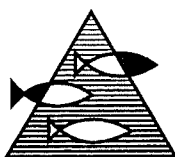


# PROSJEKTRAPPORT

ISSN 0071-5638



## HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

MILJØ - RESSURS - HAVBRUK

Nordnesgaten 50 Postboks 1870 5817 Bergen

Tlf.: 55 23 85 00 Faks: 55 23 85 31

Forskningsstasjonen

Flødevigen

4817 His

Tlf.: 37 05 90 00

Faks: 37 05 90 01

Austevoll

havbruksstasjon

5392 Storebø

Tlf.: 55 23 85 00

Faks: 56 18 22 22

Matre

havbruksstasjon

5984 Matredal

Tlf.: 55 23 85 00

Faks: 56 36 75 85

Distribusjon:

Åpen

HI-prosjektnr.:

Oppdragsgiver(e):

Haugalandrådet  
v/Karmøy Kommune

Oppdragsgivers referanse:

Prosjekt Regional  
Sjømatproduksjon

Rapport:

FISKEN OG HAVET

NR. 5 - 2002

Tittel:

KARTLEGGING AV GRUNNLAG FOR ETABLERING  
AV AVGIFTNINGSSTASJON FOR SKJELL PÅ  
HAUGALANDET

Senter:

Havbruk/Flødevigen/Miljø

Seksjon:

Forfatter(e):

Øivind Strand, Anita Reisvaag, Einar Dahl,

Arne Duinker\* og Jan Aure

Havforskningsinstituttet

\*Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt

Antall sider, vedlegg inkl.:

Dato:

20.05.02

Sammendrag:

Målsettingen med denne utredningen var å kartlegge grunnlaget for etablering av avgiftningsstasjon for skjell på Haugalandet, gjennom å skaffe oversikt om historiske data for forekomster av giftalger i området, og å skaffe oversikt om metoder for avgiftning som kan være hensiktsmessige å bruke/tilpasse forhold i regionen. Åtte år med regelmessig overvåking og varsling med hensyn til spiselighet av blåskjell i forhold til algegiftfare viser at Haugalandområdet i gjennomsnitt har hatt færre problemer med akkumulering av algegifter i skjell enn mange andre lokaliteter i Sør-Norge. Innenfor et så variert kystavsnitt som Haugalandet dekker, er det sannsynlig at risikoen for forekomst av giftige alger og opphopning av gift i skjell kan variere mye fra lokalitet til lokalitet. For tilrettelegging av sikker produksjon av skjell i Haugalandområdet anbefaler vi derfor en økt kartlegging for å bedre kunnskap om risiko for forekomst av algegifter.

Man mangler vesentlig grunnleggende kunnskap om opptak, metabolisme og utskillelse (avgiftning) hos skjell, men vi forutsetter at tilgang på føde er avgjørende for aktivt å kunne påvirke avgiftningshastighet. Vurderinger av intensive og ekstensive metoder for å produsere alger til avgiftning viser et kostnadsbilde som avtar fra minimum kr 1-10 per kg blåskjell for landbaserte løsninger til størrelsesorden kr 0,05 per kg blåskjell for løsningen med ferskvannsdrevet oppstrømning av dypvann i fjordbasseng. Ved et behov for utvikling av metoder for avgiftning eller kontroll av algegifter anbefales ekstensive tiltak som ferskvannsdrevet oppstrømning av dypvann i fjordbasseng. Det er forslått to lokaliteter i Haugalandområdet som kan være egnet for etablering av et slikt konsept.

Emneord - norsk:

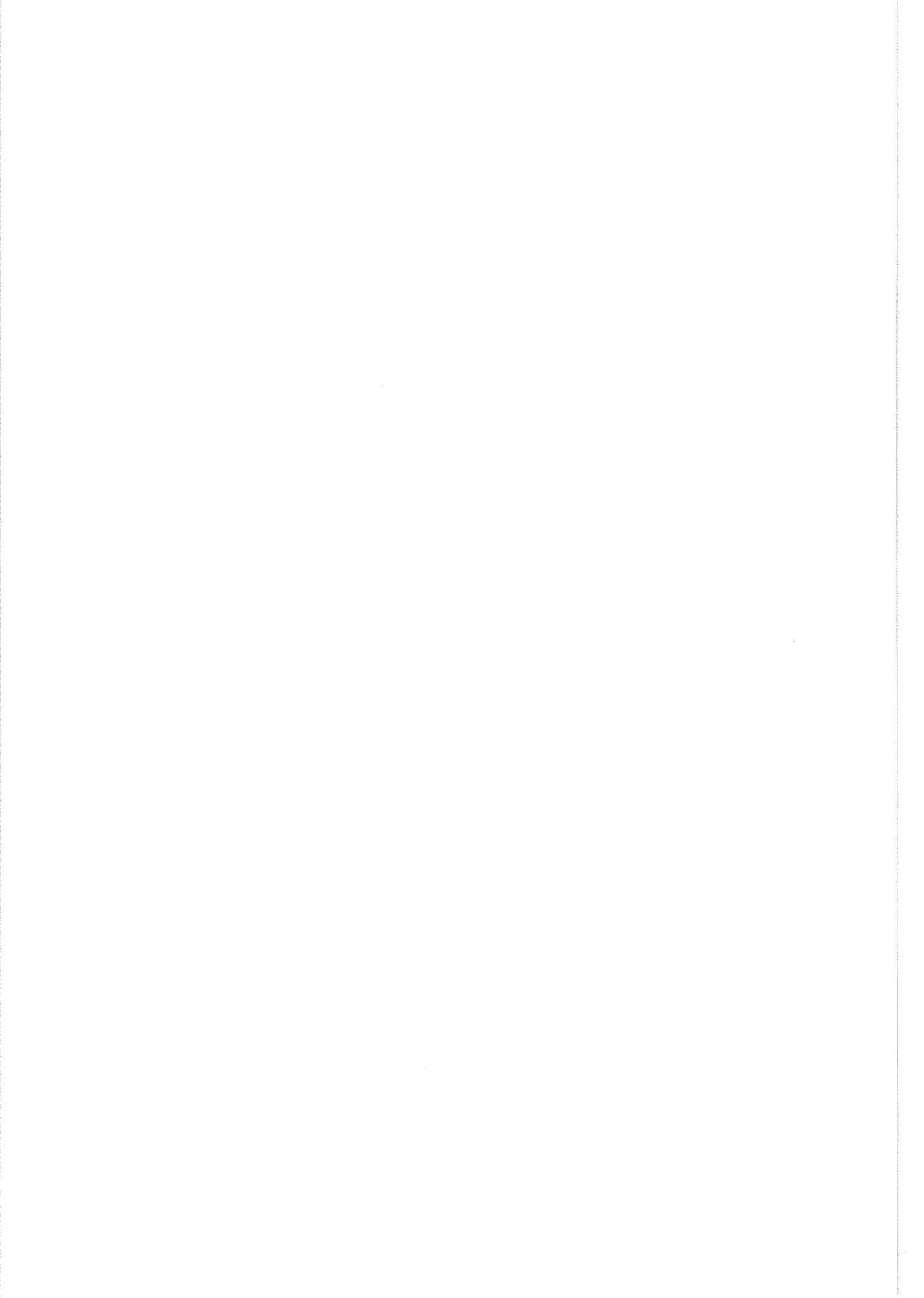
1. Blåskjell
2. Algegifter
3. Avgiftning

Emneord - engelsk:

1. Mussel
2. Algae toxin
3. Detoxification

Prosjektleder

Seksjonsleder



# **Kartlegging av grunnlag for etablering av avgiftningsstasjon for skjell på Haugalandet**

av

Øivind Strand, Anita Reisvaag, Einar Dahl, Arne Duinker\* og Jan Aure

Havforskningsinstituttet

\*Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt

# Innhold

<b>Forord</b> .....	3
<b>Sammendrag</b> .....	4
<b><u>1. Historiske data for forekomster av giftalger og vurdering av risiko for skjellproduksjon på Haugalandet</u></b> .....	6
1.2 <u>Overvåkning av algegifter 1994-2001</u> .....	6
1.2.1 <u>Overvåkningsstasjoner på Haugalandet</u> .....	6
1.2.2 <u>Oversikt over råd til publikum</u> .....	7
1.2.3 <u>Alger med paralyserende eller lammende gifter</u> .....	8
1.2.4 <u>Alger med gifter som kan gi hukommelsestap</u> .....	12
1.2.5 <u>Alger med diarégivende gifter</u> .....	13
1.2.6 <u>Yessotoksiner</u> .....	15
1.2.7 <u>Pectenotoksiner</u> .....	16
1.2.8 <u>Azaspiracid-toksiner</u> .....	16
<b><u>2 Metoder for avgiftning eller kontroll av algegifter</u></b> .....	18
2.1 <u>Kunnskapsstatus om algegifter i skjell</u> .....	18
2.1.1 <u>Opptak av algegifter</u> .....	18
2.1.2 <u>Utskillelse av algegifter</u> .....	19
2.2 <u>Metoder, kostnadsanalyse og produksjonsgrunnlag for avgiftning av skjell</u> .....	21
2.2.1 <u>Kostnadsanalyse for intensive anlegg for avgiftning av blåskjell</u> .....	22
2.2.2 <u>Ekstensive metoder for å etablere produksjonsforhold som sikrer giftfrie skjell/avgiftning</u> .....	24
2.2.3 <u>Miljøaspekt</u> .....	28
2.4 <u>Strategi for produksjon av giftfrie skjell basert på økt overvåking</u> .....	29
<b><u>3 Relevante fagmiljøer på algegifter i skjell</u></b> .....	31
3.1 <u>Norge (andre enn Havforskningsinstituttet)</u> .....	31
3.1.1 <u>Institusjoner</u> .....	31
3.1.2 <u>Prosjekter</u> .....	33
3.2 <u>Internasjonale (EU) fagmiljø</u> .....	34
3.2.1 <u>Frankrike</u> .....	35
3.2.2 <u>Spania</u> .....	35
3.2.3 <u>Storbritannia</u> .....	36
3.2.4 <u>Sverige</u> .....	36
3.2.5 <u>Andre</u> .....	37
<b><u>Litteratur</u></b> .....	39

## Forord

Denne utredningen er utarbeidet på oppdrag fra Haugalandrådet, som del av prosjektet Regional Sjømatproduksjon. Haugalandrådet er et samarbeidsorgan for kommunene på Haugalandet; Bokn, Etne, Haugesund, Karmøy, Sauda, Sveio, Tysvær, Utsira, Vindafjord og Ølen. Utredningen omfatter prosjektets aktivitet 1.1 Kartlegging – grunnlag for etablering av avgiftningsstasjon for skjell, med delene (1) Skaffe oversikt om historiske data for forekomster av giftalger i området, og skaffe oversikt om hvilke miljøer som arbeider med dette i Norge og evt. EU land. (2) Skaffe oversikt om metoder for avgiftning som kan være hensiktsmessige å bruke/tilpasse forhold i regionen, samt å foreta en grov kostnadsanalyse for 2-3 metoder.

Havforskningsinstituttet har i tillegg til egen fagkompetanse samarbeidet med Arne Duinker ved Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt i arbeidet med skaffe oversikt over kunnskapsstatus for avgiftning av skjell. Det er i denne forbindelse også innhentet informasjon fra Dr Sandra Shumway ved Southampton College of Long Island University i USA, Dr Shawn Robinson ved St Andrews Biological Station i Canada og stipendiat Susanne Svensson ved Universitetet i Gøteborg i Sverige. Vi takker også Hanne Skjæggestad, Tarovekst AS og Thorolf Magnesen, Scalpro AS for informasjon vedrørende dyrking av alger.

## Sammendrag

Målsettingen med denne utredningen var å kartlegge grunnlaget for etablering av avgiftningsstasjon for skjell på Haugalandet, gjennom å skaffe oversikt om historiske data for forekomster av giftalger i området, og å skaffe oversikt om metoder for avgiftning som kan være hensiktsmessige å bruke/tilpasse forhold i regionen.

Etter åtte år med regelmessig overvåkning og varsling med hensyn til spiselighet av blåskjell i forhold til algegiftfare har Haugalandsområdet i gjennomsnitt hatt færre problemer med akkumulering av algegifter i skjell enn mange andre lokaliteter i Sør-Norge. Problemene har variert fra år til år med år 2000 som det vanskeligste. Til nå har DSP-toksiner (diarégifter) og PSP-toksiner (lammende gifter) vært hovedproblemene, som oftest har ført til at folk er frarådet å spise skjell. I løpet av 2001 har, for oss "nye" gifter, som AZP-toksiner (azaspiracid), ASP-toksiner (hukommelsestep) og yessotoksiner (YTX) gjort seg gjeldende i norske farvann. Det usikkert om disse giftene vil skape store problemer for skjellnæring langs kysten i årene som kommer. Innenfor et så variert kystavsnitt som Haugalandet dekker, er det sannsynlig at risikoen for forekomst av giftige alger og opphopning av gift i skjell kan variere mye fra lokalitet til lokalitet. For tilrettelegging av sikker produksjon av skjell i Haugalandsområdet anbefaler vi derfor en økt kartlegging for å bedre kunnskap om risiko for forekomst av algegifter. Det anbefales å intensivere kartlegging fortrinnsvis i perioder som erfaringsmessig har høy risiko for slike problemer. Økt kunnskap om variabilitet i risiko for algegiftoppbygning i skjell vil kunne gi muligheter for å tilpasse produksjonsfaser og produksjonsformer med mål å etablere sikker produksjon av giftfrie skjell på Haugalandet.

I vitenskapelig litteratur fremheves det at man mangler vesentlig grunnleggende kunnskap om opptak, metabolisme og utskillelse (avgiftning) hos skjell. Vi forutsetter at tilgang på føde er avgjørende for aktivt å kunne påvirke avgiftningshastighet i skjell. Vurderinger av intensive og ekstensive metoder for å produsere alger til avgiftning viser et kostnadsbilde som avtar fra minimum kr 1-10 per kg blåskjell for landbaserte løsninger til størrelsesorden kr 0,05 per kg blåskjell for løsningen med ferskvannsdrevet oppstrømning av dypvann i fjordbasseng. Ved et behov for utvikling av metoder for avgiftning eller kontroll av algegifter anbefales ekstensive tiltak som ferskvannsdrevet oppstrømning av dypvann i fjordbasseng. Det er forslått to lokaliteter i Haugalandsområdet som kan være egnet for etablering av et slikt konsept.

Tilrettelegging av sikker produksjon av skjell i Haugalandsområdet forutsetter for øvrig en regional kartlegging og bedre kunnskap om risiko for forekomst av algegifter.

## **1. Historiske data for forekomster av giftalger og vurdering av risiko for skjellproduksjon på Haugalandet**

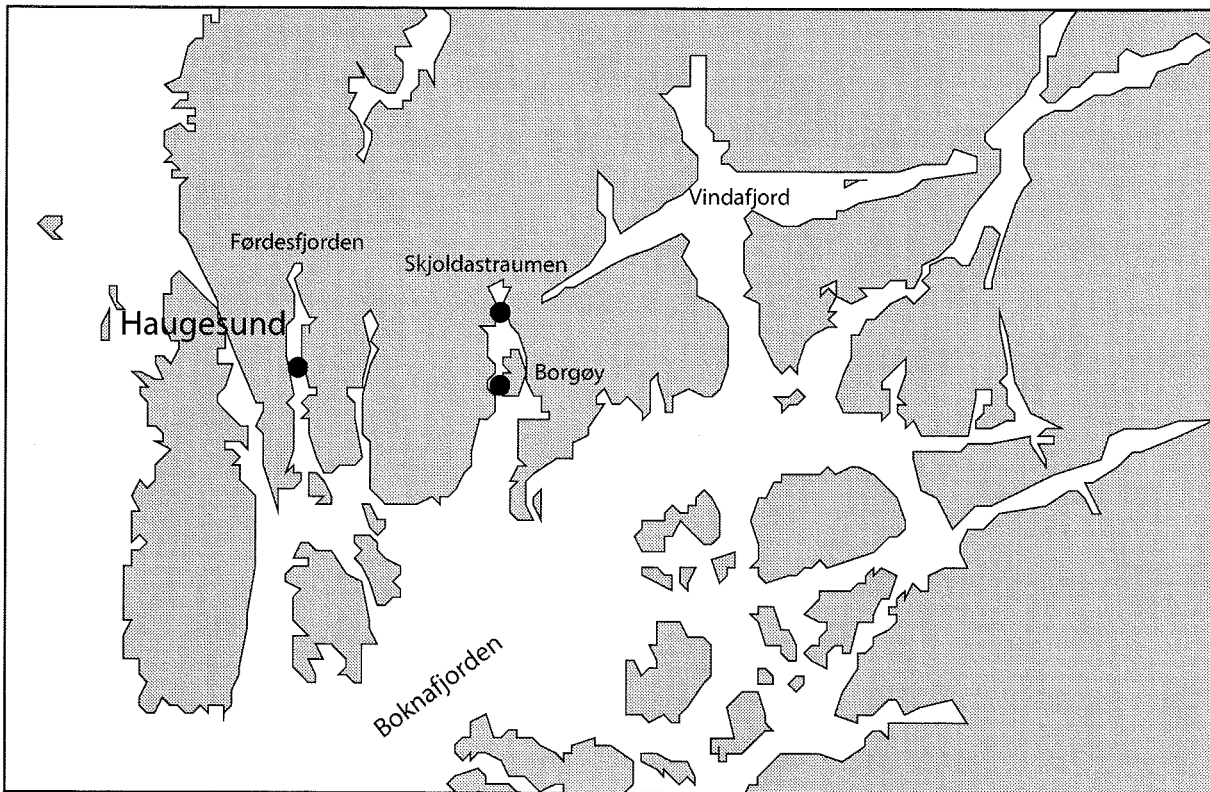
### **1.2 Overvåkning av algegifter 1994-2001**

Siden 1992 har det i regi av Statens Næringsmiddelkontroll (SNT) foregått en overvåkning av algegifter i skjell langs kysten av Norge for å kunne råde publikum om spiseligheten av skjell. Fra 1994 har denne overvåkningen foregått på en systematisk måte og vært landsdekkende, og en stasjon på Haugaland har vært med hele perioden, som en av opptil 27 stasjoner langs kysten. De to siste årene har også en stasjon på Sydnes på Halsnøy ytterst i Hardangerfjorden vært med i overvåkningsprogrammet, og data fra den stasjonen har relevans en del av områdene nord på Haugaland. Overvåkingsprogrammet er et samarbeid mellom SNT, Veterinærhøgskolen, Fiskeridirektoratet, Oceanor, NIVA og Havforskningsinstituttet. Programmet baseres på ukentlige algeanalyser av vannprøver og håvtrekkprøver samt en del giftanalyser av blåskjellene. Programmet starter hvert år opp i mars og avsluttes i september/oktober. Det foretas ingen analyser i vintermånedene. Utvalgte resultater fra denne overvåkningen er hovedgrunnlag for den foreliggende vurderingen av algegiftproblemene på Haugalandet.

#### **1.2.1 Overvåkningsstasjoner på Haugalandet**

Beliggenheten av overvåkningsstasjonen på Haugalandet for skjell og vannprøver har variert i noe perioden (Fig. 1). Skjoldastraumen ble brukt som stasjon i fire år (1994,1999,2000,2001), Borgøy i 3 år (1995,1996,1997) og Førdesfjorden et år (1998). En stasjon på Sydnes på Halsnøy, like nord for Haugaland har vært med i overvåkningsprogrammet de to siste årene (2000, 2001).





Figur 1. Overvåkingsstasjoner for algegifter på Haugalandet.

### 1.2.2 Oversikt over råd til publikum.

I løpet av de åtte årene, 1994-2001 (per 16.10.01), er det gitt råd til publikum 227 ganger, i gjennomsnitt 28 uker per år. Rådene for Haugaland er samlet i Fig. 2. De viser betydelige variasjoner fra år til år, men i alle år har det vært mulig å høste skjell i flere uker i perioden mars-oktober, og i alle årene, unntatt 2000, har det vært høstingsmuligheter både vår, sommer og høst. Den lengste perioden med høstingsforbud varte i 13 uker fra juli 2000 til oktober da skjellene inneholdt diarégift. Rådene "kan spise skjell" eller "spis kun mindre mengder skjell" ble gitt 152 av 227 ganger (2/3), mens rådet "ikke spis skjell" ble gitt 75 ganger (1/3). Rådet "ikke spis skjell" betyr enten at vannprøvene inneholder potensielle giftalger (*Dinophysis*, *Alexandrium*) over faregrensen eller at det er påvist gift i blåskjellene. Når dette rådet først er gitt vil det ikke forandres før man har foretatt en giftanalyse direkte av skjellene, som viser at de kan spises. Et annet poeng er at giftinnholdet i alger kan variere betydelig, fra ingenting til relativt mye, men i rådgivningen går man, av føre var hensyn, utfra at algene er giftige, med mindre direkte giftanalyser av skjell tilsier noe annet. Langt de fleste rådene for Haugaland er

gitt på grunnlag av algebildet. I perioden 1994-2001 er det utført giftanalyser av skjell 34 ganger (uker) hvorav bare 7 målinger viste giftmengder av betydning. I forhold til mange andre områder vi har kunnskap om har stasjonene på Haugalandet kommet gunstig ut med hensyn til gift i skjell, noe som kan illustreres ved landsoversikt for 2001 (Fig. 3). Stasjonen Sydnes like nord for Haugaland har kommet litt dårligere ut de to årene den har vært med (Fig. 3 og 4), men bare to års erfaring er et lite grunnlag å skille disse områdene på med hensyn på risiko for opphopning av algegifter i skjell.

### 1.2.3 Alger med paralyserende eller lammende gifter

Flere dinoflagellater fra algeslekten *Alexandrium* kan inneholde paralyserende eller lammende gift. Giftene er vannløselige. Symptomene på forgiftning oppstår få minutter etter konsum av giftige skjell og kan oppleves som en brennende, prikkende følelse i munnen, nummenhet i armer og ben, følelse av vektløshet, pustebesvær og i verste fall lammelser og død. Giftmekanismen er en blokkering av impulsoverføringen mellom nerver og muskler. Det finnes ingen motgift mot paralyserende gifter i skjell. Slike gifter forårsaket to dødsfall i Norge rundt århundreskiftet. Også på 90-tallet har paralyserende gifter i skjell gitt alvorlige forgiftningstilfeller i Norge.

*Alexandrium* danner hvilesporer når en blomstringsperiode er over, og sporene synker til bunnen og overvintre i sedimentene. I mars-april, "spirer" noen av hvilesporene og gir opphav til vegetative celler som svømmer opp i vannet og vokser videre ved to-deling. Er vekstbetingelsene gode for de vegetative cellene kan konsentrasjonene bli så store at det er fare for opphopning av toksiner i skjell. På grunn av ansamlinger av hvilesporer i sedimentet vil det i områder som har hatt store oppblomstring av *Alexandrium* ett år, være økt risiko for nye oppblomstringer de påfølgende år. Hvilesporer som ligger i sedimentene kan beholde spiringsdyktighet i flere år, og disse sporene inneholder også toksiner. *Alexandrium*-slektens livssyklus, med dannelse av hvilesporer som overvintre i sedimentene, forklarer hvorfor PSP-fare er et flekkvis problem langs kysten. Undersøkelser av hvilesporer i gamle sedimenter sannsynliggjør at problemet var betydelig større i våre farvann for ca 1.000 år siden og tidligere.



Figur 3. Kostholdsråd fra SNT til publikum for hele kysten av Norge i 2001.

	Uke	12	13	14	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42					
1	Bog/Hvaler	D*	*	*	D*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
2	Mossedist./Gullholmen	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?			
3	Asker og Bærum/Konglung.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
4	Tonsberg/Vallø	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*			
5	Kragerø/Langresund	?	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*		
6	Aust-Agder/Flødevigen	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*		
7	Vest-Agder/Dalskilen	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	Dalane/Nordasundet	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	Midt-Rogaland/Lundsågen	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	Haugaland/Skjoldasraumen	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11	Ytre Sunnhordl./Sydnes	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	Bergen og Oml./Hjeltefi.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
13	Nordhordaland/Lurefjorden	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14	Sognedal/Menes	?	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*	D*		
15	Nordfjord/Sivøy (Sunnfjord)	?	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16	Ålesund	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
17	Romsdal	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18	Ytre Nordfjord/Ekkiløy	?	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
19	Frøya og Hitra/Frøya	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
20	Trondheim/Pir I	?	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
21	Namdal/Alteboen	?	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
22	Brønnøysund/Vistenfjord	?	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
23	Salten/Mørkved	?	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
24	Harsstad/Andørja, Engenes	?	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	Alta/Årøy-sundet	?	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26	Øst-Finmark/Vadsø	?	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

kan spise skjell, alger under farengrensne  
 kan spise skjell, negativ gifttest  
 ikke spis Dln, over farengrensne  
 ikke spis, Dln, over farengrensne, negativ gifttest  
 ikke spis, "DSP" påvist  
 ikke spis, "DSP" er påvist tidligere  
 ikke spis, Dln, over farengrensne og gift påvist

ikke spis, Alex, over farengrensne  
 ikke spis, Alex, over farengrensne, negativ gifttest  
 ikke spis, Alex, over farengrensne og gift påvist  
 ikke spis P-N, over farengrensne  
 ingen prøver tatt  
 ikke spis, andre gifter

Figur 4. Kostholdsråd fra SNT til publikum for hele kysten av Norge i 2000.

Uke	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
1 Fredrikstad/Kvernskjær	D*	D	D	D	D	D	*				D	D				D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D*	
2 Mossedistr./Gullholmen	D*	D	*		D	D	D	D	*	D	D	D	*			D	D	D*	D	D*	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
3 Asker og Bærum/Konglung.	?	*			AD	AD	*			D	D	D*	D	*													*						D	D*
4 Tønsberg/Vallø	D*	D	D*	D	D	*				D	D	*				D	D	D*	D	D	D*	D	D	D	D	D	D*	D	D	D	D	D	D	D
5 Kragerø/Langåresund	?	*	?	?	?	D*	*							?							D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D*
6 Aust-Agder/Flødevigen	D*	D	A*	AD	AD	D*	D	*	D	A*	AD	D*	D	D*	D!	D*	D	D*	D	D*	D	D*	D	D*	D	D*	D	D*	D	D*	D	D*	D	D*
7 Vest-Agder/ Dalskilen	*							D	D	D	D	*			D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D*
8 Dalane/Nordasundet	*						A	A	*		D	D	*					D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D*
9 Midt-Rogaland/Lundsvågen	*					A	A	A	P-N	A	P-N	*	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D*
10 Haugaland/Skjoldastraumen	*					?	A	A	*	A	A	*			D	D	*		D	D	D*	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D*
11 Ytre Sunnhordl./Sydnes	A*	A	A	A*	A	*						A	A	A	A*	A	?	?	?	?	D*	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
12 Bergen og Oml./Hjeltefj.	*	A	A*	A*	A	*						A	A	A	*						D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D*
13 Nordhordaland/Lurefjorden	*					?	?	*	*					A	A	A	A	*															D*	
14 Sogndal/Menes	?	AD*	AD	AD	AD	A*	A*	AD	D*	D	D*	D	D	D*	D	D	D*	D	D*	D	D*	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
15 Nordfjord/Almenning	?	A	A*	A*	A	A	A	*			A	A	A	A	AD	AD	AD	*																D*
16 Ålesund	?	?	*							D	D	*			D	D	*																	
17 Romsdal	?	?	A*	?	AD	A*	AD	A*	A	A*	A	A*	AD	A*	AD	*	*	*	*	*	*	*	D*	D	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18 Ytre Nordmøre/Ekkilsøy	?	*	?	?	?	A*	A	A	A	A	A	A	A	A	*																			
19 Frøya og Hitra/Frøya	*					A	A	A*	A*	*		A	A	A	A	A	A	A*	A	*														A
20 Trondheim/Pir I	?	*				A	A	A	A	A	P-N	A	P-N	A	P-N	A	P-N	A	*			AD	AD	AD	*									
21 Rissa/Kvitthyll	*		*			*	A*	A	A*	A	A*	A	P-N	A*	AD	D*	D	*	*	*	*	AD!	D*	D	*		D*	*	*	*	*	*	*	
22 Namdal/Altebotn	?	?	*							A	A	A	A	*																				
23 Brønnøysund/Vistenfjord	?	*										A	A	A	A	A	A	A	A*	A	A	*	A	A	D*	D	D						?	
24 Salten/Mørkved	?	*		?																				D	D	D	D	*						
25 Harstad/Vik i Kvæfjord	?	?	*	?																		A	A	*										
26 Alta/Kåfjord	?	*													P-N	P-N	P-N	P-N	*	*														
27 Øst-Finnmark/Vadsø	?	?	?	?	?	*		?	?					?	A	A	A*	A	A	*								?	A	A	A	?	?	

  kan spise skjell, alger under faregrense  
\* kan spise skjell, negativ gifttest  
D ikke spis Din, over faregrense  
D\* ikke spis, Din, over faregrense, negativ gifttest  
D! ikke spis, "DSP" påvist  
D! ikke spis, "DSP" er påvist tidligere  
D\* ikke spis, Din, over faregrense og gift påvist

A ikke spis, Alex, over faregrense  
A\* ikke spis, Alex, over faregrense, negativ gifttest  
A\* ikke spis, Alex, over faregrense og gift påvist  
A\* ikke spis P-N, over faregrense  
? ingen prøver tatt

De siste 3-4 år har ulike lokaliteter i Møre og Romsdal og Trøndelag vært hardest og hyppigst hjem søkt, men hele kysten fra svenskegrensen til grensen mot Russland kan rammes. PSP-faren kan ikke helt utelukkes noen tid på året, men april-juni ser ut til å være perioden med størst risiko i Sør-Norge.

På Haugalandet har problemer forårsaket av *Alexandrium* variert i løpet av overvåkingsperioden, men alltid innenfor perioden mars-juni. Det er i gjennomsnitt frarådet å høste skjell 5 uker pr. varslingsår pga *Alexandrium* i vannprøvene. Det er sannsynlig at hyppigere giftanalyser av blåskjellene på Haugalandet ville ført til færre høstingsadvarsler. Det er bare påvist nervegift i blåskjell en gang på disse åtte årene.

Tidligere ble råd om konsum basert på innslaget av *Alexandrium* i håvtrekk-prøvene. Siste året har man gått over til å gi råd ut i fra antall *Alexandrium*/L i vannprøven.

#### **1.2.4 Alger med gifter som kan gi hukommelsestap**

Skjellforgiftning med hukommelsestap (ASP) ble første gang rapportert fra Canada i 1987. Over ett hundre mennesker som spiste blåskjell fra øya Prince Edvard på østkysten av Canada ble syke, og fire døde. Foruten ulike, mer akutte besvær i fordøyelsessystemet og ulike nevrologiske effekter, fikk noen pasienter varig hukommelsestap (amnesia) etter forgiftningen. Sistnevnte gav navn til forgiftningen. Giften er identifisert til en aminosyre, "domoic acid" og er vannløselig. Den ble opprinnelig funnet i en rødalge i Japan i 1958. Blant planktonalger finnes "domoic acid" særlig innenfor en kiselalgeslekt, kalt *Pseudo-nitzschia*. *Pseudo-nitzschia* er en vanlig algeslekt langs vår kyst med seks til åtte ulike arter. Den arten som forårsaket den alvorlige forgiftningsepidemien i Canada, *Pseudo-nitzschia multiseries*, ble opprinnelig beskrevet (under et annet navn) fra Drøbaksundet i Oslofjorden. Etter at problemet første gang ble rapportert fra østkysten av Canada har det spredd seg også til vestkysten av USA og Canada. I løpet av de siste årene er det også registrert på New Zealand, i Japan, Spania og Skottland. I Nederland har de isolert og dyrket en art av slekten *Pseudo-nitzschia* med potensiale til toksinproduksjon. Ved en rekke anledninger de siste årene har det forekommet millionkonsentrasjoner av *Pseudo-nitzschia* både i norske og i danske farvann. I 2001 ble ASP-toksiner påvist i norske skjell for første gang, men på nivåer

under faregrensen. Erfaringer fra andre land kan tyde på at andre skjelltyper enn blåskjell, eks. haneskjell og kamskjell ("scallops"), er mer utsatt for ASP-toksiner enn blåskjell.

### 1.2.5 Alger med diarégivende gifter

Flere dinoflagellater av slekten *Dinophysis* kan inneholde gifter som forårsaker diaré, kvalme, oppkast og mage/tarmsmerter. Giftene er fettløselige. Symptomene kommer 0,5 - 10 timer etter konsum av giftige skjell og kan vare noen dager. Det er snakk om flere ulike gifter. De rene diarétoksinene (DSP-toksiner) kalles okadasyre og dinophysistoksiner og er såkalte fosfatasehemmere, som påvirker fosforomsetningen i celler. Nyere undersøkelser har også vist at okadasyre og nærbeslektede stoffer kan være kreftpromotorer, det vil si at de kan forsterke effekten av kreftfremkallende stoffer. Her er kunnskapen om forholdet mellom doser og respons foreløpig svært mangelfull, slik at det er for tidlig å si om dette overhodet er relevant for mennesker. De doser av okadasyre man benyttet i de eksperimentelle studiene hvor man fant promotoreffekt var svært høye. DSP-problematikken er langt mere komplisert enn PSP-komplekset. Flere fettløslige toksiner kan opptre i de ekstraktene man lager, og det har vært og er under diskusjon hvilken betydning disse toksinene (DSP-toksiner, yessotoksiner, pectenotoksiner, azaspiacid-toksiner) har for spiseligheten av skjell. De siste årene har det imidlertid vært en rivende utvikling i analysemetoder for påvisning av ulike, fettløselige toksiner i skjell, slik at overvåknings- og rådgivningsgrunnlaget er blitt bedre. Det er de rene diarégivende gifter i skjell som i de senere år i størst grad har hemmet skjellnæringen. Beskrivelser i legetidsskrift tidlig på 1900-tallet sannsynliggjør at problemet er gammelt og trolig opptrådte i Sognefjorden så tidlig som i 1870. Men det var høsten 1984, da minst et hundretalls personer her i landet ble syke etter konsum av blåskjell fra kysten av Skagerrak, at problemet kom i fokus, og en overvåkning ble etablert. Globalt er DSP foreløpig hyppigst påvist i Europa, men de siste årene er det i økende grad rapportert problemer også fra andre deler av verden, både fra kalde og varme farvann. Mens *Alexandrium*-slekten har en mer lokal og flekkvis forekomst langs vår kyst, synes *Dinophysis*-slekten i større grad å være knyttet til kyststrømmen. *Dinophysis*-slekten forekommer derved over større områder langs kysten og også ofte over lengre tid. Erfaringsmessig har områdene sør for Stad vært mest utsatt for diarégifter i skjell, og av de overvåkede områdene har spesielt Sognefjorden og

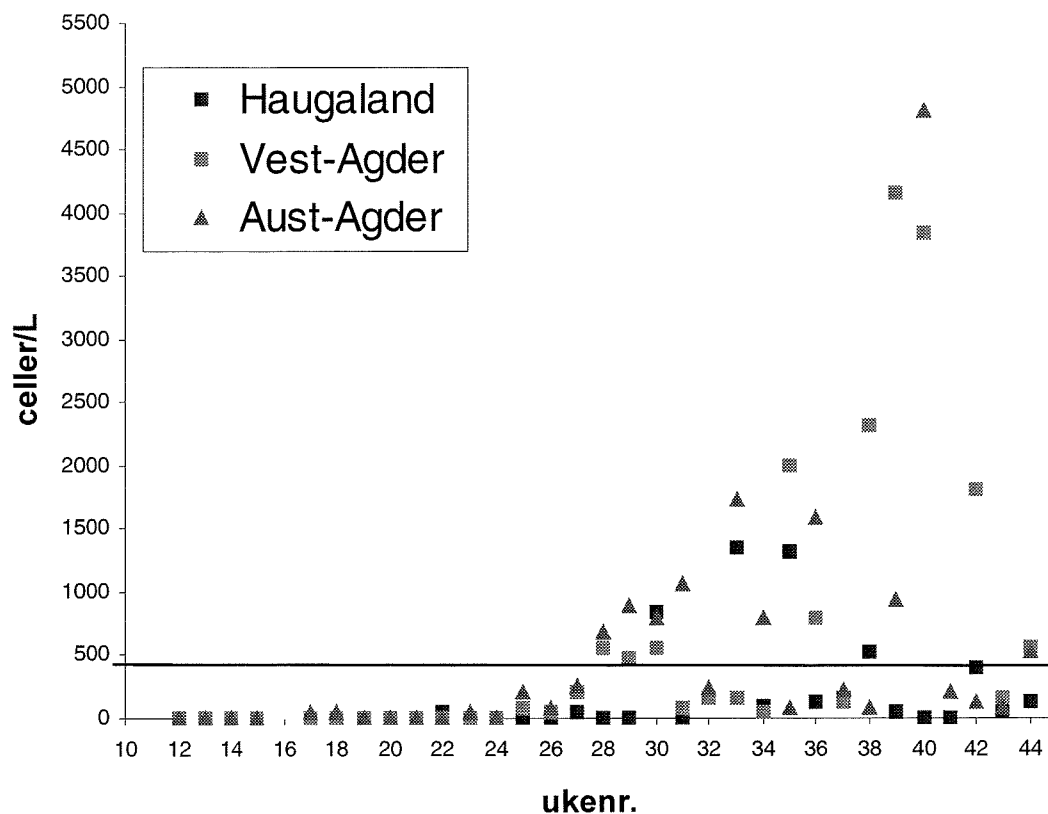
Skagerrakskysten vært rammet. I Sognefjorden har problemene med algegifter i store trekk vist seg å være avtagende fra de indre til de ytre deler, og det er sannsynlig at mønsteret i Sognefjorden går igjen i andre større vestlandsfjorder, eksempelvis også større fjordarmer på Haugalandet, som har betydelige elvetilførsler innerst. Slike elvetilførsler driver en såkalt estuarin sirkulasjon, ved at et utstrømmende, ferskvannspreget overflatelag ganske effektivt trekker det underliggende saltene vannet inn i fjordene. Dette vil i indre deler av fjordene kunne forsterke innstrømningen av kystvann i mellomliggende vannlag. Slik kan det tenkes at kystvann inneholdende *Dinophysis* "pumpes" inn i mange fjordarmer.

På Haugalandet har *Dinophysis* i mindre grad enn *Alexandrium* ført til høstingsadvarsler. Da programmet startet opp i 1994 inneholdt blåskjellene diarégift, som sannsynligvis var et overheng fra høsten 1993 da det var uvanlig mye *Dinophysis* og algegifter i skjell langs kysten av Skagerrak. Det er en vanlig erfaring at når det er mye algegift i skjellene om høsten så blir den sittende i skjellene gjennom vinteren til våroppblomstringen av kiselalger er godt igang året etterpå, vanligvis i mars. Fra våren 1994 gikk det 6,5 år før det igjen ble funnet skjell med diarégift over faregrensen på Haugalandet I årene 1996, 1997 og 1998 var det ingen problemer med *Dinophysis*, mens det i 2000 ble frarådet å spise skjell i så godt som hele tidsrommet fra juni til oktober. Sydnesstasjonen har i 2000 og 2001 ikke skilt seg mye fra Haugaland (Skjoldastraumen) med hensyn problemer med DSP-toksiner (Fig. 3 og 4).

Det er først og fremst *Dinophysis acuta* som kan inneholde mye diarégift og faregrensen er fra 2002 satt til 300 celler/L eller helt ned i 100/L dersom verdiene holder seg på dette nivået i mer enn 3 uker. *Dinophysis acuminata* og *D. norvegica* kan også inneholde gift og for disse anvendes grenseverdier på henholdsvis 900 og 2000 celler/L.

I juli 2000 økte antallet *Dinophysis acuta* i kyststømmen langs Skagerrakskysten og skjellene ble giftige. En til to uker seinere oversteg konsentrasjonen av *D. acuta* faregrensen også på Haugalandet (Fig. 4). Forekomsten av *Dinophysis acuta* i 2000 på stasjonene Flødevigen i Arendal (Aust-Agder), Dalskilen i Mandal (Vest-Agder) og Skjoldastraumen på Haugalandet (Rogaland) viser hovedbildet fra 8 års systematisk overvåkning (Fig. 5). Det viser at *D. acuta* var tidligere ute på stasjonene i Skagerrak og at antallet celler/L var høyere i Skagerrak enn på Haugalandet. Dette bildet har vært det samme for alle årene, også med hensyn til forekomsten av *D. acuminata* og *D. norvegica*. Figur 5 viser landsoversikten over kostholdsradene i 2000, det verste "diarégiftåret" i perioden 1994-2001, og man kan se hvordan diarégiftproblemet dukket opp suksessivt langs kysten fra Skagerrak til Stad.





Figur 5. Forekomsten av *Dinophysis acuta* i 2000 på stasjonene Flødevigen i Arendal (Aust-Agder), Dalskilen i Mandal (Vest-Agder) og Skjoldastraumen på Haugalandet (Rogaland).

### 1.2.6 Yessotoksiner

Funn av yessotoksiner (YTX) ble først publisert fra Japan i 1987 og allerede året etter fra Sognefjorden. Senere er slike toksiner funnet i Chile, New Zealand og Italia. I New Zealand er yessotoksin knyttet til høye konsentrasjoner av dinoflagellatene *Gonyaulax grindleyi* (= *Protoceratium reticulatum*) og *Gonyaulax polyedra* (= *Lingulodinium polyedra*). Disse algene er vanlig langs mange lands kyster, inklusive våre, men det er hittil lite kunnskap om i hvilken grad disse algene er assosiert med sporadisk akkumulering av yessotoksin i norske skjell. Våren 2001 ble det imidlertid påvist YTX i *Gonyaulax grindleyi* fra norske farvann for første gang, i alger isolert fra Oslofjorden og Flødevigen (Arendal). Men dagens kunnskaper om

yessotoksiner og grenseverdier for kostholdsråd peker mot at YTX neppe blir en stor hemske for en skjellnæring. Det er imidlertid først i 2001 at rutineovervåkingen av skjell har begynt å inkludere overvåking av potensielle YTX-alger og YTX i skjell, og ved noen få anledninger, blant annet i Lysefjorden (Rogaland), har forekomsten av YTX ført til kostholdsråd og høstingsforbud en kortere periode på forsommeren. Men de fleste målingene langs kysten har ligget godt under de nyetablerte grenseverdier for YTX i skjell.

### 1.2.7 Pectenotoksiner

Funn av pectenotoksiner ble publisert fra Japan i 1985, men kunnskapen om pectenotoksiner er langt mer mangelfull enn for de andre algegiftene, og analysemetodene er lite utviklet. Man kjenner heller ikke eventuelle kildeorganismer. Giftene er skadelig for leveren hos forsøksdyr. Pectenotoksiner er påvist i Norge, men de få registreringene vi har, tyder ikke på at høye konsentrasjoner av pectenotoksiner i norske skjell er et stort problem.

### 1.2.8 Azaspiracid-toksiner

I 1995 ble flere personer forgiftet av skjell dyrket på vestkysten av Irland (AZP). Giften (azaspiracid), som er fettløselig, var inntil da ukjent for skjellnæringen, men har siden blitt påvist i flere land. I 2001 ble det for første gang advart mot azaspiracid i skjell fra enkelte norske lokaliteter, blant annet i Rogaland Foruten at AZP-toksiner kan gi maveonde og oppkast ved konsum, har de i dyreforsøk gitt neurotoksiske effekter og skader på tarm, milt og lever. Arter fra dinoflagellatslekten *Protopeidinium* er antydnet å være kilden til disse toksinene, og da spesielt artene *P. crassipes* og *P. curtipes*, men det gjenstår mye forskning på området. AZP-toksiner har skapt en del problemer i Irland, til dels sent på høsten og gjennom vinteren.

## **Konklusjon**

Vi konkluderer med at Haugalandområdet i gjennomsnitt har hatt færre problemer med akkumulering av algegifter i skjell enn mange andre lokaliteter i Sør-Norge. Problemene har variert fra år til år med år 2000 som det vanskeligste. Til nå har DSP-toksiner (diarégifter) og PSP-toksiner (lammende gifter) vært hovedproblemene, som oftest har ført til at folk er frarådet å spise skjell. I løpet av 2001 har, for oss "nye" gifter, som AZP-toksiner (azaspiracid), ASP-toksiner (hukommelsestap) og yessotoksiner (YTX) gjort seg gjeldende i norske farvann. Det usikkert om disse giftene vil skape store problemer for skjellnæring langs kysten i årene som kommer.

## **2 Metoder for avgiftning eller kontroll av algegifter.**

### **2.1 Kunnskapsstatus om algegifter i skjell**

Følgende kunnskapsstatus er basert på en gjennomgang av ny litteratur og informasjon fra Dr Sandra Shumway ved Southampton College of Long Island University i USA. Hun har i over 10 år hatt sitt interessefelt innen algegifter i skjell, og er involvert internasjonalt innen feltet.

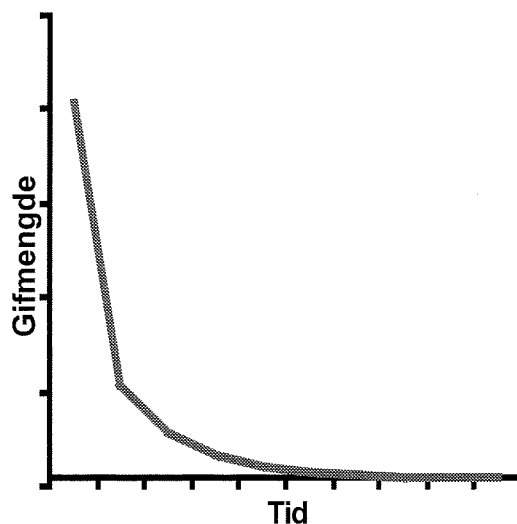
I vitenskapelig litteratur fremheves det at man mangler vesentlig grunnleggende kunnskap om opptak, metabolisme og utskillelse (avgiftning) hos skjell. Den eksisterende kunnskap baseres dels på eksperimentelle forsøk men for en stor del fra erfaringer og undersøkelser i felt. For DSP toksinene er det en begrensning for forskningen at det så langt ikke har lyktes å dyrke *Dinophysis* arter i kultur. Videre har det for DSP vært fokusert på forbedring av metoder for påvisning. Gode metoder for påvisning av gifter er naturligvis en forutsetning for studier av opptak og frigivelse.

#### **2.1.1 Opptak av algegifter**

Algegiftene tas opp i skjellene gjennom fordøyelsen, og giftinnholdet øker så lenge giftalgene er i vannet. Grenseverdier for konsentrasjoner av giftalger i vannet forteller oss om risikoen for akkumulering av gift i skjellene. Her må en imidlertid merke seg at effektiviteten i opptak av giftene er avhengig av forholdet mellom mengde giftalger og mengde andre alger. Når det er lite føde kan selv svært lave nivåer av giftalger gi giftige skjell, mens en ved høye konsentrasjoner av føde kan ha en viss mengde giftalger uten å finne gift i skjellene. Nye undersøkelser tyder også på at blåskjell lettere tar opp algeceller i gruppen dinoflagellater (inkluderer artene som gir DSP og PSP) enn diatomeér.

## 2.1.2 Utskillelse av alggifter

Når giftalgene forsvinner etter en periode med akkumulering av gift, ser en i en første fase en rask nedgang i giftighet i skjellene (spesielt når giftnivåer i utgangspunktet er høyt). I denne fasen går giftalgene ut av fordøyelsessystemet og giftkomponentene som er svakest bundet til vevet skilles ut. I den neste fasen går utskillelsen vesentlig saktere, ettersom det er gift bundet til vevet som nå skilles ut. Mye tyder også på at omdannelse av toksiner til andre forbindelser er en avgiftningsvei. Forløpet for utskillelse av giftene i denne andre fasen avtar eksponensielt (Fig. 6), og det er vanlig å



Figur 6. Skjematisk fremstilling av avgiftningshastighet over tid hos skjell.

betrakte halveringstid som et mål på avgiftningshastighet. Tiden det tar for å komme under grenseverdien er derfor i stor grad avhengig av hvor høyt giftnivået i skjellene er i utgangspunktet.

Forskning som er utført på omsetning og frigivelse av alggifter i skjell tyder på at en rekke forhold kan påvirke skjellenes utskilleleshastighet. Resultatene er dels motstridende og mangel på grunnleggende kunnskap vanskeliggjør ofte tolkning av resultater. Fra mange feltstudier tyder resultatene på at fødemengde er den viktigste faktoren. På den annen side viste et laboratorieforsøk ingen forskjell i avgiftningshastighet mellom skjell som ble føret og skjell som gikk på råvann, men her kan fødemengdene ha vært for lave (ration 0,5 og 1,5%). Avgiftningshastigheten var heller ikke påvirket av salinitet og temperatur. Det er antydning at faktorer som knyttes til skjellenes endring i metabolisme gjennom sesongen i stor grad påvirker avgiftningsprosesser. I et annet forsøk gikk avgiftning i poll med et naturlig sammensatt planktonføde raskere enn ved føring i laboratoriet med kultiverte alger. I flere tilfeller har man opplevd at blåskjell som har akkumulert høyt giftinnhold om høsten har forblitt giftige gjennom vinteren. Her skal man imidlertid ta i betraktning at lave konsentrasjoner av giftalger gjennom vinteren kan ha vært med å vedlikeholde giftnivåene. Temperatur antas av mange å ha en effekt gjennom virkning på generell metabolisme, men det er ikke påvist en direkte sammenheng mellom temperatur og avgiftningshastighet. Det er

konkludert med at betydningen av temperatur ennå ikke er forstått. Her mangler studier hvor effekt av temperaturer og føde, og interaksjoner mellom disse, undersøkes.

Giftinnholdet avtar som nevnt eksponensielt, og tiden det tar for å komme under grenseverdiene er altså avhengig av giftnivået i skjellene. I boken Skjell – biologi og dyrking (Hovgaard m fl 2001) er det referert til en serie forsøk utført i Sognefjorden. Det er funnet at giftnivået (DSP) i skjell som flyttes til områder uten giftalger har en halveringstid på rundt 20 dager. Skjell som ble holdt på dypvann i kar brukte over dobbelt så lang tid. Forsøk med avgiftning i kar på land tilført dyrkede alger krevde tilsvarende halveringstid som flytting til områder uten algegifter. I svenske forsøk er det oppnådd halveringstider på åtte til ti dager.

Dersom en har to uker på seg for å avgifte skjell til under 16 µg DTX/100 g skjellmat kan dette altså være mulig for giftnivåer under 30 µg. Halveringstiden vil trolig endres med ulike fødekonsentrasjoner og kanskje ved ulike temperaturer, men erfaringene over gir en god pekepinn på hvilken størrelsesorden det er snakk om, og at høye giftnivåer sannsynligvis vil være vanskelig å avgifte innen uker. Det er også lite trolig at en ved fôring av skjell i høye tettheter i kar kan oppnå bedre fødeforhold enn skjell som henger på samlere i sjø.

Andre faktorer som påvirker avgiftningshastigheten er skjellstørrelse og sesong. Små skjell tar både opp giftene raskere samtidig som de skiller ut giftene raskere, noe som har sammenheng med at de spiser mer per tid per kroppsvekt enn større skjell, og giftinnholdet var dobbelt så høyt i 3-4 cm skjell som skjell på 6-7 cm i et feltforsøk. Ulike avgiftningshastigheter til ulike tider på året kan tyde på at skjellenes fysiologi (kjønnsmodning m.m.) kan spille inn. Det er kjent at respirasjonen hos skjell er betydelig høyere i perioder med oppbygging og modning av kjønnsprodukter.

Mekanismen for utskillelse av algetoksiner fra vevet er foreløpig ukjent, og dette er en av grunnene til den manglende kunnskapen om hvilke faktorer som påvirker avgiftningshastigheten.

Ulike arter av skjell viser store forskjeller i både opptak og utskillelse av algegifter. Blåskjell tar opp gifter spesielt raskt, og likeså kamskjell, mens østers *ofte* blir giftig flere uker etter blåskjellene og når kun lave nivåer av gift (NB: Høye giftnivåer er rapportert også for østers). Grunnen til dette er trolig at blåskjell er "immune" mot algegiftene mens østers tåler giftene

langt dårligere, noe som er vist for PSP. Blåskjell regnes også som relativt raske til å kvitte seg med giftene. For kamskjell går giftnivået relativt raskt ned i gonade og muskel, mens kappevevet kan forbli giftig i årevis, noe som har gjort at slikt materiale med PSP har vært vurdert som spesialavfall i USA. For østers er det rapportert om både raske og langsomme avgiftningshastigheter, men det er mulig at ulike arter av østers gir ulike resultater.

Det finnes rapporter på at bruk av ozon påskynder avgiftning av skjell, men denne metoden er ikke tatt i bruk og den generelle oppfatningen er at ozon ikke har effekt som er mulig å anvende i praksis.

Vi konkluderer med at det basert på eksisterende kunnskap tyder at tilgang på føde er avgjørende for at man aktivt skal kunne påvirke avgiftningshastighet. Det mangler imidlertid grunnleggende kunnskap om effekt av ulike miljøfaktorer, samt kunnskap om de mekanismer som bestemmer denne prosessen. Med utgangspunkt i eksisterende grenseverdier for DSP og utgangsgiftighet vil avgiftning av blåskjell ta minst 1-2 uker, med lengre tid for høyere giftkonsentrasjoner. Risiko bør nøye vurderes i forhold til mulighetene for å kunne styre avgiftningsprosessen slik at et forventet resultat kan påregnes.

## **2.2 Metoder, kostnadsanalyse og produksjonsgrunnlag for avgiftning av skjell**

Vi har ikke kjennskap til at det internasjonalt er etablert kommersielle anlegg for aktiv avgiftning av skjell. I følge Dr Sandra Shumway ved Southampton College of Long Island University i USA, er avgiftning ikke vist biologisk effektivt eller kostnadseffektivt for noen av de kjente toksinene og tiltakene er vurdert som risikable. I Rapporten "Harmful algal blooms in coastal waters: Options for prevention, control and mitigation" utgitt på oppdrag av myndighetene i USA vurderes det 1) preventive tiltak (blant annet reduksjon i utslipp av næringssalter og redusert introduksjon av nye algearter gjennom ballastvann, 2) kontrollere oppblomstringer av giftige alger (kjemikalier, biologisk kontroll og flokkulering med leirstøv, med dog med begrenset praktisk anvendelse) og 3) begrense skadeeffekter (utvidet overvåkning med mulige høsteforbud, forbedring av deteksjonsmetoder og publikumsinformasjon). Avgiftning av skjell er overhodet ikke nevnt i rapporten.

Ifølge Dr Shawn Ribinson ved St Andrews Biological Station i Canada er det begrensede muligheter for avgiftning av skjell fordi avgiftning av PSP toksiner tar for lang tid og ASP går for raskt til at det er verdt å bygge en fasilitet for dette formålet. Canada har relativt lite problemer med DSP-toksiner.

Det er i prosjektbeskrivelsen for Regional Sjømatproduksjon skissert en problemstilling hvor en ønsker lokalisering av mottaksstasjon og avklaring av muligheter for å kombinere eller samlokalisere dette med anlegg for avgiftning av skjell. På grunnlag av eksisterende kunnskap om muligheter for avgiftning av skjell vil aktiv avgiftning høyst sannsynlig forutsette en form for kontrollert tilførsel av føde.

Det har i ulike sammenhenger fremkommet forslag om etablering av intensive anlegg for avgiftning av blåskjell, hvor skjellene holdes i landbaserte anlegg og tilføres produsert føde. Før vi gjør rede for våre forslag til strategier/metoder vil vi gi en gjennomgang av økonomiske rammevilkår for et intensivt landbasert anlegg. Dette vil være et grunnlag for at vi foreslår å utvikle ekstensive metoder for avgiftning eller kontroll av algegifter (se kap. 2.4). Det er viktig å presisere at tilrettelegging av sikker produksjon av skjell i Haugalandområdet uansett forutsetter en regional kartlegging og bedre kunnskap om risiko for forekomst av algegifter. Strategier som baserer seg på økt kunnskap om produksjonsforhold for skjell, og risiko for giftige alger i disse områdene, vil kunne gi muligheter for å tilpasse produksjonsfaser og produksjonsformer med mål å etablere sikker produksjon av giftfrie skjell. Disse tiltakene kan iverksettes innen kort tid, mens løsninger som innbefatter styrt avgiftning har en noe lenger tidshorison.

### **2.2.1 Kostnadsanalyse for intensive anlegg for avgiftning av blåskjell.**

Naturlig lever skjell i et miljø med sterkt varierende mengde og kvalitet av føde, og tilpasser seg endringer i miljø gjennom morfologiske og fysiologiske mekanismer som kompenserer ved eventuelle ugunstige forhold. Studier av blant andre blåskjell har vist at systemet er rettet inn mot å holde opptak av næring og energi stabilt. Ulike skjellarter har ulike egenskaper med hensyn på å tilpasse seg miljøet og effektivitet i utnyttelse av tilgjengelige føde. Blåskjell er nok den mest kjente av de artene som viser en ekstrem fleksibilitet og tilpasningsdyktighet. Blåskjell utnytter effektivt relativt lave og høye fødekonsentrasjoner, relativt små



fødepartikler og spiser og vokser i et stort temperaturspekter (se også Hovgaard m fl 2001, side 53-58).

I en vurdering av intensive landbaserte anlegg for avgiftning tar vi utgangspunkt i at tilgang på føde er avgjørende for aktivt å kunne påvirke avgiftningshastighet i skjell, men vi har enda ikke tilstrekkelig kunnskap til å kunne kvantifisere effekten av fødemengde og -kvalitet på avgiftningsprosessene. Vi tar derfor utgangspunkt i at skjellene i hvert fall må få nok føde til å dekke de metabolske utgiftene slik at det ikke tæres på lagret energi. Daglig mengde føde som tilsvarer minst 1% av bløtdelens tørrvekt (ration) vil grovt sett gi en positiv netto veksteffektivitet.

Vi forutsetter at et landbasert avgiftningsanlegg må tilføres algeføde fra en styrt produksjon hvor algesamfunnet domineres av ikke-giftige kiselalger (diatomeér). Tilstrekkelig kontroll vil kreve algeproduksjon i tanker på land (eller dammer/poll). Det største algedyrkingsanlegget i Norge er i drift hos Tarovekst AS i Trøndelag, hvor man produserer styrt algesammensetning (dominert av kiselalger) i kar (20 000 l). Et tilsvarende anlegg er bygget på Kårstø. I anlegget hos Tarovekst AS er totalproduksjonen i sommerhalvåret omlag 5 kg tørrvekt alger per dag. Forutsetter vi at denne maten kan fordeles likt til alle skjell i et anlegg og utnyttes med en effektivitet på 80% (inkluderer resirkuleringssystem) vil kapasiteten for å holde blåskjell med positiv veksteffektivitet være 8 tonn levende skjell.

De årlige driftskostnadene for anlegget er kr 400 tusen. Det er rimelig å anta at behovet for avgiftning vil være reelt i 6 måneder av året, som gir årlige driftskostnader på kr 275 tusen. Med en antatt avgiftningsyklus (avgiftningstid) på 2 uker vil et slikt anlegg totalt kunne behandle nær 100 tonn per år (6 mnd), med en kostnad per kilo blåskjell på kr 2,63. Over har vi tatt utgangspunkt i en minimum ration føde som gir positiv veksteffektivitet. Avgiftning vil sannsynligvis forutsette en høyere ration føde. I tillegg vil det i et landbasert anlegg med høy biomassetthet være praktisk umulig å fordele føden likt på alle individer og mengde føde bør sikre at skjell som får minst føde likevel får nok. Med en ration på 4% (gir "høy" netto veksteffektivitet (Hawkins et al. 1989)) blir kostnaden kr 10,51 per kilo blåskjell. Dette er å betrakte som kostnad til fødeproduksjon. I tillegg kommer kostnader knyttet til selve landanlegget for å holde blåskjellene i og tilknyttede operasjoner.

Beregningene over er basert på et algeproduksjonsanlegg dimensjonert for vekstanlegg til kamskjellyngel. Vi har kalkulert at en tredobling av produksjonsvolumet i algeanlegget vil gi en kapasitet til å holde 25-30 tonn blåskjell i anlegget, og kostnaden per kilo skjell vil halveres.

Algeføde kan alternativt produseres i dammer eller poll hvor sjøvann tilføres gjødsel og manipuleres for å etablere et "gift-fritt" algesamfunn og kontrollert produksjon. Et slikt anlegg forutsetter at naturlig poll/basseng er tilgjengelig eller kostnader til utgraving og etablering av dammer på egnet areal. Betydelig kunnskap eksisterer om styring av algeproduksjon i slike systemer (størrelsesorden 50 tusen kubikkmeter volum). Et større antall fullskala anlegg har vært i drift i forbindelse med produksjon av føde til fiskeyngel og skjellyngel, men med en betydelig lavere biomasse på organismen som skal føres enn det som vil være behovet når det gjelder blåskjell. Kostnadene ved å produsere alger til skjell i et slikt system vil være betydelig lavere enn ved produksjon i mindre volumer i tanker.

Vi konkluderer med at produksjon av alger i tanker, dammer eller poll til blåskjell i et landbasert anlegg anslås til en kostnad på minimum kr 1-10 per kg blåskjell.

## **2.2.2 Ekstensive metoder for å etablere produksjonsforhold som sikrer giftfrie skjell/avgiftning**

### **Alternativ 1**

Forsøk i store poser i sjøen og i poller og erfaringer fra naturlige oppstrømningsområder, feks i nord - Spania, viser at økte tilførsler av naturlige næringssalter fra dypereliggende vannlag fører til økt algeproduksjon og styrer algesammensetningen mot ikke giftige alger.

På denne bakgrunn gjennomførte Havforskningsinstituttet prosjektet "Fjordcult" i perioden fra 1998 til 2000 for å vurdere mulighetene for økt planktonproduksjon og å redusere problemet med giftige alger i fjordområder ved ferskvannsdrevet oppstrømning av næringsrikt dypvann (Fig. 7). Samnangerfjorden ved Bergen ble valgt ut til undersøkelsen og prosjektet ble utført av Havforskningsinstituttet i samarbeid med Universitetet i Bergen og SINTEF (Aure, Erga og Asplin, 2000., McClimans og Eidnes, 2000). Havforskningsinstituttet har

også, i samarbeid med Lysefjorden skjell AS (nå Coastshell AS), Skjellsenteret på Forsand og Forsand kommune, vurdert mulighetene for å etablere et forsøksanlegg for ferskvanndrevet oppstrømning i indre del av Lysefjorden (Aure, Strand og Skaar, 2001).

Resultatene av undersøkelsene foran viser at det er store muligheter for:

- 1) å kunne øke algeproduksjonen og produksjonen av blåskjell i indre del av en fjord,
- 2) å redusere forekomstene av giftige alger
- 3) å gi en mer stabil algeproduksjon og dermed stabil tilvekst for blåskjell.

Et influensområde for kunstig ferskvannsdrevet oppstrømning som for eksempel i indre del av Lysefjorden vil dermed kunne gi mulighet for avgifting , kortere produksjonstid, økt kvalitet, ”toppforing” og mellomlagring av høstingsklare blåskjell. Lavere temperatur i oppstrømningsvannet kan benyttes til å utsette gyting, dvs utvide og sikre høstesesongen for skjell om våren og forsommeren.

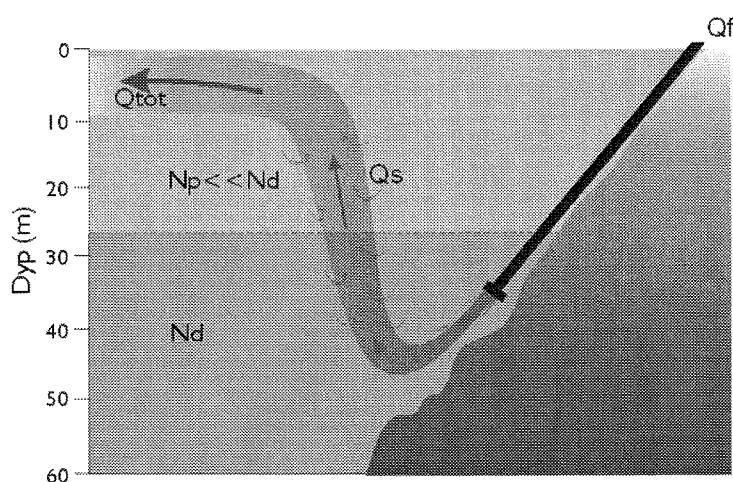
I indre del av Lysefjorden (ca 3 km<sup>2</sup>) har vi beregnet at en kunstig oppstrømning på for eksempel ca 30 m<sup>3</sup>/sek drevet av ca 3 m<sup>3</sup>/s ferskvann med utslipp i 35 –40 meter dyp kan ha et potensiale til å avgifte 5000 - 6000 tonn blåskjell per sesong. Den kunstige oppstrømningen av næringssalter fra dypere liggende lag er også beregnet å kunne øke produksjonen av blåskjell i størrelsesorden 1000 tonn per år. Et slikt område vil dermed også evt kunne fungere som bufferanlegg for ”giftfrie” skjell i perioder med høsteforbud i andre deler av regionen.

Det arbeides med å få finansiert et fullskala forsøksprosjekt for kunstig ferskvannsdrevet oppstrømning i indre del av Lysefjorden sommeren 2002. Utviklingsarbeidet har en kostnadsramme på 3,7 millioner kroner over 3 år.

Årlige kostnader knyttet til etablering og drift av kunstig oppstrømning slik det er skissert for indre del av Lysefjorden er beregnet til kr 250 tusen. Med en kapasitet på å behandle i størrelsesorden 5000 tonn blåskjell i året får vi en kostnad på kr 0,05-0,10 per kilo blåskjell.

Kriterier for en fjordlokalitet knyttet til ekstensiv avgiftning og økt produksjon av blåskjell:

1. En fortrinnsvis naturlig avgrenset sidefjord eller fjordbunn med areal mellom ca 1 og 4 km<sup>2</sup> ( I fremtiden kan det også bli aktuelt å øke produksjonen av bla giftfrie alger i større fjordområder - Fjordcult)
2. Dybde ved oppstrømningsanlegget og evt terskeldyp større enn 45 - 50 meter (i store fjorder som for eksempel Lysefjorden kan terskeldypet være mindre enn 50 meter).
3. Tilstrekkelig lang oppholdstid for det algeførende laget i det aktuelle fjordområdet.
4. Tilgjengelighet på tilstrekkelige mengder ferskvann (evt brakkevann).
5. Tilgang på ferskvann med fallhøyde i forhold til havnivå på 2 - 3 meter. Hvis ikke tilgang på fallhøyde kan ferskvann/brakkvann evt pumpes ned til utslippsdyp.



Figur. 7. Prinsippskisse for ferskvannsdrevet oppstrømning av næringsrikt dypvann i fjorder. (Qf = ferskvann, Qs = tilført dypvann til algesonen og Qtot = Qf+Qs).

Basert på kriteriene foran er det innenfor kommunene inkludert på Haugalandet funnet to lokaliteter hvor forholdene skulle kunne ligge tilrette for å etablere et ekstensivt avgiftningsområde for blåskjell basert på ferskvannsdrevet oppstrømning av dypvann:

1. Indre del av Åkrafjorden (Etne kommune):

Sjøkart nr 20

Areal indre del : 1.7 km<sup>2</sup> (ut til Mosnes)

Største bunndyp indre del: 45-100 m

Terskeldyp Åkrafjorden: 300 m

Største dyp innenfor terskel: 525 m

Oppholdtid algeførende lag: Trolig tilstrekkelig for å etablere et influensområde i indre del av fjorden.

Tilgjengelighet på ferskvann /brakkvann : Trolig god

Tilgang på ferskvann med fallhøyde > 2meter: ukjent

2. Indre del av Yrkjefjorden (Tysvær kommune):

Sjøkart nr 15

Areal indre del : 1.6 km<sup>2</sup> (ut til Olsnes)

Største bunndyp indre del: 42 - 90 m.

Terskeldyp Yrkjefjorden: Ingen

Oppholdtid algeførende lag: Trolig tilstrekkelig for å etablere et influensområde i indre del av fjorden.

Tilgjengelighet på ferskvann /brakkvann : Trolig god

Tilgang på ferskvann med fallhøyde > 2meter: ukjent

## Alternativ 2

SINTEF- Fiskeri og havbruk har bla foreslått en metode for avgiftning av blåskjell hvor et mindre naturlig avgrenset område stenges inne med et ca 20 meter dypt plastskjørt (modifisert oljelenseteknologi). Innenfor plastskjørtet transporteres dypvann fra 30 - 40 meter dyp , som inneholder mye næringssalter i et naturlig forhold, opp til overflaten med en strømsetter/"airlift". Plastskjørtet vil etter planen hindre inntransport av giftige alger til det innestengte området og de tilførte næringssaltene fra dypvannet vil trolig etablere en økt

algeproduksjon med dominans av ikke giftige alger (Ref SINTEF søknad av 22.06.2001). Utredning av mulighetene og eventuelle forsøk med dette alternativet er planlagt utført i 2002.

Det er satt opp følgende kriterier:

1. Fysisk avgrenset lokalitet.
2. Størrelse > ca 0.3 km<sup>2</sup> og største dybde 30 – 40 m.
3. Terskeldyp > ca 50 meter.
4. Ingen konkurrerende næringsvirksomhet.
5. I tillegg vil vi peke på at det for dette alternativet er klare begrensninger vedrørende konkurrerende bruk av sjøområdet (bosetning, friluftsliv, fri ferdsel osv).

Ut fra kriteriene foran er det innenfor kommunene på Haugalandet funnet en lokalitet hvor forholdene kan ligge tilrette for å etablere avgiftningsområde for blåskjell etter dette alternativet:

Bukten mellom Toftøy og Stong (Tysvær kommune):

Sjøkart nr 18

Fysisk avgrenset lokalitet : Ja

Areal : ca 0.5 km<sup>2</sup>

Største dyp 35-50 meter

Terskeldyp: ingen

Konkurrerende næringsvirksomhet: Fiskeoppdrettsanlegg?

Konkurrerende bruk av området: ?

### 2.2.3 Miljøaspekt

Tiltak med manipulering av hydrografiske forhold i et produksjonsområde har vi enda mangelfull kunnskap om, og de kan i mange områder være kontroversielle. Det bringer en inn på positive og negative økologiske effekter skjellanlegg kan tenkes å ha i et område. Slike problemstillinger er mangelfullt dokumentert, og kan kanskje bli trukket mer inn ved etablering av skjellanlegg i fremtiden. Langs flere deler av kysten har plassmangel for skjellanlegg og stygt utseende vært brukt som argumenter mot etablering. Måter å redusere

slike innvendinger kan være å etablere mindre og "pene" produksjonsenheter, som også vil spre risikoen for produksjonsstopp på grunn av algegifter, eventuelt la skjellanlegg være usynlig i overflaten.

## 2.4 Strategi for produksjon av giftfrie skjell basert på økt overvåking

Høy produksjon i blåskjell dyrking betinger god tilgang på planteplankton. Det er avhengig av lokalt god algeproduksjon og en god tilførsel ved strøm (advektert algeproduksjon). I praksis er tilgjengelig "algemat" til skjellene et resultat av en kombinasjon av de to prosessene. God in situ vekst betinger god, lokal næringstilførsel, mens advektert produksjon betinger gode strømforhold. Det siste drives av blant annet av tidevann, vind og ferskvannstilførsel, og modifiseres av topografiske forhold, eks. dybde og bredde av fjorder og sund. I tillegg til god mattilgang i form av planteplankton, så er god vannkvalitet nødvendig for at skjell skal bli sunn sjømat. Aktuelle dyrkningsområder må sjekkes for miljøgifter og sykdomfremkallende mikrober. Erfaringsmessig er dette bare lokale problemer langs kysten av Norge, rundt større punktutslipp (industri og kloakk), og vi kommer ikke mer inn på dette i foreliggende rapport.

Et større problem for skjellnæringen så langt har vært at sammen med nødvendig og god "algemat" så kan det, fra tid til annen, opptre giftige alger. Forekomsten av *Alexandrium* er ofte av mer lokal karakter og skyldes lokale vekstbetingelser. Oppblomstringenes utbredelse og varighet er erfaringsmessig derved ofte begrenset i rom (fjordområde) og tid (opptil 6-8 uker). Vanlig risikoperiode for PSP-gifter er mai-juni. Forekomsten av *Dinophysis* har ofte mer regional karakter, algene er vanlig i kystvannet (kyststrømmen) og risikoområder er de som står i effektiv sirkulasjonsmessig kontakt med kystvannet. Vi antar, som nevnt foran (, at *Dinophysis* kan "pumpes" inn i fjordarmer. Problemet med DSP-gifter kommer gjerne på sensommeren og høsten, og har vist seg å kunne vare helt frem til neste vår (mars-april).

Innenfor et så variert kystavsnitt som Haugaland dekker, er det sannsynlig at risikoen for forekomst av giftige alger og opphopning av gift i skjell kan variere mye fra lokalitet til lokalitet. Lokal kunnskap, særlig om sirkulasjonsforhold, er nødvendig ved utvelgelse av dyrkningslokaliteter, og eventuelle historiske data for hydrografi eller algegiftforekomster man har å støtte seg til vil styrke grunnlaget for riktig valg av og dyrking i lokalitet. Økt

kunnskap om variabilitet i risiko for algegiftopphopning i skjell vil man særlig vinne ved intensiv kartlegging i perioder som erfaringsmessig har høy risiko for slike problemer, eller kanskje enda bedre, i perioder hvor pågående overvåkning viser at nå er problemene tilstede på noen lokaliteter på Haugalandet. Da får man klareste svar på; hva er så situasjonen i andre områder av Haugaland med potensiale for skjelldyrking.

Selv om man etterhvert finner frem til gode lokaliteter for skjellanlegg, så må man kunne leve med perioder med høstningsfrobud av skjell på grunn av opphopning av algegifter. Noen forhold som hjelper en til det er; god informasjon fra overvåkning om at algegiftproblemer kan oppstå i nær fremtid, god høstningskapasitet og avsetningskapasitet i giftfrie perioder, muligheter for langtidslagring (i basseng eller lignende med friskt dypvann eller ved nedsekning av skjell under overflatelaget med alger). Det har vist seg at tap av matinnhold i skjell ved lagring uten noen foring ikke er så stor den første tiden, særlig ved lagring ved lave temperaturer. Flytting av skjell til vann med lavere temperatur har også vært foreslått som metode for å utsette gyting om våren, og derved beholde et høyere matinnhold for en periode i skjell som normalt skulle ha gytt. Flytting av skjell fra områder med algegiftproblemer, men med gode vekstforhold eller forhold for yngelsamling, til områder hvor siste vekstfase sikrer giftfrie skjell er en strategi som har vært lansert for fjordområder.

Strategier som baserer seg på økt kunnskap om produksjonsforhold for skjell, og risiko for giftige alger i disse områdene, vil kunne gi muligheter for å tilpasse produksjonsfaser og produksjonsformer med mål å etablere sikker produksjon av giftfrie skjell. Disse tiltakene kan iverksettes innen kort tid, mens løsninger som innbefatter styrt avgiftning har en lengre tidshorisont.

En grunnleggende anbefaling når man vil etablere skjellanlegg vil være å gjøre seg kjent med vår kysts naturlige rammer for skjellproduksjon og tilpasse seg disse ved etablering og drift av anlegg, samt i et fellesskap å skape en rasjonell infrastruktur og betjening av marked.



### **3 Relevante fagmiljøer på algegifter i skjell**

#### **3.1 Norge (andre enn Havforskningsinstituttet)**

##### **3.1.1 Institusjoner**

###### **Fiskeridirektoratet/Ernæringsinstituttet**

Fiskeridirektoratet har godkjenning av omsetning av skjell som ansvarsområde, og gjennom Overvåkningsprogrammet for skjell føres det kontroll med næringens egenkontroll. I arbeidet med regelverk for kontroll med algegifter i skjell tilegnes det kompetanse rundt problemstillingen og her bygger Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt som faginstans kompetanse på skjellenes fysiologi og dens betydning for opptak og utskillelse av algegifter i skjell.

Kontaktpersoner: Malin Pedersen og Arne Duinker.

###### **Høgskulen i Sogn og Fjordane**

Fagmiljøet på skjell dyrking ved Høgskolen, som er representert ved førsteamanuensis Peter Hovgaard, har i tiår vært sentral i arbeidet med algifter i skjell og dyrking av blåskjell i fjorder.

Kontaktperson: Peter Hovgaard.

###### **NIVA**

Norsk Institutt for Vannforskning utfører forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid på kontraktbasis for offentlige myndigheter og privat næringsliv. Innen algegifter deltar de i nasjonale overvåkningsprogrammer og har forskningsaktivitet rundt oppblomstring av toksiske alger.

Kontaktperson: Thorbjørn Johnsen.

## **NTNU**

Norges Teknisk Naturvitenskapelige Universitet har grunnleggende kompetanse innen fysiolog hos blåskjell, og bruk av blåskjell som indikatororganisme i forurensningssammenheng. De ønsker å bruke dette mot grunnleggende studier på avgiftning.

Kontaktpersoner: Helge Reinertsen

## **OCEANOR**

Tilbyr tjenester innen overvåkning av giftige alger, og representert ved Karl Tangen har de stått sentralt i det nasjonale arbeidet med algegifter i skjell. Deltar i nasjonale overvåkningsprogram.

Kontaktperson: Karl Tangen.

## **Norges Veterinærhøyskole**

Norges Veterinærhøyskole har det norske referanselaboratorium for testing av algegifter og har et delegert ansvar for kvalitetskontroll av skjell med hensyn på algegifter. Høyskolen er sentral i nasjonale overvåkningsprogrammer og samarbeider her nært med Havforskningsinstituttet og andre institusjoner og næringsaktører. Forskingen ved høyskolen er konsentrert rundt metoder for påvisning av algegifter og giftenes toksikologiske virkning. Professor Tore Aune er leder for algegiftgruppen ved høyskolen, og er sentral i det internasjonale fagmiljø innen algetoksiner (blant annet som medlem i European CRL/NRL og CEN arbeidsgrupper i EU). Dette er meget vesentlig for både norske myndigheter og skjellnæringen. Han leder også det strategiske instituttprogrammet "Marine algal toxins, ecology, analysis and toxicology" (Norges forskningsråd). Høyskolen deltar for øvrig i en rekke prosjekter innen algegifter.

Kontaktperson: Tore Aune

### **Veterinærinstituttet**

Veterinærinstituttet deltar i det strategiske instituttprogrammet "Marine algal toxins, ecology, analysis and toxicology" med fokus på utvikling av hurtigtest-utstyr for skjellnæringen basert immunologiske metoder.

Kontaktperson: Arne Flåøyen

## **3.1.2 Prosjekter**

### **Marine algal toxins, ecology, analysis and toxicology**

Dette er et såkalt Strategisk institutt program (Norges forskningsråd) som har som målsetting å øke kunnskap, kompetanse og kapasitet innen giftige alger i skjell, slik at næring, forvaltning og konsumenter av sjømat kan tilføres nødvendig ekspertise. Prosjektet er et samarbeide mellom Norges Veterinærhøyskole, Veterinærinstituttet og Havforskningsinstituttet.

Kontaktperson: Tore Aune, Norges Veterinærhøyskole.

### **Samordning av skjellnæringen i Sogn og Fjordane (SAMS)**

Prosjektet er ledet fra Sogn og Fjordane Fylkeskommune, og inneholder delprosjekter med formål å kartlegge områder hvor det er mulig å produsere giftfrie blåskjell. Det er etablert et overvåkningsprogram med 6 prøvelokaliteter

Kontaktperson: Lena Søderholm, Sogn og Fjordane Fylkeskommune.

### **DETOX - Tiltaksprosjekt for å sikre produksjon av giftfrie blåskjell i Norske fjorder**

Prosjektet ledes fra SINTEF Fiskeri og havbruk, og har som hovedmål å etablere teknologi som sikrer forutsigbar og regulær produksjon av giftfrie blåskjell av høy kvalitet i Norske fjorder.

Kontaktperson: Kjell Inge Reitan, SINTEF Fiskeri og havbruk

## **TALISMAN**

Dette EU prosjekt (CRAFT) har partnere fra Storbritannia og Norge, og er i skrivende stund i kontraktsforhandlinger. Prosjektets innhold er utvikling av metoder for avgiftning av skjell. Norske partnere er NIVA, Norges Landbrukshøgskole og Norges Veterinærhøgskole

Kontaktperson: Torsten Kallquist, NIVA

## **Friske Skjell**

I regi av Friske Skjell (Forsand kommune) gjennomføres et forprosjekt hvor en også ser på muligheter for avgiftning i systemer hvor det tilføres dyrkede alger.

Kontaktperson: Geir I. Mykletun, Friske Skjell.

## **Fremtidige muligheter for havbruk i Lysefjorden**

Med utgangspunkt i forprosjektet *Fremtidige muligheter for havbruk i Lysefjorden* og tidligere aktiviteter i forskningsprogrammet MARICULT arbeides det nå med å etablere et prosjekt som skal undersøke mulighetene for å bruke ferskvannsdrevet oppstrømning i indre del av Lysefjorden. En ønsker med dette å bedre produksjonsforholdene og redusere forekomstene av giftige alger.

Kontaktperson: Jan Aure, Havforskningsinstituttet.

### **3.2 Internasjonale (EU) fagmiljø**

I følge våre opplysninger er det ingen fagmiljøer i EU som har en omfattende og relevant aktivitet på avgiftning av skjell. Vi har i arbeidet med gjennomgang av kunnskapsstatus over opptak og frigivelse av algegifter innhentet informasjon fra blant andre Sandra Shumway (USA) som er av de fremste eksperter på dette fagfeltet.

Susanne Svennson ved Universitetet i Gøteborg (Tjarnø Marinbiologiske Stasjon) gjennomfører en doktorgrad på avgiftningsprosesser av DSP. Dette

fagmiljøet arbeider mot de problemer den svenske blåskjellnæringen har vedrørende giftige alger, og har trolig størst relevans i forhold våre problemstillinger.

Selv om fagmiljøet innen avgiftning er begrenset, er det en rekke fagmiljø som arbeider med påvisning og overvåking av algegifter i forhold til skjellproduksjon. Vi har nedenfor listet relevante deltagere i arbeidsgruppen WGHABD under Det internasjonale råd for havforskning ICES som representerer de viktigste fagmiljø innen giftige alger. Einar Dahl er norsk representant.

### **3.2.1 Frankrike**

**BELIN, Catherine** IFREMER,  
Rue de l'île d'yeu  
BP 21105  
44311 Nantes Cedex 3,  
France.

### **3.2.2 Spania**

**LION, Monica** IOC-IEC Science & Communication  
Centre on Harmful Algae Bloom,  
Instituto Espanol de Oceanografia,  
Centro Oceanografico Ide Vigo,  
P.O Box 1552,  
36200 Vigo,  
Spain

### 3.2.3 Storbritannia

- AIKEN, Jim** Plymouth Marine Lab.,  
Prospect Place,  
Plymouth PL1 3DH,  
U.K
- BRESNAN, Eileen** FRS Marine Lab.,  
Victoria Road,  
Aberdeen AB119DB,  
Scotland.
- KROGER, Silke** Centre for the Environment,  
Fisheries & Aquaculture Science (CEFAS),  
Pakefield Rd.,  
Lowestoft,  
NR 33 OHT.
- MARRET, Fabienne**  
School of Ocean Sciences,  
University of Wales (Bangor),  
Menai Bridge,  
Anglesey,  
LL595EY,  
U.K

### 3.2.4 Sverige

- KARLSON, Bengt** Oceanographic services  
Swedish Meteorological &  
Hydrological Institute (SMHI),  
Nya Varvet 31  
SE-42671 Vastra Frolunda,  
Sweden.

**GRANELI, Edna** Dept. of Marine Sciences  
University of Kalmar,  
SE-391 83 Kalmar,  
Sweden

**LINDAHL, Odd** Kristineberg Marine Research Station,  
SE-45034 Fiskebackskliet,  
Sweden.

### 3.2.5 Andre

**AJUZIE, Cyril** Laboratoire d'Océanographie Biologique,  
Université Libre de Bruxelles,  
CP160/19, Av. Roosevelt 50  
1050 Bruxelles,  
Belgium.

**GOFFART, A.** Université. De Liege,  
Océanologie B5,  
Sart. Tilman,  
4000 Liège,  
Belgium.

**LUCKAS, Bernd** University of Jena,  
Institute of Nutrition,  
Dept Food Chemistry,  
Dornburger Sw, 25  
D-07743 Jena

**McMAHON, Terry** Marine Institute, Ireland  
Abbotstown,  
Castleknock,  
Dublin 15,  
Ireland.

**PEPERZAK, Louis** National Institute for Coastal  
& Marine Management (NICMM/RIKZ)  
PO Box 8039, NL-4330 EA Middelburg,  
The Netherlands.

**SAMPAYO,** National Institute for Fisheries Research  
**Maria Antionia** (IPIMAR),  
Av. Brasilia S/N  
1400 Lisboa,  
Portugal.

**ZINGONE, Adriana** Stazione Zoologica "A. Dohrn",  
Villa Comunale,  
80121-Naples,  
Italy.



## Litteratur

Aune, T., Dahl, E. and Tangen, K. 1995. Algal monitoring, a useful tool in early warning of shellfish toxicity?. Pp. 765-770, in: Lassus, P., Arzul, G., Erard, E., Gentien, P. and Marcaillou, C. (eds), Harmful Marine Algal Blooms, Technique & Documentation, Lavoisier, Paris.

Aune., T, Strand, Ø., Aase, B., Weidemenn, J., Dahl, E., and Hovgaard, P. 1996. The Sognefjorden, a possible location for mussel farming? p 73-75. In: Yasumoto, T., Oshima, Y. And Fukuyo, Y. (Eds.). Harmful and Toxic Algal Blooms. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, 1976.

Aure, J., Asplin, L. og Strand, Ø. 2000. Kan vi gjøre våre fjorder mer produktive? Fisken og Havet, Særnummer 2-2000: 90-94.

Aure, J., Erga, S.R. og Asplin, L. 2000. FJORDCULT: Økt biologisk produksjon i fjorder ved kunstig oppstrømning av dypvann. Fisken og Havet, nr 11. 30 s.

Aure, J., Strand, Ø. og Skaar, A. 2001. Fremtidige muligheter for havbruk i Lysefjorden. Fisken og Havet, nr 9. 30 s.

Blanco, J., Fernandez, M., Miguez, A., Morono, A., 1999. Okadaic acid depuration in the mussel *Mytilus galloprovincialis*: One- and two- compartment models and the effect of environmental conditions. Marine Ecology Progress Series., 176, 153-163.

Boesh, D.F., Anderson, D.M., Horner, R.A., Shumway, S.E., Tester, P.A., and Whitledge, T.E. 1996. Harmful algal blooms in coastal waters: Options for prevention, control and mitigation. NOAA Coastal Ocean Office, Silver Spring, MD., USA, 46 pp.

Bricelj, V., Shumway, S., 1998. Paralytic shellfish toxins in bivalve molluscs: Occurrence, transfer kinetics, and biotransformation. Reviews in Fisheries Science, 6, 315-383.

Christophersen, G. og Strand, Ø. 1994. Algetoksiner i blåskjell. Kan avgiftning bidra til videre utvikling av skjelldyrking i Norge? SMR-rapport 17/94. Universitetet i Bergen. 23 s.

Dahl, E. and Johannessen, T. 1998. Temporal and spatial variability of phytoplankton and chlorophyll a: lessons from the south coast of Norway and the Skagerrak. *ICES Journal of Marine Science*, 55: 680-687.

Dahl, E. and Johannessen, T. 2001. Relationship between occurrence of *Dinophysis* species and shellfish toxicity. *Phycologia*, 40: 223-227.

Dahl, E., Rogstad, A., Aune, T., Hormazabal, V. and Underdal, B. 1995. Toxicity of mussels related to occurrence of *Dinophysis* species. Pp. 783-788, in: Lassus, P., Arzul, G., Erard, E., Gentien, P. and Marcaillou, C. (eds), *Harmful Marine Algal Blooms, Technique & Documentation*, Lavoisier, Paris.

Marcaillou-leBaut, C., Bardin, B., Bardouil, M., Bohec, M., Dean, L., Masselin, P., Truquet, P., 1993. DSP depuration rates of mussels reared in a laboratory and an aquaculture pond. In: Smayda, T., Shimizu, Y. (eds.), *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. Elsevier, Amsterdam (Netherlands), pp. 531-536.

McClimans og Eidnes, G. 2000. Fjordcult – Laboratory simulations of controlled artificial upwelling in a fjord using a submerged fresh water discharge. SINTEF Report. STF22 A00217. 21 p.

Shumway, S., 1990. A review of the effects of algal blooms on shellfish and aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 21, 65-104.

Sidari, L., Nichetto, P., Cok, S., Sosa, S., Tubaro, A., Honsell, G., Della Loggia, R., 1998. Phytoplankton selection by mussels, and diarrhetic shellfish poisoning. *Marine Biology*, 131, 103-111.

Strand, Ø. 1993. Avgiftning av blåskjell fra indre Sognefjorden. Rapport fra Senter for havbruk, nr. 17. 21 s.

Svensson,S., Andre, C., Rehnstam-Holm, A.-S., Hansson, J., 2000. A case of consistent spatial differences in content of diarrhetic shellfish toxins (DST) among three bivalve species: *Mytilus edulis*, *Ostrea edulis*, and *Cerastoderma edule*. Journal of Shellfish Research, 19, 1017-1020.