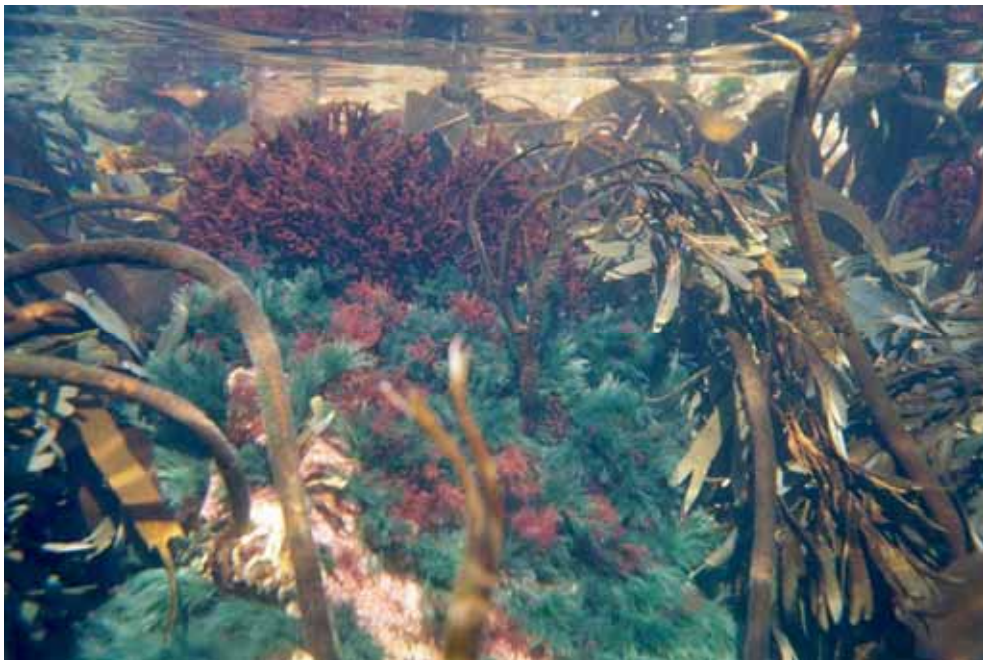




RAPPORT LNR 4835-2004

Overvåking av sjø- området utenfor Elkem Aluminium, Lista

PAH i strandsnegl og strandsone-
undersøkelser 2002-2003



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Overvåking av sjøområdet utenfor Elkem Aluminium, Lista. PAH i strandsnegl og strandsoneundersøkelser 2002-2003.	Løpenr. (for bestilling) 4835-2004	Dato 2004-05-13
	Prosjektnr. Undernr. O-21041	Sider Pris 37
Forfatter(e) Kroglund, Tone	Fagområde Miljøgifter i sjøvann	Distribusjon
	Geografisk område Vest-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Elkem Aluminium ANS Lista	Oppdragsreferanse J.nr 208/2003
---	------------------------------------

Sammendrag

Rapporten omfatter undersøkelser av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) i strandsnegl (*Littorina littorea*) samt strandsoneundersøkelser (alger og dyr på grunt vann) i sjøresipienten til Elkem Aluminium ANS Lista.

Resultatene viser at PAH-innholdet i snegl fra Ytre Tjuvholmen har blitt noe redusert i forhold til tidligere år. Tilsvarende reduksjon kunne ikke påvises ved Haugestranda i samme området. Nærområdet til bedriften må fremdeles karakteriseres som meget sterkt forurenset av PAH (tilstandsklasse V). Referansestasjonene Havik (3 km fra utslippet) og Litlerauga (10 km fra utslippet) var ubetydelig – lite forurenset av PAH (tilstandsklasse I-II). Resultatene av strandsoneundersøkelsen viste kun små endringer fra forrige undersøkelse i 1999. Artsantall og diversitet har over flere år vist stabile tall med større variasjon mellom stasjonene enn mellom de ulike årene. Utviklingen er positiv og går mot mindre grønnalger og andre opportunistiske arter ved samtlige stasjoner.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. PAH	1. PAH
2. Littoral hardbunn	2. Littoral community
3. Marin overvåking	3. Marine monitoring
4. Aluminiumsverk	4. Aluminium smelter



Tone Kroglund
Prosjektleder



Kari Nygaard
Forskningsleder
ISBN 82-577-4517-0



Jens Skei
Forskningsdirektør

**Overvåking av sjøområdet utenfor Elkem
Aluminium, Lista**

PAH i strandsnegl og strandsonundersøkelser
2002-2003

Forord

Den foreliggende rapporten er utført av NIVA på oppdrag fra Elkem Aluminium ANS Lista. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Svein Harry Samuelsen.

Rapporten er en oppfølging av flere tidligere undersøkelser rundt miljøforholdene i Husebybukta, som er resipienten til Elkem Aluminium ANS Lista. Tone Kroglund har vært prosjektleder og har gjennomført strandsoneundersøkelsene (registrering av alger og dyr på grunt vann). Feltinnsamlinger av snegl er foretatt av Kjell Tønnesen og Alfred Nilsen (Elkem Aluminium ANS Lista). De to har også bistått under strandsoneregistreringene og begge takkes for velvillig og god hjelp. Strandsneglene ble opparbeidet av Mette C. Lie og analysert på NIVAs laboratorium i Oslo.

Grimstad, 13. mai, 2004

Tone Kroglund

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn for undersøkelsene	7
1.2 Forurensningstilførsler	7
1.3 Tidligere undersøkelser	8
2. PAH i strandsnegl	9
2.1 Metodikk	9
2.2 Resultater	10
2.2.1 Dagens nivå	10
2.2.2 Tidsutvikling og årsvariasjon	12
3. Undersøkelser i strandsonen	15
3.1 Generelt om undersøkelsen	15
3.2 Metoder og stasjonsvalg	15
3.2.1 Feltinnsamling	15
3.2.2 Stasjonsvalg	15
3.2.3 Tallbehandling	16
3.3 Resultater	18
3.3.1 Beskrivelse av de enkelte stasjonene	18
3.3.2 Artssammensetning 2002-2003	20
3.3.3 Utviklingen 1980-2003	23
4. Referanser	26
Vedlegg A. Analyseresultater- PAH	27
Vedlegg B. Strandsonendata	32

Sammendrag

Den foreliggende undersøkelsen ble gjennomført for å gi en oppdatering av tilstanden i sjøresipienten til Elkem Aluminium ANS Lista og eventuelt dokumentere endringer fra tidligere undersøkelser.

Rapporten omfatter:

- Analyse av PAH i strandsnegl (*Littorina littorea*) innsamlet fra Ytre Tjuvholmen og Haugestranda i Husebybukta (bedriftens nærområde) samt referansestasjonene Havik (3 km fra utslippet) og Litlerauna (10 km fra utslippet) i juli, august, oktober og november 2003.
- Undersøkelse av marine alger og dyr på grunt vann på fire stasjoner i Husebybukta (Indre Tjuvholmen, Ytre Tjuvholmen, Storskjær og Haugestranda) i 2002 og 2003.

PAH i strandsnegl

Resultatene viser at PAH-innholdet i strandsnegl fra Ytre Tjuvholmen har blitt redusert siste året. PAH-innholdet var svært høyt på slutten av 1980-tallet, men ble kraftig redusert og har holdt seg på et jevnt nivå siden 1996. Årets resultater viser at nivået i 2003 var noe lavere enn i 1999-2002. Nivåene i strandsnegl fra Haugestranda har vært på samme nivå siden 1999, med unntak av en høy snittverdi i 2000. Det var ingen større endring i snittverdien fra 1999-2002 ved Haugestranda.

PAH-innholdet ved Tjuvholmen og Haugestranda i bedriftens nærområde må fremdeles karakteriseres som høyt. Den høyeste verdien ble målt ved Haugestranda i november. Nivået ved Haugestranda klassifiseres som *meget sterkt forurenset* av PAH etter SFTs klassifiseringssystem (tilstandsklasse V). Ved Ytre Tjuvholmen var verdiene noe lavere, men de potensielt kreftfremkallende komponentene var fremdeles *sterkt – meget sterkt forurenset* (tilstandsklasse IV og V).

De to referansestasjonene (Havik og Litlerauna) hadde som forventet et betydelig lavere PAH-innhold enn stasjonene i Husebybukta, og var stort sett på bakgrunnsnivå (tilstandsklasse I-II). Unntaket var målingen fra Havik i november som var i tilstandsklasse III.

Sammenligning av PAH-profiler (fordeling av enkeltkomponenter) tyder på at alle de målte PAH-konsentrasjonene stammer fra samme kilde.

Organismesamfunn i strandsonen

Resultatene av strandsoneundersøkelsen i 2002 og 2003 viser at det har vært en positiv utvikling ved Haugestranda med økning i diversitet og antall arter siden 1995 og 1999. Det har ikke vært tilsvarende økning ved de andre stasjonene. Sammenligner man artstall og diversitet lenger tilbake i tid (fra 1980), har det vært en økning ved alle stasjonene.

Både Indre Tjuvholmen og Haugestranda hadde en høyere prosentandel rødalger og brunalger og mindre andel forurensningstolerante grønnalger enn ved tidligere undersøkelser. Resultatene viser at opportunistiske arter som tarmgrønske (*Enteromorpha spp.*), havsalat (*Ulva lactuca*) og brunslie (*Ectocarpales* indet.) har blitt mindre vanlige på disse to stasjonene, mens sagtang (*Fucus serratus*) og tare (*Laminaria digitata*) har blitt mer vanlig (kun Indre Tjuvholmen). Dette tyder på en positiv utvikling. Ved Storskjær har det blitt mindre mengder blågrønnalger, mens blåskjell og albusnegl nå har etablert seg. Albusnegl var vanlig på stasjonen i perioden 1970-1974, men ble ikke registrert i årene fra 1978 til 1995. Alle disse endringene tyder på en svak, men positiv utvikling av plante- og dyresamfunnet på grunt vann.

En sammenligning av dagens tilstand mellom de fire stasjonene viser at de rikeste algesamfunnene ble registrert på Ytre Tjuvholmen og Haugestranda. Stasjonen på Storskjær kom betydelig dårligere ut med lavt artsantall, lav diversitet og høy dominansindeks. Fordelingen mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger på de fire stasjonene var stort sett normal, men det var noe høy andel grønnalger ved Storskjær og Haugestranda. Forskjellen mellom de fire stasjonene kan i stor grad tilskrives ulik grad av eksponering og substratforhold, og er i samsvar med hva som er registrert tidligere år.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for undersøkelsene

Avløpsvann fra Elkem Aluminium ANS Lista inneholder bl.a. polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Avløpsvannet har fra oppstarten av bedriften i 1971 og fram til 1995 blitt ført ut i strandkanten i Husebybukta, nærmere bestemt ved Storskjær. I desember 1995 ble utslippsledningen forlenget noe slik at utslippet i dag blir ført ca. 60 meter ut fra Storskjær i sørvestlig retning (2-3 meters dyp).

Utslippene av PAH har de siste årene vært anslagsvis 1.6 – 2.5 tonn pr år.

Elkem Aluminium ANS Lista er pålagt av SFT (Statens forurensningstilsyn) å overvåke resipienten. Denne undersøkelsen er et ledd i denne overvåkingen og en oppfølging av tidligere undersøkelser. Undersøkelsen har hatt som formål å:

- *Gi en oppdatering av tilstanden i området*
- *Sammenligne resultatene med tidligere undersøkelser for å dokumentere eventuelle endringer som følge av utslippsreduksjoner.*

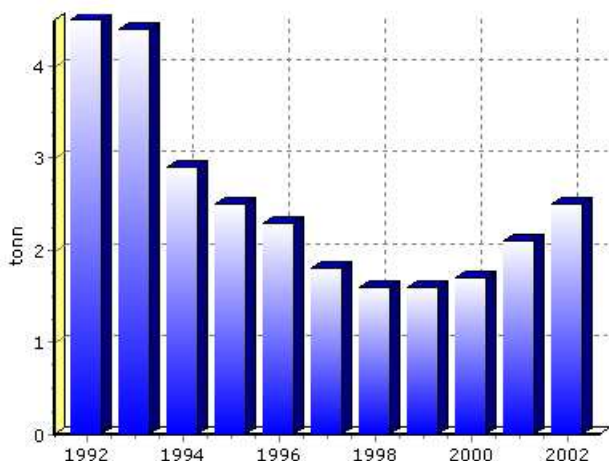
1.2 Forurensningstilførsler

Avløpsvann fra Elkem Aluminium ANS Lista inneholder flere forurensende stoffer, hvorav polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) er det viktigste. **Tabell 1** viser en oversikt over hvilke stoffer og mengder som finnes i avløpsvannet.

Utslippstall for PAH fra 1992 til 2002 er vist i **Figur 1**. Utslippene av PAH er i det siste 10-året blitt betydelig redusert gjennom installering av nytt utstyr, ombygginger og prosessforbedringer. Fra 1992 til 1998 ble utslippene redusert fra 4.5 tonn til 1.6 tonn. I 2001 og 2002 økte utslippene noe, til 2-2.5 tonn, men var i 2003 tilbake på 1.6 tonn (oppl. fra bedriften).

Tabell 1. Årlige utslipp til vann i 2002 (hentet fra SFT bedriftsspesifikk informasjon)

Stoff	Årlig utslipp
Arsen (As)	0,01 kg
Kadmium (Cd)	0,02 kg
Cyanid fri (Cr-fri)	438 kg
Krom totalt (Cr-tot)	0,18 kg
Kobber (Cu)	0,18 kg
Fluorider (F)	179 tonn
Nikkel (Ni)	0,18 kg
Polysykliske arom. hydrocarb.(PAH)	2,5 tonn
Bly (Pb)	0,07 kg
Suspendert stoff (SS)	183 tonn
Vanadium (V)	0,18 kg
Sink (Zn)	0,28 kg



Figur 1. Årlige utslipp av PAH fra Elkem Aluminium Lista ANS (hentet fra SFT bedriftsspesifikk informasjon - www.sft.no/bmi/).

1.3 Tidligere undersøkelser

Det foreligger mange kontrollundersøkelser av Husebybukta fra bedriftens oppstart i 1971 og frem til i dag. Det ble også foretatt en undersøkelse i 1970, året før bedriftens oppstart. I starten inngikk kun organismesamfunn i strandsonen i kontrollundersøkelsene.

Strandsoneundersøkelser 1970-1999

I perioden 1970 - 1974 og 1979 - 1990 ble det gjennomført årlige kontrollundersøkelser av organismesamfunnet i strandsonen (Knutzen og Rueness 1972, Knutzen 1973, Knutzen og Arnesen 1975, Knutzen 1979, 1981, 1983, 1985, 1987a, b, 1989, 1991). Opprinnelig ble innsamlingen av alger og dyr foretatt med skrape fra land, men fra og med 1980 ble snorkeldykking benyttet. Etter 1990 ble undersøkelsesfrekvensen redusert slik at det nå er flere års opphold mellom undersøkelsene. De siste undersøkelse ble gjennomført i 1995 (Jacobsen 1996) og 1999 (Kroglund 2000).

PAH i albusnegl og strandsnegl 1978-2003

Fra 1978-1985 ble analyser av PAH i albusnegl (*Patella vulgata*) inkludert i de årlige kontrollundersøkelsene av resipienten. Etter 1985 ble albusnegl erstattet av strandsnegl (*Littorina littorea*) som indikatororganisme på grunn av stadig minkende forekomst av albusnegl på stasjonene. Sneglene ble samlet inn en gang i året (september) fra tre faste stasjoner med ulik avstand til utslippet (Ytre Tjuvholmen, Havik og Litlerauna).

I 1995 ble prøvetakingsfrekvensen økt til tre ganger per år (juni, august og november). I tillegg til de tre stasjonene som var prøvetatt tidligere, ble en stasjon ved Haugestranda i Husebybukta inkludert i analysene.

I årene 1996, 1997 og 1998 ble det foretatt PAH-analyser i strandsnegl gjennom hele året fra stasjonen på Ytre Tjuvholmen. Undersøkelsen i 1996 omfattet 5 analyser og undersøkelsene i 1997 og 1998 omfattet 10 analyser fordelt gjennom hele året. Resultatene er kun rapportert i brev form til Elkem Aluminium Lista.

F.o.m. 1999 har det vært 4 årlige prøvetakinger av PAH i strandsnegl (juni, august, oktober og november) på de fire etablerte stasjonene Ytre Tjuvholmen, Haugestranda, Havik og Litlerauna. Resultatene fra 1999 ble rapportert i 2000 (Kroglund 2000) og resultatene fra 2000 og 2001 ble rapportert i 2002 (Moy & Kroglund 2002).

Andre analyser

Fluorid ble målt i tang/tare fra 1978 til 1990 (*Fucus serratus*, *Ascophyllum nodosum* og *Laminaria digitata*) og det foreligger også enkelte analyser av fluorid i rødalgene vorteflik (*Mastocarpus stellatus*) og krasing (*Corallina officinalis*) samt i albusnegl (*Patella vulgata*).

Det foreligger også enkelte analyser av PAH i blåskjell (1986, 1989, 1995), krabber (1988) og sediment (1995) (Jacobsen et al. 1996).

2. PAH i strandsnegl

2.1 Metodikk

Det ble foretatt analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i strandsnegl (*Littorina littorea*) fra fire stasjoner med forskjellig avstand fra utslippet til Lista Aluminium ANS. Ytre Tjuvholmen (stasjon 1) og Haugestranda (stasjon 2) ligger i Husebybukta der avløpsvannet har sitt utløp. Referansestasjonene Havik (stasjon 3) og Litlerauna (stasjon 4) ligger hhv. 3 km og 10 km fra utslippsstedet. Oversikt over innsamlings- og analyseprogrammet er gitt i **Tabell 2** og stasjonsplasseringen er gitt i **Figur 2**.

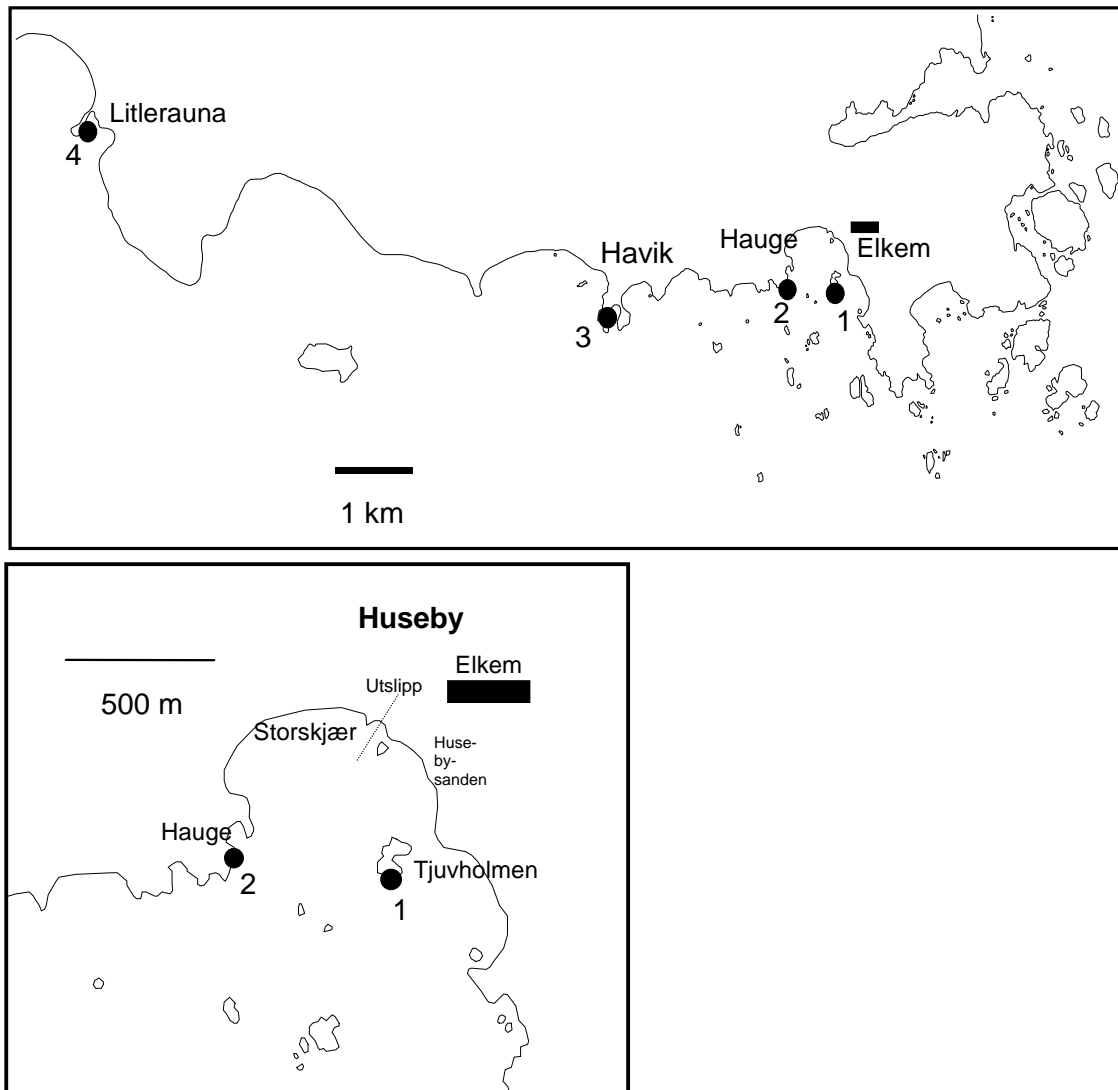
Strandsnegl ble samlet inn i juli, august, oktober og november 2003. Ved hver feltinnsamling ble 50 snegl samlet fra hver stasjon. Sneglene ble rensket for alle bløtdeler og blandprøve ble sendt til NIVAs laboratorium i Oslo i frossen tilstand for videre behandling og analysering. Analysemetodene er kort beskrevet i Vedleggstabell A4.

I resultatbehandlingen brukes betegnelsene sum PAH, KPAH og PAH₁₆. Førstnevnte refererer seg til summen av ulike forbindelser fra acenaftylen til benzo(ghi)perylene, se Vedleggstabell A3. KPAH betegner de potensielt kreftfremkallende PAH-forbindelsene i henhold til IARC (1987). PAH₁₆ er de 16 utvalgte forbindelsene i Norsk Standard.

Resultatene er vurdert etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann (Molvær et al. 1987). Med hensyn til den foretatte klassifisering av forurensningsgrad skal det bemerkes at det ikke er utarbeidet en egen klassifiseringstabell for strandsnegl. Klassifiseringen er basert på klassifiseringstabellen for blåskjell (sumPAH, KPAH, B(a)P). Ut fra eksisterende kunnskap er dette akseptabel anvendelse av tilstandsklassebegrepene.

Tabell 2. Oversikt over prøveinnsamling av strandsnegl for analyse av PAH i 2003.

Stasjoner	Avstand til utslipp	Innsamlingstidspunkt 2003
St. 1 Ytre Tjuvholmen	0,5 km	juni, august, oktober, november
St. 2 Haugestranda	0,75 km	juni, august, oktober, november
St. 3 Havik (ref.)	3 km	august, november
St. 4 Litlerauna (ref.)	10 km	august, november



Figur 2. Stasjoner for innsamling av strandsnegl (*Littorina littorea*) for analyse av PAH.

2.2 Resultater

2.2.1 Dagens nivå

Resultatene viser at strandsnegl fra bedriftens nærområde (Tjuvholmen og Haugestranda) hadde høye verdier av PAH og potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH og B(a)P). Den høyeste verdien ble målt ved Haugestranda i november 2003. Konsentrasjonen av sumPAH var 560 x over antatt bakgrunnsnivå.

Det er ikke utarbeidet egne tilstandsklasser for strandsnegl, men det antas at de kan sammenlignes med klassene for blåskjell (Næs *et al.* 1995). Grenseverdien for naturlig høyt bakgrunnsnivå av PAH i blåskjell er satt til 50 µg/kg v.v. (tilstandsklasse I) og er i overensstemmelse med hva som er målt i strandsnegl på referansestasjonen (st. 4 Litlerauna).

Snegl fra Haugestranda kan klassifiseres som meget sterkt forurenset av PAH, KPAH og B(a)P (tilstandsklasse V). Ved Ytre Tjuvholmen var verdiene for sumPAH noe lavere, men de potensielt kreftfremkallende komponentene var fremdeles i tilstandsklasse IV og V (**Tabell 3**).

Verdiene ved de to referansestasjonene Havik og Litlerauna var lave og stort sett på bakgrunnsnivå, med unntak av en verdi fra Havik i november som var i tilstandsklasse III. Tidligere år har også vist at en og annen analyse fra Havik kommer opp i tilstandsklasse II-III og viser at stasjonene er i utkanten av influensområdet.

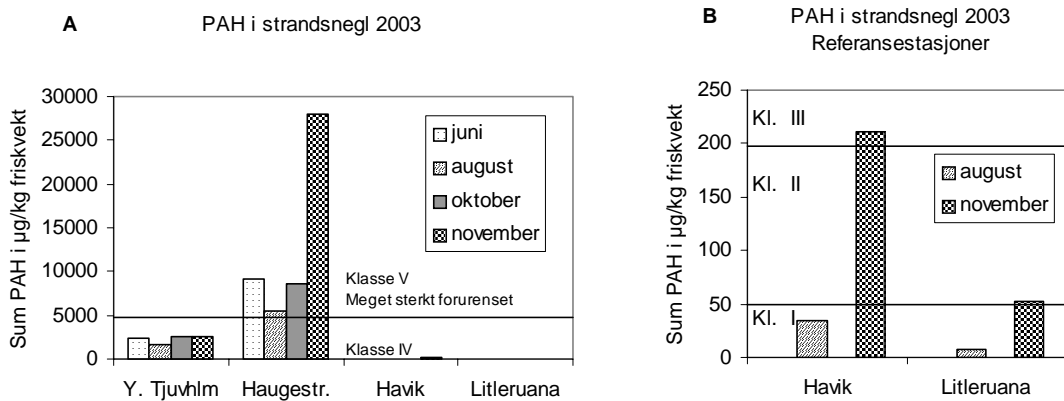
Som tidligere år var det tildels stor variasjon mellom prøvetakingene. Dette er særlig tydelig ved Haugestranda hvor de høyeste verdiene ble registrert i november (**Tabell 3, Figur 3**). Årsvariasjonen kan ha sin forklaring i biologiske forhold (gyting og vekstfase), men mønsteret er ikke like tydelig ved alle stasjonene så det er også andre faktorer som spiller inn. PAH-profiler av enkeltkomponentenes andel av totalsammensetningen viser samme mønster for alle fire innsamlingspunkter og tyder på at alt kommer fra samme kilde (**Figur 18** i vedlegg A).

Tabell 3. Innhold av PAH i strandsnegl fra fire stasjoner på Lista i 2003, oppgitt i µg PAH/kg. Tilstanden er vurdert etter SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1987). Det er ikke utarbeidet egne tilstandsklasser for PAH₁₆, så det er brukt samme grenseverdier som for sumPAH.

Stasjon	Avstand fra utslipp (km)	Innsamlet (mnd)	Sum PAH µg/kg f.v.	KPAH µg/kg f.v.	B(a)P µg/kg f.v.	PAH16 µg/kg f.v.
St. 1 Ytre Tjuvholm	0,5	6	2393	301	26	2255
		8	1569	185	11	1473
		10	2531	363	31	2339
		11	2631	354	35	2455
St. 2 Haugestranda	0,75	6	9159	596	29	8829
		8	5458	699	35	5186
		10	8507	724	44	8028
		11	27898	1818	170	26454
St. 3 Havik	3	8	35	2	0,5	33
		11	212	21	2,5	199
St. 4 Litlerauna	10	8	8	0	0,5	8
		11	52	3	0,5	48

Tilstandsklasser

- V - Meget sterkt forurenset
- IV - Sterkt forurenset
- III - Markert forurenset
- II - Moderat forurenset
- I - Ubetydelig-lite forurenset



Figur 3. Dagens nivå av PAH i strandsnegl ved Lista. Figuren viser enkeltverdier fra fire ulike stasjoner og fire prøvetakinger gjennom året. Verdiene er oppgitt som sum PAH i µg/kg friskvekt. A viser alle 4 stasjoner mens B viser kun referansestasjoner.

2.2.2 Tidsutvikling og årsvariasjon

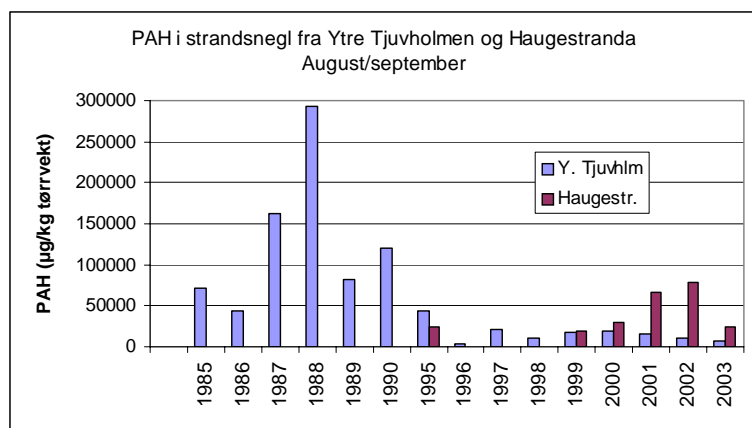
Tidsutvikling

Figur 4 viser utviklingen av PAH-innholdet i strandsnegl ved Ytre Tjuvholmen (st.1) og Haugestranda (St.2) i august/september i perioden 1985 til 2003. Fra 1985 til 1990 foreligger det kun data fra Ytre Tjuvholmen. PAH-innholdet ved Ytre Tjuvholmen var svært høyt på slutten av 1980-tallet, men har kommet ned på et betydelig lavere nivå etter 1995. Ved Haugestranda hadde PAH-nivåene i august en økning fra 1999-2002, men i 2003 var nivået lavere igjen (på nivå med 1999). Hovedtrekkene er i samsvar med utslippstallene (**Figur 1**), selv om det ikke er ikke mulig å gjøre en direkte sammenligning mellom årlig utslippsmengde og enkeltmålinger av PAH-nivå i strandsnegl. Opptak av PAH i snegl avhenger av både biologiske og hydrografiske forhold (vekstsesong/gytesesong/strømningsforhold).

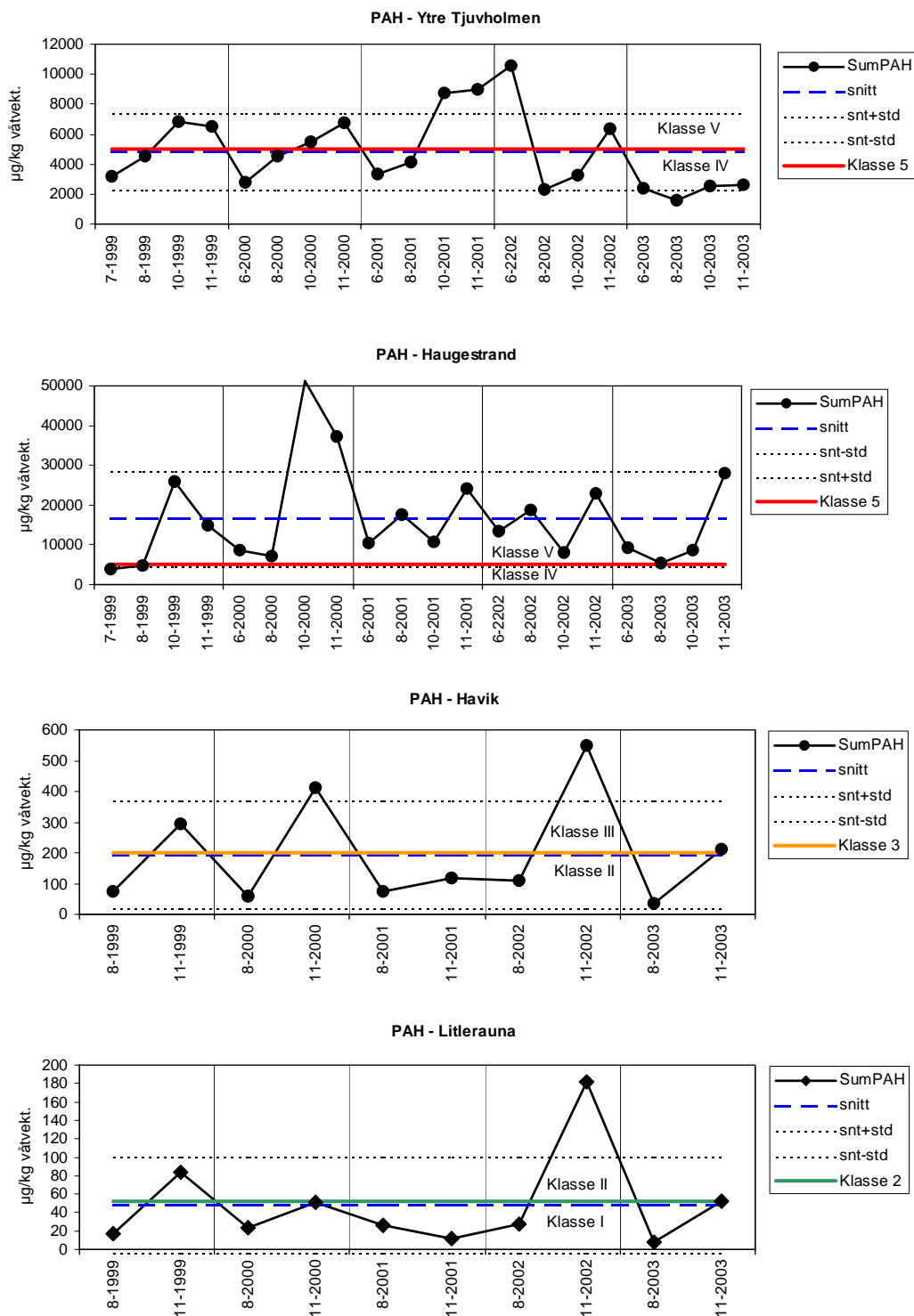
Både ved Ytre Tjuvholmen og Haugestranda har PAH-konsentrasjonene enkelte år variert signifikant gjennom året, med opptil 10x høyere konsentrasjoner om høsten (oktober – november) enn om sommeren (juni – august). **Figur 5** viser utviklingen ved alle fire stasjonene gjennom året i 1999-2003. Resultatene viser store variasjoner mellom målingene men at den høyeste verdien stort sett er målt i oktober eller november. Det har ikke vært like tydelig mønster alle år. Figuren viser også at snegl fra Ytre Tjuvholmen hadde et lavere innhold av PAH og mer jevne nivåer i 2003 enn i noen tidligere år.

På grunn av tildels store variasjoner gjennom året kan det være fordelaktig å også sammenligne snittverdier mellom årene (**Tabell 4** og **Figur 6**). Snittverdiene fra Ytre Tjuvholmen har stort sett vært på samme nivå etter 1996, men viste en nedgang fra 2002 til 2003. Snittverdiene fra Haugestranda har også vært på samme nivå siden 1999, med unntak av en høy snittverdi i 2000.

I vedlegg (**Figur 19**) er det vist PAH-profiler av ulike årsgjennomsnitt (som enkeltkomponentenes andel av totalsammensetningen). Profilene og utviklingen fra 1999 til 2003 er innbyrdes svært lik for de to stasjonene i influensområdet (Ytre Tjuvholmen og Haugestranda), men de skiller seg noe ut fra profilene fra de to referansestasjonene (Havik og Litlrauna). Resultatene tyder imidlertid på at PAH-innholdet i strandsnegl i hele det analyserte materialet har samme kilde.



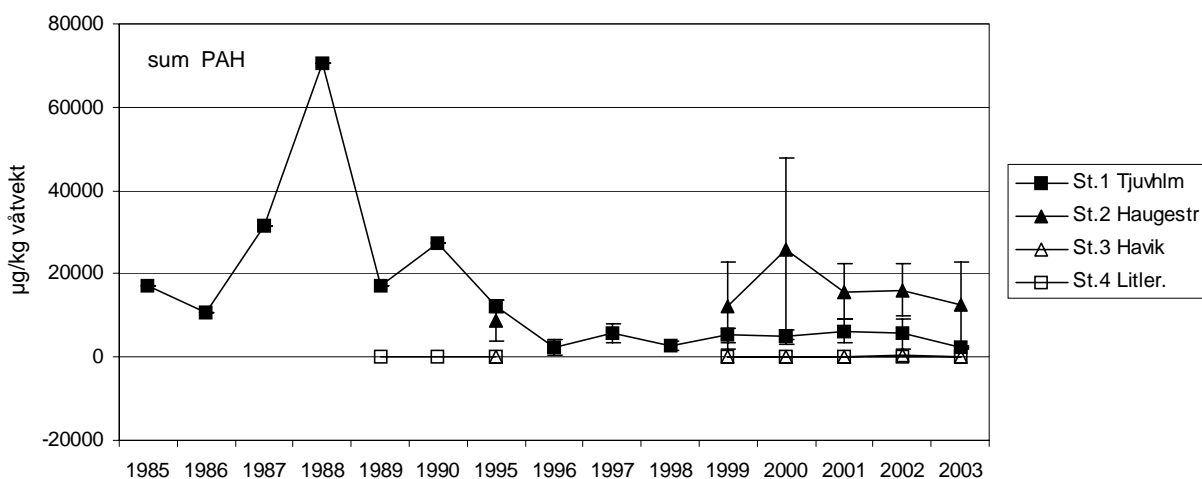
Figur 4. Innholdet av PAH i strandsnegl ved Ytre Tjuvholmen og Haugestranda siden 1985.



Figur 5. Utvikling i PAH-innholdet i strandsnegl fra Lista. Grafene viser målt konsentrasjon av sumPAH gjennom året fra 1999-2003 ved de fire stasjonene. Grensene for SFT tilstandsklasser er vist som farget linje (fargen er i hht. tilstandsklasse). Stiplede blå linjer viser snittverdier for hele perioden (1999 – 2003) for den enkelte stasjon. Stiplede sorte linjer viser standardavvik.

Tabell 4. Snittverdier (4 målinger), standardavvik og tilstandsklasse for PAH-innholdet i strandsnegl ved 4 stasjoner på Lista, 1999-2003.

	år	Indre Tjuvh			Haugestranda			Havik		Litlerauna			
		snitt	std avvik	kl.	snitt	std avvik		snitt	std avvik	snitt	std avvik	kl.	
sum PAH	1999	5272	1711	V	12345	10309	V	185	158	II	50	47	II
	2000	4870	1685	IV	26001	21752	V	235	252	III	37	20	I
	2001	6297	2989	V	15765	6503	V	96	30	II	19	10	I
	2002	5606	3732	V	16166	6298	V	329	312	III	105	109	II
	2003	2281	485	IV	12755	10223	V	123	125	II	30	31	I
KPAH	1999	1006	319	V	1982	1406	V	37	34	III	6	6	I
	2000	957	323	V	3532	3077	V	81	103	III	2	3	I
	2001	1245	528	V	3184	963	V	16	11	II	1	2	I
	2002	678	283	V	2794	1164	V	53	56	III	13	11	II
	2003	301	295	V	959	575	V	11	13	II	1	2	I
B(a)P	1999	84	39	V	107	73	V	2	2	II	0,5	0,0	I
	2000	82	37	V	263	263	V	6	7	III	0,5	0,0	I
	2001	100	52	V	234	111	V	1	1	II	0,0	0,0	I
	2002	46	28	V	184	138	V	6	7	III	1,3	0,8	II
	2003	41	29	V	70	67	V	1	1	II	0,5	0,0	I



Figur 6. Årsgjennomsnitt og standardavvik av PAH-innhold i strandsnegl fra fire stasjoner på Lista siden 1995 (ikke alle stasjoner er prøvetatt alle år). Merk at stasjon 3 og 4 med valgte skala ligger på 0-aksen.

3. Undersøkelser i strandsonen

3.1 Generelt om undersøkelsen

”Undersøkelser i strandsonen” omfatter registrering av fastsittende alger og fastsittende og lite mobile fjæredyr på fjell og stein. Undersøkelsen dekker gruntvannsområdene i 0-1(2) meters dyp. Plante- og dyresamfunnets artssammensetning er blant annet påvirket av naturlige faktorer som eksponeringsgrad, type underlag, ferskvannspåvirkning, geografisk beliggenhet og sesong. I tillegg har eventuelle forurensninger (næringssalter, partikler) betydning for gruntvannssamfunnets sammensetning og tilstand. Ved å se på antall arter, diversitet (mangfold) og forholdet mellom ulike organismegrupper, kan man få indikasjoner på tilstanden i et område. Det er imidlertid viktig å ta hensyn til overnevnte naturlige faktorer i tolkingen av dataene. Strandsonundersøkelser er ofte benyttet metode ved tilstandsbeskrivelser i forhold til overkonsentrasjoner av næringssalter, mens effektene av miljøgifter er lite kjent. Undersøkelsen gir likevel en god indikasjon på den generelle tilstanden i influensområdet.

3.2 Metoder og stasjonsvalg

3.2.1 Feltinnsamling

Organismesamfunnet i strandsonen (0 - 1 meter) ble undersøkt ved å registrere alle makroskopiske alger (større enn 1 mm) og de vanligste makroskopiske dyrene i et horisontalt belte langs stranden ved fridykking. Registreringen var kvalitativ og dels kvantitativ ved at artenes forekomst ble angitt etter en subjektiv skala:

- 4 = dominerende
- 3 = vanlig
- 2 = spredt
- 1 = enkeltfunn.

Arter som var vanskelig å identifisere i felt ble samlet inn og senere undersøkt i mikroskop.

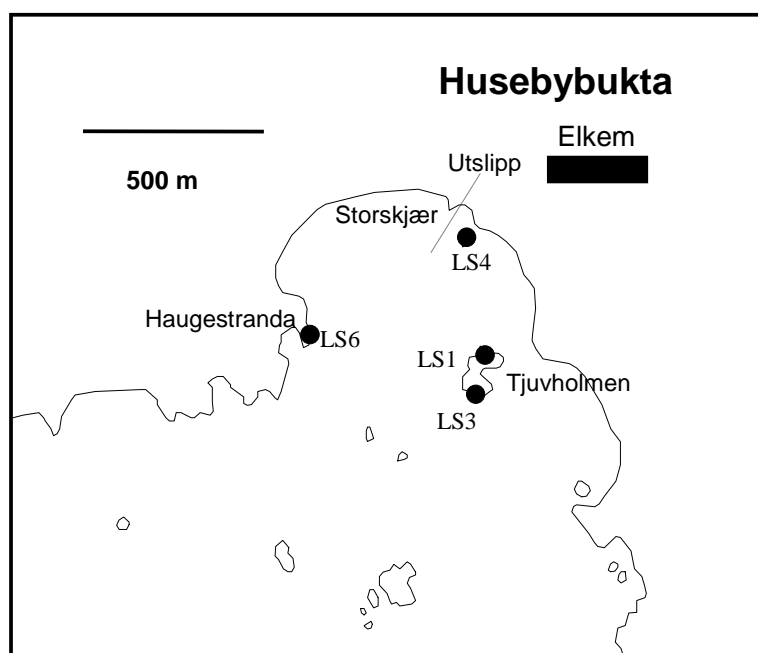
Undersøkelsen ble gjennomført 12. september 2002 og 7. oktober 2003. Det var svært gode registreringsforhold i 2002 med vindstille, sol og god sikt i vannet, mens det i 2003 var såpass vanskelige registreringsforhold at to av stasjonene ikke lot seg registrere. På de to øvrige stasjonene ble de vanligste og største artene registrert, men store dønninger og svært dårlig sikt i vannet gjorde at mindre arter stort sett ikke ble registrert. I vurdering av resultatene er det hovedsakelig lagt vekt på registreringene fra 2002.

3.2.2 Stasjonsvalg

Undersøkelsene ble gjennomført på de fire faste stasjonene med ulik avstand til utslippsstedet (**Tabell 5**). Stasjonene har også noe ulik bølgeeksponering og himmelretning. Ytre Tjuvholmen er den mest eksponerte stasjonen og Indre Tjuvholmen er den minst eksponerte for bølgeslag. Alle stasjonene er undersøkt også i tidligere undersøkelser. Stasjonsplasseringen er vist i **Figur 7**.

Tabell 5. Undersøkte stasjoner i Husebybukta på Lista, september 2002 og oktober 2003.

	Nordlig koordinat	Østlig koordinat	Avstand til tidl. utslippssted
St. 1 Indre Tjuvholmen	58°04.04	6°46.53	ca. 300 m
St. 3 Ytre Tjuvholmen	58°03.97	6°46.50	ca. 500 m
St. 4 Storskjær	58°04.26	6°46.43	ca. 100 m
St. 6 Haugestranda	58°04.53	6°46.02	ca. 650 m

**Figur 7.** Husebybukta. Stasjoner for undersøkelser av planter og dyr på grunt vann. Stasjonsplasseringen er lik de foregående år.

3.2.3 Tallbehandling

De semi-kvantitative undersøkelsene danner basis for å beregne parametere som karakteriserer organismesamfunnet som diversitet, dominans og fordeling mellom ulike algegrupper. Før måling av de ulike samfunnsparametrene er enkelte arter slått sammen til en gruppe. Det gjelder bl.a. innenfor slektene *Cladophora* (unntak: *C. rupestris*), *Enteromorpha*, *Lithothamnion/Phymatolithon*, *Ectocapus/Pilayella* og enkelte *Ceramium*-arter.

Diversitet (H')

For å beregne diversiteten (= mangfold) ble det brukt en modifisert Shannon-Wiener indeks (H') (Shannon & Weaver 1963). Indeksen øker med økende antall arter og når individene er jevnt fordelt mellom artene. Lave verdier markerer dårlige forhold mens høye verdier markerer normale til gode

forhold. Shannon-Wiener indeks er basert på antall (n), men her er den brukt på mengde. Indeksen er gitt ved formelen:

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

hvor n_i er mengdeverdien (forekomstangivelsen) av art i , N er summen av mengdeverdiene for alle artene og s er antall arter.

Dominansindeks (I).

Denne indeksen er foreslått av Shaw et al. (1983) for å gi et enkelt tall som reflekterer dominansforholdet i et samfunn. Deres definisjon er "I er dominansen av den vanligste arten i prosent av hele prøven." Høye indeksverdier indikerer et samfunn dominert av én eller få arter.

Forholdet mellom antall rød-, brun og grønnalger

På bakgrunn av flere undersøkelser fra norske fjorder og den svenske vestkyst, er det utarbeidet en fordelingsnøkkel for forholdet mellom antall rødalger (R), brunalger (B) og grønnalger (G) i uforurensede fjorder og kyststrøk. "Normalintervallene" er satt til R:B:G = 45%±10% : 35%±10% : 15%±5% (Bøkn 1978). Forholdet mellom de tre algeklassene endres med miljøforholdene, både naturlige faktorer (f.eks. ferskvannspåvirkning) og ulike typer forurensninger (primært overgjødning).

Sammenligning med tidligere undersøkelser

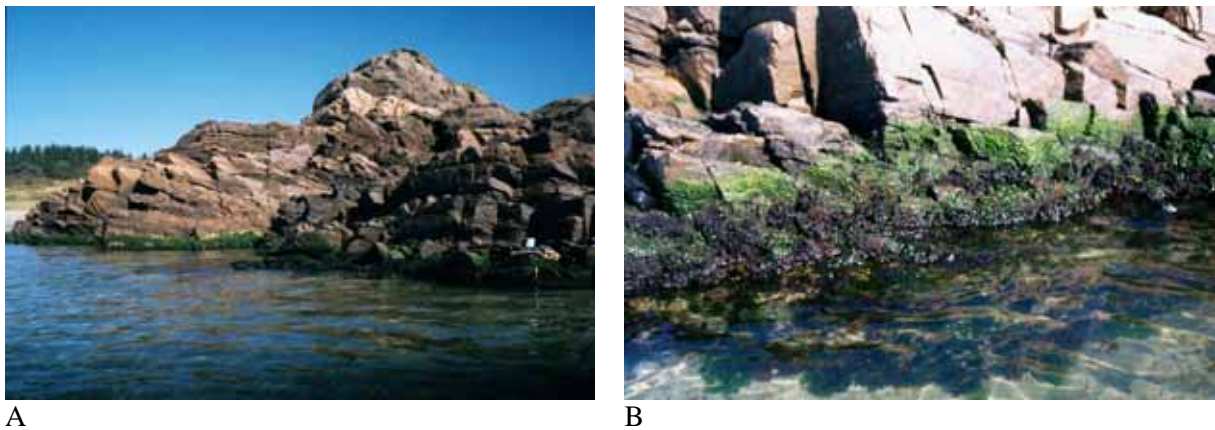
Undersøkelsene fra 1970-1980 ble gjennomført med andre registreringsmetoder (skrape fra land) og data fra disse undersøkelsene er derfor utelatt. Registreringene etter 1980 er gjennomført med standard strandsoneregistrering (snorkeldykking) og gir et godt grunnlag for sammenligning med dagens undersøkelse. Det er kun to personer som har gjennomført feltregistreringene i Husebybukta. Jon Knutzen gjennomførte undersøkelsene fra starten og frem til og med 1990. Etter 1990 har Tone Kroglund (Jacobsen) foretatt feltregistreringene.

3.3 Resultater

3.3.1 Beskrivelse av de enkelte stasjonene

Storskjær (stasjon 4)

Storskjær ligger nær det tidligere utslippsstedet til Elkem Aluminium ANS Lista på Husebysanden. Skjæret er omgitt av sandbunn på alle kanter, og vanndybden er kun ca. 1 meter ved stasjonen på sydsiden av skjæret. Antall arter registrert ved stasjonen var lavt og store deler av fjellet var uten vegetasjon. Vegetasjonen var preget av forurensningsindikatorerne tarmgrønske (*Enteromorpha* spp.) og havsalat (*Ulva lactuca*) som vokste i tette forekomster. Vorteflik (*Mastocarpus stellatus*), vanlig rekeklo (*Ceramium rubrum*), blåskjell (*Mytilus edulis*) og albuesnegl (*Patella vulgata*) var vanlige på stasjonen. I 1999 ble blåskjell og albuesnegl registrert for første gang på denne stasjonen siden hhv. 1982 og 1974, og de ser nå ut til å ha etablert seg bra. Det ble ikke gjennomført registrering på stasjonen i 2003 pga for mye bølgeslag.



Figur 8. Bilder fra stasjonen på Storskjær, 2002. Bildet til venstre viser ytre del av øya hvor registreringene ble gjort. Bildet til høyre viser tette bestander av tarmgrønske, havsalat og vorteflik.

Indre Tjuvholmen (stasjon 1)

Stasjonen ligger på nordsiden av Indre Tjuvholmen og vender mot Husebysanden og det tidligere utslippspunktet. Stasjonen hadde et større utvalg av arter i strandsonen enn Storskjær (**Tabell 6**). Øverst i vegetasjonssonen dannet tarmgrønske og havsalat et tett, grønt belte. Nedenfor grønnalgebeltet var sagtang (*Fucus serratus*), fingertare (*Laminaria digitata*) og rekeklo (*Ceramium rubrum*) dominerende (**Figur 9a**). Rekekloen vokste både som epifytt på tang og taren og direkte på fjellet. Vanlige arter på bunnen innimellom tang og tareplantene var rekeklo (*Ceramium rubrum*), krusflik (*Chondrus crispus*), små eksemplarer av krusblekke (*Phyllophora pseudoceranoides*) og sjøris (*Ahnfeltia plicata*) (**Figur 9b**). Det ble kun foretatt en enkel registrering av de største artene i 2003 på grunn av svært dårlig sikt i vannet og kraftig drag i sjøen som gjorde registreringen vanskelig.



A



B

Figur 9. Bilder fra stasjonen på Indre Tjuvholmen, 2002. **Bilde A** viser et tett belte av tarmgrønske/havsalat i øvre del av fjæra og blæretang/sagtang/fingertare på litt dypere vann. **Bilde B** viser typisk undervegetasjon på fjellet.

Ytre Tjuvholmen (stasjon 3)

Stasjonen er plassert på sydsiden av Ytre Tjuvholmen og er eksponert for bølgeslag. Det ble registrert rike tang- og tareforekomster ved stasjonen, spesielt av sagtang (*Fucus serratus*) og fingertare (*Laminaria digitata*). Andre tangarter som vokste på stasjonen var blæretang (*Fucus vesiculosus*) og skolmetang (*Halidryx siliquosa*). Vanlige arter i undervegetasjonen var krasing (*Corallina officinalis*), rugl (*Corallinaceae*), fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*), vorteflik (*Mastocarpus stellatus*) vanlig grønnndusk (*Cladophora rupestris*), tarmgrønske (*Enteromorpha* spp) og mosdyr. Stasjonen gav inntrykk av friske forhold, men taren var noe redusert i forhold til tidligere år. Også andre steder langs kysten har taren blitt redusert eller har forsvunnet de par siste årene og dette er trolig en del av en større prosess og ikke lokale forhold knyttet til utslippet. Det ble ikke registrert albusnegl i 2002. I 2003 var det for kraftig bølgeslag på stasjonen til at registreringer kunne foretas.



A



B

Figur 10. Bilder fra stasjonen på Ytre Tjuvholmen, 2002. Bildet til venstre viser undervegetasjonen under tang og tare med vorteflik (rødalge) og vanlig grønnndusk som de vanligste artene. Bildet til høyre viser tarevegetasjonen.

Haugestranda (stasjon 6)

Stasjonen ligger på motsatt side av utslippet i Husebybukta, på utsiden av en steinmolo. Stasjonen var dominert av sagtang (*Fucus serratus*) og fingertare (*Laminaria digitata*) samt mange små arter som

vokste innimellom disse to strukturerende artene. De mest vanlige av disse småvokste algene var krusflik (*Chondrus crispus*), rugl (*Corallinaceae*), rekeklo (*Ceramium rubrum*) og havsalat (*Ulva lactuca*).

Det var svært mye sedimentasjon på fjell og taren i 2002. Dette la seg som et grått belegg på alle overflater og ble virvlet opp ved kontakt. I 2003 var det mye bølgeslag på stasjonen og ingen synlig sedimentert materiale. Sikten var imidlertid svært dårlig, trolig på grunn av oppvirvling av det sedimenterte materialet.



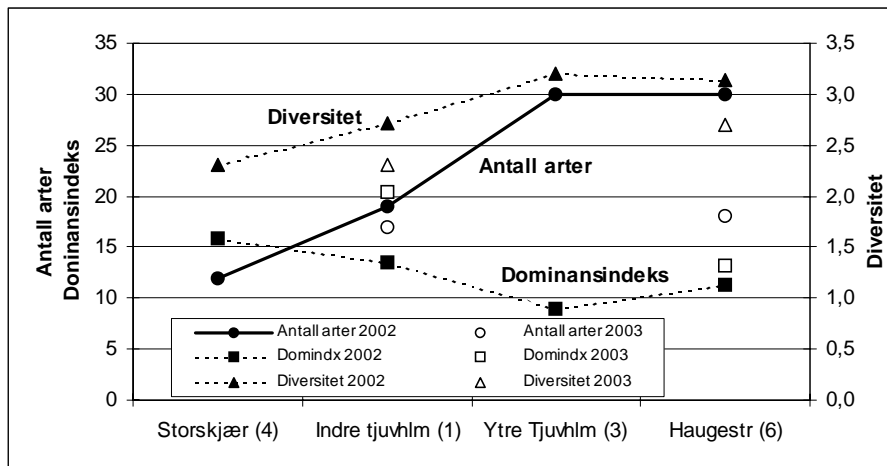
Figur 11. Bilder fra stasjonen på Haugestranda 2002. Bildet til venstre viser fingertare med undervegetasjon av bl.a. krusflik og havsalat samt mye sedimentasjon av partikler. Bildet til høyre viser tett tarevegetasjon med påvekst av ulike rødalger.

3.3.2 Artssammensetning 2002-2003

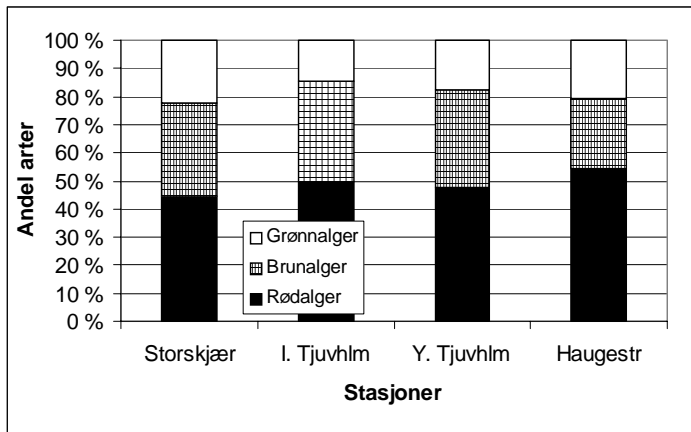
En sammenstilling av de vanligste artene som ble registrert i Husebybukta i 2002 og 2003 er vist i **Tabell 6**. Fullstendig artsliste er gitt i Vedleggstabell B1. Antall arter, diversitet, dominans og fordeling mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger er vist i **Figur 12** og **Figur 13**.

Til sammen ble det registrert 53 arter i 2002-2003, hvorav 38 makroalger og 13 fjæredyr. Antall arter var størst på Ytre Tjuvholmen (stasjon 3) og Haugestranda (st. 6), og lavest ved Storskjær (st. 4). Diversitet og dominansindekser viser likeledes at de rikeste algesamfunnene var på Ytre Tjuvholmen og Haugestranda, mens Storskjær kom betydelig dårligere ut med lavt artsantall og diversitet og høy dominansindeks (**Figur 12**). Fordelingen mellom gruppene rødalger, brunalger og grønnalger på de fire stasjonene var stort sett normal, men med noe høy andel grønnalger ved Storskjær og Haugestranda (**Figur 13**). Resultatene understreker de visuelle inntrykkene av stasjonene.

Forskjellen mellom de fire stasjonene kan i stor grad tilskrives ulik grad av eksponering og substratforhold. Eksempelvis har stasjonen på Storskjær kun et smalt belte hvor marine alger og dyr kan etableres, og det vil aldri kunne etableres større tangbelter eller tarebelte ved denne stasjonen. Stasjonen har i tillegg grunn sandbunn og er lokalt eksponert mot bølger, slik at sandskuring også kan være et viktig hinder for ny etablering av mange arter. Det viktigste i disse undersøkelsene er derfor å følge utviklingen på de ulike stasjonene (se neste kapittel) fremfor å sammenligne stasjonene mot hverandre.



Figur 12. Artsantall, diversitet og dominansindeks på 4 stasjoner i Husebybukta 2002 og 2003.



Figur 13. Fordeling mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger på 4 stasjoner i Husebybukta i 2002.

Tabell 6. Forekomst av utvalgte arter registrert i Husebybukta 12. september 2002 og 7.oktober2003. Tegnforklaringer: d = dominerende, v = vanlig, s = spredt, e = enkeltfunn.

	Storskjær LS4	I.Tjuvholm LS1	Y. Tjuvholm LS3	Haugestr. LS6
Rødalger				
<i>Ahnfeltia plicata</i>	e	s-v	s	s
<i>Ceramium rubrum</i>	v	v-d	v	v
<i>Chondrus crispus</i>		s-v		s-v
<i>Corallina officinalis</i>			s-v	s
Corallinaceae (<i>Phymatolithon</i>)			d	d
<i>Mastocarpus stellatus</i>	v	s	s-v	s
<i>Phyllophora pseudoceranooides</i>		s-v	e	s
<i>Porphyra umbilicalis</i>			v-d	s
Brunalger				
<i>Ectocarpales</i> indet.	s	s	s	e
<i>Fucus serratus</i>		d	v	v
<i>Fucus</i> sp.			v	s
<i>Fucus vesiculosus</i>		s	s	
<i>Halidrys siliquosa</i>			s	
<i>Laminaria digitata</i>	s	d	d	d
Grønnalger				
<i>Cladophora rupestris</i>		s	v	s
<i>Enteromorpha</i> spp.	v-d	v-d	s-v	v
<i>Ulva lactuca</i>	v-d	s-v	s	s-v
Fjæredyr				
<i>Electra pilosa</i>		s		s-v
<i>Halichondria panicea</i>			s	s
Hydroider på tang - <i>Dynamena</i>			s	s
<i>Littorina littorea</i>			s	s
<i>Littorina</i> sp.			s	s
<i>Membranipora membranacea</i>		s	s	v
<i>Mytilus edulis</i>	v			
<i>Patella vulgata</i>	s-v	s-v		

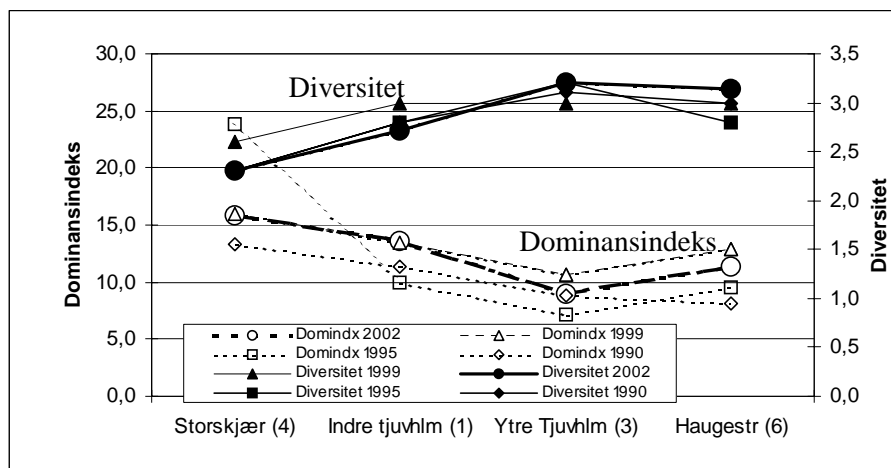
3.3.3 Utviklingen 1980-2003

Diversitet og dominansindeks for 1990, 1995, 1999 og 2002 ved de fire stasjonene i Husebybukta er vist i **Figur 14**. Figuren viser at forskjellen i diversitet og dominans er større mellom de ulike stasjonene enn mellom årene, og tyder på at algesamfunnet er stabilt.

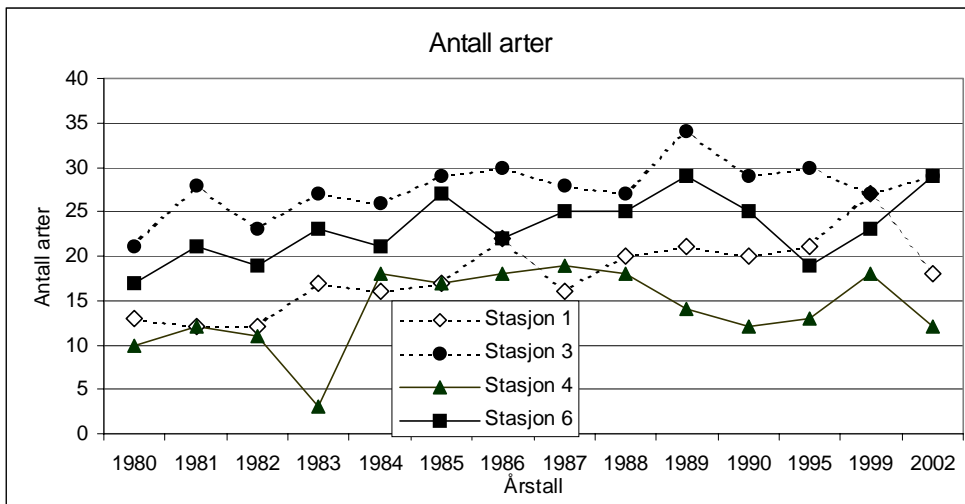
Det har vært en svak økning i diversitet og antall arter ved Haugestranda siden 1995, men det kan ikke spores en tilsvarende økning ved de andre stasjonene. Sammenligner man artstall og diversitet fra 1980 til i dag, har det vært en svak økning ved alle stasjonene. Endringene er imidlertid små og tilsier ikke at det har vært markerte endringer i miljøtilstanden (**Figur 15, Figur 16**).

Utviklingen i fordelingen mellom algegruppene er vist i **Figur 17**. Selv om det ikke er registrert større forskjeller i antall arter og diversitet, har det vært en klar positiv utvikling i fordeling mellom algegruppene, spesielt ved Indre Tjuvholmen og Haugestranda. Ved begge stasjonene har det blitt flere rødalger og brunalger og mindre forurensningstolerante grønnalger.

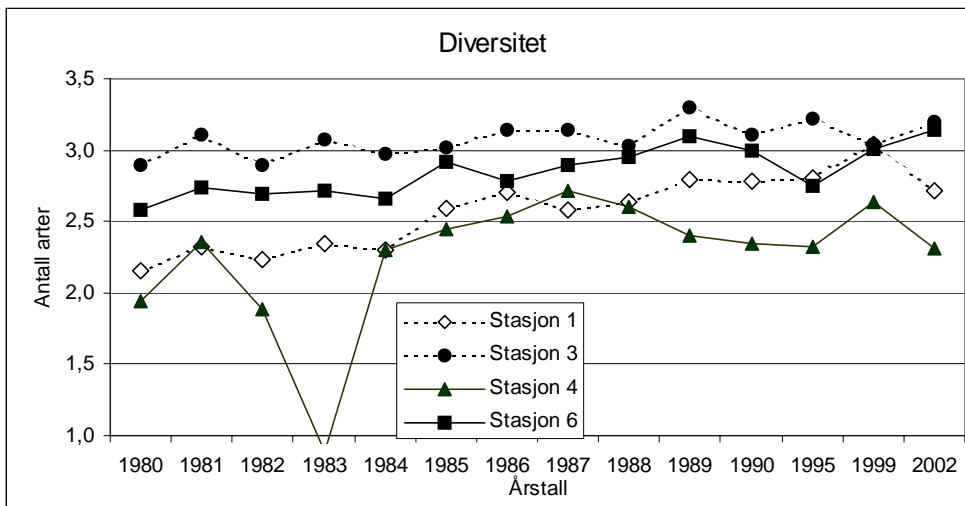
Går man ned på artsnivå har det også vært en positiv utvikling i artssammensetningen siden 1995. Ved Indre Tjuvholmen har det blitt registrert mindre av opportunistiske alger som tarmgrønske (*Enteromorpha spp*), havsalat (*Ulva lactuca*) og brunslie (*Ectocarpales* indet.) og større mengder av tare (*Laminaria digitata*) og sagtang (*Fucus serratus*). Ved Ytre Tjuvholmen er det blant annet registrert større dekning av skorpeformete rødalger enn tidligere. Også ved Haugestranda har utviklingen gått mot mindre mengder grønnalger (*Cladophora rupestris*), brunslie (*Ectocarpales* indet.) og blågrønnalger, ellers er det mindre endringer ved denne stasjonen. Ved stasjonen på Storskjær har det blitt mindre mengder blågrønnalger mens blåskjell og albusnegl har etablert seg. Albusnegl var vanlig på stasjonen i perioden 1970-1974, men ble ikke registrert i årene fra 1978 til 1995. Alle disse endringene tyder på en positiv utvikling av plante- og dyresamfunnet på grunt vann.



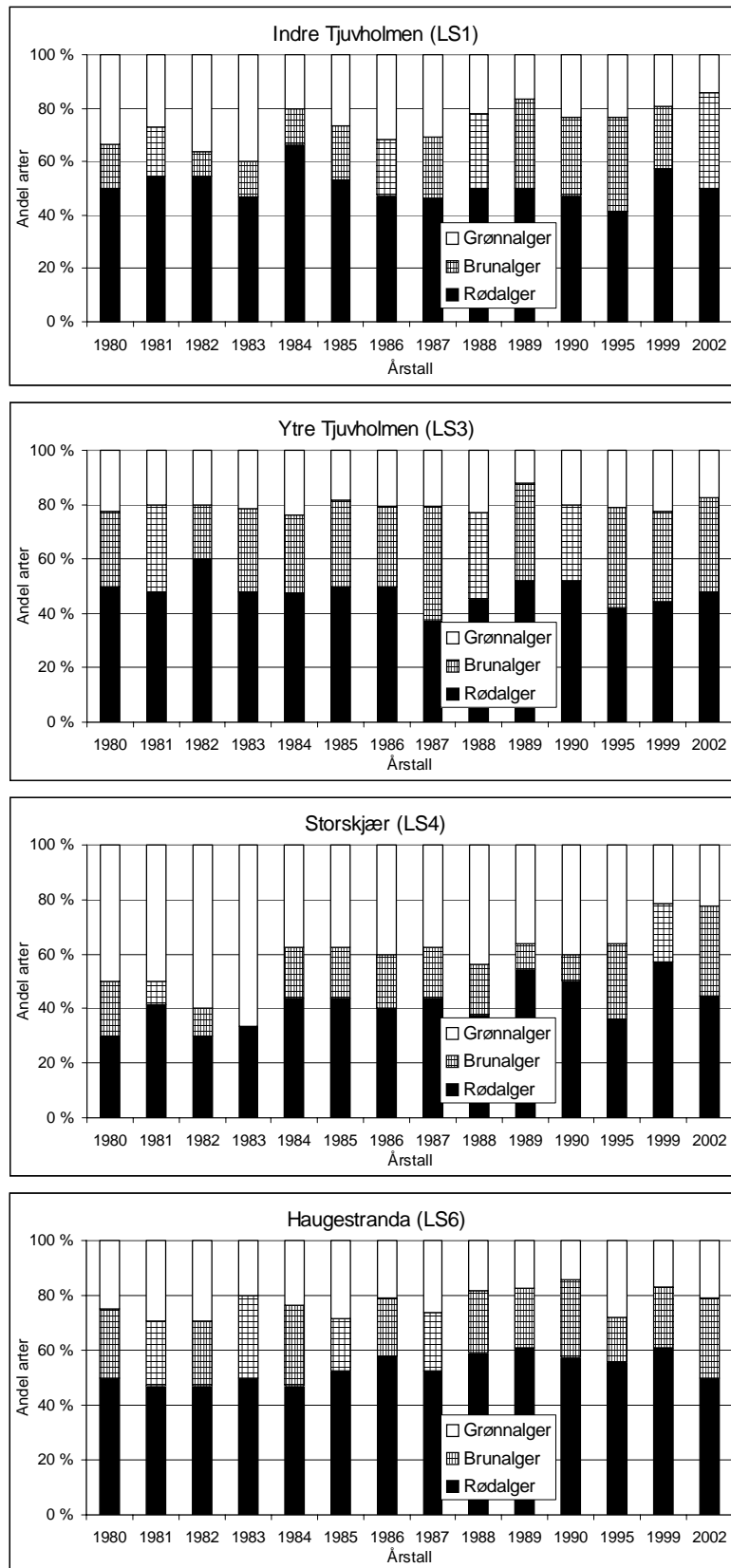
Figur 14. Diversitet og dominansindeks for fire stasjoner i Husebybukta i 1990, 1995, 1999 og 2002.



Figur 15. Antall arter registrert på fire stasjoner i Husebybukta i perioden 1980-2002.



Figur 16. Utviklingen i diversitet på fire stasjoner i Husebybukta i perioden 1980-2002.



Figur 17. Utvikling i fordeling mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger ved fire stasjoner i Husebybukta i perioden 1980-2002.

4. Referanser

- IARC 1987. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Overall evaluation of carcinogenicity: An updating of IARC Monograph Volumes 1-42. Supp. 7. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.
- Jacobsen, T., Næs, K.; Opdal, K. (Teknometri as). 1996. Overvåking av resipienten til Elkem Aluminium Lista ANS. 1995. NIVA-rapport OR-3474. 40 sider.
- Knutzen, J. 1973. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumsverk. Kontrollundersøkelser 1971/73. NIVA-rapport O-19/68 (II).
- Knutzen, J. 1979. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumsverk. Kontrollundersøkelser 1975 - 1978. NIVA-rapport O-68019 (IV). L.nr. 1134, 28s.
- Knutzen, J. 1981. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumsverk. Kontrollundersøkelser 1979 - 1980. NIVA-rapport O-68019 (V). L.nr. 1219, 21s.
- Knutzen, J. 1983. Utslipp fra Lista Aluminiumsverk. Kontrollundersøkelser 1981 - 1982. NIVA-rapport O-68019 (VI). L.nr. 1530, 23s.
- Knutzen, J. 1985. Utslipp fra Lista Aluminiumsverk. Kontrollundersøkelser 1983 - 1984. NIVA-rapport O-68019 (VII). L.nr. 1750, 25s.
- Knutzen, J. 1987a. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumsverk. Kontrollundersøkelser 1985 - 1986. NIVA-rapport O-68019 (VIII). L.nr. 1998, 27s.
- Knutzen, J. 1987b. Orienterende undersøkelser 1986 av PAH, klororganiske stoffer og metaller i skrubbeflyndre og taskekrabbe fra resipientområdet til Lista Aluminiumsverk og referansestasjoner. NIVA-rapport O-68019. L.nr. 2007, 21s.
- Knutzen, J. 1989. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumsverk. Kontrollundersøkelser 1987 - 1988 med tillegg av analyse av PAH i krabber. NIVA-rapport O-68019. L.nr. 2270, 32s.
- Knutzen, J. 1991. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumsverk. Kontrollundersøkelse 1989-1990. NIVA rapport O - 68019. L.nr.2615.
- Knutzen, J. og R.T. Arnesen, 1975. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumsverk. Kontrollundersøkelser 1973/74. NIVA-rapport O-19/68 (III). 48s.
- Knutzen, J. og J. Rueness, 1972. Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumsverk. Undersøkelser av biologiske forhold ved Husebysanden 1970-71. NIVA-rapport O-19/68 (I). 25s.
- Kroglund, T., 2000. Overvåking av resipienten til Elkem Aluminium ANS Lista 1999. NIVA-rapport 4228-00. 37s.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen, 1987. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-rapport TA-1467/97. ISBN 82-7655-367-2. 36 s.
- Moy, F. og T. Kroglund, T. 2002. Overvåking av sjøområdet utenfor Elkem Aluminium, Lista. PAH og metaller i strandsnegl, 1999-2001. NIVA-rapport 4549-2002. 24s.
- Næs, K., J. Knutzen, L. Berglind 1995. Occurrence of PAH in marine organisms and sediments from smelter discharge in Norway. *Sci. Total Environ.* 163, 93-106.

Vedlegg A. Analyseresultater- PAH

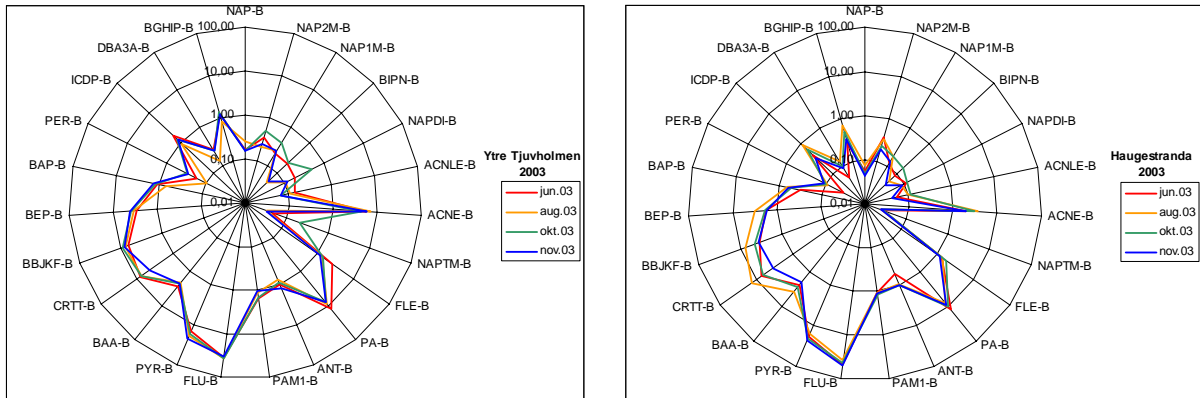
Vedleggstabell A1. Analyseresultater. PAH i strandsnegl fra 4 stasjoner på Lista i 2002. µg/kg friskvekt. Deteksjonsgrense er 0,5 µg/kg.

	Enhet	Stasjon St.kode Mnd	Y.Tjuv-	Y.Tjuv-	Y.Tjuv-	Y.Tjuv-	Hauge-	Hauge-	Hauge-	Hauge-	Havik	Havik	Lite-	Lite-
			hlm	hlm	hlm	hlm	strand	strand	strand	strand	ST3	ST3	rauna	rauna
	Kode		ST1	ST1	ST1	ST1	ST2	ST2	ST2	ST2	ST3	ST3	ST4	ST4
			jun.02	aug.02	okt.02	nov.02	jun.02	aug.02	okt.02	nov.02	aug.02	nov.02	aug.02	nov.02
TTS	%	B 3	24	23	27	25	22	24	25	23	24	27	24	25
NAP-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	16	11	16	11	20	18	12	29	3,5	15	3,4	0
NAP2M-B	µg/kg v.v.	H 2-4	20	5,7	7,8	9,1	34	34	14	65	1,3	4,4	1,2	0
NAP1M-B	µg/kg v.v.	H 2-4	12	5,1	5,5	8	11	12	13	45	1,7	4,9	0,8	0
BIPN-B	µg/kg v.v.	H 2-4	8,6	2,1	2,8	1,5	1,6	7,6	3,6	12	0,7	2	0,7	0
NAPDI-B	µg/kg v.v.	H 2-4	8,4	2,3	2,2	3,1	1,8	9,8	4,2	17	0,6	2,4	0,5	0
ACNLE-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	17	3,3	3,2	3,3	77	21	5,2	11	0,9	2,5	0,6	0
ACNE-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	287	172	157	215	2,7	369	413	1100	24	47	2,8	9
NAPTM-B	µg/kg v.v.	H 2-4	3,4	0,5	1,1	0,7	0,5	1,8	0,6	13	0,5	1,2	0,5	0,6
FLE-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	240	16	25	97	143	233	209	791	1,9	18	0,8	12
PA-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	1205	133	237	806	1629	1250	836	2716	19	99	4,2	32
ANT-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	113	23	42	118	188	172	167	927	2,8	22	0,9	4,4
PAM1-B	µg/kg v.v.	H 2-4	196	21	35	67	320	283	2,7	681	1,2	3,8	0,5	3,3
FLU-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	4419	654	894	1644	3512	5720	1645	4431	17	82	2,7	46
PYR-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	2128	285	492	1356	2588	3394	1190	3528	8,1	86	1	34
BAA-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	258	76	101	156	640	778	402	1057	4,2	14	0,8	4,7
CHRTR-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	733	418	502	675	3302	2863	1450	2992	7,2	38	1,3	13
BBJKF-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	481	167	313	565	1215	2115	866	2325	4,1	44	1,6	11
BEP-B	µg/kg v.v.	H 2-4	212	129	181	262	741	900	425	1057	3,1	14	0,7	4,4
BAP-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	48	18	35	83	105	147	95	388	1,2	11	0,7	1,8
PER-B	µg/kg v.v.	H 2-4	12	4,3	7,3	19	12	26	15	61	0,9	3,6	0,6	0,5
ICDP-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	75	60	85	106	136	208	178	305	2,5	16	1,7	2,6
DBA3A-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	14	15	24	32	30	38	44	102	1,7	7,4	0,5	0,6
BGHIP-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	54	51	77	105	117	147	146	300	1,1	12	0,8	2,4
Sum PAH	µg/kg v.v.	Beregnet	10560	2272	3246	6347	13285	18747	8136	22953	108,7	550,2	27,8	181,8
Sum KPAH	µg/kg v.v.	Beregnet	876	336	558	942	2126	3286	1585	4177	13,7	92,4	4,8	20,7
Sum NPD	µg/kg v.v.	Beregnet	1461	178,1	304,6	904,9	474,8	1609	882,5	3566	27,3	130,7	10,1	35,9
PAH ₁₆ *	µg/kg v.v.	Beregnet*	10088	2102	3003	5972	13705	17473	7658	21002	99	514	24	174

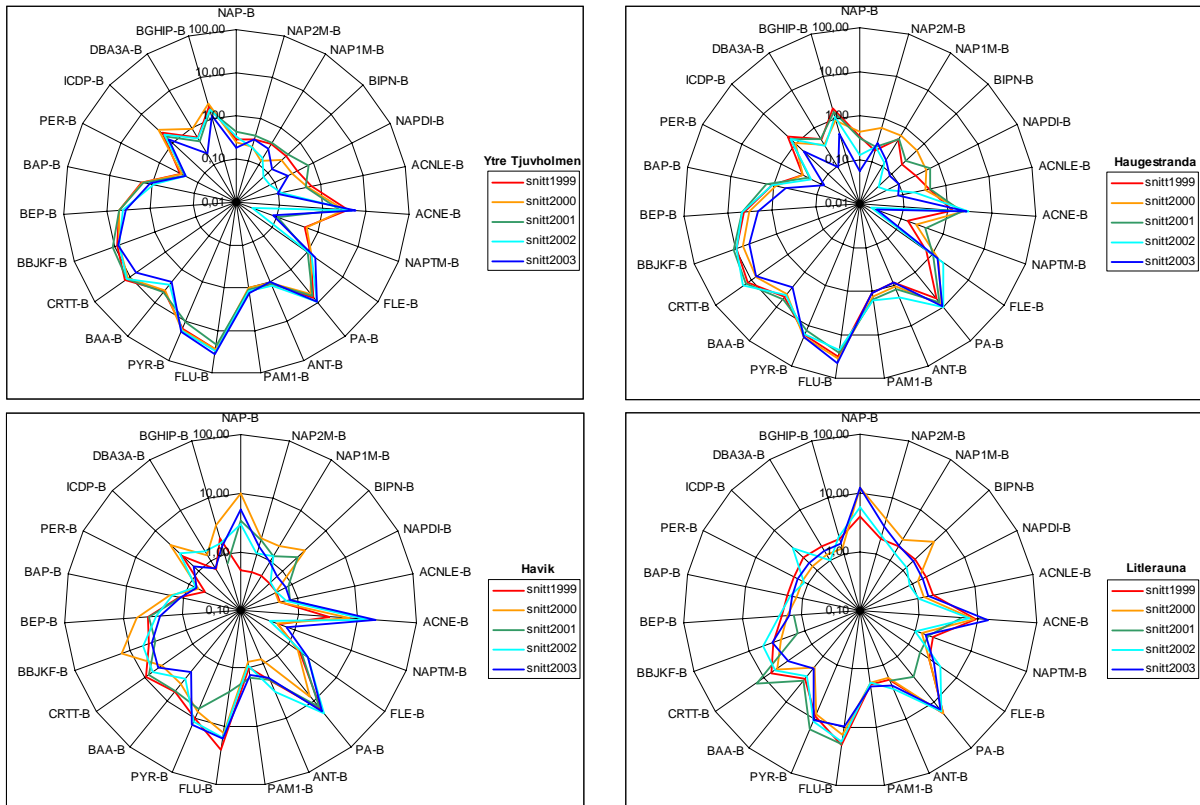
Vedleggstabell A2. Analyseresultater. PAH i strandsnegl fra 4 stasjoner på Lista i 2003. µg/kg friskvekt. Deteksjonsgrense er 0,5 µg/kg.

	Stasjon	Y.Tjuv-	Y.Tjuv-	Y.Tjuv-	Y.Tjuv-	Hauge-	Hauge-	Hauge-	Hauge-	Havik	Havik	Lilte-	Lilte-	
		St.kode	hlm	hlm	hlm	hlm	strand	strand	strand	strand	ST3	ST3	rauna	rauna
	Mnd	jun.03	aug.03	okt.03	nov.03	jun.03	aug.03	okt.03	nov.03	aug.03	nov.03	aug.03	nov.03	
Enhet	Kode													
TTS/%	%	B 3	22,7	24,8	24,9	23,4	20,2	23	21,4	20,7	23,4	25,3	24,3	23,9
NAP-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	<4	<4	<4	<4	5	<4	<4	12	<4	<4	<4	<4
NAP2M-B	µg/kg v.v.	H 2-4	8,6	3,3	13	6,8	34	18	20	53	<1	<1	<1	<1
NAP1M-B	µg/kg v.v.	H 2-4	5,1	3,7	10	6,2	11	9,6	15	37	<0,5	1,7	<0,5	1
BIPN-B	µg/kg v.v.	H 2-4	5,1	0,74	5,5	1,4	8	3	13	12	<0,5	0,67	<0,5	0,71
NAPDI-B	µg/kg v.v.	H 2-4	4,3	1,6	13	3	10	4,7	10	25	<0,5	0,73	<0,5	0,55
NAPD3-B	µg/kg v.v.	H 2-4		13										
ACNLE-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	3,3	1,7	1,7	1,8	5,1	5,3	9,5	12	<0,5	0,79	<0,5	<0,5
ACNE-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	130	110	110	150	180	200	260	550	12	29	4	7,5
NAPTM-B	µg/kg v.v.	H 2-4	1,1	<0,5	5,3	0,9	2,4	1,3	2,2	6,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
NAPT3-B	µg/kg v.v.	H 2-4					1,1							
FLE-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	65	21	35	32	120	74	s150	s330	1,1	5,9	<0,5	2,9
DBTHI-B	µg/kg v.v.	H 2-4				12								
PA-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	300	140	200	220	1100	420	850	2500	7,5	35	2,3	12
ANT-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	25	12	23	34	48	50	82	270	0,55	5	<0,5	1,5
PAM2-B	µg/kg v.v.	H 2-4									0,64			
PAM1-B	µg/kg v.v.	H 2-4	38	18	38	28	100	60	100	310	<0,5	3,2	<0,5	1,1
FLU-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	850	580	930	910	4400	2100	3800	14000	5,7	42	1,4	8
PAD10-B	µg/kg v.v.	H 2-4												<0,5
PYR-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	350	290	440	600	1700	870	1700	6400	2,2	45	<0,5	11
BAA-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	65	34	58	61	210	200	220	530	1,3	3,7	<0,5	0,93
CHRTR-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	200	120	200	120	650	730	560	970	2,1	12	0,52	2,4
BBF-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	130	100	190	180	260	330	320	780	0,82	10	<0,5	1,4
BKF-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	32	23	44	39	54	79	79	220	<0,5	1,7	<0,5	<0,5
BEP-B	µg/kg v.v.	H 2-4	71	54	100	110	160	170	160	470	0,96	5,7	<0,5	0,62
BAP-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	26	11	31	35	29	35	44	s170	<0,5	2,4	<0,5	<0,5
PER-B	µg/kg v.v.	H 2-4	4,2	1,5	7,9	7,3	3,3	4,9	8,5	30	<0,5	0,68	<0,5	<0,5
ICDP-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	42	15	34	33	38	48	53	94	<0,5	3	<0,5	0,55
DBA3A-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	6	2,1	6	6,3	4,6	7,1	8,4	24	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
BGHIP-B*	µg/kg v.v.	H 2-4	31	13	36	33	25	38	42	92	<0,5	3,4	<0,5	<0,5
Sum PAH	µg/kg v.v.	Beregnet	2393	1569	2531	2631	9159	5458	s8507	s27898	34,9	211,6	8,2	52,2
Sum KPAH	µg/kg v.v.	Beregnet	301	185	363	354	596	699	724	s1818	2,1	20,8	0,0	2,9
Sum NPD	µg/kg v.v.	Beregnet	357	180	279	277	1264	514	997	2944	8,1	40,6	2,3	14,7
PAH ₁₆ *	µg/kg v.v.	Beregnet*	2317	1499	2411	2521	8879	5262	8112	26638	33,3	205,7	8,2	48,2

s Det er knyttet større usikkerhet til prøvene enn normalt.



Figur 18. PAH-profiler av enkeltanalyser i 2003 (ytre Tjuvholmen og Haugestranda). PAH-profiler viser enkeltkomponentenes % -andel av totalsammensetningen. I den grad sikk-sakk-ringene overlapper hverandre har sneglens PAH-innhold lik sammensetning, dvs. sannsynlig samme kilde.



Figur 19. PAH-profiler av årsgjennomsnitt 1999-2003. PAH-profiler viser enkeltkomponentenes % -andel av totalsammensetningen. I den grad sikk-sakk-ringene overlapper hverandre har sneglens PAH-innhold lik sammensetning, dvs. sannsynlig samme kilde.

Vedleggstabell A3. Norske og engelske navn på kjemiske forkortelser i tekst og tabeller.

Forkortelser	Engelsk	Norsk
PAH	polycyclic aromatic hydrocarbons	polysykliske aromatiske hydrokarboner
ACNE*	acenaphthene	acenaften
ACNLE*	acenaphthylene	acenaftylene
ANT*	anthracene	antracen
BAA*	benzo[a]anthracene	benzo[a]antracen
BAP*	benzo[a]pyrene	benzo[a]pyren
BBF*	benzo[b]fluoranthene	benzo[b]fluoranten (inkl. i BBJKF)
BBJKF	benzo[b,j,k]fluoranthene	benzo[b,j,k]fluoranten
BBKF	benzo[b+k]fluoranthene	benzo[b+k]fluoranten
BEP	benzo[e]pyrene	benzo[e]pyren
BGHIP*	benzo[ghi]perylene	benzo[ghi]perylene
BIPN	biphenyl	bifenyl
BJKF	benzo[j,k]fluoranthene	benzo[j,k]fluorantren (inkl. i BBJKF)
BKF*	benzo[k]fluoranthene	benzo[k]fluorantren (inkl. i BBJKF)
CHR	chrysene	chrysen
CHRTR*	chrysene+triphenylene	chrysen+trifenylene
COR	coronene	coronen
DBAHA	dibenz[a,h]anthracene	dibenz[a,h]antracen
DBA3A*	dibenz[a,c/a,h]anthracene	dibenz[a,c/a,h]antracen
DBP	dibenzopyrenes	dibenzopyren
DBT	dibenzothiophene	dibenzotiofen
FLE*	fluorene	fluoren
FLU*	fluoranthene	fluoranten
ICDP*	indeno[1,2,3-cd]pyrene	indeno[1,2,3-cd]pyren
NAP*	naphthalene	naftalen
NAP1M	1-methylnaphthalene	1-metylnaftalen
NAP2M	2-methylnaphthalene	2-metylnaftalen
NAPD2	1,6-dimethylnaphthalene	1,6-dimetylnaftalen
NAPD3	1,5-dimethylnaphthalene	1,5-dimetylnaftalen
NAPDI	2,6-dimethylnaphthalene	2,6-dimetylnaftalen
NAPT2	2,3,6-trimethylnaphthalene	2,3,6-trimetylnaftalen
NAPT3	1,2,4-trimethylnaphthalene	1,2,4-trimetylnaftalen
NAPT4	1,2,3-trimethylnaphthalene	1,2,3-trimetylnaftalen
NAPT5	2,3,5-trimethylnaphthalene	2,3,5-trimetylnaftalen
NPD	Collective term for naphthalenes, phenanthrenes and dibenzothiophenes	Samlebetegnelse for naftalen, fenantren og dibenzotiofens
PA*	phenanthrene	fenantren
PAM1	1-methylphenanthrene	1-metylphenantren
PAM2	2-methylphenanthrene	2-metylphenantren
PAMD1	3,6-dimethylphenanthrene	3,6-dimetylphenantren
PAMD2	9,10-dimethylphenanthrene	9,10-dimetylphenantren
PER	perylene	perylene
PYR*	pyrene	pyren
Sum PAH	"total" PAH, calculated or outdated analytical method	"total" PAH, beregnet eller foreldet metode
Sum KPAH	sum carcinogen PAH's	sum kreftfremkallende PAH
Sum PAH16*	sum "16" PAH	sum "16" PAH jf. Norsk standard
Sum NP	sum naphthalenes, phenanthrenes and dibenzothiophenes	sum naftalen, fenantren og dibenzotiofens

Vedleggstabell A4. Analysemetoder

NIVA-metode nr.	Analysevariabel:	Måleenhet:	Labdatakode:
H 2-4	Polyaromatiske hydrokarboner	$\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.	PAH-B, PAH16-B
Tittel: Ekstraksjon og opparbeiding av PAH i biologisk materiale.			
Anvendelsesområde: Metoden benyttes for bestemmelse av PAH i biologisk materiale fra det vandige miljø som fisk, muslinger og krabbe. Deteksjonsgrensen avhenger av prøvemengden. Denne metoden benyttes sammen med metode H 2-1.			
Prinsipp: Prøvene tilsettes indre standarder. Biologisk materiale forsåpes først med KOH/metanol. Deretter ekstraheres PAH med pentan. Ekstraktene gjennomgår så ulike renseprosesser for å fjerne forstyrrende stoffer. Tilslutt analyseres ekstraktet med GC/MSD. PAH identifiseres med MSD ut fra retensjonstider og forbindelsenes molekylioner. Kvantifisering utføres ved hjelp av de tilsatte indre standarder.			
Instrument(er): Hewlett Packard modell 5890 Series II, med column injector og HP autosampler 7673. Systemet er utstyrt med HD modell 5970 B masseselektiv detektor, og kolonne HP-5 MS 30 m x 0,25 mm i.d. x 0,25 μm .			
Måleusikkerhet: Se NIVA-dokument nr. Y – 3.			
Referanser: Grimmer, G. og Bøhnke, H., 1975. Jour. of the AOAC, Vol. 58, No. 4.			

Vedlegg B. Strandsonedata

Vedleggstabell B1. Rådata strandsonundersøkelse 2002 og 2003

Prosjektnummer: O-21041

Fylke: Vest-Agder

Dato: 12. september 2002, 7. oktober

Prosjektnavn: LISTA

Kommune: Farsund

Stasjonsnummer	1	3	4	6
Stasjonsnavn	I. Tjuvholm	Y. Tjuvholm	Storskjær	Haugestranda
Nordlig koordinat	58°4.00	58°3.95	58°4.20	58°4.05
Østlig koordinat	6°46.60	6°46.60	6.46.50	6.46.05
Eksponeringsgrad*	1	3	2	2
Bunntype**	F, SS	F	F	F, SS
Helningsvinkel, < 30, 30-70, > 70	30-70	30-70	30-70	30-70
Himmelretning (N, Ø, S, V)	N	S	S	Ø

*Eksponeringsgrad: 1 (svak) - 3 (sterk), **Bunntype: F= fjell, SS=stein store, SM =stein små, SA= sand/sk

Mengdeangivelser: 4= dominerende, 3= vanlig, 2= sparsom, 1= sjelden, += forekommer

	2002	2003	2002	2002	2002	2003
	St. 1	St. 1	St. 3	St. 4	St. 6	St. 6
Blågrønne alger (Cyanophyceae)						
Calothrix.			4			2
Blågrønnalge. indet	3				2	
Rødalger						
Aglaothamnion byssoides	2	2	2	2	2	2
Ahnfeltia plicata	2,5		2	0,1	2	2
Audouinieella sp.					0,1	
Bonnemaisonia hamifera: sporp.					2	
Ceramium rubrum (nodulosum)	3,5	3,5	3	3	3	3
Chondrus crispus	2,5	2,5			2,5	2,5
Corallina officinalis			2,5			2
Corallinaceae skorpeformet						4
Cruoria pellita			2		2	
Furcellaria lumbricalis					2	
Hildenbrandia rubra			4		4	4
Mastocarpus stellata	2		2,5	3	2	
Phyllophora pseudoceranoides	2,5		0,1		2	
Phymatolithon lenormandii			4		2	
Polyides rotundus	2					
Polysiphonia brodiaei		0,1				
Polysiphonia harveyi		0,1				
Porphyra umbilicalis			3,5		2	2
Rhodomela confervoides			2			
Brunnalger						
Chordaria flagelliformis			2			
Ectocarpales indet	2	2	2	2	0,1	
Elachista fucicola			2	0,1	2	
Fucus serratus	4	3,5	3		3	4
Fucus sp.			3		2	
Fucus vesiculosus	2	2	2			1
Halidrys siliquosa			2			
Laminaria digitata	4	2	4	2	4	3
Laminaria saccharina					1	
Sphacelaria sp.	2					
Grønnalger						
Chaetomorpha melagonium			2		1	
Cladophora rupestris	2	2,5	3		2	2,5
Cladophora sp.					2	
Enteromorpha intestinalis	3,5		2,5	3,5	3	
Ulva lactuca		2,5	2	3,5	2	3,5
Fjæredyr						
Actiniaria indet.	2					
Carcinus maenas	1			2,5	1	
Dynamena pumila			2		2	
Electra pilosa		2			2	3
Flustra foliacea			2			
Halichondria panicea			2		2	2
Hydroida indet.			2			
Littorina littorea			2			
Littorina sp.			2			2
Membranipora membranacea	2		2		3	2
Mytilus edulis				3		
Patella vulgata	2,5			3		

Vedleggstabell B2. Forekomst av utvalgte arter og organismegrupper fra Husebysanden, Lista. 1980-2003. Tegnforklaringer: 16 = dominerende, 8 = vanlig, 4 = spredt, 2/1 = enkeltfunn.

	Stasjon 1 Indre Tjuvholmen														
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	1999	2002	2003
Max forekomst blågrønnbakterier	16	16	16	12	6	12	12	12	12	12	16	12	12	8	
Rødalger															
Ahnfeltia plicata	8	4	6	8	2	2	2	2	2	8	8	4	6	6	
Audouiniella spp. (Acrochaetium)	1	8		1	1	4	1	8	8	8	6				
Bonnemaisonia hamifera: sporp.	8	12	8	8	16	16	12	8	8	12	4	8			
Ceramium rubrum	4			4	1	16	12	12	12	12	16	12	6	12	12
Ceramium sp.				1	1	4	4	4	4	4			1		
Chondrus crispus	4	2	4	1	4	6	6	8	4	12	8	8	8	6	6
Corallina officinalis															
Corallinaceae (Phymatolithon)		6	4												
Hildenbrandia rubra											2		4		
Mastocarpus stellata	4	4	1	1	1	1	4		2	1	6	4	3	4	
Phyllophora pseudoceranoides			1		6								3	6	
Polysiphonia sp.													1		1
Porpyra umbilicalis					2					2	1	8	4		
Brunalger															
Ascophyllum nodosum	2		4												
Ectocarpales spp.		16		8	16	12	16	16	16	12	12	16		4	4
Fucus serratus							1	2	2	6	6	4	8	16	12
Fucus spiralis															
Fucus vesiculosus									1	2	2	4	4	4	4
Laminaria digitata				1	1	6	6	6	4	8	8	8	16	16	4
Grønnalger															
Blidingia minima															
Bryopsis plumosa															
Cladophora rupestris	16	16	8	16	16	8	6	12	12	4	12	16	4	4	6
Enteromorpha spp.	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	12	16	8	12	
Ullothrix/Urospora			16	1		6	1	8	8		1				
Ulva lactuca	16	16	8	8	16	12	6	16	16	16	16	16	4		6
Fjæredyr															
Balanus sp.										2					
Cancer pagurus															
Carcinus maenas				1			1	1	1	6	8			2	
Bryozoa											8	4	8	4	4
Hydroider												4	4		
Littorina spp.	1	6	4	12	12	8	12	12	8	4	4	4	4		
Mytilus edulis															
Patella vulgata														6	

Stasjon 3 Ytre Tjuvholmen															
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	1999	2002	
MAX CYANOPHYCEA	8	12	16	6	1	8	12	12	8	12	16	16	8	16	
Rødalger															
Ahnfeltia plicata	8	6	6	8	1	8	6	8	8	8	4	4	4	4	
Audouiniella spp. (Acrochaetium)		6	4	1	1	1	1	1		4		4			
Bonnemaisonia hamifera: sporp.	8	16	16	6	4	1	1	12	4	8					
Ceramium rubrum	8	8	8	16	8	12	16	8	12	12	8	12	1	8	
Ceramium sp.		1		1	1										
Chondrus crispus	8	1	8	8	8	1	2	8	8	8	4		4		
Corallina officinalis	2	4	4	1			2			6	6	4	8	6	
Corallinaceae (Phymatolithon)	1			6	6	6	2	8	4	1	1	12	16	16	
Hildenbrandia rubra	8	8	4	8	8	8	8		8	6	8	16	8	16	
Mastocarpus stellata	4	8	1		4	8	6		4			12	6	6	
Phyllophora pseudoceranooides			1	6		2	2	4	4	8	4			1	
Polysiphonia sp.									1	1	1				
Porpyra umbilicalis	8	8	4	2	6	4	8	6		6	4	8	8	12	
Brunalger															
Ascophyllum nodosum	6	4		6	4	4	4	4	4	6	2				
Ectocarpales spp.		8		8	8	8	8	16	8	12	12	4		4	
Fucus serratus	8	8	16	16	16	16	16	16	12	12	16	16	16	8	
Fucus spiralis	2							6		2		4			
Fucus vesiculosus		8	6	8	8	12	12	16	12	16	12	8	4	4	
Laminaria digitata	8	8	12	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
Grønnalger															
Blidingia minima							4	8			4	4			
Bryopsis plumosa															
Cladophora rupestris	16	16	8	8	8	12	8	16	6	12	8	8	8	8	
Enteromorpha spp.	16	16	16	16	16	16	16	12	16	8	16	8	6	6	
Ulothrix/Urospora	8	8	8	1		1	1	4	1		4				
Ulva lactuca	16	16	16	8	12	16	8	16	6	8	8	4	4	4	
Fjæredyr															
Balanus sp.				8	4		4	6		6					
Cancer pagurus													2		
Carcinus maenas						1			1	8	1				
Bryozoa						1	1			1	1	8	8	4	
Hydroider												8		4	
Littorina spp.	16	16	8	12	12	16	16	8	8	4	8	16	4	4	
Mytilus edulis						1				2					
Patella vulgata	8	8	4	4	1	2	4	2				8	4		

	Stasjon 4 Storeskjær													
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	1999	2002
MAX CYANOPHYCEA	16	12	8	16	8	8	16	12	12	12	16	16	4	
Rødalger														
Ahnfeltia plicata					1									1
Audouiniella spp. (Acrochaetium)		8	4	8	8	6	8	8	8	4	8	4	1	
Bonnemaisonia hamifera: sporp.	1	8			1	6	1	2	2					
Ceramium rubrum					1	6	6	8	4	4	4	2	1	8
Ceramium sp.														
Chondrus crispus						2	2	2	2					
Corallina officinalis											1			
Corallinaceae (Phymatolithon)		8	6											8
Hildenbrandia rubra	1				6	1	4			1		4	4	
Mastocarpus stellata	6	8	3		6	4	6	8	8	6	8	8	8	8
Phyllophora pseudoceranooides														4
Polysiphonia sp.										1				
Porpyra umbilicalis		4			1	2		6		2	4		12	
Brunalger														
Ascophyllum nodosum														
Ectocarpales spp.	1	4	1		1	6	16	4	6			8	1	4
Fucus serratus													2	
Fucus spiralis														
Fucus vesiculosus														
Laminaria digitata					4	6	8	6	4	4	8			4
Grønnalger														
Blidingia minima												4		
Bryopsis plumosa						4	4	4	6					
Cladophora rupestris	1	8	4		2	6	2	8	1	4		4	2	
Enteromorpha spp.	6	8	16	6	16	16	16	12	16	16	8	16	8	12
Ulothrix/Urospora	8	6	1	1	1	1	1	1	1	8	1			
Ulva lactuca	6	8	16		16	24	12	8	6		4	8	6	12
Fjæredyr														
Balanus sp.														
Cancer pagurus														
Carcinus maenas			1		1	1	1	1	1	6	4	2		6
Bryozoa										6	6			
Hydroider														
Littorina spp.					1		4	2	6			4	4	
Mytilus edulis													4	8
Patella vulgata													6	6

	Stasjon 6 Haugestranda														
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	1999	2002	2003
MAX CYANOPHYCEA	16	16	16	16	8	8	12	8	12	12	16	16	8	4	4
Rødalger															
Ahnfeltia plicata	6	8	6	1	1	1	2	2	1	6	8	16	6	4	4
Audouiniella spp. (Acrochaetium)	1	1		1		1	1		4			4	4	1	
Bonnemaisonia hamifera: sporp.	16	8	8	6	4	1	1		4	4				4	
Ceramium rubrum	8	16	8	8	12	8	12	16	16	16	8	4	4	8	8
Ceramium sp.															
Chondrus crispus	6	8	8	8	4	4	6	8	6	12	8	16	8	6	6
Corallina officinalis										6	1		4		4
Corallinaceae (Phymatolithon)				8	8	8	8	1	6	8	8	12	6		16
Hildenbrandia rubra	6	6	16	6	6	6	8	1	8	6	6	4	8	16	16
Mastocarpus stellata	6	8	1	4	6	12	12	4	6	6	2	16	4	4	
Phyllophora pseudoceranooides					1	1	1	6	6	6	6	4	6	4	
Polysiphonia sp.				1				6	6	1	1				
Porpyra umbilicalis	8	4	2			12	16	4		4	1	8	4	4	4
Brunalger															
Ascophyllum nodosum															
Ectocarpales spp.		8	8	1	1	12	8	16	16	8	16	16		1	
Fucus serratus	1	8	8	8	6	4	4	4	4	16	16	4	12	8	16
Fucus spiralis	1														
Fucus vesiculosus				1						16	16				2
Laminaria digitata	8	12	16	16	16	24	16	16	16	16	16	16	16	16	8
Grønналger															
Blidingia minima												4			
Bryopsis plumosa															
Cladophora rupestris	16	16	8	16	8	16	12	12	8	16	8	16	4	4	6
Enteromorpha spp.	16	16	16	16	16	16	16	16	16	12	12	8	4	8	
Ulothrix/Urospora	4	1	4	1		1	1	8	8	1					
Ulva lactuca	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	8	6	4	8
Fjæredyr															
Balanus sp.						2		2		2					
Cancer pagurus															
Carcinus maenas		1		1	1	1		1	1		8			2	
Bryozoa						1					8	4	4	8	8
Hydroider														4	
Littorina spp.		8	4	12	1	12	8	12	4	12	8		2		4
Mytilus edulis															
Patella vulgata	4	2		1	1	2	2	2		8					