



Kristiansund kommune

Miljøundersøkelser i sjøområdene

Beskrivelse av
resipienten Bolgsvaet,
avløpsdisponering og
miljøtilstand 2005



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

INNHALDSFORTEGNELSE

Innholdsfortegnelse	Side 49
Sammendrag Bolgsvaet	Side 50
Resipienten Bolgsvaet	Side 51
Prøvetaking i Bolgsvaet 2005	Side 53
Miljøtilstand Bolgsvaet	Side 54
Siktedyp	Side 54
Sjiktning og hydrografi	Side 54
Innlagringsdyp for utslipp	Side 54
Vannkvalitet - næringsrikhet	Side 55
Sedimentkvalitet	Side 57
Tungmetaller og organiske miljøgifter i sedimentet	Side 59
Bunnfauna	Side 60
Miljøgifter i organismer	Side 62
Enkel strandsoneanalyse	Side 64
Bolgsvaet og EUs vanndirektiv	Side 65
Vurdering av tilstand og utvikling	Side 66

SAMMENDRAG BOLGSVAET

Rådgivende Biologer AS har i 2005 gjennomført en resipientundersøkelse av Bolgsvaet. Bolgsvaet avgrenser kommunen mot sør. Dette er egentlig en sidearm til Bremsnesfjorden som går i retning øst, og som går over til et relativt trangt og smalt sund (Omsundet) mellom Nordlandet og Frei. Dette sjøområdet ligger mer innestengt og har nok mer avgrensede utskiftingsforhold enn de to som er beskrevet ovenfor.

Det er ikke tidligere utført en tilsvarende undersøkelse som denne, men kvaliteten på sedimentet og dyresamfunnet er undersøkt en gang tidligere i 1991 (Botnen m. fl 1991). Hovedkilden for tilførsler av miljøgifter er den generelle industrielle aktiviteten i sjøområdene i Kristiansund i de siste 200 år og spredning fra utslipp fra f. eks Vågen og Havebassenget. Det er også grunn til å tro at den store industrielle aktiviteten tilknyttet Vestbasen også representerer en bidragsyter.

Utslippene fra de to renseanleggene RA 6 og 7 vil vinterstid ha gjennomslag til overflaten, men vil samtidig fort bli sterkt fortynnet. Sommerstid vil de innlagres like oppunder overflatesjiktet, og det vil gå noe lenger tid og avstand før de er tilsvarende fortynnet. Uansett vil utslippene bli ført bort fra avløpspunktene, og i liten grad påvirke nærliggende sjøområder på grunn av den store fortynningen.

Vinteren og sommeren 2005 ble det samlet inn vannprøver fra to dyp ved utslippet fra RA 7, og i juni 2005 ble det foretatt en omfattende undersøkelse av miljøforholdene på en stasjon ved det dypeste i Bolgsvaet. Følgende forhold ble undersøkt: Oksygeninnholdet i vannsøylen, både fysisk og kjemisk sedimentkvalitet, innhold av miljøgifter i sedimentet og bunnfauna. I tillegg ble det foretatt en beskrivelse av strandsonen på en lokalitet ut mot Bolgsvaet vest for Vestbasen, samt undersøkt miljøgifter i albuesnegl i strandsonen. Det ble også foretatt fiske etter flatfisk og torskefisk ved Vikaholmflua, som ble undersøkt for innhold av miljøgifter både i fiskekjøtt og i lever.

Bolgsvaet hadde samlet sett i 2005 "*moderat økologisk status*", ut fra nivået av organiske miljøgifter i sedimentet ved det dypeste. I Bolgsvaet forøvrig er det generelt gode miljøforhold, noe som avspeiler seg i tilfredsstillende vannkvalitet, normal plante- og faunastruktur i strandsonen og relativt lite av tungmetaller i sediment på en stasjon og i albuesnegl på en lokalitet. Sedimentet var imidlertid en del påvirket av organiske miljøgifter tilsvarende SFTs tilstandsklasse III= "markert forurenset" for nivået av PAH-stoffer og SFTs tilstandsklasse IV= "sterkt forurenset" for nivået av TBT. Lever og muskel i flatfisk og torskefisk er også lite påvirket av miljøgifter. Bunnfaunaen og faunastrukturen på det dypeste i Bolgsvaet indikerer også gode miljøforhold.

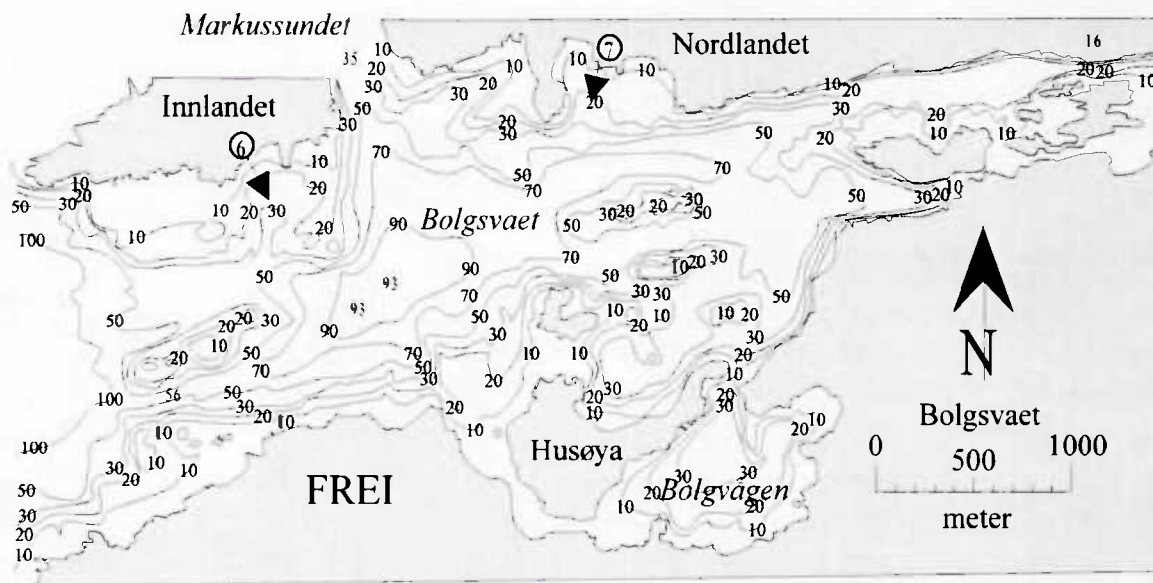
Denne undersøkelsen gir bare en indikasjon på nivåene av tungmetaller og organiske miljøgifter ved det dypeste i resipienten, der slike tilførsler på sikt vil akkumuleres. En kan imidlertid ikke si noe om eventuell lokal påvirkningsgrad fra den store aktiviteten tilknyttet Oljebasen Vestbase.

RESIPIENTBESKRIVELSE BOLGVAET

Bolgsvaet avgrensner kommunen mot sør. Dette er egentlig en sidearm til Bremsnesfjorden som går i retning øst, og som går over til et relativt trangt og smalt sund (Omsundet) mellom Nordlandet og Frei (**figur 2.1**). Dette sjøområdet ligger mer innestengt og har nok mer avgrensede utskiftingsforhold enn de to som er beskrevet ovenfor.

Selve Bolgsvaet er ca 80 - 90 m dypt og relativt flatt (**figur 2.1**), og tidligere undersøkelser har vist at bunnforholdene domineres av finkornet sediment (silt og leire). Mot vest grunnnes dette dypområdet oppover, med en ca 55 m dyp og smal terskel mellom Frei og Innlandet, før det dybdes nedover mot vest til over 100 m dyp i Bremsnesfjorden. Hoveddybden i sundet mellom Frei og Innlandet rundt terskelen ligger mellom 30 - 50 m dyp, og midt i sundet ligger en liten øst - vestgående rygg med dybder opp mot 4 m dyp. Bolgsvaet kan som resipient således sees på som en lukket sidearm til en fjord og ikke noe gjennomgående strømsund siden det bare er en smal og grunn vannpassasje mot øst (Omsundet). Dypområdene ligger bak en terskel mot vest, hvis dybde er slik at vannskiktet mellom 65 - 90 m ligger innestengt bak en lokal terskel. Samtidig er sundet inn til Bolgsvaet så bredt og dypt at det trolig sjelden vil perioder med dårlige oksygenforhold til bunns i Bolgsvaet. Bolgsvaet har således trolig god kapasitet til å kunne motta organisk materiale uten at miljøet blir synlig påvirket.

De kommunale utslippene RA 7 Løkkemyra (3282 PE) og RA 6 Jonassenskjærva (660 PE) munner ut mot Bolgsvaet på 20 og 25 m dyp. Disse utslippene foregår på et dyp som ligger betydelig over terskeldyp, og som således ligger i tilknytning til sjøområder med god vannutskifting. Fra hvert utslippssted dybdes det relativt moderat nedover der en må 300 - 500 m ut fra utslippene før det blir dypere enn 60 m.



Figur 2.1. Bolgsvaet, med utslipp fra de to rensenanleggene RA 6 Jonassenskjærva og RA 7 Løkkemyra, samt Frei kommune i sør.

Tabell 2.1. Arealer og volumer av resipienten Bolgsvaet.

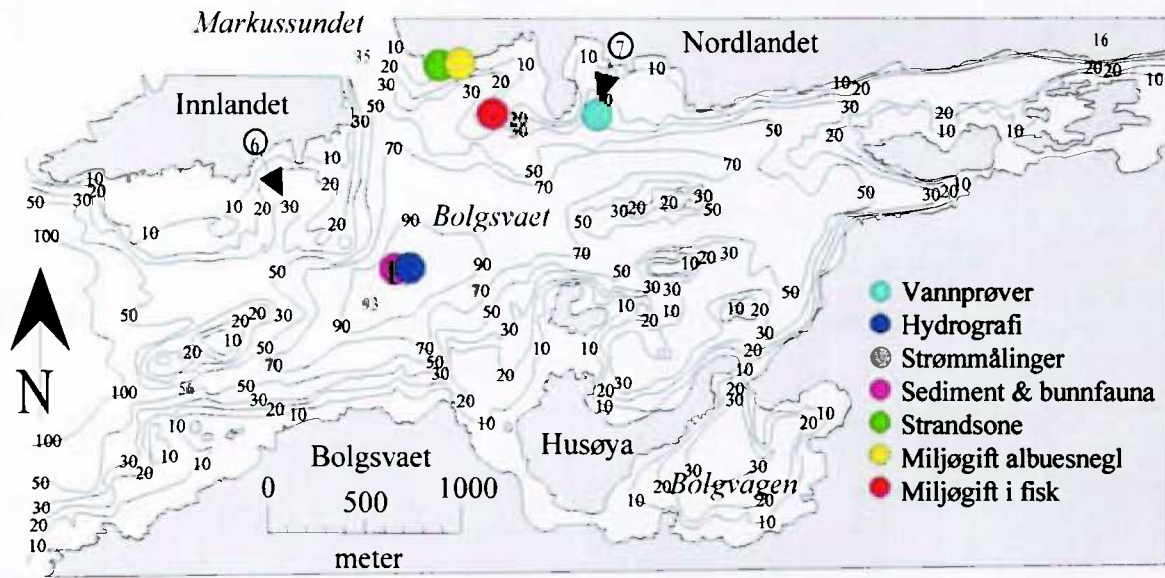
Dyp / sjikt meter	Areal km ²	Volum mill m ³	Volum under mill m ³
0 / 0,10	5,566	51,13	213,75
10 / 10-20	4,660	42,62	162,62
20 / 20-30	3,865	33,75	120,00
30 / 30-50	2,885	47,34	86,25
50 / 50-70	1,849	27,46	38,91
70 / 70-90	0,897	11,09	11,46
90 / 90 - 93	0,213	0,36	0,36
93	0,028	0,00	0

Tabell 2.2. Kristiansund kommunes 2 renseanlegg (RA) med belastning og avløp til Bolgsvaet.

Anlegg / navn	Nåværende og max belastning	Avløpsledning	Resipient	
RA 6 Jonassenskjærva	320 PE	660 PE	120 m til 25 m dyp	Bolgsvaet
RA 7 Løkkemyra	3224 PE	3282 PE	365 m til 20 m dyp	Bolgsvaet

PRØVETAKING I BOLGSVAET 2005

Ved undersøkelsene i 2005 ble det foretatt et innsamlingsprogram i Bolgsvaet der prøvetaking og prøvetakingspunktene er mest mulig tilpasset tidligere undersøkelsesprogram, slik at resultatene skal være mest mulig sammenlignbare. Prøvetakingsstedene for de ulike elementene i undersøkelsesprogrammet er vist i **figur 2.2** under, og for metodebeskrivelse vises til det felles metode-kapittelet inneldningsvis i rapporten.



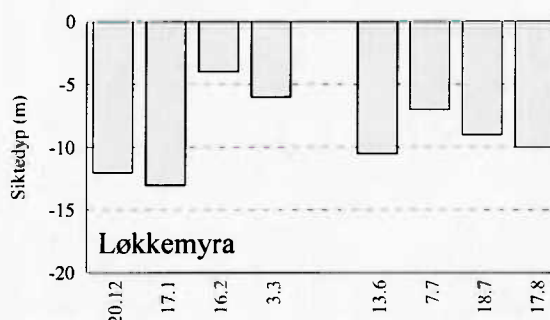
Figur 2.2. Kart over Bremsnesfjorden med prøvetakingspunktene for undersøkelsene i 2005.

MILJØTILSTAND I BOLGSVAET 2005

Siktedyp

Siktedypet i Bolgsvaet ved RA7 Løkkemyra var i gjennomsnitt 8,8 m vinterstid og 9,1 m gjennom sommeren (**figur 2.3**). Sommermålingene tilsvarer beste klasse I = "meget god" i SFTs klassifiseringssystem (SFT 1997). Det er vanlig at siktedypet er høyere om vinteren, siden det da ikke er så stor algeproduksjon med tilhørende høyere innhold av alger i vannmassene. I februar og mars 2005 ble det observert svært lave siktedyp ved denne målestasjonen, uten at noen av de øvrige resultatene kan gi noen antydning om hva dette skyldes.

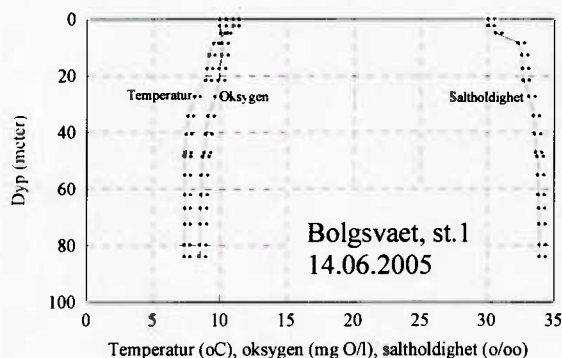
Figur 2.3. Siktedypmålinger ved Løkkemyra ved de 8 tidspunktene for vannprøvetaking vinteren og sommeren 2005. Siktedyp er målt visuelt med en 30 cm standard Secchi-skive.



Sjiktning og hydrografi

Det ble målt hydrografiske profiler ved det dypeste i Bolgsvaet fra overflaten og ned til 84 meters dyp. I overflaten var det 11 °C, og temperaturen sank under 10 °C på rundt 17 meters dyp og stabiliserte seg på vel 7 °C fra 30 meters dyp og til bunns. Oksygenkonsentrasjonen var høy i hele vannsøylen, uten tegn til svinn i de dypere vannmassene. Saltholdigheten var 30 ‰ i overflaten og ned til fem meters dyp, og steg så til vel 32 ‰ fra åtte meters dyp og stabiliserte seg på 34 ‰ i dypvannet under 40 meters dyp (**figur 2.4**).

Figur 2.4. Temperatur-, saltholdighets- og oksygenprofiler ved det dypeste (stasjon 1) i resipienten Bolgsvaet 14. juni 2005. Målingene er utført med et nedsenkbart YSI-instrument som logger hvert halve minutt.

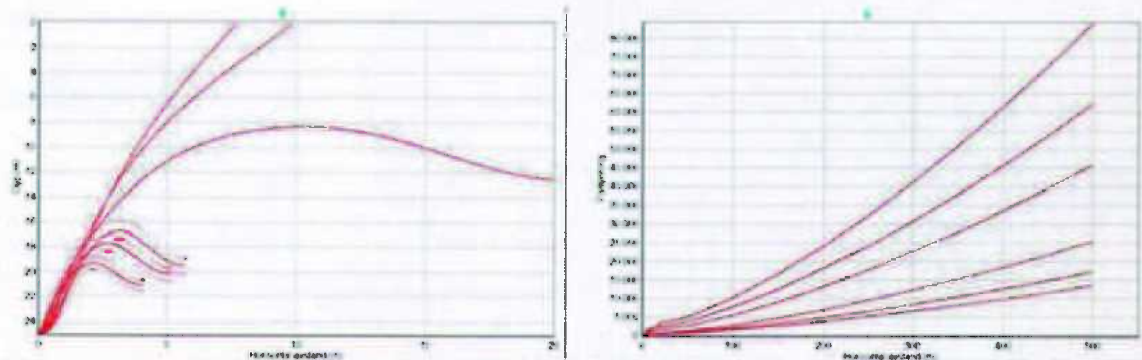


Innlagringsdyp for utslipp

RA 6 Jonassenskjærva sør på Innlandet er blant de minste renseanleggene i Kristiansund, og mottar i dag avløp fra 320 PE. Avløpet føres 120 meter sørover og ut på 25 meters dyp i Bolgsvaet mot et område som har relativt beskjedne dybder med god vannutskifting.

Avløpsvannet fra RA 6 Jonassenskjærva vil vinterstid ha gjennomslag til overflaten for de to høyeste avløpstallene, mens antatt 250 l/PE/døgn gir innblandingsdyp på 10 til 12 meters dyp. På denne tiden av året er sjiktningen i vannmassene svak, og små utslipp vil ikke stige til overflaten. Sommerstid kan man forvente av avløpsvannet innlagres på rundt 15 - 20 m dyp, dypest innlagring får en for de minste

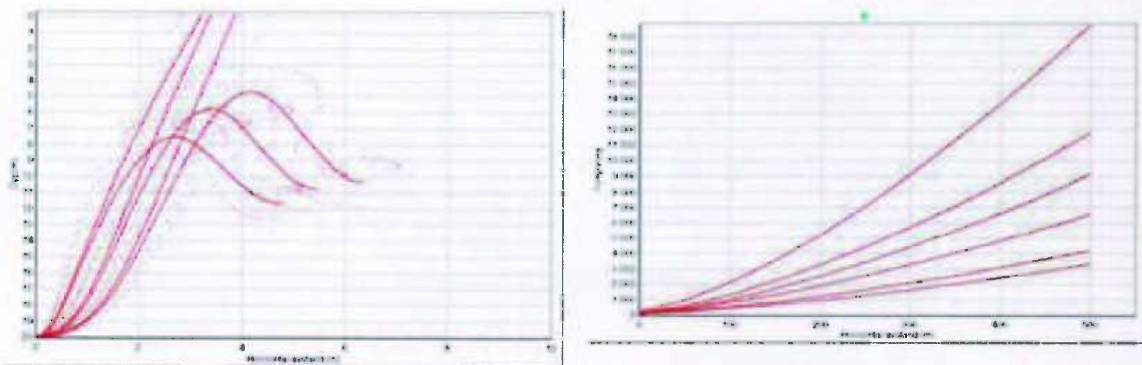
avløp mengdene. Fortynningen av utslippet er svært stor vinterstid for dersom det slår gjennom til overflaten, med fortynningsgrad på mellom 1: 45.000 og 1:85.000 i en avstand på 500 meter fra utslippet. Sommerstid innlagres avløpsvannet bare omtrent 5 meter over utslippet med en mer moderat fortykningseffekt på mellom 1: 13.000 og 1: 25.000 i en avstand på 500 meter (**figur 2.5**).



Figur 2.5. Innlagring av avløpsvannet fra RA 6 Jonassenskjærva ved utlipp av tre ulike vannmengder (250, 500 og 750 l/PE/døgn) ved en vinter- og en sommersituasjon (til venstre) og tilsvarende fortykning ved økende avstand (til høyre).

RA 7 Løkkemyra sørvest på Nordlandet, vest for Vestbase, er blant de store renseanleggene i Kristiansund, og mottar i dag avløp fra 3224 PE. Avløpet føres hele 365 meter ut på 20 meters dyp i Bolgsvaet. Også avløpsvannet fra dette renseanlegget vil ha gjennomslag til overflaten vinterstid, uansett hvilke vannmengde en benytter i beregningene. Vinterstid er sjiktningen i vannmassene svak, og et såpass stort utslipp slår uansett gjennom til overflaten med et så grunt utslippspunkt. Sommerstid kan man forvente av avløpsvannet innlagres på mellom 5 og 10 meter, såvidt under sjiktningen (**figur 2.6**).

Fortynningen av utslippet er størst vinterstid da det stiger høyest opp i vannsøylen, med fortynningsgrad på mellom 1: 9.000 og 1:19.000 i en avstand på 500 meter fra utslippet. Sommerstid innlagres avløpsvannet såvidt under sjiktningen med en fortykningseffekt på mellom 1:3.000 og 1: 6.500 i en avstand på 500 meter (**figur 2.6**).



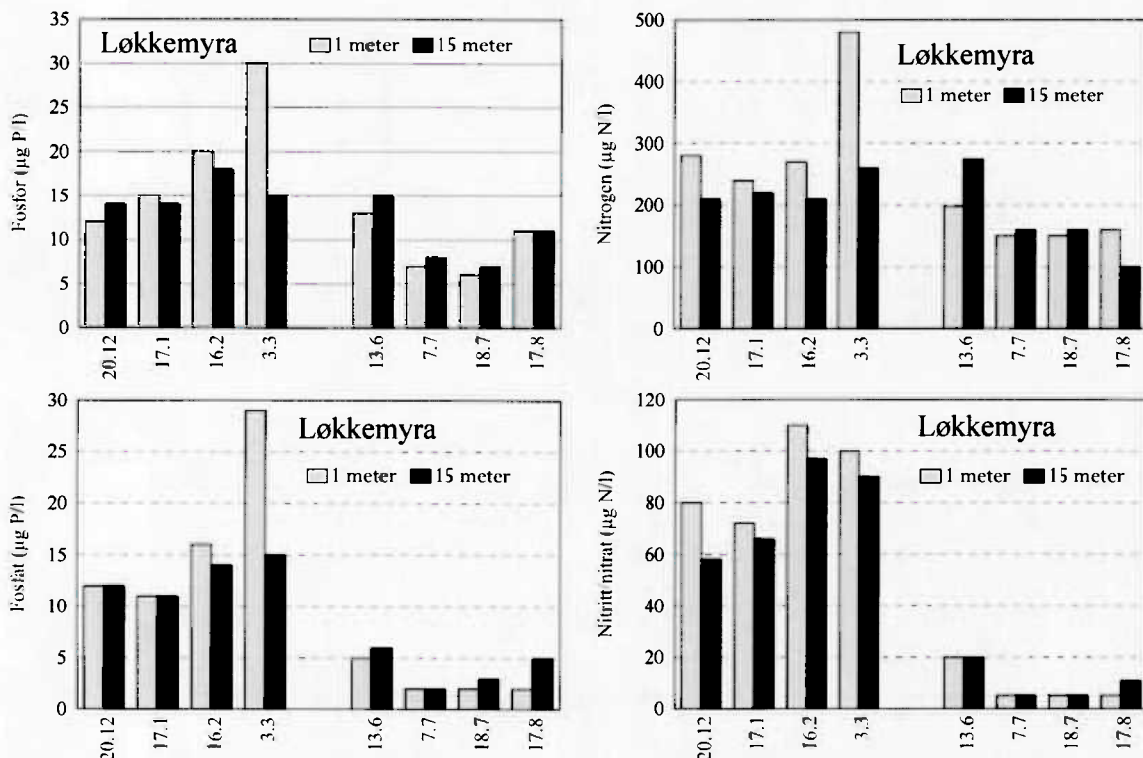
Figur 2.6. Innlagring av avløpsvannet fra RA 7 Løkkemyra ved utlipp av tre ulike vannmengder (250, 500 og 750 l/PE/døgn) ved en vinter- og en sommersituasjon (til venstre) og tilsvarende fortykning ved økende avstand (til høyre).

Vannkvalitet - næringsrikhet

Det er samlet inn fire prøver fra vinter og fire prøver fra sommer på 1 og 15 meters dyp ved stasjon 1 like ved utslippet RA7, Løkkemyra ved Vestbasen ut mot Bolgsvaet. Innholdet av fosfor og fosfat i overflaten var relativt noenlunde jevnt både vinter og sommer, med unntak av særlig høye målinger i mars. Gjennomsnittlig var det 19,3 • g P/l totalfosfor om vinteren og 9,3 • g P/l om sommeren. Fosfatinnholdet utgjorde en betydelig del av fosforet om vinteren, med en gjennomsnittskonsentrasjon på 17,0 • g P/l mens det om sommeren stort sett var lavt og ned mot og under analysenes deteksjonsgrense (**figur 2.7** og

tabell 2.3). Både innhold av totalfosfor og fosfatinnholdet tilsvarer SFTs tilstandsklasse I="meget god" ved begge årstider, bortsett fra fosfatinnholdet på 1 m dyp om vinteren, som var så vidt over grensen for SFTs tilstandsklasse II= "god". Fosfat er den delen av næringsstoffet fosfor som nyttegjøres av plantevekst, og på sommeren er derfor både fosformengde og andelen av dette som er fosfat mindre enn om vinteren.

På 15 meters dyp var det i de fleste prøvene på vinteren lavere konsentrasjoner av både fosfor og fosfat enn i overflaten, men verdiene var høyere enn om sommeren på 15 m dyp pga plantevekst. Gjennomsnittlig var innholdet av total-fosfor var $15,3 \cdot \text{g P/l}$ på 15 meters dyp i vinterprøvene og $10,3 \cdot \text{g P/l}$ i sommerprøvene. Gjennomsnittlig var innholdet av fosfat var $13,0 \cdot \text{g P/l}$ på 15 meters dyp i vinterprøvene og $4,0 \cdot \text{g P/l}$ i sommerprøvene tilsvarende SFTs tilstandsklasse I="meget god" og II="god" (**figur 2.7**).



Figur 2.7. Vannkvalitetemålinger på 1 meters dyp (grå søyler) og 15 meters dyp (sorte søyler) ved Vestbasen ut mot Bolgsvaet ved utslippet Løkkemyra RA 7 i Bolgsvaet ved 8 tidspunkt vinteren og sommeren 2005. Innsamling og analyse av vannprøvene er utført av Kystlab AS, bortsett fra prøvene i juni som ble samlet inn av Rådgivende Biologer AS og analysert av Chemlab AS.

Innholdet av nitrogen og nitrat/nitritt i overflaten varierte lite både vinter og sommer, med gjennomsnitt på $318 \cdot \text{g N/l}$ totalnitrogen om vinteren og $165 \cdot \text{g N/l}$ om sommeren. Nitrat/nitritinnholdet utgjorde en betydelig del av nitrogenet om vinteren, med en gjennomsnittskonsentrasjon på $91 \cdot \text{g P/l}$ mens det om sommeren bare utgjorde en minimal del stort sett under analysenes deteksjonsgrense (**figur 2.7**). Alle gjennomsnittkonsentrasjoner tilsvarer SFTs tilstandsklasse I="meget god", bortsett fra vintermålingene av totalnitrogen og nitrat-nitrogen som såvidt var over i tilstandsklasse II="god". Dette skyldes bl. a. at målingen av totalnitrogen i mars var høy med $480 \cdot \text{g N/l}$ totalnitrogen.

På 15 meters dyp var det om sommeren noe høyere konsentrasjoner av nitrogen og nitrat/nitritt enn i overflaten. Gjennomsnittet var da henholdsvis $173,5$ og $10,3 \cdot \text{g N/l}$, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I="meget god". (**figur 2.7**). Nivåene av klorofyll a sommerstid var lave og tilsvarer SFTs tilstandsklasse I="meget god".

Tabell 2.3. Vannkvalitet ved RA 7 Løkkemyra. Prøvene er hentet og analysert av Kystlab AS, bortsett fra prøvene fra juni som er samlet inn av Rådgivende Biologer AS og analysert av Chemlab AS.

DATO	Total fosfor • g/l		Fosfat-fosfor • g/l		Total nitrogen • g/l		Nitrat+nitritt-N • g/l		Klorofyll a • g/l	
	1 m	15 m	1 m	15 m	1 m	15 m	1 m	15 m	1 m	15 m
20.12.2004	12	14	12	12	280	210	80	58		
17.01.2005	15	14	11	11	240	220	72	66		
16.02.2005	20	18	16	14	270	210	110	97		
03.03.2005	30	15	29	15	480	260	100	90		
Snitt vinter	19,3	15,3	17,0	13,0	317,5	225,0	90,5	77,8		
13.06.2005	13,0	15,0	5,0	6,0	198,0	274,0	<20	<20		
07.07.2005	7,0	8,0	<2	2,0	150,0	160,0	<5	<5	0,8	0,6
18.07.2005	6,0	7,0	<2	3,0	150,0	160,0	<5	<5	0,7	0,7
17.08.2005	11,0	11,0	2,0	5,0	160,0	100,0	<5	11,0	1,2	0,9
Snitt sommer	9,3	10,3	2,8	4,0	164,5	173,5	8,8	10,3	0,9	0,7

Sedimentkvalitet

Det ble samlet inn tre parallelle prøver av sedimentet ved det dypeste i Bolgsvaet på stasjon 1 den 14. juni 2005. Sedimentet i alle tre grabbhoggene var grått og finkornet med mudderaktig konsistens. Prøvene er tatt på nokså flat bunn ved det dypeste i dette sjøbassenget, der det er klart sedimenterende forhold (**tabell 2.4**).

Overflatesedimentet fra Bolgsvaet ble undersøkt kjemisk med hensyn på surhet (pH) og redokspotensial (Eh), og sammenhengen mellom disse to ble gitt poeng og vurdert i henhold til NS 9410. Måling av pH og Eh beskriver belastningsgraden i sedimentet, og belastede sediment er sure og har et lavt redokspotensial. Alle de tre parallelle sedimentprøvene fra det dypeste i Bolgsvaet hadde høye pH- og Eh-verdier. Alle prøvene tilsvarer beste tilstand = 1 i henhold til NS 9410 (**tabell 2.4**).

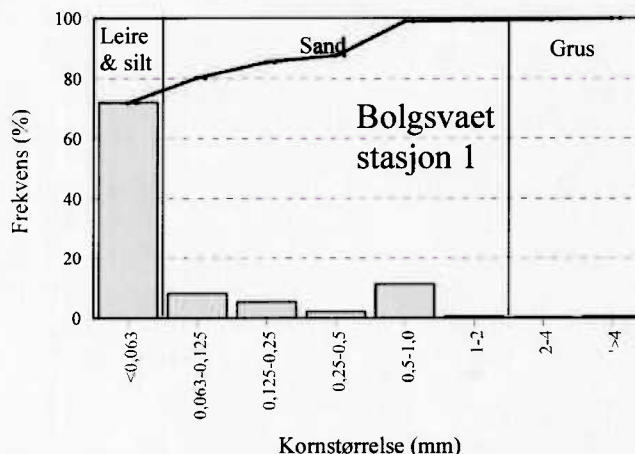
Tabell 2.4. Beskrivelse av de tre parallelle sedimentprøvene som ble samlet inn ved stasjon 1 ved det dypeste i Bolgsvaet 14. juni 2005.

	Bolgsvaet stasjon 1		
	1	2	3
Posisjon N (WGS 84):	63° 5,836'	63° 5,847'	63° 5,795'
Posisjon Ø (WGS 84):	7° 45,102'	7° 45,125'	7° 45,214'
Dybde	89 m	89 m	90 m
Grabbvolum (liter)	12 l = full	12 l = full	12 l = full
Bobling i prøve	Nei	Nei	Nei
Lukt av H ₂ S	Nei	Nei	Nei
pH	7,53	7,46	7,48
Kjemisk Eh	+109	+115	+125
beskrivelse Tilstand	1	1	1
Beskrivelse av prøven	grått, mykt, finkornet sediment med mudderaktig konsistens.		

Kornfordeling

Sedimentet ved det dypeste i Bolgsvaet var finkornet med hele 72% silt og leire (tabell 2.5 og figur 2.8). Det var kun 1% av sedimentet som hadde kornstørrelser over 1mm, hvilket utgjør fraksjoner av sand og grus. Dette indikerer sedimenterende forhold og lite vannstrøm ved det dypeste i Bolgsvaet.

Figur 2.8. Kornfordeling i blandprøve fra de tre parallellene fra stasjon 1 i Bolgsvaet 14.juni 2005. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent (linje) og andel i hver størrelseskategori (grå søyler) langs y-aksen. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS i Bergen.



Tabell 2.5. Organisk innhold og kornfordeling i sedimentet fra stasjon 1 i Bolgsvaet 14. juni 2005. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS i Bergen.

	Bolgsvaet stasjon 1
Glødetap i %	21,2
Leire & silt i %	71,9
Sand i %	27,4
Grus i %	0,7

Tørrestoffinnholdet var moderat høyt og lå mellom 36 og 32 % i de tre parallelle prøvene fra Bolgsvaet. De moderate høye verdiene av tørrestoff tyder på at sedimentet inneholdt en del organisk stoff som tar til seg fuktighet i større grad enn mineralske sedimenter. Glødetap i samleprøven var på 21 % mens glødetap målt i hver av de tre parallelle prøvene (og analysert på et annet laboratorium) var mellom 12 og 15%. Glødetapet angir mengden organisk stoff som forsvinner ut som CO₂ når sedimentprøven glødes (tabell 2.5 og 2.6).

Tabell 2.6. Sedimentanalyser av de tre parallellene fra stasjon 1 i Bolgsvaet 14. juni 2005. Prøvene er analysert ved Eurofins Norway AS.

Forhold	Enhet	Bolgsvaet stasjon 1		
		1	2	3
Tørrestoff	%	32,4	30,1	36,4
Glødetap	%	14	15	12
TOC	mg/g	56	60	48
Normalisert TOC	mg/g	61	65	53

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. Gjennomsnittlig innhold av TOC er beregnet til 55 mg C/g ved det dypeste i Bolgsvaet på stasjon 1, og normalisert TOC der andelen finstoff er hensyntatt var på i gjennomsnitt 60 mg C/g, klassifisert til SFTs dårligste tilstandsklasse V = "meget dårlig".

Tungmetaller og organiske miljøgifter i sedimentet

Innholdet av metaller og miljøgifter i sedimentet ble undersøkt i hver av de tre parallelle prøvene fra stasjon 1 Bolgsvaet 14. juni 2005 (**tabell 2.7**). Analysene omfatter en hel rekke ulike typer miljøgifter, men bare de som hadde påviselige konsentrasjoner er ført opp i **tabell 2.7**. Hele rekken av analyseparametre til Eurofins TerrAttesT er listen i **vedleggstabell 1** bakerst i rapporten.

For de fleste tungmetaller var konsentrasjonene lave, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig-lite forurenset" mens for kobber og kvikksølv var konsentrasjonene litt høyere tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset" (**tabell 2.7**).

Tabell 2.7. Miljøgifter i sediment i de tre parallellene fra Bolgsvaet stasjon 1 tatt 14. juni 2005 Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS for en rekke miljøgifter (for undersøkte miljøgifter se **vedleggstabell 1** bakerst i rapporten). SFT- tilstanden (SFT 1997) er markert i høyre kolonne for parametre der vurdering foreligger. For miljøgifter i sediment benyttes følgende SFT tilstandsvurdering: I = Ubetydelig-lite forurenset. II = Moderat forurenset. III = Markert forurenset. IV = Sterkt forurenset. V = Meget sterkt forurenset. I.p. = ikke påvist.

Parameter	Enhet	Bolgsvaet stasjon 1			SFT vurdering
		1	2	3	
Arsen (As)	mg/kg	15	12	10	I
Barium (Ba)	mg/kg	880	1600	870	
Kobolt (Co)	mg/kg	9	11	9	
Krom (Cr)	mg/kg	50	53	47	I
Kobber (Cu)	mg/kg	57	67	51	II
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,47	0,46	0,64	II
Bly (Pb)	mg/kg	62	63	56	I
Molybden (Mo)	mg/kg	2,3	1,6	1,7	
Nikkel (Ni)	mg/kg	28	30	26	I
Tinn (Sn)	mg/kg	12	7	5	
Vanadium (Vd)	mg/kg	84	97	82	
Sink (Zn)	mg/kg	140	140	120	I
Phenol	mg/kg	i.p.	i.p.	i.p.	I
Naphtalene	mg/kg	0,05	0,04	0,04	
Acenaphtene	mg/kg	0,01	0,01	0,02	
Fluorene	mg/kg	0,03	0,02	0,02	
Phenanthrene	mg/kg	0,26	0,18	0,24	
Anthracene	mg/kg	0,06	0,04	0,05	
Fluoranthene	mg/kg	0,51	0,41	0,43	
Pyrene	mg/kg	0,43	0,36	0,35	
Benzo(a)anthracene	mg/kg	0,21	0,18	0,16	
Chrysene	mg/kg	0,22	0,19	0,19	
Benzo(b)fluoranthene	mg/kg	0,36	0,30	0,29	
Benzo(k)fluoranthene	mg/kg	0,16	0,15	0,13	
Benzo(a)pyrene	mg/kg	0,21	0,14	0,17	III
Dibenzo(ah)anthracene	mg/kg	0,03	0,03	0,03	
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	0,21	0,17	0,15	
Indeno(123cd)pyrene	mg/kg	0,16	0,17	0,16	
• PAH 10 VROM	mg/kg	2,1	1,7	1,7	
• PAH 16 EPA	mg/kg	2,9	2,4	2,4	III
• PCB (6)	mg/kg	i.p.	i.p.	i.p.	
• PCB (7)	mg/kg	i.p.	i.p.	i.p.	
• DDT/TDE/DDD	mg/kg	i.p.	i.p.	i.p.	
Dibenzofurane	mg/kg	0,02			
• Phtalater	mg/kg	i.p.	i.p.	i.p.	
TPH (C17-C22)	mg/kg	12	13		
TPH (C23-C30)	mg/kg	27	31	20	
TPH (C31-C40)	mg/kg	32	38	24	
• TPH (C10-C40)	mg/kg	71	82	44	

For PAH-stoffene (PolyAromatiske Hydrokarboner) ble det stort sett påvist noe forhøyete konsentrasjoner av de fleste undersøkte forbindelser, der gjennomsnittskonsentrasjonen av • PAH 16 var 2,6 mg/kg (8,6 ganger bakgrunnsnivå), hvilket tilsvarer SFTs tilstandsklasse III="markert forurenet". Det potensielt kreftfremkallende stoffet benzo(a)pyren ble påvist i alle prøvene i en konsentrasjon på 0,17 mg/kg (17 ganger bakgrunnsnivå), som også tilsvarer SFTs tilstandsklasse III ="markert forurenet".

Det ble ikke påvist fenoler, PCB-stoffer (PolyKlorerteBifenyl) eller DDT-stoffer i sedimentprøvene fra Bolgsvaet. Det ble derimot påvist moderate konsentrasjoner av TPH-stoffer (Total Petroleum Hydrokarboner), varierende mellom 44 og 82 mg/kg.

Det ble påvist høye konsentrasjoner av tinnorganiske forbindelser på stasjon 1 i Bolgsvaet. Konsentrasjonen av tributyltin (TBT) var på 21,9 • g/kg, og grensen mellom SFTs tilstandsklasse III="markert forurenet" og IV="sterkt forurenet" er på 20 • g/kg, så konsentrasjonene ligger her såvidt over grensen til tilstand IV="sterkt forurenet" (**tabell 2.8**).

Tabell 2.8. Tributyltinn og andre tinnforbindelser i blandprøver av sediment fra Bolgsvaet stasjon 1 tatt 14. juni 2005. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS. SFT- tilstanden (SFT 1997) er markert i høyre kolonne for trubutyltin, mens det ikke foreligger slik vurdering for de øvrige stoffene.

Parameter	Enhet	Bolgsvaet stasjon 1	
		blandprøve	SFT
Monobutyltinn (MBT)	• g/kg	8,6	
Dibutyltinn (DBT)	• g/kg	13,6	
Tributyltinn (TBT)	• g/kg	21,9	IV
Tetrabutyltinn (TTBT)	• g/kg	2,8	
Monooctyltin (MOT)	• g/kg	3,0	
Diocetyltil (DOT)	• g/kg	2,1	
Tricyclohexyltin (TCyT)	• g/kg	<3,1	
Triphenyltil (TPhT)	• g/kg	<1,2	

Bunnfauna

Det ble samlet inn tre parallelle prøver av bunnfauna fra det dypeste i Bolgsvaet, og det ble benyttet en 0,1 m² stor grabb, slik at en samlet dekker et bunnareal på 0,3 m². Alle de tre parallelle prøvene inneholdt en forholdsvis artsrik fauna I Bolgsvaet på stasjon 1 ble det registrert 466 individer fordelt på 47 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') ble beregnet til 3,80, og verdien for jevnhet var 0,68 (**tabell 2.9**). Dette klassifiserer lokaliteten i SFTs tilstandsklasse II ="god".

Det var liten forskjell i faunasammensetning i hver av de tre parallelle prøvene, noe som må tilskrives at de er tatt i et relativt flatt område med sedimentbunn med liten miljøvariasjon . Dominansen av enkelte arter ble noe forsterket når parallellene ble slått sammen, og verdien for jevnhet er derfor noe lavere når resultatene presenteres samlet (**tabell 2.9 og 2.10**). Diversiteten forblir likevel høy siden antall arter er høyere enn i hver enkelt grabbprøve. Resultatene som helhet tyder på en forholdsvis sunn og frisk bunnfauna.

	Bolgsvaet stasjon 1			
	1	2	3	sum
Antall individer	170	169	127	466
Antall arter	24	37	30	47
Diversitet, H'	3,19	3,92	3,71	3,8
Jevnhet, J	0,7	0,75	0,76	0,68
H' max	4,58	5,21	4,91	5,55

Tabell 2.9. Antall arter og individer av bunndyr i de tre parallelle prøvene og samlet fra stasjon 1 i Bolgsvaet 14. juni 2005, samt Shannon-Wieners diversitets-indeks, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H'-max).

Tabell 2.10. Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene i de tre parallelle prøvene fra stasjon 1 i Bolgsvaet 14. juni 2005. Prøvene er hentet ved hjelp av en 0,1 m² stor van Veen Grabb, og prøvetakingen dekker dermed et samlet bunnareal på 0,3 m² på hver stasjon. Prøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

	Bolgsvaet stasjon 1			Sum
	1	2	3	
ANTHOZOA				
Acaulis primarius			1	1
NEMERTINEA				
Nemertinea spp.	11	17	11	39
SIPUNCULIDA				
Phascolion strombi	3		2	5
Golfingia sp.		1		1
POLYCHAETA - flerbørstemakker				
Pholoe spp.		4	2	6
Sige fusigera		4	1	5
Glycera alba	1	1	4	6
Glycinde nordmanni		1		1
Goniada maculata			1	1
Ophiodromus felxuosus	5			5
Typosyllis sp.	1	1	1	3
Exogane verugera		1		1
Ceratocephale loveni	7	5	3	15
Nephtys ciliata		1		1
Apisthobranchus tullbergi		1	1	2
Paramphinome jeffreysii	75	53	44	172
Lumbrineris sp.	3	4	6	13
Prionospio cirrifera	3	2	2	7
Spiophanes bombyx			1	1
Spiophanes krøøyeri	2	1	1	4
Scoloelepis tridentata	2	4		6
Chaetozone setosa		1		1
Tharyx sp.			2	2
Chaetopus variopedatus	12	21	11	44
Polyphysia crassa		1		1
Brada villosa		2		2
Diplocirrus glaucus	1			1
Ophelina modesta		1		1
Heteromastus filiformis	4	2		6
Myriochele oculata		1	1	2
Praxillella affinis	2	1	1	4
Maldane sarsi	1	1		2
Melinna cristata		2	2	4
Trichobranchus roseus	2	4	2	8
Artacama probosidea	2	2	1	5
Jasmineira caudata		1	1	2
MOLLUSCA - bløtdyr				
Chaetoderma sp.	3	2		5
Nuculoma tenuis	4	3	4	11
Abra nitida		1		1
Thyasira spp.	20	10	11	41
CRUSTACEA - krepsdyr				
Leucon sp.		3	5	8
Caprellidae sp.		1		1
Eriopisa elongata			1	1
Calocaris macandrea	1			1
ECHINODERMATA - pigghuder				
Amphiura filiformis	2	3	2	7
Ophiura chiajei		5	1	6
Porania pulvillus	3		1	4

Miljøgifter i organismer

Det var ikke mulig å finne tilstrekkelige forekomster av egnede blåskjell for analyse av miljøgifter, så det ble samlet inn albuesnegl istedenfor. Disse ble frigjort fra skallet i felt, og bløtdelene ble frosset og sendt for analyse av tungmetaller, PAH-stoffer, PCB-stoffer og tributyltinn (TBT) med beslektede stoffer. SFTs vurdering for innhold av tungmetaller i vanlig strandsnegl og organiske miljøgifter i blåskjell er benyttet.

Nivået av de fleste undersøkte tungmetaller i albuesnegl ved Remningneset vest for Vestbase var lavt, og tilsvarte SFTs tilstandsklasse I="ubetydelig forurenset". Bare n Nivået av kadmium og sink tilsvarte SFTs tilstandsklasse II= "moderat forurenset". Det ble verken påvist PAH-stoffer (polyaromatiske hydrokarboner) eller PCB-stoffer (polyklorerte bifenyl) i albuesnegl fra Dalabukta, mens det var lave konsentrasjoner av tributyltinn (TBT) i albuesneglene (**tabell 2.11**).

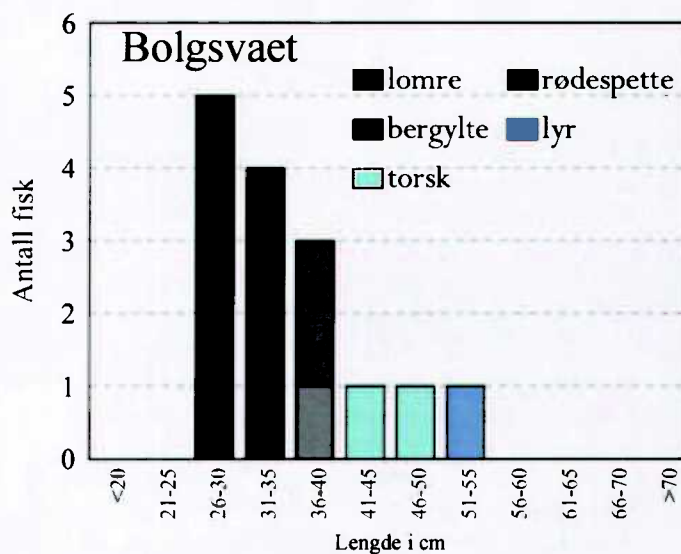
Tabell 2.11. Analyser av tungmetaller (tørrvektsbasis) og organiske miljøgifter (friskvektsbasis) i albuesnegl på lokaliteten ved Remningsneset vest for Vestbasen 14. juni 2005. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS for en rekke miljøgifter. SFT- tilstanden (1997) er vist for aktuelle parametre, og SFTs tilstandsvurdering går fra I = "ubetydelig-lite forurenset" til V = "meget sterkt forurenset". I.p. = ikke påvist.

FORHOLD	Enhet	Bolgsva			
Tørrstoff	%	22,1			
Bly (Pb)	mg/kg	6,8 = I	Dibenzo(ah)anthracene	• g/kg	< 0,5
Kadmium (Cd)	mg/kg	7,7 = II	Benzo(ghi)perylene	• g/kg	< 0,5
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,059 = I	• PAH 16 EPA	• g/kg	i.p. = I
Kobber (Cu)	mg/kg	21,3 = I	PCB 28	mg/kg	< 0,005
Krom (Cr)	mg/kg	1,22 = I	PCB 52	mg/kg	< 0,005
Sink (Zn)	mg/kg	127 = II	PCB 101	mg/kg	< 0,005
Nikkel (Ni)	mg/kg	8,1 = I	PCB 118	mg/kg	< 0,005
Fluorene	• g/kg	< 0,5	PCB 138	mg/kg	< 0,005
Phenanthrene	• g/kg	< 0,5	PCB 153	mg/kg	< 0,005
Anthracene	• g/kg	< 0,5	PCB 180	mg/kg	< 0,005
Fluoranthene	• g/kg	< 0,5	• PCB (7)	mg/kg	i.p. = I
Pyrene	• g/kg	< 0,5	Monobutyltinn (MBT)	• g/kg	11,7
Benzo(a)anthracene	• g/kg	< 0,5	Dibutyltinn (DBT)	• g/kg	10,4
Chrysene	• g/kg	< 0,5	Tributyltinn (TBT)	• g/kg	4,4 = I
Benzo(b)fluoranthene	• g/kg	< 0,5	Tetrabutyltinn (TTBT)	• g/kg	< 0,5
Benzo(k)fluoranthene	• g/kg	< 0,5	Monooctyltin (MOT)	• g/kg	< 0,5
Benzo(a)pyrene	• g/kg	< 0,5	Diocetyl tin (DOT)	• g/kg	< 0,5
Indeno-(1,2,3-cd)pyrene	• g/kg	< 0,5	Tricyclohexyltin (TCyT)	• g/kg	< 1,5
			Triphenyltin (TPhT)	• g/kg	1,0

Miljøgifter i fisk

Det ble fisket med trollgarn i område 3 ved Vikaholmflua like vest for Vestbase natten mellom 15. og 16. juni 2005. Av flatfisk ble det fanget 9 lomre med lengder mellom 28 og 35 cm og en rødspette på 40 cm lengde. Av torskefisk ble det fanget 2 torsk på 44 cm og 46 cm, en lyr på 55 cm. Det ble også fanget to berggylder på 36 og 37 cm (**figur 2.9**).

Figur 2.9. Lengdefordeling på fisken som ble fanget ved Vikaholmflua ut mot Bolgsvaet natten mellom 15. og 16.juni 2005, og som ble analysert for innhold av miljøgifter i muskel og lever. Flatfisk er skravert i gråtoner, mens torskefisk er skravert med blåfarger.



Det ble undersøkt for metallene bly og kadmium, samt PCB-stoffer i lever fra både flatfisk og torskefisk, mens prøver av fiskemuskel ble undersøkt for innhold av kvikksølv. Det ble funnet et lavt innhold av tungmetaller i fiskekjøtt og lever fra både flatfisk og torskefisk fra Bolgsvaet. Innholdet av kvikksølv i muskel på både flatfisk og torskefisk tilsvarer SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig-lite forurenset" (SFT 1997). Innholdet av PCB i lever av flatfisk var lavt og under analysens deteksjonsgrense, som for øvrig passer med øvre grense for SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig-lite forurenset" (tabell 2.12).

Tabell 2.12. Analyser av metaller og organiske miljøgifter (friskvektsbasis) i blandprøver av lever og muskel fra flatfisk og torskefisk fanget ved Vikaholmflua ut mot Bolgsvaet natten mellom 15. og 16. juni 2005. Det er utført flere analyser på lever fra torskefisk. Prøvene er analysert ved det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norway AS. SFT- tilstanden (SFT 1997) er angitt for aktuelle parametre. Klassifiseringen går fra I = ubetydelig-lite forurenset til V = meget sterkt forurenset. I.p. = ikke påvist.

FORHOLD	Enhet	Flatfisk		Torskefisk	
		lever	muskel	lever	muskel
Fettinnhold	%	66,0	0,7	9,1	18,7
Tørrstoff	%	80,9	18,5	26,8	0,4
Bly (Pb)	mg/kg	<0,05		<0,05	
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,28	>0,01	0,12	<0,01
Kvikksølv (Hg)	mg/kg		0,06 = I		0,09 = I
PCB 28	mg/kg	< 0,005		< 0,005	
PCB 52	mg/kg	< 0,005		< 0,005	
PCB 101	mg/kg	< 0,005		< 0,005	
PCB 118	mg/kg	< 0,005		< 0,005	
PCB 138	mg/kg	< 0,005		< 0,005	
PCB 153	mg/kg	< 0,005		< 0,005	
PCB 180	mg/kg	< 0,005		< 0,005	
• PCB (7)	mg/kg	i.p.		i.p.	

Enkel strandsoneanalyse

Det ble utført en enkel befaring i strandsonen ved Remningneset fra småbåt på lavvann den 15. juni 2005 der hovedvekten ble lagt på en fotodokumentasjon og registrering av dominerende forekomster av planter og dyr, for å gi et helhetsinntrykk av lokaliteten.

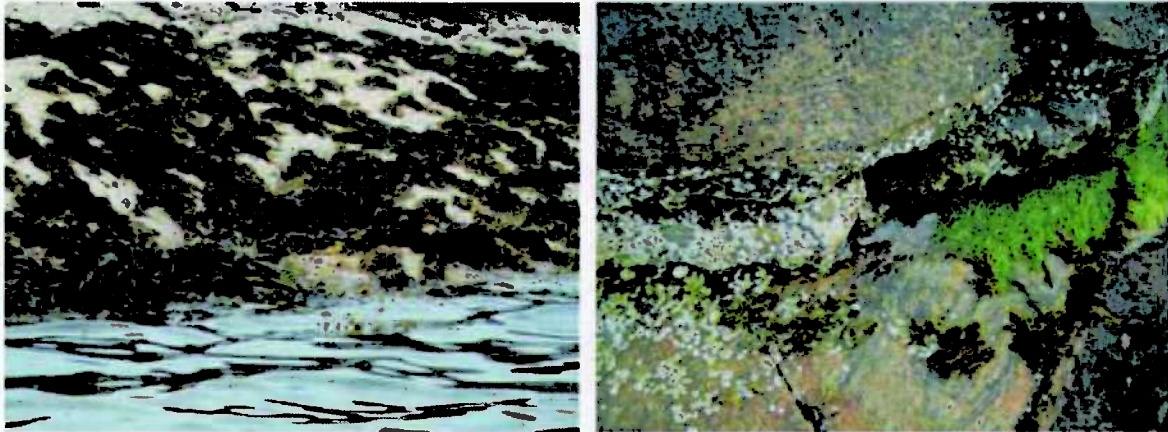


Figur 2.10. Oversiktsbilde over den undersøkte strandsonen ved Remningneset ut mot Bolgsvaet 14. juni 2005, vest for Vestbase mot innløpet til Markussundet.

Strandsonen strakte seg fra en trekai og omtrent 100 meter vestover, der den var nokså ensartet. Det var relativt grunt utenfor, og landsiden av stranden besto av fjell med en moderat bratthet, jf. figur 2.10. Stranden ligger middels eksponert til mot sørvest, der det er mellom 7 og 10 km til land på vestsiden av Bremsnesfjorden. Det er også omtrent 2 km rett sør tvers over Bolgsvaet mot Frei kommune. Fullstendig dominerende blant dyrene i fjæresonen var rur (*Semibalanus balanoides*), med spredte forekomster av vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*) nedimellom de mer beskyttede sprekkenene, og med albueskjell jevnt fordelt utover (*Patella vulgata*, jf. tabell 2.13). Av tangvegetasjon dominerte brunalgene, og av disse var blæretangen (*Fucus vesiculosus*) mest dominerende på de mest eksponerte stedene (figur 2.11), med innslag av kaurtang (*Fucus spiralis*) øverst. Grønnalgen tarmgrønske (*Enteromorpha intestinalis*) forekom også flekkvis. Under fjæremålet var det betydelig forekomst av fingertare (*Laminaria digitata*). Strandsonen hadde normal sonering med marebek over rurbeltet, men uten messinglav. Det var ingen tegn til forurensing eller effekter av slikt.

Tabell 2.13. Registrerte planter og dyr på den undersøkte strandsonen i Bolgsvaet vest for Vestbase 14. juni 2005.

Arter	Latinske navn	Bolgsvaet
Marebek	<i>Calothrix/Verrucaria maura</i>	jevnt
Tarmgrønske	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	flekkvis
Blæretang	<i>Fucus vesiculosus</i>	dominerende
Kaurtang	<i>Fucus spiralis</i>	lite
Fingertare	<i>Laminaria digitata</i>	dominerende
Vanlig strandsnegl	<i>Littorina littorea</i>	spredt
Purpurnegl	<i>Nusella lapillus</i>	spredt
Albuesnegl	<i>Patella vulgata</i>	jevnt mye
Rur	<i>Semibalanus balanoides</i>	dominerende



Figur 2.11. Typisk detalj for området med blæretang uten blærer (til venstre) og et mer beskyttet område med tarmgrønne, rur og enkelte strandsnegl (til høyre) på den undersøkte strandsonen i Bolgsvaet 14. juni 2005.

Bolgsvaet og EUs vanddirektiv

Bolgsvaet sør for Kristiansund vil kunne identifiseres som en selvstendig naturlig vannforekomst både på grunn av terskling ut mot Bremsnesfjorden og sin størrelse på 5,6 km². I henhold til standard typifisering (Moy m.fl. 2003), vil Bolgsvaet være av typen **CNo2 = moderat eksponert kystfjord til Norskehavet** basert på følgende forhold:

- Økoregion Norskehavet
- Euhalin >30 ‰
- Moderat eksponert
- Delvis lagdelt med periodevis stagnerende dypvann
- Tidevann >1 meter

Bolgsvaet er påvirket av miljøgifter i sedimentet, noe som bidrar til et betydelig avvik fra naturtilstanden og økologisk status "**moderat**" i 2005, og tilfredsstillende dermed ikke kravet om "minst god økologisk status", basert på følgende undersøkte forhold:

Biologiske:

Noe påvirket bunnfauna, SFT tilstand II = "god" ved det dypeste

Lite miljøgifter i strandlevende organismer, SFT-vurdering I = "ubetydelig-lite forurenset"

Kjemiske:

Næringsfattig, SFT tilstand I = "meget god"

Lite metaller i sediment, tilsvarende SFT tilstand I = "ubetydelig-lite forurenset"

Ikke PCB-stoffer i sedimentet, tilsvarende SFT tilstand I = "ubetydelig-lite forurenset"

En del PAH-stoffer i sedimentet, SFT tilstand III = "markert forurenset"

Mye TBT i sedimentet, tilsvarende SFT tilstand IV = "sterkt forurenset"

Fysiske:

God oksygenmetning til bunns, SFT tilstand I = "meget god"

Lite fysiske inngrep utover selve Vestbase. Inngrep utgjør << 50% av kystlinjen.

VURDERING AV TILSTAND OG UTVIKLING

Bolgsvaet utgjør en så liten del av den store utenforliggende kystvannforekomsten Ramnefjorden at den ikke vil bli skilt ut som egen vannforekomst. Bolgsvaet i seg selv er imidlertid del påvirket og isolert sett har den *"moderat økologisk status"* i 2005. Både vannkvalitet, oksygeninnhold i vannsøylen, sedimentkvalitet, innhold av tungmetaller i sedimentet og innhold av miljøgifter i strandlevende organismer tilsvarte beste SFT tilstand ("meget god"/"ubetydelig-lite forurenset"). Bunnfaunaen var noe påvirket, og også et forhøyet innhold av PAH-stoffer i sedimentet tilsvarete nest beste tilstandsklasse for dyr og noe dårligere for PAH-stoffer ("god"/"markert forurenset"). Innholdet av TBT i sedimentet var høyt og tilsvarete SFTs tilstandsklasse "sterkt forurenset", men det ble ikke funnet PCB-stoffer i sedimentprøvene.

Vannkvalitet - næringsrikhet

Siktedypet målt både sommerstid og vinterstid lå innenfor beste tilstandsklasse siden man befinner seg i et eksponert område med gode strøm- og utskiftingsforhold. Oksygenkonsentrasjonen var av samme årsak høy i hele vannsøylen uten tegn til svinn i de dyper vannmasser.

Ved stasjon 1 i Bolgsvaet ble vannkvaliteten både vinter og sommer på 1 og 15 meters dyp totalt sett vurdert som meget god. Mengden total fosfor sommer og vinter på 1 og 15 meters dyp tilsvarte SFTs tilstandsklasse I="meget god". Mengden fosfat på 15 meters dyp om vinteren og på 1 meters dyp om sommeren tilsvarte SFTs tilstandsklasse I="meget god", mens konsentrasjonen av fosfat på 1 meters dyp om vinteren og på 15 meters dyp om sommeren lå så vidt over SFTs tilstandsklasse II="god". Mengden total nitrogen og nitrat/nitritt om sommeren på 1 og 15 meters dyp tilsvarte SFTs tilstandsklasse I="meget god". Mengden total nitrogen og nitrat/nitritt om vinteren på 15 meters dyp tilsvarte SFTs tilstandsklasse I="meget god". Mengden total nitrogen og nitrat/nitritt på 1 meters dyp om vinteren tilsvarte SFTs tilstandsklasse II="god".

Forholdstallet mellom nitrogen og fosfor var 16,5 og 14,7 på 1 og 15 meters dyp om vinteren og 17,7 og 16,8 på 1 og 15 m dyp om sommeren.

Konsentrasjonen av næringssalter i Bolgsvaet var ikke vesentlig forskjellig fra det man venter å finne i lite påvirkete resipienter med god utskifting, og verdiene gir ingen indikasjoner på spesielle lokale tilførsler. Næringssaltkonsentrasjonen ble målt like ved utslippet RA 7 Løkkemyra. Et noe forhøyet innhold av total nitrogen på 480 • g N/l (tilsvarende SFTs tilstandsklasse III="markert forurenset") funnet den 3. mars d.å. kan sannsynligvis forklares ved at prøven er tatt i nærheten av fontenen fra utslippet, som på denne årstiden kan forventes å ha gjennomslag til overflaten.

Det gjennomsnittlige nivået av klorofyll a sommerstid i Bolgsvaet er lave og tilsvarete SFTs tilstandsklasse I="meget god".

Sedimentkvalitet

Sedimentet ved det dypeste i Bolgsvaet var finkornet med hele 72% silt og leire og 27,4% var sand. Det var kun 1% av sedimentet som hadde kornstørrelser over 1mm, hvilket utgjør fraksjoner av sand og grus. Dette indikerer sedimenterende forhold og lite vannstrøm ved det dypeste i Bolgsvaet. Ved forrige undersøkelse i 1991 var innholdet av leire og silt noe høyere (Botnen m. fl. 1992), og begge undersøkelsene bekrefter sedimenterende forhold og moderate strømforhold her (**tabell 2.13**).

Tørrestoffinnholdet var moderat høyt og lå mellom 36 og 32 % i de tre parallelle prøvene fra Bolgsvaet. De moderate høye verdiene av tørrestoff tyder på at sedimentet inneholdt en del organisk stoff som tar til seg fuktighet i større grad enn mineralske sedimenter. Glødetapet, som er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, var noe høyt, dvs gjennomsnittlig 14 %. Dette indikerer noe moderate omsetningsforhold for organisk materiale, da en regner med at det vanligvis er 10 % eller mindre i sedimenter der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Glødetapet ble målt til 18,7 % i 1991, dvs noe høyere enn i år. Resultatene avviker lite fra undersøkelsen i 1991 når det gjelder sedimentkvalitet, og antyder omtrent de samme forholdene på det dypeste på stasjon 1 i Bolgsvaet som tidligere er vist (Botnen m. fl. 1991, **tabell 2.13**).

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. Gjennomsnittlig innhold av TOC er beregnet til 55 mg C/g ved det dypeste i Bolgsvaet på stasjon 1, og normalisert TOC der andelen finstoff er hensyntatt var på i gjennomsnitt 60 mg C/g, klassifisert til SFTs dårligste tilstandsklasse V = "meget dårlig", dvs tilsvarende som ved undersøkelsen i 1996 (**tabell 2.13**). SFTs tilstandsklassifisering fra 1997 for organisk innhold i sedimentene er imidlertid ikke god. Det er vanskelig å forklare at sedimentkvaliteten med hensyn på normalisert TOC innhold skal være meget dårlig når tilstand for bunnfauna samtidig også er gode (se omtalen av bunnfauna lenger bak i rapporten). Dette misforholdet er vanlig å finne i slike sedimenter langs kysten, og denne SFT klassifiseringen blir derfor ikke tillagt vekt i den videre vurderingen av miljøkvalitet.

Sedimentet hadde nemlig normale pH-verdier med elektrodepotensial tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen, klassifisert til beste tilstandsklasse 1 i henhold til NS 9410. Dette gjaldt også alle parallellene. Totalt sett er nedbrytingsforholdene noe moderate, men det er god tilgang på oksygen helt til bunns hele året.

Undersøkelsen i 2005 viser at tilstanden og miljøkvaliteten i sedimentet har vært relativt konstant over tid de siste 14 årene og synes ikke å være i endring. Det er ingenting som tyder på at det undersøkte området får tilført mer organisk materiale enn det er i stand til å omsette.

Tabell 3.12. Sammenligning av sedimentkvalitet på stasjon 1 i Bolgsvaet ved de to undersøkelsene i 1991 og 2005.

Forhold	Enhet	Stasjon 1	
		1991	2005
Leire og silt	%	96	71,9
Sand	%	4	27,4
Grus	%	0	0,7
Glødetap	%	18,7	13,7
TOC	mg/g	74,8	54,8
Normalisert TOC	mg/g	75,5	60,0

Tungmetaller og organiske miljøgifter i sediment

For de fleste tungmetaller var konsentrasjonene lave, tilsvarende SFTs tilstandsklasse I = "ubetydelig-lite forurenset" mens for kobber og kvikksølv var konsentrasjonene litt høyere tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "moderat forurenset". Resultatene indikerer en liten til moderat påvirkning av tungmetaller i sediment på det dypeste i Bolgsvaet. Den nærmeste kilden til eventuell påvirkning her er den industrielle virksomheten tilknyttet Oljebasen-Vestbase, men det er ikke noe som tyder på at denne representerer noe miljøproblem her.

For PAH-stoffene (PolyAromatiske Hydrokarboner) ble det stort sett påvist noe forhøyete konsentrasjoner av de fleste undersøkte forbindelser, der gjennomsnittskonsentrasjonen av • PAH 16 var 2,6 mg/kg hvilket tilsvarer SFTs tilstandsklasse III="markert forurenset". Det potensielt kreftfremkallende stoffet benzo(a)pyren ble påvist i alle prøvene i en konsentrasjon på 0,17 mg/k, som også tilsvarer SFTs tilstandsklasse III ="markert forurenset". Kilden til PAH-utslipp er alle former for forbrenning, og med en ca 200 år lang periode med industriell virksomhet i de sentrale sjøområdene i Kristiansund, er nivået av PAH stoffer i sedimentene på det dypeste i Bolgsvaet omtrent som en kan forvente. De høyeste nivåene av PAH i sedimentet finner en i Dalasundet, Vågen og Havna, og med den gode vannforbindelsen en har mellom Havna og Bolgsvaet gjennom Markussundet er det naturlig at det over tid har foregått en spredning og transport av PAH-stoffer til Bolgsvaet.

Det ble ikke påvist fenoler, PCB-stoffer (PolyKlorerteBifenyl) eller DDT-stoffer i sedimentprøvene fra Bolgsvaet. Det ble derimot påvist moderate konsentrasjoner av TPH-stoffer (Total Petroleum Hydrokarboner), varierende mellom 44 og 82 mg/kg.

Det ble påvist høye konsentrasjoner av tinnorganiske forbindelser på stasjon 1 i Bolgsvaet. Konsentrasjonen av tributyltin (TBT) var på 21,9 • g/kg, hvillket er såvidt over grensen til tilstand IV="sterkt forurenset". Kilden til disse utslippene er den store skipstraarfikken som har vært og er i Kristiansund, samt at det trolig også over tid har vært en spredning av de store TBT-utslippene som har vært i Vågen og Havnebasenget.

Det har tidligere ikke vært undersøkt for miljøgifter i Bolgsvaet, slik at denne undersøkelsen bare gir en indikasjon på nivåene på ett sted i denne resipienten. En kan derfor ikke si noe om hvordan forurensingssituasjonen i Bolgsvaet er forøvrig. En kan heller ikke si noe om eventuell påvirkningsgrad fra den store aktiviteten tilknyttet Oljebasen-Vestbase siden det bare er undersøkt ett sted på det dypeste i Bolgsvaet ca 1,5 km fra Vestbasen.

Bunnfauna

På stasjon 1 i Bolgsvaet ble det til sammen i de tre parallellene registrert 466 individer fordelt på 47 arter, og diversiteten ble beregnet til 3,80 hvilket gir SFTs tilstandsklasse II="god". Faunastrukturen og tilstedeværende arter viser at miljøet på det dypeste i Bolgsvaet er godt, noe som også vises på verdien av jevnhet, som ble beregnet til 0,68. De mest tallrike artene var børstemakkene *Paramphinome jeffreysii*, *Chaetopus variopedatus* og skjellet *Thyasira sp.* Resultatene som helhet tyder på en forholdsvis sunn og frisk bunnfauna.

Tabell 3.13. Sammenligning av bunndyrsundersøkelsene i 1991 og 2005. Ved undersøkelsen i 1996 ble det benyttet en 0,2 m² grabb, og det ble tatt 5 paralleller. I 2005 ble det benyttet en 0,1 m² grabb, og det ble tatt 3 paralleller.

Forhold	Stasjon 6	
	1991	2005
Antall individer	2114	466
Individtetthet pr m ²	2114	1553
Antall arter	53	47
Shannon-Wiener,H'	2,02	3,80
Jevnhet, J	0,35	0,68
H'-max	5,73	5,55
SFT-tilstandsklasse	III	II

Ved undersøkelsen i 1991 dominerte børstemakkene *Spiochaetopterus typicus* totalt og utgjorde 72 % av individantallet. Skjellet *Thyasira sp.* var også tallrikt og utgjorde 10,5 % av individantallet. På grunn av at en art dominerte i prøvene ble verdien for jevnhet lav, dvs 0,35, og diversiteten i 1991 ble beregnet til 2,02, hvilket tilsvarer SFTs tilstandsklasse III= "mindre god" (Botnen m. fl. 1992, jf. tabell 3.13). Våre resultater indikerer en bedydelig miljøforbedring siden 1991. Bunn dyrssamfunnet funnet i 1991 på dette stedet er et godt eksempel på at diversitet ikke er et godt mål på miljøtilstand i prøver med mange arter, men hvor mange av individene tilhører en art. Da blir diversiteten redusert, slik at en ved vurdering av miljøforholdene må legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er til stede enn på diversitet. De artene som var tilstede viste at miljøet på Bolgsvaet var godt (Botnen m. fl. 1992). Selv om diversitet og jevnhet er lavere ved denne undersøkelsen enn i 2005 er artsantallet og kvaliteten på dyresamfunnet omtrent identisk mellom de to undersøkelsene. Situasjonen for dyresamfunnet på stasjon 1 er tilnærmet uforandret siden 1991, og de forskjellene som forekommer ligger innenfor naturlig variasjon.

Bunn dyrsundersøkelsen viser at det er gode og tilfredsstillende forhold for bunndyr i Bolgsvaet. Det er ikke noen endring i kvaliteten på dyresamfunnet siden forrige undersøkelse.

Miljøgifter i organismer

Nivået av de fleste undersøkte tungmetaller i albuesnegl ved Remningneset vest for Vestbase var lavt, og tilsvarte SFTs tilstandsklasse I= "ubetydelig forurenset". Bare nivået av kadmium og sink tilsvarte SFTs tilstandsklasse II= "moderat forurenset". Det ble verken påvist PAH-stoffer (polyaromatiske hydrokarboner) eller PCB-stoffer (polyklorerte bifenyler) i albuesnegl fra Dalabukta, mens det var lave konsentrasjoner av tributyltinn (TBT) i albuesneglene.

Ved undersøkelsen i 2005 ble det funnet et lavt innhold av tungmetaller i fiskekjøtt og lever fra både flatfisk og torskfisk fra Bolgsvaet. Innholdet av kvikksølv i muskel på både flatfisk og torskfisk tilsvare SFTs tilstandsklasse I= "ubetydelig-lite forurenset" (SFT 1997). Innholdet av PCB i lever av flatfisk var lavt og under analysens deteksjonsgrense, som for øvrig passer med øvre grense for SFTs tilstandsklasse I= "ubetydelig-lite forurenset".

Strandsoneanalyse

Det fastsittende plante- og dyrelivet i strandsonen rett utenfor steinfyllingen innerst i Dalabukta hadde en sammensetning og en struktur som er helt normal for denne type eksponerte lokaliteter. Det var ikke noen tegn på forhøyet næringstilgang eller andre forstyrrende miljøpåvirkningselementer på plante- og dyrelivet i strandsonen.

Konklusjon

I Bolgsvaet er det generelt gode miljøforhold, noe som avspeiler seg i tilfredsstillende vannkvalitet, normal plante- og faunastruktur i strandsonen og relativt lite av tungmetaller i sediment på en stasjon og i albuesnegl på en lokalitet. Sedimentet var imidlertid en del påvirket av organiske miljøgifter tilsvarende SFTs tilstandsklasse III= "markert forurenset" for nivået av PAH-stoffer og SFTs tilstandsklasse IV= "sterkt forurenset" for nivået av TBT. Lever og muskel i flatfisk og torskfisk er også lite påvirket av miljøgifter. Bunnfaunaen og faunastrukturen på det dypeste i Bolgsvaet indikerer gode miljøforhold.

Denne undersøkelsen gir bare en indikasjon på nivåene av tungmetaller og organiske miljøgifter på ett sted i denne resipienten. En kan derfor ikke si noe om hvordan forurensingssituasjonen i Bolgsvaet er forøvrig. En kan heller ikke si noe om eventuell påvirkningsgrad fra den store aktiviteten tilknyttet Oljebasen-Vestbase siden det bare er undersøkt ett sted på det dypeste i Bolgsvaet ca 1,5 km fra Vestbasen.