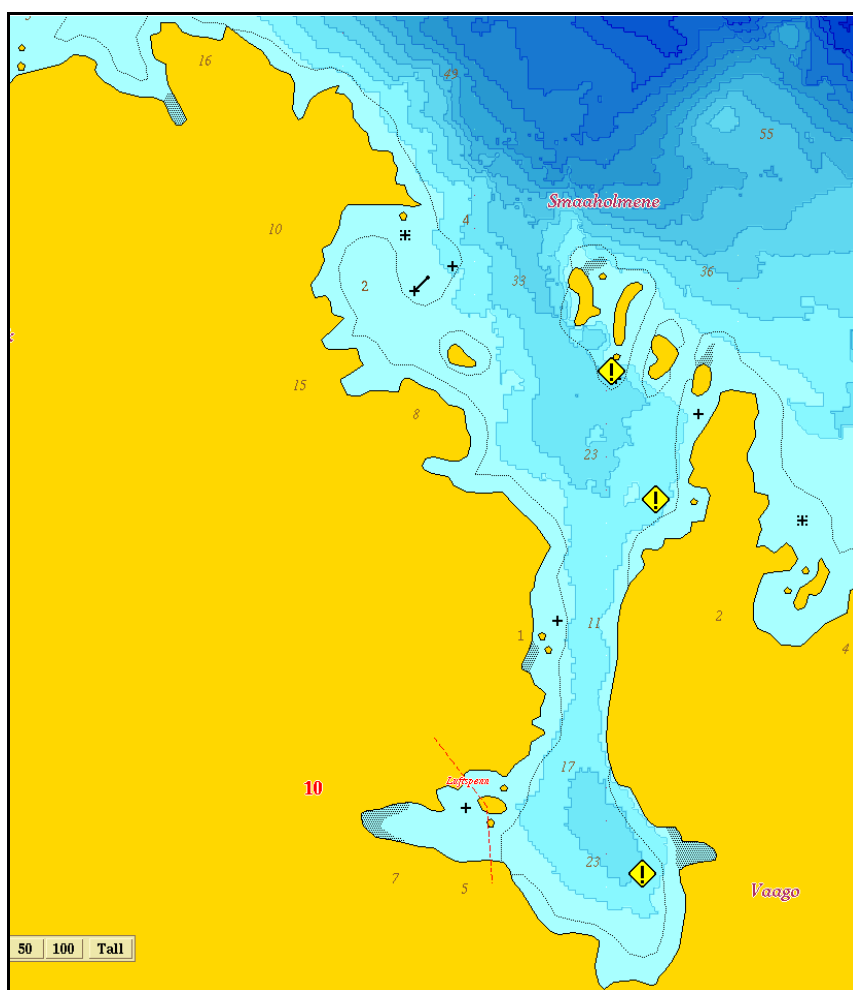


Resipientundersøkelse i Vågen og Straumsosen i Fjell kommune sommeren 2006



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

953



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Resipientundersøkelse i Vågen og Straumsosen i Fjell kommune sommeren 2006.

FORFATTERE:

Bjarte Tveranger, Erling Brekke og Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER:

Fjellvar AS, ved Rannveig Nordhagen, postboks 264, 5342 Straume

OPPDRAGET GITT:

5. juli 2006

ARBEIDET UTFØRT:

juli 2006

RAPPORT DATO:

7. november 2006

RAPPORT NR:

953

ANTALL SIDER:

29

ISBN N953

ISBN 82-7658-508-6

EMNEORD:

- avløp i sjø
- resipientundersøkelse
- Fjell kommune

SUBJECT ITEMS:

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

Forsideillustrasjon: Olex-dybdekart med 10-meters koter, fra opplodding ved resipientundersøkelsen i juli 2004.

FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Fjellvar AS gjort en ny resipientundersøkelse i Vågen to år etter oppstart av Våge renseanlegg 5. juli 2004. Utslipet ligger ut i Notholmsundet, ved utløpet av Vågen på omtrent 37 m dyp, og denne resipientundersøkelsen er således en oppfølgende undersøkelse av situasjonen to år etter oppstart av renseanlegget. Det ble også gjort en oppfølgende resipientundersøkelse i Straumsosen tre år etter forrige undersøkelse i september 2003. Denne undersøkelsen skulle også vurdere effekten av saneringen av det tidligere kloakkutslippet til Straumsosen to år etter at dette ble overført til Vågen renseanlegg.

Denne rapporten presenterer resultatene fra undersøkelsen, som inkluderer innsamling av sediment, vannprøver og bunndyr i de aktuelle områdene den 11. juli 2006. De kjemiske analysene er utført av det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS i Bergen, bunnprøvene er sortert av Christine Johnsen og analyser ved Lindesnes Biolab av Inger Dagny Saanum.

Rådgivende Biologer AS takker Fjellvar AS, ved Rannveig Nordhagen, for oppdraget.

Bergen, 7. november 2006

INNHOUDSLISTE

Forord og innholdsliste	2
Sammendrag	3
Innledning	4
Område- og prøvestedsbeskrivelse	6
Metode	8
Miljøtilstanden sommeren 2006	12
Diskusjon	19
Referanser	26
Vedleggstabell fauna	27

REFERANSE

Tveranger, B., E. Brekke og G. H. Johnsen 2006

Resipientundersøkelse i Vågen og Straumsosen i Fjell kommune sommeren 2006.

Rådgivende Biologer AS, rapport 953, 29 sider. ISBN 82-7658-508-6

SAMMENDRAG

På oppdrag fra Fjellvar AS, utførte Rådgivende Biologer AS 11. juli 2006 en resipientundersøkelse i Vågen og i Straumsosen to år etter kloakksaneringen i Straumsosen og oppstart av Våge renseanlegg 5. juli 2004. Resipientundersøkelsen er utført etter Norsk Standard 9410, 9422 og 9423.

Innerst inne i Vågen er det et lite dypvannsbasseng med største dyp på 24 m og en terskel inn til basenget på ca 13,5 m. På dette stedet vil en kunne forvente sedimenterende forhold, men ikke stagnerende vannmasser siden terskeldypet bare ligger ca 10 m over det dypeste stedet. Fra terskelen dybdes det gradvis nedover mot nord, til 25 m dyp ca 250 m nord for terskelen, men herfra går det sentralt i Vågen et relativt åpent og flatt område nordover med dybder ned til 35 m dyp til Notholmsundet ved utløpet av Vågen. Videre nordover dybdes det ganske bratt nedover til over 120 m dyp i sundet mellom Lille Sotra og Færøy. Den relativt åpne bunntopografien i utløpesområdet av Vågen, tilsier at det her er gode strøm- og utskiftingsforhold. Avløpet fra Våge renseanlegg ligger i dette området, og altså i tilknytning til et åpent og dypt sjøområde med høy resipientkapasitet.

Straumsosen nord for og mellom Bildøy og Lille Sotra, har et areal på 1,1 km², et volum på 16,7 millioner m³ og ett trangt sund i sør og mange sund mot nord. Sundene har et samlet tverrsnitt på omtrent 1250 m². Dypeste terskel er 17 meter dyp, og maksimumsdypet i bassenget er 57 meter. I dypvannet vil det være stagnerende forhold der det kan forventes periodevis oksygenfrie forhold ved det dypeste i bassenget.

Inne i både Vågen og Straumsosen var det et begynnende oksygenforbruk fra henholdsvis 13 og 17 m dyp og videre nedover i dypvannet. Oksygeninnholdet i bunnvannet ble vurdert til å være SFT tilstandsklasse II = "god" i Vågen og III = "mindre god" i Straumsosen.

Både i Straumsosen og Vågen var konsentrasjonene av alle næringsstoffene lave i overflatevannet, tilsvarende mellom tilstandsklasse I = "meget god" og II = "god", noe som viser at en på prøvetakingstidspunktet ikke hadde betydelige tilførsler av næringssalter til disse sjøområdene. Nivået av fosfor i overflatevannet var gått ned i Straumsosen siden 1999 og 2003 (tilstand IV = "dårlig"), noe som var å vente siden kloakktilførselen er stanset.

Det var mest sedimenterende forhold innerst i Vågen og i Straumsosen. Sedimentet var finkornet begge steder, med lavt tørrstoffinnhold og høyt glødetap, særlig i Straumsosen. Dette gav et (normalisert) innhold av TOC på henholdsvis 89,1 og hele 221,7 mg C/g (SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig"). Sedimentkvaliteten er omtrent den samme som ved undersøkelsene i 1999, 2003 og 2004. En analyse av bunnfauna innerst i Vågen gav en Shannon-Wiener diversitetsindeks på 3,68, tilsvarende tilstandsklasse II = "god". Kvaliteten på dyresamfunnet er omtrent som ved undersøkelsen i 1999, men bedre enn i 2003 og 2004. Variasjonen kan skyldes naturlige variasjoner. Det ble ikke funnet dyr i Straumsosen, som ved undersøkelsene i 1999 og 2003.

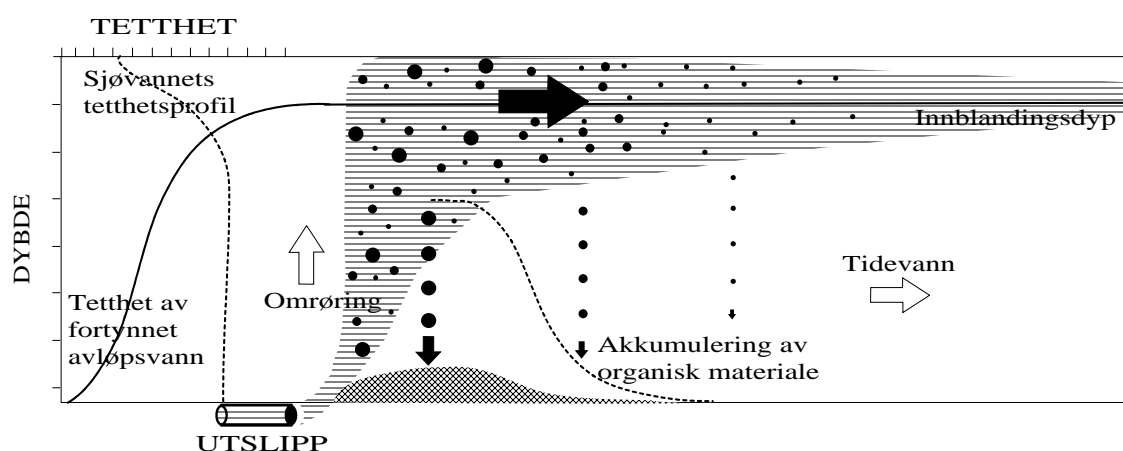
Det var mindre sedimenterende forhold på de tre stasjonene i de mer åpne og terskelfrie områdene lengre nord i Vågen i området ved utløpet fra Våge renseanlegg. Sedimentet var vesentlig mer grovkornet med en lavere andel silt og leire og et høyere tørrstoffinnhold og lavt glødetap. En analyse av bunnfauna på stasjon 2 og 3 ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks på henholdsvis 4,80 og 4,75, noe som gir dyresamfunnet nord i Vågen og i bakken rundt avløpet tilstandsklasse I = "meget god". På stasjon 4 ble Shannon-Wiener diversitetsindeksen beregnet til 3,65, noe som gir dyresamfunnet tilstandsklasse II = "god". Dette skyldes en total dominans av børstemakken *Spiophanes wigleyi*, men ingen av artene tilstede var typiske representanter for belastede områder. Vurdert under ett er således dyresamfunnet i dette området egentlig "meget godt".

Miljøtilstanden er ikke vesentlig endret inne i eller utenfor Vågen i forhold til tidligere undersøkelser. Det kan således ikke dokumenteres noen negativ effekt av utslippet fra Våge renseanlegg to år etter oppstart. Kloakksaneringen i Straumsosen har medført en betydelig reduksjon av nivået av fosfor i overflatevannet i forhold til nivået i 1999 og 2003. Den dårlige miljøtilstanden i sedimentet er imidlertid uforandret, noe som er å vente siden tidligere utslipp fremdeles må påregnes å ha effekt i dypbassenget enda noen års tid.

INNLEDNING

Avløp fra urensede og rensede kloakkutslipp bidrar med tilførsler av en rekke stoffer til resipienten, først og fremst tarmbakterier, organisk stoff og næringssalter. Våge renseanlegg ligger innerst i Vågevågen og er dimensjonert for 5600 PE, men ved oppstart 5. juli 2004 var omtrent 3300 PE koblet til. Anlegget samler kloakken fra tettbebyggelsen i områdene, Storhilderen, Straume, Foldnes og Vågo, og renser den gjennom et silanlegg før det føres i en 1200 meter lang ledning til avløp på 37 meters dyp helt nord i Vågen. Anlegget har nødoverløp innerst i Vågen, med nytt overløp også til Straumsosen. All denne kloakken gikk tidligere urensert til Straumsosen.

Et slikt ferskvannsutslipp til en god sjøresipient vil vanligvis bli spredd svært effektivt avhengig av stømforholdene ved utslippspunktet. Fordi utslippet har lavere tetthet enn sjøvannet, vil det stige mot overflaten til et gitt innlagringsdyp, og de vannløselige stoffene vil bli spredd med strømmen (**figur 1**).



Figur 1. Prinsippskisse for et ferskvannsutslipp i sjø, uten gjennomslag til overflaten og kun lokal sedimentering av organiske tilførsler i resipientens umiddelbare nærhet til utslippspunktet.

Ved et slikt avløp vil også de finpartikulære tilførslene og ikke vannløselige stoffer spres effektivt vekk fra utslippsstedet med tidevannet og det utstrømmende brakkvannet i fjorden. Bare de største partiklene vil sedimentere lokalt ved selve utslippet. Lengre bort fra utslippet vil strømhastigheten etter hvert avta og være avhengig av de generelle strømførholdene i sjøområdet. Det vil da være mer "sedimenterende forhold" ettersom vannhastigheten avtar, og partikler med stadig mindre størrelse vil sedimentere ut. Det er derfor en vanligvis skal ta prøver av sedimentet ved det dypeste i en resipient, fordi det her vil være sedimentert mer stoff også over lengre tid.

Organisk materiale som blir tilført et sjøområde akkumulerer således på bunnen ved det dypeste i resipienten. Dette er en naturlig prosess, som kan øke i omfang dersom store mengder organisk materiale tilføres. Store eksterne tilførsler av organisk nedbrytbart materiale til dypvannet i sjøområdene vil kunne øke oksygenforbruket i dypvannet. 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 sjøbasseng vil også fra naturens side ha en balanse som gjør at slike situasjoner vil opptre uten ekstra ytre påvirkning. Det behøver derfor ikke være et tegn på "overbelastning" at det forekommer hydrogensulfid i dypvannet og i sedimentene.

Glødetap er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og en regner med at det vanligvis er 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 karbon (TOC) i sedimentet er et annet mål på mengde organisk stoff, og dette 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.

Sedimentprøvene og bunndyrprøvene fra de dypeste områdene i de undersøkte sjøbassengene gjenspeiler derfor disse forholdene på en utfyllende måte. Basseng som har periodevis og langvarige oksygenfrie forhold, vil ikke ha noe dyreliv av betydning i de dypeste områdene, og vil dermed ha en sterkt redusert nedbryting av organisk materiale på bunnen. Da vil innholdet av ikke-nedbrutt organisk materiale være høyt i sedimentprøver. Statens forurensningstilsyn (SFT) har utarbeidet oversiktlig klassifikasjons-system for vurdering av disse forholdene. Det er også utviklet en standardisert prøvetakingsmetodikk for vurdering av belastning fra fiskeoppdrettsanlegg, der bunnsedimentet blir undersøkt med hensyn på tre sedimentparametre, som alle blir tildelt poeng etter hvor mye sedimentet er påvirket av tilførsler av organisk stoff.

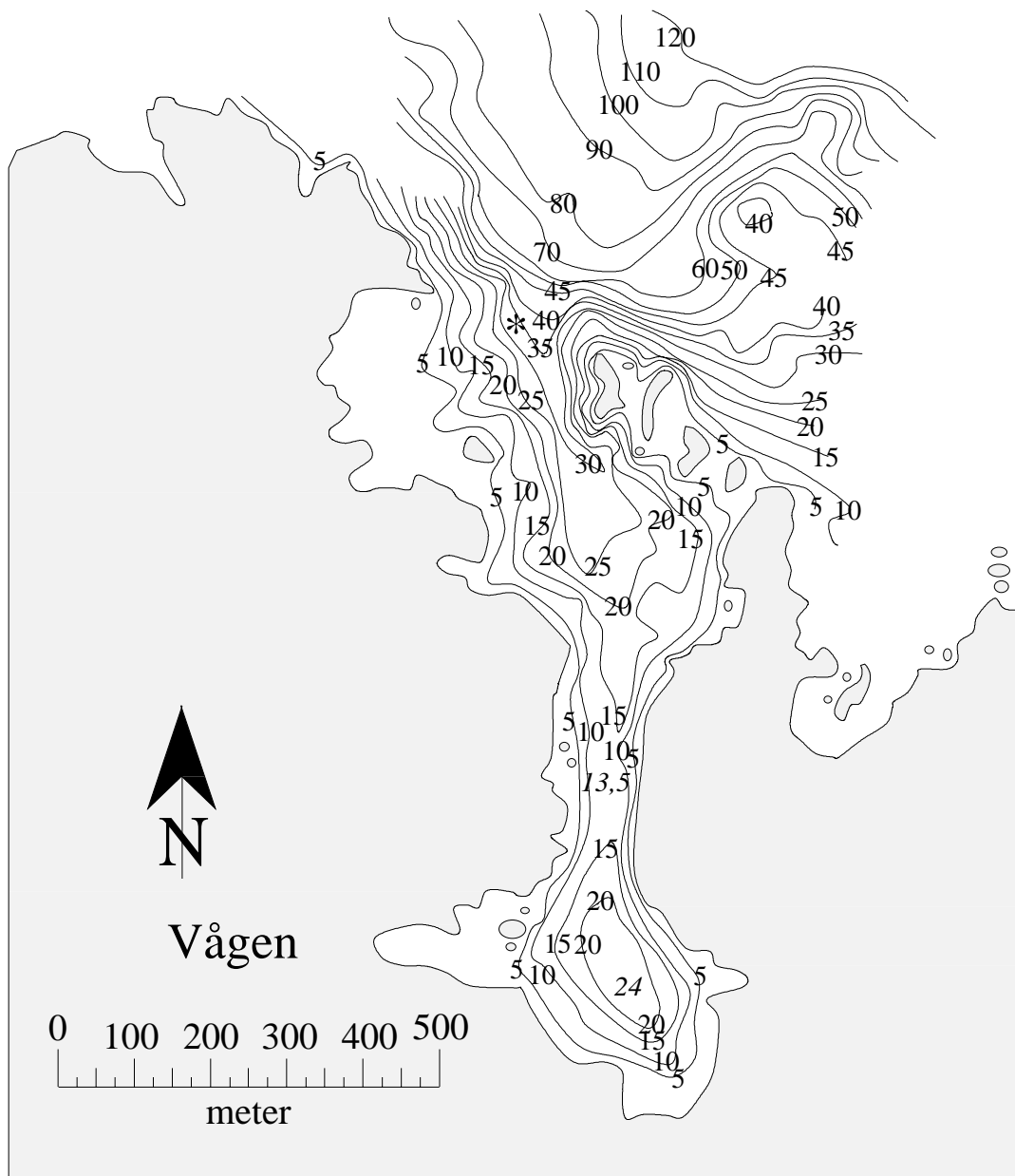
Fauna-undersøkelse (gruppe I) består i å konstatere om dyr større enn 1 mm er til stede i sedimentet eller ikke. Det blir ikke utført noen bestemmelse av organismene i felt, men prøvene er fiksert og tatt med til laboratoriet for nærmere artsbestemmelse. **Kjemisk undersøkelse (gruppe II)** av surhet (**pH**) og redokspotensial (**Eh**) i overflaten av sedimentet blir gitt poeng etter en samlet vurdering av pH og Eh etter spesifisert bruksanvisning i NS 9410. **Sensorisk undersøkelse (gruppe III)** omfatter forekomst av gassbobler og lukt i sedimentet, og beskrivelse av sedimentets konsistens og farge, samt grabbvolum og tykkelse av deponert slam. Her blir det gitt opp til 4 poeng for hver av egenskapene. **Vurderingen** av lokalitetens tilstand blir fastsatt ved en samlet vurdering av gruppe I – III parametre etter NS 9410.

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

OMRÅDE- OG PRØVESTEDSBESKRIVELSE

VÅGEN

Vågen er tidligere beskrevet i forbindelse med undersøkelsene utført i 1999 og 2003 (Johnsen 1999, Brekke m. fl. 2003). For å få en mer nøyaktig beskrivelse av bunntopografien ble bunnen ved undersøkelsen i 2004 loddet opp både i og nord for Vågen over et større sammenhengende område med et Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system den 2. juli 2004 (**figur 2**, Tveranger m. fl. 2004).



Figur 2. Oversiktskart over sjøområdet i Vågen med tilgrensende sjøområder mot nord. Kartet er med 5 og 10 meters dybdekoter tegnet etter opplødding utført 2. juli 2004 ved hjelp av et Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system. Plassering av avløpet fra Våge renseanlegg er markert med*.

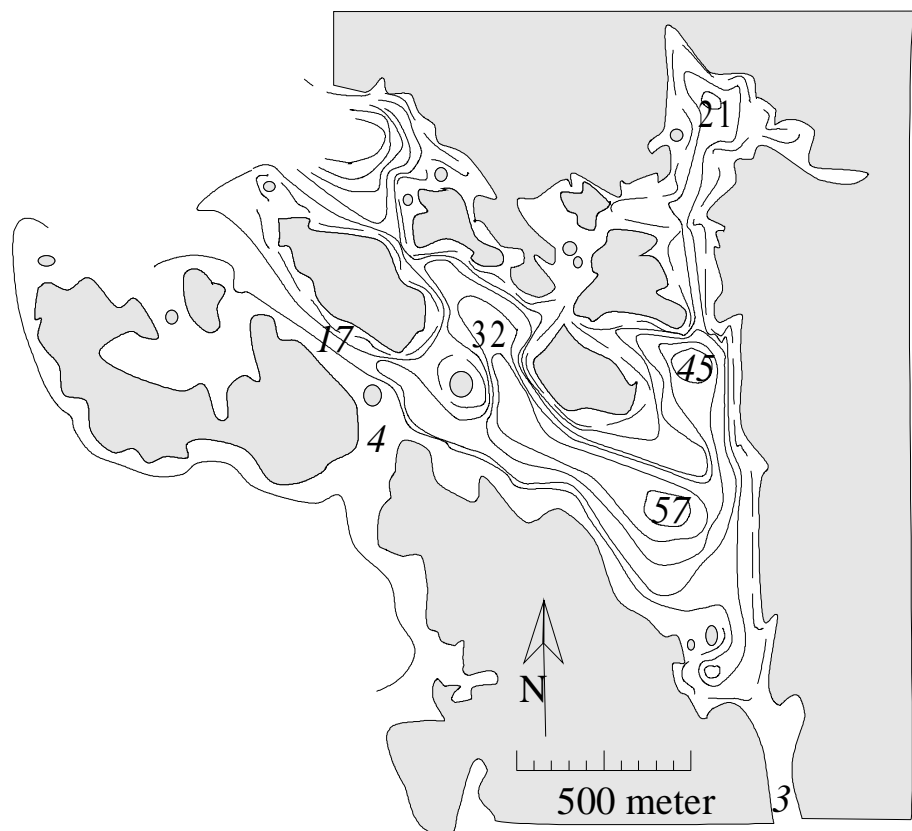
Innerst inne i Vågen er det et lite dypvannsbasseng med største dyp på 24 m. Ca 250 m nord for det dypeste stedet ligger terskelen inn til bassenget på ca 13,5 m (**figur 2**). I dypvannsbassenget vil en kunne forvente sedimenterende forhold, men ikke stagnerende vannmasser siden terskeldypet bare ligger ca 10 m høyere enn det dypeste stedet, noe som også tidligere beregninger har vist (Johnsen 1999).

Fra terskelen på 13,5 m dyp dybdes det gradvis nedover til lenger nord en kommer i Vågen. Det er 25 m dypt ca 250 m nord for terskelen, og herfra går det sentralt i Vågen et relativt åpent og flatt område nordover med dybder ned til 35 m dyp til en kommer til Notholmsundet ved utløpet av Vågen. Herfra dybdes det ganske bratt nedover til over 120 m dyp i sundet mellom Lille Sotra og Færøy.

På grunn av den relativt åpne bunntopografien i Vågen nord for terskelen og videre nedover i sundet nord for innløpet til Vågen, kan det her forventes gode strøm- og utskiftingsforhold. Avløpet fra Våge renseanlegg ligger således i tilknytning til et åpent og dypt sjøområde med høy resipientkapasitet.

STRAUMSOSEN

Straumsosen nord for og mellom Bildøy og Litle Sotra, har et areal på 1,1 km², et volum på 16,7 millioner m³ og ett trangt sund i sør og mange sund mot nord med et samlet tverrsnitt på omtrent 1250 m². Vannutskiftingstiden for overflatevannet er teoretisk beregnet til 2,5 døgn. Dypeste terskel er 17 meter dyp, og maksimumsdypet i bassenget er 57 meter (**figur 3**). I dypvannet vil det være stagnerende forhold med et teoretisk beregnet oksygenforbruk på 0,6 ml O₂/mnd,- altså blir det oksygenfrie forhold etter omtrent ett år. Intervallet for dypvannsutskifting er teoretisk sett på 10,3 måneder (Brekke m. fl. 2003), slik at det fra naturens side teoretisk ikke skulle være oksygenfrie forhold i dypvannet i dette bassenget.



Figur 3: Dybdekart over Straumsosen på vestsiden av Litle Sotra. Kartet er tegnet etter sjøkartverkets Båtsportkart 775. Maksimumsdyp er markert med skråstilte store tall.

METODE

Den gjennomførte resipientundersøkelsen i og utenfor Vågen og i Straumsosen er utført i henhold til Norsk Standard NS 9422 og NS 9423. Det er dessuten benyttet elementer fra tilsvarende overvåking av oppdrettsanlegg i henhold til NS 9410.

Resipientundersøkelsen undersøkte bunntilstanden i Vågen og i området fra avløpet og et stykke nedstrøms avløpet fra Våge renseanlegg på de samme fire stasjonene som ved undersøkelsen i 2004. Undersøkelsen er gjort to år etter oppstart av Vågen renseanlegg. Straumsosen er undersøkt på samme stasjon som ved undersøkelsen i 2003, og altså to år etter kloakksaneringen. De aktuelle prøvestasjonene er avmerket på **figur 4** og **5**. Hovedbestanddelene i en resipientundersøkelse består av en analyse av hydrografi i vannsøylen, næringsrikhet i overflatevannet, sedimentkvalitet (kornfordeling, kjemiske analyser) og bunndyrsamfunnets sammensetning, der både prøvetaking og vurdering utføres etter de nevnte Norske Standardene og også i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1993; 1997).

Sjiktforhold og vannprøver

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vannsøylen ble målt ved hjelp av en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde ved stasjon 1 og 4 i og nord for Vågen samt på stasjon 5 i Straumsosen. Overflatevannprøver fra de samme stasjonene ble analysert for total fosfor, total nitrogen, fosfat -P og nitrat-N. Overflatevannprøver (fra ca 0,1 m dyp) ble innsamlet helt inne i Vågen på stasjon A, på stasjon 3 ved avløpet til renseanlegget og på stasjon 5 i Straumsosen 11. juli 2006 og analysert for innhold av *E. coli*.

Sedimentkvalitet

Ved resipientundersøkelsen i og utenfor Vågen, ble det tatt to parallelle bunnprøver på hvert av de fire stedene med en 0,1 m² stor vanVeen grabb. Det ble gjort inntil tre forsøk dersom grabben kom opp uten innhold. Ved resipientundersøkelsen i Straumsosen ble det bare tatt en parallell, da prøven var livløs og med sterk lukt av hydrogensulfid. Dersom bunnen er sterkt påvirket med kraftig lukt av hydrogensulfid og uten makrofauna, skal det etter standarden bare taes ett grabbhugg. To sett prøver ble tatt inne i Vågen, ett sett prøver ble tatt i nærheten av utslippet og ett sett prøver ble tatt nedstrøms utslippet i skråningen ned mot bunnen i sundet mellom Lille Sotra og Færøy. Prøven i Straumsosen ble tatt på det dypeste stedet. De to replikatene ble behandlet hver for seg med hensyn på prøvetaking av fauna, men slått sammen for analyse av kornfordeling og kjemisk sedimentkvalitet. Posisjonene til prøvetakingsstedene er avmerket i **figur 4** og **5** og oppgitt i **tabell 1**.

Tabell 1. Posisjoner for prøvetakingsstedene ved resipientundersøkelsen i og utenfor Vågen og i Straumsosen 11. juli 2006. Stasjon 1 - 5 viser til sedimentprøvetakingsstedene.

Stasjon	1 = Innerst i Vågen	2 = Midt i Vågen	3 = Ved avløpet	4= 100m utenfor avløpet	5= Det dypeste i Straumsosen
Dyp (meter)	24-25	29-30	51-53	76-82	57,5
Posisjon (WGS 84)	N: 60° 23,350' E: 05° 07,296'	N: 60° 23,678' E: 05° 07,243'	N: 60° 23,807' E: 05° 07,176'	N: 60° 23,858' E: 05° 07,203'	N: 60° 21,814' E: 05° 06,538'

For vurdering av sedimentkvalitet taes det fra hver prøvestasjon ut prøvemateriale for kornfordelingsanalyse og kjemiske analyser (total organisk karbon (TOC)). Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og utføres etter standard metoder (NS 9423). Bearbeiding av de resterende kjemiske analysene utføres også i henhold til NS 9423.

Innhold av organisk karbon (TOC) i sedimentet er omtrent 0,4 x glødetapet, men for å kunne benytte klassifiseringen i SFT (1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiseres for teoretisk 100% finstoff etter formelen, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven.:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

Det blir også foretatt sensoriske vurderinger av prøvematerialet samt måling av pH/Eh i henhold til NS 9410. Nedbrytingsforholdene i sedimentet kan beskrives ved både surhet og elektrodepotensial. Ved høy grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet være surt og ha et negativt elektrodepotensial. Disse opplysningene blir i hovedsak brukt som tilleggsopplysninger for å støtte oppunder en god og helhetlig vurdering av resipienten.

Stasjon 1 ligger på det dypeste innerst i Vågen, på samme sted som undersøkelsene i 1999 og 2003 (Johnsen 1999, Brekke m. fl. 2003). Prøvestedet ligger på 24 m dyp i et lite dypvannsbasseng innerst inne i Vågen med en terskel på ca 13,5 m ca 250 m nord for prøvestedet (**figur 4**). På dette stedet vil en kunne forvente sedimenterende forhold, men ikke stagnerende vannmasser siden terskeldypet bare ligger ca 10 m over det dypeste stedet.

Stasjon 2 ligger på 30 m dyp i et åpent og flatt område ca 250 m fra innløpet til Vågen. Her kan det forventes gode sediment- og utskiftingsforhold siden bunnen er tilnærmet flat med rundt 29 - 30 m dyp videre nordover til innløpet til Vågen, der bunnen skråner videre bratt nedover.

Stasjon 3 ligger på 51 - 53 m dyp i nærheten av det nye avløpet fra Våge renseanlegg, i en skrånende bakke nedover i sundet mellom Lille Sotra og Færøy. Her kan det forventes gode sediment- og utskiftingsforhold siden bunnen skråner nedover mot større dyp og ligger i tilknytning til det dype sundet mellom Byfjorden og Hjeltefjorden der det er svært gode utskiftingsforhold. Prøvene ble tatt i omtrent samme posisjon som i 2004, men prøvene ble tatt ca 10 m dypere på grunn av det bratte terrenget rundt avløpet. Terrenget dybdes raskt nedover over en kort avstand.

Stasjon 4 ligger på 76 - 82 m dyp i bakken ca 100 m nedenfor det nye avløpet fra Våge renseanlegg i tilknytning til sundet mellom Lille Sotra og Færøy (**figur 4**). Her kan det også forventes gode sediment- og utskiftingsforhold.

Stasjon 5 ligger på 57,5 m dyp på det dypeste i et lokalt tersklet dypområde i Straumsosen (**figur 5**). Her kan det forventes sedimenterende forhold og på denne årstiden stagnerende vannmasser og dårlige utskiftingsforhold.

Bunnfauna

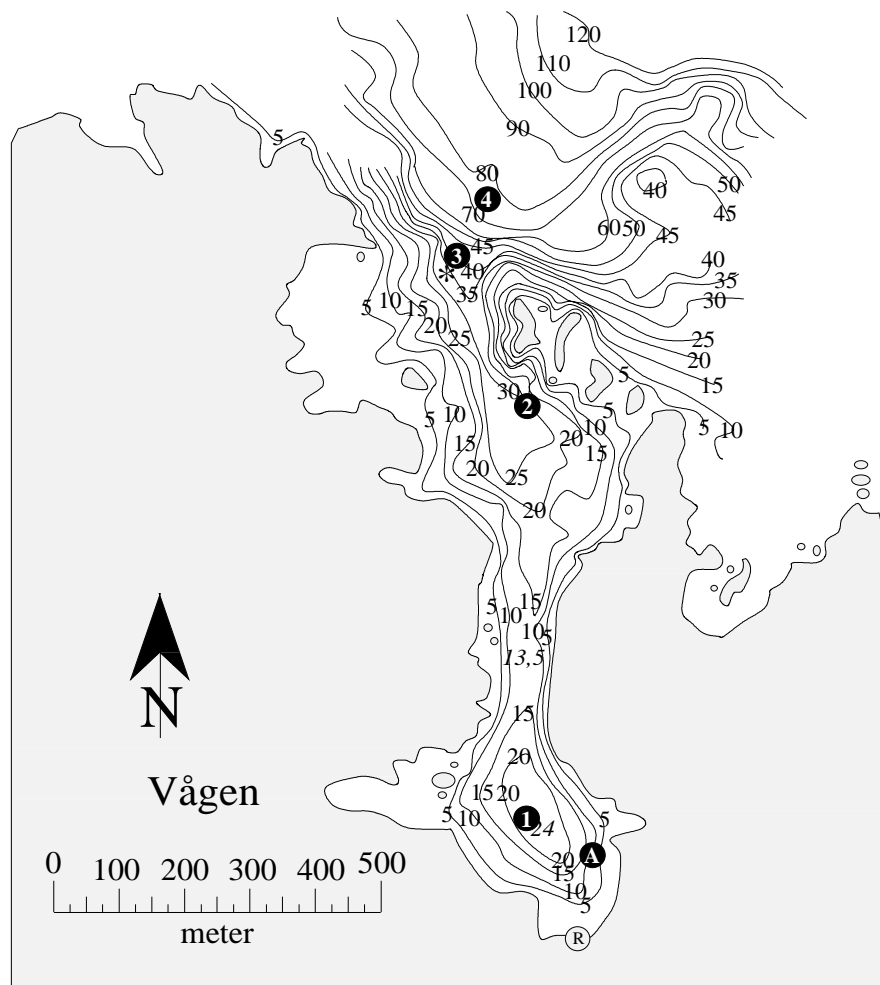
Det utføres en kvantitativ og kvalitativ undersøkelse av makrofauna (dyr større enn 1 mm). Vurderingen av bunndyrs sammensetningen gjøres på bakgrunn av diversiteten i prøven. Diversitet omfatter to forhold, artsrikdom og jevnhet, som er en beskrivelse av fordelingen av antall individer pr art. Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949), og denne er brukt for å angi diversitet for de prøvene:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der $p_i = n_i/N$, og n_i = antall individer av arten i , N = totalt antall individer og S = totalt antall arter.

Dersom artsantallet er høyt, og fordelingen mellom artene er jevn, blir verdien på denne indeksen (H') høy. Dersom en art dominerer og/eller prøven inneholder få arter blir verdien lav. Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse selv om det er få arter (Molvær m. fl. 1997). Diversitet er også et dårlig mål på miljøtilstand i prøver med mange arter, men hvor svært mange av individene tilhører en art. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling av individene (lav jevnhet), mens mange arter viser at det er gode miljøforhold. Ved vurdering av miljøforholdene vil en i slike tilfeller legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er til stede enn på diversitet.

Figur 4. Prøvetakingsstedene 1 - 4 i Vågen og i sjøområdet utenfor i Fjell kommune 11. juli 2006. Prøvetakingsstedet A for vannprøven i Vågen 11. juli 2006 er også vist. Posisjons-referansepunktet i land i Vågen er markert med 'R' (N 60° 23,247' / Ø 5° 07,375' WGS 84).

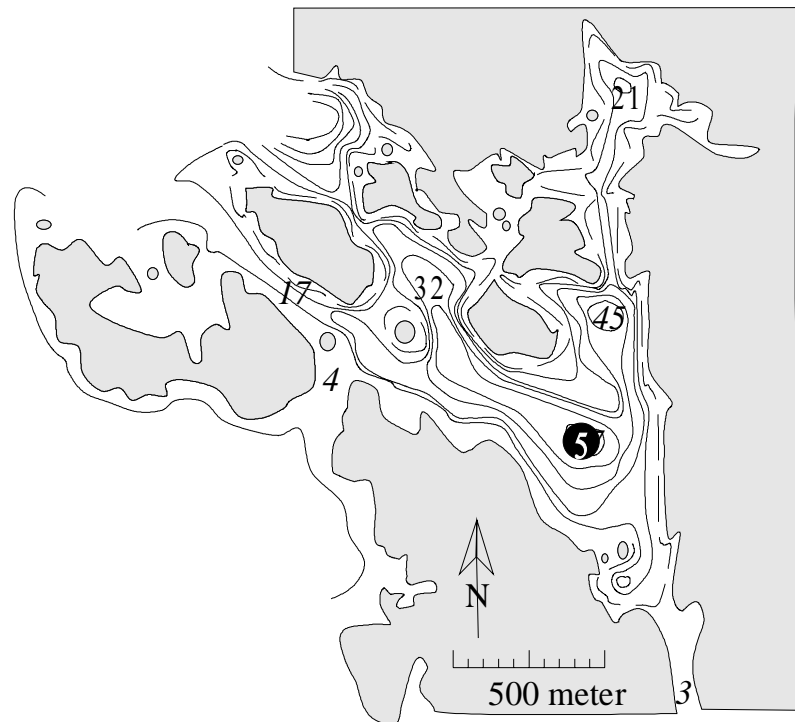


Jevnheten av prøven er også kalkulert, ved Pielous jevnhetsindeks (J):

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

der $H'_{\max} = \log_2 s$ = den maksimale diversitet som kan oppnåes ved et gitt antall arter, S.

Beregningen av diversitetsindekser m. m. er minimumsanslag, da en liten andel av hver prøve ble tatt ut til analysing av kornfordeling og kjemisk analyse før prøven ble analysert for innhold av dyr. Det reelle tallet på arter og individer i prøvene kan derfor trolig være litt høyere enn det som er påvist.



Figur 5. Prøvetakings-sted 5 i Straumsosen i Fjell kommune 11. juli 2006.

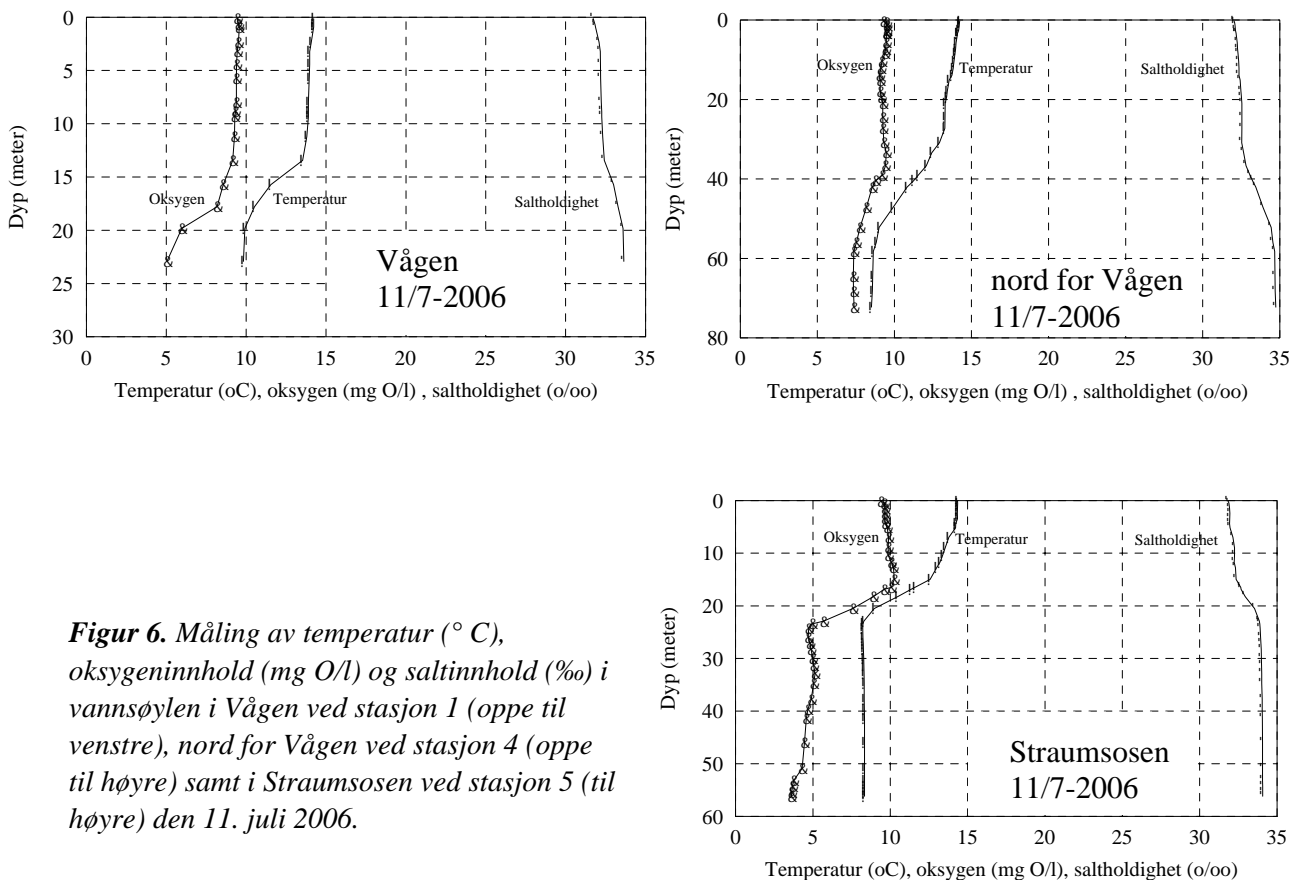
MILJØTILSTANDEN SOMMEREN 2006

Det ble utført en resipientundersøkelse i Vågen og i sjøområdet utenfor samt på det dypeste stedet i Straumsosen den 11. juli 2006. Det ble tatt bunnprøver på fem steder (1-5). Av bunnprøvene ble det tatt to replikater fra hver stasjon bortsett fra på stasjon 5 ved det dypeste i Straumsosen, der det bare ble tatt en replikat. Replikatene fra hver av stasjonene 1 - 4 ble slått sammen forut for analyse av kornfordeling og kjemiske analyser. Analyse av fauna ble gjort for hver replikat og for prøvene samlet. Posisjonene til stasjonene er oppgitt i **tabell 1** og avmerket i **figur 4** og **5**

Sjiktning

Den 11. juli 2006 ble temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold målt i vannsøylen innerst i Vågen ved stasjon 1, i bakken utenfor Vågen ved stasjon 4 samt på det dypeste i Straumsosen på stasjon 5 (**figur 6**). Det ble benyttet et nedsenkbart YSI 600XLM-instrument som logget hvert 30. sekund. Det ble målt ned til 23 m dyp i Vågen, ned til 72 m dyp i bakken nord for Vågen og ned til 56 m dyp i Straumsosen, som og var dybden til bunns på alle tre stedene.

På stasjon 1 i Vågen var vannsøylen relativt homogen ned til 13,5 m dyp. Temperaturen falt svakt fra 14,2 °C i overflaten til 13,5 °C på 13,5 m dyp. Deretter falt temperaturen gjennom et sprangsjikt til 9,9 °C på 20 m dyp. Temperaturen på 23 m dyp var 9,8 °C. Saltinnholdet var 31,7 i overflaten, 32,4 på 13,5 m dyp og 33,6 på 23 m dyp. Oksygeninnholdet var høyt med en oksygenmetning på over 100 % ned til 13,5 m dyp. Fra 13,5 m dyp falt oksygeninnholdet fra 9,15 mg/l til 5,04 mg/l på 23 m dyp tilsvarende en oksygenmetning på 55 %.



Figur 6. Måling av temperatur (°C), oksygeninnhold (mg O/l) og saltinnhold (%) i vannsøylen i Vågen ved stasjon 1 (oppe til venstre), nord for Vågen ved stasjon 4 (oppe til høyre) samt i Straumsosen ved stasjon 5 (til høyre) den 11. juli 2006.

Profilen viste et stagnerende bunnvann og begynnende oksygenforbruk i dypvannet fra 13,5 m dyp, dvs omtrent ved terskeldyp og nedover mot det dypeste i Vågen. Oksygeninnholdet i bunnvannet ble vurdert til å være SFT tilstandsklasse II= "god".

Målingene er foretatt midt på sommeren og viser en situasjon med en oppvarming av vannsøylen nord for Vågen på stasjon 4 ned mot 50 m dyp (**figur 6**). Vannsøylen ned til 27 m dyp var relativt homogen med hensyn på temperatur og saltinnhold. Temperaturen var 14,2 °C i overflaten og 13,3 °C på 27 m dyp. Saltinnholdet var 32,0 i overflaten og 32,5 på 27 m dyp. Deretter var det et jevnt temperaturfall til 8,8 °C på 52 m dyp. Temperaturen på 72 m dyp var 8,5 °C. Fra 27 m dyp steg saltinnholdet til 34,7 på 72 m dyp. Det var god oksygenmetning helt til bunns, med 9,5 mg/l i overflaten og 7,4 mg/l ved bunnen på 72 m dyp tilsvarende en oksygenmetning på 79 %. Oksygeninnholdet i hele vannsøylen blir vurdert til å være SFT tilstandsklasse I= "Meget god".

I Straumsosen avspeilet sjiktningen at dette er en naturlig tersklet resipient der de nederste 30-35 m av vannsøylen er stagnerende bunnvann (**figur 6**). Ned til 15 m dyp var vannsøylen relativt homogen med en temperatur på 14,3 °C i overflaten og 12,6 på 15 m dyp. Saltinnholdet økte svakt fra 31,8 i overflaten til 32,5 på 15 m dyp. Oksygeninnholdet var høyt med 9,4 mg/l i overflaten og et maksimum på 10,3 mg/l på 15 m dyp (118 %). Nedover i sprangsjiktet fra 15 til 23 m dyp falt temperaturen til 8,3 °C, saltinnholdet økte til 33,9 og oksygeninnholdet falt til 5,69 mg/l. Fra sprangsjiktet og nedover i dypvannslaget lå temperaturen stabilt rundt 8,3 °C helt til bunns på 56 m dyp. Saltinnholdet lå også stabilt rundt 34 helt til bunns. Oksygeninnholdet falt gradvis nedover i dypvannslaget og var 3,61 mg/l ved bunnen tilsvarende en oksygenmetning på 38 %. Oksygeninnholdet i bunnvannet ble vurdert til å være SFT tilstandsklasse III= "mindre god". Profilen viste et stagnerende bunnvann og begynnende oksygenforbruk i dypvannet fra rundt 15 m dyp, dvs omtrent ved terskeldyp og nedover mot det dypeste i Straumsosen. En naturlig forventet utvikling i Straumsosen vil være tilnærmet oksygenfrie forhold i bunnvannet seinhøstes og fram til bunnvannsfornyningen neste vinter/tidlig vår.

Tarmbakterier

Det ble samlet inn overflatevannprøver som ble analysert for tarmbakterier helt inne i Vågen på stasjon A like ved plassering av nødoverløpet fra Våge renseanlegg, på stasjon 3 ved avløpet til renseanlegget og på stasjon 5 i Straumsosen (**figur 4 og 5**).

Det ble påvist henholdsvis 1, 6 og 0 *E. coli* bakterier pr 100 ml i prøven fra helt inne i Vågen, ved avløpet til Våge renseanlegg og i Straumsosen den 11. juli 2006. Disse resultatene tilsvarer tilstandsklasse I = "meget god" for alle tre stedene, og for helt inne i Vågen og Straumsosen tilsvarer dette den samme tilstanden som ble funnet høsten 2002 (Brekke m. fl. 2003). Resultatene mellom disse undersøkelsene er for så vidt ikke helt sammenlignbare da det tidligere ble utført analyser på hele gruppen av termostabile koliforme bakterier.

Næringsrikhet

Det ble samlet inn fem overflatevannprøver på stasjon 1 - 4 i og nord for Vågen og på stasjon 5 i Straumsosen, og disse ble analysert for næringsrikhet. Resultatene er vist i **tabell 2**. Prøver fra ett enkelt tidspunkt gir ikke grunnlag for tilstandsklassifisering etter SFT (1997), men kan brukes som indikasjoner på tilførsler. På alle stasjonene var konsentrasjonen av alle næringsstoffene lave tilsvarende tilstandsklasse I = "meget god" eller tilstandsklasse II = "god", noe som indikerer at en på prøvetakings-tidspunktet ikke hadde spesielle overflatevanntilførsler av næringssalter til prøvestedene. Selv helt inne

i Vågen og inne i Straumsosen, som i utgangspunktet kan karakteriseres som delvis innelukkede resipienter var næringssaltkonsentrasjonen lav, noe som indikerer god overflatevannutskifting. Utslippet nord for Vågen ligger så dypt at det ikke blir gjennomslag til overflaten. Forholdstallet mellom nitrogen og fosfor tyder ikke på spesielle tilførsler, og det meste av næringstilførslene skyldes trolig naturlig avrenning. Siktedypet var 8,5 meter innerst i Vågen (stasjon 1), 10 meter nord for Vågen (stasjon 4) og 7,5 meter i Straumsosen (stasjon 5) Dette tilsvarer tilstandsklasse I = "meget god" for stasjon 1 og 2 og tilstandsklasse II = "god" for Straumsosen.

Tabell 2. Overflatevannkvalitet på fem stasjoner fra Vågen (1 og 2), sjøområdet nord for Vågen (3 og 4) og Straumsosen (5) 11. juli 2006. Prøvene er hentet på en meters dyp, og de er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS. SFT-tilstand er makert i parentes.

PRØVESTED	Total-fosfor : g/l	Fosfat-fosfor : g/l	Total-nitrogen : g/l	Nitrat-nitrogen : g/l	N:P- forhold
1 = Innerst i Vågen	12 (II)	3 (I)	211 (I)	<20 (I-II)	17,6
2 = Midt i Vågen	12 (II)	2 (I)	152 (I)	<20 (I-II)	12,7
3 = Ved avløpet	15 (II)	4 (II)	160 (I)	<20 (I-II)	10,7
4 = 100 m fra avl.	12 (II)	3 (I)	167 (I)	<20 (I-II)	13,9
5 = Straumsosen	11 (I)	<2 (I)	159 (I)	<20 (I-II)	14,5

Sedimentkvalitet

Grabbhoggene fra **stasjon 1** inneholdt fulle grabber med 10 l og 12 l mykt, grått, mudderaktig, finkornet sediment (silt og leire) med 3-5 % skjellrester uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 3**). Fra **stasjon 2** inneholdt det første og andre grabbhogget henholdsvis ca 2 og 1 liter stein. Grabbhogg nr 3 og 5 inneholdt 3,5 l prøvemateriale bestående av grå, fast, luktfri skjellsand og ca 5 % grus. På **stasjon 3** inneholdt det første grabbhogget ca 1,5 liter grov skjellsand og småstein. Her ble det tatt ut prøve til sedimentanalyser. Grabbhogg nr 2 og 3 inneholdt 3,5l grå, fast og luktfri normalt grov skjellsand, herav ca 20 % sand og grus i grabbhogg nr 2. På **stasjon 4** inneholdt grabbhogg nr 1 8 l av en grågul, fast og luktfri blanding av ca 50 % normalt grov skjellsand, 45 % sand og 5 % småstein og grus. Grabbhogg nr 2 inneholdt 8 l av en lysgrå, fast og luktfri blanding av ca 45 % grov skjellsand, 5 % småstein og grus, 30 % sand og 20 % silt og leire. På **stasjon 5** inneholdt grabbhogget en full grabb av 12 l mykt, svart, mudderaktig sediment med sterk lukt av hydrogensulfid (**tabell 3**).

Nedbrytingsforholdene i sedimentet kan beskrives ved både surhet og elektrodepotensial. Ved høy grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet være surt og ha et negativt elektrodepotensial. Sedimentet i og utenfor Vågen hadde normal pH tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen. De fire stedene her ble klassifisert til tilstand 1 = upåvirket (**tabell 4**). Sedimentet i Straumsosen var imidlertid preget av akkumulering av organisk materiale. Her var sedimentet noe surere, og det var et negativt elektrodepotensial, noe som indikerer dårlige miljøforhold uten tilgang på oksygen til sedimentene. Sedimentet ble klassifisert til tilstand 2= "moderat påvirket".

Tabell 3. Beskrivelse av sedimentprøver fra Vågen (1 og 2), sjøområdet nord for Vågen (3 og 4) og Straumsosen (5) 11. juli 2006.

Stasjon replikant	1 = Innerst i Vågen		2 = Midt i Vågen		3 = Ved avløpet		4 = 100 m fra avl.		5 = Straumsosen
	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Grabbvolum (liter)	10	12 (full)	3,5	3,5	3,5	3,5	8	8	12 (full)
Bobling i prøve	Nei		Nei		Nei		Nei		Nei
H2S lukt	Nei		Nei		Nei		Nei		Ja
Skjellsand	3-5 %		Ja		Ja		50 %		Nei
Primær sediment	Nei		5 %		litt/Nei		5 %		Nei
Sand	Ja		Nei		litt/Nei		30-45 %		Nei
Silt/leire	Ja		Nei		Nei		0-20 %		Ja
Mudder	Ja		Nei		Nei		Nei		Ja
Beskrivelse av prøven	Full grabb med myk, grå, luktfri prøve bestående av silt og leire. 3-5 % skjellsand og skjellrester Mudderbunn. Homogen struktur.		3,5 liter normalt grov skjellsand, 5 % grus og litt småstein. Grov steinbunn i stasjonsområdet		3,5 liter normalt grov skjellsand, noe sand og grus samt noen småsteiner.		8 liter med ca 45 % normalt grov/grov skjellsand, 30-50 % sand, 20 % silt og leire, 5 % småstein og grus		Full grabb med svart, mudderaktig prøve. Homogen struktur. Sterk lukt av hydrogen-sulfid

Tabell 4. Resultater fra måling av surhet (pH) og elektrodepotensialet (Eh) i sediment i og utenfor Vågen og i Straumsosen den 11. juli 2006. Forholdet mellom pH og Eh er hentet fra standard MOM-figur (NS 9410). Ved prøvetaking var: pH sjøvann=7,89, Eh i sjøvann=356 mV, temperaturen i sjøvann =13,9 °C og temperaturen i sediment= 10,4.

Stasjon replikant	1 = Innerst i Vågen		2 = Midt i Vågen		3 = Ved avløpet		4 = 100 m fra avl.		5 = Straumsosen
	1	2	1	2	1	2	1	2	1
pH	7,49	7,40	7,62	7,58	7,66	7,68	7,56	7,64	7,35
Eh	55	52	300	175	375	305	230	205	-212
pH/Eh-tilstand	1	1	1	1	1	1	1	1	2

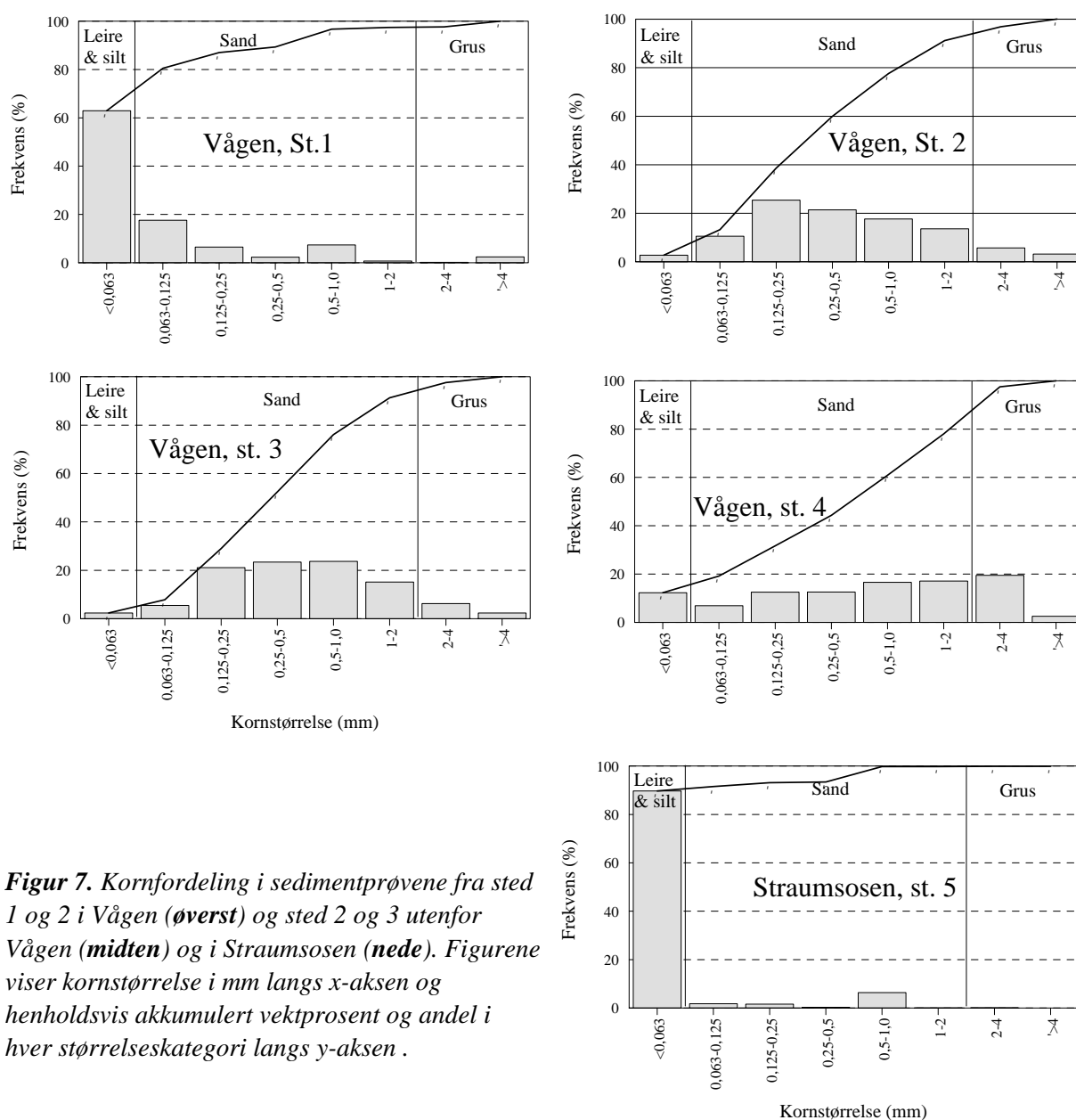
KORNFORDELING

Det ble tatt prøver for analyse av kornfordeling av de øverste 2-3 cm av sedimentet fra stasjonene 1 - 5 (**tabell 5, figur 7**). Resultatene viser at det var mest sedimenterende forhold ved stasjon 5 i Straumsosen og ved stasjon 1 innenfor terskelen innerst i Vågen. Henholdsvis 89,7 og 62,9 % av partiklene på vektbasis var leire og silt, og henholdsvis 10,2 og 34,5 % av partiklene på vektbasis var sand, og det var mest av de minste fraksjonene (under 0,25 mm). Dette samsvarer med de topografiske forholdene der det både innerst i Vågen og særlig i Straumsosen er tersklede dypbasseng med sedimenterende forhold og lite strøm. Særlig i Straumsosen er innholdet av pellitt (silt og leire) høyt, noe som indikerer svært stillestående vann og liten biologisk aktivitet i sedimentene. Stasjon 2 ligger nord for terskelen i Vågen, og stasjon 3 og 4

ligger i en skrånende bakke nedover i sundet mellom Lille Sotra og Færøy. På disse stedene kan en også forvente mer strøm enn på det dypeste helt inne i Vågen. Sedimentet var her mer grovkornet og inneholdt vesentlig mindre silt og leire enn stasjon 1 og 5 (henholdsvis 2,7 %, 2,4 og 12,3 %). Andelen sand var høy, og prøvene inneholdt også noe grus (**tabell 5**).

Tabell 5. Organisk innhold og andel leire + silt, sand og grus i sedimentet fra de fem stasjonene 1 - 5 i og utenfor Vågen og i Straumsosen 11. juli 2006. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

FORHOLD	1 = Innerst i Vågen	2 = Midt i Vågen	3 = Ved avløpet	4= 100m utenfor	5 = Straumsosen
Leire + silt i %	62,9	2,7	2,4	12,3	89,7
Sand i %	34,5	88,4	88,9	65,7	10,2
Grus i %	2,6	8,9	8,7	22,0	0,1



Figur 7. Kornfordeling i sedimentprøvene fra sted 1 og 2 i Vågen (øverst) og sted 2 og 3 utenfor Vågen (midten) og i Straumsosen (nede). Figurene viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen.

KJEMISKE ANALYSER

Resultatene av analyser av sediment fra de to stasjonene er vist i **tabell 6**. Sedimentprøvene ble analysert med hensyn på tørrstoff, glødetap, nitrogen og fosfor, mens innholdet av TOC og normalisert TOC ble beregnet (se metodekapitlet).

Tørrstoffinnholdet var lavt på stasjon 1 innerst i Vågen (28,6 %), noe som bekrefter at det her er sedimenterende forhold kombinert med en noe lavere nedbryting av organisk materiale og/eller at tilførslene er høyere enn nedbrytingsraten. Tørrstoffinnholdet var også svært lavt på stasjon 5 i Straumsosen (13,9 %), noe som bekrefter at det her nesten ikke er nedbryting av organisk materiale. Tørrstoffinnholdet var høyest i sedimentet på stasjon 2 - 4 lengre ute i og utenfor Vågen (henholdsvis 66,4 %, 60,7 og 55,0 %), hvilket skyldes at prøvene inneholdt vesentlig mer grovkornet materiale enn de to første. Glødetapet var tilsvarende høyt på stasjon 1 innerst i Vågen (20,6 %), svært høyt på stasjon 5 i Straumsosen (52,5 %) og lav på stasjon 2 - 4 lengre ute i Vågen og utenfor (henholdsvis 2,5 %, 3,6 og 5,8 % på sted 2 - 4). Sedimentet på stasjon 1 innerst i Vågen var kjennetegnet ved et relativt høyt innhold av organisk stoff, mens stasjon 2 - 4 lengre ute i Vågen og utenfor var kjennetegnet ved et relativt normalt innhold av organisk stoff. Sedimentet på stasjon 5 i Straumsosen var kjennetegnet ved et svært høyt innhold av organisk stoff, noe som indikerer svært dårlige nedbrytingsforhold.

Tabell 6. Sedimentanalyser fra stasjon 1 - 5 i og utenfor Vågen og i Straumsosen. Replikatene fra hver av stasjonene 1 - 4 ble slått sammen forut for analysen. På stasjon 5 ble det tatt bare en prøve. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

FORHOLD	Enhet	Metode	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5
Tørrstoff	%	NS 4764	28,6	66,4	60,7	55,0	13,9
Glødetap	%	NS 4764	20,6	2,53	3,60	5,81	52,5
TOC	mg/g	beregnet	82,4	10,1	14,4	25,2	210
Normalisert TOC	mg/g	beregnet	89,1	27,6	31,6	40,6	211,7
Total Fosfor	mg/g	Chem-133	1,4	0,9	0,5	0,7	1,5
Kjeldahl Nitrogen	g N/kg	Chem-201	7,7	0,5	0,6	1,8	13,3

Innholdet av (normalisert) TOC var 89,1 mg C/g på stasjon 1 innerst i Vågen, 27,6 mg C/g på stasjon 2 lengre ute i Vågen og henholdsvis 31,6 og 40,6 mg C/g på stasjon 3 og 4 utenfor Vågen i bakken nedover i sundet mellom Lille Sotra og Færøy. (**tabell 6**). I Straumsosen var innholdet av (normalisert) TOC hele 211,7 mg C/g på stasjon 5. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "meget dårlig" for stasjon 1 og 5, SFTs tilstandsklasse IV = "dårlig" for stasjon 4 og SFTs tilstandsklasse III = "Mindre god" for stasjon 2 og 3 med hensyn på innholdet av organisk karbon. (SFT 1997).

Innholdet av organisk nitrogen og fosfor forteller også noe om nedbrytingsforholdene og omfanget av tilførsler til sedimentet. Det ble målt en høy konsentrasjon av nitrogen på stasjon 1 innerst i Vågen og stasjon 5 i Straumsosen, med henholdsvis 7,7 og 13,3 mg N/g (tilsvarende g N/kg). Konsentrasjonen av nitrogen var lavere på stasjon 2 - 4 og lå mellom 0,5 og 1,8 mg N/g (**tabell 6**). Dette tilsvarer tilstandsklasse V = "meget dårlig" for stasjon 1 og 5 og tilstandsklasse I = "god" for stasjon 2 - 4 (SFT 1993). Innholdet av fosfor er vanligvis en del lavere enn innholdet av nitrogen, og det samsvarer godt med innholdet av disse på stasjon 1, 4 og 5, mens verdiene på stasjon 2 og 3 var mer likeverdige.

Bunnfauna

På stasjon 1 innenfor terskelen innerst i Vågen ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 200 individer fordelt på 28 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,68 som gir stedet tilstandsklasse II= "god" (**tabell 7**). Verdien for jevnhet var relativt høy (0,77), men et noe høyt individantall av skjellene *Thyasira sp.* (26 %) og *Corbula gibba* (19 %) ga en noe lavere jevnhet og diversitet i forhold til upåvirkede områder. Disse skjellene som dominerte faunaen her er typiske i noe forurensede/forstyrrede områder.

På stasjon 2 i det flatere partiet lengre ute i Vågen ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 405 individer fordelt på 63 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 4,80 som gir stedet tilstandsklasse I= "Meget god". Verdien for jevnhet var også høy, (0,80). Dette viser at den relativt høye diversiteten i stor grad kan tilskrives en jevn fordeling av individer mellom artene, hvilket er et "sunnhetstegn" for bunnfaunaen.

På stasjon 3 i bakken like nedenfor avløpet ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 208 individer fordelt på 52 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 4,75, som gir stedet tilstandsklasse I= "Meget god". Verdien for jevnhet var også høy, (0,83). Dette viser at den relativt høye diversiteten i stor grad kan tilskrives en jevn fordeling av individer mellom artene, hvilket er et "sunnhetstegn" for bunnfaunaen.

På stasjon 4 ca 100 m nedenfor avløpet, lengre nedover i bakken ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 342 individer fordelt på 57 arter. På denne stasjonen var de beregnede resultatene på diversitet og jevnhet svært ulike i de to parallelle prøvene. Dette skyldes høy tetthet av børstemarken *Spiophanes wigleyi* i grabb A. Dette bidrar til at jevnheten og diversiteten her blir lav. Samlet Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,65, som gir stedet tilstandsklasse II= "god". Diversiteten i prøve B alene var imidlertid 4,85 og dersom ikke *S. wigleyi* hadde dominert i prøve A, hadde diversiteten her også vært over 4.

Det ble ikke funnet dyr på stasjon 5 i Straumsosen.

Tabell 7. Antall arter og individer av bunndyr i de åtte grabbhoggene tatt i Vågen (stasjon 1 og 2) og i bakken nedover i sundet mellom Lille Sotra og Færøy (stasjon 3 og 4) 11. juli 2006, samt Shannon-Wieners diversitets-indeks, jevnhet (evenness), beregnet maksimal diversitet (H' -max) og SFT-tilstandsklasse. Enkeltresultatene er presentert i **vedleggstabell 1** bak i rapporten.

FORHOLD	1 = innerst i Vågen			2 = Midt i Vågen			3 = Ved avløpet			4 = 100 m fra avl.		
	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B
Antall arter	22	24	28	47	43	63	34	37	52	32	38	57
Antall individer	92	108	200	214	191	405	95	113	208	253	89	342
Shannon-Wiener, H'	3,37	3,63	3,68	4,52	4,57	4,8	4,27	4,51	4,75	2,57	4,85	3,65
Jevnhet, J	0,77	0,8	0,77	0,81	0,84	0,8	0,84	0,87	0,83	0,51	0,92	0,63
H' -max	4,39	4,52	4,75	5,55	5,43	5,98	5,09	5,21	5,7	5	5,25	5,83
SFT-tilstandsklasse	II	II	II	I	I	I	I	I	I	III	I	II

DISKUSJON

Resipientforholdene i og utenfor Vågen ble undersøkt like før oppstart av Våge renseanlegg 5. juli 2004 (Tveranger m. fl. 2004). Resipientforholdene i Straumsosen på stasjon 5 ble sist undersøkt i september 2003 (Brekke m. fl. 2003). Da ble også miljøforholdene på stasjon 1 innerst i Vågen undersøkt. Miljøforholdene i Vågen (stasjon 1) og i Straumsosen (stasjon 5) ble også undersøkt i januar 1999 (Johnsen 1999). Denne resipientundersøkelsen er primært en oppfølgende undersøkelse for å kartlegge eventuelle miljøeffekter av det nye utslippet utenfor Vågen to år etter oppstart samt å vurdere effekten av kloakksaneringen i Straumsosen to år etter saneringen.

Innerst i Vågen ligger det et lite dypvannsbasseng med en dybde på 24 m og en terskel på ca 13,5 m ca 250 m nord for det dypeste. Her vil en kunne forvente sedimenterende forhold, men ikke stagnerende vannmasser siden terskeldypet bare ligger ca 10 m over det dypeste stedet. I det relativt flate området nord for terskelen i Vågen og i den skrånende bakken fra utløpet av Vågen og nedover i sundet mellom Lille Sotra og Færøy vil en kunne forvente gode sediment- og utskiftingsforhold siden disse områdene ikke ligger bak noen terskler. Straumsosen er en tersklet resipient, og med en største dybde på 57 meter og en terskel på 17 meter kan det her fra naturens side forventes stagnerende forhold med periodevis redusert oksygeninnhold i dypvannet.

Sjiktning

Oksygeninnholdet innerst i Vågen på stasjon 1 var høyt med en oksygenmetning på over 100 % ned til 13,5 m dyp. Under dette avtok oksygeninnholdet fra 9,15 mg/l til 5,04 mg/l på 23 m dyp tilsvarende en oksygenmetning på 55 %. Profilen viste et stagnerende bunnvann og begynnende oksygenforbruk i dypvannet omtrent fra terskeldyp og nedover mot det dypeste i Vågen. Oksygeninnholdet i bunnvannet ble vurdert til å være SFT tilstandsklasse II= "god".

Ved undersøkelsen i juli 2004 var det god oksygenmetning helt til bunns, med 9,9 mg/l i overflaten, 10,5 mg/l på 3,7 m dyp og 7,7 mg/l ved bunnen på 23,5 m dyp tilsvarende en oksygenmetning ved bunnen på 82 %. Oksygeninnholdet i hele vannsøylen ble vurdert til å være SFT tilstandsklasse I= "meget god" (Tveranger m. fl. 2004). Ved undersøkelsen i september 2003 var det også et begynnende oksygenforbruk fra ca 15 m dyp og nedover til 23 m dyp. Oksygenmetningen i bunnvannet ble målt til 53% i Vågen, noe som tilsvarer SFT tilstandsklasse II="god" (Brekke m. fl. 2003).

Det er ikke noe fra naturens side som tilsier oksygenfrie forhold ved bunnen her siden det dypeste punktet i Vågen ligger bare litt mer enn 10 m dypere enn terskeldypet. I så grunne bassenger spiller også vinddrevet strøm inn på vannutskiftningen ved bunnen. Dersom en får lange perioder med stille og rolige værforhold om sommeren og utover høsten, vil sjiktningen fra terskeldypet og nedover kunne opprettholdes, og en får redusert oksygeninnholdet i bunnvannet. Noen dager med f. eks. nordavind vil kunne skape så pass turbulens at sjiktningen brytes ned, og en får utskifting til bunns i Vågen.

På stasjon 4 nord for Vågen var det god oksygenmetning helt til bunns, med 9,5 mg/l i overflaten og 7,4 mg/l ved bunnen på 72 m dyp tilsvarende en oksygenmetning på 79 %. Oksygeninnholdet i hele vannsøylen blir vurdert til å være SFT tilstandsklasse I= "Meget god". De samme forholdene ble funnet ved undersøkelsen i juli 2004 (Tveranger m. fl. 2004). Denne stasjonen ligger i et åpent og terskelfritt sjøområde hvor en hele året kan forvente gode oksygenforhold til bunns i resipienten.

I Straumsosen avspeilet sjiktningen at dette er en naturlig tersklet resipient der de nederste 30-35 m av vannsøylen er stagnerende bunnvann. Oksygeninnholdet falt gradvis nedover i dypvannslaget og var 3,61 mg/l ved bunnen tilsvarende en oksygenmetning på 38 %. Oksygeninnholdet i bunnvannet ble vurdert til å være SFT tilstandsklasse III= "mindre god". Profilen viste et stagnerende bunnvann og begynnende oksygenforbruk i dypvannet fra rundt 15 m dyp, dvs omtrent ved terskeldyp og nedover mot det dypeste i Straumsosen. En naturlig forventet utvikling i Straumsosen vil være tilnærmet oksygenfrie forhold i bunnvannet seinhøstes og fram til bunnvannsfornyningen neste vinter/tidlig vår. Slike forhold ble funnet ved undersøkelsen i september 2003 og i januar 1999. Da var det i praksis tilnærmet oksygenfritt under henholdsvis 30 og 40 meters dyp i Straumsosen. Oksygenmetningen i bunnvannet ble i 2003 målt til 11%, noe som tilsvarer SFT tilstandsklasse V="meget dårlig".

Forholdene i Straumsosens dypvann synes i 2006 å være tilsvarende som ved tidligere undersøkelser, noe som er å vente siden tidligere utslipp fremdeles vil ha effekt i sedimentet og dermed også på forholdene i dypvannet.

Næringsrikhet

På alle stasjonene 1 - 5 var konsentrasjonen av alle næringsstoffene i overflatevannet lave tilsvarende tilstandsklasse I = "meget god" eller tilstandsklasse II = "god", noe som indikerer at en på prøvetakingstidspunktet ikke hadde spesielle tilførsler av næringssalter til prøvestedene.

Ved prøvetakingen i 2003 lå verdiene av total fosfor og fosfat-fosfor innen tilstandsklasse II="god" for Vågen og IV="dårlig" for Straumsosen. Verdiene av total nitrogen og nitrat-nitrogen lå derimot innen tilstandsklasse I="meget god" for begge stedene. Forholdet mellom nitrogen og fosfor kan indikere opprinnelsen til ulike tilførsler, og forholdstallet N:P var 16 i Vågen, og omtrent 5 i Straumsosen. Forholdstallet mellom N:P og forskjellene i tilstandsklasser mellom fosfor og nitrogen viste at det var mye fosfor-rike tilførsler til Straumsosen i 2003. N:P-forholdet i Vågen tydet ikke på spesielle tilførsler her, og de litt forhøyede fosfor-verdiene kunne skyldes en årstidseffekt ved at prøvene ble tatt noe sent på høsten. Ved undersøkelsene i januar 1999 var også nivået av total fosfor høyt i Straumsosen tilsvarende SFT tilstandsklasse IV = "dårlig". Nivået av total fosfor i Vågen var lavt tilsvarende SFT tilstandsklasse I = "meget god".

Konsentrasjonen av total fosfor i Straumsosen var i juli 2006 vesentlig lavere enn ved undersøkelsene i 2003 og 1999. Nivået tilsvarte SFT tilstandsklasse I = "meget god" mot SFT tilstandsklasse IV = "dårlig" i 2003 og 1999. Denne markerte reduksjonen i de fosfor-rike tilførslene til Straumsosen, skyldes kloakksaneringen.

En betydelig reduksjon i fosfornivået i overflatevannet i Straumsosen siden 2003 viser at kloakksaneringen har hatt en positiv effekt på overflatevannkvaliteten i Straumsosen.

I Vågen indikerer ingen av målingene av fosfor i overflaten i perioden 1999 - 2006 noen spesielle overflatevanntilførsler. Nivået av fosfor har generelt vært lavt i hele perioden.

Sedimentkvalitet

Det var som forventet mest sedimenterende forhold ved stasjon 1 innerst i Vågen og på stasjon 5 i Straumsosen. I Vågen er det fra naturens side trolig noe moderate strøm- og utskiftingsforhold ved bunnen siden dypområdet ligger helt inne i en våg med en terskel utforbi. I Straumsosen er nok disse forholdene enda mer framtrepende i dypbassenget på grunn av den større avstanden mellom terskeldypet og maksimaldypet. Det ser man også på kornfordelingen på disse to stedene. Sedimentet var finkornet begge steder (henholdsvis 62,9 og 89,7 % silt/leire) og tørrstoffinnholdet var lavt (henholdsvis 28,6 og 13,9 %). Glødetapet var høyt innerst i Vågen og svært høyt i Straumsosen (henholdsvis 20,6 og 52,5 %) noe som indikerer sedimenterende forhold ved bunnen kombinert med en noe lavere nedbryting av organisk materiale og/eller at tilførslene er høyere enn nedbrytingsraten. Sedimentet på stasjon 5 i Straumsosen var kjennetegnet ved et svært høyt innhold av organisk stoff, noe som indikerer svært dårlige nedbrytingsforhold.

Glødetapet er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og en regner med at det vanligvis er 10 % eller mindre i sediment der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold. Innholdet av organisk karbon (normalisert TOC) var henholdsvis 89,1 og hele 221,7 mg C/g på stasjon 1 innerst i Vågen og stasjon 5 i Straumsosen. Dette tilsvarer SFT tilstandsklasse V = "meget dårlig" for begge steder (SFT 1997).

På stasjon 2 - 4 i de mer åpne og terskelfrie områdene lengre ute i Vågen og ved utløpet fra Våge renseanlegg, var det som forventet mye mindre sedimenterende forhold. Her er det bedre strøm-, utskiftings- og nedbrytingsforhold, noe som også sees på sedimentkvaliteten. Sedimentet var vesentlig mer grovkornet med en lavere andel silt og leire (henholdsvis 2,7 %, 2,4 og 12,3 %) og høyere andel sand og noe grus. Tørrstoffinnholdet var høyt, og glødetapet lavt. Innholdet av organisk karbon (normalisert) TOC var 27,6 mg C/g på stasjon 2 lengre ute i Vågen og henholdsvis 31,6 og 40,6 mg C/g på stasjon 3 og 4 utenfor Vågen i bakken nedover i sundet mellom Lille Sotra og Færøy. Dette tilsvarer SFT tilstandsklasse III = "mindre god" for stasjon 2 og 3 og SFT tilstandsklasse IV = "dårlig" for stasjon 4 (SFT 1997). SFTs tilstandsklassifisering for organisk innhold i sedimentene er imidlertid ikke uten videre brukbar. Det er vanskelig å forklare at sedimentkvaliteten skal være dårlig når glødetapet er som forventet naturtilstand, og alle andre undersøkte parametre for sedimentkvalitet og dyr på stasjon 2 - 4 også er gode. SFTs klassifisering av organisk innhold blir derfor ikke tillagt vekt i den videre vurderingen.

Ved undersøkelsen i 1999 ble det innerst i Vågen og i Straumsosen funnet et TOC-innhold (ikke normalisert) på henholdsvis 84,4 og 119 mg C/g (Johnsen 1999, **tabell 8**), og i 2003 ble det funnet et normalisert TOC-innhold på henholdsvis 84,5 og 134 mg C/g (Brekke m. fl. 2003). Ved undersøkelsene i 2004 ble det funnet et (normalisert) TOC-innhold på 90,6 mg C/g på stasjon 1 innerst i Vågen. Disse fire undersøkelsene samsvarer godt med hverandre når det gjelder sedimentkvalitet innerst i Vågen og viser at denne ikke har endret seg vesentlig her. I Straumsosen er det i hele perioden registrert et økende glødetap. Dette kan indikere en økning i ikke nedbrytbart materiale i perioden på grunn av dårlige omsetningsforhold, men det kan også skyldes tilfeldigheter ved prøvetakingen mellom hver gang siden alle verdiene er svært høye. Det virker noe underlig med en så pass sterk økning i glødetapet fra 2003 til 2006 ut fra at kloakksaneringen ble gjennomført ca 10 måneder etter undersøkelsen i 2003, og at den siste undersøkelsen er gjennomført 2 år etter kloakksaneringen. I henhold til SFT tilstandsklasse er sedimentkvaliteten tilstand V = "meget dårlig" både i Vågen og i Straumsosen i observasjonsperioden.

Ved undersøkelsen i 2004 ble det funnet et normalisert TOC- innhold på 27,6 mg C/g på stasjon 2 lengre ute i Vågen og henholdsvis 32,1 og 28,3 mg C/g på stasjon 3 og 4 utenfor Vågen i bakken nedover i sundet mellom Lille Sotra og Færøy. Den gode sedimentkvalitetet på de mer åpne og strømrrike stedene 2 - 4 er heller ikke forandret siden forrige undersøkelse.

Tabell 8. Sammenligning av sedimentkvalitet på de fem stedene i Vågen og i Straumsosen ved de fire undersøkelsene i 1999, 2003, 2004 og 2006.

PRØVESTED	Glødetap i %				TOC mg/g				Nitrogen g N/kg			
	1999	2003	2004	2006	1999	2003	2004	2006	1999	2003	2004	2006
Vågen, st. 1	21,1	21,1	20,4	20,6	84,4*	84,5	90,6	89,1	8	7	-	7,7
Vågen, st. 2	-	-	3,01	2,53	-	-	27,6	27,6	-	-	-	0,5
Vågen, st. 3	-	-	3,75	3,60	-	-	32,1	31,6	-	-	-	0,6
Vågen, st. 4	-	-	3,02	5,81	-	-	28,3	40,6	-	-	-	1,8
Straumsosen, st 5	25,8	33,5	-	52,5	119*	134	-	211,7	12	12,4	-	13,3

* Ikke normalisert

Innholdet av organisk nitrogen og fosfor forteller også noe om nedbrytingsforholdene og omfanget av tilførsler til sedimentet. Innholdet av nitrogen i sedimentet var høyt på stasjon 1 innerst i Vågen og stasjon 5 i Straumsosen, med henholdsvis 7,7 og 13,3 mg N/g. mens dette var lavere på stasjon 2 - 4 med mellom 0,5 og 1,8 mg N/g. Dette tilsvarer tilstandsklasse V = "meget dårlig" for stasjon 1 og 5 og tilstandsklasse I = "god" for stasjon 2 - 4 (SFT 1993).

Innholdet av organisk nitrogen er tidligere bare målt på stasjon 1 og 5. Ved undersøkelsen i 2003 ble det målt henholdsvis 7 og 12,4 mg N/g i sedimentet, hvilket tilsvarer SFT tilstandsklasse IV = "dårlig for Vågen og V="meget dårlig" for Straumsosen (Brekke m. fl. 2003, **tabell 8**). Ved undersøkelsen i 1999 var nivået av nitrogen i sedimentet i Vågen og Straumsosen henholdsvis 8 og 12 mg N/g i sedimentet, hvilket tilsvarer SFT tilstandsklasse V = "meget dårlig" (Johnsen 1999). Nedbrytingsforholdene i sedimentene er begge steder tilnærmet uforandret i de siste syv årene.

Sedimentet på stasjon 1 - 4 i og utenfor Vågen hadde normal pH tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen. Dette ser en også av elektrodepotensialet, som på alle stasjonene viste positive verdier. Sedimentet på alle stasjonene ble klassifisert til tilstand 1 = "upåvirket" i henhold til NS 9410. Dette indikerer at det også helt innerst i Vågen ikke oppstår oksygenfrie forhold. Sedimentet i Straumsosen var imidlertid preget av akkumulering av organisk materiale. Her var sedimentet surere, og det var et negativt elektrodepotensial, noe som indikerer dårlige miljøforhold uten tilgang på oksygen til sedimentene. Sedimentet ble klassifisert til tilstand 2= "moderat påvirket". Disse forholdene samsvarer med tidligere undersøkelser.

Bunnfauna

På **stasjon 1** innenfor terskelen innerst i Vågen, ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 200 individer fordelt på 28 arter på tilsammen 0,2 m². Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,68 som gir stedet tilstandsklasse II= "god". Verdien for jevnhet var relativt høy (0,77). Ved undersøkelsen i 2004 ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 373 individer fordelt på 31 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 2,78 som gir stedet tilstandsklasse III= "mindre god" (**tabell**

9). Verdien for jevnhet var relativ lav (0,56).

Ved bunndyrundersøkelsen i 1999 og 2003 ble det tatt to grabbhogg med den lille grabben, som til sammen dekker et bunnareal på 0,056 m². Ved undersøkelsen i 1999 ble det funnet 97 individer fordelt på 18 arter, og ved undersøkelsen i 2003 ble det funnet 64 individer fordelt på 13 arter (**tabell 9**). Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til henholdsvis 3,09 og 2,29, noe som i 1999 ga stedet tilstandsklasse II= "god" og i 2003 tilstandsklasse III= "mindre god". Det må understrekes at den utførte prøvetakingen i 1999 og 2003 ikke ble utført med hensyn på å beskrive tetthet av bunndyr i detalj, men resultatene ble brukt som indikator for å beskrive forhold som også ble undersøkt på andre måter. SFTs klassifikasjonssystem ble benyttet i vurderingen av resultatene.

Bunndyrundersøkelsen i 2004 og 2006 er tatt med den store grabben og dekker tilsammen et areal på 0,2 m², og er utført i samsvar med NS 9423. Denne gir således et mer korrekt bilde av faunasammensetningen i forhold til de to andre undersøkelsene, da disse bare dekker ¼ av arealet fra de to siste undersøkelsene. En samlet vurdering av alle fire undersøkelsene tilsier likevel at undersøkelsen i 1999 og 2006 viste en noe bedre kvalitet på dyresamfunnet, da undersøkelsene i 2003 og 2004 var dominert av arter som forekommer i noe forurensede/forstyrrede områder (bl.a. børstemakkene *Pseudopolydora paucibranchiata*, *Chaetozone setosa*, *Heteromastus filiformis*, og skjellet *Thyasira sp.*). Disse artene var i mindre grad til stede ved undersøkelsen i 1999. Ved undersøkelsen i år var det bare noen få individer tilstede av børstemakken *Pseudopolydora paucibranchiata*. De andre to børstemakkene var fraværende, men skjellet *Thyasira sp.* var fremdelse tilstede i et visst antall.

Undersøkelsen i år indikerer således en miljøforbedring siden 2004 med hensyn på faunasammensetningen inne i Vågen. De bedre miljøforholdene i år kan skyldes noe mindre tilførsler, men kan like gjerne skyldes naturlige variasjoner i dette miljøet. I delvis tersklede og enkelte tersklede områder er det relativt vanlig å se slike svingninger uten at disse har noen bestemt årsakssammenheng, dvs at de kan kobles opp mot tilstedeværelsen eller fravær av organiske utslipp. Ved utslipp over terskeldyp i en delvis tersklet eller tersklet resipient vil f. eks mesteparten av de større partiklene sedimentere rundt avløpet og bli omsatt der, mens mesteparten av svevepartiklene blir spredt via overflatevannet og ut forbi terskelen med tidevannet. Miljøet i dyppartiet kan imidlertid variere mellom år, bl.a. på grunn av naturlige svingninger i tilført organisk materiale fra f. eks algeproduksjonen i området. Høst- og vintersormer kan også føre døende tang og tare utenfra og inn i tersklede områder.

Den rikeste faunaen ble funnet på **stasjon 2** i det flate og utersklede området nord i Vågen og på **stasjon 3** i bakken rundt avløpet fra Våge rensestasjon. Det ble til sammen i de to parallelle prøvene funnet henholdsvis 405 og 208 individer fordelt på henholdsvis 63 og 52 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til henholdsvis 4,80 og 4,75, som gav stasjon 2 og 3 tilstandsklasse I= "Meget god". Verdien for jevnhet var også høy, (henholdsvis 0,80 og 0,83). Dette viser at den relativt høye diversiteten i stor grad kan tilskrives en jevn fordeling av individer mellom artene, hvilket er et "sunnhetstegn" for bunnfaunaen.

Ved undersøkelsen i 2004 ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet henholdsvis 176 og 235 individer fordelt på henholdsvis 53 og 70 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til henholdsvis 4,66 og hele 5,42 som gir stasjon 2 og 3 tilstandsklasse I= "Meget god". Verdien for jevnhet var også høy, (henholdsvis 0,81 og 0,88).

En ser at det ble funnet et noe høyere artsantall på stasjon 2 i 2006 enn i 2004, mens dette var motsatt på stasjon 3 rundt avløpet (**tabell 9**). Diversiteten var som følge av dette også noe lavere på stasjon 3 i 2006 enn i 2004. En reduksjon i antall arter og en lavere diversitet på stasjon 3 i 2006 i forhold til 2004 indikerer trolig ikke en begynnende påvirkning fra utslippet på bunnfaunaen rundt avløpet, fordi de fleste

av de artene som var til stede på stasjon 3 i 2006 også var til stede i 2004, og ingen av de artene som indikerer noe forurensete forhold var til stede i noe særlig grad. Verdien for jevnhet var også nokså lik mellom de to undersøkelsene. Variasjonene som en fant på stasjon 2 og 3 i de to undersøkelsene skyldes trolig tilfeldigheter ved prøvetaking, og ikke noen endring i miljøforhold.

Tabell 9. Antall arter, antall individer og Shannon-Wiener diversitetsindeks på de fem stedene i Vågen og i Straumsosen ved de fire undersøkelsene i 1999, 2003, 2004 og 2006. SFT tilstanden er markert i parentes. Det ble ikke funnet dyr i Straumsosen i perioden.

Sjøområde	Antall arter				Antall individ				Diversitetsindeks			
	1999	2003	2004	2006	1999	2003	2004	2006	1999	2003	2004	2006
Vågen, st. 1	18	13	31	28	97	64	373	200	3,09 (II)	2,29 (III)	2,78 (III)	3,68 (II)
Vågen, st. 2	-	-	53	63	-	-	176	405	-	-	4,66 (I)	4,80 (I)
Vågen, st. 3	-	-	70	52	-	-	235	208	-	-	5,42 (I)	4,75 (I)
Vågen, st. 4	-	-	65	57	-	-	888	342	-	-	2,35 (III)	3,65 (II)
Straumsosen, st. 5	-	-	-	-	-	-	-	-	- (V)	- (V)	-	- (V)

På **stasjon 4** ca 100 m nedenfor avløpet, ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 342 individer fordelt på 57 arter. Samlet Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,65, som gav stedet tilstandsklasse II= "god". Ved undersøkelsen i 2004 ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet hele 888 individer fordelt på 65 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble kun beregnet til 2,35, hvilket er lavt, og som gav stedet tilstandsklasse III= "mindre god".

Ved undersøkelsen i 2004 ble det i begge parallellene funnet eit høyt individantall av børstemarken *Spiophanes wigleyi* (henholdsvis 70 og 71 % av individantallet). Dette bidrog til at jevnheten ble lav (0,36). Ved undersøkelsen i 2006 ble det også funnet et høyt individantall av nevnte børstemark i første parallell (63 %), noe som dro diversiteten og jevnheten ned til henholdsvis 2,57 og 0,51. I den andre parallellen var ikke denne arten tilstede i nevneverdig grad, noe som ga en diversitet og jevnhet på henholdsvis 4,85 og 0,92.

S. wigleyi er ikke noen veldig typisk "forurensningsindikator". Arten hører imidlertid til en familie av børstemark som inneholder mange opportunistiske arter, og disse kan raskt dra fordel av et organisk anriket sediment. For to år siden var dominansen enda større i begge parallelle prøvene, så sammenlignet med den gang synes lokaliteten mindre påvirket av organisk anrikning i dag. Bunnnyrsamfunnet på dette stedet er et klassisk eksempel på at diversitet er et dårlig mål på miljøtilstand i prøver med mange arter, men hvor svært mange av individene tilhører en art. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling av individene, mens mange arter viser at det er gode miljøforhold. Det ble funnet henholdsvis hele 65 og 57 arter ved de to undersøkelsene (**tabell 9**), og ingen av artene er typiske representanter for belastede områder. Vurdert under ett er således dyresamfunnet på dette stedet egentlig "meget godt" ved begge undersøkelsene.

Ved vurdering av miljøforholdene vil en i slike tilfeller legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er til stede enn på diversitet.

En sammenligning med tidligere undersøkelser viser at kvaliteten på dyresamfunnet på stasjon 2 - 4 midt i og utenfor Vågen har **svært gode forhold** for bunnlevende dyr, og den varierte og mangfoldige bunnfaunaen og klassifisering av miljøtilstand basert på dette, samsvarer med de observerte normale pH-

verdier med tilhørende elektrodepotensial. Dette tilsvarer friske og oksygenrike forhold ved bunnen, uten noen som helst overbelastning av organiske tilførsler, men det samsvarer ikke med den dårlige klassifisering av sedimentkvalitet basert på organisk innhold tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = "mindre god" for stasjon 2 og 3 og tilstandsklasse IV = "dårlig" for stasjon IV. I SFTs klassifisering av TOC fra 1997 er det satt strengere krav enn for klassifiseringen fra 1993, noe som altså kan synes å gi svært så avvikende resultater i forhold til helhetsinntrykket. SFT-klassifiseringen for organisk innhold vil derfor ikke bli tillagt noen særlig vekt. Innholdet av TOC i sedimentet er mer et uttrykk for det organiske innholdet i sedimentet, enn som en indikasjon på kvaliteten på dyresamfunnet.

På **stasjon 5 i Straumsosen** ble det ikke funnet dyr verken i år eller ved undersøkelsene i 1999 og 2003.

Konklusjon

Den foretatte undersøkelsen representerer et tidsbilde to år etter oppstart av Våge renseanlegg og to år etter kloakksaneringen i Straumsosen. Innholdet av tarmbakterier i overflatevannet innerst i Vågen, ved avløpet til det nye rensanlegget nord for Vågen og i Straumsosen tilsvarer tilstandsklasse I = "meget god". Innholdet av næringssaltene (fosfat og nitrogen) i overflatevannet tilsvarte tilstandsklasse I = "meget god" eller II = "god" på alle stasjoner. Sedimentkvaliteten i dypområdene var finkornet og dårligst i Straumsosen og helt inne i Vågen. Kvaliteten på dyresamfunnet i Vågen ble vurdert til å være "god", mens det ikke ble funnet dyr i Straumsosen. Dypområdet her kan karakteriseres som dødt og helt uten liv, noe som ligger nær opp til naturtilstand og også er å vente ut fra de store tidligere tilførslene, som ennå ventes å ha effekt i årene som kommer.

I de mer åpne og terskelfrie områdene nord i Vågen og ved det nye utslippspunktet fra Våge renseanlegg ved utløpet av Vågen og videre nedover i bakken i sundet mellom Lille Sotra og Færøy, var sedimentkvaliteten mye mer grovkornet, og det organiske innholdet var lavt. Kvaliteten på dyresamfunnet ble klassifisert til "meget god" på stasjon 2 og 3 og "god" på stasjon 4, noe som skyldtes en dominans av børstemakken *Spiophanes wigleyi* på sistnevnte stasjon. Det ble her funnet hele 57 arter, og ingen av artene er typiske representanter for belastede områder. Vurdert under ett er således dyresamfunnet på dette stedet egentlig også "meget god".

Miljøtilstanden er ikke vesentlig endret inne i Vågen eller utenfor siden forrige undersøkelse i 2004. Det kan ikke dokumenteres noen negativ effekt av utslippet fra Våge renseanlegg to år etter oppstart. Kloakksaneringen i Straumsosen har medført en reduksjon av nivået av fosfor i overflatevannet i forhold til nivået i 1999 og 2003. Den dårlige miljøtilstanden i sedimentet er imidlertid uforandret.

REFERANSER

BREKKE, E., G.H. JOHNSEN & B. TVERANGER 2003.

Undersøkelser av tre marine resipienter i Fjell kommune 2003
Rådgivende Biologer AS Rapport nr 670, 21 sider, ISBN 82-7658-227-3.

HANSEN, P.K., A. ERVIK, J. AURE, P. JOHANNESSEN, T. JAHNSEN, A. STIGEBRANDT & M. SCHAANNING 1997.

MOM - Konsept og revidert utgave av overvåkningsprogrammet. 1997
Fisken og Havet nr 5, 55 sider.

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.

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

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.
SFT Veiledning 97:03. TA-1467/1997.

NORSK STANDARD NS 9410

Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. 1. utgave mars 2000.

NORSK STANDARD NS 9422

Vannundersøkelse. Retningslinjer for sedimentprøvetaking i marine områder.

NORSK STANDARD NS 9423

Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublittoral bløtbunnsfauna i marint miljø.

RYGG, B. & I. THÉLIN 1993.

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av organiske stoffer.
SFT Veiledning 93:05. TA-925/1993.

SHANNON, C.E. & W. WEAVER 1949.

The mathematical theory of communication.
University of Illinois Press, Urbana, 117 s.

STIGEBRANDT, A. 1992.

Beregning av miljøeffekter av menneskelige aktiviteter.
ANCYLUS, rapport nr. 9201, 58 sider.

TVERANGER, B., G. H. JOHNSEN & E. BREKKE 2004.

Resipientundersøkelse i Vågen i Fjell kommune.
Rådgivende Biologer AS, rapport 747, 23 sider.

VEDLEGGSTABELL FAUNA

Vedleggstabell 1. Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene på to stasjoner i Vågen, og to stasjoner utenfor Vågen 11. juli 2006. Prøvene er hentet ved hjelp av en 0,1 m² stor van Veen Grabb, og det ble tatt to parallelle prøver hvert sted (A og B). Prøvetakingen dekker dermed et samlet bunnareal på 0,2 m² på hvert sted. Prøvene er sortert av Christine Johnsen, og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

ART/GRUPPE	1 = Innerst i Vågen			2 = Midt i Vågen			3 = Ved avløpet			4 = 100 m fra avl.		
	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B
ANTHOZOA - Nesledyr												
<i>Acaulis primarius</i>	1	2	3									
<i>Edwardsia</i> sp.	2	1	3	2	10	12						
<i>Cerianthus loydii</i>	1	1	2	8	7	15	2	3	5			
<i>Phoronis muelleri</i>				1		1						
<i>Virgularia mirabilis</i>	1	2	3	1	1	2						
NEMERTINEA - Flatmakk												
<i>Nemertinea</i> spp.				2		2	1	3	4		1	1
SIPUNCULIDA												
<i>Phascolion strombi</i>				2		2		1	1		1	1
POLYCHAETA - Flerbørstemakk												
<i>Harmothoe</i> sp.				6	9	15	1		1		3	3
<i>Pholoe inornata</i>							1	1	2		3	3
<i>Sthenelais limicola</i>		2	2									
<i>Anaitides groenlandica</i>	3	3	6									
<i>Anaitides mucosa</i>		2	2									
<i>Pseudomystides limbata</i>								1	1			
<i>Sige fusigera</i>							1		1			
<i>Eteone longa</i>	1	2	3	1		1		2	2			
<i>Glycera lapidum</i>				9	7	16	5	5	10	4	7	11
<i>Glycera alba</i>		1	1									
<i>Goniada maculata</i>					4	4		2	2	2		2
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	1		1									
<i>Kefersteinia cirrata</i>								1	1		5	5
<i>Neiremyra punctata</i>					1	1						
<i>Exogone naidina</i>					1	1						
<i>Exogone hebes</i>								1	1			
<i>Sphaerosyllis hystrix</i>				1	3	4	1		1			
<i>Nereis zonata</i>	1	1	2	3	1	4						
<i>Ophryotrocha</i> sp.				1		1						
<i>Protodorvillea kefersteini</i>								1	1			
<i>Schistomeringos caeca</i>											1	1
<i>Apistobranchnus tullbergi</i>					1	1						
<i>Hyalinoecia tubicola</i>								2	2			
<i>Lumbrineris</i> sp.				2	7	9	2	1	3	18	5	23
<i>Aricidea</i> sp.										2	1	3
<i>Laonice</i> sp.											1	1
<i>Aonides pausibranchiata</i>				1	7	8	1		1			
<i>Spio filicornis</i>	3	6	9									
<i>Polydora caeca</i>				10		10						
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	3	1	4	5	5	10						
<i>Pseudopolydora pulchra</i>					1	1						
<i>Prionospio cirrifera</i>		4	4	40	30	70	17	26	43	5		5
<i>Prionospio malmgreni</i>		2	2									

<i>Spiophanes wigleyi</i>				1		1	11	6	17	159	5	164
<i>Scolelepis tridentata</i>	1	1	2	5	11	16	1	4	5			
<i>Arenicola marina</i>											1	1
<i>Chaetozone setosa</i>				7	4	11	4	5	9	3	6	9
<i>Cirratulus cirratus</i>				1	1	2	1	2	3			
<i>Tharyx sp.</i>					1	1					4	4
<i>Macrochaeta clavicornis</i>					1	1						
<i>Scalibregma inflatum</i>	7	12	19		1	1	1		1		1	1
<i>Ophelina acuminata</i>	10	8	18									
<i>Scoloplos armiger</i>	1		1	9	2	11						
<i>Orbinia norvegica</i>								1	1			
<i>Heteromastus filiformis</i>				2	5	7						
<i>Notomastus latericeus</i>							2	6	8	2	6	8
<i>Capitella capitata</i>	1	2	3									
<i>Myriochele oculata</i>				12	6	18						
<i>Owenia fusiformis</i>				33	18	51	1	4	5		1	1
<i>Praxillella affinis</i>					1	1		2	2	2		2
<i>Euclymene cylindricaudata</i>											1	1
<i>Leichone clypeata</i>				1		1	1		1			
<i>Pectinaria koreni</i>	3	4	7									
<i>Ampharete lindstroemi</i>										2		2
<i>Amphicteis gunneri</i>											1	1
<i>Sabellides octocirrata</i>								1	1		3	3
<i>Eclysippe vanelli</i>										1		1
<i>Lysippides fragilis</i>					1	1				3	3	6
<i>Amythasides macroglossus</i>											1	1
<i>Lanice conchylega</i>								5	5	2		2
<i>Terebellides stroemi</i>	3	1	4								1	1
<i>Trichobranchus roseus</i>											1	1
<i>Amphitrite cirrata</i>								6	6			
<i>Scionella lornensis</i>				1	4	5						
<i>Phisidia aurea</i>				1		1						
<i>Paramphitrie tetrabanchia</i>							1	1	2	4		4
<i>Eupolymnia nesidensis</i>				4	1	5		1	1			
<i>Polycirrus norvegicus</i>				2		2	12		12	1		1
<i>Thelepus cincinnatus</i>							9	4	13	5	2	7
<i>Chone sp.</i>				1	10	11		1	1	7		7
<i>Jasmineira caudata</i>	4		4	10	12	22		4	4		1	1
<i>Jasmineira candela</i>				3	1	4						
<i>Sabellidae sp.</i>				1		1				1		1
<i>Potamilla sp.</i>										1	1	2
<i>Euchone sp.</i>				2		2				1	1	2
<i>Hydroides norvegica</i>				3	2	5						
MOLLUSCA - Bløtdyr												
<i>Chaetoderma sp.</i>											2	2
<i>Lunatia alderi</i>							1		1			
<i>Philine scabra</i>	2	3	5									
<i>Nucula nitidosa</i>										3	2	5
<i>Chlamys striata</i>								1	1			
<i>Thyasira spp.</i>	25	26	51	1	1	2					3	3
<i>Mya truncata</i>					2	2						
<i>Venus ovata/casina</i>				2	2	4		2	2	1		1
<i>Abra nitida</i>							1		1			
<i>Lima sulcata</i>										3		3
<i>Yoldiella frigida</i>							3		3	1		1
<i>Corbula gibba</i>	17	20	37									
<i>Antalis enteale</i>				1		1	1		1	1		1

CRUSTACEA - Krepssdyr												
<i>Nebalia bipes</i>										1		1
<i>Apseudes spinosus</i>											1	1
<i>Caprellidae sp.</i>							1		1			
<i>Flabellifera sp.</i>			1	1	2	2	2	4	4			4
<i>Lysianassidae sp.</i>			3		3							
<i>Ampelisca sp.</i>			6	4	10	1	1	2	10	7		17
<i>Westwoodilla caecula</i>			1		1	2	2	4				
<i>Atylus vedlomensis</i>				1	1	1	1	2	1			1
<i>Cheirocratus sundevalli</i>			2		2						1	1
<i>Eriopisa elongata</i>										2		2
<i>Amphipoda sp.</i>							1	1	1			1
<i>Pagurus bernhardus</i>			1		1							
ECHINODERMATA - Pigguder												
<i>Amphiura filiformis</i>			1		1				1			1
<i>Amphiur chiajei</i>				1	1							
<i>Ophiopholis aculeata</i>										1		1
<i>Ophiura sp. juv.</i>			1		1			1				
<i>Echinocardium sp.</i>	1		1									
<i>Echinocyamus pusillus</i>				1	1							
<i>Thyone raphanus</i>				1	1			1				
<i>Holothuroidea sp.</i>										1		1
<i>Lapidoplax buski</i>			1					4	1	1		2
Antall individer	92	108	200	214	191	405	95	113	208	253	89	342
Antall arter	22	24	28	47	43	63	34	37	52	32	38	57
Diversitet, H'	3,37	3,63	3,68	4,52	4,57	4,80	4,27	4,51	4,75	2,57	4,85	3,65
H' max	0,77	0,80	0,77	0,81	0,84	0,80	0,84	0,87	0,83	0,51	0,92	0,63
Pielou's Jevnhet (J)	4,39	4,52	4,75	5,55	5,43	5,98	5,09	5,21	5,70	5,00	5,25	5,83

