


Overvåking NOAH

Langøya 2008

Miljøgifter i blåskjell,
sedimentundersøkelser samt
biologiske registreringer på
grunt vann

A decorative blue wave line spans across the width of the page, positioned below the main title and subtitle.

Hovedkontor

Gaustadalleen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Overvåking NOAH Langøya 2008. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	5831-2009	18.01.2010
Forfatter(e) Walday, Mats Green, Norman Gitmark, Janne Høgåsen, Tore Nilsson, Hans Christer	Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
	29189	65
Fagområde Miljøgifter sjøvann	Geografisk område	Distribusjon
	Vestfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) NOAH Holding AS, v. Marit Læg Reid	Oppdragsreferanse 1656-8
--	-----------------------------

Sammendrag

Siden overvåkingen utenfor NOAHs anlegg på Langøya startet i 1994 har resultatene i hovedsak indikert en god miljøtilstand i området og undersøkelsene i 2008 viste også en i hovedsak god tilstand. Undersøkelsene i 2008 omfattet forekomst av metaller og organiske miljøgifter i blåskjell, tilstanden til biologiske samfunn i fjæra, samt tilstanden på hardbunn og bløtbunn på dypere vann. Tilstanden var i 2008 for det meste god, men med noe forhøyede nivåer av noen metaller og tjærestoffer i blåskjell rundt kaiområdet på Langøya. Dette indikerer en lokal påvirkning fra NOAHs aktiviteter, trolig i hovedsak forårsaket av spill ved lossing av forurenset materiale. Sjøsonen ned til 30-40 m dyp var preget av sandbunn og sedimentert fjellbunn med lite synlige organismer. Forholdene i de dypereliggende sedimentene rundt Langøya var generelt gode. Det er sannsynlig at flere forureningskilder i området enn NOAH-Langøya kan påvirke de stasjoner som undersøkes.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Langøya	1. Langøya island
2. Marin	2. Marine
3. Overvåking	3. Monitoring
4. Miljøgifter	4. Micropollutants



Mats Walday
Prosjektleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Overvåking NOAH Langøya 2008

Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann

Forord

Undersøkelsene i den foreliggende rapport er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag for NOAH Langøya AS. De inngår i overvåkingen av resipienten utenfor bedriftens anlegg for farlig avfall på Langøya.

Kontaktperson hos NOAH har vært Marit Læg Reid.

Hovedinnsamling av blåskjell og biologiske registreringer ble utført av Janne Gitmark og Camilla With Fagerli (NIVA) i november 2008.

Hans Christer Nilsson (NIVA) har prøvetatt sedimenter ved bruk av UiO's forskningsfartøy "Trygve Braarud".

Supplerende blåskjellinnsamling ble gjennomført av personell ved NOAH Langøya i mai og september 2008.

Opparbeiding av blåskjell er utført på NIVA av Janne Gitmark og Marijana Brkljacic.

Metallanalysene er utført på NIVAs laboratorium under ledelse av Bente Lauritzen. Lill-Ann Kronvall var ansvarlig for analyse av de organiske miljøgiftene. Dioxiner og nonortho-PCB er analysert på NILU.

Trendanalysene er utført av Norman Green og Tore Høgåsen ved NIVA.

Resultatene fra kontrollstasjonen på Mølen er delvis basert på data fra "Joint Assessment and Monitoring Programme" (JAMP, se f.eks. Green et al. 2001).

John Arthur Berge, NIVA har kvalitetssikret rapporten.

Oslo, 18. januar 2010

Mats Walday

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Tilførsler til resipienten fra NOAH Langøya	9
2. Metodikk	10
2.1 Blåskjellpopulasjoner	10
2.2 Strandsoneregistrering	11
2.3 Registreringer i sjøsonen	12
2.4 Sedimentundersøkelser	12
2.4.1 Sedimentprofilfotografering (SPI)	13
2.5 Databearbeiding	14
3. Resultater	16
3.1 Metaller i blåskjell	16
3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell	18
3.3 Gradienter og utvikling i blåskjell	19
3.4 Sedimentundersøkelser	26
3.5 Strandsoneregistreringer	28
3.6 Sjøsoneregistreringer	34
4. Referanser	37
Vedlegg A.	39
Vedlegg B.	47
Vedlegg C.	61
Vedlegg D.	64

Sammendrag

NOAH Holding AS har et anlegg for behandling av farlig avfall på Langøya i Oslofjorden. NIVA utførte i 1994 en orienterende undersøkelse i området og har siden 1996 på oppdrag for NOAH utført årlige undersøkelser av den marine resipienten utenfor anlegget på Langøya. I den foreliggende rapporten er resultatene fra 2008 presentert og sammenlignet med tidligere undersøkelser.

Undersøkelsene har omfattet analyse av metallinnholdet i blåskjell (*Mytilus edulis*) i området rundt Langøya og ved kontrollstasjonen på Mølen. Fra kontrollstasjonen og 5 stasjoner på Langøya ble det også analysert organiske miljøgifter og tinnorganiske forbindelser (inkl TBT). Det ble videre foretatt registreringer av alger og dyr på tre strandsonestasjoner, og i sjøsonen ved hjelp av UV-videokamera på 5 stasjoner. Tilstanden i bunnsedimentene ble undersøkt ved fotografering, SPI-teknikk, på 22 stasjoner.

I 2008 var det kun 3 av blåskjellprøvene (0,8 %) som ble klassifisert med dårligere tilstand enn 'moderat forurensing' (SFT klasse II, Molvær et al. 1997) og 87 % av prøvene var ubetydelig-lite forurenset (klasse I). Resultatene indikerer en positiv utvikling i forhold til tidligere år.

Stasjon B3 ved bulkkaia har pekt seg ut som stasjonen med de største overkonsentrasjonene. Med overkonsentrasjoner menes konsentrasjoner større enn 'antatt høyt bakgrunnsnivå', dvs. øvre grense for det som er vanlig å finne langt unna punktkilder. De ekstra prøvetakingene i de senere år bekrefter at det er en viss kontaminering av enkelte metaller i sedimenter og blåskjell utenfor bulk-kaia. Problemet er begrenset til et mindre område og tiltakene mot spill ved lossing av avfall har vist seg å være vellykkede.

Hos blåskjell innsamlet i 2008 ble det registrert noen prøver med forhøyede nivåer av bly, krom, arsen, nikkel og kadmium ved Langøya. Arsen viste imidlertid også noe forhøyede nivåer i skjell fra kontrollstasjonen. Forurensingsnivået var imidlertid moderat (klasse II), unntatt to kromverdier som ga markert forurensning (klasse III).

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell var også generelt lavt i 2008, men skjellene var moderat til markert forurenset av tjærestoffer på B3. Det er sannsynlig at tjærestoffene stammer fra skipstrafikk.

Undersøkelsene av strandsonesamfunnene indikerer ingen redusert biologisk kvalitet hos samfunnene ved Langøya i 2008. Undersøkelsen av vegetasjonen i sjøsonen viste at det var rimelig god forekomst av vanlige flerårige tangarter på grunt vann på alle stasjonene, og ålegrasenger på fire av stasjonene. Dette tyder på at miljøtilstanden er forholdsvis god. De undersøkte områdene ned til 30-40 m dyp var preget av sandbunn og sedimentert fjellbunn med lite synlige organismer. Gravehull i sand- og bløtbunnen tyder på at det er liv nede i sedimentet. I de dype bløtbunnsområdene (30-200m) var tilstanden god.

Siden NOAHs anlegg har utslipp av miljøgifter til fjorden, kan man på generelt grunnlag anta at driften på Langøya bidrar til de overkonsentrasjoner av de miljøgifter som er funnet i blåskjell. Det er imidlertid spill ved lossing av forurenset materiale ved bulk-kaia som sannsynligvis har gitt de største overkonsentrasjonene i skjell. Resultater fra stasjonen ved Mulodden sør for Holmestrand og fra kontrollstasjonen på Mølen, samt andre undersøkelser som er gjort i området, viser som ventet at det finnes flere forurensningskilder i Langøyaområdet enn NOAH-Langøya og at forurensningsbildet er komplisert, særlig med hensyn til kildeidentifisering.

Helt siden undersøkelsene av metaller i blåskjell startet har de fleste resultater indikert en relativt lav forurensningsgrad, dvs. at området kunne klassifiseres som ubetydelig-lite forurenset (Klasse I) ifølge SFTs klassifiseringssystem. Dette var også tilfelle i 2008. Overkonsentrasjoner av noen metaller indikerer likevel at en fremdeles har lokale kontamineringsproblemer rundt havneområdene på Langøya. Trendanalyser viser at det siden 1996 har vært en signifikant oppadgående trend i konsentrasjonen av kvikksølv, kadmium og bly i blåskjell på stasjon B3 utenfor kaia. Det har imidlertid vært avtakende konsentrasjoner i de siste år.

Summary

Littoral and sublittoral communities, concentrations of contaminants in blue mussels (*Mytilus edulis*), and condition in sediments were investigated by NIVA in 2008 as part of a monitoring programme in the marine recipient in the vicinity of a plant for receiving industrial waste on the island of Langøya in the Oslofjord. The plant is owned by NOAH Holding AS. A brief inspection of the area was performed by NIVA in 1994 (Walday & Helland 1994), and monitoring has been run yearly since 1996. Results from the investigations performed in 2008 are compared in this report.

In 2008, 10 % of the results from analysis of contaminants in mussel could be classified as moderately polluted. Metal pollution was mainly caused by As and Cr. Also the reference-station was polluted from As.

The industrial waste is transported by ship to the industrial plant. Loss of waste during the unloading is the most likely explanation for the pollution in the quay-area. Trend-analysis indicates a significant time-dependent increase in the levels of cadmium, Cd, lead, Pb and mercury, Hg, in mussels at station B3, close to the quay-area, since 1996. Levels are, however, decreasing in recent years.

Mussels were generally slightly polluted from organic contaminants. Levels of polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH, were, however, elevated at Langøya. This is probably related to ships traffic and perhaps polluted sediments in yacht harbours.

The investigation of the littoral and sublittoral communities, including conditions in sediments around Langøya did not show any sign of negative influence from NOAH's activities at Langøya.

Apart from some local contamination in the quay-area, due to waste during unloading of ships, the investigation indicates a generally healthy environment in the recipient throughout the monitoring period.

Title: Monitoring NOAH Langøya 2008. Littoral and sublittoral communities, micropollutants in mussels and condition of sediments

Year: 2010

Authors: Walday, Mats; Green, Norman; Gitmark, Janne; Høgåsen, Tore; Nilsson, Hans Christer.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5566-9

1. Innledning

Målsetningen med undersøkelsene er å overvåke resipienten utenfor NOAHs anlegg på Langøya for å klartlegge om utslipp og aktiviteter på anlegget har påvirket eller påvirker miljøet i sjøen i området.

Langøya ligger i Holmestrandsfjorden, som er en åpen fjord uten terskler. Mot nordvest går den over i Sandebukta og mot sørøst går den over i Breiangeren, som er et åpent område av ytre Oslofjord. Grunnen på Langøya er bygget opp av 400 millioner år gamle kalkavsetninger med rester av fossiler. I mer enn 100 år har det vært drevet kalksteinbrudd på øya. I dag brukes det ene av de to gamle bruddene til avfallsdisponering. Anlegget tar imot de fleste typer uorganisk farlig avfall, siden 1998 også forurensede masser med relativt lave konsentrasjoner av organiske- og uorganiske miljøgifter. Aktiviteten er konsesjonsbetinget. De ulike avfallstypene gjennomgår en forbehandling for stabilisering før sluttdisponering i deponi. I denne prosessen felles det ut metaller. Fordi deponiet ligger under havnivå er lekkasje fra bruddet ut til fjorden ikke mulig. Erfaringsmessig har det vist seg at anlegget heller ikke har lekkasjer fra fjorden utenfor. Anleggets store bruddflater tar imidlertid imot store mengder regnvann og sigevann fra omgivelsene.

Overskuddsvannet fra NOAHs avfallsdeponi renses og har frem til oktober 2007 blitt sluppet ut på 14 m dyp ca. 80 m fra land utenfor det nordre kaianlegget. Utslippsrøret er nå forlenget og vannet går ut på 38 m dyp. Lasting og lossing av avfall foregår i nærheten av utslippsområdet. Utslippsvannets pH og turbiditet måles kontinuerlig og det tas en samleprøve gjennom et døgn én gang i uken for analyse av bl.a. metallinnhold og organiske miljøgifter. Det slippes normalt ut 80-130 m³ vann / time. Det er blitt utført beregninger og målinger av utslippsforholdene i området (Magnusson et al. 1997, Staalstrøm et al. 2008) og disse legges til grunn ved vurderingen av mulige kilder til forhøyede nivåer av metaller i resipienten.

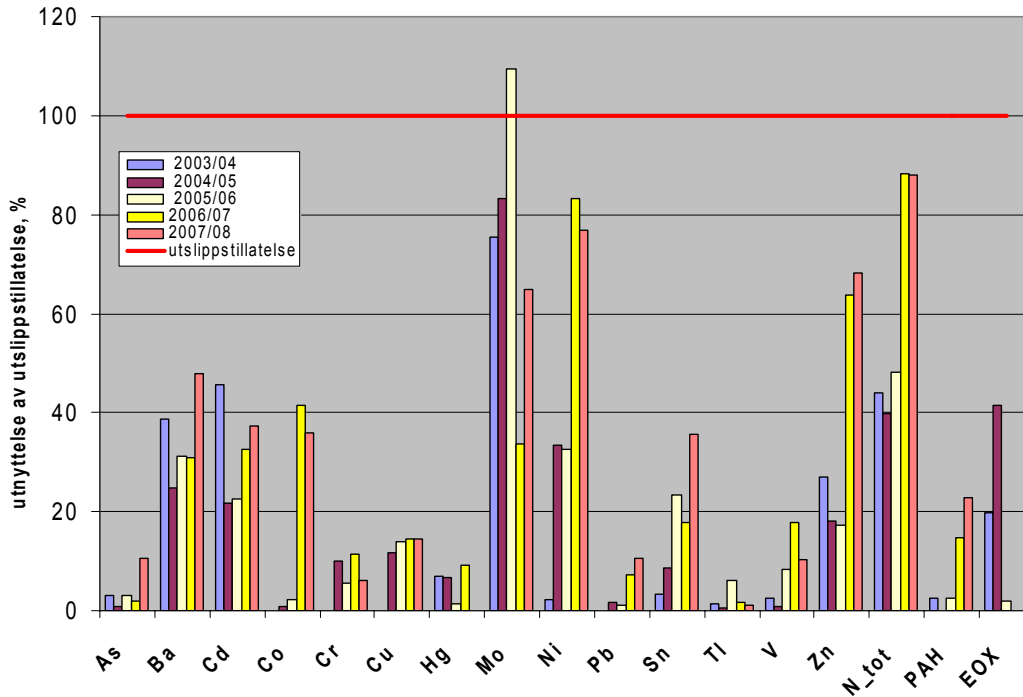
Hardbunnsorganismer som eksempelvis blåskjell, tar opp miljøgifter fra vannet og oppkonsentrerer disse i varierende grad. Blåskjell er ofte benyttet til miljøgiftovervåkning av marine sjøområder, både nasjonalt og internasjonalt. Fordelen med å undersøke fastsittende eller lite mobile organismer, er at de ikke kan unnsnippe eller flytte til andre områder og at de på den måten reflekterer den lokale belastningen integrert over tid. Ved vurdering av resultatene må en imidlertid ta hensyn til sesongmessige endringer i blåskjellenes biologisk aktivitet, f.eks. gyting, som kan påvirke innholdet av miljøgifter i dyret. På den samme måte reflekterer også sedimentenes innhold av miljøgifter tilførselen, men over et lenger tidsperspektiv. Innholdet av miljøgifter i sedimentene er avhengig av tilførselen til resipienten samt avsetningsforholdene. Forekomst av miljøgifter i sediment er normalt knyttet til finfraksjonen. Et område som har grove sedimenter indikerer erosjonsbunn, eller transportbunn. For at miljøgiftene skal lagres i sedimentene er det derfor en forutsetning at området har sedimentasjonsbunn. I motsatt fall vil miljøgiftene transporteres ut av området.

Via de løpende utslippsmålingene er det klart at det foregår en tilførsel av metaller fra Langøya til resipienten (Tabell 1). Tidligere observasjoner av metallinnholdet i blåskjell og sedimenter har imidlertid for det meste vist lave konsentrasjoner, og tilstanden kan generelt betegnes som god (Walday & Helland 1994, Walday 1997, 1998, 1999, Walday et al. 2000, Walday & Kroglund 2001, Walday et al. 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008). Overvåkingen viser at det er sannsynlig at også andre kilder enn NOAH-Langøya bidrar til de forhøyede nivåer som er funnet i sediment og blåskjell.

1.1 Tilførsler til resipienten fra NOAH Langøya

NOAH-Langøya måler konsentrasjonene av blant annet metaller i sitt utslippsvann. Utslippsmengder pr. måned for de metaller som analyseres i blåskjell er vist i Tabell 1. Registrerte utslippsmengder og konsentrasjoner i utløpsvannet var for samtlige stoffer innenfor konsesjonsgrensene i 2008 (Figur 1).

Utslipp okt - sept



Figur 1. Utslipp fra NOAH-Langøya i perioden oktober til september for 2003/04, 2004/05, 2005/06, 2006/07 og 2007/08. Utslipp av den enkelte komponent er oppgitt som prosent av konsesjonsbestemte maksimalutslipp og er beregnet på bakgrunn av analyserte mengder i utslippsvannet; arsen (As), barium (Ba), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kopper (Cu), kvikksølv (Hg), molybden (Mo), nikkel (Ni), bly (Pb), tinn (Sn), vanadium (V), sink (Zn), total-nitrogen (N(tot)), tjærestoffer (PAH) og summen av ekstraherbare klorerte organiske forbindelser (EOX). Etter figur fra NOAH-Langøya.

Tabell 1. Utslipp av metaller i kg/måned fra NOAH Langøya AS til sjø for perioden okt. 2007 til sep. 2008. Tallene er oppgitt av bedriften, u.d. betyr konsentrasjon under deteksjonsgrensen. Merk at deteksjonsgrensen (QL) er oppgitt i mg/l.

	QL mg/l	2007			2008								
		okt	nov	des	jan	feb	mars	apr	mai	juni	juli	aug	sep
As	0,02	0,062	0,18	0,186	0,093	0,1904	0,186	0,171	0,062	0,03	0,062	0,124	0,18
Cd	0,002	0,186	0,33	0,651	0,093	0,084	0,341	0,81	0,279	0,3	0,031	u.d.	0,03
Co	0,02	0,341	0,6	0,899	0,31	0,28	0,713	0,66	0,31	0,21	0,279	0,279	0,36
Cr	0,02	0,062	0,15	0,155	0,093	0,084	0,155	0,06	0,031	0,03	0,031	0,031	0,03
Cu	0,02	0,217	0,48	0,589	0,062	0,056	0,124	0,24	0,093	0,06	0,031	0,093	0,06
Ni	0,02	1,178	2,28	3,1	1,767	1,596	2,294	2,61	1,333	0,9	0,93	0,868	0,81
Pb	0,04	0,155	0,33	0,682	0,124	0,084	0,217	0,15	0,031	0,06	0,062	0,031	0,03
V	0,02	0,093	0,6	0,279	0,031	0,028	0,248	0,09	0,031	u.d.	0,031	0,031	0,03
Zn	0,02	1,643	4,8	7,068	21,793	2,268	2,914	3,69	1,457	1,29	0,961	0,899	1,08
Hg	0,00001	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.	u.d.

2. Metodikk

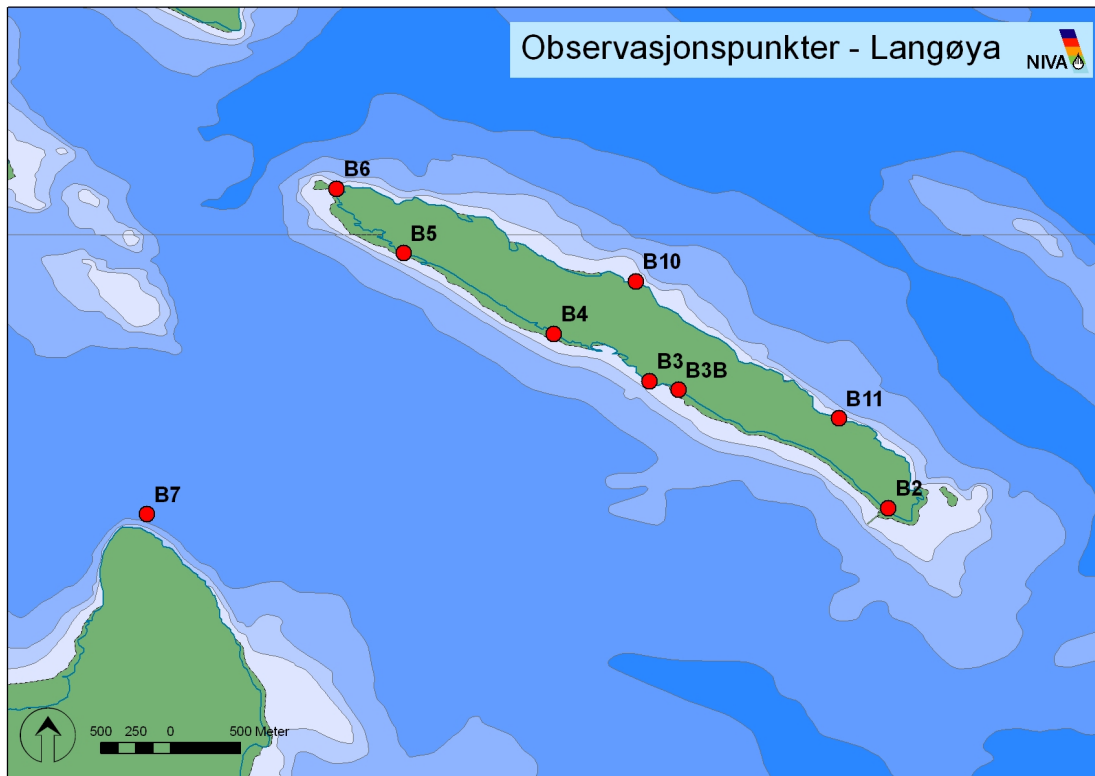
2.1 Blåskjellpopulasjoner

Hovedinnsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*) og strandsoneregistreringer ble gjennomført i begynnelsen av desember 2008 i området rundt Langøya (Figur 2) og på Mølen (kontrollstasjon BK) ca 5 km øst for Langøya. Stasjonsplassering er dokumentert ved fotografering og posisjoner er bestemt ved hjelp av GPS (Tabell 2).

Bly og kadmium er påvist med forhøyede nivåer i blåskjell utenfor kaianlegget på Langøya siden 1998 (stasjon B3), og det er sannsynlig at NOAH Langøya er hovedkilde til denne forurensning. For å få mer kunnskap om dette er det siden 2003 prøvetatt en ny stasjon, B3b, som ligger i noe lenger avstand fra kaia enn det B3 gjør. På begge stasjonene ble det i 2008 samlet inn blåskjell ved tre anledninger (5. mai, 12. september og 3. desember).

Blåskjell ble samlet inn fra stasjon BK (kontroll) samt B2 – B11 (Figur 2, Tabell 2). På hver Langøya-stasjon ble det innsamlet 60 skjell av en lengde på 4-5 cm. Blåskjell fra kontrollstasjonen blir samlet inn samtidig, men under et annet program (CEMP (tidl. JAMP), cf. Green et al. 2001). På laboratoriet ble skallengden målt og samlet vekt av bløtdeler for hver stasjon bestemt, før muslingene ble homogenisert og sendt til analyse for innhold av miljøgifter. Det ble analysert på 3 prøver à 20 skjell fra hver stasjon. Alle kjemiske analyser, unntatt nonorto-PCB og dioxiner er utført etter akkrediterte metoder på NIVAs laboratorium. Dioxiner og nonortho-PCB er analysert av NILU.

Metaller analyseres fra samtlige prøver, mens TBT og organiske miljøgifter analyseres på et utvalg av stasjonene (B2, B3, B4, B6, B11, BK)



Figur 2. Langøya med plassering av blåskjellstasjoner. Kontrollstasjonen (BK) ligger på Mølen, ca 5km øst for Langøya og utenfor kartutsnittet. Stasjon B7 ble etablert i 2000. Stasjon B10 og B11 i 2007. Strandsoneregistreringer utføres på stasjon BK, B2 og B6.

Tabell 2. Stasjoner for innsamling av blåskjell og gjennomføring strandsoneregistreringer (se også Figur 2). Posisjoner er bestemt ved hjelp av GPS. BK er kontrollstasjonen på Mølen. B7 ble etablert år 2000 og er plassert like ved fyrlykten på Mulodden. B10 og B11, på østsiden av Langøya, ble etablert i 2007.

Stasjon	Navn	lengdegrad	breddegrad	blåskjell	strandsonereg.
BK	Mølen, ref.	E10.49791	N59.48809	+	+
B2	Langøya	E10.39785	N59.48240	+	+
B3	Langøya	E10.38245	N59.49058	+	-
B3b	Langøya	E10.38430	N59.49002	+	-
B4	Langøya	E10.37627	N59.49364	+	-
B5	Langøya	E10.36656	N59.49884	+	-
B6	Langøya	E10.36224	N59.50298	+	+
B7	Mulodden	E10.35000	N59.48166	+	-
B10	Langøya	E10.38157	N59.49702	+	-
B11	Langøya	E10.39466	N59.48820	+	-

2.2 Strandsoneregistrering

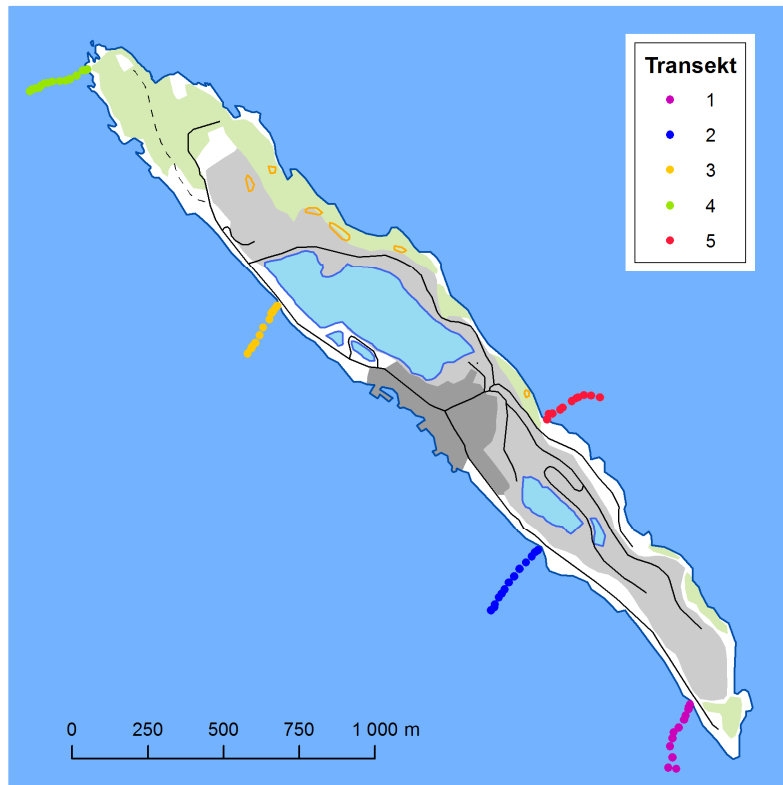
Strandsoneregistrering av bunnlevende hardbunnsorganismer ble utført på tre av blåskjellstasjonene (BK, B2, B6) den 19. oktober (se Figur 2 og Tabell 2). Registreringen ble foretatt ved snorkling. Tilstedeværende arter av fastsittende alger og dyr ble registrert og mengdene anslått etter en semikvantitativ skala:

- 1 enkelt funn
- 2 spredte funn
- 3 vanlig forekommende
- 4 dominerende forekomst

Ved denne type registrering vil vesentlige forandringer i strandsamfunnene kunne detekteres.

2.3 Registreringer i sjøsonen

3. desember 2008 ble det gjennomført en videoregistrering av bunnvegetasjonen/bunnforhold med nedsenkbart kamera. Videoregistreringen foregikk fra båt. Det ble filmet i linjer (transekter) fra strandkanten (0 m) til rundt 30 – 40 m dyp på 5 stasjoner rundt Langøya (Figur 4).



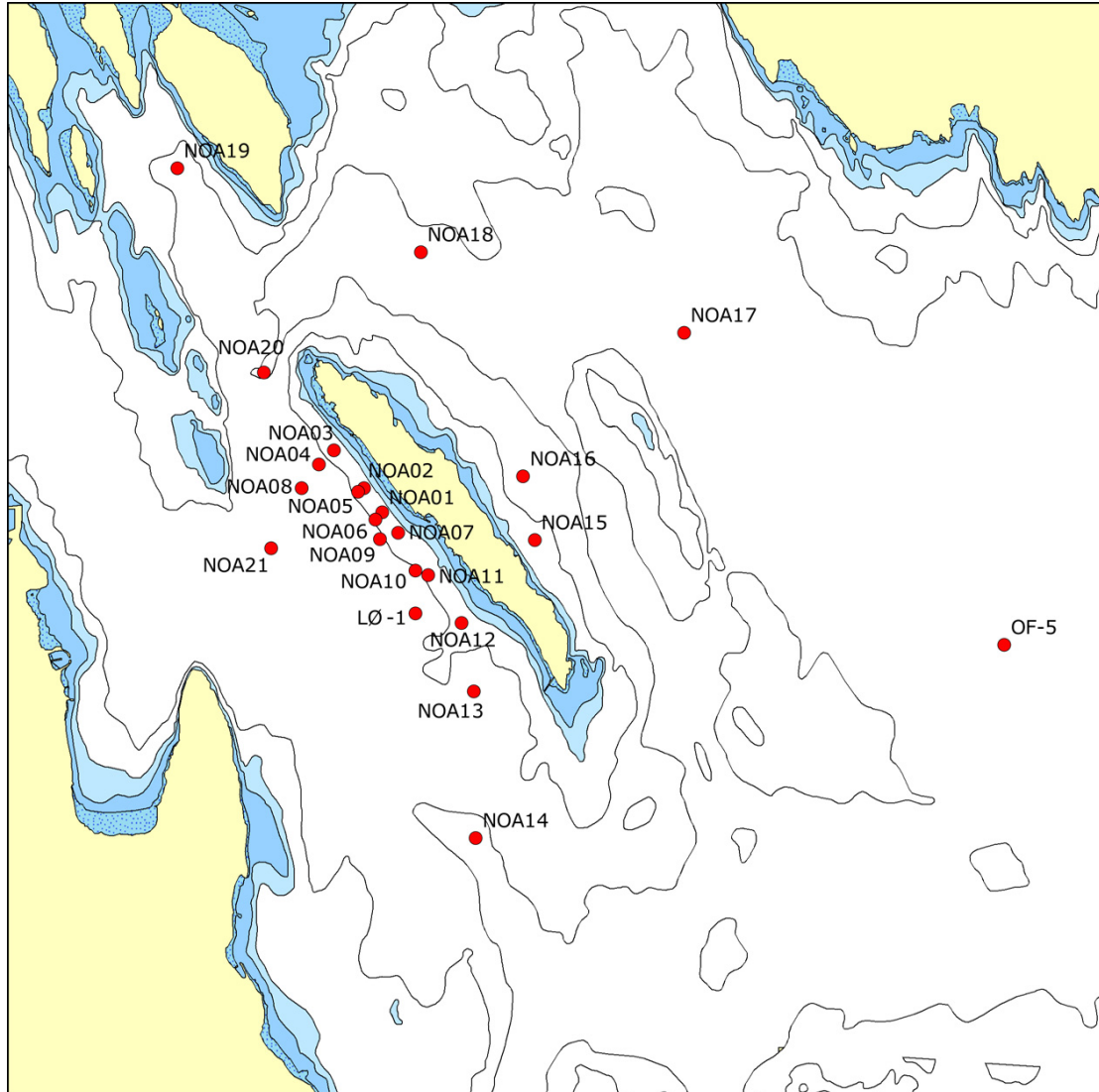
Figur 3. Videoregistreringer av bunnforhold langs transekt på 5 stasjoner ved Langøya i 2008.

Fastsittende alger og fastsittende, eller lite mobile dyr ble registrert kontinuerlig gjennom hele transektet. Artsregistreringen er i likhet med strandsoneregistreringene semikvantitativ. GPS-posisjoner ble merket med regelmessige intervaller hvor også dyp, substrattyppe og helningsgrad (bratt, skånende, flatt) ble notert. Det ble tatt videoopptak kontinuerlig gjennom alle 5 transektene.

En tabell med GPS-posisjoner, dyp og evt. merknader er gitt i Vedlegg D.

2.4 Sedimentundersøkelser

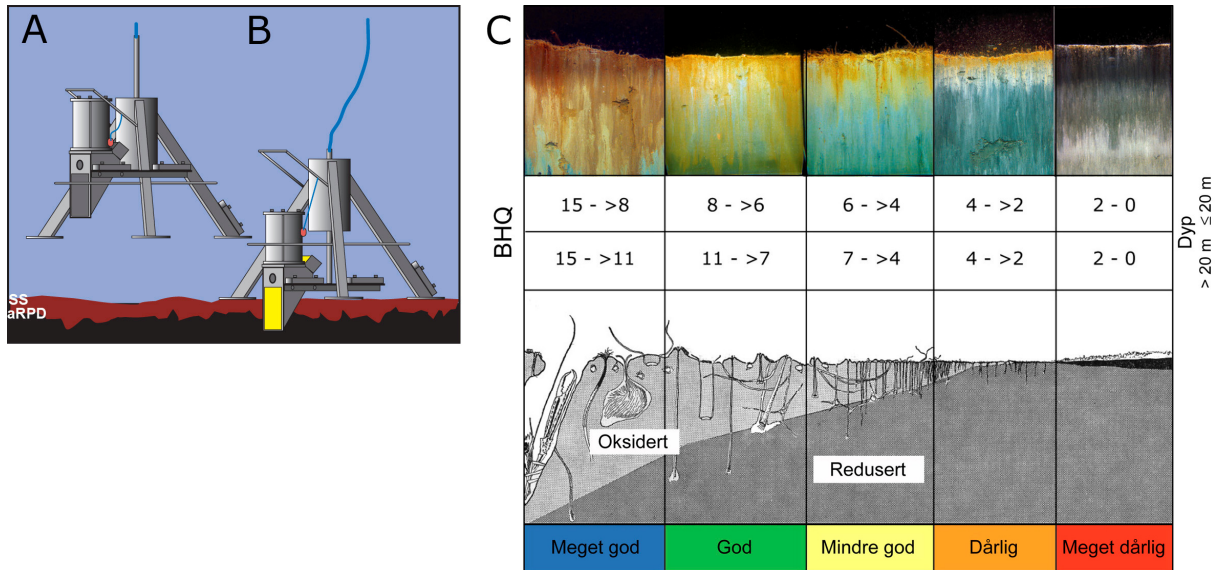
Feltarbeidet ble gjennomført i juni 2008 fra F/F Trygve Braarud tilhørende Universitetet i Oslo. Stasjonsplasseringen er vist i Figur 4. Feltarbeidet ble koordinert med feltarbeidet for overvåkingen av ytre Oslofjord (Walday et al. 2009).



Figur 4. Stasjonsplassering for SPI utenfor Langøya. OF-5 og LØ-1 er hhv hydrografistasjon og faunastasjon for overvåkningsprogrammet for Ytre Oslofjord (Walday et al. 2009) .

2.4.1 Sedimentprofilfotofering (SPI)

Sedimentprofilfotofering (SPI) er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av sediment og bløtbunnfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de øverste dm av sedimentet. Utstyret består av et digitalt kamera med blits som er montert i et vanntett hus på en rigg med tre ben, Figur 5. Denne riggen senkes ned til sedimentoverflaten slik at en vertikal glassplate presses ca. 20 cm ned i sedimentet. Bildet (17,3 cm bredt og 26 cm høy) tas gjennom glassplaten via et skråstilt speil som til sammen utgjør et prisme. Resultatet er digitale fotografier av et vertikalt snitt av sedimentet med detaljer av strukturer på sedimentoverflaten og nede i sedimentet. Også sedimentets ulke farge sjatteringer kan ses.



Figur 5. Prinsippskisse for SPI-kamera og bildeanalyse. (A) Kamera og rigg over bunnen (SS = sediment overflate og aRPD = grense mellom det bioturberte oksiderte sediment lagret og reduserende sediment [apparent redox potential discontinuity]). (B) Kamera med prismet som har trengt ned i sedimentet slik at bildet kan tas. (C) Figuren over viser en modell av endringer i faunatype fra upåvirkede bunnsedimenter med en rik, dyptgravende fauna (Meget god) til en grunnlevende, fattig fauna i påvirkede områder (Meget dårlig). Sedimentprofilbildet er vist i toppen av figuren, der brunt farget sediment indikerer oksidert bioturbert sediment og sorte reduserte forhold. BHQ-miljøkvalitets indeks for vanddyb ≤ 20 meter og > 20 m er i henhold til EUs vanndirektiv for marine sedimenter (Pearson & Rosenberg 1978, Nilsson & Rosenberg 1997, Rosenberg m. fl. 2004, Nilsson & Rosenberg 2006).

Fra bildene kan en beregne en miljøindeks (Benthic Habitat Quality index; BHQ-indeks) ut fra strukturer i sedimentoverflaten (rør av børstemark, fødegrop og ekskrementhaug) og strukturer under sedimentoverflaten (bløtbunnsfauna, faunagang og oksiderte tomrom i sedimentet) samt redox-forhold i sedimentet. Indeksen varierer på en skala mellom 0 og 15. Denne indeksen kan siden sammenlignes med Pearson og Rosenbergs klassiske modell for faunaens suksessjon. Fra denne modellen klassifiseres bunnmiljøet i henhold til retningslinjer i EUs vannrammedirektiv (Rosenberg m. fl. 2004).

2.5 Databearbeiding

De observerte miljøgiftkonsentrasjoner sammenlignes i forhold til sin beliggenhet for å påvise eventuelle konsentrasjonsgradienter. Det gjøres også sammenligninger med resultatene fra tidligere år. Resultatene er også klassifisert etter konsentrasjon, i hovedsak etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997) (Tabell 3). For kobolt er ”antatt høyt bakgrunnsnivå” (Klasse I) vist, mens det for barium i blåskjell ikke har vært mulig å fastsette bakgrunnsnivåer. Konsentrasjoner over øvre grense for Klasse I (overkonsentrasjoner) antyder at en påvirkning fra en eller flere punktkilder kan ha funnet sted.

Tabell 3. SFTs klassifikasjon av tilstand ut fra miljøgiftkonsentrasjonen i blåskjell (kilde: Molvær *et al.* 1997). Merk at klassifikasjon av kobolt og vanadium er gjort etter Knutzen & Skei (1990) og Konieczny & Brevik (1997). Kl. V (meget sterkt forurenset) er ikke vist.

Stoff		Kl. I Ubetydelig-lite forurenset	Kl. II Moderat forurenset	Kl. III Markert forurenset	Kl. IV Sterkt forurenset
Kvikksølv	mg/kg t.v.	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4
Kadmium	"	<2	2-5	5-20	20-40
Bly	"	<3	3-15	15-40	40-100
Arsen	"	<10	10-30	30-100	100-200
Sink ¹	"	<200	200-400	400-1000	1000-2500
Krom	"	<3	3-10	10-30	30-60
Kobolt	"	<3	ikke klassifisert	ikke klassifisert	ikke klassifisert
Vanadium	"	<2	2-10	10-30	>30
Nikkel	"	<5	5-20	20-50	50-100
Kobber ¹	"	<10	10-30	30-100	100-200
TBT	"	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-5
Dioxin	ng/kg v.v.	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-3
Sum-PCB ₇	µg/kg v.v.	<4	4-15	15-40	40-100
Sum-PAH	"	<50	50-200	200-2000	2000-5000
BaP	"	<1	1-3	3-10	10-30

¹ Blåskjell har evne til å regulere opptak, særlig ved moderate konsentrasjoner

Trendanalyse av metaller i blåskjell

En enkel 2-parameters linjær modell har blitt utviklet for å vurdere tidstrender basert på median konsentrasjon av miljøgifter i blåskjell (ASMO 1994). Metoden for beregning av glattet middelverdi er beskrevet i MON (1998) og av Nicholson *et al.* (1997). Glattemetoden er basert på løpende 7-års intervall og er en ikke-parametrisk kurve tilpasset medianer av log-verdier. For tidsserier mindre enn 7 år er ingen glattemetode benyttet. For at en statistisk test for en glattet kurve skal være gyldig må miljøgift-konsentrasjonene ha tilnærmet lik varians og residualene for den tilpassede modellen bør være lognormalfordelt (cf. Nicholson *et al.* 1998). Utsagnskraft (eller power) av tidstrendanalysene er uttrykt som det antallet år som er nødvendig for å dokumentere en 10% endring pr. år med 90% sannsynlighet. Jo færre år som er nødvendig for dette, jo lettere er det å oppdage en tidstrend. Utsagnskraft er basert på prosent relativt standardavvik, som beregnes etter en robust metode beskrevet i ASMO (1994) og Nicholson *et al.* (1998).

Multivariate analyser av strandsoneregistreringene

Data fra strandsoneregistreringene har gjennomgått likhetssanalyser (Bray-Curtis) i programpakken PRIMER v5 (Clarke & Gorley 2001). Analysene bidrar til å avdekke likheter/ulikheter i artssammensetning mellom prøver.

3. Resultater

De fleste blåskjellprøvene var ubetydelig-lite forurenset av metaller i 2008 (SFT klasse I). Arsen og krom ble funnet med moderat forurensning (klasse II) på flere stasjoner enn de øvrige metallene. På vestsiden av Langøya, fra stasjon B3 til B6, var det størst akkumulering disse to metallene i 2008.

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell ved Langøya og kontrollstasjonen på Mølen (BK) var generelt lavt i 2008, men det ble funnet markert forurensning av tjærestoffer (kPAH) på stasjon B3. Tilstanden er lite endret siden mellom 2007 og 2008, men på kontrollstasjonen på Mølen (BK) var verdiene av miljøgifter noe høyere enn i 2007.

Trendanalysene viser fortsatt en signifikant oppadgående trend i konsentrasjonen av kadmium, bly og kvikksølv i blåskjell på stasjon B3 siden 1996, til tross for nedgang i konsentrasjoner siden 2005.

Undersøkelsene av strandsonesamfunnene indikerer ingen redusert biologisk kvalitet hos samfunnene ved Langøya i 2008. Undersøkelsen av vegetasjonen i sjøsonen viste at det var rimelig god forekomst av vanlige flerårige tangarter på grunt vann på alle stasjonene, og ålegrasenger på fire av stasjonene. Dette tyder på at miljøtilstanden er forholdsvis god. De undersøkte områdene var preget av sandbunn og sedimentert fjellbunn med lite synlige organismer. Gravehull i sand- og bløtbunnen tyder på at det er liv nede i sedimentet. I de dypere sedimentene rundt Langøya var tilstanden (BHQ) god.

3.1 Metaller i blåskjell

Innholdet av metaller i blåskjell ved Langøya og kontrollstasjonen på Mølen (BK) var i hovedsak lavt i 2009. Drøyt 90% av analyseresultatene (304 av 336) ga en klassifisering tilsvarende ubetydelig - lite forurenset. 30 analyseresultater ga en klassifisering tilsvarende moderat forurenset og 2 viste markert forurensning (Tabell 4).

Arsen og krom ble funnet med moderat forurensning (klasse II) på flere stasjoner enn de øvrige metallene. På vestsiden av Langøya, fra stasjon B3 til B6, var det størst akkumulering av krom i 2008, mens konsentrasjonen av arsen var jevnere fordelt i skjellene fra de ulike deler av øya (Tabell 4). Merkelig nok var alle replikatene fra kontrollstasjonen på Mølen (BK) moderat forurenset av arsen.

Tabell 4. Tørrstoff i prosent (TTS) og metallinnhold i blåskjell fra 9 stasjoner ved Langøya i Holmestrandsfjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2008. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Kobolt og vanadium er klassifisert etter Knutzen & Skei (1990) og Konieczny & Brevik (1997). Øvrige metaller etter SFTs klassifisering (Molvær et al. 1997). Fargekodene bruk i forbindelse med klassifiseringen ses i Tabell 1.

Stasjon	2008	TTS%	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
B2 I	11.nov.	27,6	6,34	1,18	0,26	2,54	3,26	0,069	1,70	0,87	0,80	68,1
B2 II	11.nov.	26,3	6,65	1,35	0,25	2,28	3,99	0,072	1,52	0,95	0,95	58,9
B2 III	11.nov.	14,0	12,43	2,55	0,46	2,14	7,71	0,136	1,79	1,71	1,43	114,3
B3 I	6.mai	16,0		0,64						1,84		48,39
B3 II	6.mai	25,7		0,86						2,14		54,5
B3 III	6.mai	24,3		0,81						2,10		61,3
B3 I	21.aug.	15,0		2,43						4,27		110,0
B3 II	21.aug.	24,2		1,06						1,86		60,3
B3 III	21.aug.	15,1		1,65						3,05		88,7
B3 I	3.des.	16,0	12,56	1,62	0,44	2,50	9,06	0,094	1,94	2,81	1,56	110,6
B3 II	3.des.	30,9	6,28	0,80	0,30	3,88	3,69	0,045	2,36	1,55	0,97	61,5
B3 III	3.des.	31,0	6,65	0,87	0,35	7,74	4,74	0,055	4,94	1,74	1,06	51,3
B3B I	6.mai	27,2		0,85						1,43		54,0
B3B II	6.mai	24,3		0,83						1,69		65,8
B3B III	6.mai	23,1		0,89						1,69		66,7
B3B I	12.sept.	21,7		0,97						1,75		75,1
B3B II	12.sept.	13,8		1,45						2,61		95,7
B3B III	12.sept.	22,3		1,00						2,06		62,8
B3B I	3.des.	15,5	10,13	1,21	0,77	10,97	6,71	0,110	6,58	2,32	2,45	95,5
B3B II	3.des.	27,1	6,09	0,85	0,31	2,95	3,84	0,063	1,92	1,22	1,11	48,0
B3B III	3.des.	28,4	6,13	0,75	0,31	3,17	3,49	0,063	1,90	1,27	0,99	56,3
B4 I	3.des.	17,0	12,47	3,08	0,61	10,00	8,47	0,106	6,18	3,29	1,41	113,5
B4 II	3.des.	28,9	7,40	1,74	0,44	6,57	4,67	0,062	4,43	1,56	0,93	58,8
B4 III	3.des.	27,9	7,74	1,63	0,59	11,11	4,80	0,065	7,03	2,01	0,97	68,1
B5 I	3.des.	20,5	7,61	2,70	0,47	2,44	4,59	0,068	1,71	1,02	1,12	77,6
B5 II	3.des.	23,0	6,39	1,70	0,47	3,48	4,52	0,061	2,26	0,91	1,04	68,7
B5 III	3.des.	24,6	6,71	1,79	0,43	2,85	3,86	0,053	1,91	0,93	0,98	69,9
B6 I	3.des.	12,0	11,58	1,29	0,59	8,33	6,50	0,108	5,58	1,50	1,50	103,3
B6 II	3.des.	19,1	8,01	0,89	0,31	2,62	3,40	0,073	1,94	0,84	0,99	59,2
B6 III	3.des.	19,0	7,26	0,89	0,42	6,84	3,84	0,074	3,95	1,00	1,00	67,4
B7 I	3.des.	25,2	7,86	1,03	0,22	1,19	9,33	0,107	0,79	1,94	0,75	70,2
B7 II	3.des.	23,4	7,99	1,06	0,23	1,28	7,91	0,098	0,81	1,75	0,90	75,2
B7 III	3.des.	29,4	7,18	0,98	0,18	1,02	6,02	0,085	0,75	1,46	0,78	60,2
B10 I	3.des.	25,4	7,80	0,93	0,25	1,18	3,74	0,071	0,98	0,75	1,06	53,1
B10 II	3.des.	26,4	7,99	0,87	0,28	1,14	3,86	0,072	0,87	0,61	0,80	54,2
B10 III	3.des.	27,3	7,33	0,86	0,24	2,20	3,92	0,070	1,25	0,62	0,92	57,9
B11 I	3.des.	13,0	12,31	0,98	0,40	3,85	7,08	0,085	1,92	1,00	1,31	92,3
B11 II	3.des.	20,8	6,78	0,59	0,23	1,44	4,04	0,048	0,96	0,63	0,91	51,0
B11 III	3.des.	21,3	7,46	0,56	0,22	1,41	4,08	0,052	0,99	0,56	0,75	58,7
BK 2-3cm	3.des.		14,33	1,06	0,36	1,67	7,67	0,078	1,50	2,00	1,22	122,2
BK 3-4cm	3.des.		12,44	1,06	0,26	1,11	7,06	0,067	0,83	1,17	1,28	97,8
BK 4-5cm	3.des.	18,0	12,61	1,13	0,24	2,22	6,11	0,067	0,72	0,94	1,39	81,1

3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell ved Langøya og kontrollstasjonen på Mølen (BK) var generelt lavt i 2008, men det ble funnet markert forurensning av tjærestoffer (kPAH) på stasjon B3 (Tabell 5). Det knytter seg imidlertid unormalt stor usikkerhet til verdien, som sannsynligvis er lavere enn oppgitt (grensen mellom moderat og markert forurensning er 30 µg/kg). Tilstanden er lite endret siden 2007, men på kontrollstasjonen på Mølen (BK) var verdiene av miljøgifter noe høyere enn i 2007. For TBT ser det også ut til å være en viss nedgang i konsentrasjon over tid. Dette ses tydeligst på stasjon B3 (Tabell 5, Figur 6).

Tabell 5 viser at de høyeste konsentrasjonene av PAH og PCB blir funnet i nærheten av kaianlegget på Langøya, ved stasjon B4 og særlig B3, mens det for TBT og dioxiner er små forskjeller mellom stasjonene. Skipstrafikk (bunnstoff) antas å være hovedårsak til forurensingen av TBT, mens tjærestoffer normalt stammer fra oljesøl, forbrenningsprodukter og eksos. PCB-innholdet har gjennom alle år vært lavt (ubetydelig-lite forurenset) på alle stasjoner.

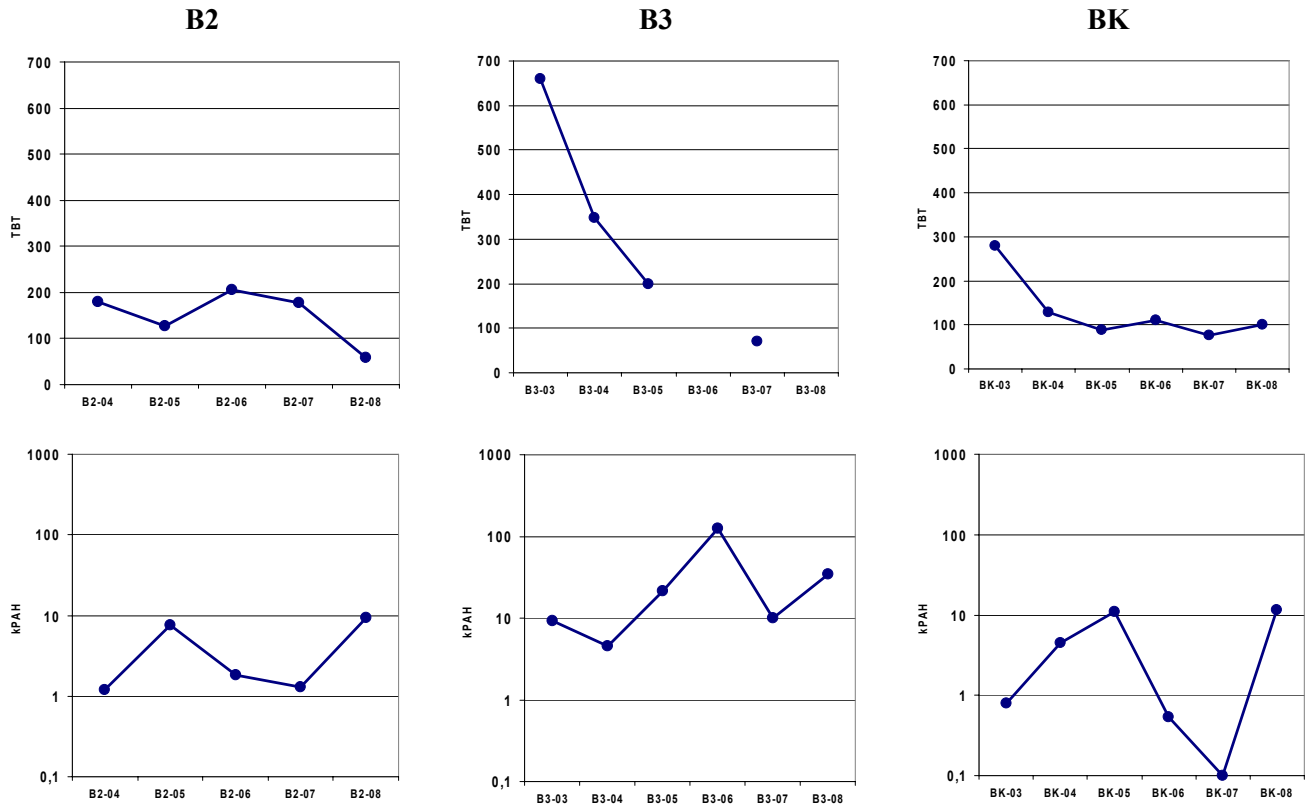
Utviklingen over tid på stasjon B2, B3 og BK er vist for noen av miljøgiftene i Figur 6. Det er ingen entydig trend, men antydning til en positiv utvikling for TBT (særlig stasjon 3), mens kPAH varierer mye fra år til år.

Tabell 5. Organiske miljøgifter i blåskjell fra stasjon B2, B3, B4, B6 og B11 ved Langøya i Holmestrandsfjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2008. Fra venstre: TBT på molekylbasis (µg/kg t.v.), kreftfremkallende PAH (µg/kg v.v.), Sum PAH (µg/kg v.v.), Benzo-a-pyren (µg/kg v.v.), PCB 'seven dutch' (sum av enkeltforbindelsene 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180, µg/kg v.v.), dioxin (TE, ng/kg v.v.), sum-PCB (µg/kg v.v.) og nonortho-PCB (ng/kg v.v.). Sum-PCB og nonortho-PCB inngår ikke i SFTs tilstandsklassifisering. blanke felt= ikke analysert grunnet for lite prøvemateriale.

Stasjon-år	TBT molekyl	Sum KPAH	Sum PAH	BAP	PCB 'seven Dutch'	TE _{PCDF/D}	Sum PCB	nonortho-PCB
B2-04	179	1,2	8,3	<0,5	0,79	0,21	0,79	0,17
B2-05	127	7,54	19,3	<0,5	0,85	0,41	0,91	0,18
B2-06	206	1,84	24,13	<0,5	1,36	0,17	1,43	0,09
B2-07	177	1,3	12,57	<0,5	1,67	0,07	1,67	0,16
B2-08	59	<9,46	<21,26	0,91	1,22 ¹⁾		1,22 ¹⁾	
B3-03	660	9,25	40,9	0,78	2,59 ¹⁾	0,19	2,77 ¹⁾	0,11
B3-04	348	4,54	60,4	<0,5	1,66	0,24	1,77	0,17
B3-05	200	21,4	112	1,6	2,74	0,22	2,99	0,10
B3-06		125,1	572	16	3,28 ¹⁾	0,24	3,45 ¹⁾	0,15
B3-07	71	9,89	86,72	1,2	2,5	0,10	2,5	0,15
B3-08		<34,6	<63,55	2,6	3,43 ¹⁾		3,43 ¹⁾	
B4-07	106	20,36	87,86	2,4	2,55	0,10	2,55	0,15
B4-08	65	<28,8	<58,4	2,1	3,24		3,24	
B6-07	86	1,68	13,36	<0,5	1,5		1,5	
B6-08	53	<16,5	<29,2	1,1	1,4 ¹⁾		1,4 ¹⁾	
B11-07	133	1,78	12,13	<0,5	0,79		0,79	
B11-08	64	<21,2	<38,3	1,5	2,36 ¹⁾		2,36 ¹⁾	
BK-03	280	0,79	33,9	<0,5	1,44	0,10	1,55	0,09
BK-04	128	4,48	25,0	<0,5	1,26 ¹⁾	0,16	1,33 ¹⁾	0,13
BK-05	88	11,03	23,1	0,83	1,41	0,27	1,53	0,11
BK-06	110	0,53	56,25 ¹⁾	<0,5	1 ²⁾	0,10	1 ²⁾	0,07
BK-07	77	0	38,66	<0,5	1,33	0,08	1,4	0,08
BK-08	100	11,51 ¹⁾	51,3 ²⁾	0,96	2 ²⁾	0,24	<2	0,13

- 1) det knytter seg unormalt stor usikkerhet til verdien
- 2) usikkerhet, verdien sannsynligvis lavere enn oppgitt

SFTs tilstandsklasser:		Klasse 3	Markert forurenset
Klasse 1	Ubetydelig – lite forurenset	Klasse 4	Sterkt forurenset
Klasse 2	Moderat forurenset	Klasse 5	Meget sterkt forurenset



Figur 6. Innhold av TBT og kreftfremkallende PAH i blåskjell fra to stasjoner ved Langøya og kontrollstasjonen BK på Mølen 2003-2008 (2004-2008 for B2). Vektenheter er gitt i Tabell 5. Merk log-skala for kPAH.

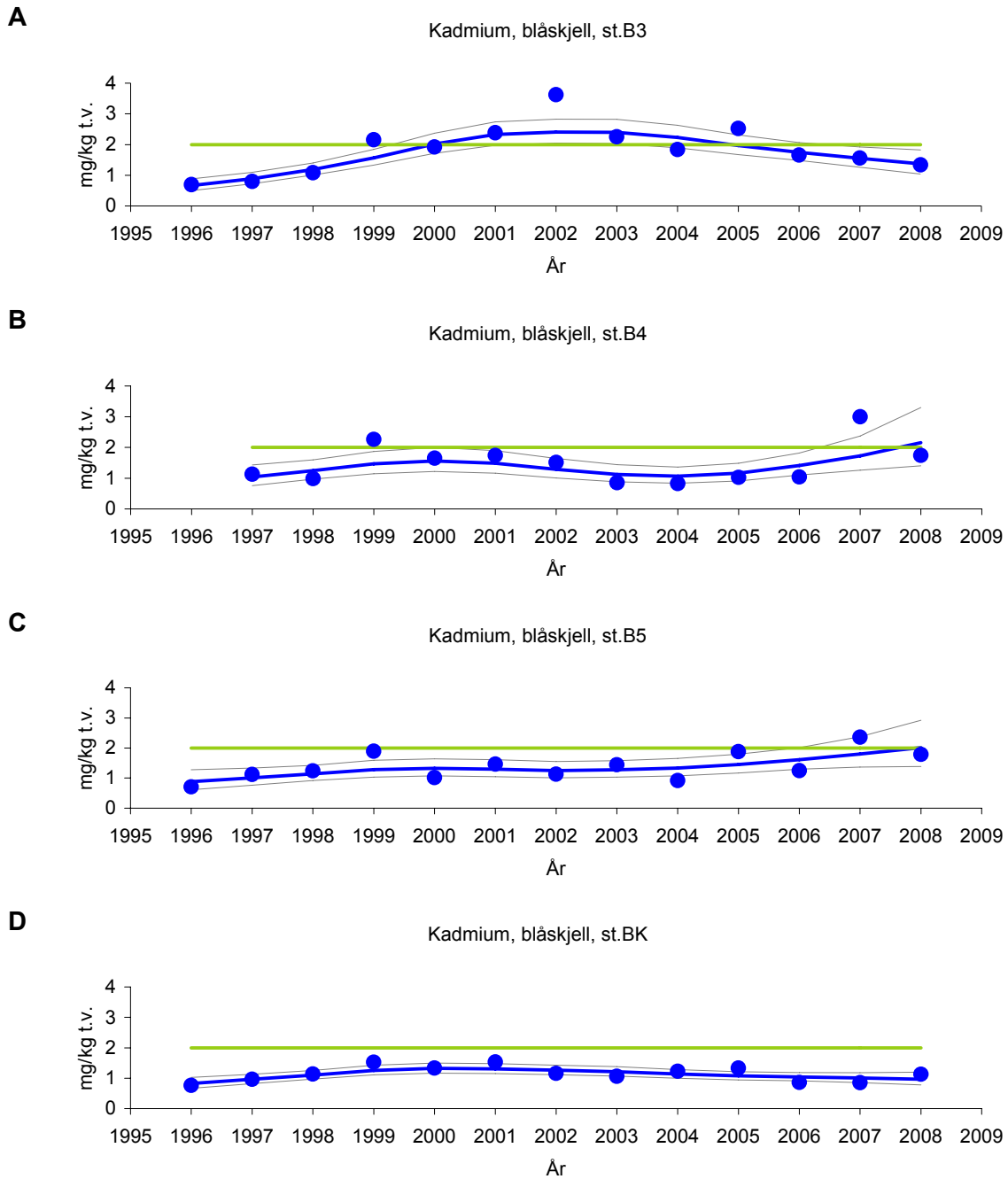
3.3 Gradienter og utvikling i blåskjell

Undersøkelsene indikerer at det finnes andre forurensningskilder enn NOAH-Langøya som påvirker det undersøkte området, for eksempel er nivåene av PAH, TBT og arsen omtrent like høye ved kontrollstasjonen som ved Langøya. Forurensningsnivået er imidlertid generelt lavt og det blir da vanskelig å identifisere øvrige kilder som nødvendigvis ikke behøver å være helt lokale. Langøyaområdet ligger i Drammenselvas influensområde, samtidig som nærheten til industrien i Holmestrand, Sandebukta, Tofte, Horten og Moss kan ha en påvirkning på området. Det er også mulig at diffus utlekking av miljøgifter fra forurensede sedimenter, s.k. ”gamle synder”, bidrar.

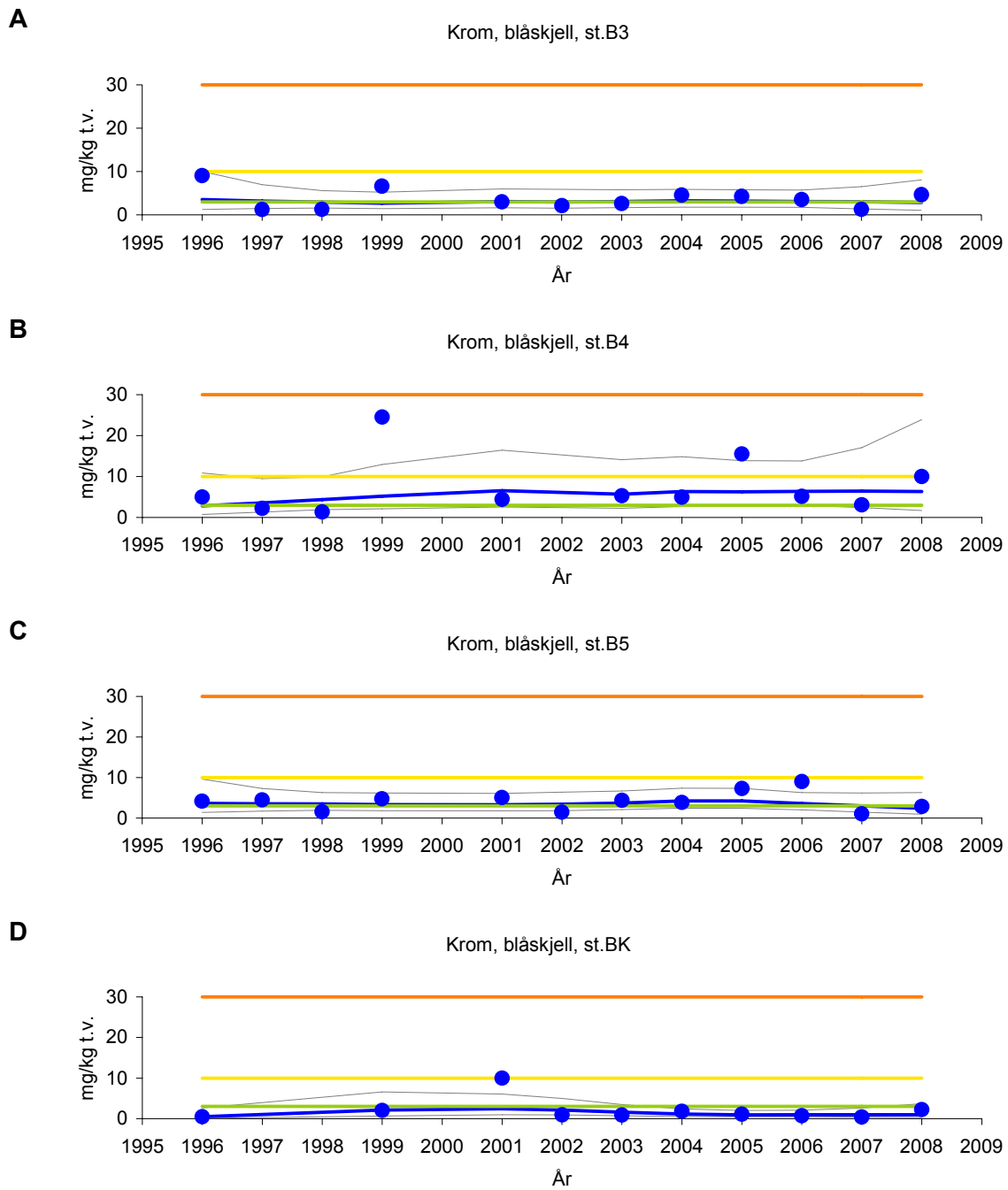
Trendanalysene (Figur 7 - Figur 12) har avdekket tre signifikante linjært oppadgående trender siden 1996, til tross for nedgang siden 2005. Dette gjelder konsentrasjonen av kadmium (Figur 7A), kvikksølv (Figur 9A), og bly (Figur 11A) i blåskjell på stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya. Merk at man i trendanalysene baserer seg på medianverdien av de tre parallelle prøvene.

Det har noen enkeltår i undersøkelsesperioden 1996-2005 vært registrert mediane konsentrasjoner i Kl.III (markert forurenset) av krom og bly. I 2006 var overkonsentrasjonene begrenset til Kl.II for kadmium, krom, kvikksølv, nikkel, bly og vanadium (Walday et al. 2007) og i 2007 for kadmium og i et tilfelle krom. I 2008 ble det observert overkonsentrasjonen i Kl. II for 3 tilfelle med krom og et tilfelle med nikkel (Figur 8 og Figur 10). Konsentrasjonene av kvikksølv har i hovedsak vært lave i undersøkelsesperioden, men det er verdt å merke seg at det på lang sikt har vært en oppadgående trend (st.B3) med den høyeste konsentrasjonen i 2005. Etter 2005 er det imidlertid observert kun lave

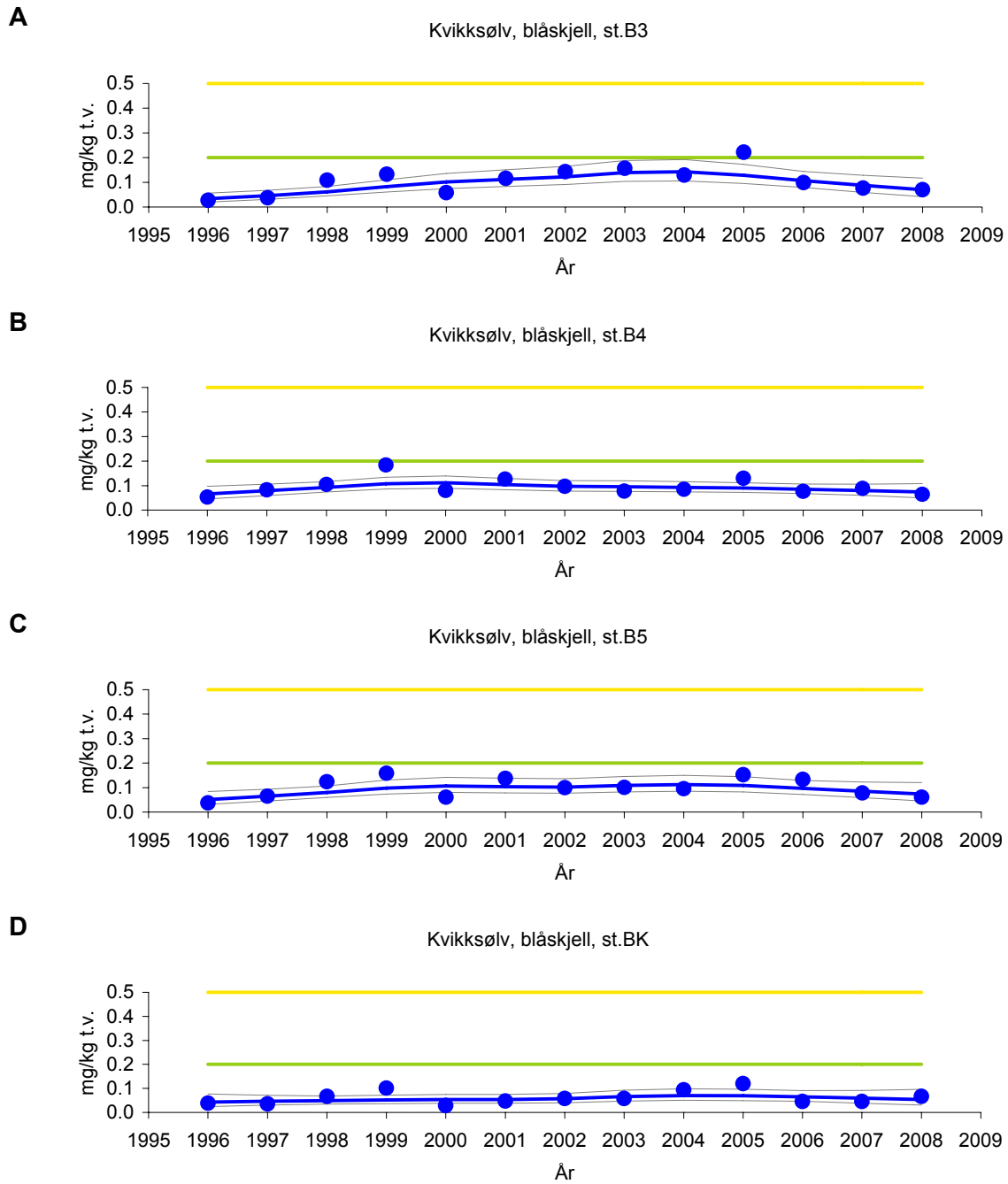
konsentrasjoner av kvikksølv på B3 (Figur 9A). En nedadgående trend for kadmium på referanse stasjonen (BK), er registrert. Figurer for disse og de øvrige metallene er vist i Vedlegg B.



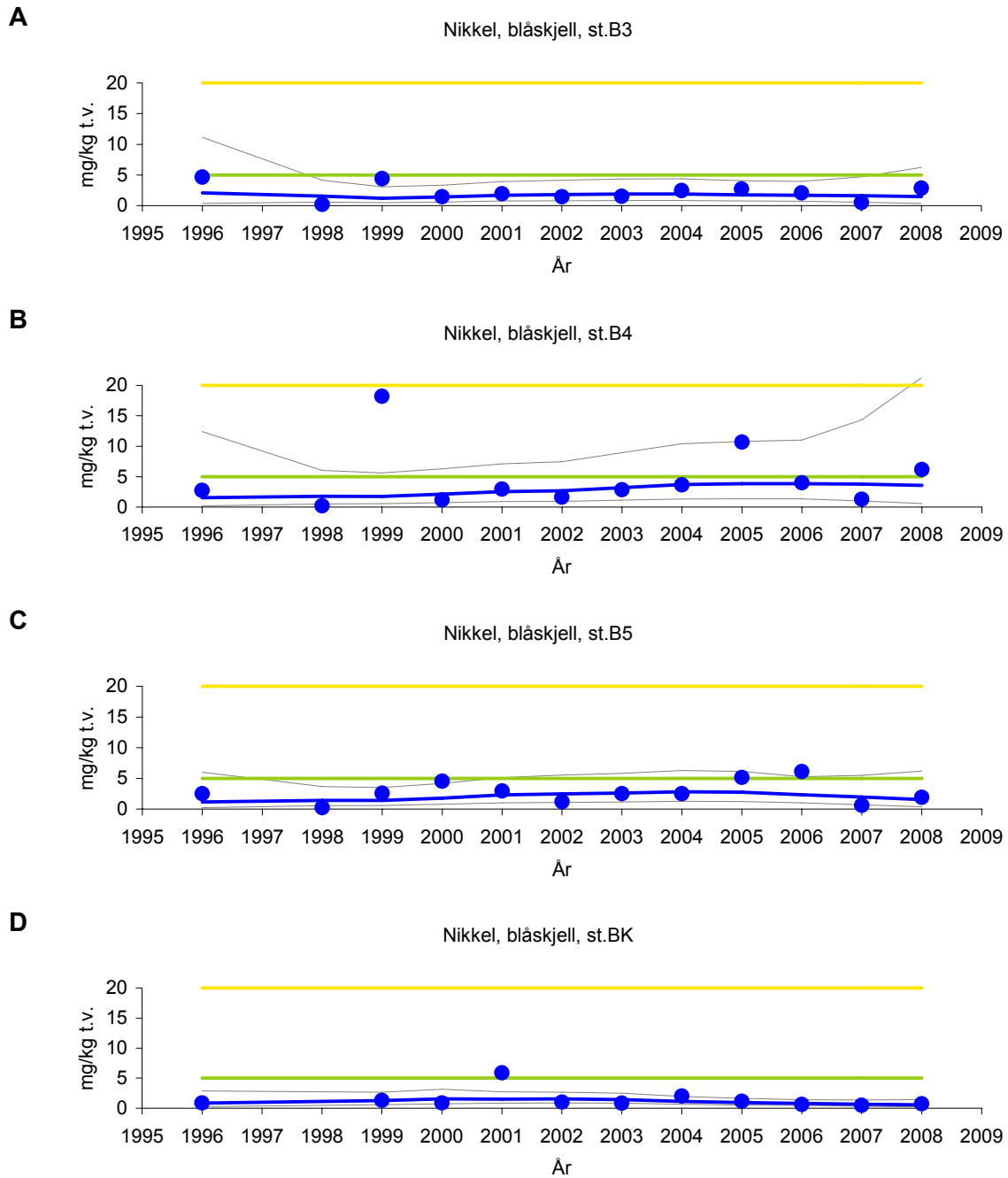
Figur 7. Median kadmium (Cd) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



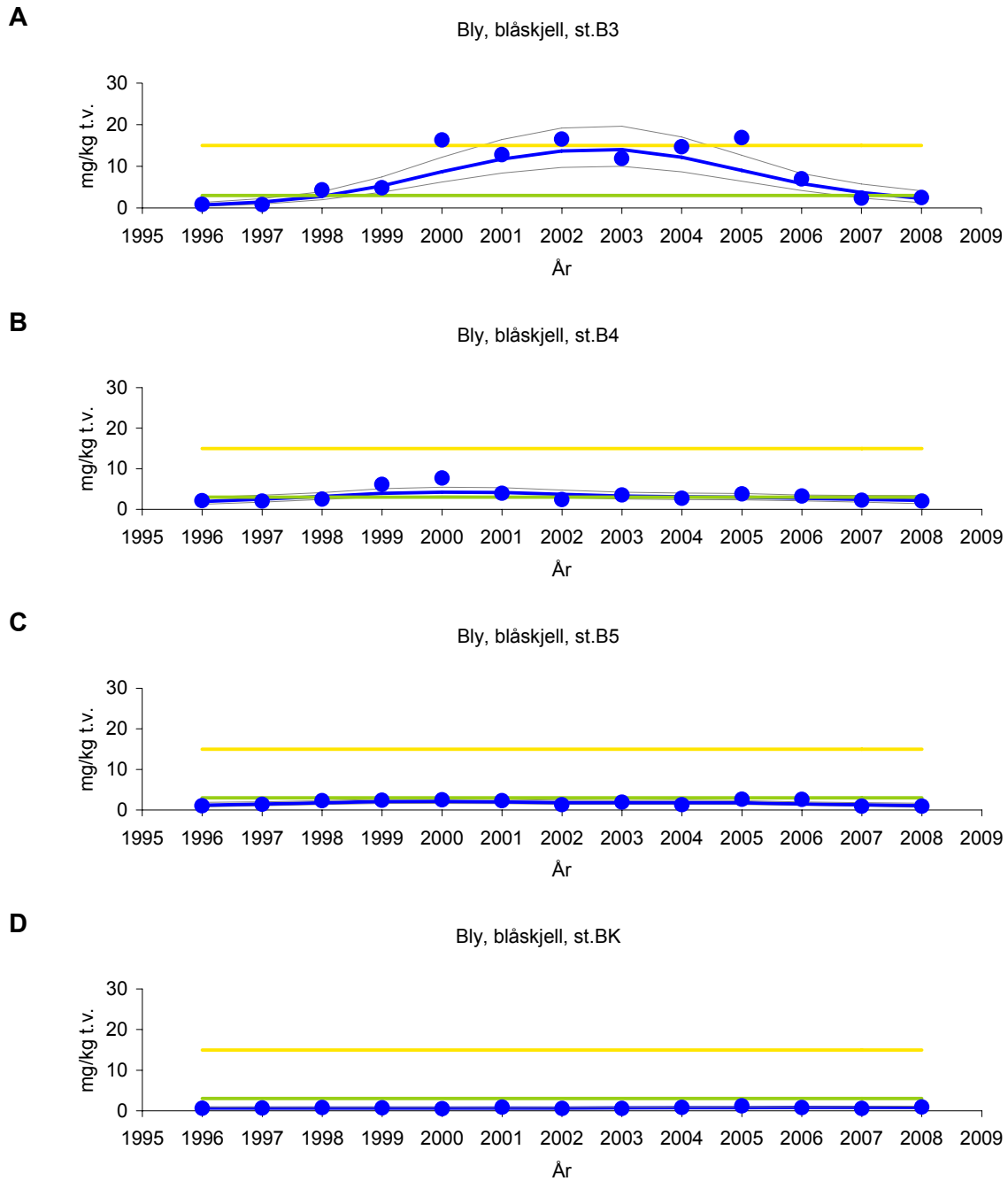
Figur 8. Median krom (Cr) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). NB Suspekte verdier (spesielt fra 2002 og 2006) er her ikke tatt med, i motsetning til tidligere rapporteringer. Konsekvensen er ubetydelig for tidstrend analysen for perioden 1996-2008.



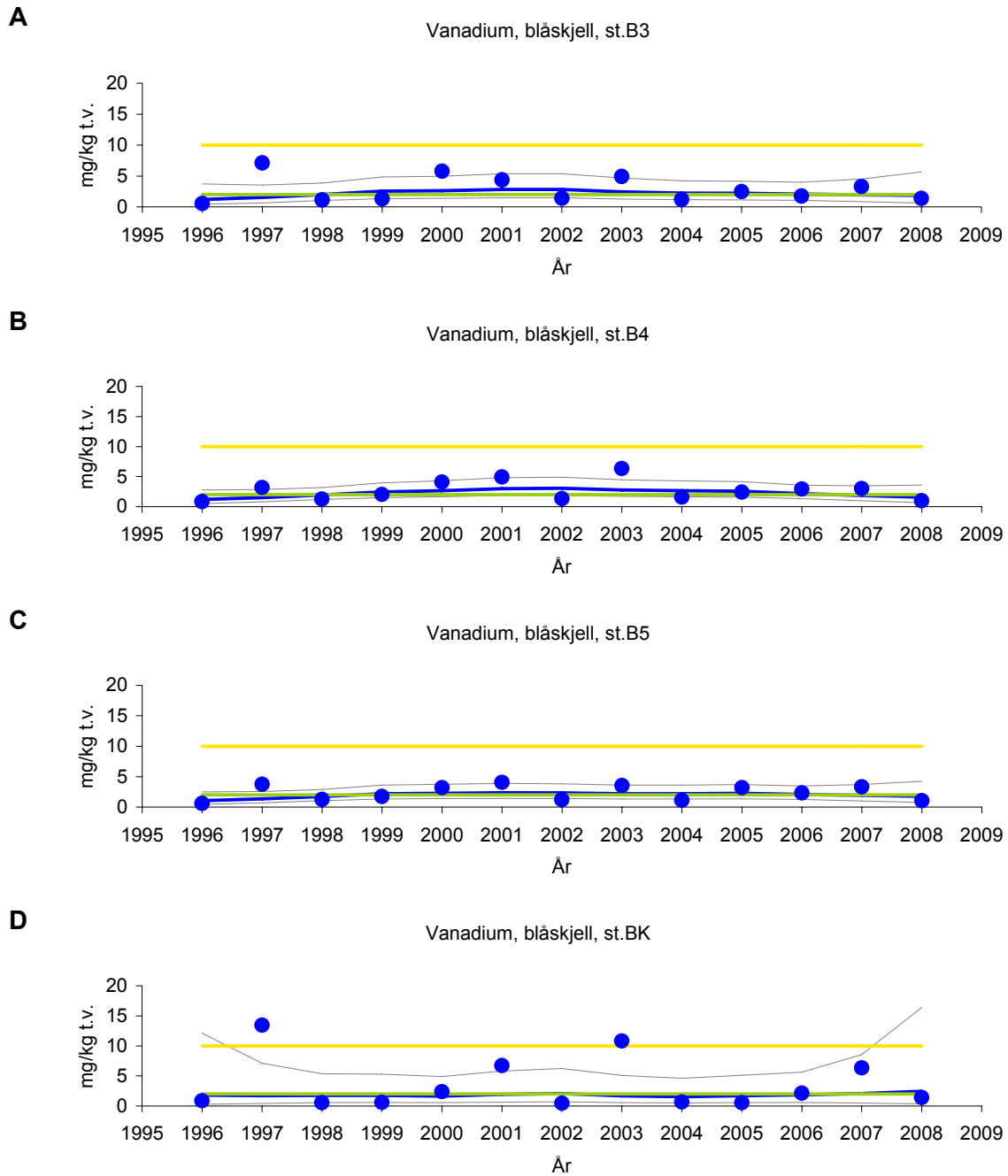
Figur 9. Median kvikksølv (Hg) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



Figur 10. Median nikkel (Ni) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



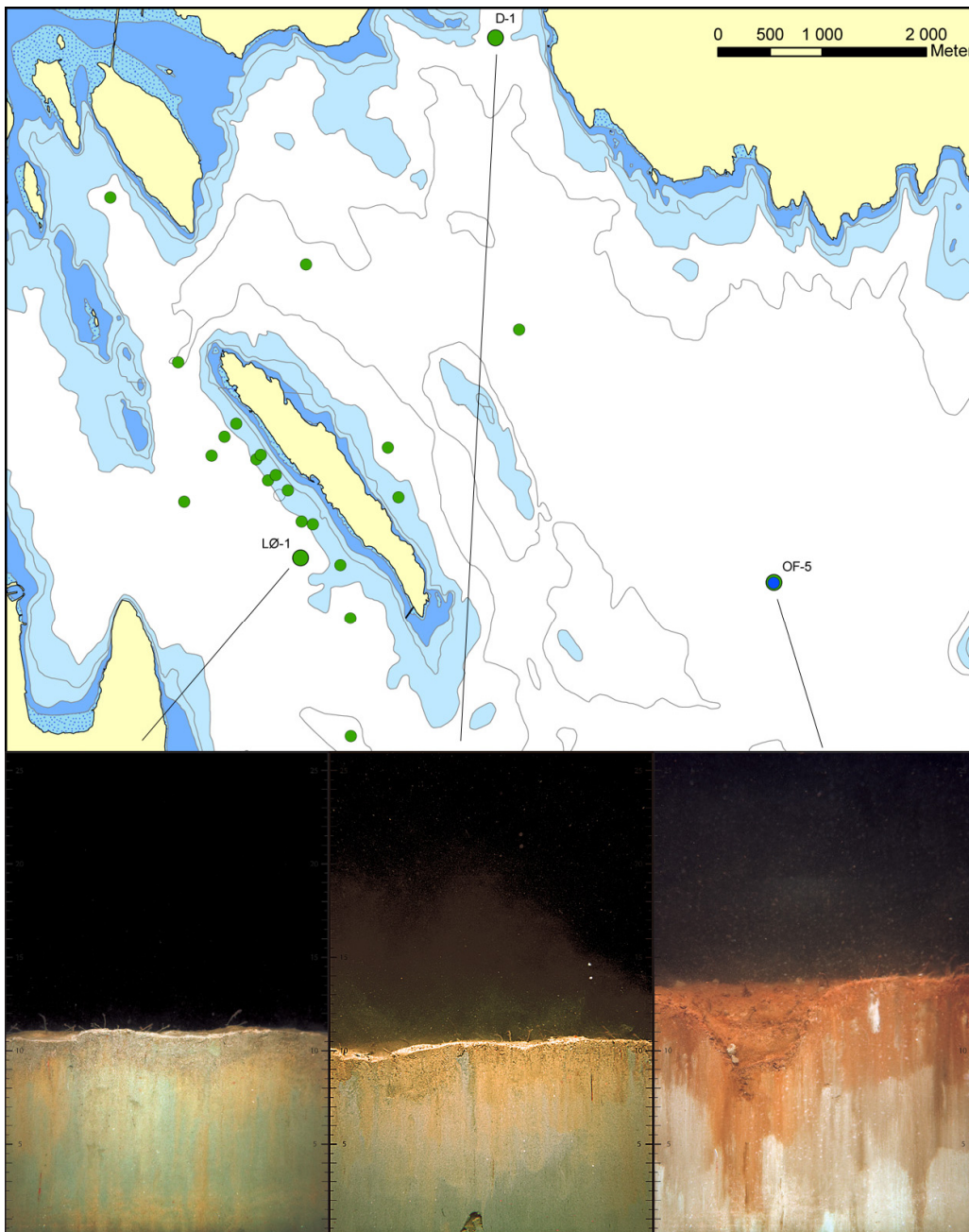
Figur 11. Median bly (Pb) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



Figur 12. Median vanadium (V) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).

3.4 Sedimentundersøkelser

Totalt ble SPI-bilder innsamlet fra 22 stasjoner rundt Langøya og 4 grabbprøver av bløtbunnsfauna innsamlet fra stasjon LØ-1 (Figur 4). Resultatene fra klassifisering av forholdene på bunnen basert på BHQ-indeks ses i Figur 13 og Tabell 6. Tilstanden (BHQ-indeksen) var i mai 2008 'God' på samtlige stasjoner unntatt OF-5 hvor den var 'Meget god'. SPI-bilder fra stasjoner der bløtbunnsfauna også ble innsamlet viser nokså like bunnforhold på stasjonene LØ-1 og D-1 (Figur 13). Stasjonen OF-5 ser imidlertid noe annerledes ut. Tilsvarende ble også observert ved bløtbunnsfaunaanalyser basert på dominerende arter i grabbprøver (Tabell 8 og Tabell 9) og i antall individer og arter (Tabell 7), men kom ikke til uttrykk på samme måte basert på beregnede indekser (Tabell 7). OF-5 ligger betydelig dypere og mer sentralt i fjorden enn LØ-1 og D-1.



Figur 13. Kart som viser tilstandsklasser på bløtbunn i mai 2008. SPI-bilde (små sirkler) og bløtbunnsfauna (store sirkler), og SPI-bilder fra de stasjoner hvor det også samles inn bunnfauna.

Variasjonen i BHQ-indeks i området omkring Langøya var mindre i mai enn i februar (Staalstrøm et al. 2008). Den observerte forskjellen mellom tidspunktene kommer trolig av at enkelte stasjoner ligger i kraftige skråninger der det lett blir forstyrrede bilder. I februar ble det observert klumper på bunnen, noe som reduserte BHQ-indeksen noe på enkelte stasjoner (NOA03 og NOA19).

I årsrapporten for overvåkingen av Ytre Oslofjord (Walday et al. 2009) er resultatene fra sediment- og faunaundersøkelser fra hele Ytre Oslofjord sett under ett og diskutert. Et uttrekk fra faunaresultatene er gjengitt i Tabell 7 hvor flere års undersøkelser er vist for de tre stasjonene i nærheten av Langøya. Tilstanden på LØ-1, nærmest Langøya, er god i 2008, men noe redusert i forhold til 2004.

Tabell 6. Stasjoner som inngår i NOAHs program for overvåking av sedimenter - resultater fra SPI-bildene. Forklaring av tilstandsklassisiering (BHQ), se Figur 5.

Stn.	Stasjon		Dyp	2007-06		2008-02		2008-06	
	Latitud	Longitud		RPD (cm)	BHQ indeks	RPD (cm)	BHQ indeks	RPD (cm)	BHQ indeks
LØ-1	59,48611	10,37822	66	3,7	10,7	3,1	9,3	3,0	10,0
NOA01	59,49295	10,37272	38			2,2	7,7	3,0	9,3
NOA02	59,49455	10,37003	40			2,1	6,3	3,2	10,0
NOA03	59,49701	10,36558	35			2,5	7,7	2,3	8,5
NOA04	59,49595	10,36367	76			5,3	12,0	3,9	10,7
NOA05	59,49426	10,36928	48			2,8	8,7	2,5	10,3
NOA06	59,49243	10,37186	48			2,4	9,5	2,6	8,3
NOA07	59,49162	10,37512	29			1,7	6,7	2,4	8,0
NOA08	59,49424	10,36154	88			4,9	10,0	3,8	10,0
NOA09	59,49110	10,37268	50			1,4	7,5		
NOA10	59,48909	10,37779	56			2,4	8,0	3,3	9,0
NOA11	59,48882	10,37962	45			3,2	10,0	2,6	10,0
NOA12	59,48568	10,38460	46			2,9	8,3	2,2	9,0
NOA13	59,48100	10,38690	66			3,6	10,3	2,7	9,7
NOA14	59,47085	10,38856	100			4,1	11,7	4,7	10,5
NOA15	59,49177	10,39376	45			2,5	9,7	3,0	10,3
NOA16	59,49612	10,39158	69			2,8	9,3	3,4	9,7
NOA17	59,50683	10,41217	178			5,0	9,0	3,9	10,3
NOA18	59,51114	10,37553	115			3,8	10,0	3,6	9,7
NOA19	59,51576	10,34157	54			2,1	7,7	3,0	11,0
NOA20	59,50207	10,35530	100			3,4	9,0	3,2	10,5
NOA21	59,48993	10,35795	93			4,2	12,5	3,9	9,0
OF-5	59,48677	10,45867	198	4,9	10,3	6,1	11,7	4,8	11,5
Middelverdi				4,3	10,5	3,2	9,2	3,2	9,8

Tabell 7. Stasjoner i nærheten av Langøya som inngår i Ytre Oslofjordovervåkingen og NOAH-overvåkingen av sedimenter - resultater fra faunaundersøkelsene. Tilstandsklassifisering i hht. Figur 5. Forklaring av tilstandsindekser se Walday et al. (2009).

STN.	ÅR	DYP	IND/0.4m2	S/0.4m2	SN	H'	ES100	ISI	AMBI	NQI
D1	2001	85	1308	96	2.308	4.587	32.447	9.465	2.651	0.736
D1	2008	83	1696	83	2.160	4.390	29.009	9.352	2.899	0.688
LØ1	2004	67	865	71	2.218	4.334	27.792	9.447	2.871	0.702
LØ1	2008	68	1673	64	2.055	3.787	24.099	9.043	3.378	0.635
OF5	1997	190	256	24	1.855	3.348	18.988	6.628	1.933	0.699
OF5	2001	199	955	34	1.806	3.551	17.240	8.403	2.721	0.638
OF5	2002	199	809	39	1.914	3.679	19.632	8.048	2.847	0.648
OF5	2008	198	383	35	1.987	3.681	20.707	8.835	1.880	0.715

Tabell 8. De ti vanligste arter på faunastasjon LØ-1 ved Langøya i 2008

STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
LØ1	2008	<i>Heteromastus filiformis</i>	360
LØ1	2008	<i>Chaetozone setosa</i>	253
LØ1	2008	<i>Prionospio cirrifera</i>	108
LØ1	2008	<i>Pholoe pallida</i>	47
LØ1	2008	<i>Lumbrineris</i> sp	45
LØ1	2008	<i>Thyasira equalis</i>	40
LØ1	2008	<i>Amphiura chiajei</i>	36
LØ1	2008	<i>Nemertinea</i> indet	31
LØ1	2008	<i>Prionospio dubia</i>	27
LØ1	2008	<i>Levinsenia gracilis</i>	26

Tabell 9. De ti vanligste arter på faunastasjon OF-5 og D1 i 2008

STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
OF5	2008	<i>Paraedwardsia arenaria</i>	49		D1	2008	<i>Heteromastus filiformis</i>	260
OF5	2008	<i>Mugga wahrbergi</i>	39		D1	2008	<i>Prionospio cirrifera</i>	152
OF5	2008	<i>Thyasira equalis</i>	32		D1	2008	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	101
OF5	2008	<i>Nuculoma tenuis</i>	23		D1	2008	<i>Prionospio fallax</i>	86
OF5	2008	<i>Montacuta ferruginosa</i>	20		D1	2008	<i>Chaetozone setosa</i>	69
OF5	2008	<i>Ceratocephale loveni</i>	16		D1	2008	<i>Thyasira equalis</i>	60
OF5	2008	<i>Nemertinea</i> indet	15		D1	2008	<i>Nucula sulcata</i>	54
OF5	2008	<i>Cirrophorus</i> cf. <i>lyra</i>	11		D1	2008	<i>Amphiura chiajei</i>	45
OF5	2008	<i>Eriopisa elongata</i>	10		D1	2008	<i>Maldane sarsi</i>	31
OF5	2008	<i>Nucula sulcata</i>	9		D1	2008	<i>Levinsenia gracilis</i>	28

3.5 Strandsoneregistreringer

Dyr og alger i fjæra er utsatt for store svingninger i temperatur og saltholdighet, samtidig som de tørres ut i lavvannsperioder. Fjell og større stabile stein i fjæresonen har vanligvis et stort utvalg av tang, småvokste alger og fastsittende fjæredyr. Utvalg og mengde av de ulike artene vil variere lokalt, regionalt og sesongmessig. Naturlige faktorer som påvirker artssammensetningen lokalt er bølge/strøm-eksponeringsgrad, ferskvannspåvirkning, substrattypen og himmelretning.

Sammenhengen mellom observerte endringer i samfunnsammensetning og årsaken til disse er ofte uklare. En vet at svake overkonsentrasjoner av næringssalter kan virke gunstig på organismesamfunnet i fjæra ved at artsrikdommen øker (gjødningseffekt). Ved høyere overkonsentrasjoner av næringssalter vil de negative effektene dominere. Noen få tolerante arter blir begunstiget og øker i mengde på bekostning av artsrikheten. Det er særlig små blad- og trådformete grønnalger og enkelte trådformete brunalger som øker i mengde ved høye overkonsentrasjoner av næringssalter.

En endring av algesammensetningen vil også påvirke den assosierte fauna siden mange av dyreartene i fjæra er avhengige av et godt utviklet tangbelte.

Dyr og alger i strandsonen er blitt undersøkt ved to stasjoner på Langøya (B2 og B6), og ved en kontrollstasjon på Mølen (BK) siden 1996. I 2008 ble undersøkelsen utført 11. november. Analysene av de biologiske samfunnene er gjennomført ved bruk av programpakken PRIMER; antall arter, forekomst og diversitet er beregnet. Videre er også likhetene mellom stasjonene/områder analysert ved hjelp av multivariate analyser (Bray-Curtis likhetsindeks). I de tilfeller hvor det ble identifisert en

gruppering av stasjoner, ble det undersøkt videre hvilke dyr og/eller alger som er årsak til forskjellene mellom gruppene.

En oversikt over registrerte arter på stasjonene i 2008 er gitt i Tabell 10. Det ble registrert flest taxa av både alger og dyr på kontrollstasjonen på Mølen. Artslister for alle årene er gitt i vedlegg C.

Noen av ulikhetene vil bli kommentert her. Kiselalger og blågrønnalger var vanlige på begge Langøya-stasjonene hvor de dannet et belegg på fjellet og på andre alger. Et slikt belegg ble ikke observert på Mølen. Det er mulig bølgepåvirkningen ved Mølen hindrer veksten av disse algene. Det er også sannsynlig at stor vekst av kiselalger og blågrønnalger hemmer veksten av andre alger og dyr.

Hydroiden *Dynamena pumila* ble registrert på en Langøya-stasjon (B2) for første gang i 2008. Den har vært registrert på Mølen hvert år, men aldri tidligere på Langøya stasjonene. Arten er ofte assosiert til sagtang (*Fucus serratus*), som var sterkt til stede på alle tre stasjonene. Den er også tolerant overfor brakkvann. Årsaken til det tidligere fraværet er ukjent.

Tabell 10. Forekomst av dyr og alger i fjæra på 3 stasjoner: B2 og B6 på Langøya samt BK på Mølen 2008. Artsregistreringen er semikvantitativ, i det artens forekomst blir angitt etter en 4-delt subjektiv skala. Verdiene er χ^2 transformert: 1= enkeltfunn, 4= spredt, 9=vanlig, 16=dominerende.

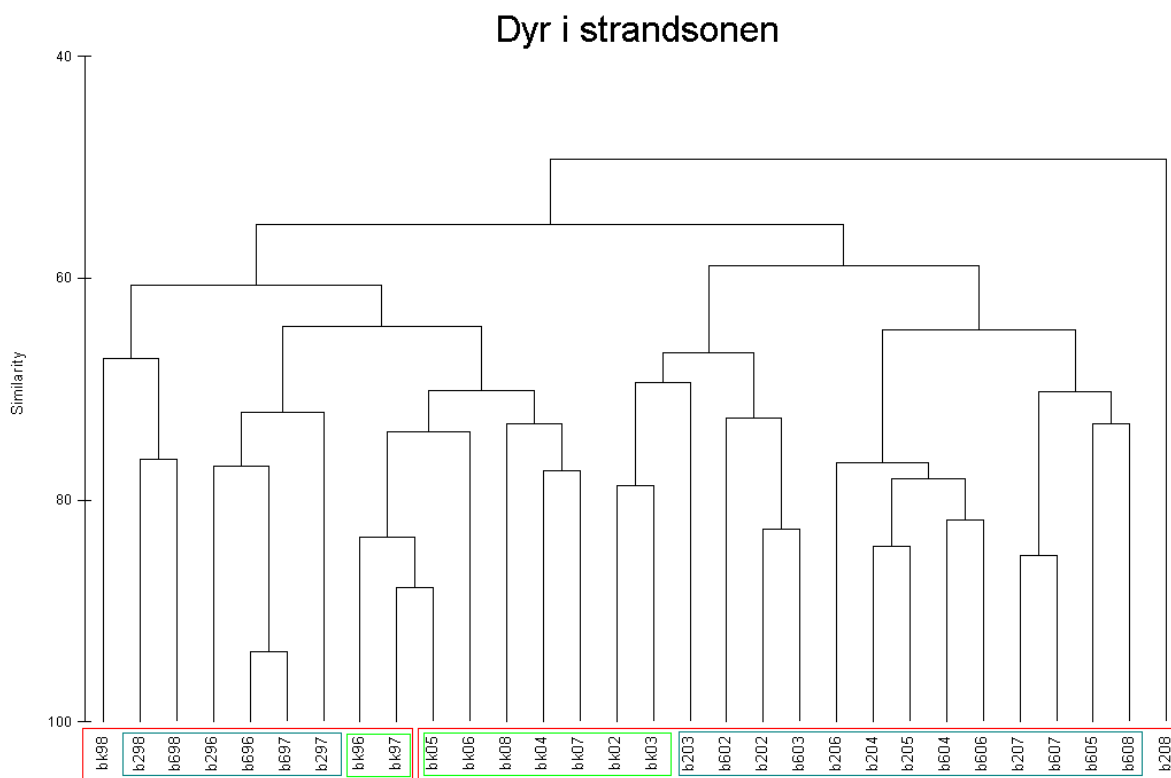
Alger	B2	B6	BK	Dyr	B2	B6	BK
cf <i>Aglaothamnion byssoides</i>	-	-	1	<i>Alcynoidium gelatinosum</i>	-	4	-
<i>Ahnfeltia plicata</i>	-	4	4	<i>Asterias rubens</i>	-	-	9
Blågrønnalger på fjell og alger	4	4	-	<i>Asterias rubens</i> juvenil	-	-	4
<i>Ceramium</i> cf <i>cimbricum</i>	-	4	-	<i>Balanus balanoides</i>	16	4	16
<i>Ceramium tenuicorne</i>	-	-	4	<i>Balanus improvisus</i>	4	9	9
<i>Ceramium virgatum</i>	-	-	4	<i>Carcinus maenas</i>	-	-	4
<i>Chaetomorpha linum</i>	-	4	-	<i>Caridea</i> sp	4	4	-
<i>Chondrus crispus</i>	4	4	9	<i>Dynamena pumila</i>	9	-	9
<i>Cladophora</i> sp	1	-	-	<i>Electra pilosa</i>	4	4	4
<i>Cladophora rupestris</i>	-	4	4	<i>Laomedea geniculata</i>	-	-	4
<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	-	1	-	<i>Laomedea</i> sp	4	-	-
<i>Elachista fucicola</i>	4	4	4	<i>Littorina littorea</i>	9	4	9
<i>Fucus serratus</i>	16	16	16	<i>Littorina obtusata</i>	-	-	4
<i>Fucus vesiculosus</i>	16	16	16	<i>Membranipora membranacea</i>	4	4	4
<i>Hildenbrandia rubra</i>	-	4	16	<i>Metridium senile</i> var. <i>pallidus</i>	-	-	4
Kiselalger (epifyttisk og på fjell)	16	16	-	<i>Mytilus edulis</i>	16	4	4
<i>Monostroma grevillei</i>	4	-	-	<i>Mytilus edulis</i> juvenil	-	-	9
<i>Polydides rotundus</i>	-	4	-	Skorpeformet mosdyr på fjell	-	4	4
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	9	4	4	Tangkutling	1	-	-
<i>Polysiphonia fucoides</i>	1	-	4	Antall taxa	10	9	13
<i>Pylaiella littoralis</i>	4	4	4				
<i>Ralfsia verrucosa</i> /brunt på fjell	4	4	4				
<i>Rhizoclonium tortuosum</i>	-	-	1				
<i>Rhodomela confervoides</i>	-	-	4				
<i>Sphacelaria</i> sp	-	-	4				
<i>Ulva intestinalis</i>	4	4	4				
<i>Ulva</i> cf <i>prolifera</i>	4	-	1				
Antall taxa	14	17	19				

En sammenlikning med de tidligere års undersøkelser hvor det også er brukt semikvantitativ metodikk (1999 – 2001 ble det utført kvantitative ruteundersøkelser på stasjonene) viser at de fleste dyresamfunnene er ganske like ($>50\%$), men at prøvene fra 1996–98 og 2002–08 stort sett kan samles i hver sin hovedgruppe (Figur 14). Prøvene fra kontrollstasjonen er ganske like og kan skilles ut som en egen gruppe (Figur 15).

Det ble gjort en analyse (SIMPER) for å klargjøre hvilke dyrearter som er hovedårsaken til ulikhetene mellom Mølen- og Langøyastasjonene. De tre artene som bidrar mest til ulikhetene mellom områdene er hydroiden *Dynamena pumila*, sjønnelliken *Metridium senile* var. *pallidus* og ruren *Balanus balanoides* (Tabell 11).

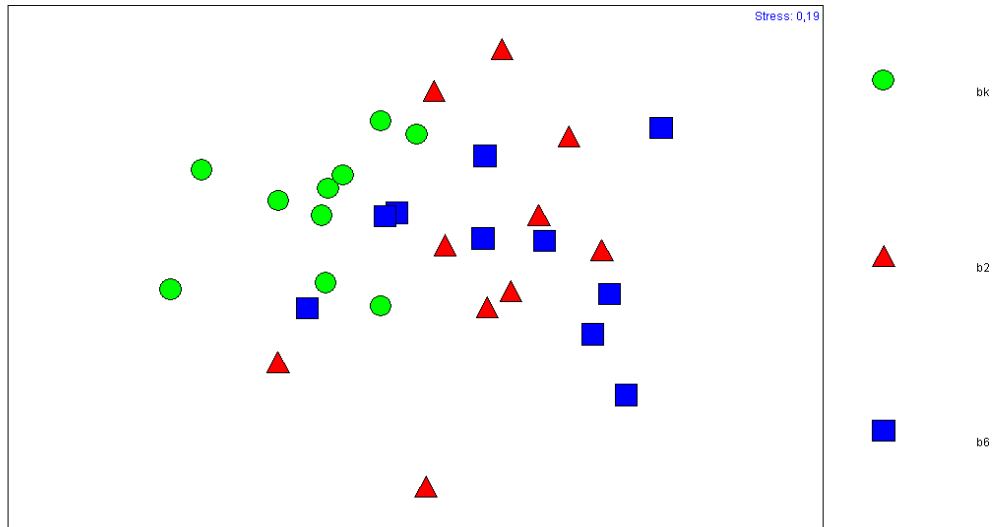
Tabell 11. De tre dyreartene som bidrar mest til ulikheten mellom Mølen (BK) og Langøya (B2 og B6).

Gj.snittlig ulikhet = 48,42	Mølen	Langøya		
Taxa	Sn. forekomst	Sn. forekomst	Sn. ulikhet	Bidrag (%)
<i>Dynamena pumila</i>	7,50	0,45	5,19	10,72
<i>Metridium senile</i> var. <i>pallidus</i>	4,70	0,30	3,32	6,86
<i>Balanus balanoides</i>	7,40	5,20	3,11	6,43



Figur 14. Dendrogram fra en klusteranalyse av alle strandsoneregistreringene fra årene 1996-98 og 2002-08. Figuren illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av dyresamfunn i fjæra. Rødt omriss viser hvordan prøvene fra 1996–98 og 2002–08 stort sett kan samles i hver sin hovedgruppe. Blått omriss viser likheten mellom Langøya (B2 og B6) registreringene, og grønt omriss viser likheten mellom Mølen (BK) registreringene.

Dyr i strandsonen



Figur 15. MDS (multidimensional scaling)-analyse som illustrerer likheten mellom prøver med hensyn til sammensetning av dyresamfunn i fjæra på strandsonene på stasjonene Mølen (BK - grønn), Langøya (B2 - rød og B6 - blå). Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre.

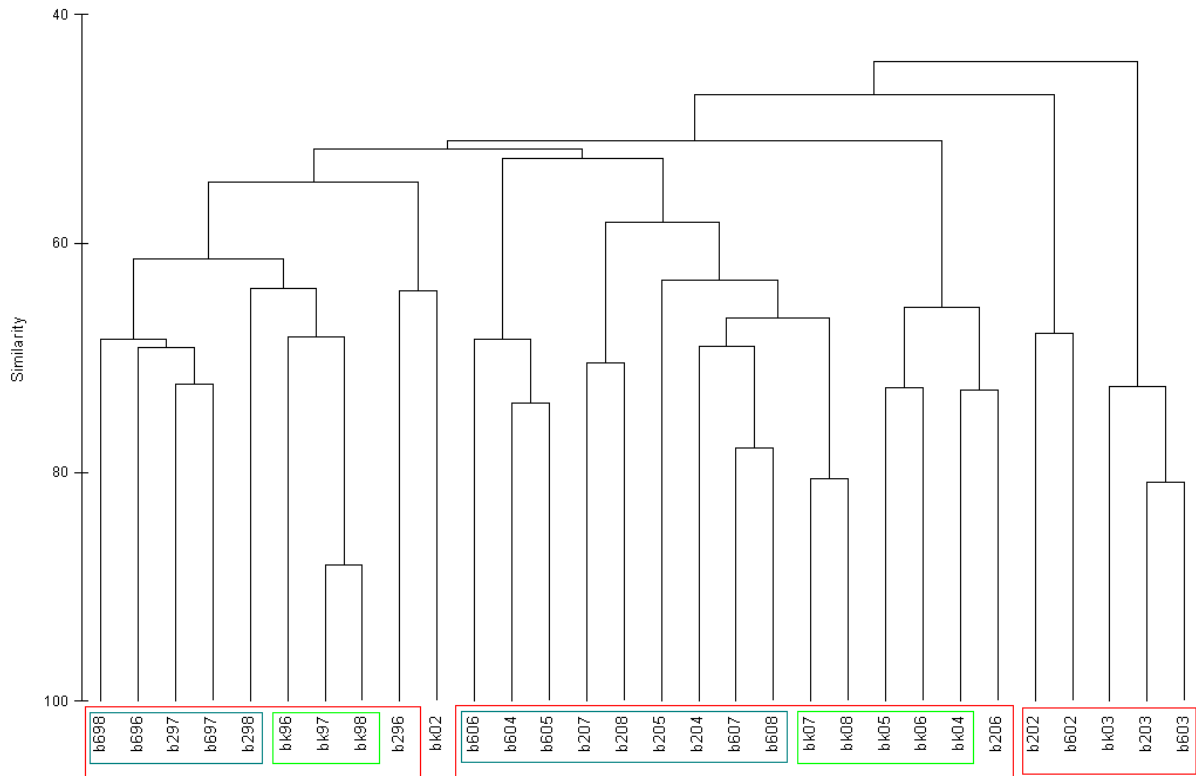
Det er en relativt høy likhet (>50 %) mellom dyresamfunnene registrert på 1990-tallet og de registrert siden 2002 (Tabell 12). Forekomsten av alle fem artene har økt, med unntak av *Balanus balanoides*. En ser også at i 96–98 ble det ikke registrert *Balanus improvisus*. Ulikheten kan skyldes naturlig variasjon, eller det kan være en feilbestemmelse av artene som er nært beslektet og kan være vanskelige å skille. Uansett vil forskjellene ikke indikere en forringelse av den biologiske kvaliteten.

Tabell 12. De fem dyreartene som bidrar mest til ulikheten mellom periodene 1996-98 og 2002-08. Gjennomsnittlig forekomst for hver av artene i de to periodene, samt gjennomsnittlig ulikhet mellom periodene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

Gj.snittlig ulikhet = 46,86	96 - 98	02 - 08		
Taxa	Sn. forekomst	Sn. forekomst	Sn. ulikhet	Bidrag (%)
<i>Mytilus edulis</i>	8,11	9,95	3,15	6,72
<i>Balanus improvisus</i>	0,00	3,71	3,04	6,48
<i>Balanus balanoides</i>	6,78	5,57	2,97	6,33
<i>Littorina saxatilis</i>	2,89	3,00	2,66	5,67
<i>Dynamena pumila</i>	1,89	3,19	2,62	5,59

En sammenlikning av algesamfunnene i de samme årene viser at algesamfunnene har en likhet på mer enn 40 %. Prøvene fra 1996–98, 2002–03 og 2004–08 samles stort sett i hver sin hovedgruppe. Innen hver av årsklassene kan en også se en viss gruppering av kontrollstasjonen og Langøya-stasjonene (Figur 16).

Alger i strandsonen



Figur 16. Dendrogram fra en klusteranalyse av alle strandsoneregistreringene fra årene 1996-98 og 2002-08 som illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av algesamfunn i fjæra. Rødt omriss viser hvordan prøvene fra 1996–98, 2002-03 og 2004–08 stort sett kan samles i hver sin hovedgruppe. Blått omriss viser likheten mellom Langøya (B2 og B6) registreringene, og grønt omriss viser likheten mellom Mølen (BK) registreringene.

De fire algeartene som bidrar mest til ulikhetene mellom Mølen- og Langøyastasjonene er *Hildenbrandia rubra* (fjæreblood), kiselalger, *Ceramium* spp. (rekeklo) og skorpeformete kalkalger (Tabell 13).

Tabell 13. De fire algeartene som bidrar mest til ulikheten mellom Mølen (BK) og Langøya (B2 og B6). Gjennomsnittlig forekomst for hver av artene i hver av områdene samt gjennomsnittlig ulikhet mellom områdene og bidrag (%) til ulikhet er vist i tabellen.

Gj.snittlig ulikhet = 52,73				
Taxa	Mølen Sn. forekomst	Langøya Sn. forekomst	Sn. ulikhet	Bidrag (%)
<i>Hildenbrandia rubra</i>	10,70	4,30	3,52	6,68
Kiselalger på fjell og andre alger	1,40	6,75	2,97	5,63
<i>Ceramium</i> spp.	8,20	3,65	2,52	4,77
Skorpeformete kalkalger	5,30	3,85	2,47	4,68

Det er mulig at bølgepåvirkningen ved Mølen hindrer veksten av kiselalger og dermed gir bedre vekst for andre alger. De årene det har vært registrert dominerende med kiselalger har det vært registrert lite fjæreblood og skorpeformete alger, mens de årene hvor kiselalgeveksten ikke har vært like stor er det registrert større mengder fjæreblood og skorpeformete kalkalger (Vedlegg C)

De algene som bidrar mest til forskjellene mellom de tre periodene er økte mengder av kiselalger, reduserte mengder av gjelvtang (*Fucus evanescens*) og rekeklo (*Ceramium* spp.) og en økning av skorpeformet brunalge (*Ralfsia cf verrucosa*) og skorpeformet rødalge (*Hildenbrandia rubra*) på bekostning av skorpeformete kalkalger (Tabell 14).

Gjelvtang er en nordnorsk art som ved uhell ble introdusert til Oslofjorden rundt år 1900, og har siden spredt seg til Skagerrak og Kattgat. Den anses å være en indikator på høy næringstilgang i disse områdene. Arten har vist å være i tilbakegang siden slutten av 1900-tallet. Reduksjonen av gjelvtang i de undersøkte områdene kan tyde på at forholdene i ytre Oslofjord har endret seg til det bedre. Gjelvtang kan lett forveksles med blæreløs blæretang (*Fucus vesiculosus*), og variasjonen i registreringer kan skyldes en feilbestemmelse.

Tabell 14. De tre algartene som bidrar mest til ulikheten mellom periodene 1996-98, 2002-03 og 2004-08

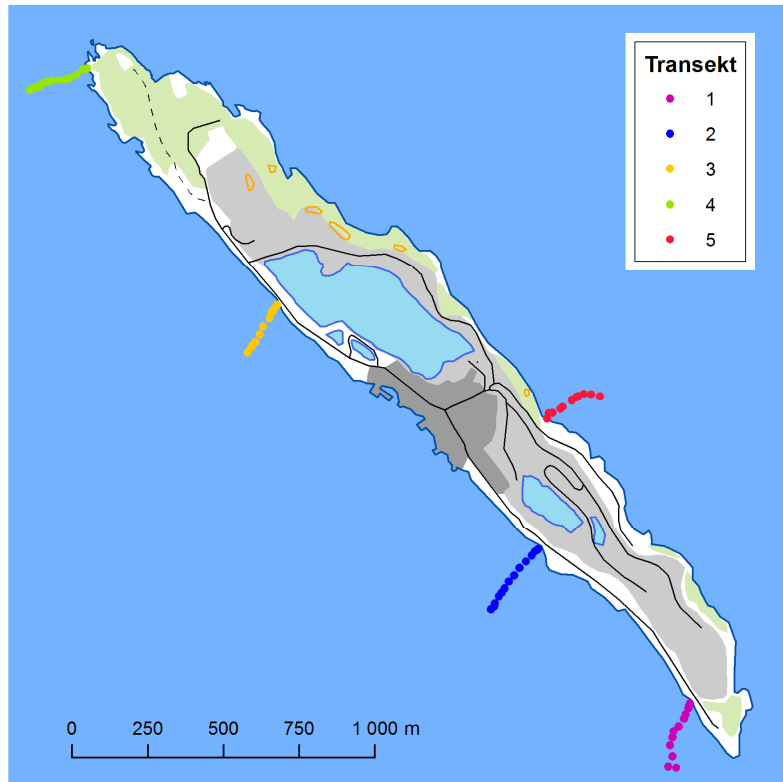
Gj.snittlig ulikhet = 53,20	96 - 98	02 - 03		
Taxa	Sn. forekomst	Sn. forekomst	Sn. ulikhet	Bidrag (%)
Kiselalger på fjell og alger	3,78	5,33	3,31	6,23
<i>Fucus cf. evanescens</i>	6,67	1,67	3,17	5,96
<i>Ceramium</i> spp.	7,11	1,64	3,05	5,73
Gj.snittlig ulikhet = 50,67	96 - 98	04 - 08		
Taxa	Sn. forekomst	Sn. forekomst	Sn. ulikhet	Bidrag (%)
Skorpeformete kalkalger	8,67	0,60	3,31	6,52
<i>Ralfsia cf. verrucosa</i>	0,00	6,73	2,62	5,18
Kiselalger på fjell og alger	3,78	5,53	2,49	4,92
Gj.snittlig ulikhet = 52,73	02 - 03	04 - 08		
Taxa	Sn. forekomst	Sn. forekomst	Sn. ulikhet	Bidrag (%)
Skorpeformete kalkalger	7,17	0,60	3,91	6,66
Kiselalger på fjell og alger	5,33	5,53	3,89	6,62
<i>Hildenbrandia rubra</i>	4,83	8,04	3,66	6,24

Tilbakegangen av ubestemte skorpeformete kalkalger på bekostning av *Ralfsia cf verrucosa* og *Hildenbrandia rubra* kan, i tillegg til naturlige årsvariasjoner, også være et resultat av lysforholdene. Undersøkelsene gjøres sent på året når lysforholdene er generelt dårligere enn tidligere på året, hvilket gjør registrering under tangen vanskelig.

En annen årsak til ulikhetene i registreringene kan være at ulike observatører har vært ansvarlig for registreringene de forskjellige årene. To biologer utførte registreringene på 1900-tallet, mens fem biologer har vært involvert i registreringene etter 2002. I 2002-03 ble registreringene av alger utført av en zoolog, mens det ellers har vært en botaniker som har foretatt algeregistreringene. Noen av forskjellene i forekomst av alger mellom stasjoner og år kan derfor forklares ut fra taksonomisk kompetanse hos observatøren. For øvrig antas endringene å være innenfor det en normalt kan forvente i et strandsoneområde. Påvirkning fra Drammenselva samt lavere grad av bølgeeksponering er forhold som sannsynligvis bidrar til ulik artsammensetning på Langøya stasjonene, sammenlignet med kontrollen på Mølen.

3.6 Sjøsonregistreringer

Det er vanskelig å gjenkjenne og skille arter fra hverandre på videoopptakene. Registreringene ble derfor ofte notert som morfologiske grupper som f.eks. 'trådformete rødalger', eller grovere taksonomiske grupper som f.eks. hydroider. Tabell 15 gir en grov oversikt over forholdene på de 5 stasjonene. Stasjonsplassering er vist i Figur 17 og foto fra registreringene er vist i Figur 18.



Figur 17. Kart over Langøya med de fem transektene som ble undersøkt ved hjelp av nedsenkbar videokamera.

Alle stasjonene hadde store forekomster av blåskjell (*Mytilus edulis*) med rur (*Balanus* spp.) fra overflaten og ned til rundt 5 m dyp. I tillegg til blåskjell var det spredte forekomster av trådformete rødalger og blære- og/eller sagtang (*Fucus vesiculosus* og *Fucus serratus*) ved alle stasjonene. På fire av de fem stasjonene ble det registrert små ålegrasenger (*Zostera marina*) fra rundt 1- 5 m dyp. Engene hadde frisk, men spredt vegetasjon, med lite påvekstalger. På stasjon 2 og 3 ble det observert spredte forekomster av avfallshauger (faeces) fra flerbørstemarken fjæremark (*Arenicola marina*). På stasjon 5 ble det registrert enkelte juvenile tareplanter (*Laminaria* sp) og en sukkertareplante (*Saccharina latissima*)

Under 5 m dyp var bunnen dominert av nedslammet fjell, sand- og bløtbunn. På grunn av det tykke laget med slam/sediment på fjellet, var det ofte vanskelig å vurdere hvilken av de tre substratkategoriene en skulle beskrive bunnen som. Det ble registrert få organismer under 5 m dyp. Artene/gruppene som ble registrert var vanlig korstroll (*Asterias rubens*), sekkedyr (Ascidiacea), dødmannshånd (*Alcyonium digitatum*), koralldyr (cf. *Caryophyllia smithii* – Begerkorall), rød kråkebolle (*Echinus esculentus*), hydroider (Hydroidea) og flerbørstemark (Polychaeta). På alle stasjonene ble det registrert noen få spredte forekomster av vanlig sjøfjær (*Pennatula phosphorea*) på

bløtbunn (>25 m), og på stasjon 4 og 5 ble det i tillegg registrert enkelte forekomster av stor piperenser (*Funiculina quadrangularis*).

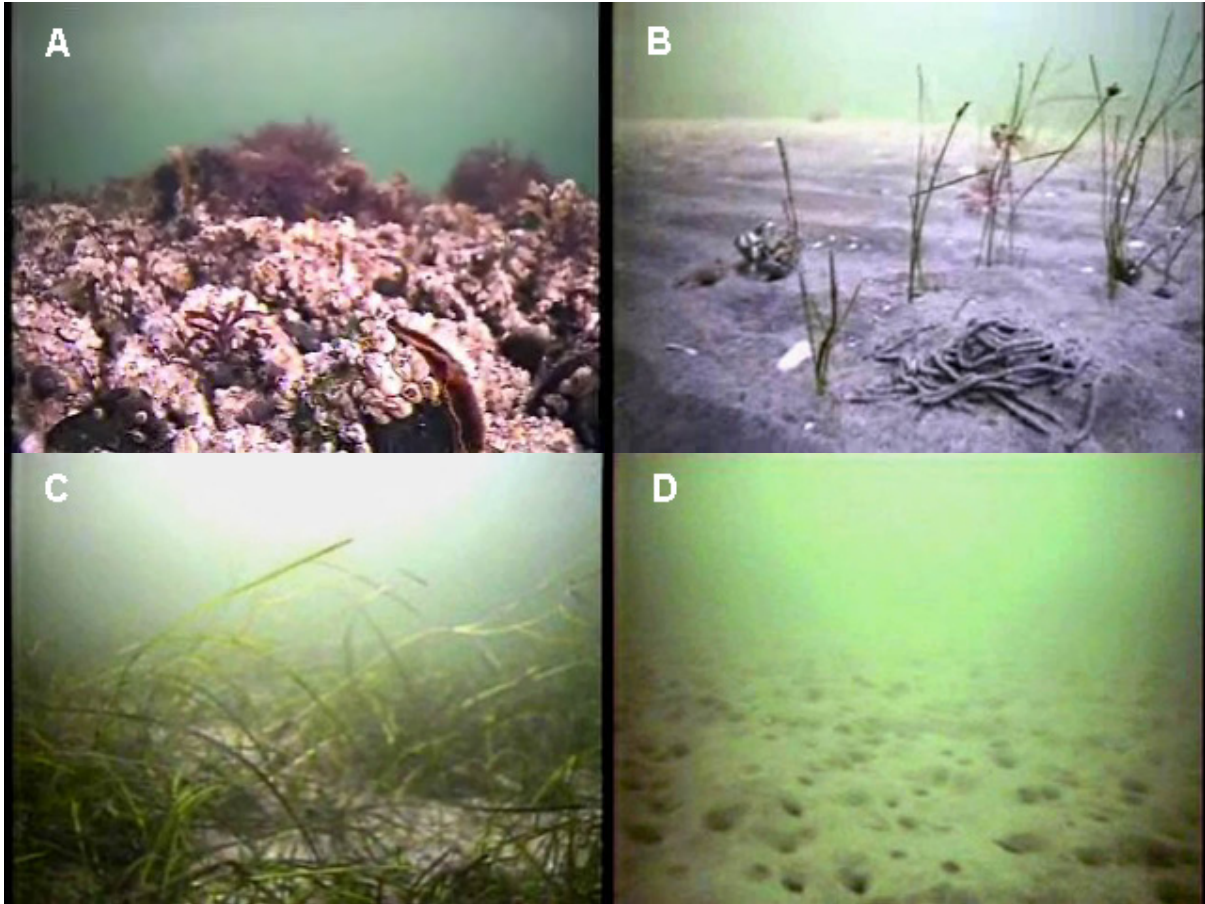
På alle stasjonene ble det observert ”gravehull” i sandbunnen fra dyr som flerbørstemark og muslinger (*Bivalvia*) som lever nedgravd i sedimentet.

Tabell 15. Maksimalt registreringsdyp og de vanligste substrat og arter som ble registrert i 2008, i de 5 transektene rundt Langøya (se kart Figur 17). Registreringene er delt inn i tre dybdeintervaller (0-5m, 5-20m og >20m)

Transekt (stasjon)	Max. reg. dyp	Øverste 5 m	5 – 20 m	Under 20 m
1	28,3	Skjell- og sandbunn Tynn ålegraseng fra 1-5 m dyp. Dominerende med blåskjell fra 0,5–3 m dyp.	Sandbunn og fjell med sediment. Lite liv – svært spredt med sekkedyr, dødmannshånd, cf. begerkoraller og røde kråkeboller.	Fjell med mye sediment. Bløtbunn på rundt 30 m dyp. Lite liv – svært spredt med røde kråkeboller, hydroider og flerbørstemark. Enkeltvis med vanlig sjøfjær på bløtbunn.
2	35,9	Stein- og sandbunn Vanlig med blåskjell ned til 4,5 m dyp. Ålegraseng fra ca 1–4,5 m. Spredt med fjæremark på ca 0,5 m dyp	Sandbunn med mye ”gravehull”. Lite liv – enkelte korstroll og spredt med tomme muslingskall	Bløtbunn fra rundt 20 m dyp. Enkeltvis med vanlig sjøfjær fra 31 m dyp.
3	34,2	Stein- og sandbunn Blåskjell dominerende ned til ca 1 m dyp. Tynn ålegraseng fra 1 – 5 m Spredt med fjæremark. Tomme muslingskall dominerende på 5 m dyp	Sandbunn med ”gravehull”. Lite liv – enkelte korstroll.	Bløtbunn fra ca 20–25 m dyp Flere ”gravehull”. Enkeltvis med vanlig sjøfjær.
4	48	Fjell og stein i strandkanten Sand fra ca 0,5 m dyp. Blæretang dominerende i strandkanten. Blåskjell dominerende fra ca 0,5–2 m dyp. Spredt med tomme muslingskall. Sagtang spredt fra 1–2 m dyp. Tynn ålegraseng fra 2–4 m dyp.	Sandbunn. Lite liv – spredt med korstroll. Spredt med løsrevet tang, ålegras og andre alger. På ca 20 m - fjell med mye sediment og få organismer - spredt med dødmannshånd og hydroider	Bløtbunn fra ca 30 m. Enkeltvis med stor piperenser og vanlig sjøfjær. På ca 45 m - fjell med mye sediment og få organismer som likner hydroider og sekkedyr.
5	30	Stein- og sandbunn. Blåskjell vanlig ned til 3 m dyp. Enkelte juvenile tareplanter, og en sukkertare. Spredt med trådformete rødalger, sagtang og enkelte korstroll ned til ca 5 m dyp. Vanlig med ”gravehull” i sanden på ca 5 m dyp.	Sandbunn m/ stein og fjellbunn. Vanlig med ”gravehull” i sand ned til ca 15 m dyp. Lite liv – enkelte korstroll, dødmannshånd, sekkedyr og løsrevet alger. Fjellskrent på ca 15m dyp – spredt med dødmannshånd og cf. hydroider ned til ca 20 m dyp.	Bløtbunn fra rundt 20 m dyp. Enkeltvis med vanlig sjøfjær og stor piperenser fra ca 25 m dyp.

Undersøkelsen av vegetasjonen i fjæresonen viste at det var rimelig god forekomst av vanlige flerårige tangarter på alle stasjonene, og ålegrasenger på fire av stasjonene. Dette tyder på at miljøtilstanden er forholdsvis god. De registrerte ålegrasengene var ikke særlig tettvokste men vegetasjonen så frisk og fin ut. Ålegrasenger utgjør et viktig marint habitat, både som oppvekstområde og skjulested for ulike fiskeslag og andre marine dyr.

Alle de fem undersøkte områdene var preget av sandbunn og nedslammet fjellbunn med lite synlige organismer. Den kraftige sedimenteringen av fjellbunnen er trolig forårsaket av lav bølge og strømpåvirkning i området. Sedimenteringen hemmer veksten av fastsittende dyr og alger. Dette kan være årsaken til at det ble registrert så få arter. ”Gravehullene” i sand- og bløtbunnen tyder på at det er liv nede i sedimentet.



Figur 18. Bilder fra videoopptak av transektene ved Langøya 2008. A: Blåskjell med rør, trådformete rødalger i bakgrunnen, fra stasjon 5. B: Enkelte ålegras på sandbunn med en avfallshaug fra fjæremark nederst i høyre hjørne, fra stasjon 3. C: Ålegraseng fra stasjon 2. D: ”Gravehull” i sandbunn fra stasjon 2.

4. Referanser

- ASMO, 1994.** Draft assessment of temporal trends monitoring data for 1983-91: Trace metals and organic contaminants in biota. Environmental Assessment and Monitoring Committee (ASMO). Document ASMO(2) 94/6/1.
- Clarke K.R. & R.N. Gorley, 2001.** PRIMER v5: User manual/tutorial. PRIMER-E Ltd: Plymouth.
- Green N.W., Bjerkeng B., Helland A., Hylland K., Knutzen J. & M. Walday, 2001.** Joint Assessment and Monitoring Program (JAMP). Overvåking av miljøgifter i marine sedimenter og organismer 1981-1999. Statens forurensningstilsyn 819/01, TA nr. 1797/2001. NIVA-rapport 4358-2001. 191 s. ISBN 82-577-3995-2.
- Knutzen J. & J. Skei, 1990.** Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer, samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. NIVA-rapport 2540. 139 s.
- Konieczny R.M. & E.M. Brevik, 1997.** Kartlegging av et tønnedeponi i sjøen utenfor Aspond, Indre Oslofjord 1996. Utbredelse, tilstand og miljøgifter. NIVA-rapport 3586-96. 56 s.
- Magnusson, J., Andersen, T. (UiO), Amundsen, R. (UiO), Bokn, T., Berge, J.A., Gjørseter, J. (HFF), Johnsen, T., Kroglund T., Lømsland, E. & A. Solli (HFF). 2003.** Overvåking av forurensnings situasjonen i indre Oslofjord 2002. Fagrådsrapport nr. 91. NIVA-rapport 4693. 83s.
- Magnusson J., Hackett B. & Ø. Sætra, 1997.** Vurdering av utslippsforholdene ved Langøya, Breiangen. NIVA-rapport 3657-97, 23s.
- Molvær J., Knutzen J., Magnusson J., Rygg B., Skei J. & J. Sørensen, 1997.** Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning 97:03. ISBN 82-7655-367-2. 36 s.
- MON, 1998.** Summary record. Ad Hoc Working Group on Monitoring, Copenhagen: 23-27 February 1998. MON 98/6/1-E.
- Nicholson M., Fryer R.J. & D.M. Maxwell, 1997.** A study of the power of various methods for detecting trends. ICES CM 1997/Env.11.
- Nicholson M., Fryer R.J., & J.R. Larsen, 1998.** Temporal trend monitoring: A robust method for analysing trend monitoring data, ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, No.20 September 1998.
- Staalstrøm A., Magnusson J. & HC Nilsson. 2008.** Overvåking av utslipp ved Langøya Innledende undersøkelser vinteren 2007-2008. in press.
- Walday M. & A. Helland, 1994.** Orienterende undersøkelse av metallinnhold i sediment og blåskjell utenfor Langøya i Holmestrandsfjorden. NIVA-rapport 3057, 22s.
- Walday M., 1997.** Overvåking NOAH Langøya, -strandsoneregistreringer samt metaller i sediment og blåskjell. NIVA-rapport 3664-97, 26s.
- Walday M., 1998.** Overvåking NOAH-Langøya 1997 Strandsoneregistreringer samt metaller i blåskjell NIVA-rapport 3825-98, 22s.

Walday M., 1999. Overvåking NOAH-Langøya 1998 Strandsoneregistreringer samt metaller i blåskjell NIVA-rapport 4040-99, 33s.

Walday M., Oug E. & T. Kroglund, 2000. Overvåking NOAH-Langøya 1999 - Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. NIVA-rapport 4238-2000, 34s.

Walday M. & T. Kroglund, 2001. Overvåking NOAH-Langøya 2000 - Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. NIVA-rapport 4404-2001, 44s.

Walday M., Helland A. & T. Kroglund, 2002. Overvåking NOAH-Langøya 2001. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 4575-2002. 47s.

Walday M., Kroglund T. & T. Chr. Mortensen, 2003. Overvåking NOAH Langøya 2002. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. NIVA-rapport 4701-2003. 33s.

Walday M., Norderhaug K.M., & N.W. Green, 2004. Overvåking NOAH Langøya 2003. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 4846-2004. 38s.

Walday M., Green N.W. & A. Pedersen, 2005. Overvåking NOAH Langøya 2004. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 4846-2004. 38s.

Walday M., Green N.W. & A. Pedersen, 2006. Overvåking NOAH Langøya 2005. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 5272-2006. 47s.

Walday M., Green N.W. & A. Pedersen, 2007. Overvåking NOAH Langøya 2006. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 5477-2007. 56s.

Walday M., Green N., Gitmark J., Shi L. 2008. Overvåking NOAH Langøya 2007. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 5634-2008. 61s.

Walday M., Naustvoll L., Nilsson HC., Rygg B., Selvik JR. & K. Sørensen, 2009. Overvåking av Ytre Oslofjord 2008. Årsrapport. NIVA-rapport 5818-2009. 61s.

Personlige meddelelser

Sverreson T., NOAH AS, Langøya

Vedlegg A.

Tidstrendanalyse for metaller i blåskjell 1996-2008

I rekkefølge:

Arsen (As)
 Barium (Ba)
 Kadmium (Cd)
 Kobolt (Co)
 Krom (Cr)
 Kobber (Cu)
 Kvikksølv (Hg)
 Molybden (Mo)
 Nikkel (Ni)
 Bly (Pb)
 Vanadium (V)
 Sink (Zn)

MYTI EDU – blåskjell (*Mytilus edulis*)

Tse (vev) = SB – bløtdeler

OC	Overkonsentrasjon uttrykket som forholds tall for konsentrasjon for siste år mot nedre grense for SFT klasse II
TRD	<p>tidstrend</p> <p>D- Signifikant linear trend, nedover</p> <p>U- Signifikant linear trend, oppover</p> <p>-- Ingen signifikant trend</p> <p>-? Ingen signifikant linear trend, men en systematisk ikke-linear trend kan ikke testes på grunn av for lite data (<6 år)</p> <p>-Y Ingen signifikant linear trend, men en systematisk ikke-linear trend</p> <p>DY / UY Signifikant linear trend (nedover eller oppover) og en signifikant ikke-linear trend. Dette kan betraktes som det samme som "-Y"</p>
SM3	Prosjektert "OC" om tre år ("?" dersom SFT-klasse ikke finnes eller om antal år i tidstrend-serie er mindre enn syv)
PWR	Utsagnskraft; estimert som antall år for å detektere en hypotetisk 10% trend pr. år med en statistisk styrke på 90%.

NIVA 5831-2009

Annual median concentration of AS (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	8.48	15.9	8.05	8.66	12.9	11.5	11.7	26.8	12.6	9.26	24.8	6.65	m	--	m	15
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.72	8.72	7.05	6.75	11.8	10.9	11.5	29.5	9.52	7.68	14.8	6.46	m	--	m	14
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	8.08	12.8	8.39	11.4	13	13.8	10.8	48.4	8.21	10.8	18.1	7.74	m	--	m	16
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	7.12	10	8.53	8.73	10.8	13.1	9.71	25.7	8.04	11.9	17.9	6.71	m	--	m	14
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	9	11.9	9.63	10.1	13.4	12.5	11.3	54.4	8.28	12.2	17.6	8.01	m	--	m	16
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					13.3	10.4	10.9	73.8	9.09	7.99	18	7.86	m	--	m	21
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.95	26.9	7.59	7.14	7.83	12.2	7.7	66.5	12.6	13.4	19.3	12.6	m	--	m	19

Annual median concentration of AS (ppm), tidstrend analyse kjørt på nytt med "suspekta" verdier

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																	
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	8.48	15.9	8.05	8.66	12.9	11.5	12	26.8	8.99	12.6	9.26	24.8	6.65	m	--	m	15
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.72	8.72	7.05	6.75	11.8	10.9	11.5	29.5	8.23	9.52	7.68	14.8	6.46	m	--	m	14
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	8.08	12.8	8.39	11.4	13	13.8	10.8	48.4	8.21	10.8	18.1	7.74	m	--	m	16	
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	7.12	10	8.53	8.73	10.8	13.1	9.71	25.7	8.04	11.9	17.9	6.71	m	--	m	14	
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	9	11.9	9.63	10.1	13.4	12.5	11.2	54.4	8.28	12.2	17.6	8.01	m	--	m	16	
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					13.3	10.4	10.9	73.8	9.09	7.99	18	7.86	m	--	m	21	
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	6.95	26.9	7.59	7.14	7.83	12.2	7.7	66.5	12.6	13.4	19.3	12.6	m	--	m	19	

Annual median concentration of BA (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	3.87				3.87	5.68	11.1	2.58	2.49	4.52	2.37	1.46	m	--	m	17
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	4.95				4.95	3.35	44.7	3.65	3.62	12.7	3.79	2.71	m	--	m	>25
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	4.55				4.55	5.65	20.1	3.59	3.15	6.88	4.27	2	m	--	m	19
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	3.11				3.11	3.82	18.4	1.87	1.99	7.44	4.42	1.28	m	--	m	24
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	3.47				3.47	3.62	11.2	3.5	2.19	5.1	3.17	1.57	m	--	m	17
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					6.67	2.41	20.1	2.45	1.75	4.74	1.98	1.31	m	--	m	22

NIVA 5831-2009

BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.87	2.08	9.09	0.652	0.48	0.887	0.714	0.45	m	--	m	23
----	------	-----	----	------	------	------	------	-------	------	-------	-------	------	---	----	---	----

Annual median concentration of Cd (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																	
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.787	0.814	0.811	1.73	1.24	1.11	1.95	1.35	1.06	1.33	1	1.9	1.35	no	--	no	11
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.695	0.799	1.08	2.15	1.92	2.38	3.63	2.25	1.84	2.52	1.65	1.56	1.06	no	UY	no	10
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.803	1.13	0.98	2.26	1.65	1.74	1.51	0.853	0.823	1.02	1.03	3	1.74	no	--	1.6	12
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.706	1.12	1.24	1.89	1.01	1.47	1.13	1.45	0.915	1.88	1.25	2.36	1.79	no	--	1.3	11
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.853	1.13	1.11	1.93	1.19	1.21	1.4	1.04	0.796	1.15	1.09	2.21	0.895	no	--	no	12
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					1.21	1.37	1.4	0.798	1.11	1.1	0.769	1.49	1.03	no	--	no	11
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.766	0.965	1.14	1.53	1.33	1.53	1.16	1.06	1.23	1.33	0.86	0.855	1.13	no	DY	no	8

Annual median concentration of CO (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																	
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.37	0.214	0.331	0.602	0.437	0.676	0.471	0.413	0.44	0.601	0.394	0.423	0.067	m	--	m	>25
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.898	0.359	0.321	0.429	0.369	0.418	0.338	0.441	0.317	0.652	0.441	0.286	0.101	m	--	m	>25
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.37	0.53	0.386	0.957	0.46	0.737	0.394	0.44	0.471	0.832	0.594	0.361	0.127	m	--	m	>25
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.62	0.923	1.34	1.73	0.507	0.933	0.901	0.734	0.738	1.22	0.683	0.4	0.105	m	--	m	>25
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.12	0.49	0.543	0.642	0.567	0.597	0.473	0.503	0.373	0.664	0.468	0.386	0.071	m	--	m	>25
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					0.606	0.455	0.313	0.356	0.362	0.508	0.291	0.319	0.054	m	--	m	>25
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.478	0.31	0.253	0.336	0.391	0.662	0.211	0.377	0.3	0.387	0.265	0.345		m	--	m	13

Annual median concentration of CR (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																	
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.04	3.03	1.34	8.66		7.2		3.22	7.89	3.32	2.84	1.15	2.28	no	--	no	18
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	9.07	1.23	1.27	6.62		2.99	2.16	2.61	4.54	4.28	3.51	1.29	5.48	1.8	--	1.0	21
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	4.98	2.24	1.34	24.5		4.42		5.29	4.93	15.5	5.17	3.11	10	3.3	--	2.1	24
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	4.18	4.46	1.57	4.72		5.04	1.46	4.35	3.82	7.26	9.01	1.06	2.85	no	--	no	20

NIVA 5831-2009

B6	MYTI EDU	SB	d.wt	1.84	4.41	1.48	3.67	3.15	3.24	2.35	9.67	4.05	0.929	6.84	2.3	--	1.1	21
B7	MYTI EDU	SB	d.wt		2.16			2.16	1.21	2.19	2.44		0.625	1.19	no	--	no	16
BK	MYTI EDU	SB	d.wt	0.478			2.01	10	0.92	0.874	1.83	1.07	0.714	0.4	no	--	no	23

Annual median concentration of CR (ppm), tidstrend analyse kjørt på nytt med "suspekete" verdier

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS															
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	1.04	3.03	1.34	8.66	7.2	2.75	3.22	7.89	3.32	2.84	1.15	2.28	no	--	no	18
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	9.07	1.23	1.27	6.62	2.99	2.12	2.61	4.54	4.28	3.51	1.29	5.48	1.8	--	1.0	21
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	4.98	2.24	1.34	24.5	4.42	1.75	5.29	4.93	15.5	5.17	3.11	10	3.3	--	2.3	24
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	4.18	4.46	1.57	4.72	5.04	1.46	4.35	3.82	7.26	9.01	1.06	2.85	no	--	no	20
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	1.84	4.41	1.48	3.67	3.15	1.06	3.24	2.35	9.67	2.73	0.929	6.84	2.3	--	1.1	21
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					2.16	1.48	1.21	2.19	2.44	1.56	0.625	1.19	no	--	no	14
BK	MYTI EDU	SB	d.wt	0.478			2.01	10	0.92	0.874	1.83	1.07	0.714	0.4	no	--	no	23	

Annual median concentration of CU (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	6.07		11.4	8.27	7.95	8.32	7.09	6.05	6.99	9.72	7.41	9.31	3.99	no	--	no	11
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	6.68		9.64	8.82	7.43	7	7.75	6.82	6.64	8.73	7	5.67	4.18	no	D-	no	8
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	7.05		10.7	11.3	8.88	8.49	7.45	6.86	6.79	9.76	7.62	6.78	4.8	no	D-	no	9
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	6.45		12.4	9.45	10.8	8.24	7.68	6.86	6.52	10.3	7.46	6.5	4.52	no	--	no	10
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	5.82		9.63	8.26	7.64	6.56	7.3	6.59	5.94	9.53	8.12	6.64	3.84	no	--	no	10
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					7.27	7.44	7.72	6.43	9.32	8.35	6.9	6.75	7.91	no	--	no	8
BK	MYTI EDU	SB	d.wt	6.94	6.81	7.23	7.14	5.49	6.19	6.51	7.38	8.31	7.94	6.55	5.57	6.11	no	--	no	7

Annual median concentration of HG (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	0.057	0.0929	0.0872	0.228	0.123	0.118	0.265	0.133	0.143	0.204	0.101	0.131	0.0722	no	--	no	13
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	0.027	0.037	0.108	0.132	0.0577	0.116	0.143	0.156	0.129	0.222	0.0986	0.0762	0.0498	no	UY	no	14

NIVA 5831-2009

St	Species	Tissue	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER	
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.053	0.0821	0.105	0.184	0.0795	0.126	0.097	0.0769	0.0851	0.13	0.0764	0.0889	0.0645	no	--	no	11
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.037	0.0647	0.124	0.159	0.0608	0.137	0.0993	0.101	0.0956	0.152	0.134	0.0778	0.0609	no	--	no	13
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.059	0.0735	0.156	0.193	0.104	0.105	0.139	0.0956	0.105	0.149	0.0987	0.107	0.0737	no	--	no	11
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt				0.0545	0.055	0.0759	0.0536	0.144	0.105	0.046	0.0688	0.0983	no	--	no	14	
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.0383	0.0354	0.0667	0.101	0.028	0.0472	0.0575	0.0574	0.0938	0.12	0.045	0.045	0.0667	no	--	no	15

Annual median concentration of MO (ppm)

St	Species	Tissue	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt								1.1	0.769	0.692			m	-?	m	7
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt								0.857	0.655	0.476			m	D?	m	<=5
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt								2.48	1.1	0.667			m	-?	m	7
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt								1.4	1.57	0.611			m	-?	m	15
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt								2.02	0.891	0.571			m	-?	m	8
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt								0.808	0.567	0.5			m	-?	m	6
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt								0.84	0.6	0.7			m	-?	m	9

Annual median concentration of NI (ppm)

St	Species	Tissue	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.994		0.201	6.3	1.24	4.12	1.67	1.93	4.46	2.53	2.38	0.615	1.7	no	--	no	24
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	4.66		0.191	4.41	1.44	1.94	1.45	1.52	2.46	2.69	2.08	0.524	3.41	no	--	no	>25
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	2.72		0.201	18.2	1.18	2.96	1.64	2.85	3.65	10.7	3.97	1.28	6.18	1.2	--	no	>25
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	2.5		0.236	2.56	4.53	2.94	1.21	2.51	2.5	5.14	6.12	0.611	1.91	no	--	no	25
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.46		0.222	2.75	2.08	1.88	1.55	2.1	1.71	6.7	2.2	0.643	3.95	no	--	no	24
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt				1.82	1.21	1.25	0.797	1.45	2	1.19	0.625	0.794	no	--	no	13	
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.877			1.3	0.87	5.87	1.03	0.831	2.04	1.15	0.619	0.5	0.722	no	--	no	19

Annual median concentration of PB (ppm)

St	Species	Tissue	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER
ANALYSIS																				

NIVA 5831-2009

St	Species	Tissue	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.999	0.62	1.74	3.01	1.94	1.84	1.92	1.65	1.58	2.22	1.65	1.62	0.951	no	--	no	12
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.879	0.821	4.33	4.86	16.3	12.8	16.5	11.9	14.7	16.9	6.98	2.33	1.86	no	UY	no	15
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	2.11	2.05	2.52	6.14	7.69	3.93	2.4	3.53	2.7	3.8	3.3	2.22	2.01	no	--	no	12
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.02	1.38	2.28	2.38	2.5	2.29	1.3	1.95	1.31	2.66	2.61	0.944	0.935	no	--	no	13
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	1.42	1.47	2.89	2.75	2.08	1.59	1.64	1.54	1.16	1.89	1.84	1.29	1	no	--	no	11
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.628	0.664	0.759	0.714	0.522	0.866	0.571	0.574	0.813	1.21	0.805	0.571	0.944	no	--	no	14
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.628	0.664	0.759	0.714	0.522	0.866	0.571	0.574	0.813	1.21	0.805	0.571	0.944	no	--	no	11

Annual median concentration of V (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																	
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.423	3.57	1.07	1.73	3.51	5.07	2.03	5.88	1.53	1.78	2.45	3.38	0.951	m	--	m	19
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.55	7.1	1.15	1.32	5.77	4.35	1.4	4.92	1.21	2.48	1.77	3.29	1.02	m	--	m	22
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.857	3.2	1.26	2.02	4.09	4.93	1.34	6.33	1.59	2.43	2.94	3	0.968	m	--	m	18
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.577	3.73	1.26	1.73	3.18	4.05	1.21	3.52	1.1	3.18	2.33	3.33	1.04	m	--	m	19
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.569	3.5	1.33	1.56	3.13	4.76	1.44	10.6	1.07	2.12	2.34	2.86	1	m	--	m	21
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					7.83	4.59	1.46	13.9	1	1.72	2.46	4.5	0.782	m	--	m	24
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	0.861	13.5	0.57	0.604	2.39	6.71	0.457	10.8	0.656	0.555	2.14	6.35	1.39	m	--	m	>25

Annual median concentration of ZN (ppm)

St	Species	Tissue	Base	ANALYSIS																	
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	OC	TRND	SM+3	POWER	
B2	MYTI	EDU	SB	d.wt	95.1	101	122	205	86.1	101	152	117	117	134	94.1	121	68.1	no	--	no	11
B3	MYTI	EDU	SB	d.wt	74.3	85.1	115	129	74.3	105	156	155	120	149	117	71.9	61.5	no	DY	no	10
B4	MYTI	EDU	SB	d.wt	117	121	119	200	102	89.1	116	93.5	97.1	118	106	85.6	68.1	no	--	no	10
B5	MYTI	EDU	SB	d.wt	87.4	111	157	159	101	110	102	127	99.3	122	119	88.3	69.9	no	--	no	9
B6	MYTI	EDU	SB	d.wt	105	95.8	163	167	104	72.8	143	122	101	120	103	97.9	67.4	no	--	no	11
B7	MYTI	EDU	SB	d.wt					97	68.5	94.3	90.5	145	114	86.4	88.1	70.2	no	--	no	9
BK	MYTI	EDU	SB	d.wt	94.3	103	112	111	66.1	72.3	84.6	106	131	118	80.5	83.5	81.1	no	--	no	9

Vedlegg B.

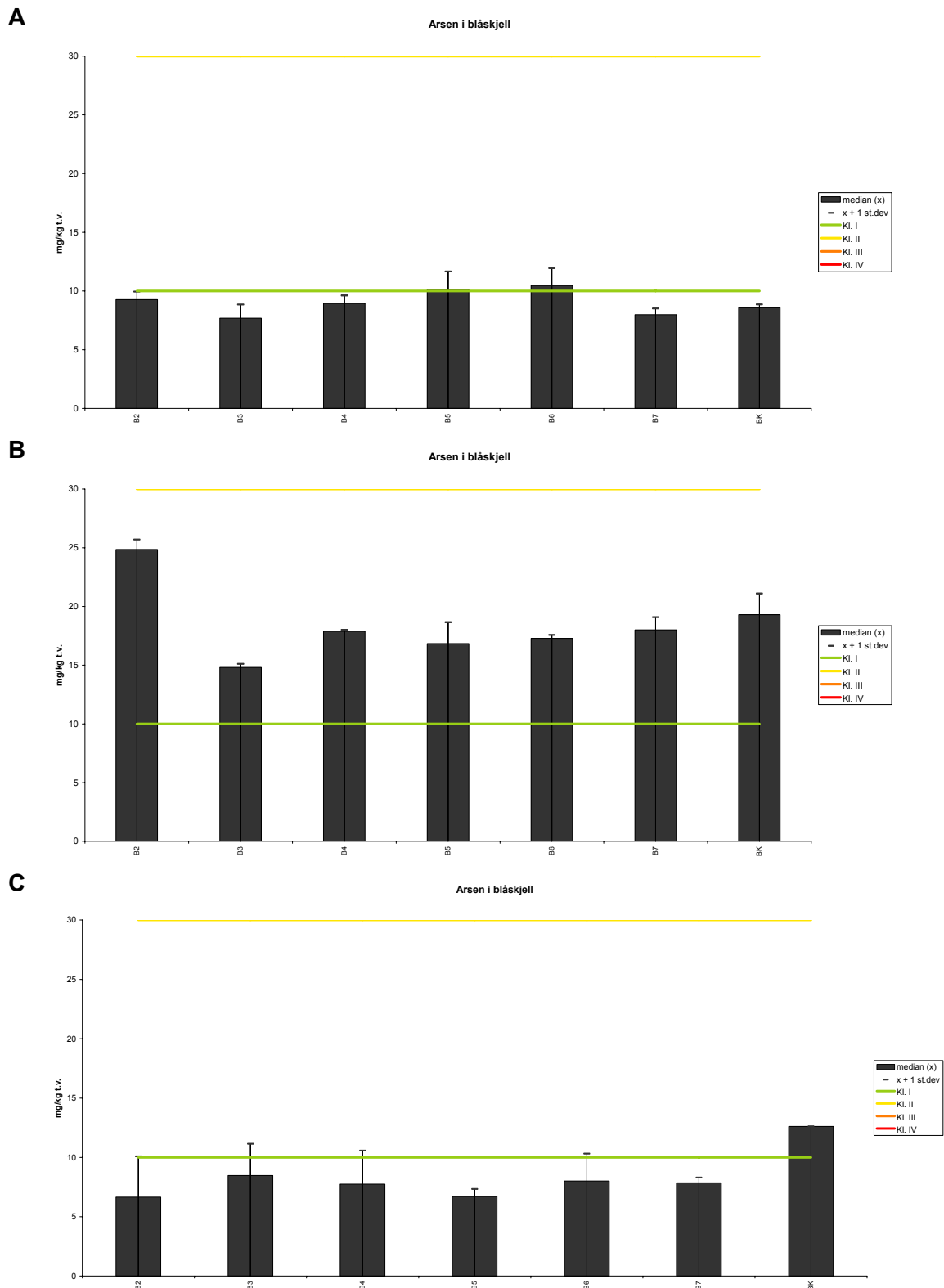
Stasjonsvis oversikt over metaller i blåskjell 2006-2008

I rekkefølge*:

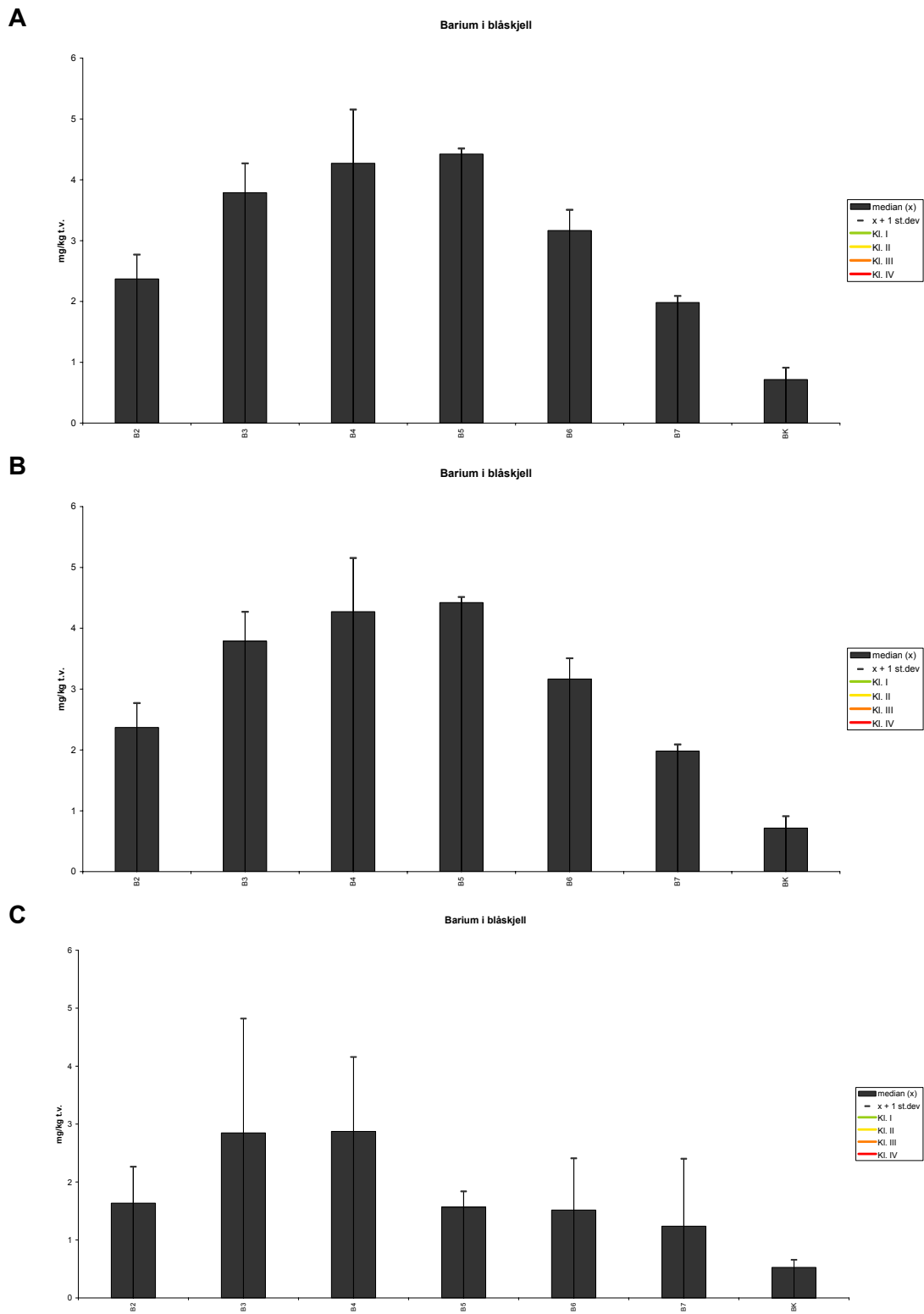
Arsen (As)
Barium (Ba)
Kadmium (Cd)
Kobolt (Co)
Krom (Cr)
Kobber (Cu)
Kvikksølv (Hg)
Molybden (Mo)
Nikkel (Ni)
Bly (Pb)
Vanadium (V)
Sink (Zn)

***) suspekterte verdier ikke tatt med**

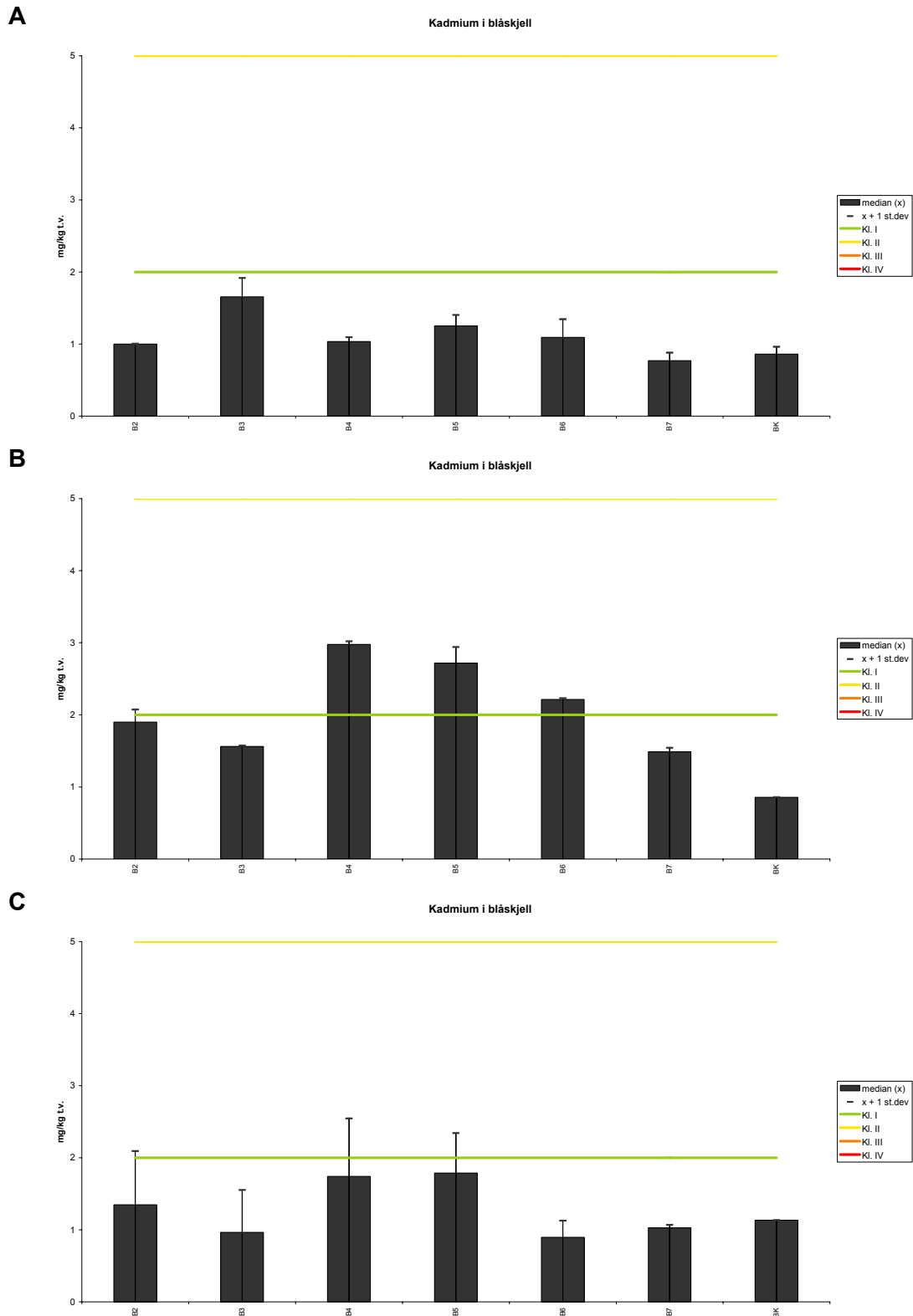
MYTI EDU – blåskjell (*Mytilus edulis*)



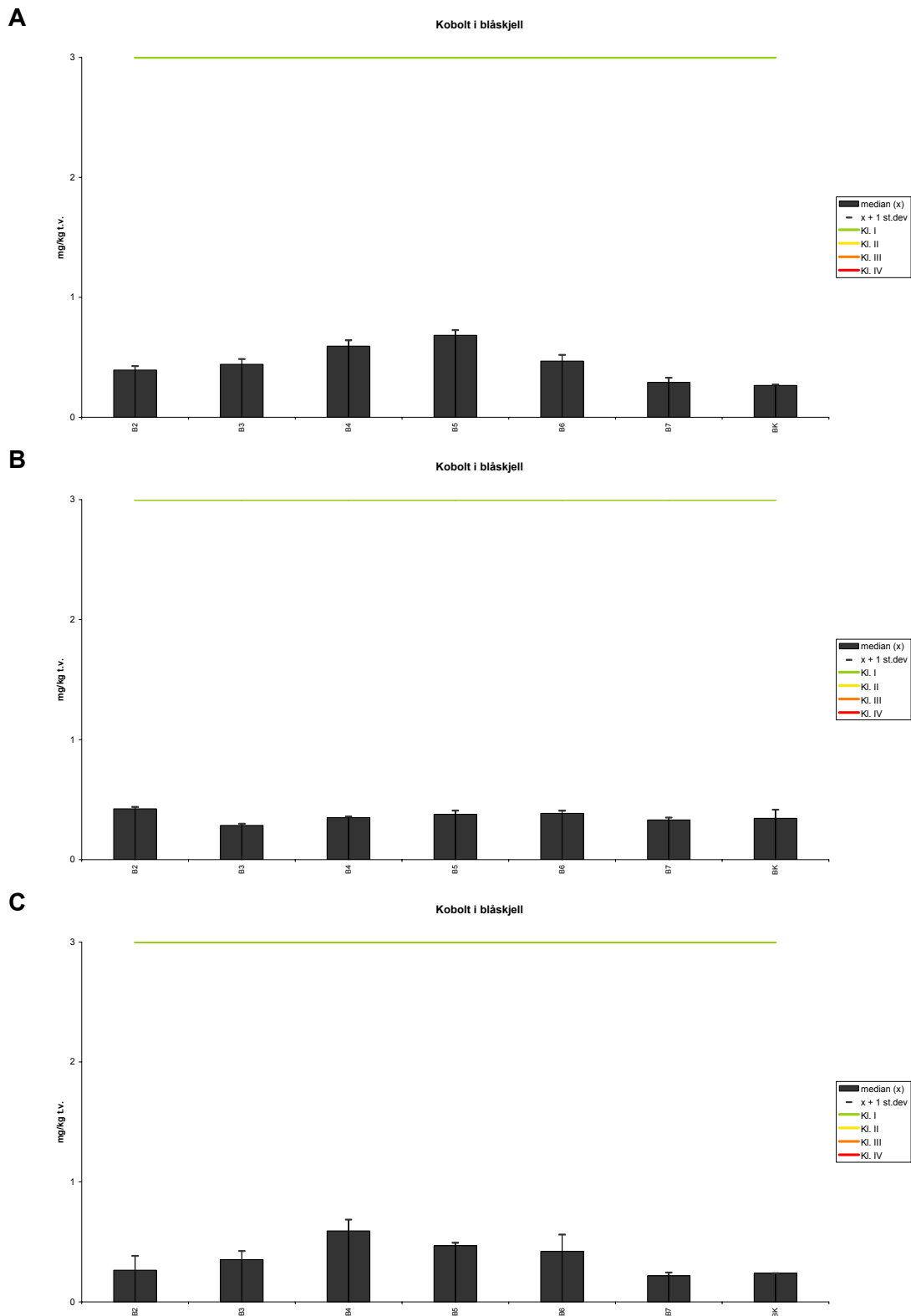
Figur 19. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for arsen i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2006 (A), 2007 (B) and 2008 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



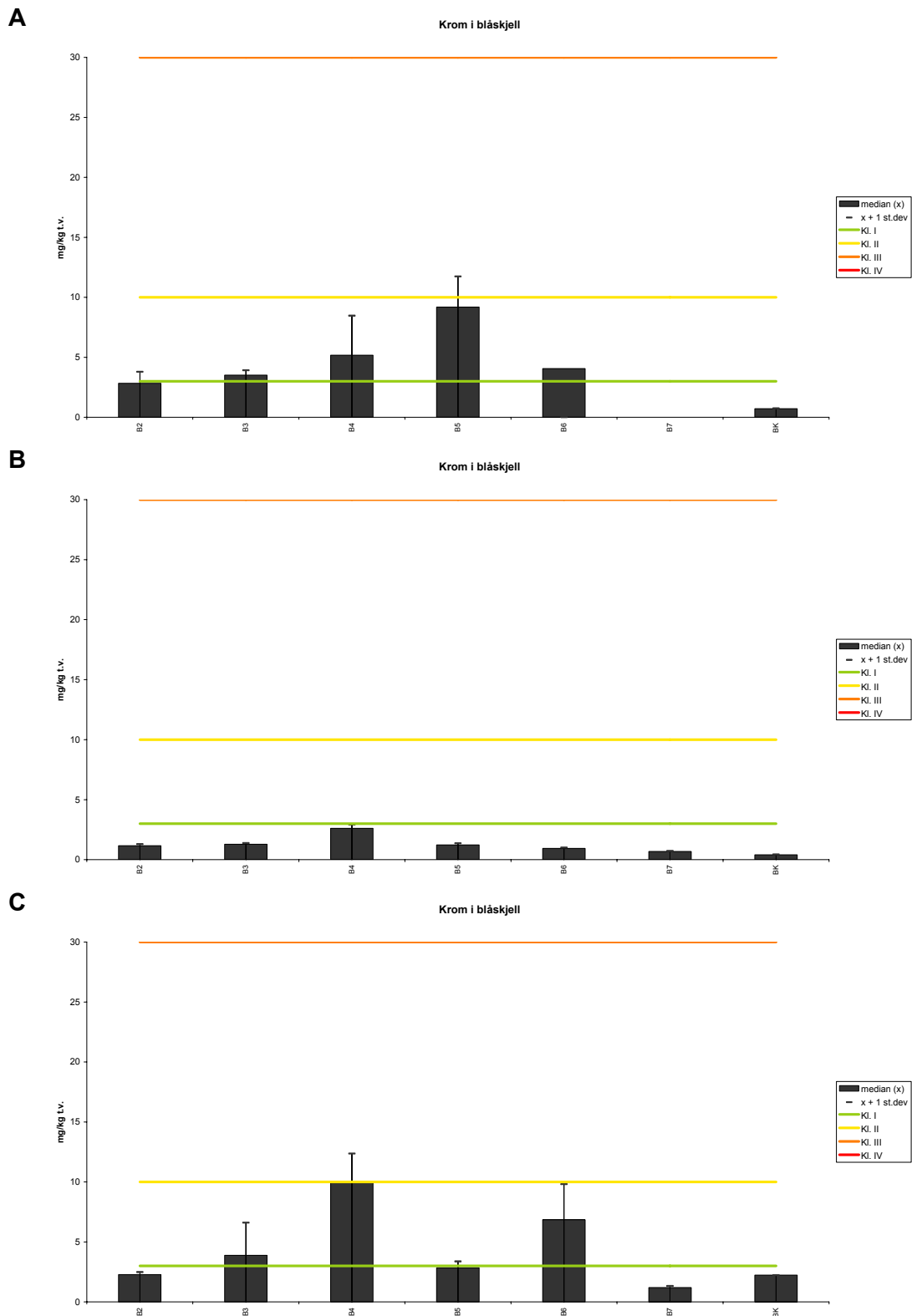
Figur 20. Median og standard avvik konsentrasjon for barium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2006 (A), 2007 (B) and 2008 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



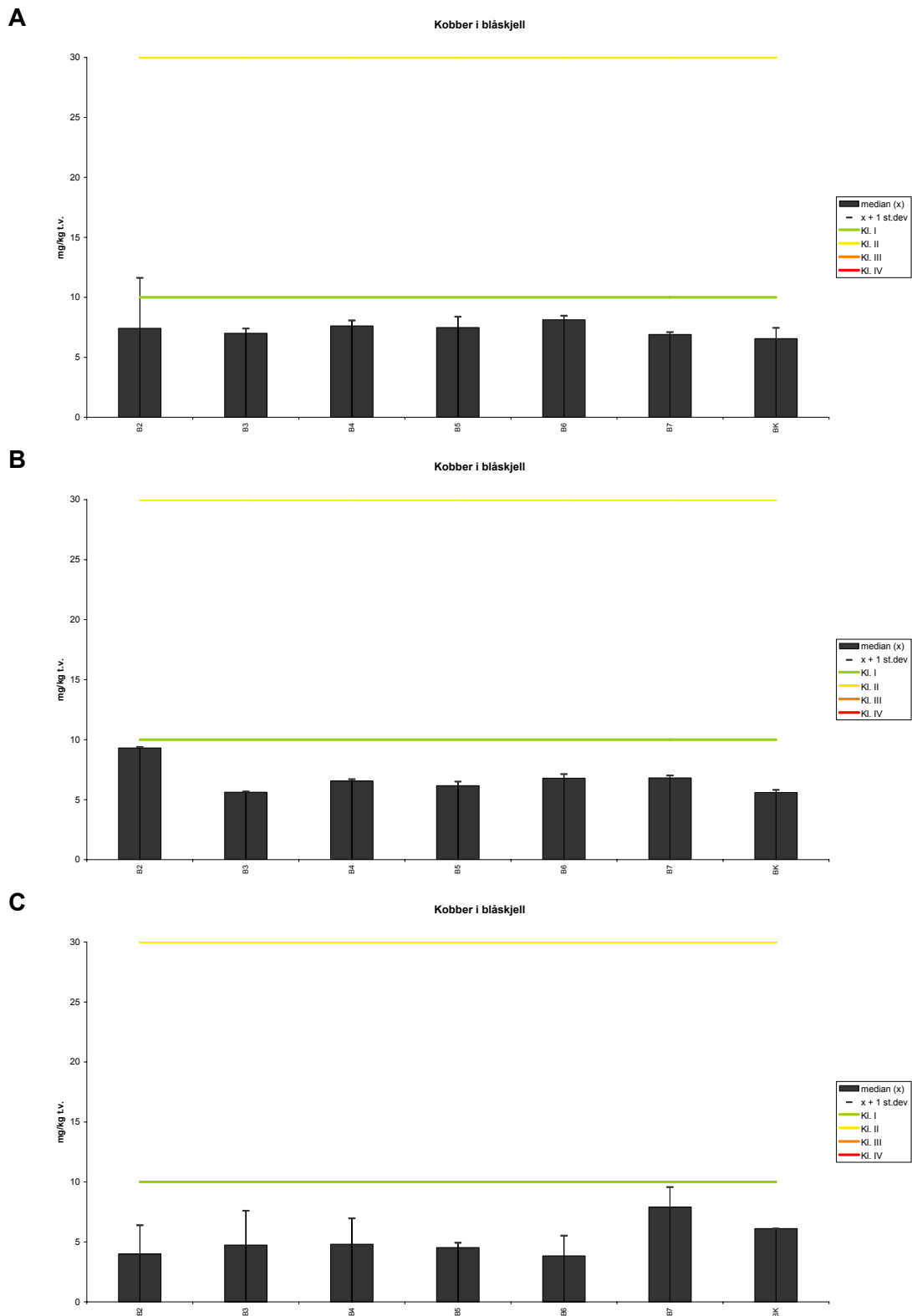
Figur 21. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for kadmium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2006 (**A**), 2007 (**B**) and 2008 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



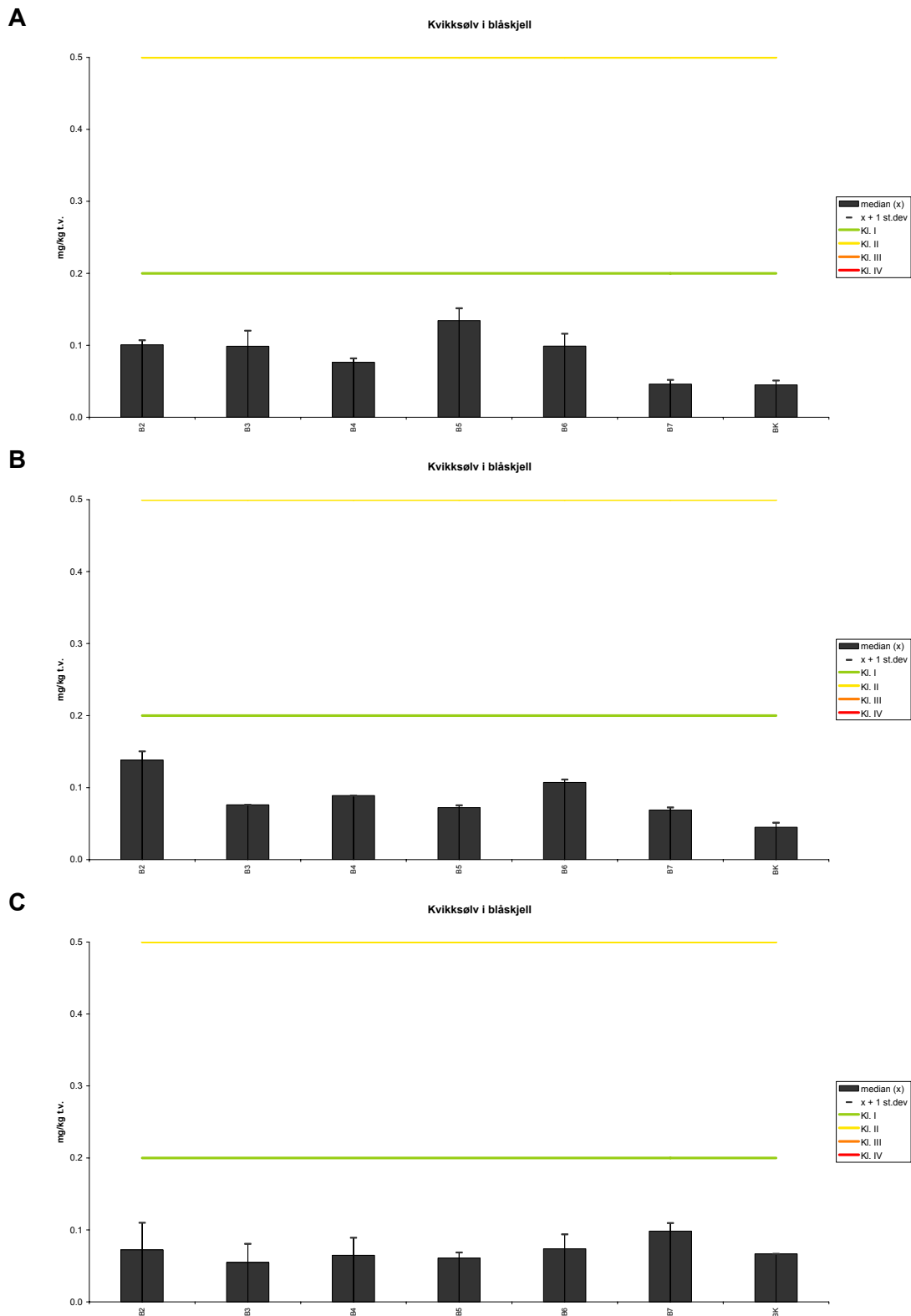
Figur 22. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for kobolt i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2006 (A), 2007 (B) and 2008 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



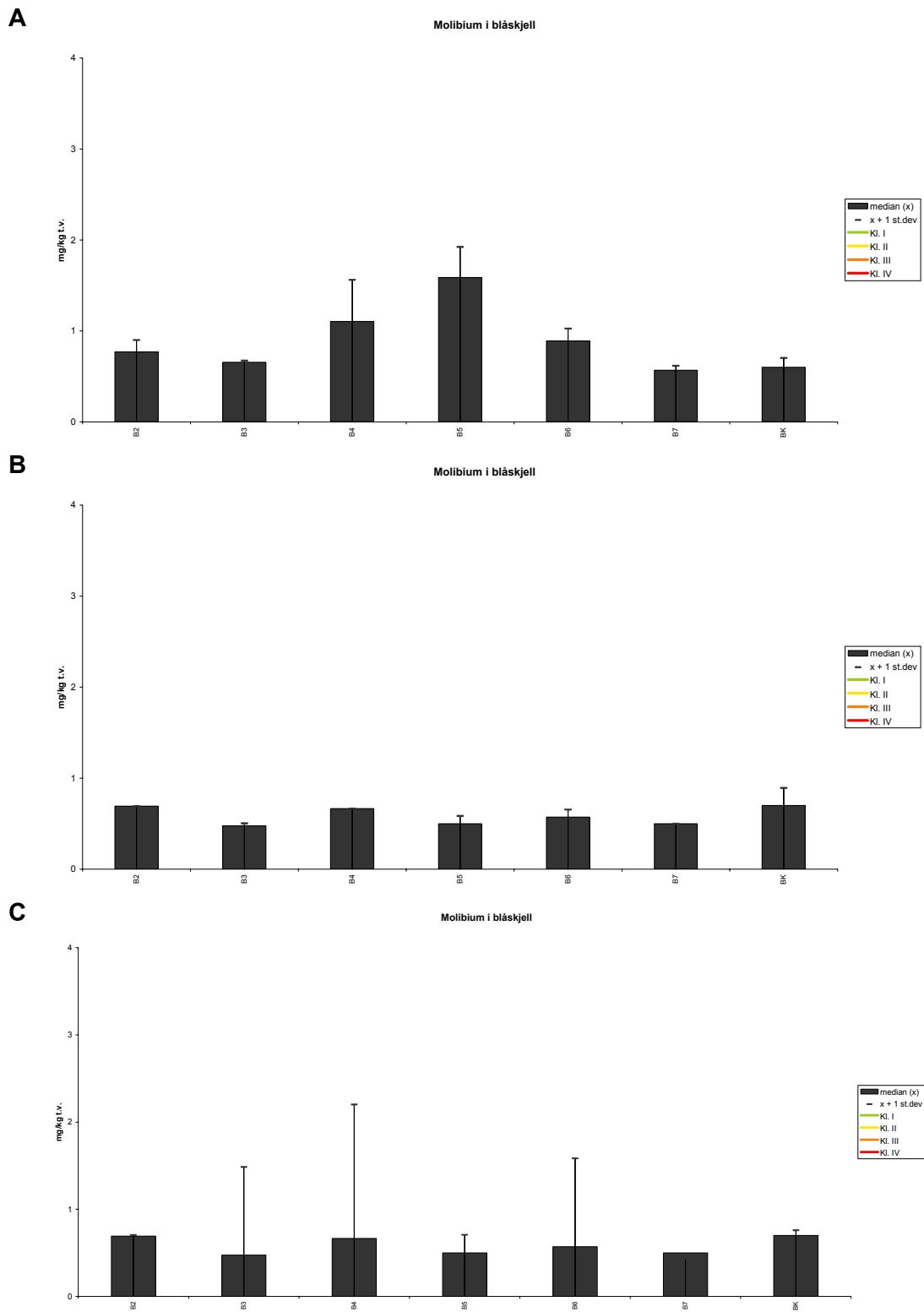
Figur 23. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II, III og IV konsentrasjon for krom i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2006 (A), 2007 (B) and 2008 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



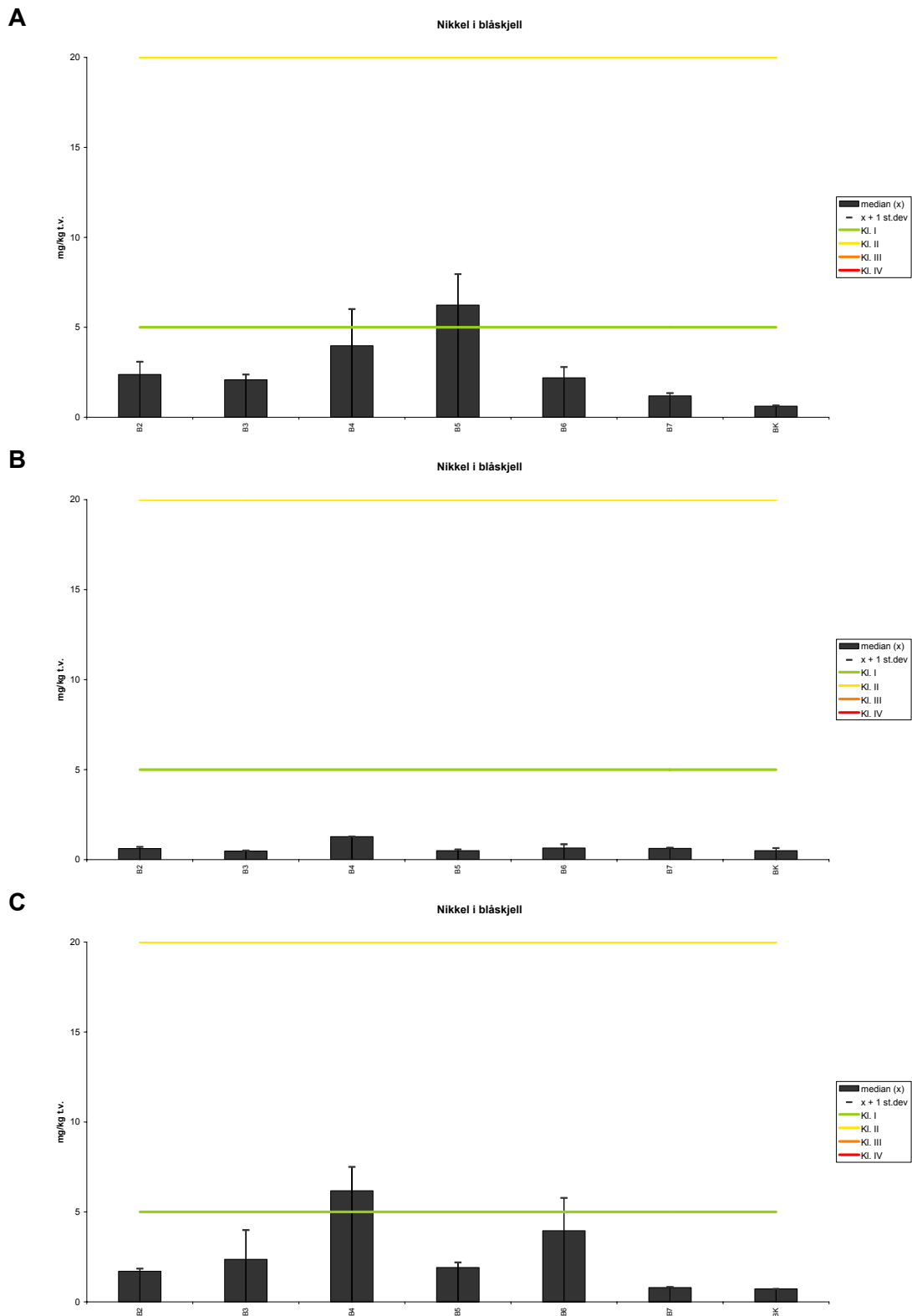
Figur 24. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for kobber i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2006 (**A**), 2007 (**B**) and 2008 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



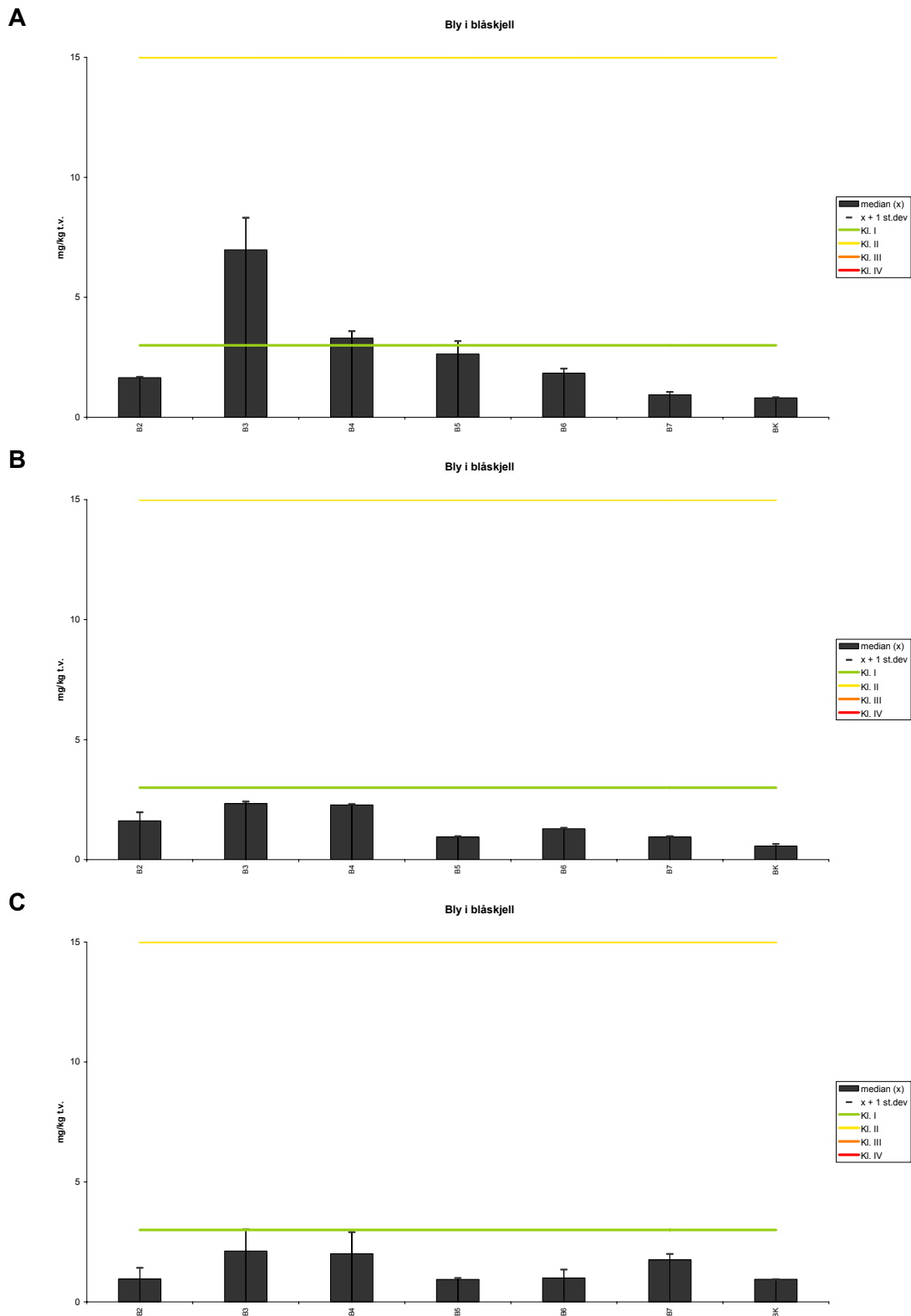
Figur 25. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for kvikksølv i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2006 (**A**), 2007 (**B**) and 2008 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



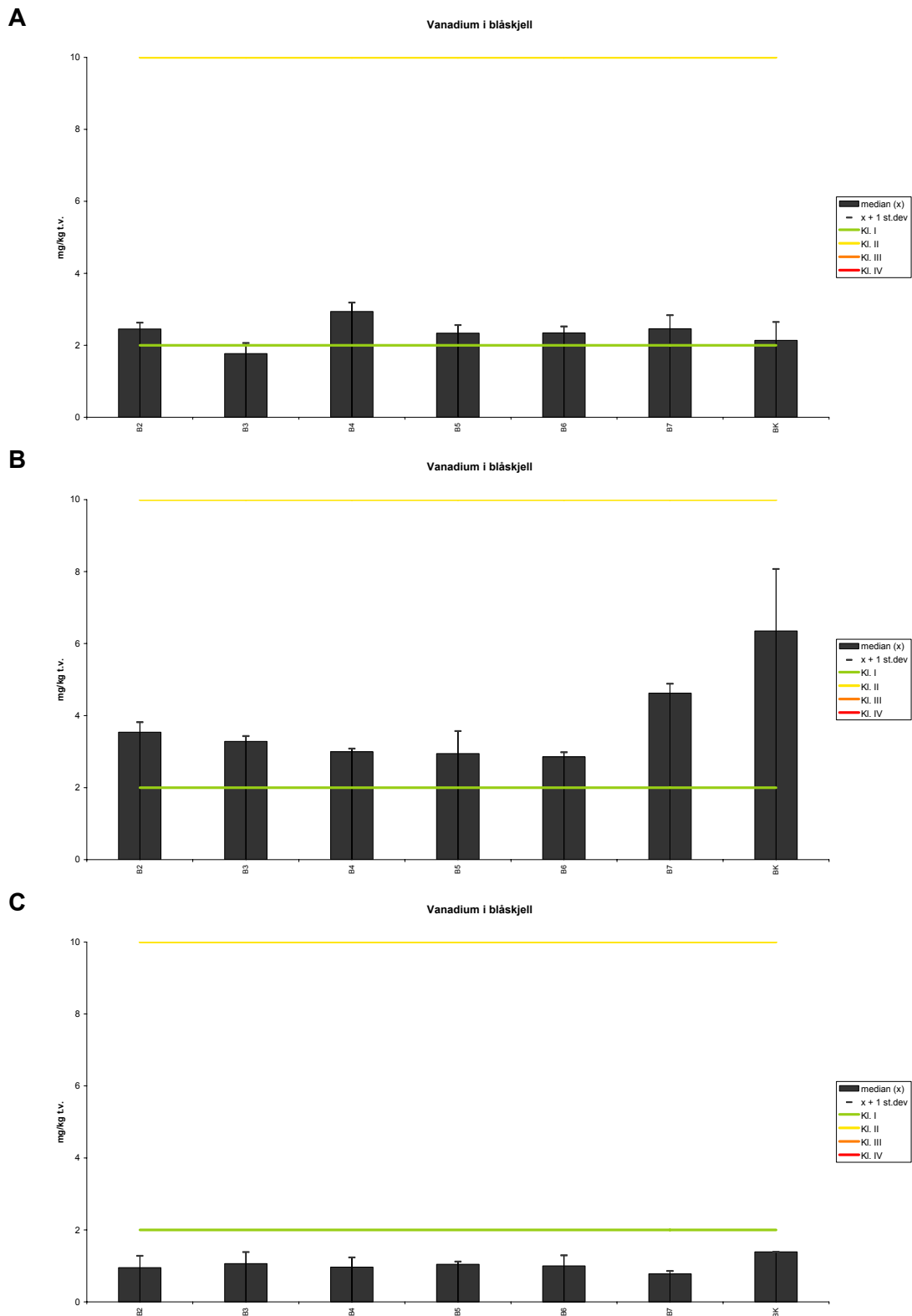
Figur 26. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for molybden i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2006 (A), 2007 (B) and 2008 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



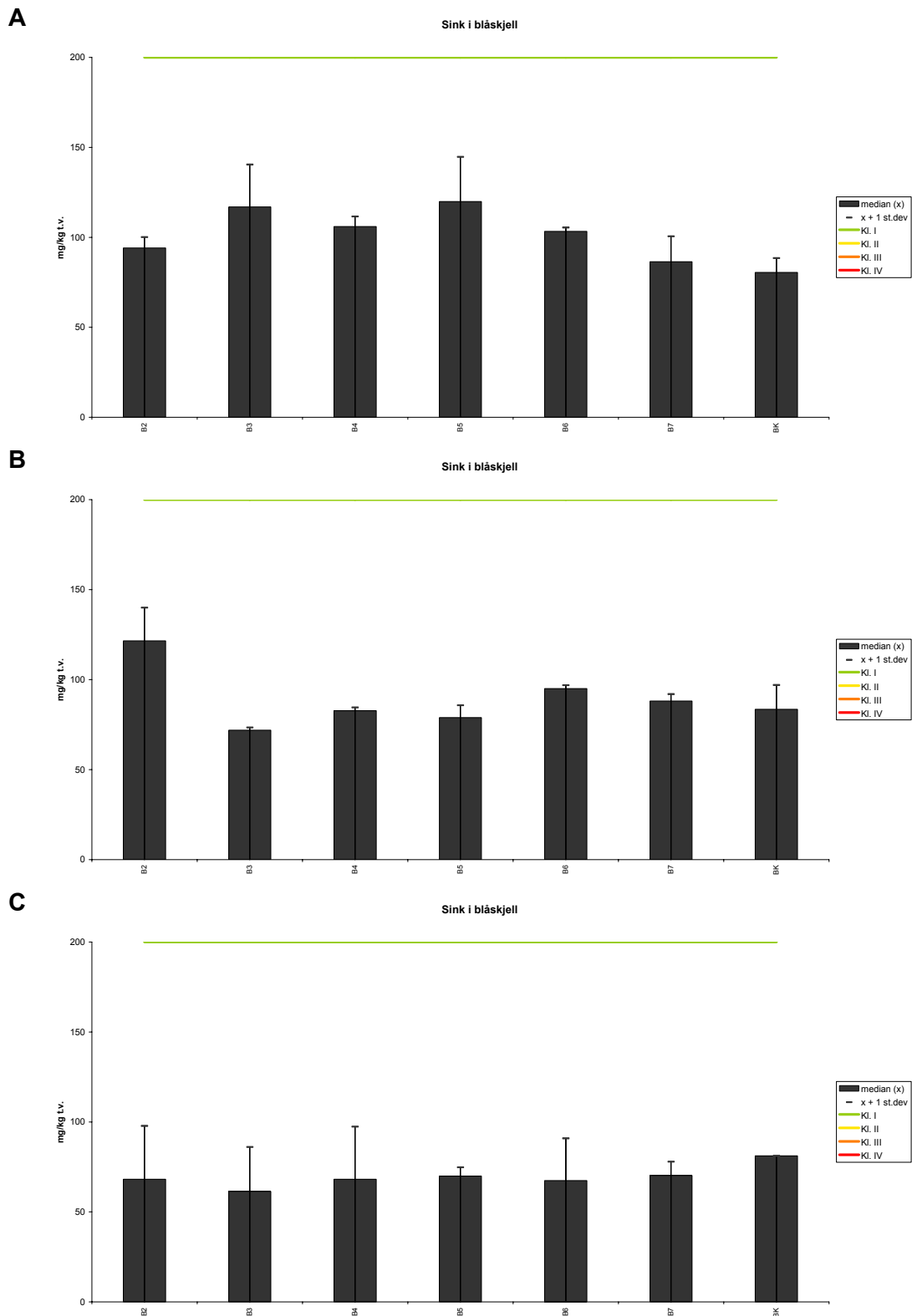
Figur 27. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for nikkel i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2006 (**A**), 2007 (**B**) and 2008 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



Figur 28. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II, III og IV konsentrasjon for bly i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2006 (A), 2007 (B) and 2008 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



Figur 29. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for vanadium i blåkjell (*Mytilus edulis*) 2006 (A), 2007 (B) and 2008 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



Figur 30. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II konsentrasjon for sink i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2006 (A), 2007 (B) and 2008 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

Vedlegg C.

Tabell 16. Taxa av alger og dyr registrert ved strandsonundersøkelsene på kontrollstasjonen (BK) på Mølen og stasjon B2 og B6 på Langøya i 1996, 1997, 1998, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 og 2008. Mengde er registrert som 1= enkelt funn, 4= spredte funn, 9= vanlig forekommende og 16=dominerende forekomst.

	Bk 96	b6 96	Bk 97	b2 97	b6 97	Bk 98	b2 98	b6 98	Bk 02	b2 02	b6 02	Bk 03	b2 03	b6 03	Bk 04	b2 04	b6 04	Bk 05	b2 05	b6 05	Bk 06	b2 06	b6 06	Bk 07	b2 07	b6 07	Bk 08	b2 08	b6 08
cf Aglaothamnion byssoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ahnfeltia plicata	9	1	4	9	4	4	9	0	4	1	0	1	9	9	9	9	4	4	9	9	9	9	4	0	4	0	4	0	4
Audouiniella spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	1	0	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0
cf. Brogniartella byssoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bryopsis plumosa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cf. Callithamnion corymbosum	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	9	4	0	9	1	0	4	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0
Ceramium spp.	9	0	1	16	4	0	16	9	0	0	4	1	9	4	9	4	9	4	9	4	4	9	4	9	4	4	4	0	4
Chaetomorpha linum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetomorpha mediterranea	0	0	0	0	0	0	4	9	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetomorpha melagonium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chondrus crispus	9	4	9	9	4	9	9	4	9	4	0	4	4	4	9	4	9	9	4	9	9	9	4	9	1	9	9	4	4
Chorda filum	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chordaria flagelliformis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cladophora rupestris	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	1	0	4	9	0	1	4	2	2	0	0	0	0	0	1	4	0	4
Cladophora sp.	1	4	4	1	9	0	4	0	0	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	4	4	1	0	1	0
CORAX	9	16	4	9	4	9	9	9	0	0	9	9	16	0	1	0	4	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Cruoria pellita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyanophyceae indet, på tang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cystoclonium purpureum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	9	4	0	0	0	0	0	0
Dasya baillouviana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	9	4	1	0	0	0	0	0
diatome-kjede på fjell	4	0	4	0	9	4	4	9	0	0	16	0	0	0	0	0	0	6	4	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dumontia contorta	1	0	1	4	1	4	9	4	9	0	0	1	0	9	4	4	9	4	4	9	4	0	0	1	1	0	0	0	0
Ectocarpales	4	1	4	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	1	1	1	1	1	0	0	4	0	0	0	4	0	0	1
Elachista fucicola	4	1	0	4	0	0	4	9	4	4	4	0	0	4	4	4	4	0	9	4	0	4	0	4	4	9	4	4	4
Erythrothricia carnea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	4	0	0	0	0	0	0
Fucus cf. evanescens	4	9	0	9	16	4	9	9	0	0	9	1	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	4	0	0	0	0
Fucus juv.	9	4	4	4	4	4	4	9	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Fucus serratus	16	16	16	16	16	16	16	16	9	16	16	9	16	9	16	16	16	14	9	9	9	16	16	16	16	16	16	16	16

Vedlegg D.

Område:		Dato: 3. desember 2008									
Langøya											
Transekt (Stasjon)	Wp nr	GPS		Dyp (m)	Substrat	Terrenguro		Merknad			
		LAT	LONG			S	J		S	J	
1	2	59.48331	10.39657	0	Stein	S	J	Ålegras - s, Rødalger - s			
	3	59.48324	10.39649	2,8	Sand	S	J				
	4	59.48317	10.39647	4,7	Sand	S	J	musva - s			
	5	59.48299	10.39630	8,2	Sand	F	J	Ganske bart			
	6	59.48285	10.39618	10	Sand	S	J				
	7	59.48263	10.39586	15,7	Fin sand	S	J	Bart			
	8	59.48249	10.39557	19,1	Fjell m/ sed./sa	S	R				
	9	59.48232	10.39549	25	Fjell m/ mye sed.	S	F	Kråkeboller - s			
	10	59.48209	10.39537	30,5	Fjell m/ sed.	S	R				
	11	59.48175	10.39548	32,2	Bløtbunn?	F	J	Løseвете alger - ev			
	12	59.48146	10.39523	32,8	Bløtbunn	F	J	En del hull i bløtbunn, Sjøfjær - ev			
	13	59.48141	10.39570	28,3	Bløtbunn	F	J	Tape stopp			
	14	59.48796	10.38791	0	Stein --> Sand	S	J				
	2	15	59.48790	10.38771	1,5	Sand	S	J	Ålegras - d, blåskjell - v		
16		59.48778	10.38754	2,9	Sand	F	J	Ålegras - s, blåskjell - s			
17		59.48760	10.38718	4,6	Sand	F	J	Slutt på ålegras, en del hull i sanden, ganske bart			
18		59.48742	10.38679	6,2	Fin sand	F	J	Bart, mange hull i sanden			
19		59.48720	10.38647	8,6	Fin sand	F	J	Bart, mange hull i sanden			
20		59.48702	10.38616	10	Fin sand	F	J	Bart, noen hull i sanden			
21		59.48683	10.38591	15	Fin sand	S	J	Bart			
22		59.48669	10.38573	20,8	Fin sand	S	J	Bart			
23		59.48659	10.38556	24,9	Fin sand	S	J	Bart			
24		59.48638	10.38533	30,3	Fin sand / bløtbunn	S	J	Bart			
25		59.48630	10.38531	31,8	Bløtbunn	F	R	Sjøfjær - ev			
26		59.48621	10.38509	35,9	Bløtbunn	F	J	Bart, Tape stopp			
3	27	59.49538	10.37299	0	Stein --> Sand	S	J	Ett rør			
	28	59.49529	10.37286	0,9	Sand	F	J	Liten flekk med ålegras			
	29	59.49522	10.37274	1,9	Sand	S	J	Ålegras flekk			
	30	59.49516	10.37266	5	Sand	S	J	Slutt på ålegras, musva - v			
	31	59.49498	10.37253	9,4	Sand	S	J	En del hull i sanden			
	32	59.49474	10.37217	15,1	Fin sand	S	J	Bart			
	33	59.49452	10.37194	20	Fin sand	S	J	Bart			
	34	59.49430	10.37169	25	Fin sand / bløtbunn	S	J	Bart			
	35	59.49419	10.37150	20,7	Bløtbunn / fin sand	F	R				
	36	59.49414	10.37144	30	Bløtbunn / fin sand	F	R	Sjøfjær - s, hull i bløtbunn - s			

Område:		Dato: 3. desember 2008									
Transekt (Stasjon)	Wp nr	GPS		Dyp (m)	Substrat	Terrenguro		Merknad			
		LAT	LONG			F	R				
4	37	59.49399	10.37123	34,2	Bløtbunn / fin sand	F	R	Tape stopp			
	38	59.50253	10.36223	0	Fjell --> Stein	S	J				
	39	59.50250	10.36210	1	Stein	F	J	Blåskjell - d, sagtang - v			
	40	59.50250	10.36195	1,2	Sand	F	J	Blåskjell - d, sagtang - s			
	41	59.50236	10.36160	1	Fjell	F	J	Blåskjell - d, sagtang - s, musva - v			
	42	59.50225	10.36120	2,2	Sand	F	J	Liten flekk med ålegras, musva - v			
	43	59.50220	10.36094	5,2	Sand	S	J	musva - s			
	44	59.50219	10.36060	10,2	Sand	S	J/R	musva - s			
	45	59.50219	10.36019	15,3	Sand	S	J	musva - s			
	46	59.50215	10.35990	21,9	Fin sand	S	J	musva - s			
	47	59.50214	10.35971	25,3	Fin sand	S	J				
	48	59.50207	10.35951	31	Bløtbunn	S	J				
	49	59.50202	10.35942	31,7	Bløtbunn	F	J	Piperenser - ev-s			
	50	59.50200	10.35920	35,3	Bløtbunn	F	J	Piperenser - s, Sjøfjær - ev			
	51	59.50197	10.35899	41,4	Bløtbunn	F	J				
52	59.50191	10.35885	48	Bløtbunn	S	J	Tape stopp				
5	53	59.49186	10.38858	0	Stein	S	J	Sagtang - s, blåskjell - v, sukkertare - ev?, rødalger - s			
	54	59.49201	10.38868	4	Sand	S	J				
	55	59.49203	10.38889	5,5	Sand	S	J	Hull i sanden - v, bart			
	56	59.49214	10.38936	9,2	Sand	S	J	Hull i sanden - v, bart			
	57	59.49219	10.38951	10,4	Sand	S	J	Hull i sanden - v, bart (dødmannshånd-s-ev fra 13-14 m)			
	58	59.49238	10.39006	15,8	Sand	B/S	J	Dødningshånd - s			
	59	59.49246	10.39032	18,8	Fin sand	S	J				
	60	59.49249	10.39042	20,1	Fin sand	S	J	Bart			
	61	59.49255	10.39077	25,7	Fin sand / bløtbunn	S	J	Bart (sjøfjær - ev fra 28,7 m dyp 08:20)			
	62	59.49253	10.39117	30	Bløtbunn	S	J	Sjøfjær - ev			
	63	59.49247	10.39170	30	Bløtbunn	F	J	Sjøfjær - ev, Piperenser - ev			

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no