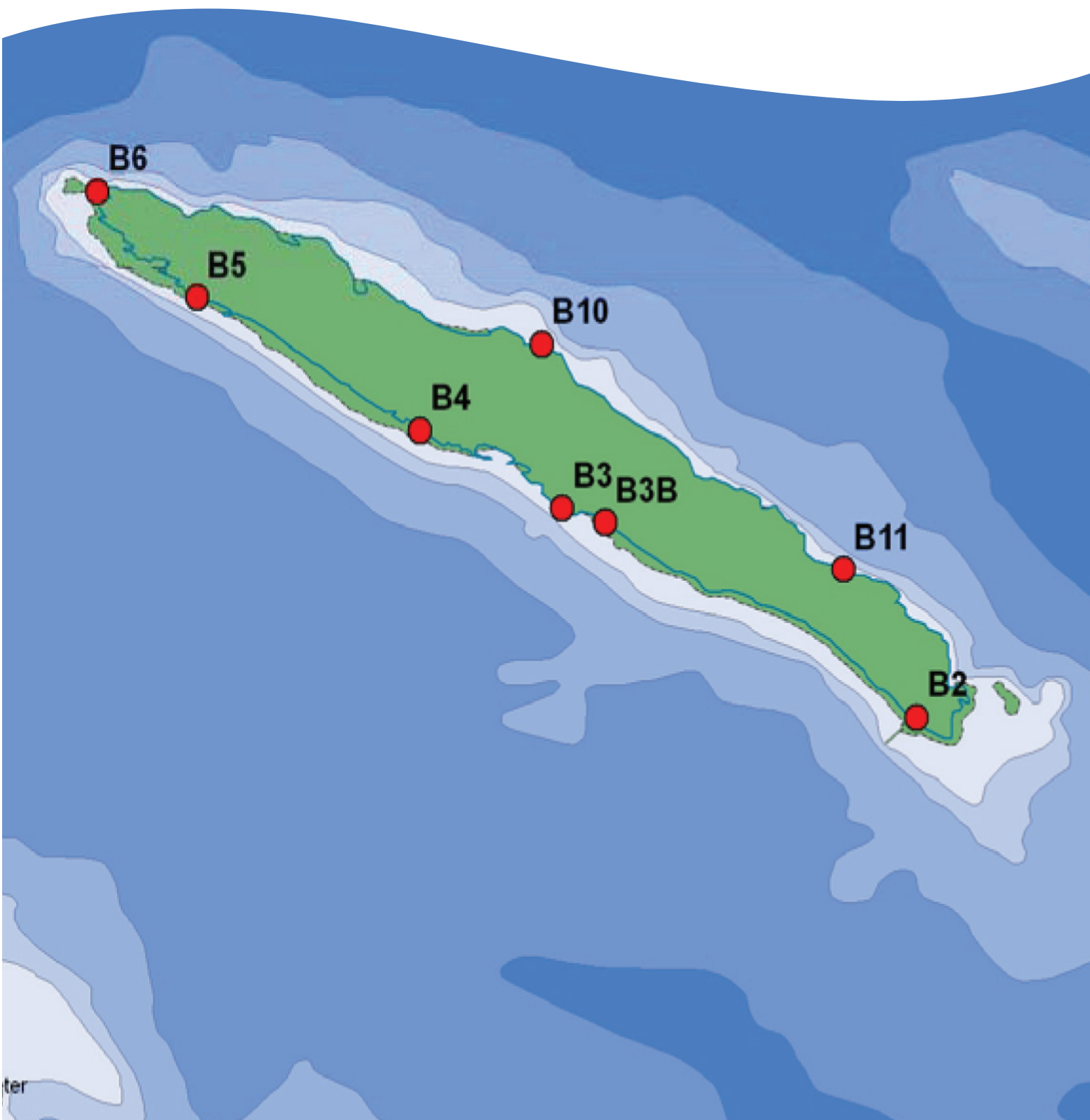


Overvåking NOAH Langøya 2007

Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i
blåskjell og sedimenter



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

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

Midt-Norge

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


Tittel Overvåking NOAH Langøya 2007. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	5634-2008	08.05.2008
Forfatter(e) Walday, Mats Green, Norman Gitmark, Janne Shi, Ling	Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
	27259	61
Fagområde Miljøgifter sjøvann	Geografisk område	Distribusjon
	Vestfold	Trykket CopyCat AS

Oppdragsgiver(e) NOAH Holding AS, v. Marit Læg Reid	Oppdragsreferanse 1069-1
--	-----------------------------

Sammendrag

Siden overvåkingen utenfor NOAHs anlegg startet i 1994 har resultatene i hovedsak indikert en god miljøtilstand i området. Undersøkelsene i 2007 omfattet metaller, organiske miljøgifter og TBT i blåskjell, samt metaller i bunn-sedimenter på grunt vann på vestsiden av Langøya. Ingen av prøvene ble klassifisert med dårligere tilstand enn 'moderat forurensning' (SFT klasse II), og de fleste prøver kunne klassifiseres som ubetydelig-lite forurenset (Klasse I). Dette indikerer en positiv utvikling. Stasjon B3 ved bulkkaia har pekt seg ut som stasjonen med den alvorligste forurensingen. Problemet er begrenset til et mindre område og tiltakene mot spill ved lossing av avfall har vist seg vellykket. Bly, arsen, vanadium og kadmium var forhøyet i blåskjellprøvene i 2007. Arsen og vanadium var også forhøyet i skjell fra kontrollstasjonen. Siden 1996 har vært en statistisk signifikant oppadgående trend i konsentrasjonen av kvikksølv, kadmium og bly i blåskjell på stasjon B3 utenfor kaia, men nivåene er avtakende i de siste år. Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell var også generelt lavt i 2007. Det var moderat forurensning av tjerestoffer ved kai-anleggene på Langøya, mens TBT-nivåene ga moderat forurensning i skjell på 3 stasjoner. Undersøkelser av strand-sonesamfunnene indikerer ingen redusert biologisk kvalitet ved Langøya i 2007. NOAHs anlegg har konsesjonsregulert utslipp av vann med miljøgifter til fjorden. Det er imidlertid spill ved lossing av forurenset materiale som sannsynligvis har gitt de største overkonsentrasjonene i muslinger og sedimenter. Det er antageligvis flere forureningskilder i området enn NOAH-Langøya.

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



Jarle Nygard

Fag- og markedsdirektør

Overvåking NOAH Langøya 2007

Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og
sedimenter

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, sedimentinnsamling på grunt vann og strandsoneregistreringer ble utført av Janne Gitmark og Mats Walday (NIVA) i oktober 2007.

Supplerende blåskjellinnsamling ble gjennomført av personell ved NOAH Langøya i april og september 2007.

Opparbeiding av blåskjell er utført på NIVA av Sigurd Øxnevad.

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 Ling Shi 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, 8. mai 2008

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 Sedimentprøver	11
2.3 Strandsoneregistrering	12
2.4 Databearbeiding	12
3. Resultater	14
3.1 Metaller i blåskjell	14
3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell	16
3.3 Gradienter og utvikling i blåskjell	19
3.4 Supplerende undersøkelser utenfor bulk-kai (stasjon B3)	26
3.5 Strandsoneregistreringer	28
4. Referanser	34
Vedlegg B.	37
Vedlegg C.	45
Vedlegg D.	59

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 2007 presentert og sammenlignet med tidligere undersøkelser.

Undersøkelsene har omfattet analyse av metallinnholdet i blåskjell (*Mytilus edulis*) i området rundt Langøya og ved kontrollstasjon BK på Mølen. Fra kontrollstasjonen, stasjon B2, B3, B4, B6 og stasjon B11 på Langøya ble det også analysert organiske miljøgifter, og tinnorganiske forbindelser (inkl TBT). Det ble også analysert bunnsedimenter fra 2 områder på grunt vann på vestsiden av Langøya. Det ble videre foretatt registreringer av alger og dyr på tre strandsonestasjoner.

I 2007 var det ingen av prøvene som ble klassifisert med dårligere tilstand enn 'moderat forurensing' (SFT klasse II, Molvær et al. 1997). Dette er en bedring i forhold til tidligere år, og det indikerer en positiv utvikling.

Stasjon B3 ved bulkkaia har pekt seg ut som stasjonen med de største overkonsentrasjonene og den alvorligste forurensingen. 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 utenfor bulk-kaia i de senere år bekrefter at en har et problem med kontaminering av enkelte metaller i sedimenter og blåskjell. Problemet er begrenset til et mindre område og tiltakene mot spill ved lossing av avfall har vist seg å være vellykkede.

I blåskjellprøvene fra 2007 ble det observert forhøyede nivåer av bly, arsen, vanadium og kadmium. Forhøyede nivåer av bly og kadmium ble kun observert på Langøya, mens arsen og vanadium også var forhøyet i skjell fra kontrollstasjonen. Forurensingen var imidlertid moderat (klasse II). På stasjonene B4 og B5 ble det observert en økning i kadmiumverdiene siden 2006.

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell var også generelt lavt i 2007, og lavere enn i 2006. Skjellene var moderat forurenset (klasse II) av tjærestoffer på B3 og B4 ved kaianleggene på Langøya, mens TBT-nivåene ga moderat forurensing i skjell fra B2, B4 og B11, som er en av de 2 nye stasjonene på østsiden av Langøya.

Undersøkelsene av strandsonesamfunnene indikerer ingen redusert biologisk kvalitet hos samfunnene ved Langøya i 2006.

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 og sedimenter. 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 forureningskilder i Langøyaområdet enn NOAH-Langøya og at forureningsbildet er komplisert, særlig med hensyn til kildeidentifisering.

Helt siden undersøkelsene av metaller i blåskjell startet har de fleste resultater indikert en relativt lav forureningsgrad dvs at området kunne klassifiseres som ubetydelig-lite forurenset (Klasse I) ifølge SFTs klassifiseringssystem. Dette var også tilfelle i 2007. 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 communities and concentrations of contaminants in blue mussels (*Mytilus edulis*) and sediments were investigated by NIVA in 2007 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 done yearly since 1996 (cf. reference list). Results from the investigations are compared in this report.

In 2007, mussels from the quay area were moderately polluted from cadmium, Cd, lead, Pb, arsenic, As and vanadium, V, but also the reference-station was polluted from As and V. The industrial waste is transported by ship to the industrial plant. Loss of waste during the unloading is likely to be the reason for the pollution in the quay-area. Trend-analysis indicates a significant time-dependent increase in the levels of Cd, Pb and mercury, Hg, in mussels at station B3, close to the quay-area, since 1996.

Mussels were generally slightly polluted from organic contaminants. Levels of tributyltin, TBT, and 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 communities from two stations on Langøya did not show any signs of negative influence from NOAHs activities on Langøya.

Apart from the contamination in the quay-area, levels of contaminants observed in blue mussels did in general indicate healthy environmental conditions in the recipient throughout the monitoring period. There are several other sources to pollution in the area than NOAH-Langøya. This complicates the assessment of NOAHs contribution.

Title: Monitoring NOAH Langøya 2007. Littoral communities and micropollutants in mussels and sediments

Year: 2008

Authors: Walday, Mats; Green, Norman; Gitmark, Janne; Shi, Ling.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5369-6

1. Innledning

Målsetningen med undersøkelsene er å overvåke resipienten utenfor NOAHs anlegg på Langøya for å klarlegge 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 Breiangen, 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, men 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 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, men de store bruddflatene tar 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 døgnprøver 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.

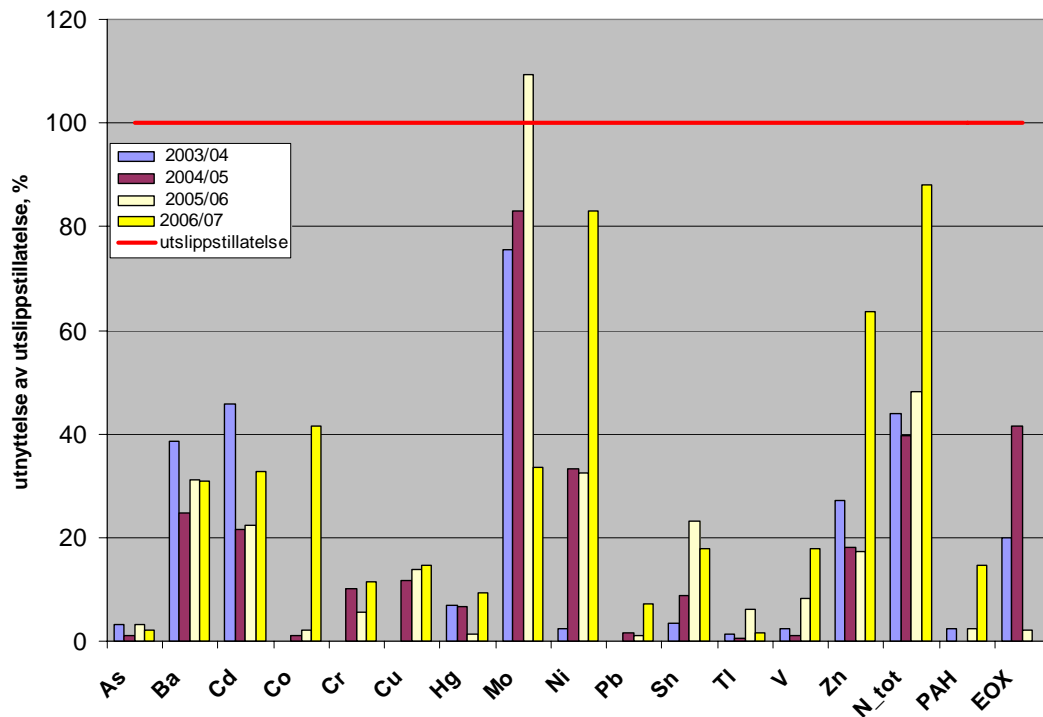
Hardbunnsorganismer som eksempelvis blåskjell, tar opp miljøgifter fra vannet og oppkonsentrerer disse i varierende grad. Blåskjell er ofte benyttet til miljøgiftovervåkning av marine sjøområder, både nasjonalt og internasjonalt. Fordelen med å undersøke fastsittende eller lite mobile organismer, er 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). 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 2007 (Figur 1).

Utslipp okt - sept



Figur 1. Utslipp fra NOAH-Langøya i perioden oktober til september for 2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 og 2006/2007. Utslipp av den enkelte komponent er oppgitt som prosent utnyttelse av konsesjonsbestemte maksimalutslipp og er beregnet på bakgrunn av analyserte mengder i utslippsvannet; arsen (As), barium (Ba), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kobber (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 gram/måned fra NOAH Langøya AS til sjø for perioden okt. 2006 til sep. 2007. Tallene er oppgitt av bedriften, u.d. betyr konsentrasjon under deteksjonsgrensen. Merk at deteksjonsgrensen (QL) er oppgitt i mg/l.

	QL mg/l	2006			2007								
		okt	nov	des	jan	feb	mars	apr	mai	juni	juli	aug	sep
As	0,02	13,2	23,3	u.d.	21,2	8,1	u.d.	122,6	u.d.	30,4	50,6	28,7	2,2
Ba	0,005	18383	22702	17651	48904	24868	35848	34198	14476	14341	16050	14403	9463
Cd	0,002	41,0	95,2	182,9	970,3	392,5	475,9	482,7	29,1	5,2	18,0	35,3	18,3
Co	0,02	88,9	501,9	577,9	1345,3	1216,1	1045,9	996,8	32,5	30,5	72,7	102,6	71,4
Cr	0,02	43,1	142,6	117,8	920,4	114,2	67,7	154,8	26,4	41,0	22,5	17,0	7,6
Cu	0,02	50,9	136,9	795,7	424,8	282,2	180,2	114,8	16,3	15,7	29,7	33,1	58,3
Mo	0,04	2380	5307	5906	19383	7232	8938	9935	2529	2211	3621	4164	2148
Ni	0,02	1411	1603	1866	4903	3610	3242	2947	274	370	374	439	260
Pb	0,04	58,8	188,1	239,0	345,5	166,2	111,9	72,3	53,1	45,1	19,2	23,5	11,9
V	0,02	52,8	235,9	172,2	390,4	397,3	716,5	563,3	13,1	11,3	14,6	18,5	12,3
Zn	0,02	1656	2471	5363	13988	12258	6774	1910	184	468	516	610	384
Hg	0,00001	2,0	0,2	0,2	37,3	1,1	0,2	1,8	u.d.	u.d.	0,7	0,1	0,4

2. Metodikk

Hovedinnsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*), strandsoneregistreringer og sedimentprøvetaking ble gjennomført 19. oktober 2007 i området rundt Langøya og på Mølen (kontrollstasjon BK). Stasjonsplassering er dokumentert ved fotografering og posisjoner er bestemt ved hjelp av GPS (Tabell 2).

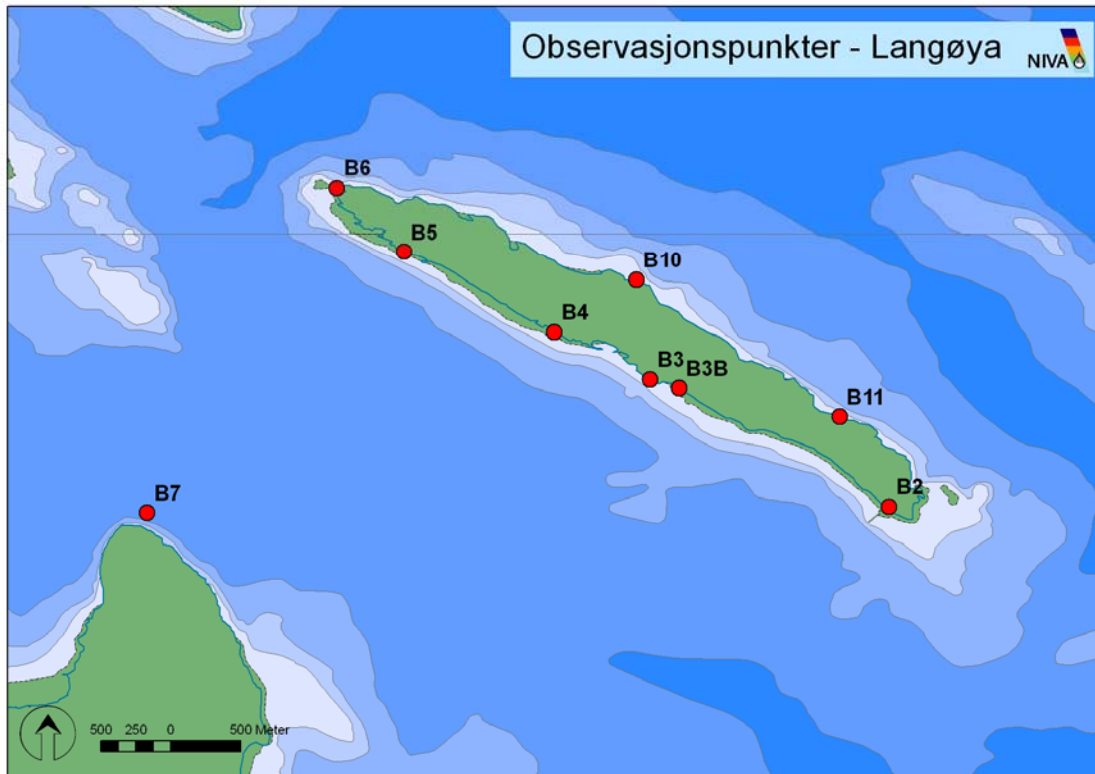
Bly og kadmium er påvist med forhøyede nivåer utenfor kaianlegget på Langøya siden 1998 (stasjon B3), og det er sannsynlig at NOAH Langøya er hovedkilde til denne forurensning. For å få mer kunnskap om dette problem, og eventuelt årsaken, er det siden 2003 prøvetatt en ny stasjon, B3b, som ligger i noe lenger avstand fra kaia enn det B3 gjør. På begge stasjonene ble det samlet inn blåskjell ved to anledninger: 27. april og 19. oktober.

2.1 Blåskjellpopulasjoner

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 (JAMP, cf. Green et al. 2001). På stasjon B3 og B3b er det i tillegg samlet inn skjell 27. april. 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 paralleller fra hver prøve¹. Alle kjemiske analyser, unntatt nonortho-PCB og dioxiner er utført etter akkrediterte metoder på NIVAs laboratorium. Dioxiner og nonortho-PCB er analysert av NILU.

¹ I hht. til program skal et analyseres på 3x20 skjell fra hver stasjon. Ved en misforståelse ble nå alle 60 skjell homogenisert sammen og det ble analysert på 3 paralleller fra homogenatet.

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 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 Sedimentprøver

Den 19. oktober 2007 ble det tatt prøver av bunnsedimentene utenfor stasjon B2 og B3 i en gradient fra respektive stasjon og et stykke utover, 3 prøver i hver gradient. Prøvene ble tatt med en liten grabb

som ble operert fra NIVAs lettboat. Det ble gjort analyser av metallinnhold i overflatesedimentene (0-1cm). Formålet med disse prøvene var å få mer kunnskap om et kontamineringsproblem som overvåkingen har avdekket ved stasjon B3 (cf. Kap. 3.4). Stasjon B2 ble prøvetatt som kontroll.

2.3 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.

2.4 Databearbeiding

Nivåene av de analyserte miljøgifter blir sammenlignet mellom stasjoner og 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 og Tabell 4). 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 målinger i blåskjell, etter Molvær *et al.* (1997). Klassifikasjon av kobolt og vanadium 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 ²	"	<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

² Blåskjell har evne til å regulere opptak, særlig ved moderate konsentrasjoner

Tabell 4. SFTs klassifikasjon av tilstand ut fra målinger i sediment. Kl. V (meget sterkt forurenset) ikke vist. SFT har nå publisert ny klassifisering for miljøgifter i sediment, cf. Kap. 3.4.

Stoff		Kl. I Ubetydelig-lite forurenset	Kl. II Moderat forurenset	Kl. III Markert forurenset	Kl. IV Sterkt forurenset
Kvikksølv	mg/kg t.v.	<0,15	0,15-0,6	0,6-3	3-5
Kadmium	"	<0,25	0,25-1	1-5	5-10
Bly	"	<30	30-120	120-600	600-1500
Arsen	"	<20	20-80	80-400	400-1000
Nikkel	"	<30	30-130	130-600	600-1500
Kobber	"	<35	35-150	150-700	700-1500
Sink	"	<150	150-700	700-3000	3000-10000
Sølv	"	<0,3	0,3-1,3	1,3-5	5-10
Krom	"	<70	70-300	300-1500	1500-5000
Kobolt	"	<35			
Vanadium	"	<150			

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 (SFT klasse I). Arsen og vanadium ble funnet med moderat forurensning (klasse II) i samtlige prøver, inkludert kontrollstasjonen på Mølen. På stasjon B3b ved bulkkaia var samtlige prøver moderat forurenset av bly. På stasjonene nord for kai-anlegget var blåskjellene moderat forurenset av kadmium (B4, B5, B6).

Det var for det meste lave nivåer av organiske miljøgifter i blåskjellene. Skjellene fra B3 og B4 var imidlertid moderat forurenset av tjærestoffer (klasse II). I tillegg var det moderat forurenset av TBT på B2, B4 og B11. Kontroll-stasjonen var moderat forurenset av tjærestoffer og TBT.

Prøvetakingene utenfor bulk-kaia bekrefter at en fremdeles har et problem med kontaminering av bly, sink og kadmium utenfor kaia ved stasjon B3. Problemet er imidlertid begrenset til et mindre område og gjelder primært sedimentene. Resultatene i 2007 gir indikasjoner på at gjennomførte tiltak ved kaiområdet i forhold til spill har hatt positiv effekt.

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.

Som tidligere år var det ingenting hos strandsonesamfunnen på Langøya eller kontrollstasjonen som indikerte redusert biologisk kvalitet.

3.1 Metaller i blåskjell

Av 300 tilstandsklassifiserte prøver var 227 ubetydelig - lite forurenset (klasse I) og 73 var moderat forurenset (klasse II) (Tabell 5). Dette er en forbedring i forhold til 2006 og tidligere år.

Arsen og vanadium ble funnet med moderat forurensning (klasse II) i samtlige prøver, inkludert kontrollstasjonen på Mølen. På stasjon B3b ved bulkkaia var samtlige prøver moderat forurenset av bly. På stasjonene nord for kai-anlegget var blåskjellene moderat forurenset av kadmium (B4, B5, B6).

For første gang gjennom hele undersøkelsesperioden var ikke koboltverdiene høyere på B5 enn på de øvrige stasjonene. Høyest verdier ble funnet på den nye stasjon B11 på østsiden av øya. Forskjellene mellom stasjonene var imidlertid relativt små og samtlige verdier lå i klasse I, ubetydelig – lite forurenset.

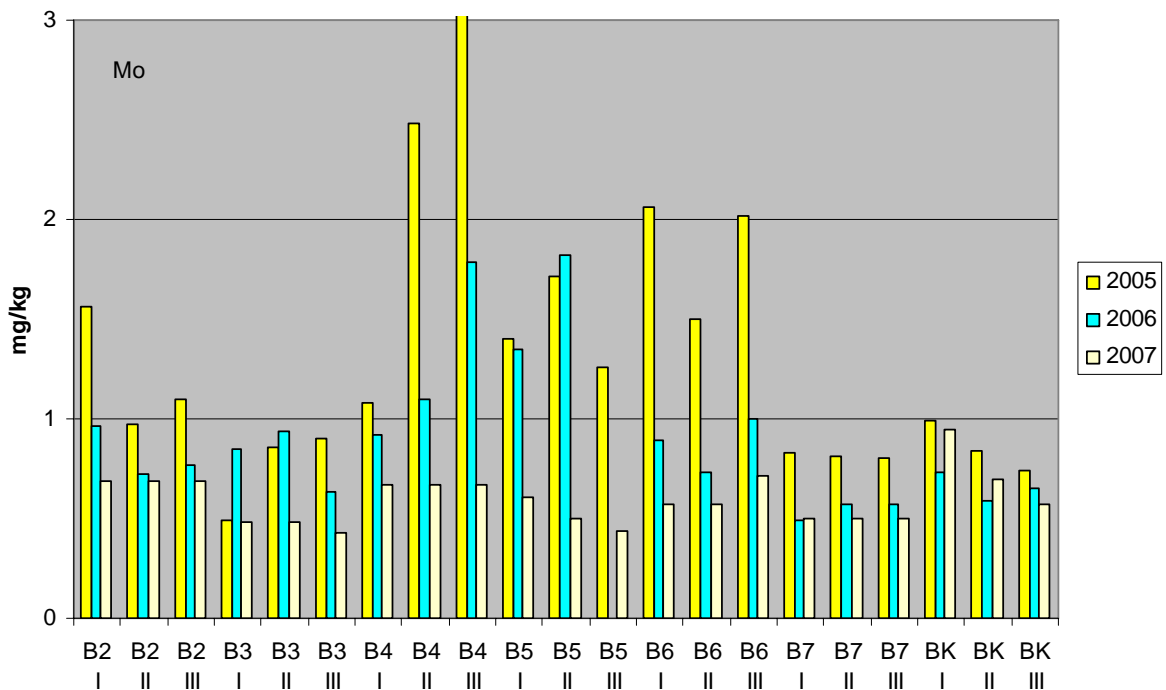
Barium inngår ikke i klassifiseringssystemet, men det er verdt å merke seg at bariumnivåene nå er lave i forhold til tidligere år, men fortsatt forhøyet i forhold til kontrollstasjonen BK.

Analysene av molybden i blåskjell startet i 2005 så det er foreløpig ikke mulig å si noe sikkert om utviklingen. Nivåene var i 2007 generelt lavere enn i 2005 og 2006, og på nivå eller lavere med kontrollstasjonen (Figur 3).

Tabell 5. Tørrstoff i prosent (TTS) og metallinnhold i blåskjell fra 9 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden, og kontrollstasjonen på Mølen (BK) i oktober 2007. Det er gjort tre parallellanalyser på en samleprøve på 60 skjell fra hver av Langøyastasjonene. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Barium og molybden inngår ikke i SFTs tilstandsklassifisering. Kobolt og vanadium er klassifisert etter Knutzen & Skei (1990) og Konieczny & Brevik (1997). Øvrige metaller etter SFTs klassifisering (Molvær et al. 1997).

Stasjon	TTS%	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	V	Zn
B2 I	13	24,85	1,46	1,90	0,42	1,15	9,31	0,131	0,69	0,62	1,62	3,38	120,8
B2 II	13	23,92	1,85	1,90	0,41	1,15	9,23	0,138	0,69	0,62	1,62	3,54	121,5
B2 III	13	25,62	2,31	2,20	0,44	1,38	9,38	0,154	0,69	0,77	2,23	3,92	153,1
B3 I	21	14,81	2,71	1,56	0,29	1,29	5,67	0,076	0,48	0,52	2,33	3,29	71,9
B3 II	21	14,29	2,76	1,56	0,30	1,38	5,57	0,076	0,48	0,48	2,48	3,38	71,4
B3 III	21	14,81	3,10	1,58	0,28	1,19	5,62	0,076	0,43	0,48	2,33	3,10	74,3
B4 I	18	18,11	2,00	3,00	0,36	3,11	6,78	0,089	0,67	1,28	2,22	3,00	85,6
B4 II	18	17,89	2,11	2,92	0,35	2,56	6,56	0,089	0,67	1,28	2,28	3,06	82,2
B4 III	18	17,89	2,33	2,98	0,34	2,61	6,50	0,089	0,67	1,28	2,28	2,89	82,8
B5 I	18	17,89	1,28	2,36	0,40	1,06	6,50	0,078	0,61	0,61	0,94	3,33	88,3
B5 II	18	16,83	1,28	2,77	0,38	1,33	5,83	0,072	0,50	0,50	1,00	2,94	78,9
B5 III	18	14,33	1,39	2,72	0,34	1,22	6,17	0,072	0,44	0,50	0,94	2,11	75,0
B6 I	14	17,57	1,57	2,21	0,39	0,93	6,64	0,107	0,57	0,64	1,29	2,86	97,9
B6 II	14	17,29	1,36	2,19	0,36	0,86	6,79	0,107	0,57	0,64	1,21	2,64	94,3
B6 III	14	17,00	1,57	2,21	0,41	1,00	7,29	0,100	0,71	1,00	1,29	2,86	95,0
B7 I	16	18,00	1,31	1,49	0,32	0,63	6,75	0,069	0,50	0,63	0,94	4,50	88,1
B7 II	16	17,31	1,19	1,47	0,33	0,69	6,81	0,069	0,50	0,56	0,94	4,63	83,1
B7 III	16	19,44	1,44	1,58	0,36	0,69	7,13	0,075	0,50	0,63	1,00	5,00	90,6
B10 I	13	17,15	1,92	1,50	0,53	2,54	6,69	0,123	0,85	1,54	2,15	4,38	121,5
B10 II	13	17,00	2,23	1,50	0,54	2,54	6,15	0,123	0,77	1,62	2,15	4,46	121,5
B10 III	13	17,15	2,08	1,48	0,50	2,46	6,23	0,115	0,77	1,54	2,08	4,15	119,2
B11 I	12	17,67	3,17	1,73	0,61	1,75	6,08	0,167	0,75	1,08	1,92	6,00	108,3
B11 II	12	17,17	3,33	1,65	0,61	1,58	6,08	0,142	0,83	1,08	1,83	5,83	109,2
B11 III	12	17,92	2,58	1,80	0,58	1,50	5,92	0,142	0,67	1,00	1,83	5,08	108,3
B3B I	15	17,87	3,13	1,64	0,48	2,20	6,27	0,107	0,73	1,40	3,27	3,87	97,3
B3B II	15	18,13	4,60	1,65	0,47	1,87	6,87	0,107	0,67	1,27	3,20	3,53	98,0
B3B III	15	17,13	3,13	1,59	0,45	2,00	6,27	0,107	0,67	1,27	3,13	3,47	93,3
BK 2-3cm	20	21,90	0,65	0,85	0,45	0,40	5,25	0,040	0,95	0,70	0,65	8,90	94,5
BK 3-4cm	20	19,30	0,45	0,86	0,35	0,35	5,60	0,045	0,70	0,50	0,50	6,35	83,5
BK 4-5cm	21	18,43	0,38	0,86	0,31	0,43	5,62	0,052	0,57	0,43	0,57	5,62	67,6

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 3. Konsentrasjoner av molybden i blåskjell ved stasjonene langs Langøya samt på B7 og kontrollstasjonen (BK) i 2005, 2006 og 2007.

3.2 Organiske miljøgifter i blåskjell

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell ved Langøya og kontrollstasjonen på Mølen (BK) var generelt lavt i 2007, men det ble funnet moderat forurensning av tjærestoffer og TBT i noen av prøvene (Tabell 6). Tilstanden er generelt forbedret siden 2006.

TBT-innholdet var forhøyet slik som tidligere, og skjellene ved B2, B4 og B11 var moderat forurenset (klasse II). Skipstrafikk (bunnstoff) antas å være hovedårsak til forurensingen. Blåskjellene på B3 og B4 var moderat forurenset av tjærestoffer. Disse stammer som oftest fra oljesøl og eksos. PCB-innholdet var i 2007 lavt (ubetydelig-lite forurenset) på alle stasjoner. Innholdet av nonortho-PCB har gjennom perioden generelt vært noe høyere i blåskjell fra Langøya sammenlignet med kontrollstasjonen.

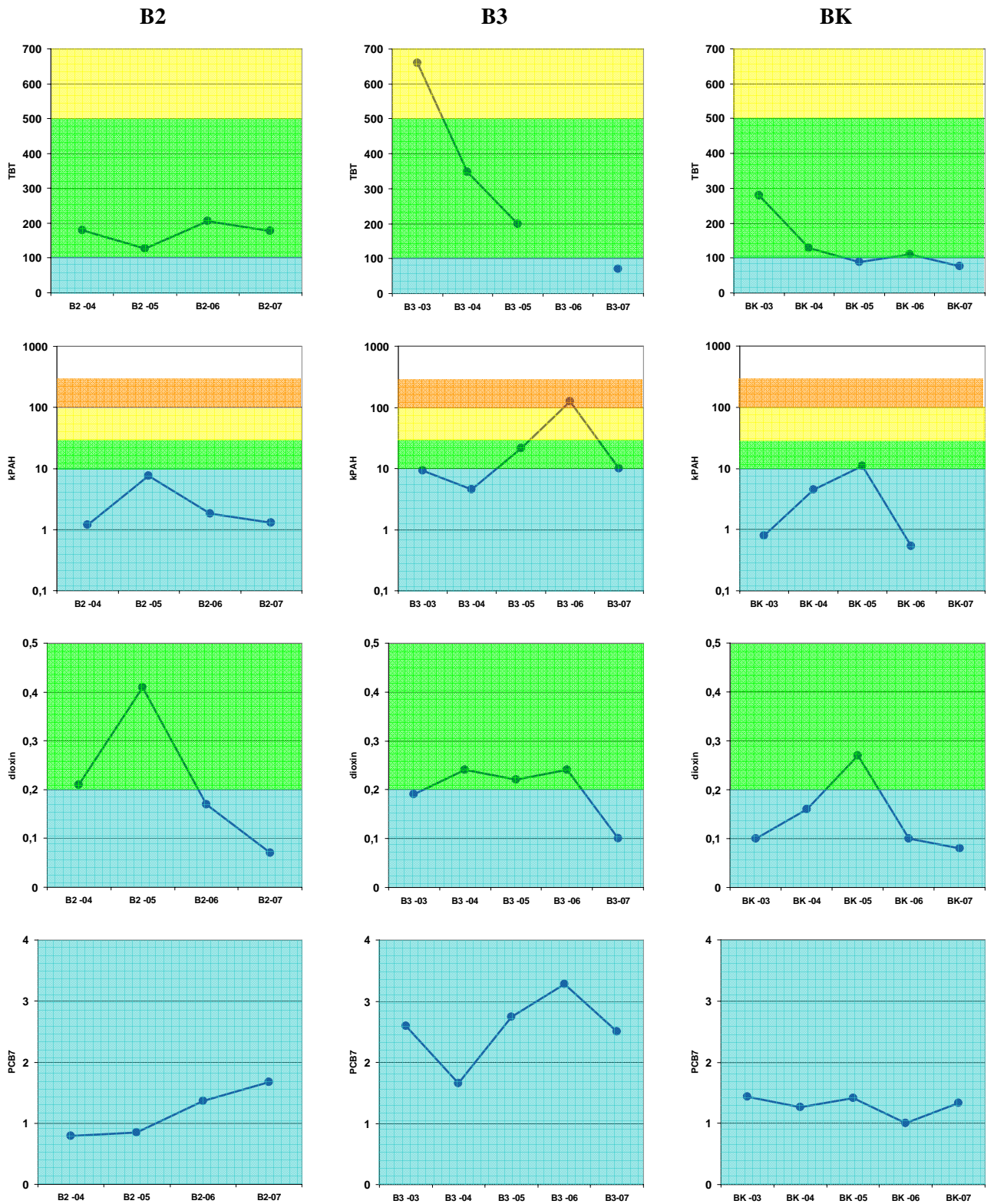
Utviklingen over tid på stasjon B2, B3 og BK er vist for noen av miljøgiftene i Figur 4. Det er ingen entydig trend, men en positiv utvikling for TBT på stasjon B3 og dioxin på B2, og nivåene er for det meste lavere i 2007 enn i 2006.

Tabell 6. Organiske miljøgifter i blåskjell fra stasjon B2, B3, B4, B6 og B11 ved Langøya i Holmestrandsfjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK). Fra venstre: TBT på molekylbasis ($\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.), kreftfremkallende PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.), PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.), Benzo-a-pyren ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.), PCB 'seven dutch' (sum av enkeltforbindelsene 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180, $\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.), dioxin (TE, ng/kg v.v.), sum-PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ v.v.) og nonortho-PCB (ng/kg v.v.). Sum-PCB og nonortho-PCB inngår ikke i SFTs tilstandsklassifisering. ia= ikke analysert (TBT på B3-06 ble ved feiltakelse ikke analysert).

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
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	ia	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
B4-07	106	20,36	87,86	2,4	2,55	0,10	2,55	0,15
B6-07	86	1,68	13,36	<0,5	1,5	ia	1,5	ia
B11-07	133	1,78	12,13	<0,5	0,79	ia	0,79	ia
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 ¹⁾	0,10	<1 ¹⁾	0,07
BK-07	77	0	38,66	<0,5	1,33	0,08	1,4	0,08

1) det knytter seg unormalt stor usikkerhet til verdien

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



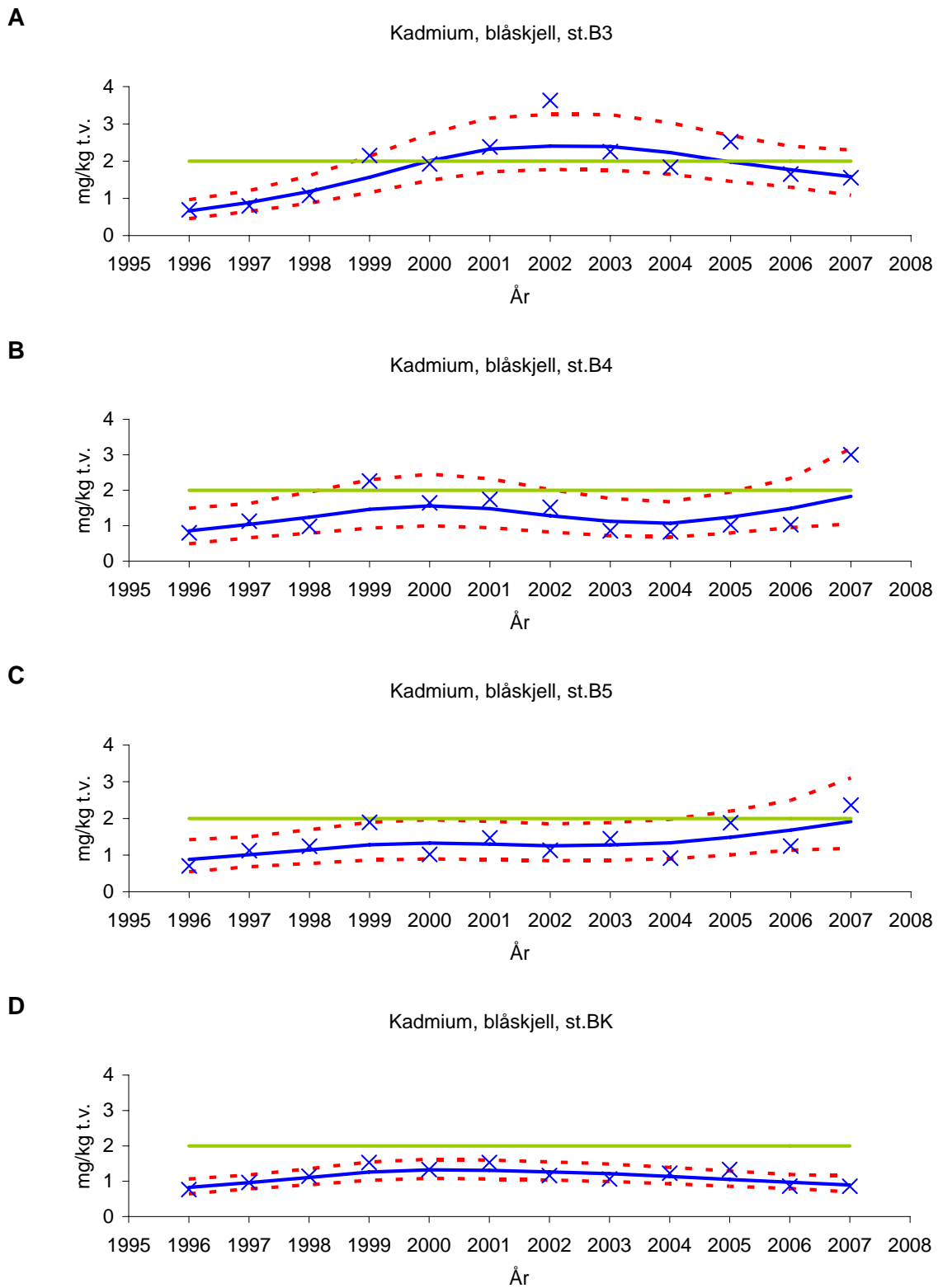
Figur 4. Innhold av TBT samt organiske miljøgifter i blåskjell fra to stasjoner ved Langøya og kontrollstasjonen BK på Mølen 2003-2007. Vektenheter er gitt i Tabell 6. Bakgrunnsfargen indikerer tilstandsklasse (cf Tabell 6). Merk log-skala for kPAH.

3.3 Gradienter og utvikling i blåskjell

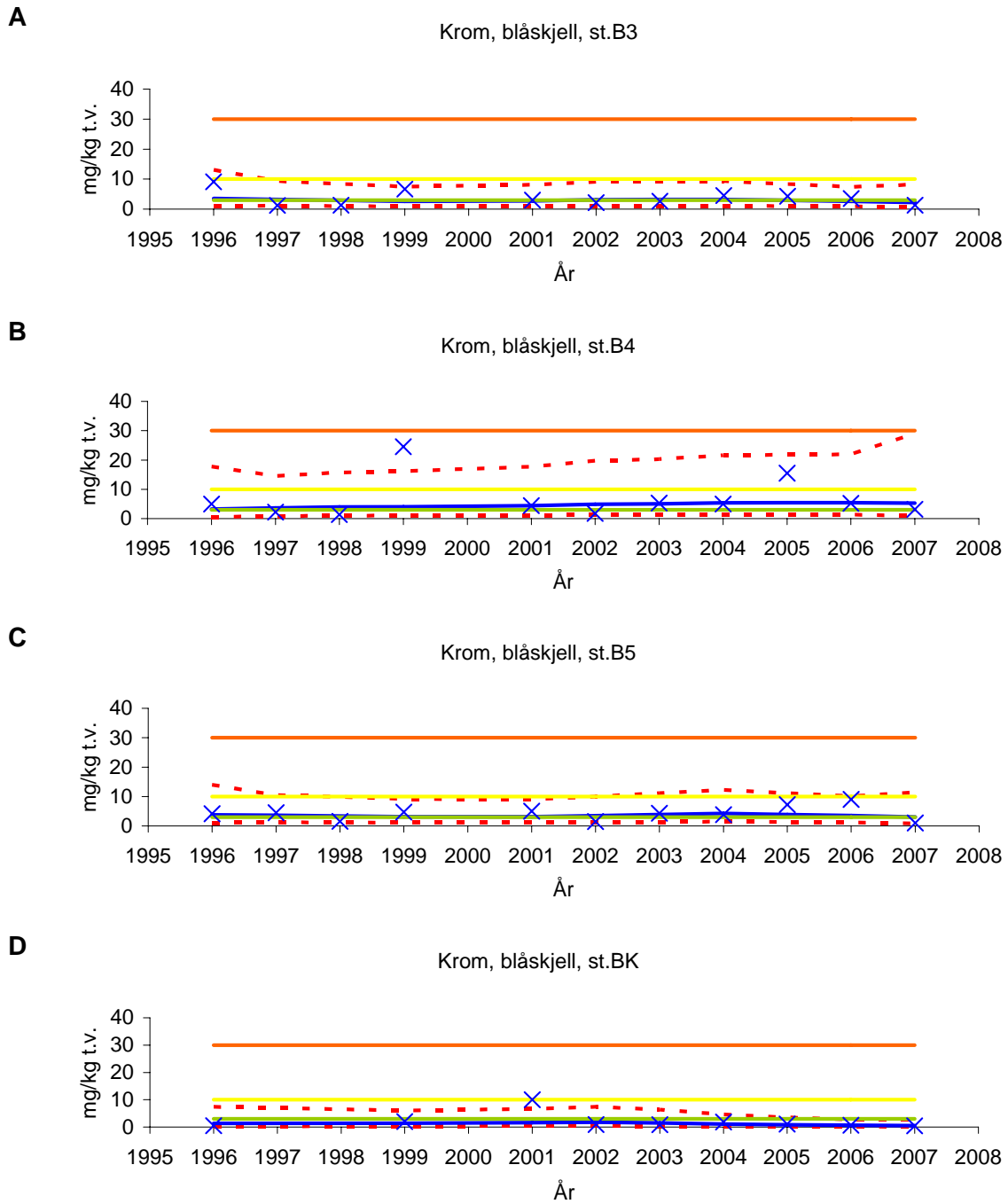
Undersøkelsene indikerer at det finnes andre forurensningskilder enn NOAH-Langøya som påvirker det undersøkte området. Forurensningsnivået er imidlertid generelt lavt og det blir da vanskelig å identifisere øvrige kilder som nødvendigvis ikke behøver å være helt lokale. Langøyaområdet ligger i Drammenselvas 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 5 - Figur 10) har avdekket tre signifikante linjært oppadgående trender siden 1996, til tross for nedgang siden 2005. Dette gjelder konsentrasjonen av kadmium (Figur 5A), kvikksølv (Figur 7A), og bly (Figur 9A) i blåskjell på stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya. Merk at man i trendanalysene baserer seg på medianverdien av de tre parallelle prøvene.

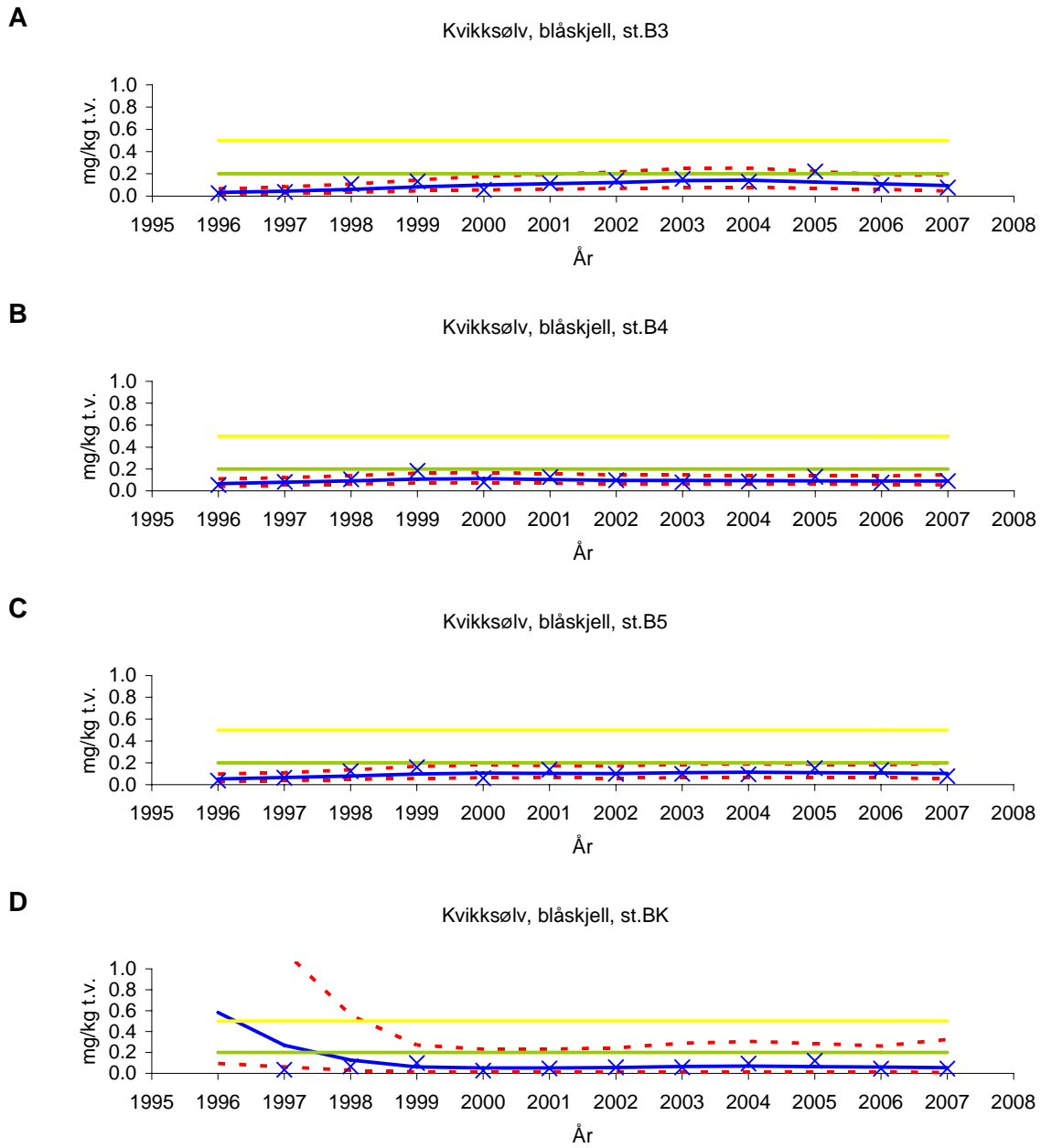
Det har i undersøkelsesperioden 1996-2005 vært registrert mediane konsentrasjoner i Kl.III (markert forurenset) av krom og bly. I 2006 var overkonsentrasjonene begrenset til Kl.II og gjaldt kadmium, krom, kvikksølv, nikkel, bly og vanadium (Waldy et al. 2007), og i 2007 gjaldt det bare Kl. II for kadmium og i et tilfelle krom (Figur 5-Figur 10). Konsentrasjonene av kvikksølv har i hovedsak vært lave i undersøkelsesperioden, men det er verdt å merke seg at det er en oppadgående trend. En nedadgående trend for kadmium på referanse stasjonen (BK), er registrert. Figurene for de øvrige metallene er vist i Vedlegg C.



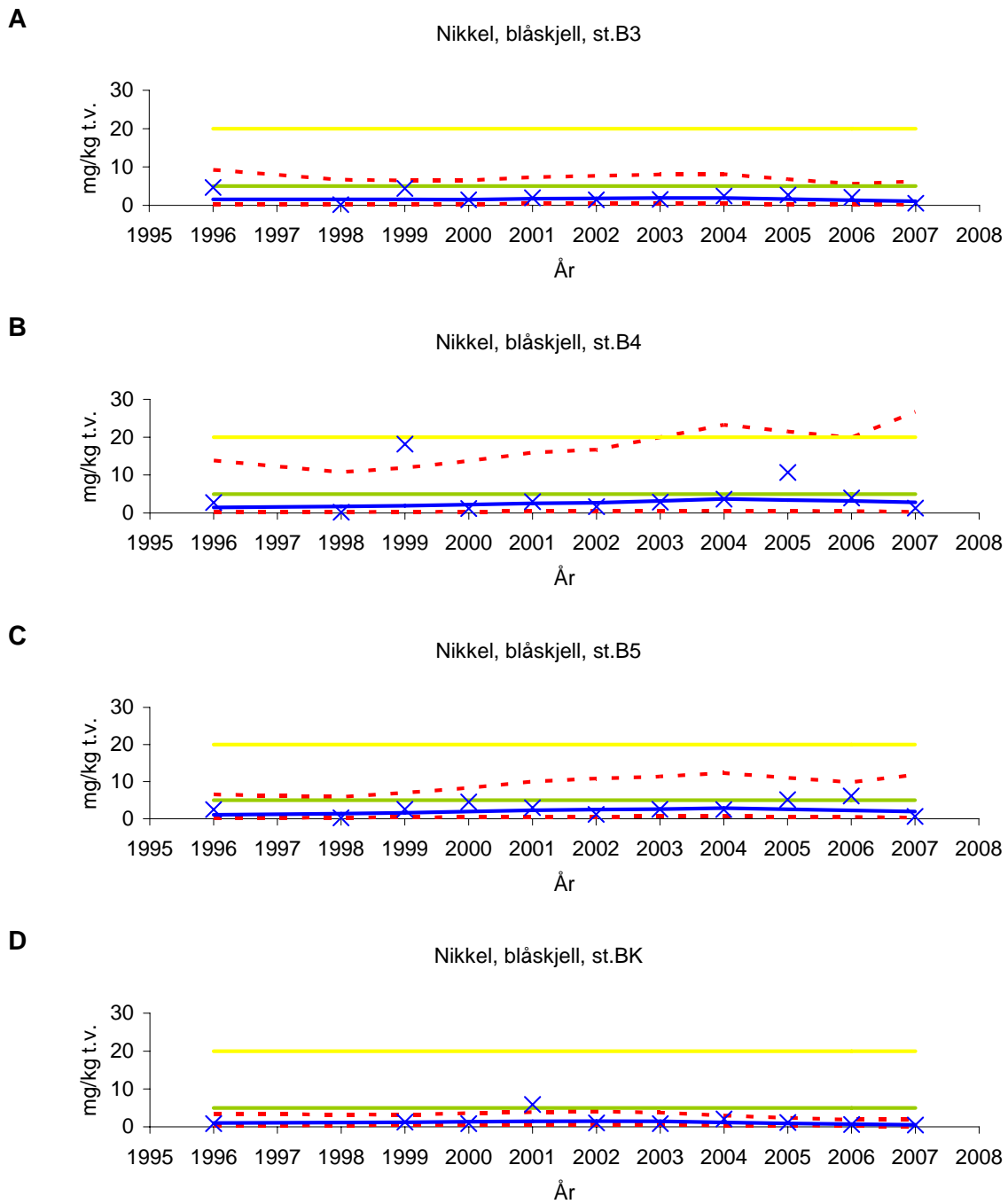
Figur 5. Median kadmiuim (Cd) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



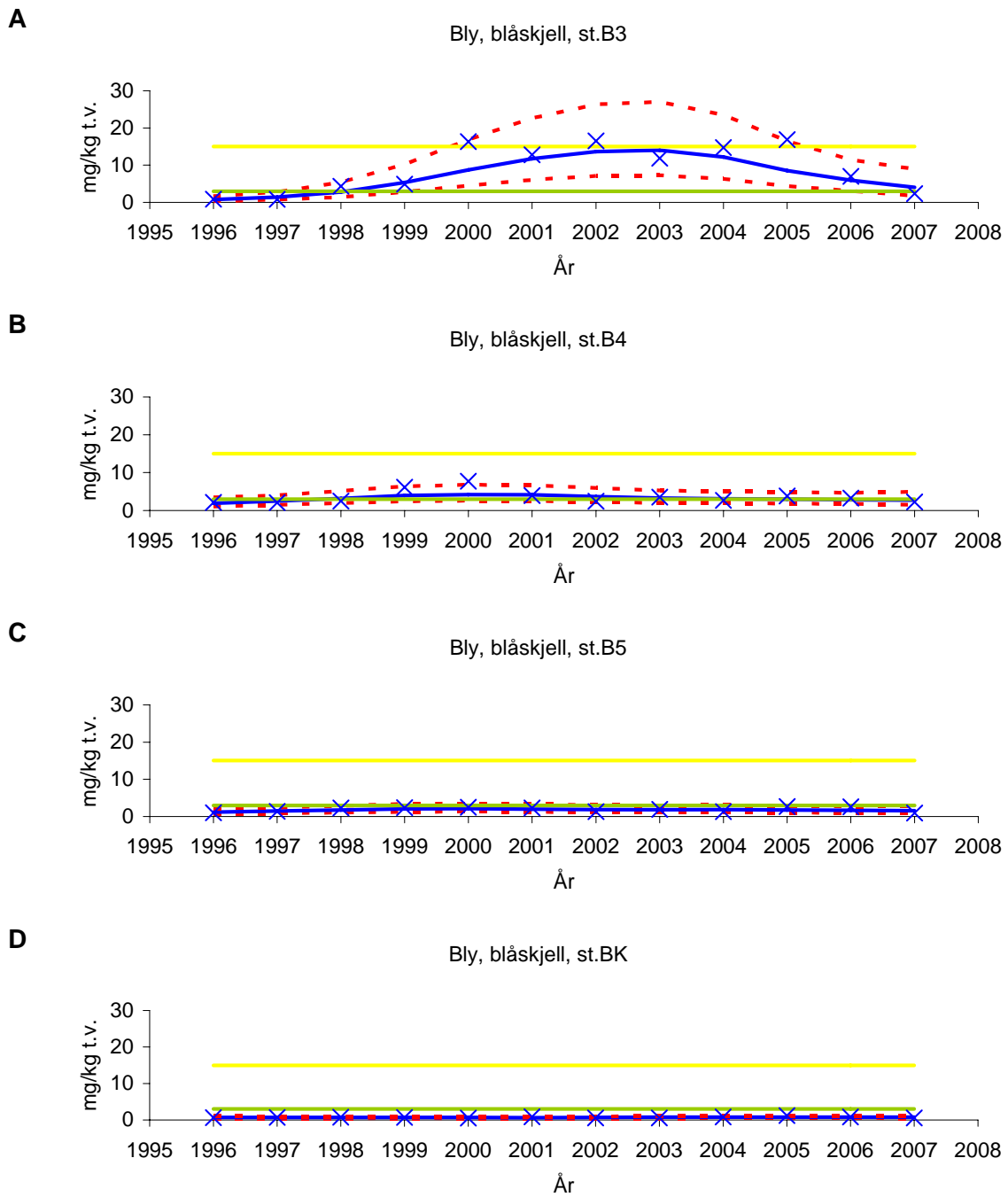
Figur 6. Median krom (Cr) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



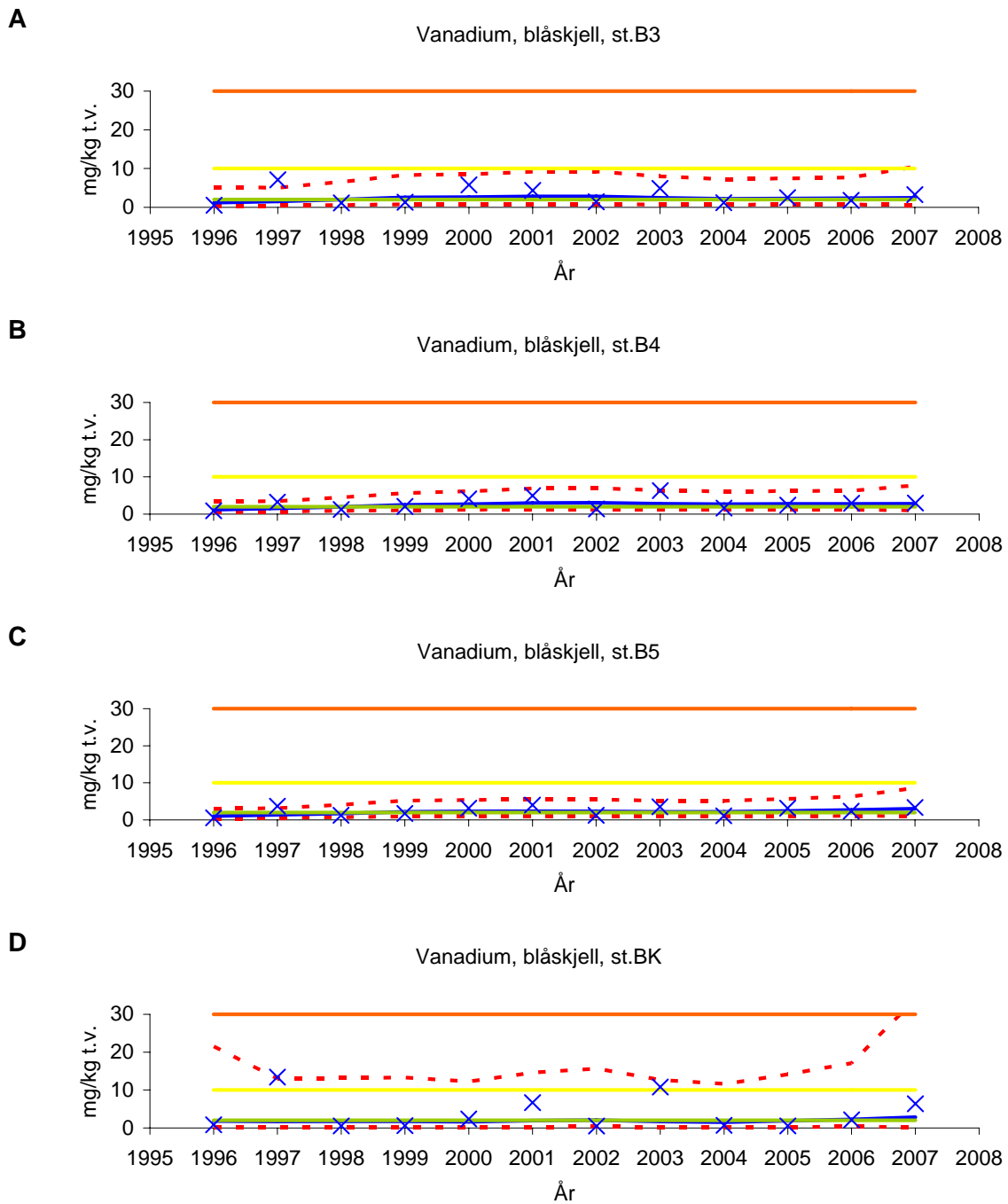
Figur 7. Median kvikksølv (Hg) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



Figur 8. Median nikkel (Ni) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



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



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

3.4 Supplerende undersøkelser utenfor bulk-kai (stasjon B3)

Analysene av sedimentprøvene fra området utenfor bulk-kaia ved stasjon B3, og fra B2 lenger sør, har siden de startet i 2003 bekreftet at det er eller har vært en tilførsel av metaller til området utenfor og nær bulk-kaia (Tabell 8). De forurensningsbegrensende tiltak som er gjennomført har imidlertid gitt resultater: På B3 var det ubetydelig – lite eller moderat forurenset (klasse I – klasse II) av metaller i sedimentene og dette er en klar bedring sammenlignet med tidligere år. På B2 var det ubetydelig – lite forurenset (klasse I), også her en bedring.

Nivåene av kadmium og bly, begge metaller med alvorlige giftvirkninger, samt sink var høyere ved B3 enn ved B2 i 2007 (Tabell 8), men på stasjonen nærmest bulkkaia B3-1 er det en stor bedring i tilstand siden 2006. På stasjon B3 var det avtagende verdier av kadmium, bly og sink med økt avstand til bulk-kaia (fra B3-1 til B3-3), noe som styrker antagelsen om at kilden til metallene er, eller var, ved bulkkaia. Det er generelt en økende andel finpartikler med avstand fra land. Årsaken er sannsynligvis at sedimenter på de grunne bunnområdene nær land er utsatt for oppvirvling blant annet fra skipspropellere, slik at finere partikler resuspenderes og forsvinner fra området.

I 2007 publiserte SFT nye klassifiseringsgrenser for miljøgifter i vann og sedimenter (SFT TA-2229/2007) (Tabell 7). Disse tar utgangspunkt i toksiske effekter. Nedenfor er klassegrensene for metaller i sedimenter presentert. Klassene er definert i forhold til fare for toksiske effekter på bløttbunnsfauna. De nye klassegrensene har ingen påvirkning på klassifiseringen slik den er vist for 2007 i Tabell 8. Både bly, kadmium og sink har tidligere forekommet i sedimenter på B3-1 med nivåer som kan gi omfattende toksiske effekter (kl V) på organismer, konf. Tabell 7 og Tabell 8.

Tabell 7. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller i sedimenter (kilde: SFT TA-2229/2007)

	I	II	III	IV	V
	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Arsen (mg As/kg)	<20	20 - 52	52 - 76	76 - 580	>580
Bly (mg Pb/kg)	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
Kadmium (mg Cd/kg)	<0,25	0,25 - 2,6	2,6 - 15	15 - 140	>140
Kobber (mg Cu/kg)	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220
Krom (mg Cr/kg)	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000
Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15 - 0,63	0,63 - 0,86	0,86 - 1,6	>1,6
Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30 - 46	46 - 120	120 - 840	>840
Sink (mg Zn/kg)	<150	150 - 360	360 - 590	590 - 4500	>4500

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering
I	Bakgrunn/Bakgrunnsnivå	
II	God/ingen toksiske effekter	
III	Moderat/Kroniske effekter ved langtidseksponering	
IV	Dårlig/Toksiske effekter ved korttidseksponering	
V	Svært dårlig/Omfattende toksiske effekter ved korttidseksponering	

Tabell 8. Tørrstoffinnhold, andel partikler <63 µm samt metallinnhold i sedimenter (0-2 cm) fra 2 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden i 2003-2007. De tre prøvene fra hver stasjon er tatt langs et transekt, med prøve 1 nærmest land. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Tilstand klassifisert etter Molvær et al. (1997). Barium og molybden inngår ikke i SFTs tilstandsklassifisering.

Stasjon	Dato	Dyp	N 59°	Ø 10°	%TTS	%<63µm	Ba	Cd	Pb	Zn	Mo
2003											
B2-1	30. okt.	10	28,945	23,807	58,2	27	42,1	0,24	13	52,0	-
B2-2	30. okt.	12	28,948	23,790	54,8	38	49,7	0,19	15	54,4	-
B2-3	30. okt.	15	28,942	23,778	53,5	48	98,9	0,16	20	72,6	-
B3-1	30. okt.	6	29,450	22,923	43,6	60 ¹⁾	339	78,5	2410	5920	-
B3-2	30. okt.	10	29,450	22,913	71,6	51	431	1,7	105	315	-
B3-3	30. okt.	15	29,443	22,890	66,1	54	1050	0,54	42,8	155	-
2004											
B2-1	3. nov.	~10	28,942	23,814	51,9	21	36,7	0,2	9,9	41,2	-
B2-2	3. nov.	~15	28,934	23,775	27,5	50	94,5	1,0	35,7	147	-
B2-3	3. nov.	31	28,922	23,733	61,7	67	61,5	<0,2	15	50,8	-
B3-1	3. nov.	~10	29,451	22,912	72,9	43	1950	1,3	92,1	311	-
B3-2	3. nov.	14	29,434	22,890	58,3	54	1320	0,78	52,5	203	-
B3-3	3. nov.	22	29,421	22,821	63,3	67	205	<0,2	19	57,9	-
2005											
B2-1	16. nov.	~10	28,942	23,814	63,8	15	27,4	0,2	7,7	35,6	1,2
B2-2	16. nov.	~15	28,934	23,775	67,9	41	44,0	<0,2	12	36,8	0,7
B2-3	16. nov.	31	28,922	23,733	36,3	64	112	0,5	30	109	2,7
B3-1	16. nov.	~10	29,451	22,912	74,2	17	2960	12,4	538	1290	2,1
B3-2	16. nov.	14	29,434	22,890	60,7	51	1730	1,0	69,5	227	1
B3-3	16. nov.	22	29,421	22,821	70,7	51	204	<0,2	17	57,1	1
2006											
B2-1	18. okt	~10	28,942	23,814	61,0	15		0,3	20	50,6	
B2-2	18. okt	~15	28,934	23,775	69,6	24		<0,2	15	33,9	
B2-3	18. okt	~31	28,922	23,733	68,2	59		<0,2	15	44,2	
B3-1	18. okt	~10	29,451	22,912	68,1	25		12,4	577	1810	
B3-2	18. okt	~14	29,434	22,890	66,8	48		0,79	58,6	176	
B3-3	18. okt	~22	29,421	22,821	74,2	52		<0,2	14	44,5	
2007											
B2-1	19. okt	~10	28,942	23,814	59,3	23	47,9	0,2	13	56,1	
B2-2	19. okt	~15	28,934	23,775	56,0	35	75,0	<0,2	14	48,6	
B2-3	19. okt	~31	28,922	23,733	67,3	44	48,2	<0,2	11	36,9	
B3-1	19. okt	~10	29,451	22,912	56,1	52	761	0,5	48,2	156	
B3-2	19. okt	~14	29,434	22,890	63,0	52	1630	0,4	44,1	135	
B3-3	19. okt	~22	29,421	22,821	62,6	61	176	<0,2	25	54,4	

¹⁾ Prøven hadde en del sammenkloggede klumper av kalk. Resultatet på 60% skal sannsynligvis være høyere.

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

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 (gjødslingseffekt). 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.

I de senere år er forurensingssituasjonene i Indre Oslofjord blitt forbedret. Dette har resultert i et høyere artsantall i strandsonen (Magnusson et al. 2003). Artsantallet har økt, spesielt for rødalgene. Dette inkluderer imidlertid også introduserte- og varmekjære arter som japansk sjølyng (*Heterosiphonia japonica*), strømtang (*Dasya baillouviana*) og japansk drivtang (*Sargassum muticum*).

En endring av algesammensetningen vil også påvirke den assosierte fauna siden mange av dyreartene i fjæra er avhengige av et godt utviklet tangbelte. En oversikt over registrerte arter på stasjonene i 2007 er gitt i Tabell 9.

Det ble registrert flest taxa av alger på Langøyastasjon B6, mens flest dyretaxa ble registrert på kontrollstasjonen på Mølen (BK). Noen av ulikhetene vil bli kommentert her. Hydroiden *Dynamena pumila* var vanlig på Mølen men fraværende på Langøya. Arten er ofte assosiert til sagtang (*Fucus serratus*), og denne var sterkt til stede på alle tre stasjonene. Den er også tolerant overfor brakkvann. Årsaken til fraværet er ukjent, men arten har heller ikke blitt funnet på Langøya tidligere. Kiselalger og blågrønnalger var vanlige på Langøya stasjonene hvor de dannet et belegg på fjellet. Disse ble ikke observert på Mølen. Det er mulig bølgepåvirkningen ved Mølen hindrer veksten av disse algene.

Det er ingen indikasjoner på at virksamheten på Langøya har en negativ påvirkning på de undersøkte strandsonesamfunnene.

Tabell 9. Forekomst av dyr og alger i fjæra på 3 stasjoner: B2 og B6 på Langøya samt BK på Mølen 2007. Basert på semikvantitativ registrering. Verdiene er χ^2 transformert: 1=enkelt funn, 4=spredt forekomst, 9=vanlig forekomst, 16=dominerende forekomst.

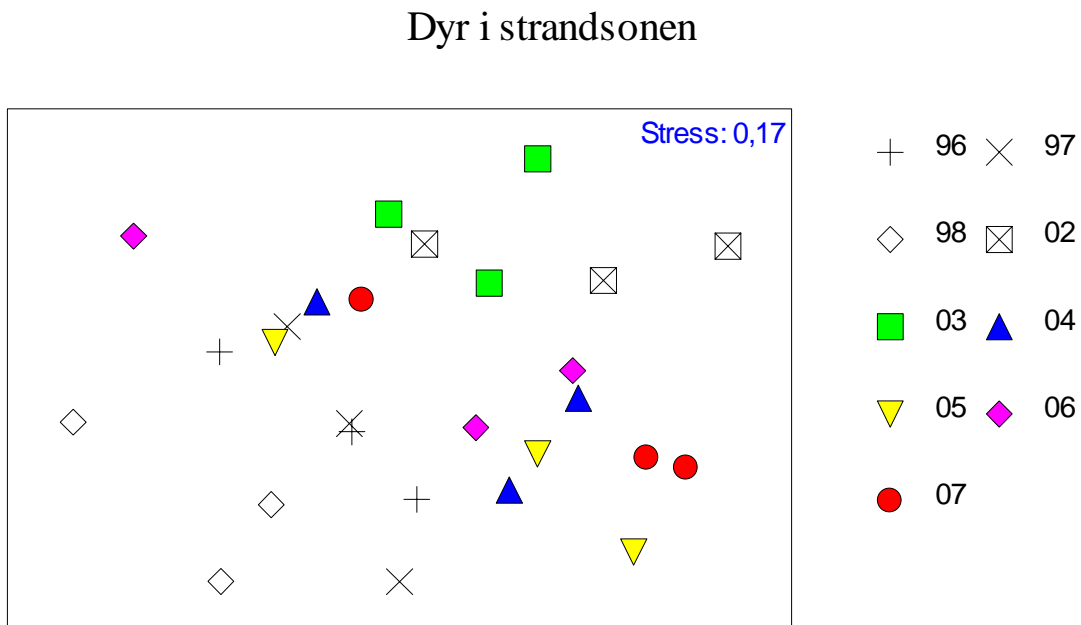
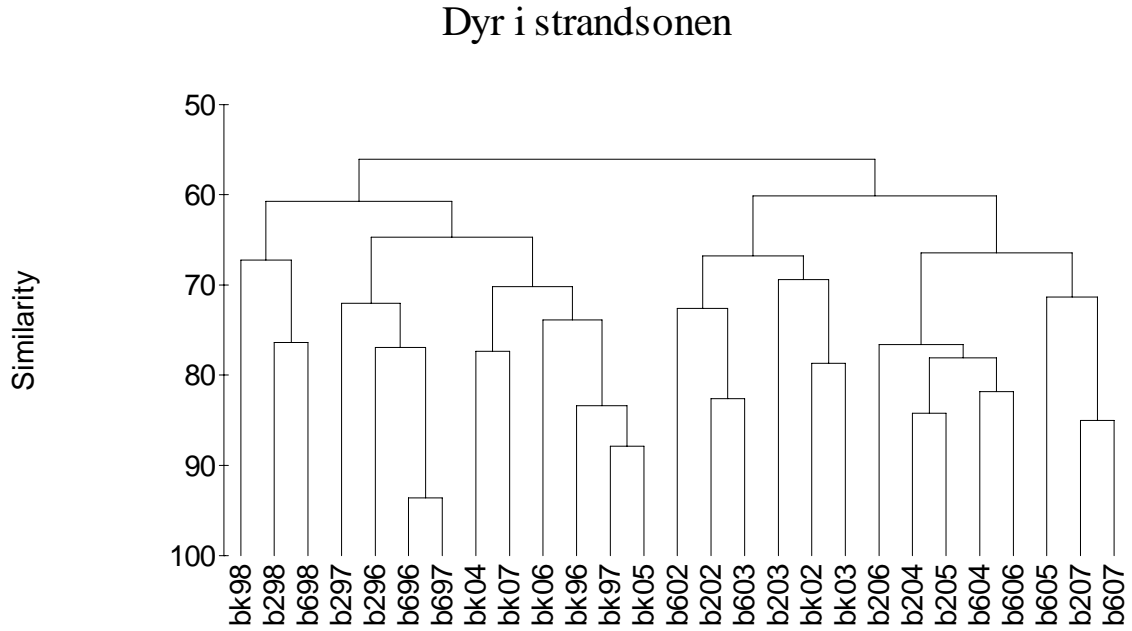
Alger	B2	B6	BK	Dyr	B2	B6	BK
<i>Ahnfeltia plicata</i>	-	4	4	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	9	9	9
Blågrønnalger på fjell	4	9	-	<i>Alcyonidium hirsutum</i>	-	-	9
<i>Callithamnion corymbosum</i>	-	1	-	<i>Asterias rubens</i>	-	-	4
<i>Ceramium tenuicorne</i>	4	4	9	<i>Balanus balanoides</i>	4	4	9
<i>Chondrus crispus</i>	1	9	9	<i>Balanus improvisus</i>	9	9	9
<i>Cladophora albida</i>	4	-	4	<i>Carcinus maenas</i>	4	1	4
<i>Cladophora rupestris</i>	-	1	-	<i>Dynamena pumila</i>	-	-	9
<i>Cladophora sericea</i>	-	1	-	<i>Electra pilosa</i>	-	1	9
<i>Dumontia contorta</i>	1	1	-	<i>Laomedea geniculata</i>	4	4	4
<i>Ectocarpus siliquosa</i>	-	4	-	<i>Littorina littorea</i>	9	4	9
<i>Elachista fucicola</i>	4	9	4	<i>Littorina saxatilis</i>	-	-	4
<i>Fucus cf. evanescens</i>	4	-	-	<i>Membranipora membranacea</i>	-	1	-
<i>Fucus serratus</i>	16	16	16	<i>Metridium senile var. pallidus</i>	-	-	4
<i>Fucus vesiculosus</i>	16	16	16	<i>Mytilus edulis</i>	9	9	16
<i>Hildenbrandia rubra</i>	-	4	16	Skorpeformet mosdyr på fjell	1	9	4
Kiselagler (epifyttisk og på fjell)	16	16	-	Tangkutling	1	-	-
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	9	4	9	<i>Tubularia larynx</i>	-	-	4
<i>Polysiphonia fucoides</i>	-	-	4	Antall taxa	9	10	15
<i>Pylaiella littoralis</i>	9	4	4				
<i>Ralfsia verrucosa</i> /brunt på fjell	9	4	9				
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	-	-	1				
<i>Ulothrix flacca</i>	-	4	-				
<i>Ulva intestinalis</i>	9	4	4				
<i>Ulva lactuca</i>	4	-	-				
Antall taxa	15	19	14				

En sammenlikning med de tidligere års undersøkelse hvor det også ble brukt semikvantitativ metodikk viser at de fleste av dyresamfunnene er ganske like (>50%), men at prøvene fra 1996 – 1998 og 2002 – 2007 stort sett kan samles i hver sin hovedgruppe (Figur 11). Prøvene fra kontrollstasjonen er ganske like og kan skilles ut som en egen gruppe (Figur 13). De tre artene som bidrar mest til ulikhetene mellom Mølen og Langøyastasjonene er hydroiden *Dynamena pumila*, sjønellikken *Metridium senile var. pallidus* og mosdyret *Electra pilosa* (Tabell 10).

Tabell 10. De tre artene som bidrar mest til ulikheten mellom Mølen (BK) og Langøya (B2 og B6). Forklaring av forekomst; se tabelltekst til Tabell 9.

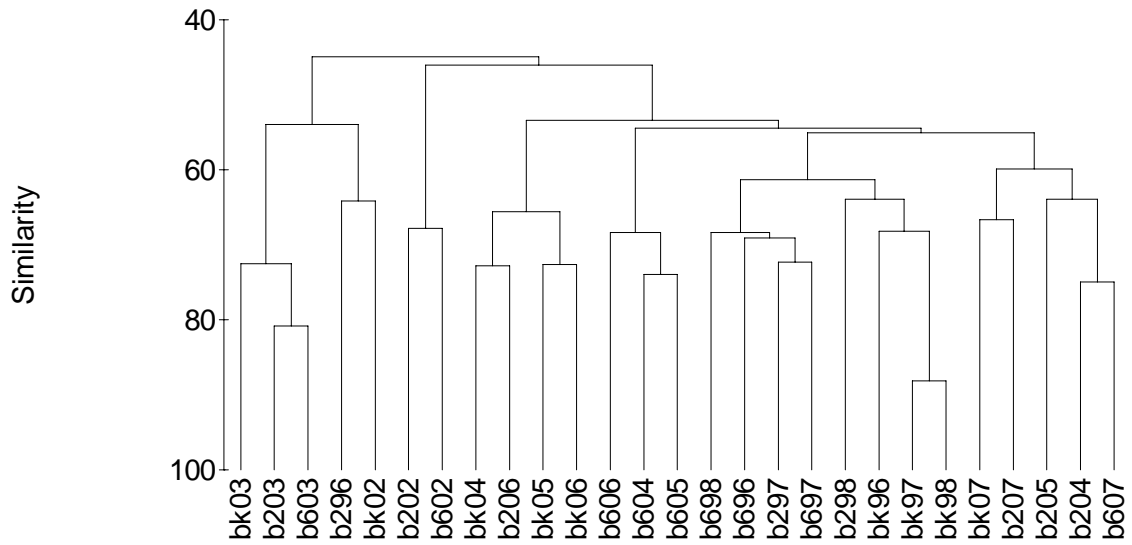
Gj.snittlig ulikhet = 47,53	Mølen	Langøya		
Taxa	Sn. forekomst	Sn. forekomst	Sn. ulikhet	Bidrag (%)
<i>Dynamena pumila</i>	7,33	0,00	5,30	11,15
<i>Metridium senile var. pallidus</i>	4,78	0,33	3,40	7,14
<i>Electra pilosa</i>	7,89	3,94	3,07	6,47

En sammenlikning av algesamfunnene i de samme årene viser at prøvene fra 1996-98 stort sett kan samles i en hovedgruppe. Prøvene fra 2003 samles også i en gruppe (Figur 12).

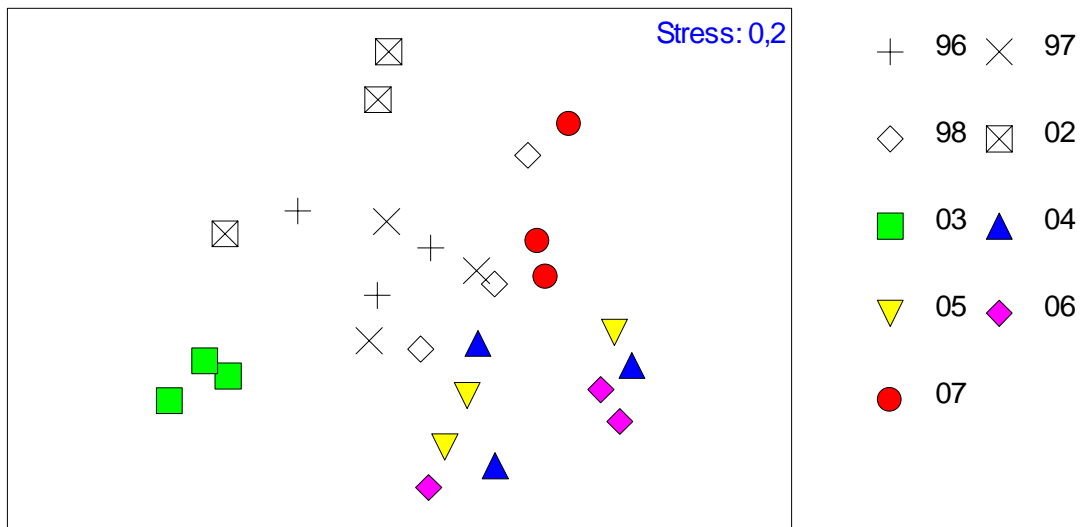


Figur 11. Dendrogram og MDS-plot som illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av dyresamfunn i fjæra på strandsonestasjonene for årene 1996-98 og 2002-07- Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre.

Alger i strandsonen

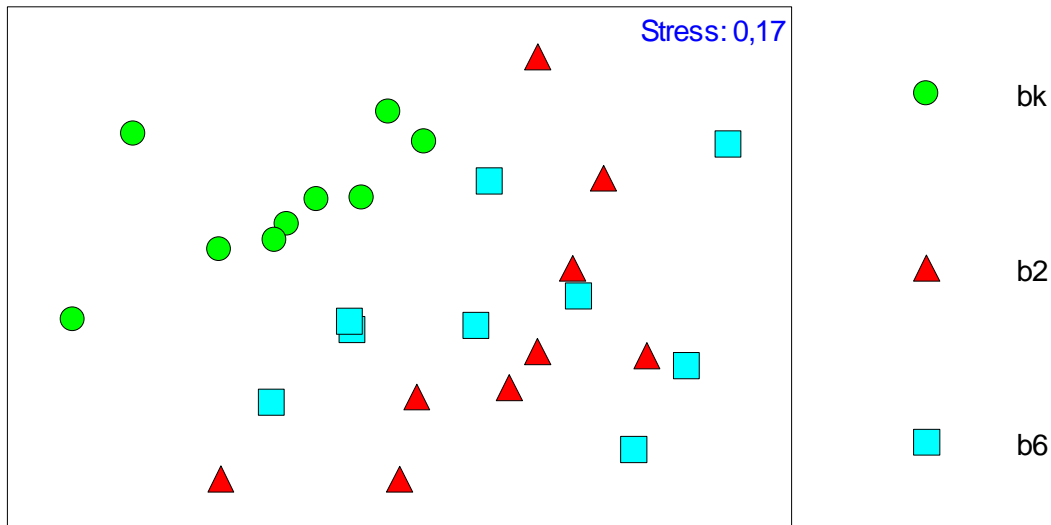


Alger i strandsonen



Figur 12. Dendrogram og MDS-plot som illustrerer likhet mellom prøver med hensyn til sammensetning av algesamfunn i fjæra på strandsonestasjonene for årene 1996-98 og 2002-07- Prøver med lik artssammensetning ligger nær hverandre.

Dyr i strandsonen



Figur 13. MDS-plot som illustrerer likheten mellom prøver med hensyn til sammensetning av dyresamfunn i fjæra på strandsonene på stasjonene BK (Mølen), B2 og B6 (Langøya).

De fire mest karakteristiske dyre- og algartene i 1996-98, 2002-04 og 2005-07 er vist i Tabell 11 og Tabell 12.

Tabell 11. De fire mest karakteristiske algene ved registreringene i 1996-98, 2002-204 og ved registreringene i 2005-07. Forklaring av forekomst; se tabelltekst til Tabell 9.

1996-98	Sn. forekomst	2002-04	Sn. forekomst	2005-07	Sn. forekomst
<i>Fucus serratus</i>	16,00	<i>Fucus serratus</i>	13,67	<i>Fucus vesiculosus</i>	13,67
<i>Fucus vesiculosus</i>	12,11	<i>Fucus vesiculosus</i>	12,11	<i>Fucus serratus</i>	12,67
Ubest. skorpeformete kalkalger	8,67	<i>Chondrus crispus</i>	4,22	<i>Ralfsia cf.</i> <i>verrucosa</i>	7,89
<i>Chondrus crispus</i>	7,33	<i>Hildenbrandia rubra</i>	5,67	<i>Hildenbrandia rubra</i>	8,78

Tabell 12. De fire mest karakteristiske dyr ved registreringene i 1996-98, 2002-204 og ved registreringene i 2005-07. Forklaring av forekomst; se tabelltekst til Tabell 9.

1996-98	Sn. forekomst	2002-04	Sn. forekomst	2005-07	Sn. forekomst
<i>Littorina littorea</i>	9,00	<i>Littorina littorea</i>	12,11	<i>Mytilus edulis</i>	9,44
<i>Mytilus edulis</i>	8,11	<i>Mytilus edulis</i>	10,56	<i>Littorina littorea</i>	8,44
<i>Balanus balanoides</i>	6,78	<i>Balanus balanoides</i>	5,22	<i>Balanus improvisus</i>	5,33
<i>Electra pilosa</i>	6,78	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	4,22	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	4,89

Blant dyrene er det rur (*Balanus crenatus*) som hadde mest betydning for at 2002-04 skiller seg ut fra de to andre periodene (Tabell 13). Det kan være feilbestemmelse med en nær beslektet art (*B. improvisus*) som er årsaken, men uansett vil forskjellene ikke indikere noen forringelse av den biologiske kvaliteten.

De algene som bidrar mest til forskjellene mellom periodene er reduserte mengder av skorpeformete kalkalger på bekostning av skorpeformete brunalger (*Ralfsia cf. verrucosa*). Gjeltangen (*Fucus evanescens*) er en nordnorsk art som ved uhell ble introdusert til Oslofjorden rundt år 1900, og har siden spredt seg til Skagerrak og Kattegat. Den anses som en indikator på høy næringstilgang i disse områdene. Arten har vist å være i tilbakegang siden 1900-tallet kan dette tyde på at forholdene også i ytre Oslofjord har endret seg til det bedre. En feilbestemmelse av gjelvtang og blæreløs blæretang (*Fucus vesiculosus*) kan også være årsaken til ulikhetene.

Tabell 13. Artene som bidrar mest til ulikhetene mellom registreringene i 1996-98, 202-04 og 2005- 07. Forklaring av forekomst; se tabelltekst til Tabell 9.

96-98 & 02-04		Sn. ulikhet = 49,69	
Taxa	Sn. Forekomst 96-98	Sn. Forekomst 02-04	Bidrag %
<i>Balanus crenatus</i>	0,00	7,00	4,30
<i>Fucus cf. evanescens</i>	6,67	1,11	3,64
Ubestemte skorpeformete kalkalger	8,67	4,89	3,60
Kiselager på fjell	3,78	3,56	3,36
96-98 & 05-07		Sn ulikhet = 49,29	
Taxa	Sn. Forekomst 96-98	Sn. Forekomst 05-07	Bidrag %
Ubestemte skorpeformete kalkalger	8,67	0,89	4,25
<i>Ralfsia cf. verrucosa</i>	0,00	7,89	4,19
Kiselager på fjell	3,78	5,67	3,09
<i>Fucus cf. evanescens</i>	6,67	1,78	3,01
02-04 & 05-07		Sn ulikhet = 51,15	
Taxa	Sn. Forekomst 02-04	Sn. Forekomst 05-07	Bidrag %
<i>Balanus crenatus</i>	7,00	0,00	4,23
Kiselager på fjell	3,78	5,67	4,00
<i>Ralfsia cf. verrucosa</i>	2,00	7,89	3,82
<i>Hildenbrandia rubra</i>	5,67	8,78	3,57

En av årsakene til ulikhetene i registreringene kan være at ulike observatører har vært ansvarlig for registreringen de forskjellige årene. En marin botaniker utførte registreringene på 1990-tallet, mens fire biologer har vært involvert i innsamlingen etter 2002. Ellers antas endringene å være innenfor det en normalt kan forvente i et standsoneområde. Påvirkning fra Drammenselva samt lavere grad av bølgeeksponering er forhold som sannsynligvis bidrar til ulik artssammensetning på Langøya-stasjonene, sammenlignet med kontrollen på Mølen.

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 tønneponi 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.

Personlige meddelelser

Sverreson T., NOAH AS, Langøya

Vedlegg B.

Tidstrendanalyse for metaller i blåskjell 1996-2007

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	tidstrend
	D- Signifikant linear trend, nedover
	U- Signifikant linear trend, oppover
	-- Ingen signifikant trend
	-? Ingen signifikant linear trend, men en systematisk ikke-linear trend kan ikke testes på grunn av for lite data (<6 år)
	-Y Ingen signifikant linear trend, men en systematisk ikke-linear trend
	DY / UY Signifikant linear trend (nedover eller oppover) og en signifikant ikke-linear trend. Dette kan betraktes som det samme som "-Y"
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 5634-2008

Annual median concentration of AS (ppm)

St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	ANALYSIS		
				8.48	15.9	8.05	8.66	12.9	11.5	12	26.8	8.99	12.6	9.26	24.8	m	TRD	SM3	PWR
B2	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	m	--	m	15
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	8.08	12.8	8.39	11.4	13	13.8	10.8	48.4	8.21	10.8	8.94	18.1	m	--	m	14
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	7.12	10	8.53	8.73	10.8	13.1	9.71	25.7	8.04	11.9	10.1	17.9	m	--	m	17
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	9	11.9	9.63	10.1	13.4	12.5	11.2	54.4	8.28	12.2	10.5	17.6	m	--	m	13
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	6.95	26.9	7.59	7.14	7.83	10.4	10.9	73.8	9.09	9.16	7.99	18	m	--	m	17
B7	MYTI EDU	SB	d.wt													m	--	m	22
BK	MYTI EDU	SB	d.wt													m	--	m	20

Annual median concentration of AS (ppm), tidstrendanalysen kjørt på nytt uten å ta hensyn til "suspekterte" verdier

St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	ANALYSIS		
				8.48	15.9	8.05	8.66	12.9	11.5	11.7	26.8	12.6	9.26	24.8	m	TRD	SM3	PWR	
B2	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	m	--	m	15
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	8.08	12.8	8.39	11.4	13	13.8	10.8	48.4	8.21	10.8	8.94	18.1	m	--	m	14
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	7.12	10	8.53	8.73	10.8	13.1	9.71	25.7	8.04	11.9	10.1	17.9	m	--	m	17
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	9	11.9	9.63	10.1	13.4	12.5	11.3	54.4	8.28	12.2	10.5	17.6	m	--	m	13
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	6.95	26.9	7.59	7.14	7.83	10.4	10.9	73.8	9.09	9.16	7.99	18	m	--	m	17
B7	MYTI EDU	SB	d.wt													m	--	m	22
BK	MYTI EDU	SB	d.wt													m	--	m	20

Annual median concentration of BA (ppm)

St	Species	Tse	Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	ANALYSIS		
				3.87	4.95	4.55	5.65	20.1	3.59	3.15	6.88	4.27	2	1.28	m <th>TRD</th> <th>SM3</th> <th>PWR</th>	TRD	SM3	PWR	
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	3.87	4.95	4.55	5.65	20.1	3.59	3.15	6.88	4.27	2	1.28	m <td>--</td> <td>m</td> <td>16</td>	--	m	16	
B3	MYTI EDU	SB	d.wt	3.11	3.82	18.4	1.87	1.99	7.44	4.42	1.28 <td>m</td> <td>--</td> <td>m</td> <td>24</td> <td>--</td> <td>m</td> <td>19</td>	m	--	m	24	--	m	19	
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	3.47	3.62	11.2	3.5	2.19	5.1	3.17	1.57 <td>m</td> <td>--</td> <td>m</td> <td>23</td> <td>--</td> <td>m</td> <td>23</td>	m	--	m	23	--	m	23	
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	6.67	2.41	20.1	2.45	1.75	4.74	1.98	1.31 <td>m</td> <td>--</td> <td>m</td> <td>17</td> <td>--</td> <td>m</td> <td>17</td>	m	--	m	17	--	m	17	
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	0.87	2.08	9.09	0.652	0.48	0.887	0.714	0.45 <td>m</td> <td>--</td> <td>m</td> <td>23</td> <td>--</td> <td>m</td> <td>23</td>	m	--	m	23	--	m	23	
B7	MYTI EDU	SB	d.wt													m	--	m	23
BK	MYTI EDU	SB	d.wt													m	--	m	23

NIVA 5634-2008

Annual median concentration of Cd (ppm)

St	Species	Tse	Base	Annual median concentration of Cd (ppm)													ANALYSIS		
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	TRD	SM3	PWR
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	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	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	1.5	--	1.3	13
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	1.2	--	1.3	12
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	1.1	--	1.1	11
B7	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	no	DY	no	11
BK	MYTI EDU	SB	d.wt													no		no	8

Annual median concentration of CO (ppm)

St	Species	Tse	Base	Annual median concentration of CO (ppm)													ANALYSIS		
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	TRD	SM3	PWR
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	m	--	m	16
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	m	--	m	12
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	m	--	m	15
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	m	--	m	14
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	m	--	m	11
B7	MYTI EDU	SB	d.wt	0.478	0.31	0.253	0.336	0.391	0.662	0.313	0.356	0.362	0.508	0.291	0.319	m	--	m	10
BK	MYTI EDU	SB	d.wt													m	--	m	13

NIVA 5634-2008

Annual median concentration of CR (ppm)

St	Species	Tse	Base	Annual median concentration of CR (ppm)													ANALYSIS		
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	TRD	SM3	PWR
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	no	--	no	19	
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	no	--	no	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	1.0	--	1.7	25	
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	no	--	no	21	
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	no	--	no	21	
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					2.16	1.48	1.21	2.19	2.44	1.56	0.625	no	--	no	15	
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	24	

Annual median concentration of CR (ppm)+A128

St	Species	Tse	Base	Annual median concentration of CR (ppm)+A128													ANALYSIS		
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	TRD	SM3	PWR
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	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	no	--	no	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	1.0	--	no	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	no	--	no	21	
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	1.84	4.41	1.48	3.67	3.15	1.06	3.24	2.35	9.67	4.05	0.929	no	--	no	20	
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					2.16	1.48	1.21	2.19	2.44	1.56	0.625	no	-?	?	17	
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	24	

Annual median concentration of CU (ppm)

St	Species	Tse	Base	Annual median concentration of CU (ppm)													ANALYSIS		
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	TRD	SM3	PWR
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	no	--	1.1	10	
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	no	--	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	no	--	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	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	no	--	no	9	
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					7.44	7.72	6.43	9.32	8.35	6.9	6.75	no	--	no	8	
BK	MYTI EDU	SB	d.wt			7.23	7.14	5.49	6.51	7.38	7.38	7.94	6.55	5.6	no	--	no	7	

NIVA 5634-2008

Annual median concentration of HG (ppm)

St	Species	Tse	Base	ANALYSIS																
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	TRD	SM3	PWR	
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	0.057	0.0929	0.0872	0.228	0.123	0.118	0.118	0.265	0.133	0.143	0.204	0.101	0.131	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	no	U-	no	no	14
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	no	--	no	no	12
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	no	--	no	no	14
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	no	--	no	no	12
B7	MYTI EDU	SB	d.wt	3.83	0.0354	0.0667	0.101	0.028	0.0472	0.0575	0.0536	0.144	0.105	0.046	0.0688	no	--	no	no	14
BK	MYTI EDU	SB	d.wt								0.0545	0.0574	0.0938	0.12	0.045	0.045	--	no	>25	

Annual median concentration of MO (ppm)

St	Species	Tse	Base	ANALYSIS															
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	TRD	SM3	PWR
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	Tse	Base	Annual median concentration of NI (ppm)													ANALYSIS		
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	TRD	SM3	PWR
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	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	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	no	--	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	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	no	--	no	23	
B7	MYTI EDU	SB	d.wt				1.82	1.21	1.25	0.78	1.45	2	1.19	0.625	no	--	no	14	
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	no	--	no	20	

Annual median concentration of NI (ppm), tidstrendanalysen kjørt på nytt uten å ta hensyn til "suspekterte" verdier

St	Species	Tse	Base	Annual median concentration of NI (ppm)													ANALYSIS		
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	TRD	SM3	PWR
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	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	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	no	--	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	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	no	--	no	23	
B7	MYTI EDU	SB	d.wt				1.82	1.21	1.25	0.797	1.45	2	1.19	0.625	no	--	no	14	
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	no	--	no	20	

Annual median concentration of PB (ppm)

St	Species	Tse	Base	Annual median concentration of PB (ppm)													ANALYSIS		
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	TRD	SM3	PWR
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	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	no	UY	no	16
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	no	--	no	13
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	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	no	--	no	11
B7	MYTI EDU	SB	d.wt				1.21	1.21	0.879	1.85	2.44	1.37	0.935	0.938	no	--	no	13	
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	no	--	no	11

NIVA 5634-2008

Annual median concentration of V (ppm)

St	Species	Tse	Base	ANALYSIS															
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	TRD	SM3	PWR
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	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	m	--	m	23
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	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	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	m	--	m	21
B7	MYTI EDU	SB	d.wt	0.861	13.5	0.57	0.604	7.83	4.59	1.46	13.9	1	1.72	2.46	4.5	m	--	m	24
BK	MYTI EDU	SB	d.wt						6.71	0.457	10.8	0.656	0.555	2.14	6.35	m	--	m	>25

Annual median concentration of ZN (ppm)

St	Species	Tse	Base	ANALYSIS															
				1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	OC	TRD	SM3	PWR
B2	MYTI EDU	SB	d.wt	95.1	101	122	205	86.1	101	152	117	117	134	94.1	121	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	no	--	no	11
B4	MYTI EDU	SB	d.wt	117	121	119	200	102	89.1	116	93.5	97.1	118	106	85.6	no	--	no	10
B5	MYTI EDU	SB	d.wt	87.4	111	157	159	101	110	102	127	99.3	122	119	88.3	no	--	no	9
B6	MYTI EDU	SB	d.wt	105	95.8	163	167	104	72.8	143	122	101	120	103	97.9	no	--	no	11
B7	MYTI EDU	SB	d.wt					97	68.5	94.3	90.5	145	114	86.4	88.1	no	--	no	10
BK	MYTI EDU	SB	d.wt	94.3	103	112	111	66.1	72.3	84.6	106	131	118	80.5	83.5	no	--	no	9

Vedlegg C.

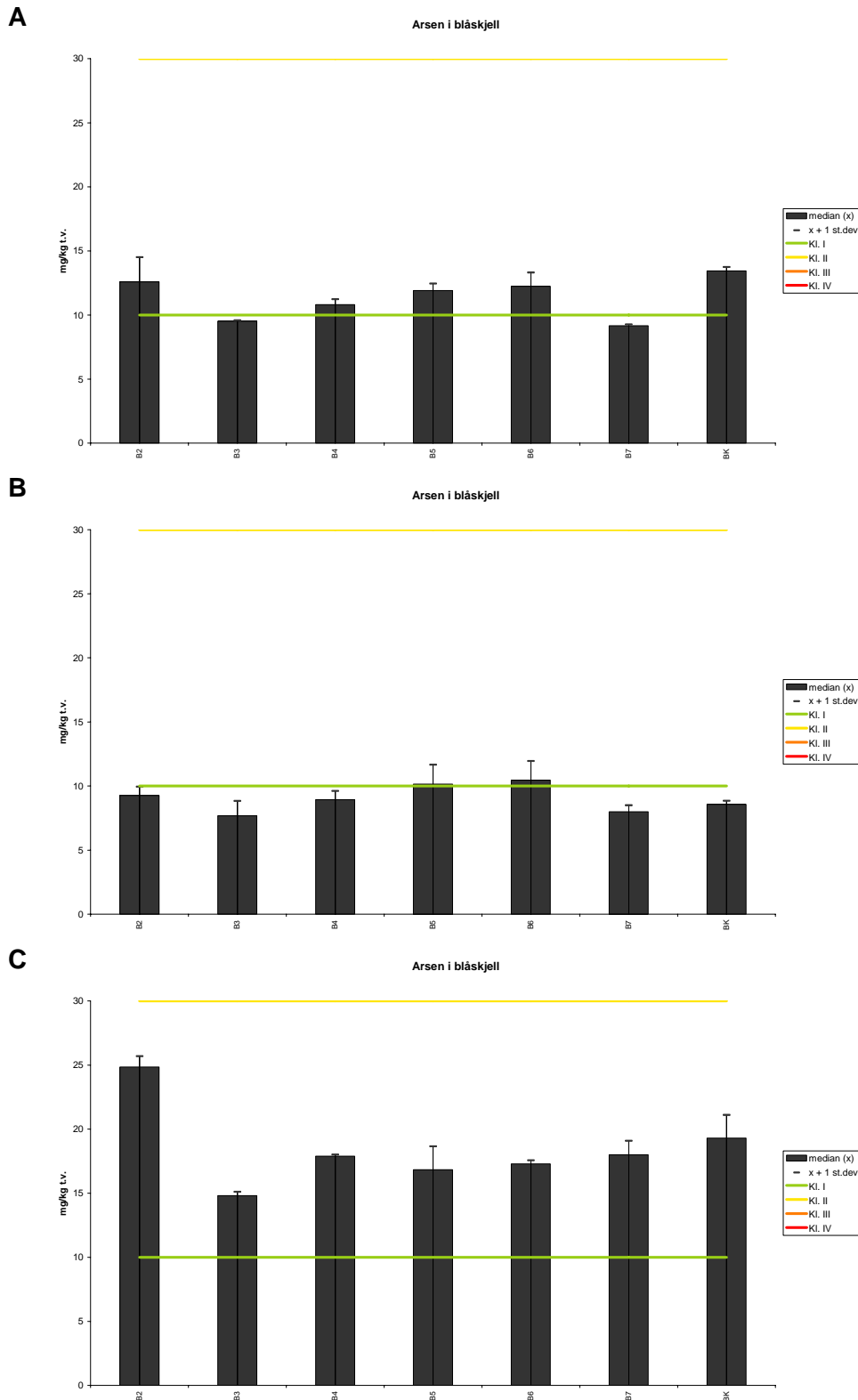
Stasjonsvis oversikt over metaller i blåskjell 2005-2007

I rekkefølge*:

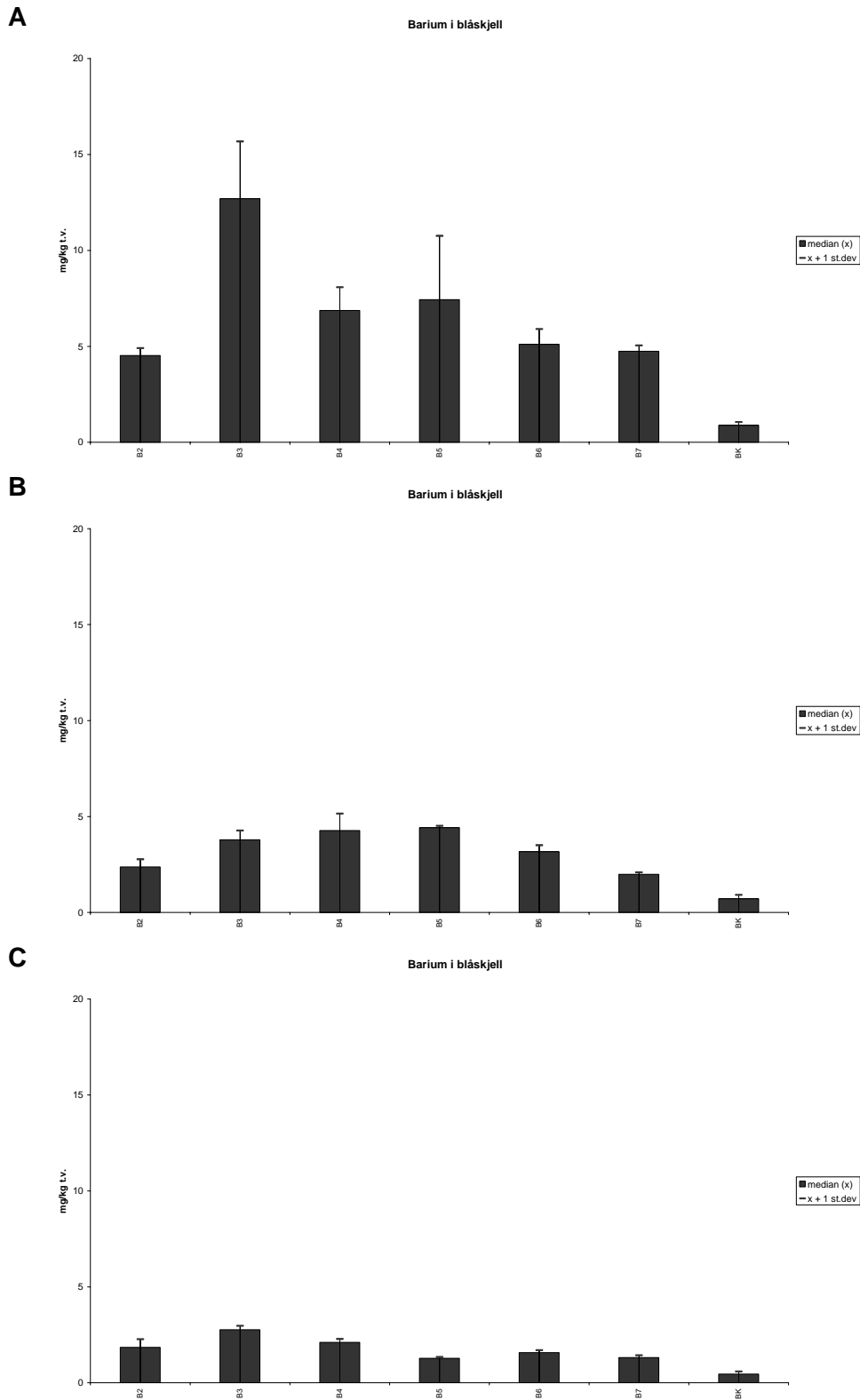
Arsen (As)
Barium (Ba)
Kadmium (Cd)
Kobolt (Co)
Krom (Cr)
Kobber (Cu)
Kvikksølv (Hg)
Molybden (Mo)
Nikkel (Ni)
Bly (Pb)
Vanadium (V)
Sink (Zn)

*) suspekterte verdier ikke tatt med

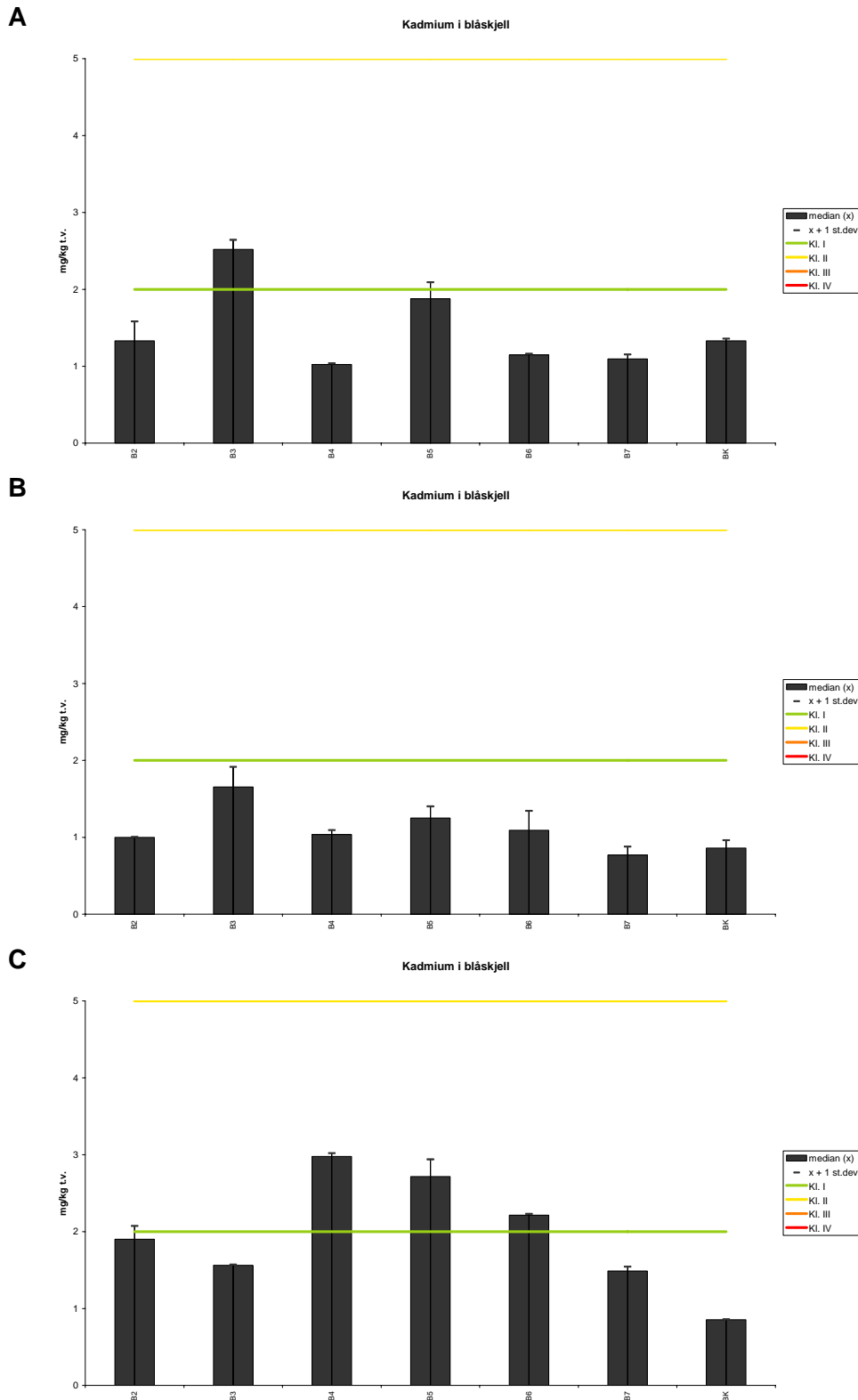
MYTI EDU – blåskjell (*Mytilus edulis*)



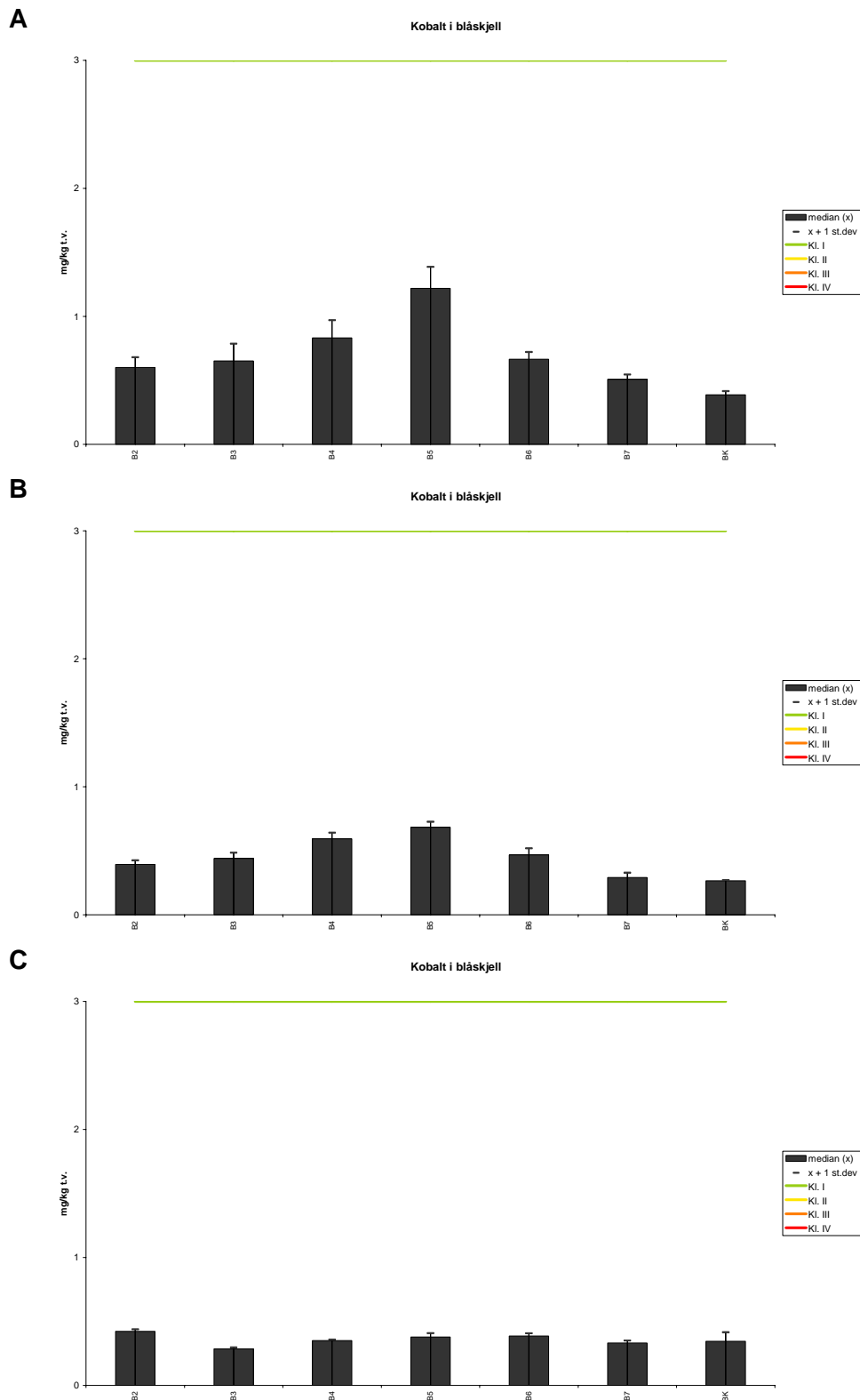
Figur 14. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for arsen i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2005 (A), 2006 (B) and 2007 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



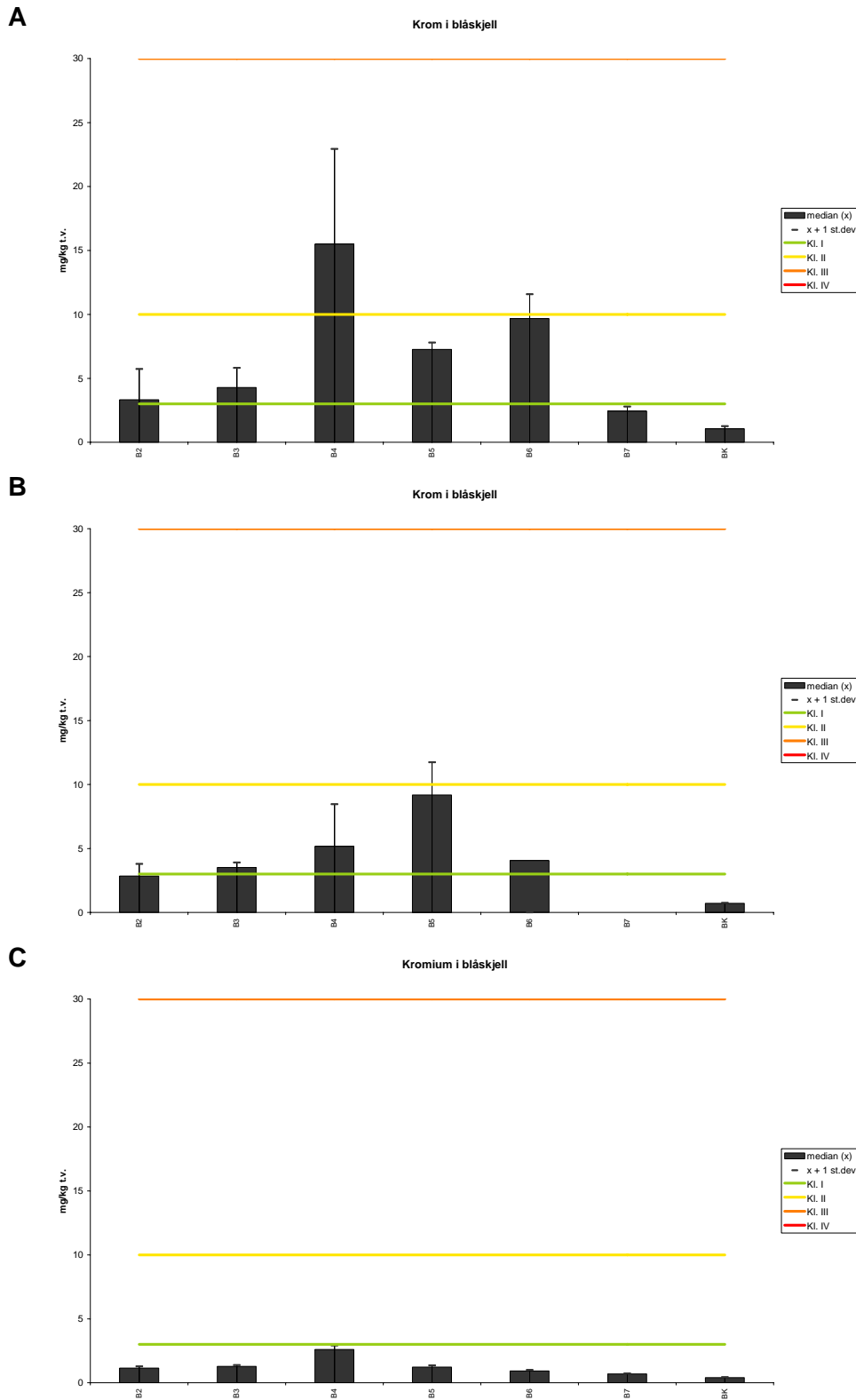
Figur 15. Median og standard avvik konsentrasjon for barium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2005 (**A**), 2006 (**B**) and 2007 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



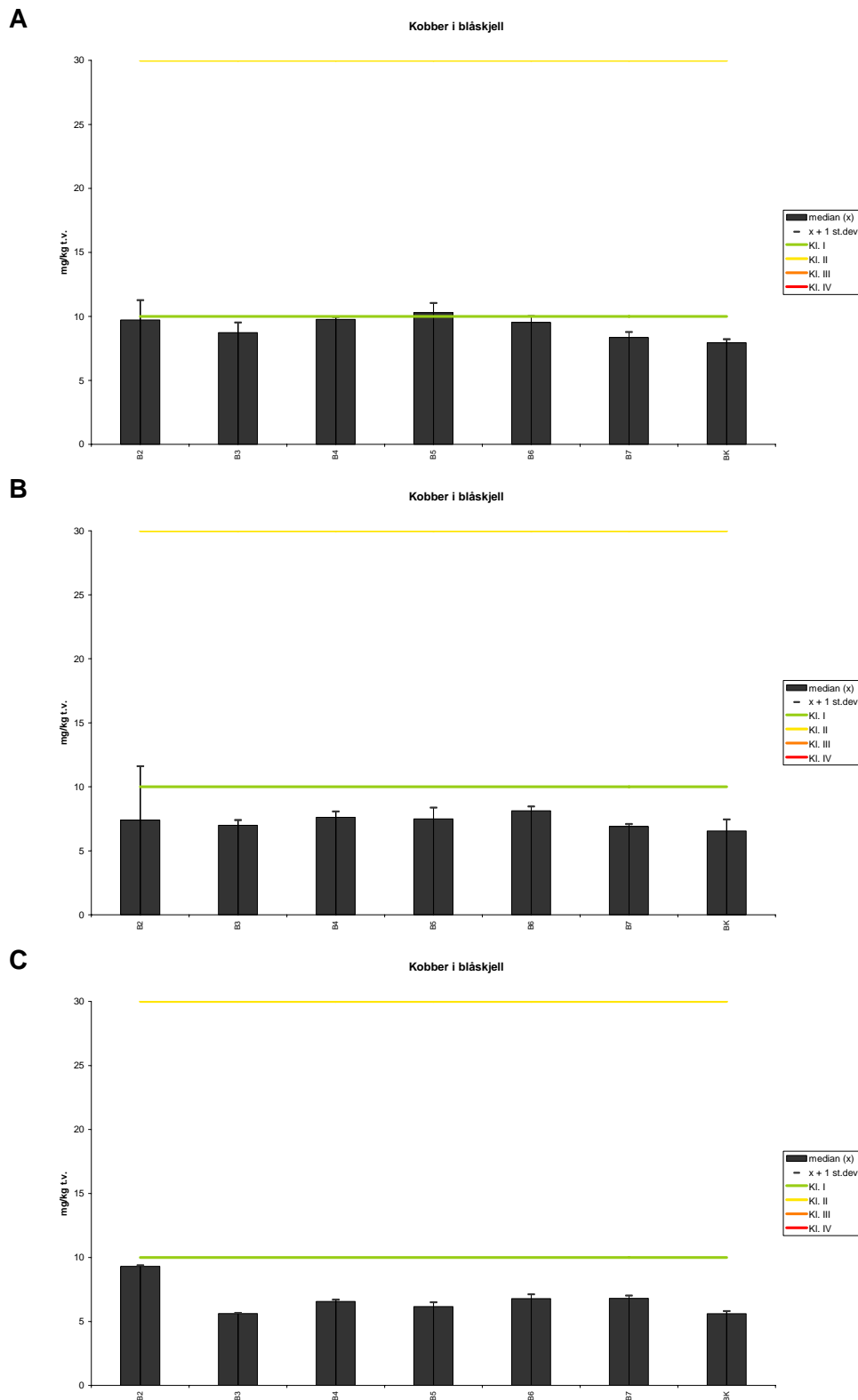
Figur 16. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for kadmium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2005 (A), 2006 (B) and 2007 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



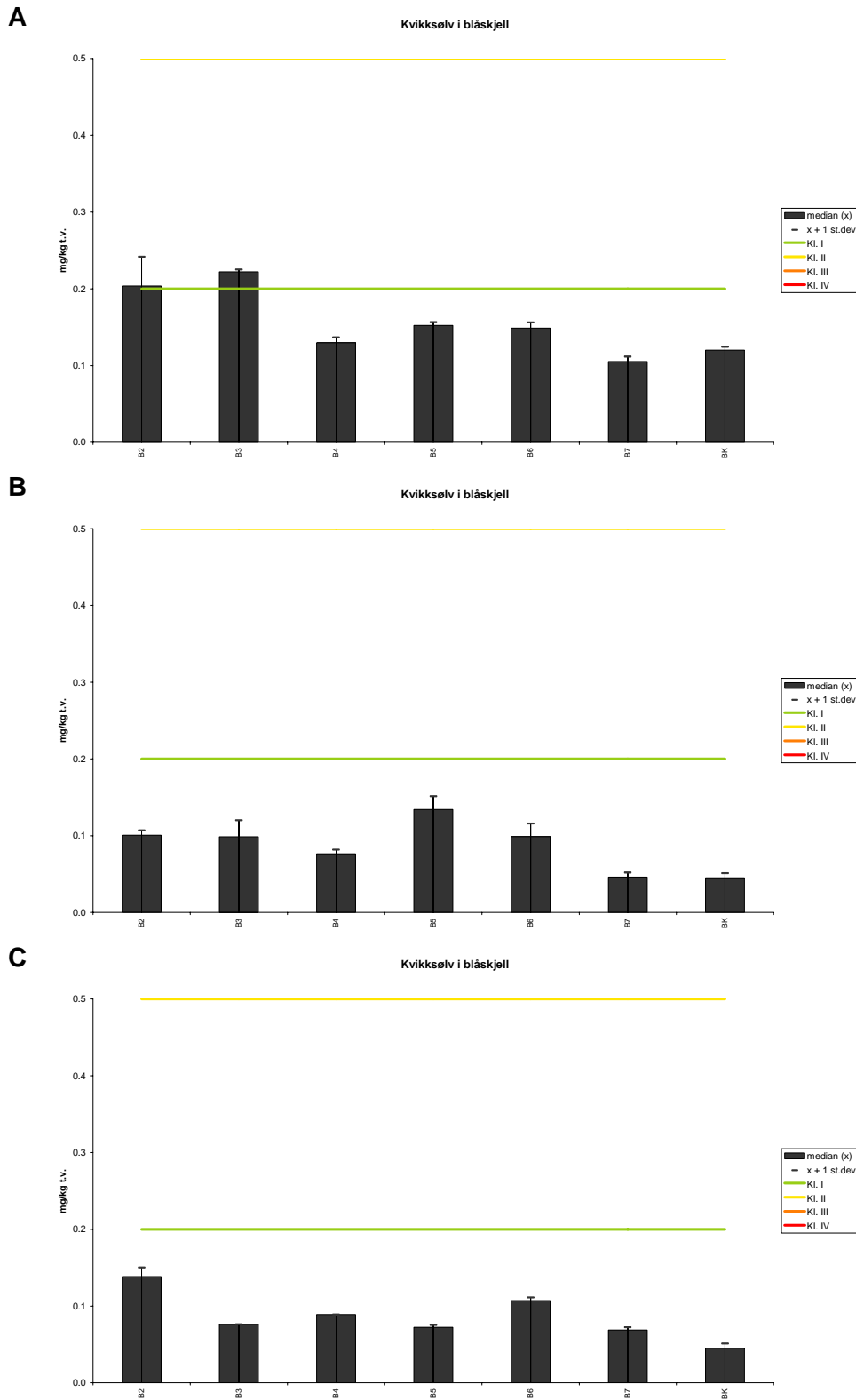
Figur 17. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for kobolt i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2005 (A), 2006 (B) and 2007 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



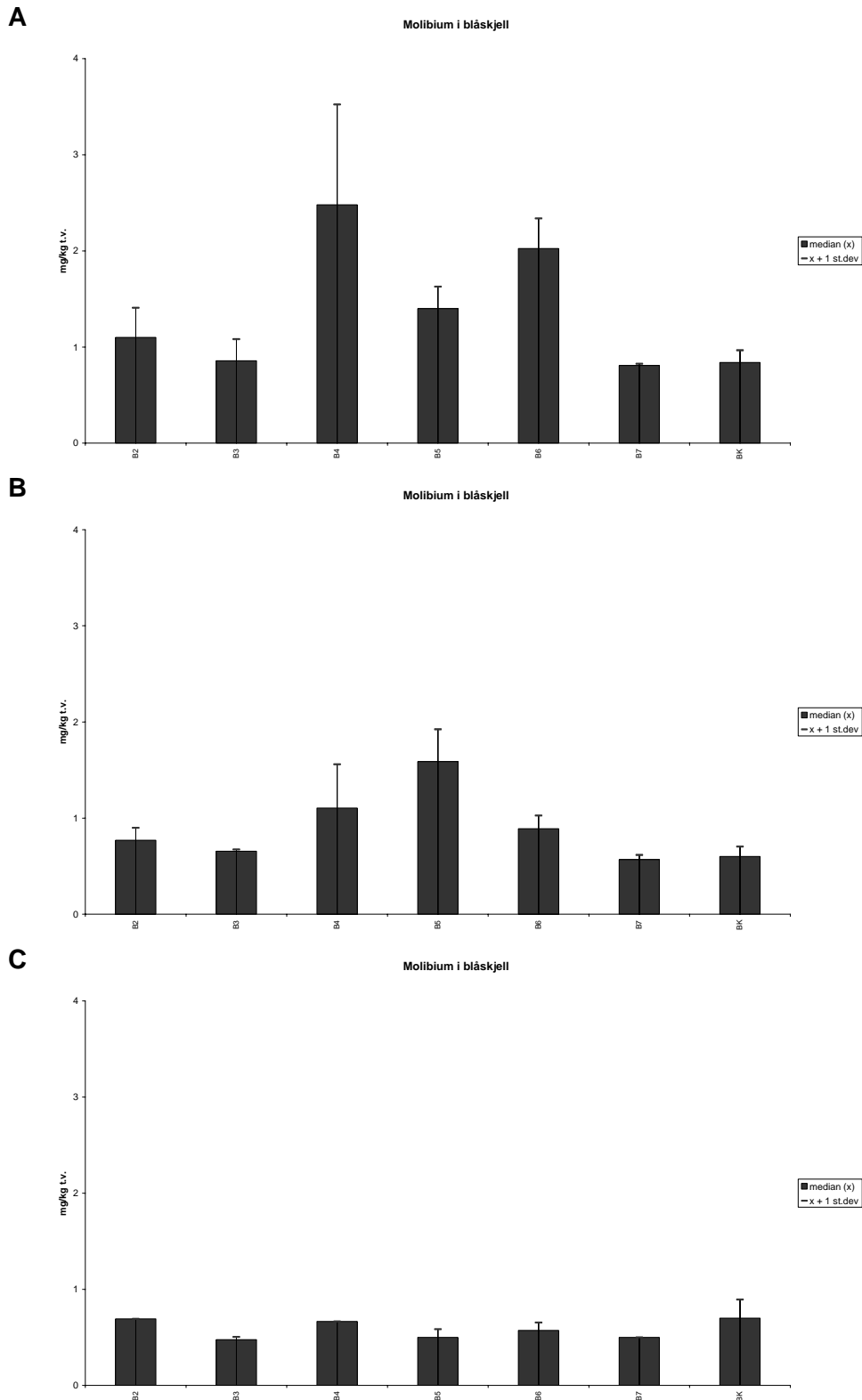
Figur 18. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II, III og IV konsentrasjon for krom i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2005 (**A**), 2006 (**B**) and 2007 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



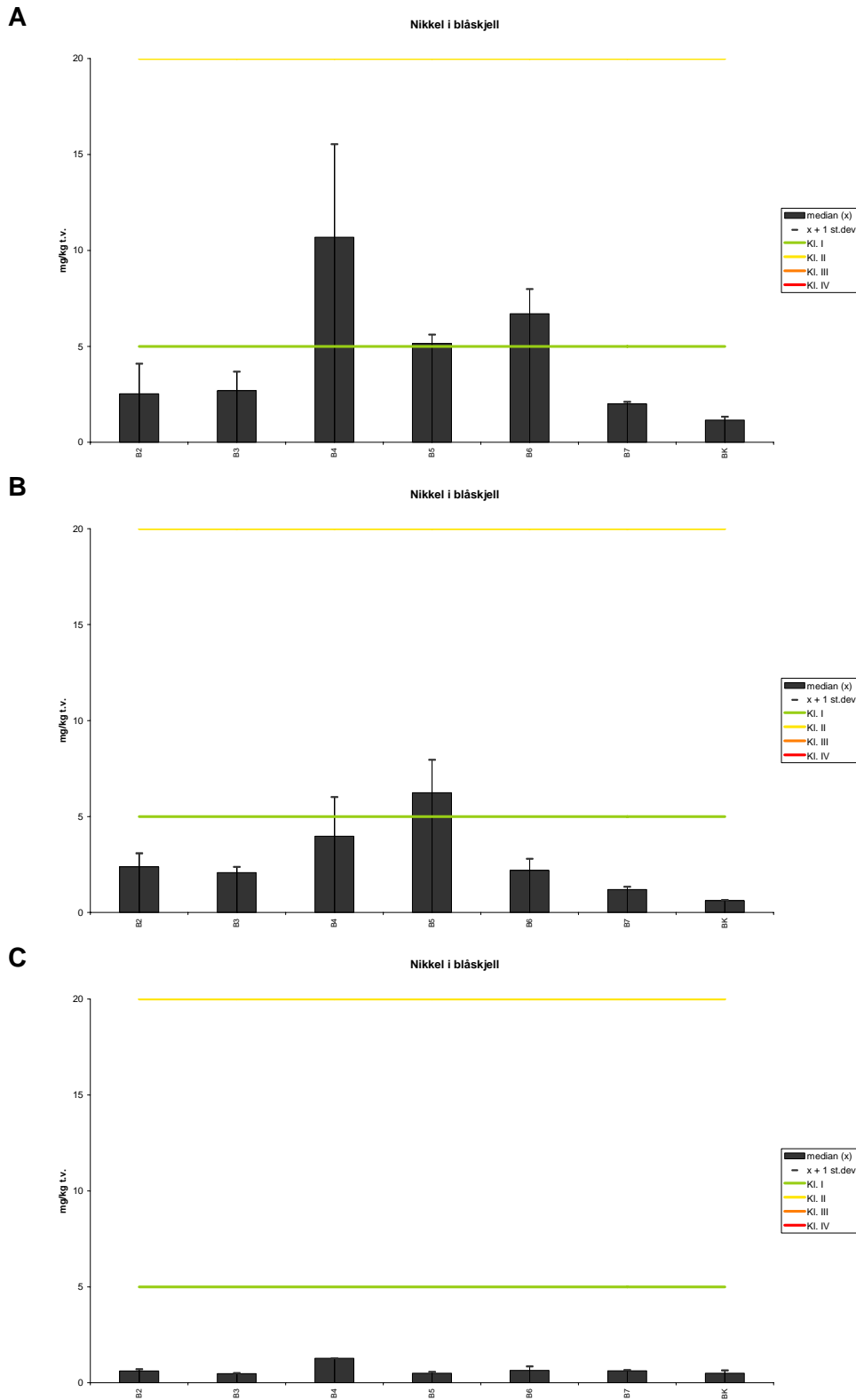
Figur 19. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for kobber i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2005 (A), 2006 (B) and 2007 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



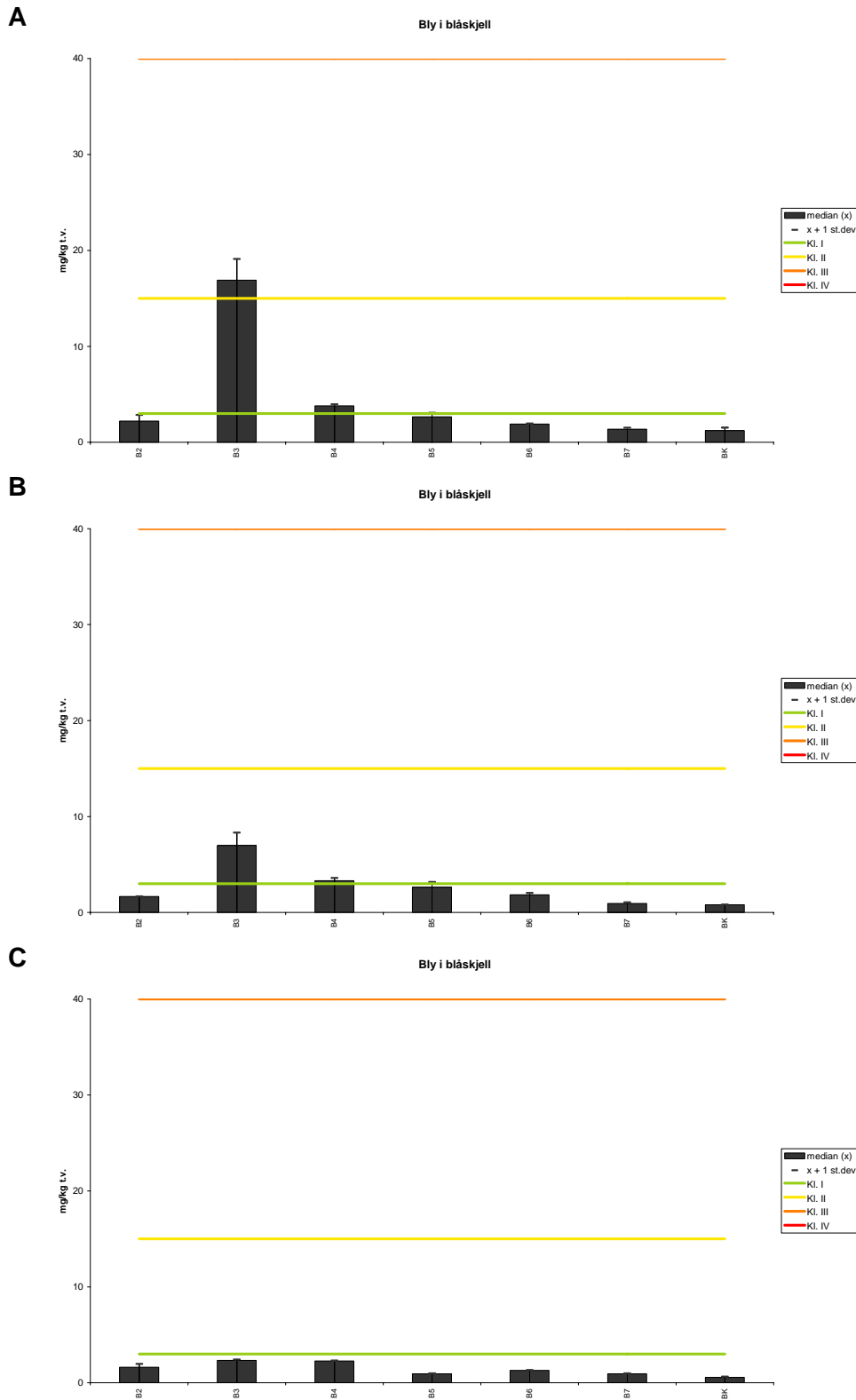
Figur 20. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for kvikksølv i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2005 (A), 2006 (B) and 2007 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



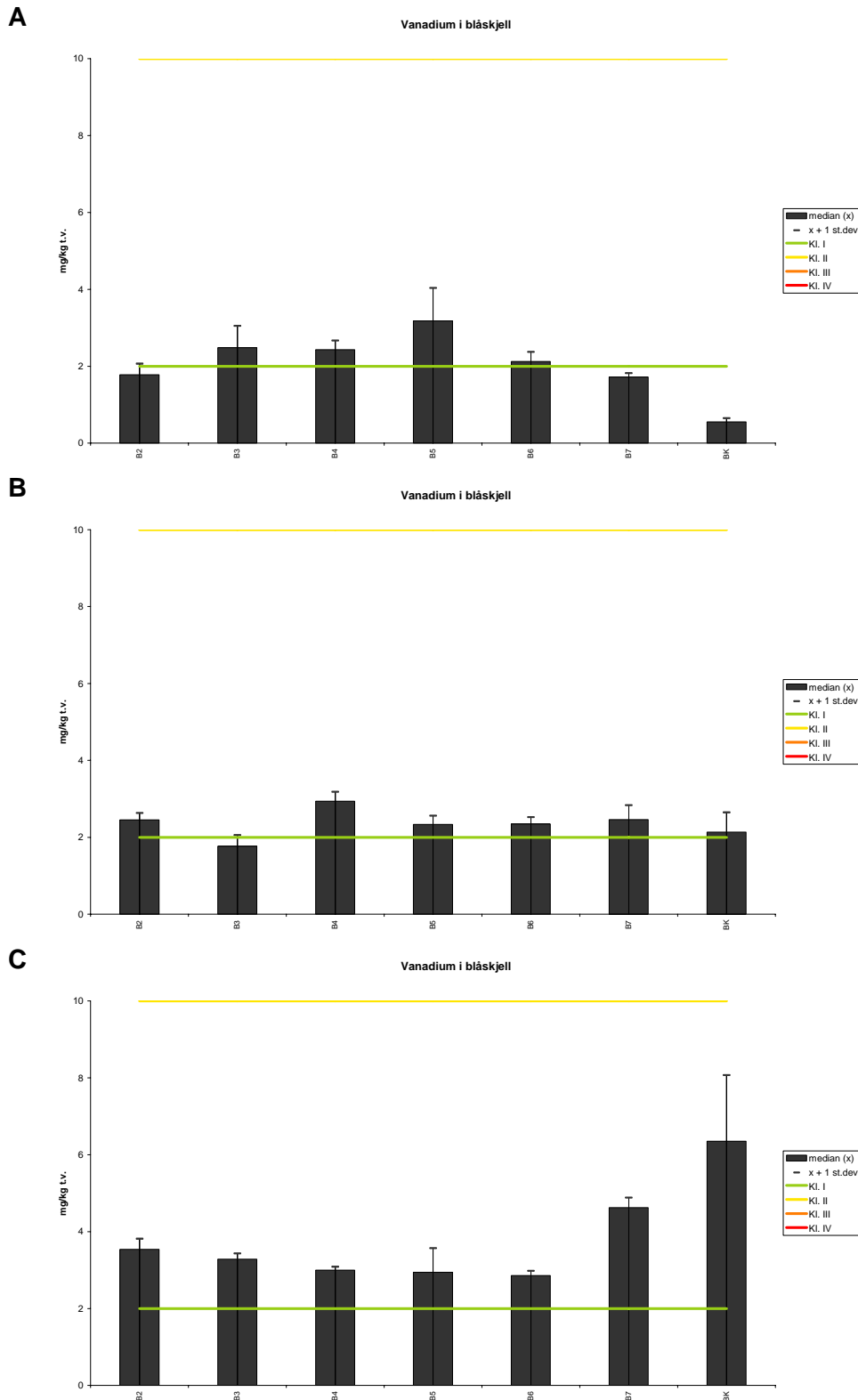
Figur 21. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for molybden i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2005 (A), 2006 (B) and 2007 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



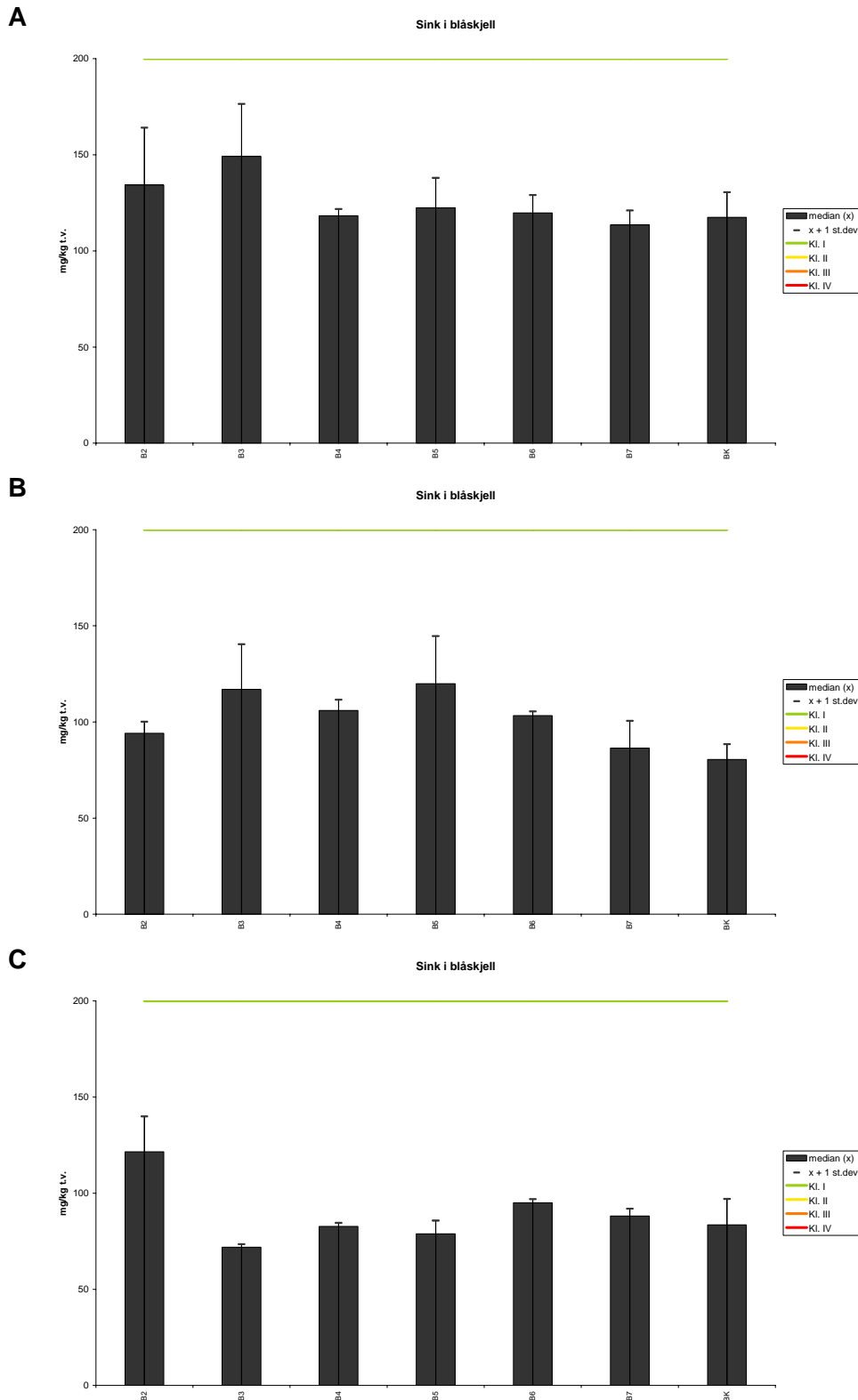
Figur 22. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for nikkel i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2005 (**A**), 2006 (**B**) and 2007 (**C**), ppm (mg/kg) tørrvekt.



Figur 23. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II, III og IV konsentrasjon for bly i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2005 (A), 2006 (B) and 2007 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



Figur 24. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II og III konsentrasjon for vanadium i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2005 (A), 2006 (B) and 2007 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.



Figur 25. Median, standard avvik og nedre grense til SFT Klasse II konsentrasjon for sink i blåskjell (*Mytilus edulis*) 2005 (A), 2006 (B) and 2007 (C), ppm (mg/kg) tørrvekt.

Vedlegg D.

Tabell 14. 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 og 2007. Mengde er registrert som 1= enkelt funn, 4= spredte funn, 9= vanlig forekommende og 16=dominerende forekomst.

Bk b2 b6 Bk b2 b6 Bk b2 b6 Bk b2 b6 Bk b2 b6 Bk b2 b6 Bk b2 b6
96 96 96 97 97 98 98 98 02 02 02 03 03 03 04 04 04 05 05 06 06 06 07 07 07

Alger taxa	96	97	97	98	98	02	02	03	03	03	04	04	04	05	05	06	06	06	07	07	07	07	07		
Ahnfeltia plicata	9	1	4	9	4	4	1	1	9	9	9	4	4	9	9	4	4	4	4	4			4		
Audouiniella spp.									4					1											
cf. Brogniartella byssoides									9																
Bryopsis plumosa										1															
cf. Callithamion corymbosum		9	1	4	4				9	4				9	1									1	
Ceramium spp.	9	1	16	4	16	9	9	4	1	4	1	9	4	9	9	4	4	9	4	4	4	9	4	4	
Chaetomorpha mediteranea												4												9	
Chaetomorpha melagonium										1	4														
Chondrus crispus	9	4	9	9	4	9	4	4	4	4	9	4	9	9	4	9	9	9	4	9	4	9	1	9	
Chorda filum	4																								
Chordaria flagelliformis	1																								
Cladophora rupestris	4	4	4	4	4					1				4	9	1	4	2	2					1	
Cladophora sp.	1	4	4	1	9	4	1	4						1										4	
CORAX	9	16	4	9	4	9	9	9	9	16	1	4												4	
Cruortia pellita															9										
Cyanophyceae indet, på tang																									
Cystoclonium purpureum														4											4
Dasya baillouviana														4	16										4
diatome-kjede på fjell	4	4	9	4	4	9	16	16						6	4	9								16	
Dumontia contorta	1	1	4	1	4	9	4	9	1	1	9	4	4	9	4	4	9	4						1	1
Ectocarpales	4	1	4	4	1	1			4	1	1	1	1	1	1									4	
Elachista fucicola	4	1	4	4	4	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	9	4					4	4
Enteromorpha sp.	4	1	9	4	1	9	4	4	9	1	4	4	1	1	1	4	9	1	4	9	1	4	4	9	
Erythrothricia carnea																									
Fucus cf. evanescens	4	9	9	16	4	9	9	9	1					4	4	4	4	4						4	4

Fucus juv.	Bk b2 b6	96	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Bk b6	06	06	06	06	06	BK b2 b6	07	07	07	07
Fucus serratus	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Fucus spiralis	9	16	9	16	9	9	9	9	16	9	16	9	16	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Fucus vesiculosus	4	4	1	4	4	9	9	1	1	4	9	1	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
Furcellaria/Polydides	4	4	1	4	4	9	9	9	4	4	4	9	9	9	4	9	4	4	4	4	4	4	4	
Grønt i Balanus/Fjell	4	4	9	4	9	9	9	9	4	9	9	9	16	9	9	9	9	9	9	9	9	12	9	
Hildenbrandia rubra	1													4	4	4	4	4	1	1	4	4	16	
Laminaria saccharina																								
Laminaria saccharina juv.	4	4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	
Phyllophora spp.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Pilayella littoralis	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Polysiphonia elongata	4	4	1	9	4	9	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Polysiphonia fibrillosa	9	4	9	4	4	9	1	4	4	9	4	9	4	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Polysiphonia nigrescens	4	1												4	4	4	9	4	1	1	4	4	4	
Polysiphonia urceolata																								
Porphyra sp.																								
Prasiola stipitata																								
Ralfsia cf. verrucosa																								
Rhizoclonium implexum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Rhodomela confervoides																								
Scagelia pysaliaei																								
Spermothamnion repens																								
Sphacelaria cirrosa																								
Spirulina subsalsal/ Lyngbya																								
Spongomorpha aerugi/pallida	4	4	4	4	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	16	9	16	9	16	4	16	4	4	
Streblonemoide alger																								
Ulvothrix/Urospora	4	4	4	4	9	9	9	9	9	16	4	9	9	9	9	4	9	4	4	4	4	4	4	
Ulva lactuca	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Zostera marina	9	9	4	4	9	16	16	16	16	16	16	16	16	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Dyr taxa																								
Acmaea sp.	4	1												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Actinaria indet.																								
Alyonidium hirsutum	1																						9	

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 samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

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