

Januar 2009



EKSPERTER I TEAM  
NTNU

## POTENSIALE FOR BÆREKRAFTIG UTNYTTING AV SLIMÅL LANGS NORSKEKYSTEN



Landsby 75: Bærekraftig utnytting  
av levende marine ressurser

Maria Klose | Hugo Johansen | Marc-André Schopen  
Ole Erik Ulvin | Eva Marita Ulvan

# Innhold

Innledning.....	4
Sammendrag .....	5
Biologi.....	6
Fylogeni .....	6
Overklasse Agnatha .....	6
Myxine glutinosa – slimål .....	6
Beskrivelse.....	6
Utbredelse og habitat.....	7
Livshistorie.....	7
Utnytting av slimål i et historisk perspektiv .....	8
Fiske etter andre slimål-arter .....	8
Asia .....	8
Nord-Amerika .....	9
Kanadisk fiske .....	9
Fiske i USA .....	9
Fiske etter atlantisk slimål (myxine glutinosa) .....	9
Canada .....	9
Fiske i USA .....	10
Fangst og teknologi .....	10
Fangst .....	10
Eksperimentelt fiske i British Columbia (1988-1992) .....	10
Asiatiske slimålfiskeri.....	11
Nord-Amerikansk slimålfiskeri.....	11
Fiske i Stillehavet .....	12

Prosessering av slimål.....	13
Lagring av slimål .....	16
Slimålenes bruksområder.....	17
Slimålen som forskningsobjekt.....	17
Slimål som matvare .....	19
Dagens matmarked for slimål .....	20
Andre produkter fra slimålen .....	20
Skinprodukter – "Silk of the Ocean".....	20
Potensmiddel.....	21
Utnytting av slim.....	21
Globalt marked for slimål.....	23
Figur 1. Totalimport (tonn) og verdi (1000USD) av slimål til Korea 1999-2007 .....	23
Figur 2. Årlig eksport av slimål (frosset) fra Canada og USA i perioden 1999-2007.....	24
Sosioøkonomiske forhold ved slimålnæringen .....	25
Konsekvenser ved kriser i fiskerinæringen – grunnlag for økt fokus på LUR-arter.....	27
Figur 3. Nedgang av fisket på 1990-tallet.....	27
Figur 4. Endringer i sysselsettings- og utdanningsnivå fra 1990-2000 .....	28
Figur 5. Populasjonsutvikling i perioden 1980-2001 .....	28
Figur 6. Rapportert kriminalitet i perioden 1994-2000.....	29
Forvaltning av marine ressurser .....	29
Forvaltning av slimål (Myxine Glutinosa) .....	32
Slimål i Norge – foreløpig gjennomførte prosjekter .....	34
Konklusjon .....	36
Litteraturliste.....	37

## Innledning

Økt fokus på LUR-arter (lite utnyttede ressurser) synes viktig i en tid hvor behovet for nytenkning innen fiske og øvrige primærnæringer stadig blir større. Det å vekke engasjement for temaet i forsknings- og universitetsmiljøer kan være med på å sørge for at ny og nødvendig kunnskap og teknologi utvikles, og etableringen av ”Bærekraftig utnytting av levende marine ressurser” som landsbytema i EiT er i så måte et skritt i riktig retning.

Ettersom Fiskeridirektoratet engasjerte vår gruppe til å jobbe med en av i alt fem forhåndsbestemte LUR-arter, var oppgaveformuleringen til en viss grad gitt på forhånd. Endelig valg av LUR-art stod vi imidlertid for selv, og etter en innledende runde med innhenting av informasjon falt valget på slimålen, *Myxine glutinosa*. Med unntak av biologen på gruppa, visste gruppemedlemmene imidlertid svært lite eller ingenting om denne arten før arbeidet tok til.

Med bakgrunn i retningslinjene fra Fiskeridirektoratet formulerte vi problemstillingen

*”Hvordan er potensialet for bærekraftig utnytting av slimål langs norskekysten?”*

I den følgende rapporten ønsker vi å belyse ulike sider ved denne problemstillingen, og avslutningsvis presentere våre vurderinger på bakgrunn av det vi har funnet.

## Sammendrag

Slimålen har en lang historie på jorda (500 millioner år (Ressem 2003) og er en av de mest primitive artene vi kjenner til. På verdensbasis finnes flere titalls ulike slimålarter, mens man i Norge finner arten atlantisk slimål, *Myxine glutinosa*. Karakteristisk for slimålen er dens evne til å produsere store mengder slim når den blir provosert eller føler seg truet. Slimet hjelper til med å opprettholde saltbalansen og beskytter slimålen fra angrep ved å kvele, fange eller avlede predatoren.

Utnytting av slimål startet først og fremst i Asia, nærmere bestemt Japan og Korea, hvor man etter andre verdenskrig begynte utnyttelsen av skinnet på slimålen. Skinnet er kjent for å være spesielt mykt, men samtidig slitesterkt. På slutten av 1980-tallet førte rovfiske i Asia til at mulighetene åpnet seg for å etablere en slimålnæring også i Nord-Amerika. I dag dominerer Canada og USA som eksportaktører av slimål til det asiatiske markedet. Fisken fanges ved hjelp av teiner med åte, fryses ned i egnet emballasje og fraktes til Asia hvor så vel kjøttet som skinnet utnyttes i stor skala – sistnevnte til produksjon av vesker, sko og andre skinnprodukter.

I norsk sammenheng er det gjennomført enkelte prosjekter for å forsøke å kartlegge potensialet for kommersielt fiske etter slimål her til lands. Det foreligger imidlertid ingen kvantitative undersøkelser av den norske bestanden, og flere sentrale faktorer vedrørende slimålens livshistorie er foreløpig ukjente. Før et eventuelt norsk fiske på slimål skal komme i gang, er det en viktig forutsetning at det bevilges statlige forskningsmidler til å foreta en kartlegging av den norske bestanden samt stimulere til iverksetting av pilotprosjekter på området. Dette må til for å sikre at utnyttingen av ressursen blir bærekraftig – så vel økonomisk som biologisk.

# Biologi

## **Fylogeni**

Moderne vertebrater deles inn i to overklasser gnathostomes (med kjever) og agnatha (uten kjever). Agnatha deler videre inn i to undergrupper *Myxinoidea* (slimål) og *Petromyzontia* (niøyer), mens Gnathostomes består av alle andre levende vertebrater (brusk-/beinfisk og tetrapoder)(Cavalcanti and Gallo 2008).

## **Overklasse Agnatha** (gr. a –uten; - gnathos; kjeve – kjeveløse fisker)

Dette er en gruppe fisk som regnes som primitive på grunn av sine karaktertrekk. Det er funnet noen fossiler fra denne klassen som stammer fra Kambrium, men de fleste fossilene er fra Ordovicium og Silur (400-500 millioner år siden). Overklassen har to nålevende underklasser; *Myxinoidea* (slimål) og *Petromyzontia* (niøyer). I Norge finner vi fire arter niøyer og en art slimål. Typiske karaktertrekk for disse er munn uten kjever (har sugemunn med horntenner), tynn åleformet kropp uten skjell og parete finner (har en sammenhengende finne på bakre del av kroppen). Fordøyelsessystemet mangler mage. Øynene er tilbakedannet, men de har hørsels-, lukte- og smakssans. Gruppen har på grunn av manglende ytre forplantningsorgan trolig ytre befruktning(Powell, Kavanaugh et al. 2005).

## ***Myxine glutinosa* – slimål**

### **Beskrivelse**

I Norge finner vi en art slimål *Myxine glutinosa*, som karakteriseres av ett par gjelleåpninger og seks gjellehuler(Pethon 2005).Neseåpningen har forbindelse til svelget, hvor åndingsvann tas inn, føres til gjellehulene og ut gjennom gjelleåpningene. Kroppen er støttet av et bruskskjelett, og har en velutviklet ryggstreng.

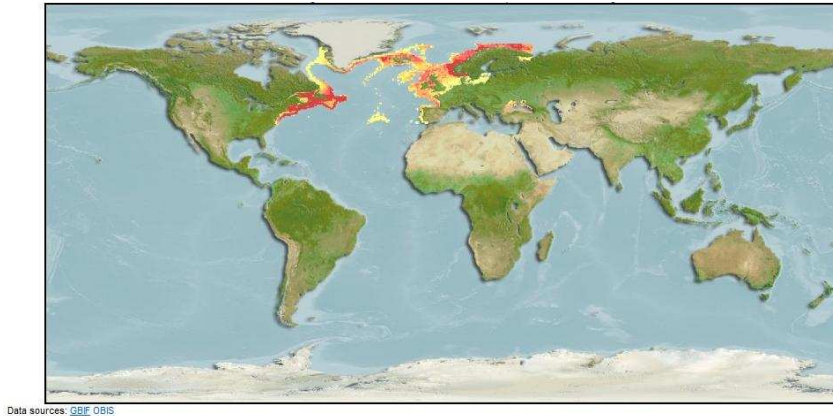
Kosten består hovedsakelig av åtsler, men den spiser også manglebørsteormer, snegler, krepsdyr, muslinger og blekksprut(Keith 2006). Det er kjent at den enkelte steder gjør stor skade på fangst tatt med garn- eller linefiske. Slimålen bruker den velutviklede luktesansen til å lokalisere byttet(Pethon 2005).

På undersiden av kroppen ligger to lange rekker med slimkjertler med porer til utsiden. Disse kan skille ut et proteinholdig sekret som omdannes til en melkeaktig, geleaktig masse når det kommer i kontakt med sjøvann(Grant 2005). På denne måten kan den produsere store

mengder slim når den blir provosert eller føler seg truet. Slimet hjelper til med å opprettholde saltbalansen og beskytter slimålen fra angrep ved å kvele, fange eller avlede predatoren. Slimet er heller ikke ufarlig for fisken, som kan kveles om det kommer slim inn i gjellesekkene, fisken kan da slå knute på seg og derved trekke seg ut av slimet. Slimålen kan også innkapsle byttet i en slimkokong som holder andre fisker unna, samt gi større kraft når slimålen prøver å rive av biter fra store åtsler som for eksempel marine pattedyr (Pethon 2005).

### **Utbredelse og habitat**

Arten er vanlig på begge sider av Atlanterhavet. I det vestlige Atlanterhav finner man den fra Cape Fear i North Carolina i sør til nordlige deler av Davisstredet, mens i den østlige finner vi den fra Marokko og det vestlige Middelhavet og nord til Finnmark (mindre vanlig nord for Lofoten)(Pethon 2005). Arten forekommer bare over mudderbunn, hvor den ofte ligger nedgravd med bare hodet stikkende over muddret(Keith 2006). Vanlig fra 20 til 600 meters dybde, men er tatt på dybder helt ned til 2000 meter. Når det gjelder begrensende abiotiske faktorer, er slimålen i tillegg til bunnsubstrat, avhengig av temperaturer under 10 °C og saltholdighet på rundt 32 ‰(Pethon 2005).



### **Livshistorie**

Når det gjelder kjønnslivet, er dette noe uklart. Før de blir kjønnsmodne har de anlegg for begge kjønn, og kan dermed ikke kjønnsbestemmes. En av de to kjønnskjertlene utvikles til enten en eggstokk eller en testikkel(Aarnes 2003). Ca ¾ av de voksne individene er hunner(Pethon 2005).

Hunnen legger få (opptil 30) og store egg (14 – 25 mm) i løpet av et år. Eggene som er gule, plommerike og omgitt av et hardt skall ligger i klaser (Grant 2005).

Det finnes ellers svært lite informasjon om livshistorien til slimålen. Vi mener derfor at man må bevilge midler til å kartlegge og samle inn informasjon om livshistorien til slimålen, både når det gjelder utbredelse, evt. vandringsmønster og estimat av bestandsstørrelse, vekstrate, bestemmelse av alder, reproduksjonsbiologi, levetid og størrelse ved klekking. Uten denne informasjonen vil det bli umulig å fastslå på hvilket nivå man kan høste denne ressursen på en bærekraftig måte. Som vi nå skal se fra andre deler av verden, har antallet slimål vært nedadgående som en følge av overfiske.

## Utnytting av slimål i et historisk perspektiv

Her vil vi vise til noe av historien rundt utnytting av slimålen. Vi starter først med litt generell historie om asiatisk slimål, som skiller seg ut fra vår egen, og avslutter med å referere til de observasjonene som har blitt gjort i Atlanterhavet i henhold til slimålfiske.

### ***Fiske etter andre slimål-arter***

#### **Asia**

Utnytting av slimål startet først og fremst i Asia, nærmere bestemt Japan og Korea. Denne arten var og er en historisk viktig næringskilde for mennesker. Etter andre verdenskrig begynte utnyttelsen av skinnen i Asia av artene *Paramyxine atami* og *Eptatretus burgeri*. Skinnen er kjent for å være mykt, men samtidig sterkt. I løpet av 1980-tallet eksporterte Sør-Korea dette skinnproduktet til en årlig prisantydning på 80 millioner dollar. På slutten av 80-tallet hadde den koreanske flåten bygget seg opp til ca. 1000 båter, som solgte fangsten til kystnære prosesseringsfabrikker. Frem til 1995 konsumerte koreanere ca. 2268 tonn slimål hvert år. På grunn av fall i antall reproduktive individer begynte eksporten å minske fra Korea, og en etterspørsel etter skinnen startet i Vest-Atlanteren. Rovfisket førte til en kollaps av slimålfisket i Korea, noe som skapte muligheter for næringen i Nord-Amerika (Beaudreau, Boulay et al. 2003).



## **Nord-Amerika**

I Nord-Amerika begynte slimålfisket rundt 1987, som en følge av økt etterspørsel etter Stillehavsslimålslimål, *Eptatretus stoutii*, fra Monterey området i California. Innen slutten av 80-tallet (1989) hadde USA og Canada etablert en fiskeflåte for fangst av slimål. De høyeste registreringene av fangst på slimål på kontinentet var 2502 tonn i 1990, hovedsakelig fra vestkysten. I 1996 fikk fangsten fra Nord Amerika en ny topp på 2328 tonn, men denne gangen var fangsten først og fremst fra østkysten (Leask and Beamish 1999).

## **Canada**

Mellom 1988 til 1992 eksisterte det et eksperimentelt fiske for slimål i British Colombia. I tillegg til grunnleggende forvaltning for denne typen fiske, ble det igangsatt forskning basert på prøvofiske. Undersøkelsene, anført av McCrae 2002, viste at det kunne foreligge biologiske faktorer, slik som sesongforflytning eller ulike reproduksjonsperioder, som påvirket fangstraten (Beaudreau, Boulay et al. 2003).

## **USA**

Fisket i Oregon startet i 1988 og toppet seg i 1992 etter at California, Oregon og Washington på slutten av 1980-tallet søkte om tillatelse til å fiske etter slimål. Disse statene etablerte også foreskrifter for slimålfiske, inkludert begrenset tilgang til fisket, begrensninger på teinene og andre spesifikke utstyrskrav. De nordamerikanske fiskeriene (Pacific U.S. og Canada) sluttet sin produksjon tidlig på 90-tallet på grunn av et begrenset koreansk marked (blant annet på grunn av et koreansk forbud mot slimålimport), overproduksjon og rene kvalitetsmessige aspekter (Beaudreau, Boulay et al. 2003).

## ***Fiske etter atlantisk slimål (Myxine glutinosa)***

### **Canada**

Et lite atlantisk slimålfiske ble utviklet i Nova Scotia på midten av 90-tallet. Fangsttallene som ble rapportert til Nova Scotia Department of Agriculture and Fisheries, viste at fangsten gikk ned i 1997 sammenlignet med i 1995. Siden 2000 har ingen slimålfangst blitt rapportert til Nova Scotia Department of Agriculture and Fisheries. Det har blitt foreslått at nedgangen i denne regionen er mangelen på kystnær infrastruktur for prosessering og eksport av slimål. The Department of Fisheries and Oceans in Atlantic Canada har ikke en formell oppfølging av antall reproduktive individer av atlantisk slimål. Fisket er organisert via en Joint Project Agreement (JPA), dvs. at de industrielle partene er i føringen for innsamling av data for

lengde og vekt av slimål, på samme måte som ved det eksperimentelle fiske som foregikk i British Colombia (Beaudreau, Boulay et al. 2003).

## **USA**

Et stipend fra Saltonstall-Kennedy Fishery Development stimulerte atlantisk slimålfiske i Georges Bank og i Maine-gulven tidlig på 90-tallet. En rapport fra 1996 fra New England Fisheries Development Association ang. resultatet fra dette området, indikerte at selv om man hadde suksess med slimålsskinn som et innlandsprodukt så vel som et eksportprodukt, var det vanskelig å skape et innlandsmarked for slimål som matprodukt på grunn av vanskelighetene med å prosessere fisken. I tillegg var det stor amerikansk motvillighet mot konsistensen av kjøttet. Inntektene fra slimålfiske i New England fordoblet seg i løpet av de to første årene, men på grunn av økende trykk i utnyttelsen av arten så man at størrelsen på populasjonen minsket. Det ble til og med rapportert om endring av størrelse på arten, og behovet for å stadig skifte fiskeområde meldte seg. I dag er fiskekjøttet det produktet fra slimålen som har størst marked, og slimål som tidligere ikke var mulig å markedsføre på grunn av den lille størrelsen på skinnen, er i dag akseptert av kjøpere til matproduksjon (Beaudreau, Boulay et al. 2003).

## Fangst og teknologi

### ***Fangst***

Slimål fanges hovedsakelig ved hjelp av teiner med åte, men som vi skal se av oversikten som følger, har det i slimålfangstens historie vært ulike varianter i bruk.

### **Eksperimentelt fiske i British Columbia (1988-1992)**

Sylindriske koreanske teiner, med en enkel entré-tunnel i enden, var den viktigste fangstmetoden i denne perioden. Den koniske enden av teinene ble tilpasset med biodegraderbare rømningshull skjult med bomullstape eller streng, for å hindre permanent fising dersom teinene ble mistet under fangst. Det ble også laget rømningshull i fellene for å minske fangsten av små slimål som ikke kunne selges. I 1990 ble den obligatoriske størrelsen av rømningshull endret fra 1,5 cm til 3,0 cm. Det foreligger imidlertid ingen data som viser om denne endringen var mer effektiv når det gjaldt å redusere mengden av små slimåler som bifangst. Når det gjelder antall teiner per fartøy ble dette begrenset til maksimalt 2000 ved

kystfiske, og 3500 til havs. Tiden teinene var i vannet varierte fra 18 til 72 timer (gjennomsnittlig 24 timer). Teinene ble fisket i dybder fra 35 - 200 m, men de fleste ble sluppet ned til 70 - 120 m dybde. Ingen begrensning av størrelse på slimålen som skulle fanges var pålagt fra forvaltningens side, men markedet krevde at lengden på fisken skulle være større enn 30 cm (Leask and Beamish 1999).

#### **Asiatisk slimålfiske**

Den koreanske slimålflåten omfattet i 1999 over 1000 båter. Noen av disse båtene reiser langt, med turer på opptil 2 uker før de returnerte med sine levende, isavkjølte eller frossede produkter til mottaksanlegg på land. Opp til 500 teiner, hver av dem med agn, kunne knyttes sammen til en enkelt linje som kunne strekkes ut over mer enn 8000 m (i hovedsak over mudderbunn der slimål vanligvis lever (Strahan 1963)). Fremdeles benyttes tradisjonelle teiner (urneformede bambusfeller med en høyde på 66 cm, lengde på 33 cm og med en bredde på den minste enden på 20 cm) i noen deler av Japan, men flere fiskere bruker nå sylinderske teiner konstruert av plastharpiks produsert i Korea. Disse teinene er mindre (56 cm høye og 13 cm brede), og har hull for at vannet skal kunne passere. Teinene er tilpasset med et enveis entréhull. Fiskerne setter vanligvis ut teinene i kun 4 timer, og mener at lengre tid i vannet ikke fører til større fangst. Kortere tid i vannet tillater at fellene kan settes i nærliggende områder (Gorbman 1990).

Tradisjonelt ble slimål fanget levende og transportert i lagertanker ombord båtene. Senere har det dukket opp behov for at båtene kan reise over lengre distanser, noe som fører til at slimålen oppholder seg lengre tid om bord på båtene. Dette har igjen tvunget industrien til å utvikle nye veier for å transportere produktet. Levende slimål som holdes i konsentrert masse på båten så lenge som 2 uker, er vist å uttrykke tegn på stress i form av økt biting. Dette kan resultere i høyere forekomst av bitemerker i skinnene, noe som forringer kvaliteten på skinnen. På 1990-tallene forlangte fabrikantene fremdeles levende produkter, og man forsøkte derfor bedøvningsmetoder som bruk av anestesi og tilising (Gorbman 1990).

#### **Nord-amerikansk slimålfiske**

Alle de amerikanske fiskeriene bruker hovedsakelig teiner med agn for å fange slimålen, enten den koreanske typen beskrevet tidligere eller lokalt modifiserte 5-gallon bøtter eller tønner på forskjellige volumer godkjent av forvaltningen (Fisheries Mangeres). Det er også

rapportert fangst av slimål med snøre (California), otertråler (0,8 tonn i 1995) og kråkebollermuddermaskiner (27 tonn i 1998 i Massachusetts)(NMFS 1999).



Teiner brukt til slimålfiske. Foto: Walter Pettersen, Lofoten Mussel Company

### **Fiske i Stillehavet**

Tidlig på 1990-tallet ble en undersøkelse gjennomført i Monterey Bay, California som skulle se på resultater ved bruk av størrelsesselektivt fangstutstyr ved slimålfiske, samt vurdere innhøstingsmetoder for fangst og håndtering av slimål som kunne forbedre skinnkvaliteten. Dette ble gjort for at ny industri i tilknytning til slimålfisket kunne utvikle et lønnsom og bærekraftig fiskeri i Stillehavet(Melvin and Osborn 1992). Undersøkelsen forsøkte å teste et stort antall variabler ved teknikken som på den tiden ble benyttet i fiskeriene; dette inkluderte forskjellige teinetyper, teinenes tid i vannet, fiskedybder, mengden av og ulike typer lokkemat, størrelse og plassering av rømningshull, antall inngangspartier, bedøvelse, tetthet av oppbevaringsbeholdere og risikoen for spøkelsesfiske. I en sammenligning mellom koreanske 5-gallon bøtte-teiner og 30-gallon-tønner, ble 5-gallon-teinen funnet å være best ettersom den fanget det største antallet av slimål pr teine. De koreanske teinene hadde størst forekomst av slim (dette indikerte at slimålene ble stresset under oppholdet i teinen), og 30-

gallon-tønnene var store og tunge å bruke. Gjennomsnittet av slimål pr. felle økte litt, men ikke betydelig, ved økt tid i vannet (henholdsvis 4, 8, og 24 timer). Antallet av slimål pr. felle ble mindre ved økt størrelse på inngangen til teinen, mens den gjennomsnittlige størrelsen av slimål ble mindre ved mindre størrelse på inngangen og tid i vannet. Lengre tid i vannet tillot små fisker å unnsnippe. En 5 gal. bølge-teine med et 1,22 cm stort inngangshull og et opphold i vannet på 24 timer, ble i denne undersøkelsen funnet å fange i gjennomsnitt 44 slimåler pr teine hvorav 90% av fiskene var 30,4 cm lange. Samme type teine med et noe mindre (0,96 cm) flukthull fanget 104 slimåler pr teine, men bare 51% av disse slimålene var lenger enn 30,4 cm. Et større antall slimål ble fanget pr teine etter 12 timer i vannet på nattestid sammenliknet med fiske på dagtid, men forskjellen var ikke signifikant.

Når det gjelder bruk av agn i teinene, så det ut som at uer-kadaver lokket et større antall slimål enn samme mengde opphugget makrellkadaver. Det ble også anbefalt å bruke 1 pund lokkemat pr gallon for optimale fangstkvoter. Teiner som ble modifisert ved å lage 2 inngangshull og ingen rømmingshull på sidene, fanget signifikant det høyeste antallet av større slimåler. Undersøkelsen viste også at flere slimåler ble fanget i teiner satt ut på 100 m og 475m dybde, enn hva tilfellet var ved fiske på 225 m, 350 m og 600 m dybde. (Leask and Beamish 1999).

### ***Prosessering av slimål***

Beskrivelser og bilder av produksjonsprosessen til slimålen er hentet fra ”Rapport fra studie av utnyttelse av slimål”, utarbeidet av Walter Pettersen ved Lofoten Mussel Company i 2005. Som nevnt under kapittelet om fangst og teknologi ved fiske etter slimål, oppbevares slimål tradisjonelt levende i bulk om bord på fangstfartøylene etter fangst. Ettersom slimål dør lett, må de behandles varsomt med pumper som kontinuerlig etterfyller bulkrommet med vann og oksygen. Ved levering til landanlegg pumpes ålen opp fra båten ved hjelp av en vakuumpumpe og over til oppbevaringstanker inne i fabrikkbygningen, som vist på bildet nedenfor.



Foto: Walter Pettersen, Lofoten Mussel Company

Deretter sluses ålen ut på et rillet sorteringsbord hvor ålen manuelt sorteres ut fra slimet og legges i bøtter. Disse helles så ut i 15 kg standard pappemballasje med plastbag, hvorpå disse eskene stables på paller og fraktes til fryseri (fryses på  $-18^{\circ}\text{C}$  til  $-20^{\circ}\text{C}$ ). Siden kan eskene stables i frysecontainere og fraktes til verdensmarkedet; i all hovedsak Asia.



*Sortering av slimål ved New England Marine Resources, Gloucester, USA.* Foto: Walter Pettersen, Lofoten Mussel Company



*Slimål ferdigpakket og klar til å sendes til frysing. Foto: Walter Pettersen, Lofoten Mussel Company.*

Selve videreforedlingen av slimålen, det vil si flåing av skinnet slik at selve fisken er klar for grilling/fritering mens skinnet går inn i produksjonen av åleskinprodukter, foregår for amerikanske eksportørers vedkommende i Kina/Korea. I følge Pettersen ved LMC skyldes dette to faktorer: For det første er det en fordel at videreforedlingen skjer nært til forbruker. Kulturen for å utnytte slimålen og ikke minst spise den har tradisjoner i Asia, men er lite utbredt i andre deler av verden. For det andre opplever man også i amerikansk fiskeindustri, slik det også er en utfordring for den norske, å bli utkonkurrert på høye lønninger og derav sviktende konkurransevne sammenlignet med lavkostland i Asia.



*Flåing av slimål. Foto: Walter Pettersen, Lofoten Mussel Company*

### ***Lagring av slimål***

Innholdet av urea (urinstoff) i slimålkjøttet ble i studien fra Universitetet i Massachusetts fra 2001 funnet å være lavt; mindre enn 2 mg/100 g vev (til sammenligning er innholdet i haikjøtt rapportert å være langt større – mellom 1500-2000 mg/100 g vev)(Kelleher, Livingston et al. 2001). Problemet med håndtering av fiskeslag med høyt ureainnhold, som skater og haier, er at urea ved lagring i romtemperatur kan omdannes til ammoniakk ved hjelp av vevsenzymet *urease*. Produksjon av ammoniakk er ugunstig av flere årsaker - lukten er karakteristisk og merkes lett av kundene, i tillegg til at det virker direkte ødeleggende på kvaliteten av fiskekjøttet. Når det gjelder lagring av slimål vil dette imidlertid ikke være noe problem på grunn av det allerede nevnte lave innholdet av urea.

### ***Kjølelagring (4°C)***

I følge den samme amerikanske studien fra 2001(Kelleher, Livingston et al. 2001) gjennomgikk slimålen en rekke forandringer når det gjelder luktproduksjon ved kjølelagring (4°C) i løpet av de første 10 dagene etter fangst. Fra å utsondre en "tarmlukt" ved dag 0 (i følge forskerne muligens på grunn av nedbryting nylig inntatt føde; slimålen er som kjent et åtseldyr), utviklet odøren seg i positiv retning etter et par dager og ble beskrevet som "søt" og "frisk". Denne relativt tiltalende lukta varte et par dager, før fiskekjøttet, etter hvert som det ble gjenstand for mikrobiell nedbryting, utviklet en stadig mer råtten lukt (veldig sterk ved dag 10). Ettersom lukt er en viktig faktor ved kjøp av fersk fisk generelt, vil det derfor trolig være dag 2-4 etter fangst som er den beste tiden for salg av fersk slimål fra et markedsmessig synspunkt.

Når det gjelder fargeforandringer på slimålen i løpet av lagringsperioden, så man en gradvis utvikling i at fisken ble stadig lysere og hvitere etter hvert som dagene gikk.

### ***Fryselagring (-10°C og -20°C)***

I motsetning til hva tilfellet er for mange andre fiskearter, observerte man ingen forandring i pH ved "mild" fryselagring (-10°C). Konsistensen på fiskekjøttet, som er fast i rå form slik vi allerede har vært inne på, ble observert å bli noe fastere etter 4 mnd lagring ved denne temperaturen. For å kartlegge en eventuell forringelse av kvaliteten ved fryselagring ble det også gjort forsøk ved tilnærmede kommersielle fryselagringsforhold (-20°C), hvor forskerne konkluderte at øvre tidsgrense for slik lagring var 4 mnd.



# Slimålens bruksområder

## ***Slimålen som forskningsobjekt***

Slimålen har en lang historie på jorda (500 millioner år(Ressem 2003)) og er en av de mest primitive artene vi kjenner. Mennesket har vist interesse for slimålen helt siden 1700-tallet, og pionerene på området var alle skandinaver - deriblant Fridtjof Nansen. Også innen medisinsk forskning har slimålen historisk sett vært gjenstand for stor interesse, noe som har resultert i til dels oppsiktsvekkende resultater.

Produksjon av saltsyre i magesekken forekommer hos de fleste dyr og har en beskyttende effekt ved å drepe nedsvelgede mikroorganismer. Studier tyder på at lav syreproduksjon, enten på grunn av sykdom eller medikamentell behandling, er assosiert med økt risiko for utvikling av kreft i magesekken(Qvigstad 2001). Etersom slimålen er en av flere arter blant de laverestående vertebratene som mangler magesekk, er undersøkelser av artens primitive mage/tarm-kanal interessant også fra et medisinsk synspunkt. Dette ble gjort i en prosjektoppgave ved Høgskolen i Sør-Trøndelag i år 2000, hvor vevsprøver fra slimål fisket i Trondheimsfjorden ble undersøkt med henblikk på å lete etter saltsyreproduserende celler i tarmkanalen(Tillung and Kile 2000). Det ble ikke funnet direkte indikasjoner på at slike celler var til stede, og forfatterne mente derfor at slimålen trolig har andre forsvarsmekanismer mot mikroorganismer.

Slimålen i løpet har også vært gjenstand for forskning på diabetes og insulinproduksjon, ettersom insulinet hos slimålen produseres i et unikt øycelleorgan i veggen til gallegangens innmunning i tarmen og er det mest opprinnelige av alle kjente insuliner(Ressem 2003). Videre har man studert fiskens nyrer og hjerne, og gjennom dette skaffet seg verdifull informasjon om hvordan disse organene har utviklet seg hos mennesket. Interessant er også det faktum at slimålen har det mest primitive hjertesystem av alle vertebrater med hele fire hjerter – et hovedhjerne og tre aksessoriske – som utelukkende består av muskelvev uten noen form for nerveaktivitet(Schiedermayer 2001).

Når det gjelder oksygentilgang til hjertemuskulaturen skiller slimålen seg ut ved at hjertene, i motsetning til blant annet det humane hjertet, mangler kransårer for forsyning av oksygenrikt blod til hjertemuskulaturen. Slimålen utsettes for lave oksygennivå ved nedgraving i mudderbunn eller invasjon av kroppssrom hos døde fisk ved spising, men er altså innrettet slik

at hjertemuskulaturen kan opprettholde funksjonen ved et oksygeneringsnivå som er så lavt at det ville ført til hjertesvikt hos andre vertebrater(Hansen and Sidell 1983).

Studier av slimålen har også resultert i tilfeldige og overraskende oppdagelser. Forskningsmiljøet rundt universitet i Uppsala oppdaget under studier av slimålens insulinsproduksjon på 1960-tallet at mange av slimålene hadde ukjente knuter i leveren, noe som ved nærmere undersøkelser viste seg å være leverkreft(Ressem 2003). Dette var første gang i verdenshistorien at det vitenskapelig ble slått fast at primitive dyrearter kan utvikle kreft. Så mange som en til åtte av hundre slimåler hadde kreft i lever eller det insulinproduserende øycelleorganet, en kreftforekomst som var høyere enn noen andre tidligere undersøkelser blant mennesker og dyr.

Interessant nok var samtlige slimål som hadde utviklet kreft, fanget i Gullmarsfjorden i Sverige(Ressem 2003; SABIMA 2008). Imidlertid sank forekomsten av kreft blant slimål fra denne fjorden drastisk i løpet av få år på begynnelsen av 70-tallet, før krefttilfellene til slutt var helt borte. Denne forandringen skjedde etter en periode hvor både påbud om installasjon av kloakkrensaneanlegg i Gullmarsfjorden og forbud mot bruk av klorinerte pesticider (DDT, PC og lignende) i hele Sverige, var iverksatt. Dette ledet forskerne til å anta at slimålen utviklet kreft fordi den spiste fisk som var død av forurensning, og at slimålens helsetilstand på denne måten kunne være en god indikator på graden av forurensning i vannet. Det er derfor ikke uten grunn at begrepet ”vår tids kanarifugl” (jfr kanarifugler som i gamle dager varslet gruvearbeiderne om at oksygenet var i ferd med å ta slutt ved at de sluttet å synge) er blitt brukt om slimålen.



Foto: Institutt for laboratoriemedisin, NTNU

### ***Slimål som matvare***

Sett med vestlige øyne fremstår ikke slimålen umiddelbart som en delikatesse. Rått slimålkjøtt er veldig fast og gummiaktig, og bryter således med tradisjonelle vestlige idealer om hvordan god fisk skal være. Visuelt er det heller ingen nytelse - innbakt i det rosa kjøttet finnes en notokord (ryggstreng) som strekker seg langs hele fisken. Denne brusstrukturen kan skille ut sitt innhold når den varmes opp, slik at det kun blir en hul orme-lignende streng igjen.

En gruppe forskere fra Universitetet i Massachusetts (Avdeling for matforskning) presenterte i 2001 en studie hvor målet var å vurdere potensialet for slimålkjøtt til bruk som menneskemat, samt å kartlegge lagringsstabiliteten til kjøttet under vanlige kommersielle forhold (Kelleher, Livingston et al. 2001). Studiene ble utført på atlantisk slimål (*myxine glutinosa*) fanget på nordøst-kysten av USA. Dette er den samme typen slimål vi finner langs norskekysten, og resultatene kan derfor overføres til fisk fanget i Norge.

Studien fant at slimålkjøttet gjennomsnittlig inneholdt 80% væske, 14% protein, 5% (4.6%) fett og nesten 1 % aske. Dette plasserer fisken i gruppen med moderat fet fisk. Forskerne fant videre at fettsyresammensetning var noe uvanlig for fisk - blant annet er innholdet av  $\Omega$ -3-syrer ikke særlig høyt.

Den faste konsistensen på slimålkjøttet kan sammenlignes med konsistensen på squid (tiarmet blekksprut slik vi finner den i Norge). Ved å undersøke innholdet av hydroksyprolin, en aminosyre som nesten utelukkende finnes i kollagen (bindevevsprotein), anslo forskerne at hele 25% av det totale proteininnholdet i slimålen består av kollagen. Dette forklarer den faste konsistensen på fiskekjøttet, noe som er en av de viktigste innvendingene markedet har mot å spise fisken. De amerikanske forskerne foretok derfor også undersøkelser på hvor lang koketid som trengtes før et panel av kritikere kunne bedømme slimålen som spiselig med hensyn til konsistens (gjenspeiler nedbryting av kollagentråder til gelatin). Denne tiden ble funnet å være anslagsvis 25-30 min (til sammenligning behøver torsk å trekke fra 2 (2cm) til 18 min (6cm) avhengig av tykkelse på fiskestykket (Hovig)). Sett fra et økonomisk og miljømessig perspektiv vil det å kunne redusere koketiden på slimål være viktig, og dette ble funnet mulig ved å justere pH i kokevannet ved enten ved å gjøre det basisk eller surt. Tilsetning av eddiksyre for å senke pH i kokevannet ble funnet å være mest effektivt.

### **Dagens matmarked for slimål**

Til tross for sine mindre appetittvekkende sider finnes det et marked for å spise denne fisken i Asia. I Sør-Korea, som i følge Eksportrådet for fisk er det nest største markedet for slimål i verden etter Japan, konsumeres det omtrent 5 millioner pund (nesten 2300 tonn) årlig. Fiskekjøttet grilles eller friteres før det spises, og regnes som en delikatesse. Mens skinnen tidligere var det mest attraktive (og lønnsomme) produktet fra slimålen, er det nå fiskekjøttet som har overtatt denne rollen.



En delikatesse tilbredd av slimåkjøtt. Foto: <http://www.daylife.com/photo/053m7Bcg8M2cH>

### ***Andre produkter fra slimålen***

#### **Skinprodukter – ”Silk of the Ocean”**

I det amerikanske og asiatiske markedet utnyttes slimålen til mer enn mat – skinnen er nemlig både vakkert og slitesterkt, og benevnes ofte ”Silk of the Ocean” – havets silke. Til tross for at skinn av slimål er verdens tynneste skinn i bruk til lærproduksjon, har det styrke og egenskaper som på mange måter overgår tradisjonelle produkter av dyreskinn (Pettersen

2005). Produktene som lages av skinnet spenner over alt fra visakort- og mobilholdere, sigarettesker og lommebøker til brilleetui, klær, håndvesker og sko. Industrien fikk for en tid tilbake en knekk da det oppstod rykter om at slimålskinnet medførte avmagnetisering av kredittkort, noe som førte til at omsetningen av disse produktene ble redusert over en lengre periode. Denne myten er nå avkreftet, og salget har igjen tatt seg opp.



*Rød lommebok av slimålskinn.* Foto: Walter Pettersen, Lofoten Mussel Company.

### **Potensmiddel**

Et annet "bruksområde" for slimålen er dens mytiske rolle på det asiatiske markedet som afrodisiakum (potensmiddel). Slimålen skal, i følge uttalelser i en artikkel fra 2007 i den amerikanske avisen North County Times (Schwartz 2007), gi energi på samme måte som Viagra. Slimålen føyer seg på den måten inn i rekken av andre matvarer som, mer eller mindre vitenskapelig, tilskrives denne typen virkning i Asia (deriblant østers).

### **Utnytting av slim**

Et av de mest karakteristiske trekk ved slimålen er dens evne til å produsere enorme mengder slim når den blir provosert eller stresset. Dette har trolig en viktig forsvarsfunksjon for slimålen ved at det kan blokkere gjellene hos angripende rovfisk. Slimet består av muciner og

proteintråder som skilles ut fra slimkjertler langs kroppen på slimålen og blandes med sjøvann slik at den karakteristiske seige massen oppstår. Dette representerer naturlig nok en praktisk utfordring ved håndtering av levende slimål. Interessant nok har det imidlertid vist seg at slimet også har positive egenskaper – kanadisk forskning (Fudge, Levy et al. 2005) har nemlig vist at cellene i slimet kan strekkes og klemmes på, men likevel alltid få tilbake sin opprinnelige form - på samme måte som en gummistrikk. Elastisiteten og den mekaniske styrken skyldes de allerede nevnte proteintrådene (intermediærfilamenter) i slimcellene, mens mucinene bidrar til viskositet og den raske dannelsen av ”ferdig” slim når produktet slimkjertlene blandes med sjøvann. Ettersom slimet, til tross for at det er tre ganger så tynt som typiske slimsekreter, er sterkt, motstandsdyktig og relativt temperaturuavhengig (Schewe, Riordon et al. 2003), håper forskerne å kunne utnytte denne kunnskapen til å utvikle et silketynt komposittmateriale som kan bli kraftigere enn stål (Sabima 2008). Dette tenker man for eksempel kan benyttes til å stoppe blødninger i akutte situasjoner og ved kirurgiske inngrep (Schewe, Riordon et al. 2003). I følge Douglas S. Fudge ved Comparative Biomaterials Lab, Avdeling for integrerende biologi ved Universitetet i Guelph, Canada - en av forskerne som har lagt ned størst innsats på dette området - forskes det for tiden på å lage slikelignende fibre kunstig i laboratoriet ved å etterligne slimtråd-systemet hos slimålen. Det gjenstår likevel trolig mye forskning før innsynet i slimålens slimproduksjon gir konkrete resultater i form av kommersielt tilgjengelige produkter. I følge Walter Pettersen ved LMC (Lofoten Mussel Company) er bruk som bindingsmiddel i matvarer for eggallergikere bare ett av mange tankeeksperimenter på hva dette unike produktet kan brukes til.

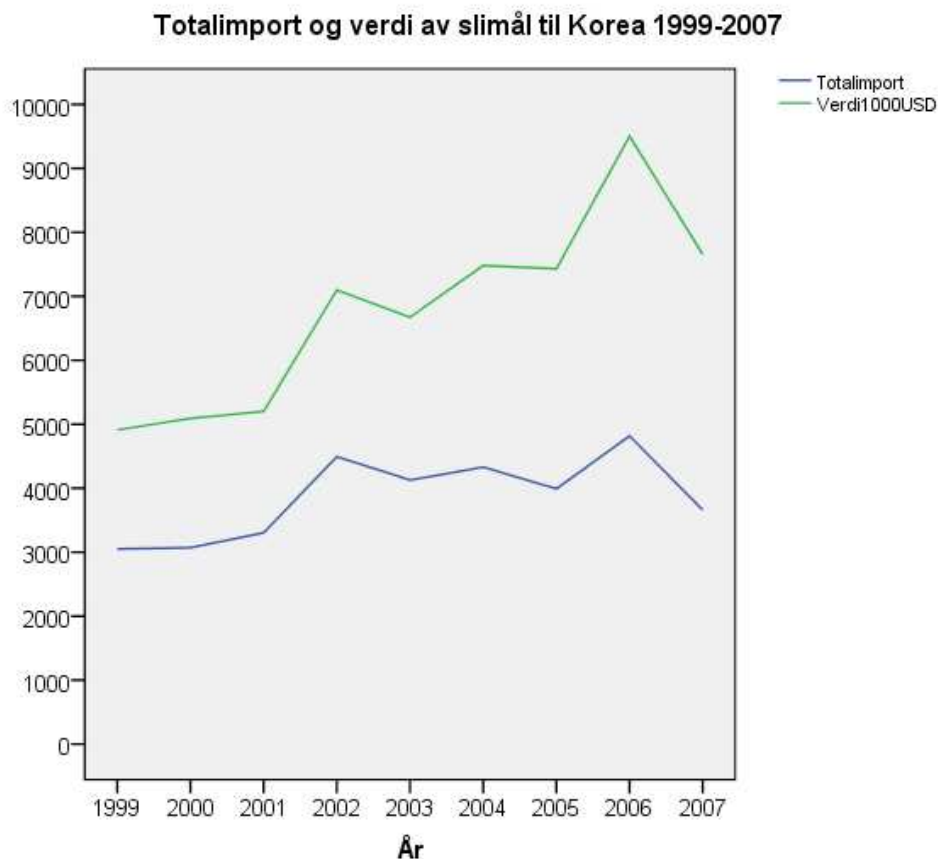


Foto: <http://comparativephys.ca/members/dfudge/research>

## Globalt marked for slimål

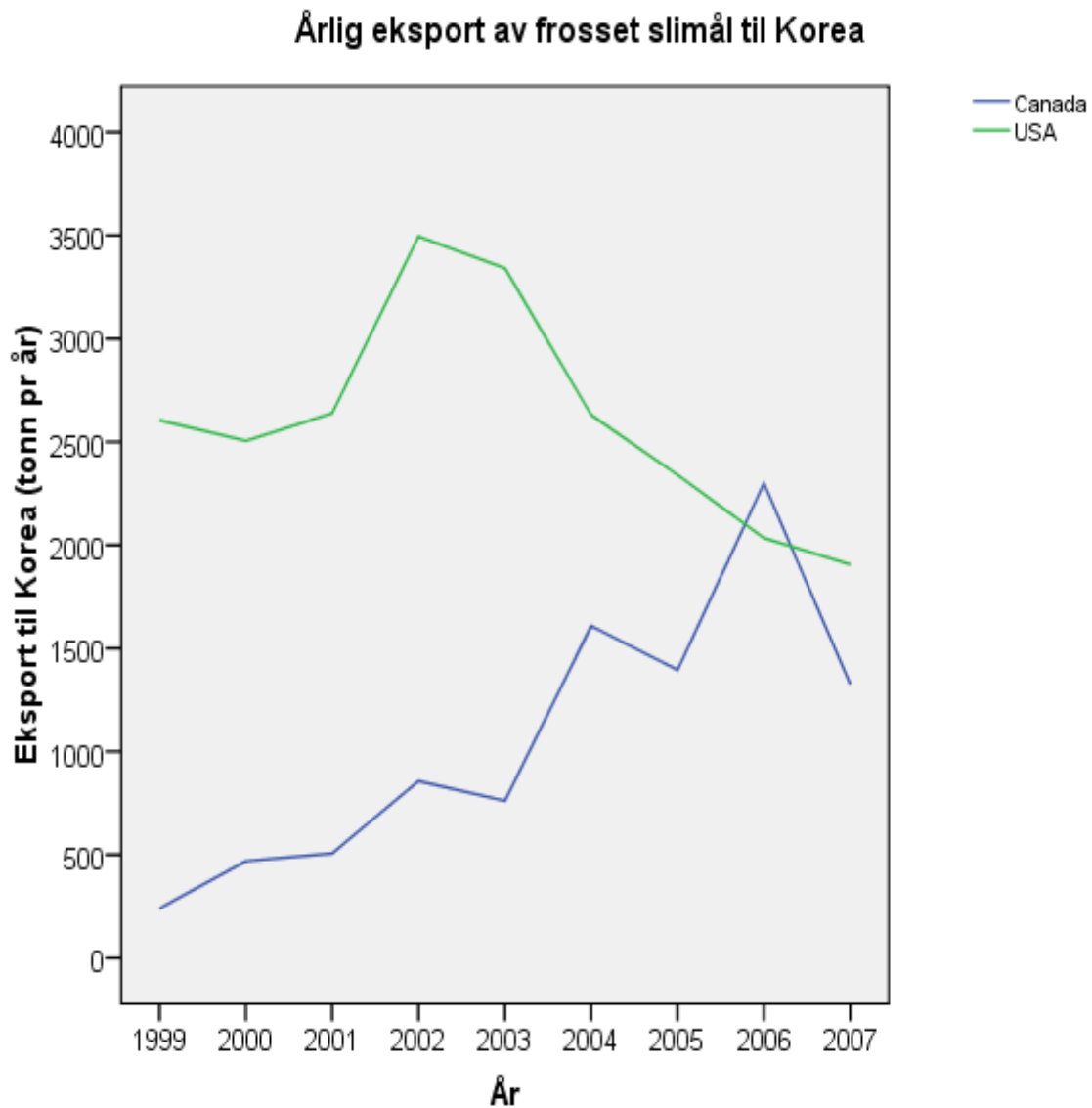
Det store markedet for slimål befinner seg i Asia – europeerne har foreløpig i liten grad fattet interesse for arten. I følge Eksportrådet for fisk er Japan det største markedet for slimål, fulgt av Korea. Som man ser av oversikten ”Koreansk import og eksport av fryst slimål per land 1999-2007” (vedlegg 1) kommer i all hovedsak slimålen som importeres til Korea fra Canada og USA. I 2006, som var det året det ble importert mest slimål til Korea i denne perioden, ble det importert 4817 tonn slimål til en verdi av 9503 000 USD. Gruppen har til nå ikke lyktes med å få tilsvarende tall for det japanske markedet, til tross for at vi har vært i kontakt med Eksportrådet for fisk og deres japanske kontakter i PROMAR.

Som en ser ut av figur 1 har verdien (prisen pr tonn) på slimål holdt seg nokså stabil i løpet av denne perioden. Ettersom vi ikke har nyere tall enn 2007, er det vanskelig å spekulere i om hvorvidt nedgangen fra 2006 til 2007 er en negativ trend i markedet eller svingninger av andre årsaker.



Figur 1. Totalimport (tonn) og verdi (1000USD) av slimål til Korea 1999-2007

Dersom man ser på utviklingen av import fra de ulike land i løpet av perioden 1999-2007 (fig 2) ser man hvordan Canada gradvis har kommet etter USA som importaktør med en foreløpig topp i 2006. Dette reflekterer blant annet at USA var tidligere ute med å starte opp kommersielt slimålfiske enn hva tilfellet var i Canada.



Figur 2. Årlig eksport av slimål (frosset) fra Canada og USA i perioden 1999-2007



## Sosioøkonomiske forhold ved slimålnæringen

Et viktig spørsmål når det gjelder potensialet for kommersiell utnytting av slimål i Norge, er om hvorvidt denne arten kan skape nye arbeidsplasser eller ikke. For å belyse dette aspektet ønsker vi i denne delen av rapporten å vise til et eksempel fra USA med en familie som har klart å gjøre et levebrød ut av LUR-arter - inkludert slimål.

I Millbridge, Maine har familien Ray skapt en egen bedrift, Cherry Point Products Inc., som driver med fiske, prosessering, frysing og salg av sjøpølse og slimål (*Myxine glutinosa*). I Massachusetts har slimål nå blitt fisket i 15 år, men i Maine, hvor denne fabrikken holder til, er dette fisket forholdsvis nytt (Dinsmore 2008).



Familien Ray har lenge arbeidet med fiske – tidligere jobbet de med kråkeboller, men da dette ble utsatt for rovfiske på midten av 90-tallet, ble de nødt til å se seg om etter nye næringer. De fattet interesse for uutnyttede arter, noe som ledet dem til å begynne med sjøpølser. De bygde en fabrikk for dette formålet, kjøpte inn nødvendig utstyr (avfuktingsapparat og tørker) og begynte så å lete etter kunder. Å skaffe arbeidskraft til fabrikken viste seg imidlertid å bli et problem. Til slutt fikk de sysselsatt flere fremmedarbeidere som søkte arbeid. Dette hjalp ikke bare fremmedarbeiderne med å tjene til livets opphold, men familien Ray hjalp dem også med utdanning til barna deres (Dinsmore 2008). Dette viser at denne formen for næring kan sysselsette mer enn kun en familie.

På grunn av at den amerikanske stat innførte stopp for innhøsting av sjøpølser i juli, august og september, ble familien etter hvert tvunget til å se etter nye arter å tjene på. Dette ledet dem til å begynne utnytting av slimål. Etter initiativ fra et koreansk selskap som fisket etter slimål på kysten av Maine, ble et samarbeid mellom familien og selskapet etablert. Dette nøt begge partene godt av – for fiskebåtene var det enklere å dra til Millbridge for å laste av fangsten sin, mens familien Ray fikk muligheten til å skape grunnlaget for ny næring (Dinsmore 2008). Dette viser hvordan utenlandske interesser skapte arbeidsplasser, men også at mangel på klassisk fiske og restriksjoner fikk lokalbefolkningen til å tenke nytt. Når det gjelder Norges situasjon kan det kanskje være staten som er den faktoren som trigger interessen for nye arter og næringer, i og med at vi her til lands ennå ikke har fått en krisesituasjon med tanke på klassiske fiskeressurser.

Familien Ray har etter hvert også utvidet næringen - i fjor begynte nemlig bedriften også å fiske for slimål med egen båt, noe som igjen skaper enda flere arbeidsplasser. De kjøper også slimål fra fire andre båter og forhandler nå direkte med deres koreanske innkjøper(Dinsmore 2008). Dette viser at næringen er i vekst, noe som er et godt utgangspunkt for andre som ønsker å etablere seg med slimålfiske.

Når det gjelder forholdene for de ansatte i bedriften, rapporteres det at fremmedarbeiderne tjener godt på denne typen arbeid. De forlanger 100 dollar i måneden (ca 700kr i dag) pr arbeidende person innenfor de forskjellige familiene av fremmedarbeidere til dekking av husleie, samt hjelp til å betale for utstyr. Hver familie har to eller tre arbeidere, så hver familie betaler i gjennomsnittet ca 200 dollar for opphold i måneden. Familien Ray betaler sine beste ansatte 25 dollar i timen (ca 176kr); de som jobber saktere får mellom 12 og 15 dollar i timen (ca 84-105kr) (Dinsmore 2008).

Selv om arbeiderne tjener godt (fra et amerikansk synspunkt) og har billig husleie, er jobben relativ tøff. Når slimålen først er i fangsttønnen produserer den rikelige mengder med slim, og dette fosser ut sammen med slimålen når man tømmer tønnene på sorteringsbrettet for å separere slimålen fra slimet. Med alt dette følger også en markant odør som penetrerer både sko og klær(Dinsmore 2008).

Når det gjelder den økonomiske avkastningen av å drive slimålfiske, er Lawrence Ray klar på at inntektene først og fremst ligger hos fiskerne:

"The fishermen do okay, but that's where it stops. You're working on pennies per pound. With the cost of fuel, containers, and shipping having gone up dramatically, we have a very, very small margin." (Dinsmore 2008).

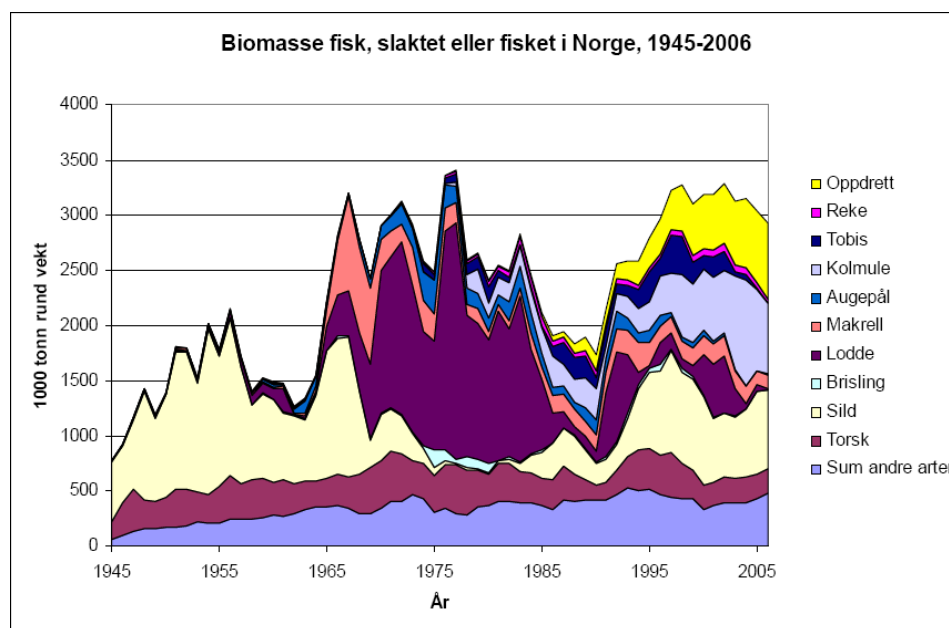
Den lave økonomiske marginen ved å drive denne type forretning forklares altså med økte kostnader for blant annet drivstoff, noe vi fra før av vet prisen kan variere veldig på - i hvert fall i USA. For å klare å holde folk i jobb, fortsetter bedriften med prosesseringsarbeid. Dette gir jobb til familien Ray som teller til sammen sju medlemmer, i tillegg til fremmedarbeiderne og deres familier. Fabrikken hjelper også lokale kvinner med arbeid gjennom sommeren, og sørger for at de latinamerikanske fremmedarbeiderne har nok inntekt til å forbli i Millbridge(Dinsmore 2008).

Arbeidet med å prosessere sjøpølser er uansett familien Ray sin største inntektskilde fra oktober til juni - slimål blir kun en biinntekt i perioden fra juli til oktober(Dinsmore 2008). Dette er det mulig å gjøre i USA, i og med at de for øyeblikket ikke har en klar forvaltningsplan for slimål. Som sagt før i forvaltningsdelen av rapporten, vil dette være viktig for Norge å tenke på, hvis kommersielt fiske for slimål skal bli prøvd ut.

Avslutningsvis er det verdt å nevne at familien Ray i løpet av de siste 10 årene ikke bare har funnet en metode å utnytte LUR-arter på - de har også skapt en arbeidsplass for tre generasjoner av sin familie, samt en bedrift som hjelper og støtter et flertall av nye familier som har bosatt seg i Millbridge (Dinsmore 2008).

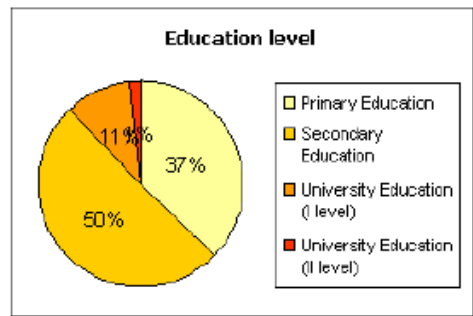
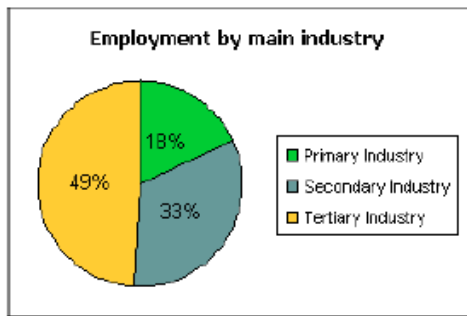
### **Konsekvenser ved kriser i fiskerinæringen – grunnlag for økt fokus på LUR-arter**

I Norge er flere kystkommuner svært avhengig av fiske og fiskeindustrien. Når en krise oppstår i næringen, slik tilfellet var på 1990-tallet (figur 3), medfører det flere negative sosiale følger for befolkningen i små kystsamfunn. Vi bruker her et eksempel fra Frøya kommune i Sør-Trøndelag i perioden 1990-2000 til å belyse utviklingstrender på områder som sysselsetting, utdanning, populasjonsutvikling og kriminalitet når slike kriser oppstår i fiskerinæringen. Ved økt fokus på kommersiell utnytting av LUR-arter, deriblant slimål, kan små samfunn stå bedre rustet til å overleve framtidige kriser i fiskeindustrien. På den måten kan uheldige konsekvenser for lokalsamfunnene, slik figurene under illustrerer på, unngås.

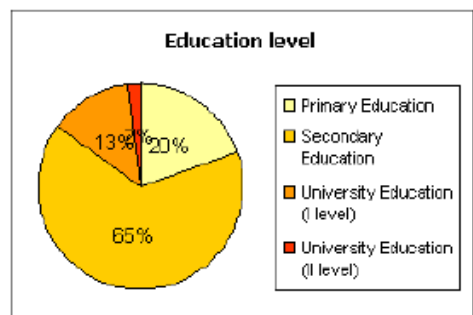
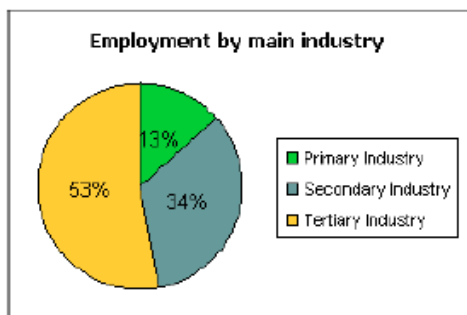


Figur 3. Nedgang av fisket på 1990-tallet.

1990

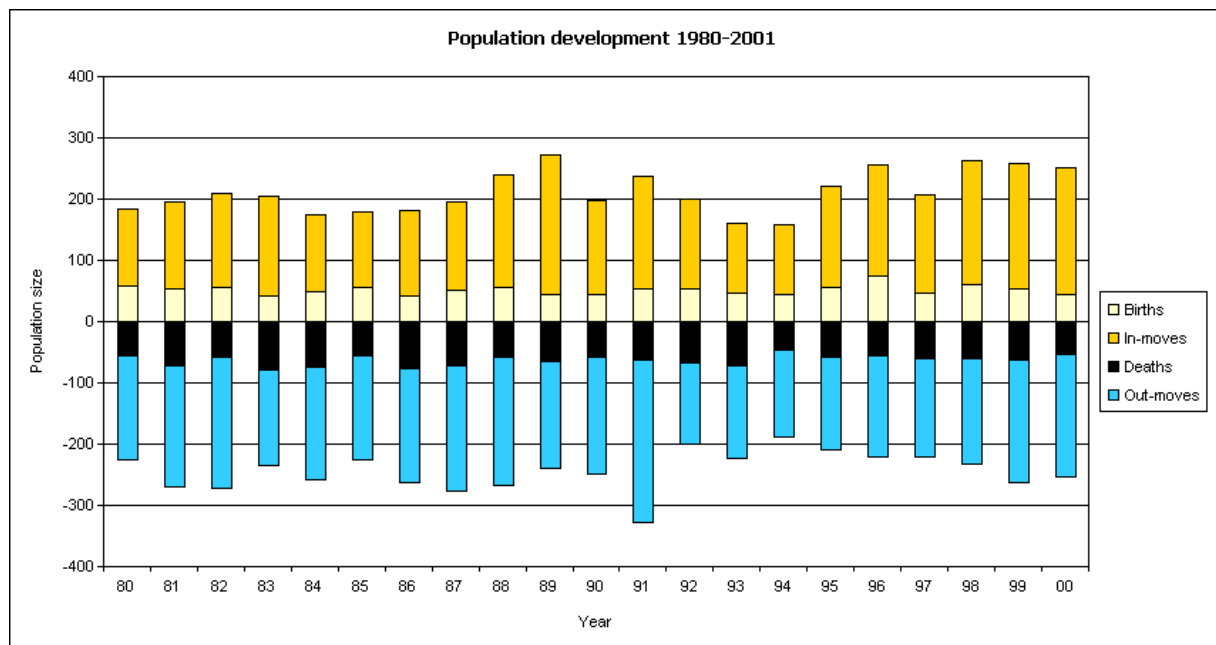


2000



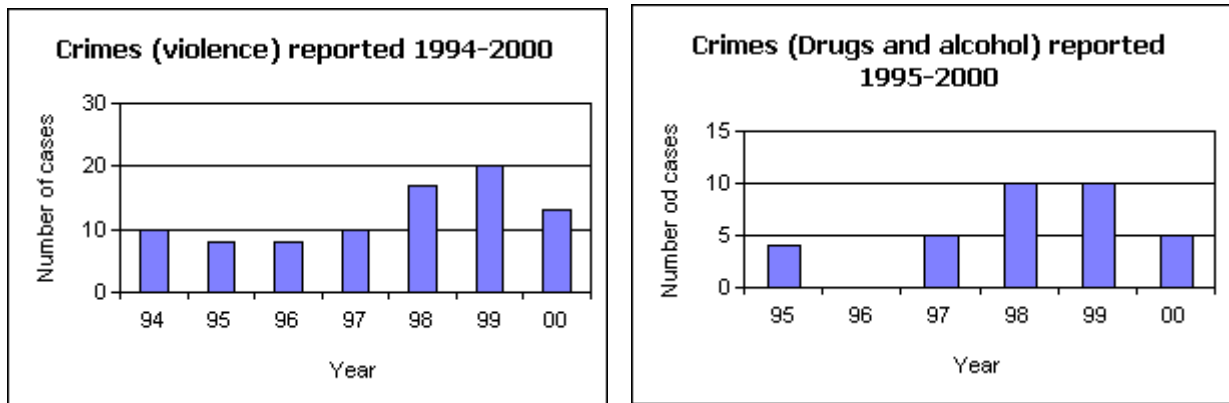
Figur 4. Endringer i sysselsettings- og utdanningsnivå fra 1990-2000(Bureau 1990 og 2000).

Som man kan se av migrasjonsmønsteret under, nådde krisen toppen i 1994.



Figur 5. Populasjonsutvikling i perioden 1980-2001(Communities 1990-2000).

Man observerte også, slik det fremgår av figur 6, en økning i sosiale problemer som en konsekvens av kollapsen i næringen, med en topp i 1998 og 1999.



Figur 6. Rapportert kriminalitet i perioden 1994-2000(Communities 1990-2000).

## Forvaltning av marine ressurser

Historisk sett har havet vært en frisoner hvor alle nasjoner tidligere hadde fri tilgang til havets ressurser utenfor de nære kystlinjer. Gjennom UNCLOS forhandlinger i FN ble dette endret slik at enhver nasjon nå har utvidet sitt territorialfarvann ut til 200km fra kysten.

Gjennom disse bestemmelsene er det nå lettere for enkeltnasjoner å ha kontroll på utnyttelsen av viktige naturressurser som ligger innenfor deres økonomiske sone.

Behovet for forvaltning kan lett beskrives gjennom Hardins "Tragedy of the Commons"(Hardin 1968) - overlatt til seg selv uten forvaltningsprinsipper risikerer vi et fiske som baserer seg på å fange så mye som mulig før andre gjør det.

Når det gjelder forvaltning av levende marine ressurser kan oppdeling av havet i økonomiske soner være problematisk - en god del av disse ressursene forflytter seg ofte og over lange avstander uten å bry seg stort om de internasjonale grensene. For å hindre overfiske og "skjev" utnyttelse av ressursene, har ulike nasjoner, deriblant Norge, inngått flere internasjonale avtaler som skal regulere fangsten. Norge er på denne måten bundet til flere avtaler blant annet innen FN-systemet, EU og WTO samt avtaler med naboland som Island, Russland og Storbritannia(Ellingsen 2005).

Strategier for forvaltning har endret seg opp gjennom årene etter hvert som kunnskapen om livet i havet og de relasjoner som eksisterer har blitt bedre. Eldre modeller baserte seg gjerne på forvaltning av enkeltstående arter – man hadde manglende informasjon og interesse for ressursens størrelse og hvilke virkninger uttak ville ha på det øvrige økosystemet. Det er også viktig å påpeke at naturressursforvaltning ikke nødvendigvis omhandler forvaltning av de faktiske ressursene, men heller om å begrense menneskets innvirkning på de naturlige systemene. (Juda and Hennessey 2001)

I senere tid har forvaltningsmetoder som innebærer et bredere syn på selve forvaltningen blitt mer og mer populære – særlig har økosystembasert forvaltning vært i søkelyset de siste årene. En avart av dette, som har blitt benyttet i Norge, er Integrert Kystsoneforvaltning (ICZM)(Shipman and Stojanovic 2001). Basisen for dette systemet er at man skal ta hensyn til samspillet i et større område som innebærer både kyst og hav når ressursene skal forvaltes.

I 2006 kom Norsk institutt for by- og regionforskning ut med en rapport som evaluerer erfaringene med kommunal kystsonoplanlegging i Norge(Stokke, Hanssen et al. 2006). Her konkluderes det med at selv om det har vært store variasjoner mellom måtene dette har blitt gjennomført på i kommunene, er hovedinntrykket positivt.

Dette er også noe av basisen for kritikk som har kommet mot denne typen forvaltning - særlig Shipman og Stojanovic peker på fragmentering av prosessene som et stort problem(Shipman and Stojanovic 2001). Ved å overlate bestemmelsesretten til kommunene vil mulighetene for sterk variasjon være tilstede, og i enkelt områder kan man risikere at noen kommuner ser seg tjent med å redusere den beskyttelsen av miljøet som forvaltningen er ment å gi.

I rapporten *Canadas marine species at risk: Science and law at the helm but a sea of uncertainties*, identifiserer forfatterne en liste på 8 årsaker til at forvaltning av marine resurser ofte feiler (Vanderzwaag and Hutchings 2005):

1. Økonomisk og politisk press fører til at vitenskaplige råd blir oversett
2. Et hierarkisk system blir påtvunget de som jobber i industrien, noe som kan skape et sosialt trykk for å sabotere den innsatsen som blir gjort - for eksempel gjennom bevisst feilrapportering av fangst
3. Ekskludering av stakeholdere og interesseorganisasjoner i utvikling av forvaltningsstrategier
4. For mange fiskere på for lite fisk

5. Forvaltning uten vitenskaplig data på økologiske forhold som utbredelse, mengde or naturlig reproduksjon
6. For stor tillit til matematiske modeller for kalkulering av tilgjengelig ressurs
7. Manglende vilje til å basere fiskeri på aktsomme prinsipper
8. Dominerende fokus på sosiale/økonomiske metaforer over biologiske/økologiske metaforer

I norsk sammenheng er de fleste av disse feltene i varetatt gjennom Fiskeridirektoratet, hvis hovedansvar ligger i å hindre overutnyttelse av marine ressurser, sikre langvarig verdiskapning og sørge for en jevn fordeling av verdiene som blir skapt innen fiskerinæringen(Ellingsen 2005).

Metodene som blir tatt i bruk for å begrense overutnyttelse av marine ressurser er stor sett basert på de følgende virkemidler(Ellingsen 2005):

- Begrensning på antall fartøy
- Begrensning av kapasitet på fartøyene
  - Størrelse
  - Utstyrsbegrensninger
  - Etc.
- Stenging av fiskeområder
  - Midlertidig stengning av områder med mye ung fisk
  - Stenging av sårbare områder
  - Beskyttelse av ynglingsområder
- Begrensning av fangstmetoder
  - Et eksempel på dette kan være forbud mot uttak av hummer ved dykking
  - Maskevidde på trål
  - Begrense bruk av metoder som skader miljøet

De to viktigste lovene som omhandler forvaltning av marine ressurser er Råfiskloven og Deltakerloven. Kontroll av fiske i norsk sone er ivaretatt av Kystvakten, som utfører kontroll av fartøy og mottak.

### **Forvaltning av slimål (*Myxine Glutinosa*)**

Et potensielt fiske etter slimål langs norskekysten må selvfølgelig følge alle retningslinjene for vanlig fiske, men på grunn av dens spesielle natur og det faktum at ressursen ikke har blitt utnyttet tidligere, er det viktig å gå forsiktig frem og etablere kunnskap om slimålen før eventuell kommersiell fangst kan begynne.

Da uttak av slimål ikke har vært en del av det tradisjonelle norske fisket, er det viktig å se hvordan disse ressursene har blitt forvaltet i andre deler av verden og hvordan utviklingen har vært i områder som kan sammenlignes med de norske forholdene.

Som tidligere nevnt står Sør-Korea for en stor del av slimålkonsumet i verden - her blir kjøttet spist og skinnet benyttet i produksjon (Leask and Beamish 1999). Sør Korea importerer nå en god del slimål fra blant annet USA og Canada, etter at ressursene har blitt overutnyttet i de lokale havene i øst Asia (SARC 2003).

Da Sør-Korea har utnyttet sine ressurser av slimål over lengre tid enn noen andre nasjoner, kan det være mye informasjon å hente her når det kommer til forvaltning av denne ressursen, selv om de artene som har blitt høstet i Sør-Korea ikke er de samme som eksisterer i norske farvann. Studier på dette området er også tilgjengelige fra USA og Canada som i en årrekke har utnyttet denne ressursen (Kelleher, Livingston et al. 2001) (Leask and Beamish 1999).

Et av de store problemene med forvaltning av slimål er at den ikke er et utpreget byttedyr. Den har en lang levetid, formerer seg dermed sakte og blir kjønnsmoden relativt sent. Som nevnt tidligere i denne rapporten mangler det også essensiell forskning vedrørende slimålens levevaner, formering og emigrasjonsvaner.

I samarbeid med Fiskeridirektoratet og flere andre statlige organer, har selskapet Mareano ([www.mareano.no](http://www.mareano.no)) kartlagt marine ressurser på havbunnen og gjort denne informasjonen tilgjengelig. Ved kombinasjon av slike type kart og ytterligere forskning på slimålens habitat, vil man kunne oppnå en klar forbedring av kartleggingen av denne ressursen. Metodene som blir brukt for slik kartlegging er sammenlignbare med metoder som blir brukt på landjorda. Mens man på landjorda bruker satellitt og flybårne sensorer, er man på havet avhengig av båter for å få en effektiv kartlegging av bunnforholdene.



Dataene blir laget i tre faser ([www.mareano.no](http://www.mareano.no)):

1. Sjøkartverket leverer detaljerte kart over bunntopografi basert på målinger med flerstråleekkolodd for området som skal kartlegges.
2. NGU lager bunntypekart med utgangspunkt i tolking av akustisk signalstyrke fra multistråleekkolodd.
3. Havforskningsinstituttet og NGU velger på denne bakgrunn ut observasjons punkter for dokumentasjon av sediment, bunnfauna og miljøgifter ved hjelp av video og prøvetaking.

Da den siste fasen kan være både tidkrevende og virke forstyrrende på flora og fauna, er det veldig viktig at informasjon fra de to første fasene foreligger før tredje fase blir startet. For enkel habitatmodellering kan også resultater fra de to første fasene være tilstrekkelig. Ettersom det naturlige habitatet til slimålen er mudderbunn, kan det være mulig å identifisere dette bare ved hjelp av multistråleekkolodd.

Når det gjelder forvaltningsmodeller for slimålen i Norge, er det få eller ingen lignende arter som blir kommersielt utnyttet i Norge per i dag. Det er derfor viktig at man ser internasjonalt for å finne litteratur om hvordan man best kan ivareta den naturlige balansen for et slikt fiske. Da de fleste andre arter som har en vekst- og regenerasjonsrate lik slimålen er dypvannsfisk, kan man med fordel se på hvordan disse blir utnyttet i andre deler av verden.

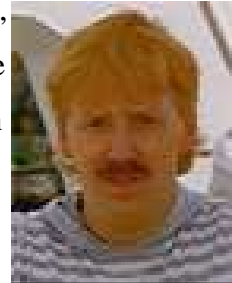
En studie som belyser denne problemstillingen er signert Anthony Cox, - i sin publikasjon «*Subsidies and deep-sea fisheries management: Policy issues and challenges*» tar han for seg problematikken med overhøsting av slike dyphavsarter, samt hvordan subsidiering kan være med å regulere uttak samt størrelse og effektivitet av fiskeflåten(Cox).

Et viktig poeng som Cox nevner i sin rapport er at forvaltning av en ressurs i mange tilfeller kommer alt for seint og ofte kun etter at den aktuelle ressursen allerede er i problemer. Dersom slimålfiske skal bli en bærekraftig utnyttbar ressurs i Norge, er det viktig at arten kartlegges og reguleringer bestemmes *før* et intensivt fiske- og foredlingsapparat blir opprettet.

For å etablere forvaltningsprinsipper for slimålen eller for å integrere fangst av slimål inn i eksisterende forvaltningsplaner, er det utvilsomt nødvendig med finansiering av videre forskning på denne arten - mer kunnskap må skaffes tilveie og - ikke minst- må ressursene av slimål langs norskekysten kartlegges. Først når dette er klart kan man ta stilling til om – og i tilfelle hvordan - bærekraftig utnytting av slimål i Norge kan gjennomføres.

## Slimål i Norge – foreløpig gjennomførte prosjekter

Slimålen er foreløpig lite kjent i Norge, men enkelte pilotprosjekter har vært og er i ferd med å bli gjennomført i løpet av de siste årene. Et av disse er et samarbeidsprosjekt mellom Nordland Fylkeskommune og Walter Pettersen i Lofoten Mussel Company, hvor Pettersen reiste over til Boston, USA for å besøke fabrikker og fiskere tilknyttet slimålnæringen (Johansen 2005). Dette resulterte i 2005 i en rapport hvor Pettersen beskrev de amerikanske forholdene samt vurderte mulighetene for å starte kommersiell utnyttning i Norge (Pettersen 2005).



Walter Pettersen

Bestanden av slimål langs norskekysten er til nå ikke blitt kartlagt, men det finnes erfaringsmessig mye slimål ettersom fiskerne merker dette i form av oppspist fisk i garnene. Ifølge Pettersen ved LMC, som via sine kontakter i USA og Asia kjenner markedet for slimålen godt, settes det internasjonalt visse krav til størrelse på slimålen for at den skal kunne anvendes til matfisk og til produksjon av skinnprodukter: Hver fisk bør helst veie minimum 125-150 g, og i tillegg settes det krav til lengde (over 35cm) og tykkelse på slimålen. Selv om det finnes mye slimål langs kysten av Norge, finnes det ifølge Pettersen sjelden slimål over 100 g langs kysten i sør- og midt-Norge. Lenger nord og lenger ut på havet finnes det derimot slimål av samme størrelse som man har gjort industri ut av langs østkysten av USA.

I tillegg til at bestanden tilsynelatende er stor, er det i følge Pettersens rapport flere andre forhold som taler til fordel for at Norge skal kunne gjøre industri ut av slimålfisken. Blant annet er den relativt stabilt lave havtemperaturen gunstig for kvaliteten på slimålen. I tillegg er investeringene på fangstredskapssiden relativt små – kostnadene pr. fangstteine ligger rundt 150 NOK ferdig rigget, en teinehaler koster omtrent 15000 NOK og med et rennesystem som ikke koster for mye, mener Pettersen at man totalt sett behøver en investering som kun er 30% av det man i Norge vil bruke på en 40 fot fiskesjark for garnrigging (Pettersen 2005). Når det gjelder pris pr kg slimål til fiskerne vil dette naturlig nok variere noe ut i fra konjunkturer og situasjonen på verdensmarkedet, men er i rapporten til Pettersen oppgitt å være ca. 5,85,- NOK pr kg slimål (2005). Dette var på tidspunktet da rapporten ble skrevet bedre enn datidens pris på sei, og kan i følge Pettersen slikt sett gi grunnlag for helårs fiskeaktivitet til mange fartøy. En ekstra bonus ved et eventuelt fiske etter slimål vil være å forhindre at så mye garnfisk ødelegges av åtseleteren, slik tilfellet er i dag.

Høyere lønnsutgifter i Norge sammenlignet med konkurrerende lavkostland er naturligvis en utfordring for å kunne drive økonomisk bærekraftig utnytting av slimål her til lands. Alternative produksjonsmetoder, blant annet med direkte ombordfrysing av produktet på båten og mer automatiske pakkelinjer, er i følge Pettersen potensielle måter å få ned kostnadene og dermed øke lønnsomheten på.

Ettersom det finnes få mennesker i Norge som har kjennskap til det globale markedet for slimål og kulturen knyttet til utnytting av denne ressursen, er Pettersen klar på at dersom norske fiskere ønsker inn på dette markedet er det en forutsetning at man går gjennom allerede etablerte eksportnett i USA og Canada og eksporterer fisken til Kina. Selv har Pettersen en åpen avtale med Mr Yang Cho, eier av bedriften New England Marine Resources i Gloucester, USA – som i følge Pettersens beregninger kontrollerer rundt 60% av verdensmarkedet for slimål (Pettersen 2005) - om tilgang til hans eksportnettverk, men har av ulike årsaker ikke kommet nærmere realisering av prøveproduksjon etter forprosjektet i 2005. Dette skyldes i følge Pettersen flere forhold, men først og fremst at oppstart av en såpass ubeskrevet industri i Norge krever større innsats enn hva en mann kan klare, både med tanke på økonomi og arbeidsinnsats. I tillegg peker Pettersen på at det faktisk at et slikt fiske ikke har tradisjoner i Norge og vår del av verden for øvrig, gjør at det kan være en utfordring å overbevise fiskerinæringen om at dette er verdt å satse på sammenlignet med tradisjonelle ressurser.

I Oslofjorden er det tidligere blitt igangsatt prosjekter som har tatt sikte på å kartlegge bestanden av slimål i området. I følge Hans Erik Karlsen ved Drøbak Biologiske Stasjon, Universitetet i Oslo, var årsaken til at dette ble iverksatt et ønske om å kartlegge hvordan den norske bestanden kunne tåle en eventuell kommersiell unytting. I hvilken grad disse prosjektene ble gjennomført og evt. resultater man har funnet har vi imidlertid ikke greid å få rede på innenfor tidsrammene til dette gruppearbeidet.

## Konklusjon

Å vurdere slimål som en potensiell kommersiell fangstressurs i Norge er vanskelig, ettersom erfaringer med og kunnskap om slikt fiske her til lands er svært begrenset. Som vi har belyst i denne oppgaven, eksisterer det imidlertid et aktivt asiatisk marked for denne arten. Selv om eksportmarkedet for slimål per i dag domineres av store aktører som USA og Canada, viser historien med overfiske fra Asia at behovet for nye eksportaktører raskt kan bli aktuelt.

Slik de norske erfaringene - blant annet fra Lofoten Mussel Company - peker på, vil det for norske fiskere som fatter interesse for denne arten i første rekke være fangst og direkte fryseeksport til Asia som vil være aktuelt. På grunn av tidligere nevnte faktorer som lang avstand til forbruker og marked, få eller ingen norske tradisjoner med utnytting av slimål samt høyere lønnsutgifter i Norge sammenlignet med asiatiske lavkostland, er det slik vi ser det lite realistisk at videre prosessering av slimålen vil kunne skje innenfor landets grenser. Et eventuelt norsk slimålfiske vil slikt sett trolig ikke kunne skape mange nye arbeidsplasser på land, selv om det vil være behov for noe personell ved mottaksanlegg for slimfjerning og pakking for eksport.

Derimot er det grunn til å tro at fiske etter slimål, som til nå har levd tilnærmet uberørt i norske farvann, har et kommersielt potensiale for norske fiskere på leting etter alternativer til tradisjonelt kystfiske. Økonomisk synes det attraktivt (lave investeringskostnader og god pris per kg slimål), og erfaringene tilsier at bestanden trolig er stor. Sett i forhold til Fiskerifondets målsettinger for lite utnyttede kystnære arter (Fiskerifondet 2007), har slimålfiske muligheter for å innfri flere av disse:

- øke verdiskapning og sysselsetting av de samlede marine ressurser, herunder også økt lønnsomhet for aktørene (sjø/land)
- øke kunnskap som kan få betydning for forvaltning av de samlede kystnære ressurser
- redusere presset på kvotebelagte fiskerier

For at et norsk kommersielt fiske skal komme i gang, er det imidlertid essensielt at det bevilges statlige forskningsmidler til å foreta kartlegging av den norske bestanden og iverksette forprosjekter. Viktigheten av å etablere forvaltningsplaner med strategier for

bærekraftig utnytting, illustreres av tidligere nevnte eksempler på rovfiske av slimål andre steder i verden.

Det er med andre ord et stykke arbeid som gjenstår før et bærekraftig, kommersielt fiske etter slimål kan bli en realitet i Norge, men potensialet er til stede og bør utredes. Det er fra et sysselsettingsmessig synspunkt viktig å skape nye attraktive arbeidsplasser for dagens unge langs kysten av Norge, og da må man tørre å tenke nytt og innovativt. At slimålen skal erstatte lettsaltet torsk og ovnsbakt laks på middagsbordet i de norske hjem, har vi derimot liten tro på.

---

Vi ønsker med dette å rette en stor takk til følgende personer for gode bidrag med relevant informasjon under arbeidet med prosjektet:

Eksporutvalget for fisk (EFF) v/ Lasse Kristiansen, Kristin Lien og Monica Sundfær

PROMAR (Japan) v/ Chris Clague

Lofoten Mussel Company v/ Walter Pettersen

Kåre E. Tvedt, Institutt for laboratoriemedisin, NTNU

Dag Robert Bjørshol, Frøya Næringspark (Trøndersk Kystkompetanse)

Douglas S. Fudge, Dept. of Integrative Biology, University of Guelph, Canada

## Litteraturliste

<http://oceanlink.island.net/biodiversity/hagfish/hagfish.html>.

Aarnes (2003).

Beaudreau, Boulay, et al. (2003). "ATLANTIC HAGFISH." Retrieved 13.01.09, from <http://www.nefsc.noaa.gov/publications/crd/crd0316/hagfish.pdf>.

Bureau, S. C. (1990 og 2000) Census. Employment, Education

Cavalcanti, M. J. and V. Gallo (2008). "Panbiogeographical analysis of distribution patterns in hagfishes (Craniata : Myxinidae)." Journal of Biogeography **35**(7): 1258-1268.

Communities, I.-E. D. o. I. C. (1990-2000). "Crimes (violence) reported 1994-2000  
Crimes (Drugs and alcohol) reported 1995-2000."

Communities, I.-E. D. o. I. C. (1990-2000) Population development 1980-2001.

Cox, A. Subsidies and deep-sea fisheries management

Dinsmore, S. (2008) Nobody's pretty babies: family plant processes hagfish. The Working Waterfront

Ellingsen, H. (2005). "Fisheries Management ".

Fiskerifondet (2007). "UTNYTTELSE AV LITE UTNYTTEDE KYSTNÆRE ARTER, HANDLINGSPLAN FOR PERIODEN 2003 – 2004." Retrieved 12.01.09, from [http://www.fiskerifond.no/files/projects/attach/lur\\_status\\_3new1.pdf](http://www.fiskerifond.no/files/projects/attach/lur_status_3new1.pdf).

Fudge, D. S., N. Levy, et al. (2005). "Composition, morphology and mechanics of hagfish slime." The Journal of Experimental Biology **208** 4613-4625.

Gorbman, A. (1990). "Sex differentiation in the hagfish *Epatretus stoutii*." Gen. Comp. Endo. **77**:

Grant, S. M. (2005). "An exploratory fishing survey and biological resource assessment of Atlantic hagfish (*Myxine glutinosa*) occurring on the southwest slope of the Newfoundland Grand Bank." Journal of Northwest Atlantic Fishery Science **36**: 91-110.

Hansen, C. A. and B. D. Sidell (1983). "Atlantic hagfish cardiac muscle: metabolic basis of tolerance to anoxia." Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol **244**: 356-362.

Hardin, G. (1968). "Tragedy of the Commons." Science **162**: 1243-1248.

Hovig, I. E. Den blårutete kokeboken.

Johansen, M. (2005). "Slimål kan bli ny storselger." Lofotposten.no.

Juda, L. and T. Hennessey (2001). "Governance Profiles and the Management of the Uses of Large Marine Ecosystems." Ocean Development & international law **32**: 43-69.

Keith, C. (2006). "Atlantic hagfish." from [http://www.nefsc.noaa.gov/sos/spsyn/op/hagfish/archives/29\\_Hagfish\\_2006.pdf](http://www.nefsc.noaa.gov/sos/spsyn/op/hagfish/archives/29_Hagfish_2006.pdf)[http://www.nefsc.noaa.gov/sos/spsyn/op/hagfish/archives/29\\_Hagfish\\_2006.pdf](http://www.nefsc.noaa.gov/sos/spsyn/op/hagfish/archives/29_Hagfish_2006.pdf).

Kelleher, S. D., M. B. Livingston, et al. (2001). "Characteristics and Storage stability of Atlantic Hagfish." Journal of Aquatic Food Product Technology **10**(4): 101-118.

Kelleher, S. D., M. B. Livingston, et al. (2001). "Characteristics and storage stability of atlantic Hagfish." Journal of Aquatic Food Product Technology **10**: 101-118.

Leask, K. D. and R. J. Beamish (1999). Review of the fisheries and biology of the Pacific Hagfish (*Epatretus stoutii*) in British Columbia, with recommendations for biological sampling in a developmental fishery. F. a. O. Canada. Ottawa, Canadian Stock Assessment Secretariat.

Leask, K. D. and R. J. Beamish (1999). "Review of the fisheries and biology of the Pacific Hagfish (*Epatretus stoutii*) in British Columbia, with recommendations for biological sampling in a developmental fishery." Fisheries and Ocean Canada **99**(205).

- Melvin, E. F. and S. A. Osborn (1992). Development of the west coast fishery for Pacific hagfish. N. U.S. Dept. Of Commerce, NMFS. **Final Report. NA90AA-H-SK142: 42pp.**
- NMFS (1999). Monthly commercial landing statistics. N. m. f. service.
- Pethon, P. (2005). "Aschehougs store fiskebok, Norges fisker i farger." **5: 106 - 107.**
- Pethon, P. (2005). Aschehougs store fiskebok, Norges fisker i farger, Aschehough.
- Pettersen, W. (2005). Rapport fra studie av utnyttelse av slimål, Lofoten Mussel Company/Nordland Fylkeskommune.
- Powell, M. L., S. I. Kavanaugh, et al. (2005). Current knowledge of hagfish reproduction: Implications for fisheries management, Soc Integrative Comparative Biology.
- Qvigstad, G. (2001). "Konsekvenser av hypergastrinemi hos menneske." Tidsskr Nor Lægeforen **121: 469-470.**
- Ressem, S. (2003). "Sleip, ekkel og nyttig." Gemini **5.**
- Sabima (2008). "Sleip slimålbli supersilke." <http://www.sabima.no/sider/tekst.asp?side=493>.
- SABIMA (2008). "Slimål påviser forurensning " <http://www.sabima.no/sider/tekst.asp?side=494>.
- SARC (2003). "37th Consensus Summary."
- Schewe, P., J. Riordon, et al. (2003). "A Close Look at Hagfish Slime " <http://www.aip.org/pnu/2003/split/660-3.html> **660.**
- Schiedermayer, D. (2001). Foolish heart, hagfish hearts. Medical College of Wisconsin.
- Schwartz, N. (2007). "Hagfish is foul, but sold as aphrodisiac." North County Times.
- Shipman, B. and T. Stojanovic (2001). "Facts, Fiction and Failures of Integrated Coastal Zone Management in Europe." Coastal Management **35: 375-398.**
- Stokke, K. B., M. Hanssen, et al. (2006). "Kommunal Kystsone Planlegging: Et Redskap for en Balansert Utvikling av Havbruk og Fiske." Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond (FHF) NIBR-Rapport 2006(17).
- Strahan, R. (1963). The behaviour of the Myxine and other myxinoids. Oslo, Universitetsforlaget.
- Tillung, Y. and L. Kile (2000). Lysmikroskopiske og elektronmikroskopiske undersøkelser av fordøyelseskanalen til Myxine glutinosa, HIST, Institutt for bioingeniør-og radiografutdanning, avdeling for teknologi.
- Vanderzwaag, D. L. and J. A. Hutchings (2005). "Canada's Marine Species at Risk: Science and Law at the Helm, but a Sea of Uncertainties." Ocean Development & international law **36: 219-259.**