hadde fosfortilførsler som var høyere enn innsjøens tålegrense. Også innholdet av organisk stoff var høyere enn tålegrensen og Arevatnet hadde oksygenfritt bunnvann allerede fra begynnelsen av juli. Oksygenmangelen i dypvannet førte til en svak indre gjødsling.

Utløpet av Arevatnet (24c) var nesten alltid moderat til sterkt forurenset i nedbørperiodene. I tørrværsperiodene derimot var forurensningen veldig varierende. Kildene for forurensning kan være mange, og ingen sikker kilde kan påpekes ut fra disse prøvene. Overløp på offentlig kloakkledningsnett er en meget sannsynlig kilde fordi utløpselva alltid var forurenset når det regnet mye. Arealavrenning fra områder med husdyrmøkk er trolig en mindre aktuell kilde her, men avrenning fra arealer med møkk fra ender kan muligens være en kilde. De periodevise forurensningene i tørrværsperiodene kan skyldes både møkk fra alle endene på innsjøen og tilførsler med innløpselva. Undersøkelsene tyder ikke på at det er store lekkasjer av kloakk direkte til Arevatnet.

Resipientkapasitet:

Arevatnet har ingen ledig resipientkapasitet verken med hensyn på næring eller organisk stoff. Ingen nye tilførsler anbefales derfor til Arevatnet eller vassdraget oppstrøms denne innsjøen. Til utløpselva kan en begrenset mengde nye tilførsler tillates.

EBBESVIKVASSDRAGET (25a)

Vassdraget er alltid forurenset av tarmbakterier, og ved de fleste undersøkelsene var vassdraget moderat til sterkt forurenset. Det er både boliger med separate kloakkanlegg og gårdsbruk i nedbørfeltet, så aktuelle forurensningskilder kan være både tilsig av kloakk, tilsig fra gjødselkjeller og arealavrenning fra områder med husdyrmøkk.

MARINE RESIPIENTER VED ALGRØY (26 og 27)

Nordre - og Søre Langøyosen (26 a og b) og **Barmosen** (27 a) ligger mellom øyer vest for Sotra, og påvirkningen fra bebodde deler på Sotra er dermed mindre enn for de andre undersøkte marine resipientene. Dette gjenspeiler seg i vannkvaliteten i overflatevannlagene som hadde et relativt lavt innhold av næringsalter og lite tarmbakterier. I dypvannet derimot er de naturgitte betingelsene slik at det er dårlig vannutskifting fordi tersklene er grunne. Dette resulterer i dårlige vilkår forhold for levende organismer med påfølgende lav nedbrytning av organisk materiale.

Resipientkapasitet:

De tre marine bassengene har god gjennværende resipientkapasitet med hensyn på næring og tarmbakterier. Med hensyn på organisk stoff er det imidlertid ingen ledig resipientkapasitet. Det bør derfor ikke gis tillatelse til utslipp som påvirker mengden organisk stoff i disse sjøområdene.

UNDERSØKELSER I FJELL KOMMUNE I PERIODEN 1997 - 2001

Rapporter fra undersøkelser i 1997:

- BJØRKLUND, A.E. 1997
Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Fjell med hensyn på forurensning fra kloakk, 1997.
Rådgivende Biologer, rapport 313, 26 sider. ISBN 82-7658-173-0.
- BJØRKLUND, A.E. 1998 a
Overvåking av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 1997.
Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 320, 66 sider, ISBN 82-7658-181-1.

Rapporter fra undersøkelser i 1998:

- BJØRKLUND, A.E. 1998b
Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Fjell med hensyn på forurensning fra kloakk, 1998.
Rådgivende Biologer, rapport 366, 28 sider. ISBN 82-7658-225-7.
- BJØRKLUND, A.E. 1999
Overvåking av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 1998.
Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 385, 66 sider, ISBN 82-7658-181-1.
- JOHNSEN, G.H. 1998.
Undersøkelser av marine resipienter sørvest i Fjell kommune 1998.
Oppdragsgiver Fjell kommune ved Magne Eide
Rådgivende Biologer as. Rapport nr 333, 22 sider, ISBN 82-7658-192-7.

Rapporter fra undersøkelser i 1999:

- BJØRKLUND, A.E. 1999a
Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Fjell med hensyn på forurensning fra kloakk, 1999.
Rådgivende Biologer, rapport 366, 28 sider. ISBN 82-7658-225-7.
- BJØRKLUND, A.E., E. BREKKE & JOHNSEN, G.H., 2000.
Overvåking av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 1999. Kørelen og Fjæreidvatnet.
Rådgivende Biologer as. Rapport nr 422, 43 sider, ISBN 82-7658-274-5.
- JOHNSEN, G.H. 1999
Undersøkelser av sju marine resipienter i Fjell kommune 1999
Rådgivende Biologer as. Rapport nr 389, 29 sider, ISBN 82-7658-250-8.

Rapporter fra undersøkelser i 2000:

- BJØRKLUND, A.E. 2000
Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Fjell med hensyn på forurensning fra kloakk, 2000.
Rådgivende Biologer as. Rapport nr 453, 38 sider. ISBN 82-7658-306-7.
- BJØRKLUND, A.E. & E. BREKKE, 2001.
Overvåking av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 2000.
Kolavatnet, Bossvatnet og Stovevatnet.
Rådgivende Biologer AS Rapport nr 485, 38 sider, ISBN 82-7658-333-4.
- JOHNSEN, G.H. 2000
Undersøkelser av fem marine resipienter i Fjell kommune 2000
Rådgivende Biologer as. Rapport nr 431, 23 sider, ISBN 82-7658-284-2

Rapporter fra undersøkelser i 2001:

- BJØRKLUND, A. E. 2001
Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Fjell med hensyn på forurensning fra kloakk, 2001. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 498, 38 sider. ISBN 82-7658-343-1.
- BJØRKLUND, A.E & E. BREKKE, 2001.
Overvåking av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 2001.
Haljesvatnet og Kvernavatnet på Sotra og Storevatnet på Lillesotra.
Rådgivende Biologer AS. rapport 545, 40 sider, ISBN 82-7658-365-2.
- BREKKE, E., G.H. JOHNSEN & B.A.HELLEN 2001.
Undersøkelser av fem marine resipienter i Fjell kommune 2001.
Rådgivende Biologer AS Rapport nr 489, 24 sider, ISBN 82-7658-335-0.

ANNEN REFERERT LITTERATUR

- BERGE, DAG 1987
Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofnivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5 - 15 meter.
SFT rapport nr. 2001, 44 sider.
- BJØRKLUND, A. & G.H.JOHNSEN 1994
En beskrivelse av de 28 største vassdragene Fjell kommune.
Rådgivende Biologer, rapport 119, 61 sider. ISBN 82-7658-028-9.
- GJESSING, J. (red.) 1977
Norges Geografi.
Universitetsforlaget, ISBN 82-001529-7, 439 sider.
- GJESSING, J. 1978
Norges landformer
Universitetsforlaget, ISBN 82-00-0172-9, 207 sider.
- HOLTAN, H. & S.O. ÅSTEBØL 1990.
Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Revidert utgave.
NIVA-rapport nr 2510, 53 sider.
- HOLTEDAL, O. 1968
Hvordan landet vårt ble til.
- JOHNSEN, G.H., G.B.LEHMANN & A.BJØRKLUND 1992.
Tilstand og status for vatn og vassdrag i Hordaland.
Rådgivende Biologer rapport nr. 62, 75 sider. ISBN 82-7658-004-1
- JOHNSEN, G.H. 1998.
Grunnlag for revidering av lokal forskrift for separate avløpsanlegg i Fjell kommune
Rådgivende Biologer as. Rapport nr 344, 20 sider, ISBN 82-7658-205-2.
- KOLDERUP, C.F. & N.H. KOLDERUP 1940
Geology of the Bergen Arv system.
Bergen Museums Skrifter, 20.
- ROGNERUD, S., BERGE, D. & JOHANNESSEN, M., 1979
Telemarkvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-79.
NIVA-rapport O-70112, 82 sider.
- SFT 1995
Miljømål for vannforekomstene. Forventet naturtilstand. Veiledning 95:04
Statens forurensningstilsyn. Rapport nr. TA-1141/1995, 41 sider. ISBN 82-7655-260-9.
- SFT 1997
Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.
Statens forurensningstilsyn - veiledning nr. 97:04. ISBN 82-7655-368-0, 31 sider.
- SFT 1997 b
Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann
Statens forurensningstilsyn - veiledning nr. 97:03. ISBN 82-7655-367-2, 36 sider.
- UNDÅS, I. 1963
Ra-morenen i Vest-Norge.
J. W. Eides forlag as., 40 sider og 37 plansjer.