

SLUTTRAPPORT:

MANETER – FRA PROBLEM TIL RESSURS

OKTOBER 2010

Denne rapporten inneholder resultatene fra et tverrfaglig forprosjekt gjennomført i løpet av 2010 – der målsettingene har vært å etablere en kunnskapsoversikt over maneter i Norge og hvilket grunnlag det er for kommersiell utnyttelse av manetene. Prosjektet er finansiert i et samarbeid mellom FHF-fondet, Nord-Trøndelag Fylkeskommune og Innovasjon Norge i Nord-Trøndelag. Prosjektgruppen som har ledet gjennomføringen av prosjektet har hatt følgende sammensetning:

Anders Jelmert	Forsker, Havforskningsinstituttet i Bergen
Aslak Kristiansen	Rådgiver, Norges Fiskarlag
Jarle Mork	Professor, NTNU i Trondheim
Arnt-Ivar Kverndal	Seniorrådgiver, SINTEF
Alf Albrigtsen	Tidligere leder av LUR-programmet/nå medlem i Faggruppe Marine Ressurser



NORGES FISKARLAG



Forord

Spesielt de senere år er det påvist en økende mengde maneter - både langs norskekysten og i andre havområder. Maneter kan være både konsumenter og konkurrenter til fiskelarver og fiskeyngel, og kan da bidra til å redusere fiskebestander og skape problemer for havbruksnæringen. Maneter kan også skape problemer for annen virksomhet som turisme, båttrafikk og industri som benytter sjøvann som kjølevann. Samtidig finnes det et betydelig marked for maneter til konsum. Maneter inneholder bl.a. kollagen som er en godt betalt råvare for bl.a. farmasi og næringsmiddelindustri.

Som ledd i utvikling av kunnskap og utnyttelse av lite utnyttede ressurser ble det i regi av FHF – fondet gjennom LUR - programmet gjennomført en workshop 22. oktober 2008 i Trondheim sammen med bl.a. NTNU - miljøet. Hensikten med workshopen var å avdekke problemer, muligheter og utfordringer knyttet til økt forekomst av maneter langs deler av kysten, samt å samle relevante aktører fra hele verdikjeden med sikte på å få gjennomført et utviklingsprosjekt.

Etter gjennomføring av flere prosesser i 2007/2008 og 2009 med kartlegging og innhenting av informasjon (også internasjonalt), ble det besluttet å gjennomføre et forprosjekt som grunnlag for en eventuell større og bredere satsning. I sammenheng med arbeidet i forprosjektet har vi fått kontakt med flere ulike kompetanse – og utviklingsmiljø både nasjonalt og internasjonalt, relatert til både forvaltnings - og verdikjederelaterte utfordringer.

Intensjoner og innhold i et utviklingsprosjekt er allerede presentert for Fiskeri – og Kystdepartementet i møter i desember 2008 og august 2010. I tillegg har representanter fra departementet (politisk/administrativt) deltatt i workshopene både i 2008 og 2010.

Forprosjektet har fokusert på dypvannsmaneten *Periphylla periphylla* som har hatt en eksplosiv vekst i en rekke norske fjorder, blant annet i Beitstadfjorden, Verrasundet og Verrabotn i Nord-Trøndelag. Med gode og relevante tidsserier fra arbeidet gjennomført ved NTNU og sin klare geografiske avgrensing er dette området et velegnet ”økologisk laboratorium”. Forprosjektet anser derfor *Periphylla periphylla* som godt egnet som modell for å fremskaffe kunnskap både om maneters økologiske rolle i økosystemer, effekter på fiskerier, mulige forvaltningsmessige tiltak, og muligheter for å utnytte maneter som verdiskapningsressurs.

Vi vil takke alle som har bidratt både direkte og indirekte og vi håper at dette kan være første steg i arbeidet med å få en målrettet satsning og fokus på maneter både som problem og som ressurs.

Sluttrapporten inneholder følgende:

- Kunnskaps- og situasjonsanalyser ifht fokusområdene i prosjektet
- Vurderinger ifht maneter som verdiskapningsressurs i Norge
- Anbefalinger ifht videre oppfølging

Trondheim/Bergen, oktober 2010

<i>Anders Jelmert</i>	<i>Forsker, Havforskningsinstituttet i Bergen</i>
<i>Aslak Kristiansen</i>	<i>Rådgiver, Norges Fiskarlag</i>
<i>Jarle Mork</i>	<i>Professor, NTNU i Trondheim</i>
<i>Alf Albrigtsen</i>	<i>Tidligere leder av LUR-programmet/nå medlem i Faggruppe Marine Ressurser</i>
<i>Arnt-Ivar Kverndal</i>	<i>Seniorrådgiver, SINTEF</i>

1 Innhold

1	Innhold	4
2	Sammendrag	5
3	Bakgrunn og problemstilling	8
4	Målsettingene	9
5	Organisering og finansiering	10
6	Oversikt over hovedaktivitetene i forprosjektet	10
7	Biologi og forekomst	11
7.1	Maneter i et globalt perspektiv	12
7.2	<i>Periphylla periphylla</i> i Beitstadfjorden/Verrabotn	13
7.3	Maneter i Lurefjorden	15
7.4	Halsafjorden	16
8	Maneter som problem	16
8.1	Maneter som biologisk problem	16
8.2	Andre praktiske problemer	18
9	Maneter som ressurs	18
9.1	Sammensetning	19
9.2	Konsum	19
9.3	Prosessering av maneter til konsum	20
9.4	Kollagen fra <i>Periphylla periphylla</i>	21
9.5	Trender innenfor marin ingrediensindustri	22
9.6	Fôr - tilsetninger	23
10	Samarbeid med prosjektet COJECT	24
11	Markedsundersøkelsen i Asia – kort oppsummert	24
12	Forprosjektets anbefalinger og vegen videre	25
12.1	Grunnleggende utgangspunkt for et nasjonalt program	26
12.2	Begrunnelse og forutsetninger for et nasjonalt program	27
12.3	Finansiering, prosjektledelse og organisering	28
13	Litteratur	29
14	Vedlegg	30

2 Sammendrag

Over tid er det påvist en økende mengde maneter - både langs norskekysten og i andre havområder. Maneter kan være både konsumenter og konkurrenter til fiskelarver og fiskeyngel, og kan da bidra til å redusere fiskebestander og skape problemer for havbruksnæringen. Maneter kan også skape problemer for annen virksomhet som turisme, båttrafikk og industri som benytter sjøvann som kjølevann. Samtidig finnes det et ikke ubetydelig marked for maneter til konsum. Maneter inneholder kollagen som er en godt betalt råvare for bl.a. farmasi - og næringsmiddelindustri. **Det ligger derfor et uutnyttet potensial for å oppnå flere vann - vann situasjoner.**

I regi av Fiskeri- og Havbruksnæringens forskningsfond (FHF) ved LUR – programmet, ble det i oktober 2008 gjennomført en workshop i Trondheim med fokus på maneter som både problem og ressurs. Representanter fra forskning, næring og forvaltning deltok på workshopen sammen med representanter fra Havforskningsinstituttet, SINTEF, NTNU, Fiskarlaget Midt-Norge, Trøndersk Kystkompetanse, gründerprosjektet COJECT, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag fylkeskommuner og Fiskeridirektoratet region Trøndelag.

Som et resultat fra workshopen ble det nedsatt en arbeidsgruppe som skulle følge opp konklusjonene og utarbeide et forslag til forprosjekt. Arbeidsgruppen bestod av forsker Anders Jelmert fra Havforskningsinstituttet, professor Jarle Mork fra NTNU, seniorrådgiver Arnt-Ivar Kverndal fra SINTEF Teknologi og samfunn, rådgiver Aslak Kristiansen Norges Fiskarlag og Alf Albrigtsen fra FHF/LUR og tidligere regiondirektør Fiskeridirektoratet region Trøndelag. Det er den samme arbeidsgruppen som står bak forprosjektet med SINTEF ved seniorrådgiver Arnt Ivar Kverndal som prosjektleder.

Gjennom forprosjektet ble det avdekket at kunnskapen om geografisk utbredelse, forekomst, biomasse og økosystemeffekter av de vanlig forekommende arter maneter i Norge, (brennmanetene *Cyanea capillata*, *Cyanea lamarckii* og glassmaneten *Aurelia aurita*) var mangelfull. Det ble derfor valgt å fokusere innsatsen på kronemaneten *Periphylla periphylla* som har hatt en eksplosiv vekst i en rekke norske fjorder, blant annet i Beistadfjorden, Verrasundet og Verrabotn i Nord-Trøndelag. Med gode og relevante tidsserier fra arbeider gjennomført ved NTNU og sin klare geografiske avgrensning er dette området et velegnet "økologisk laboratorium". Forprosjektet anser derfor *P. periphylla* som godt egnet som modell for å fremskaffe kunnskap både om maneters økologiske rolle i økosystemer, effekter på fiskerier, mulige forvaltningsmessige tiltak, og muligheter for å utnytte maneter som ressurs. Forprosjektet er en del av en fasedelt prosess.

Aktivitetene som er gjennomført i prosjektet kan deles inn i to hovedområder; der det på den ene siden har vært fokus på å etablere en kunnskapsoversikt og på den andre siden det å vurdere maneter som en verdiskapningsressurs. Aktivitetene er i hovedsak gjennomført i samsvar med prosjektbeskrivelsen som lå til grunn for prosjektet.

Maneter som problem - Manetoppblomstring og manetinvasjoner har alvorlige konsekvenser for miljø og samfunnsøkonomi. Store mengder maneter langs norskekysten kan ha flere årsaker. En kan ikke utelukke at naturlige variasjoner også spiller en rolle, men det er blant annet pekt på klimapåvirkning som fører til økte temperaturer i de store havene. Sørlege arter trekker mot nordlige farvann der det tidligere var for kaldt for dem. Endringer i økosystemene som følge av overfiske, overgjødning (eutrofiering) og generell endring i

havenes sammensetning på grunn av utslipp fra industri og septikk er også sannsynlige forklaringer på senere års ekstreme oppblomstringer av maneter.



Tette bestander av P. periphylla basert på observasjoner fra fiskere våren 2010.

Maneter som problem - I Østen og Asia er maneten en skattet ressurs. Maneter nytes som helsemat og skal som "folkemedisin" etter sigende kunne redusere blodtrykk, beskytte mot hjertelidelser, øke lungefunksjonen og redusere risiko for kreft (vedlegg 1). Selv om alle disse påstandene ikke nødvendigvis er vitenskapelig dokumentert, er manetenes gode omdømme og høye status som råvare et verdifullt aktivum for salg.

Et potensial for kommersiell utnyttelse av maneter i Norge knyttes først og fremst til eksport. Imidlertid er også hjemmemarkedet interessant, særlig med tanke på fôrproduksjon for akvakultur-næringen, som farmasøytisk råvare, og som mulig "functional food" i markeder som etterspør spesialtilpasset mat.

Sammensetning - Maneter har høyt vanninnhold - og følgelig lavt tørrstoffinnhold. Cirka 5% av maneten er tørrstoff, hvorav ca 3.5% er vanlig koksalt (Doyle *et al.*, 2006) Resten (1-2 %) har en interessant ernæringsmessig og farmasøytisk sammensetning (Demuchi and Chuch, 2009; Zhuang *et al.*, 2009). Maneter inneholder også mye kollagen eller proteinfiber som utvinnes i stor skala i kosmetikkindustri og i medisin for behandling av hud. Vi er overbevist om at kollagen har alt i alt bedre lønnsomhet enn proteiner til fiske- og rekefôr. En eventuell utnyttelse av manet i fiskefôr vil sannsynligvis være som en "marin proteinkilde" som kan forbedre fordøyelighet og utnyttelse av landbaserte råvarekilder, eller som spesialfôr til startforing av marine fiskelarver eller juvenile reker. Maneter har middels til lite marint fett. Det vesentlige er knyttet til gonader (egg) og tarminnhold (Doyle *et al.* 2007).

Kollagen fra *Periphylla periphylla* - Kollagen er bindevev som finnes i alle dyr. I ekstrahert, rensert og tørket form kalles produktet gelatin. Kollagen lages i dag hovedsakelig av skinn og bein fra gris og drøvtyggere, totalt ca 300.000 tonn gelatin pr. år hvorav ca 2.000 tonn fra fiskeskinn. Kollagen har mange bruksområder som spiselig gelatin, industriell gelatin, medisin, geografisk film, lim, helsekost og kosmetikk.

Det ble i forprosjektet gjennomført laboratorietester med hensikt å ekstrahere kollagen fra *Periphylla periphylla*. Testene ble utført av Frank Hansen-Øye, som er kjemiker, og som har erfaring fra bla ekstrahering av kollagen fra fiskeskinn. Lab. testene viser at det er mulige anvendelsesområder for kollagenet. Dersom det viser seg at kineserne har rett med henblikk på helseeffekter kan produktet ha en meget høy verdi. Det forhold at under 1-1.5 % kollagen klarer å lage en relativt fast gel i sjøvann indikerer at dette er et spesielt molekyl som muligens kan ha en rekke anvendelsesområder.

I forhold til en rekke andre råstoffarter for **marin ingrediensindustri** vil maneter med sine spesielle egenskaper kunne slå i gjennom i markedet for ulike anvendelser og produkter. Som eksempel kan vi vise til produktet Prevagen® (<http://www.prevagen.com/>). Dette er et kalsium - bindende protein (apoaquorein) som hevdes å ha beskyttende effekt for cellene i sentralnervesystemet. Aquoreiner og luciferiner fra maneter anvendes også som et følsomt assay for *in-situ* målinger av kalsium.

P. periphylla har liknende typer molekyler som en del av sin bioluminescens (Shimomura og Flood, 1998). Dessuten ser luciferin-luciferase systemet i *P.periphylla* ut til å ha uvanlig høy varmetoleranse (Shimomura og Flood, *op cit*).

Som del av prosjektet COJECT er det gjennomført markedsundersøkelser i Asia (vedlegg 2). Undersøkelsen er gjennomført ut fra to perspektiver. Det ene er markedet for destruksjon av maneter

Konklusjonen fra forprosjektet tar utgangspunkt i at maneter er både et problem og en ressurs – og at det bør kunne utnyttes i et **”vinn – vinn” perspektiv**. Selv om problemene som manetinvasjonene medfører i første rekke er lokale, er likevel ansvaret nasjonalt. Forprosjektet viser i tillegg at maneter er ressurser som har potensial for utnyttelse i en kommersiell sammenheng. Forprosjektet tilrår derfor at det igangsettes et langsiktig nasjonalt program med sikte på å etablere en nasjonal strategi for maneter i Norge.

Utvikling av en **nasjonal strategi** ifm utvikling av en ny art som maneter, hvor kunnskapsgrunnlaget i utgangspunktet er mangelfullt, krever bred involvering fra alle parter i innovasjonssystemet. Forprosjektets anbefaling er derfor at en i det videre arbeidet legger til grunn en Triple Helix – tilnærming med involvering og deltakelse fra:

- Forskning og Utvikling (FoU); forvaltnings – og verdikjederelaterte problemstillinger
- Offentlige myndigheter; politiske, økonomiske og juridiske problemstillinger
- Nærings – og bedriftsutvikling; tiltak mot enkeltbedrifter/- bransjer og tiltak av felles karakter.

Tiltak og føringer innenfor og mellom disse hovedpilarene må henge sammen – det vil være behov for koordinering og samordning.

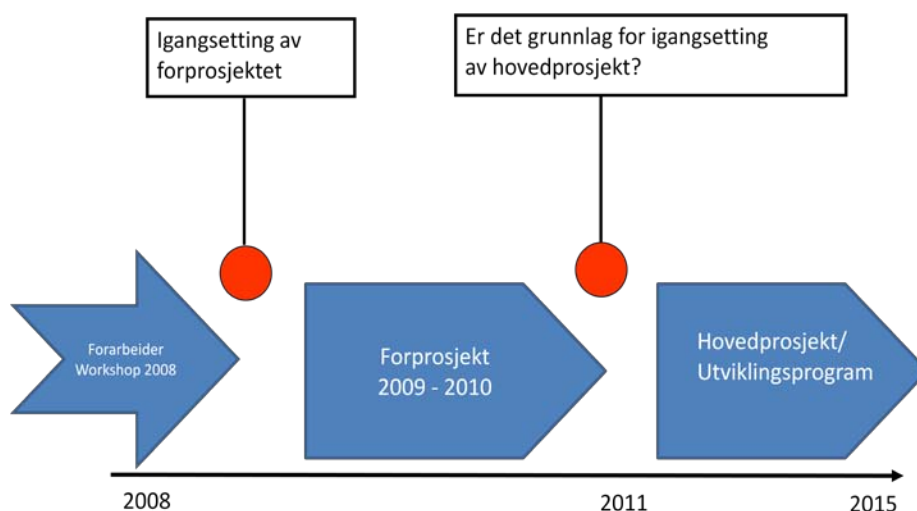
3 Bakgrunn og problemstilling

Over tid er det er påvist en økende mengde maneter - både langs norskekysten og i andre havområder. Maneter kan være både konsumenter og konkurrenter til fiskelarver og fiskeyngel, og kan da bidra til å redusere fiskebestander og skape problemer for havbruksnæringen. Maneter kan også skape problemer for annen virksomhet som turisme, båttrafikk og industri som benytter sjøvann som kjølevann. Samtidig finnes det et ikke ubetydelig marked for maneter til konsum. Maneter inneholder kollagen som er en godt betalt råvare for bl.a. farmasi og næringsmiddelindustri. Det ligger derfor et uutnyttet potensial for å oppnå flere vinn - vinn situasjoner.

I regi av Fiskeri- og Havbruksnæringens forskningsfond (FHF) ved LUR – programmet, ble det i oktober 2008 gjennomført en workshop i Trondheim med fokus på maneter som både problem og ressurs. Representanter fra forskning, næring og forvaltning deltok på workshopen sammen med representanter fra Havforskningsinstituttet, SINTEF, NTNU, Fiskarlaget Midt-Norge, Trøndersk Kystkompetanse, gründerprosjektet COJECT, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag fylkeskommuner og Fiskeridirektoratet region Trøndelag.

Hensikten med workshopen var å avdekke status, problemer, muligheter og utfordringer knyttet til økt konsentrasjon av maneter langs deler av kysten, samt å samle relevante aktører fra hele verdikjeden med hensikt å involvere og eventuelt skape eierskap til gjennomføring av et forprosjekt.

Ett av resultatene fra workshopen var at det ble nedsatt en arbeidsgruppe som skulle følge opp konklusjonene og utarbeide et forslag til forprosjekt. Arbeidsgruppen bestod av forsker Anders Jelmert fra Havforskningsinstituttet, professor Jarle Mork fra NTNU, seniorrådgiver Arnt-Ivar Kverndal fra SINTEF Teknologi og samfunn, rådgiver Aslak Kristiansen Norges Fiskarlag og Alf Albrigtsen fra FHF/LUR og tidligere regiondirektør Fiskeridirektoratet region Trøndelag. Det er den samme arbeidsgruppen som står bak forprosjektet med SINTEF ved seniorrådgiver Arnt Ivar Kverndal som prosjektleder.



Figur 1) Forprosjektet er en del av en fasedelt prosess

Gjennom forprosjektet ble det avdekket at kunnskapen om geografisk utbredelse, forekomst, biomasse og økosystemeffekter av de vanlig forekommende arter maneter i Norge,

(brennmanetene *Cyanea capillata*, *Cyanea lamarckii* og glassmaneten *Aurelia aurita*) var mangelfull. Det ble derfor valgt å fokusere innsatsen på kronemaneten *Periphylla periphylla* som har hatt en eksplosiv vekst i en rekke norske fjorder, blant annet i Beistadfjorden, Verrasundet og Verrabotn i Nord-Trøndelag. Med gode og relevante tidsserier fra arbeider gjennomført ved NTNU og sin klare geografiske avgrensning er dette området et velegnet ”økologisk laboratorium”. Forprosjektet anser derfor *P. periphylla* som godt egnet som modell for å fremskaffe kunnskap både om maneters økologiske rolle i økosystemer, effekter på fiskerier, mulige forvaltningsmessige tiltak, og muligheter for å utnytte maneter som ressurs. Forprosjektet er en del av en fasedelt prosess

Forprosjektet er en del av en fasedelt prosess jf figur 1. Resultatene fra forprosjektet vil derfor danne grunnlag for beslutning om videreføring, enten gjennom et hovedprosjekt eller et utviklingsprogram.

4 Målsettingene

Gjennom innledende prosesser og i arbeidet med forprosjektet har en registrert at kunnskapen om maneter i Norge er lav. Fra oppsummeringene fra workshopen i 2008 var det enighet om at kunnskapen til ble disse forholdene var mangelfull:

- Arter, utbredelse og volum
- Hvordan de påvirker økosystemet langs kysten og i fjordene
- Hvordan de kan fangstes på
- Hvordan de kan utnyttes kommersielt
- Overvåking og beredskap ifm oppdrettslokaliteter
- Overvåking og beredskap ifm skipstrafikk
- Overvåking og beredskap ifm badeliv, turisme mv

I forprosjektet er fokusområdene avgrenset i forhold til de som kom fram under workshopen i oktober 2008. Her er det lagt vekt på å på å vurdere maneter som art og ressurs i Norge – og hvordan denne ressursen kan fangstes og gjøres tilgjengelig som en ressurs inn mot ulike bruksområder og markeder.

Dette innebar at det i forprosjektet er arbeidet etter følgende målsettinger:

1. Kunnskapsoversikt som inkluderer kartlegging av arter, utbredelse og volum i Norge
2. Vurdere de kommersielle mulighetene for utnyttelse av maneter i Norge
3. Vurdere hvordan fangsting kan gjennomføres og bruk av fangstteknologi

Viktige svar som forprosjektet skal gi er i første rekke om det er grunnlag for å gå videre med et hovedprosjekt - dvs om det er grunnlag for å utnytte maneter i Norge som en verdiskapningsressurs. Om svaret er ja på dette, vil forprosjektet beskrive innhold i et slikt prosjekt.

5 Organisering og finansiering

Prosjektet har vært organisert med en flat struktur med utgangspunkt i en tverrfaglig prosjektgruppe. Gruppen har hatt følgende sammensetning:

Anders Jelmert	Forsker, Havforskningsinstituttet i Bergen
Aslak Kristiansen	Rådgiver, Norges Fiskarlag
Jarle Mork	Professor, NTNU i Trondheim
Alf Albrigtsen	Tidligere leder av LUR-programmet – nå medlem av Faggruppe Marine ressurser
Arnt-Ivar Kverndal	Seniorrådgiver, SINTEF

Prosjektet har hatt en kostnadsramme med kr.600.000, som er finansiert i et samarbeid mellom FHF-fondet, Nord-Trøndelag Fylkeskommune og Innovasjon Norge i Nord-Trøndelag.

6 Oversikt over hovedaktivitetene i forprosjektet

Aktivitetene som er gjennomført i prosjektet kan deles inn i to hovedområder; der det på den ene siden har vært fokus på å etablere en kunnskapsoversikt og på den andre siden det å vurdere maneter som en verdiskapningsressurs. Aktivitetene er i hovedsak gjennomført i samsvar med prosjektbeskrivelsen som lå til grunn for prosjektet.

HOVEDAKTIVITETER	STATUS/RAPPORTERING
HA1: Utvikle prosjektplan, samt etablere prosjektorganisasjonen	Gjennomført i tråd med planen
HA2: Oppstartseminar, systematisk sammenstilling av kunnskap	Oppstartseminaret ble redusert til å gjelde samling av prosjektgruppen og prosesser mot enkelte kompetanse miljø og enkel personer, spesielt med kompetanse innenfor marin ingrediensindustri. I tillegg ble fokus på sammenstilling av kunnskap nedtonet – bl.a. etter innspill fra FHF fondet.
HA3: Kartlegging av arter, utbredelse og volum, observasjoner, mv	Her er bl.a. det gjennomført en spørreundersøkelse i samarbeid med Professor Jarle Mork, NTNU og Norges Fiskarlag vedrørende kartlegging av observasjoner av <i>Periphylla periphylla</i> . I tillegg har en fått nyttig informasjon om problemer denne type manet representerer i forhold til utøvelse av fisket. For akvakulturnæringen er denne type manet foreløpig et mindre problem, mens andre type maneter skaper større problemer.
HA 4: Fangsting, behandling og fangstteknologi	Det er gjennomført tokt med FF Gunnerus i april bl.a. med fokus på disse fokusområdene. Her deltok bl.a. Professor Ulf Båmstedt fra Universitetet i Umeå. I tillegg har Frank Hansen - Øye – som har lang erfaring innenfor fagfeltet - deltatt i prosjektet med fokus på ekstrahering av kollagen – og metoder for hvordan manetene må behandles om bord i fartøyet.
HA 5: Kommersielle muligheter for utnyttelse av maneter	Prosjektet har fokusert på to hovedområder; maneter til konsum (som mat) og maneter som råstoff for ekstrahering av kollagen. I samarbeid med Merit Maritime i Oslo er det gjennomført en markedsanalyse vedr disse to fokusområder – med Asia som geografisk område.

HA 6: Fagseminar sammen med referansegruppen, gjennomgang av funn m.v.	Fagseminar inkludert tokt med FF Gunnerus ble gjennomført 21. – 22. april. Drøye 20 deltakere fra forvaltning (også fra FKD), næringsliv, næringsorganisasjoner og fra forskning, med stor oppmerksomhet fra media. Seminar og tokt ble behørig presentert i lokal og regional presse, samt at NRK deltok ifm innslag på Schrødingers katt. Anders Jelmert, HI hadde innlegg om maneter og presenterte prosjektet på et lunsjmøte i FKD august 2010..
HA 7: Oppfølging etter seminaret, samt slutt - rapportering	Etter seminaret har deler av prosjektgruppen oppgradert kunnskapsstatus, styrket dialogen mot aktuelle næringsaktører gjennom besøk og samtaler med utvalgte aktører innenfor marin ingrediensindustri og sluttrapportering oktober 2010

I løpet av forprosjektperioden er det gjennomført møter og samtaler med noen av de mest relevante bedrifter og miljøer innenfor marin ingrediensindustri. Dette gjelder bl.a. stiftelsen RUBIN, Marint Forum, FMC Biopolymer, Seagarden, AlgiPharma, Hartmark Consulting, Nycomed og Cognius.

7 Biologi og forekomst

Maneter er en gammel og primitiv dyregruppe (ca 500 mill år). Dyrerekken *Cnidaria* (nesledyr) består av blant annet stormaneter, kolonimaneter, sjøanemoner og koraller. De fleste representantene for disse dyregruppene har *cnidocyster* (nesleceller) som brukes til fangst av bytte og til forsvar. En av de mest nærstående dyrerekkene er ribbemaneter (*Ctenophora*) som ikke har nesleceller. De aller fleste artene maneter er marine, og i likhet med andre marine evertebrater er maneter *isoosmotiske*, det vil si at de har samme "saltholdighet" som vannet de lever i.

Maneter har vist seg som en svært "vellykket" dyregruppe. Dette skyldes blant annet høy reproduksjonsevne, raske respons på endringer i miljøforhold og at få dyregrupper spiser maneter i vannsøylen.

Maneter kan derfor bli viktige komponenter i økosystemet, og hvis forholdet ligger til rette for det "erobre" en dominerende rolle i næringsnett. Dette har følger for våre muligheter til å utnytte såkalte økosystem varer og – tjenester.

Spesielt de senere år er det påvist en økende mengde maneter - både langs norskekysten og i andre havområder. Maneter kan være både konsumenter og konkurrenter til fiskelarver og fiskeyngel, og kan da bidra til å redusere fiskebestander og skape problemer for havbruksnæringen. Maneter kan også skape problemer for annen virksomhet som turisme, båttrafikk og industri som benytter sjøvann som kjølevann.

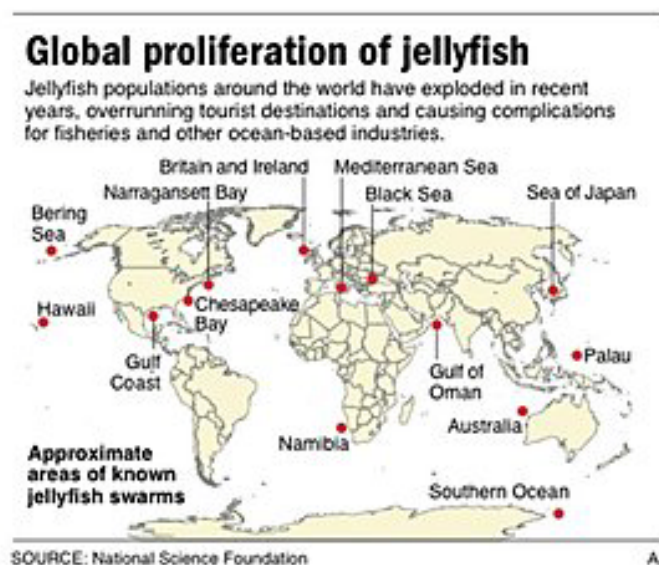
Samtidig finnes det et betydelig marked for maneter til konsum i Asia. Maneter inneholder bl.a. også kollagen som er en godt betalt råvare for farmasi og næringsmiddelindustri.

Dette tilsier at høsting av maneter har elementer av en vinn-vinn situasjon. I beste fall kan fjerningen av et problem utføres med fortjeneste, i det minste kan en andel av kostnadene ved å redusere problemet med maneter dekkes inn.

Forprosjektet har fokusert på dypvannsmaneten *Periphylla periphylla* som har hatt en eksplosiv vekst i en rekke norske fjorder, blant annet i Beistadfjorden, Verrasundet og Verrabotn i Nord-Trøndelag. Med gode og relevante tidsserier fra arbeider gjennomført ved NTNU og sin klare geografiske avgrensning er dette området et velegnet ”økologisk laboratorium”. Forprosjektet anser derfor *Periphylla periphylla* som godt egnet som modell for å fremskaffe kunnskap både om maneters økologiske rolle i økosystemer, effekter på fiskerier, mulige forvaltningsmessige tiltak, og muligheter for å utnytte maneter som ressurs.

7.1 Maneter i et globalt perspektiv

Det finnes maneter i de fleste verdenshav (med mulig unntak av strengt arktiske og antarktiske strøk), og de siste par tiårene har det vært økende interesse for dyregruppen. Dels fordi det stedvis og tidvis har vært store oppblomstringer av enkelte arter, og fordi en begynner å erkjenne at geleplankton (inklusive maneter) kan ha viktige roller å spille i økosystemet, så vel som de har betydelig (og ofte negativ) innvirkning på bl.a. fiskeri, havbruk og turisme. Dette er noen av virksomhetene som er avhengige av det vi kaller økosystem varer og tjenester.



Figur 2) Forekomst av store manetoppblomstringer de senere ti-åra. (Kilde National Science Foundation)

Et kart som viser store ”utbrudd” av maneter er gjengitt i figur 2. Som figuren viser har det vært oppblomstringer både i tropiske, tempererte og sub-polare områder.

De oppblomstringene som er markert i figuren har hatt (og til dels gjør) betydelig skade på fiskeri, akvakultur og turisme.

Siden manetoppblomstringer har forekommet en rekke steder, og under en rekke klimatiske forhold, har det vært vanskelig å finne en enkelt (klima) faktor som kan tenkes å styre fremveksten (Mills, 2001), men det synes likevel å være en viss sammenheng med langperiodiske tiårs- til nesten hundreårssykluser (Purcell, 2005) .

En har også pekt på en del menneskeskapt endringer i kystmiljøet. Dette kan være endringer i substrat (som endrer miljøet for det fastsittende polypp-stadiet), endringer i næringssalttilførselen (som endrer mengden og sammensetningen av planteplankton), økt turbiditet og

minkende oksygenivå. Dette svekker fisk og favoriserer maneter. En gjennomgang av disse endringene er bl.a. gitt i (Purcell et al., 2007).

Allerede vinteren 2009 ble det observert mye maneter på Vestlandet. Dette kunne tyde på at det hadde vært aktivt voksende maneter i enkelte vannlag uvanlig sent på året. Tidlig i 2010 ble det i fjorder på Sørlandet observert uvanlig mange nylig frisluppede meduser.

I løpet av sommeren ble det observert uvanlig mye maneter langs kysten av Sør-Norge. Det kan være verd å merke seg at selv om mengdene var store (og oppblomstringen har holdt seg uvanlig lenge) ser ikke antallet målt på f.eks Flødevigen ved Arendal (Havforskningsinstituttet) ut til å ligge utenfor naturlig variasjon (Tone Falkenhaus, pers komm.).

Faksimiler av presseklipp, vedlegg 4 viser omfanget av den almenne interessen for manetoppblomstringen i sommer.

Det kan også være verd å merke seg at manetene som ble omtalt i sommer ikke var "en" manet. Tidlige reportasjer om ødelegging av rekefiske ble sannsynligvis forårsaket av en kammanet (agurkmanet, som er en ribbemanet). Senere ble vannet (og nyhetsbildet) dominert av den vanlige brennmaneten (*Cyanea capillata*).

Selv om brennmanetantallet ikke nødvendigvis har vært rekordstort på ett gitt tidspunkt, så har forekomsten vært uvanlig stabil og høy over lengre tid. Dette kan tyde på at det har vært stor produksjon, og senere god vekst i store vannvolumer.

Det er også observert forholdsvis store mengde brennmaneter ultimo september, og dette kan bety at det også neste år vil bli mye oppmerksomhet omkring maneter.

7.2 *Periphylla periphylla* i Beitstadjorden/Verrabotn

Ved NTNU, Institutt for biologi og Trondheim biologiske stasjon har professor Jarle Mork ledet et forskningsprosjekt på dyphavsmaneten *P. periphylla* som nå har etablert seg i de indre deler av Trondheimsfjorden (vedlegg 4). Prosjektet startet i 2000 og har involvert innen- og utenlands ekspertise og bruk av NTNU's forskningsfartøy "Gunnerus" med dens avanserte undervannsteknologi. En nylig MSc prosjektoppgave ved Kim Hetland undersøkte om biomasse (mengde), økologi og dybdefordeling for *P. periphylla* i Beitstad-fjorden, som er den innerste del av Trondheimsfjorden og har inn- og utløp gjennom det trange Skarnsundet. En sidearm til Beitstadjorden, Verrasundet med Verrabotn, er hoved - gyttested for torskefisk i Trondheimsfjorden.

Resultater fra undersøkelsene ved NTNU viser at maneten opptrer i svært tette konsentrasjoner i Beitstadjorden, Verrasundet og Verrabotn. Beitstadjorden er på det dypeste cirka 250 meter og maneten ble registrert i hele vannsøylen, noe avhengig av tid på døgnet. På den grunnere lokaliteten Verrabotn (ca 60 m dyp) ble det i april 2010 tatt 3,5 tonn *P. periphylla* i et 10 minutters hal på 50 m dyp. I samme fangst var det nesten ingen eksemplarer av de vanlige bunnfiskene på denne lokaliteten (gapeflyndre, rødspette, øyepål, tangbrosmer, hvitting, småtors, sypike, kolmule, lysing, sei).

NTNU's data tyder på at "moderpopulasjonen" i dette fjordområdet er lokalisert til Beitstadjorden, og at Verrasundet/Verrabotn "mates" kontinuerlig derfra. Samlet *P. periphylla* biomasse i disse relativt begrensede fjordområdene ble i 2007 beregnet til anslagsvis 20 000

tonn, men populasjonen ser ut til å være økende. Et oppdatert estimat vil være klart i oktober 2010.

P. periphylla var ikke registrert Beitstadvfjorden før ca 1999, men har nå en permanent og selvrekrutterende populasjon der. I løpet av de siste to år er det også registrert tette konsentrasjoner av maneten, inklusive svært unge stadier, i dypområdene ved Ytterøya, dvs i det som kalles midtre Trondheimsfjord.

Det er sannsynlig, gitt den såkalte estuarine sirkulasjonen, at små planktoniske individ av *P. periphylla* blir ført med strømmen ut av Trondheimsfjorden og nordover langs kysten. Det ser ikke ut til at maneten opptrer i store konsentrasjoner i åpne kystområder, men i dette pilotprosjektet ble det rapportert tette bestander i indre fjordområder på mange steder langs kysten nord for Trondheimsfjorden (Fig. 3).



Figur 3) Tette bestander av *P. periphylla* basert på observasjoner fra fiskere våren 2010

Kronemaneten *P. periphylla* er naturlig forekommende i alle verdenshav, inklusive arktiske og antarktiske. Maneten har korte og tykke tentakler og er moderat giftig for mennesker. Den rødbrun av farge og omtrent på størrelse med en brennmanet (Fig. 4). Den har ingen bunnstadier og gyter hele året. Den kan bli svært gammel (minst 30 år) og minst 30 cm i diameter på "kronen". Store individer kan gjerne veie flere kilo.

P. periphylla søker mørke omgivelser og er funnet på havdyp helt ned til 7000 meter. Om nettene stiger maneten gjerne mot overflaten for å beite. På dagtid synker stimene ned i dypet igjen. Maneten kan uproblematisk vertikalvandre flere hundre meter i døgnet.

I likhet med mange andre store maneter har *P. periphylla* en variert meny hvori inngår bl.a. lysprikkfisk, laksesild og blekksprut, samt larver og yngel av torskefisk, flatfisk og sildefisk. Den konkurrerer med torsk, hyse, sei og hvitting om å fange reker, krill og plankton.



Figur 4) *P. periphylla* fra bunntålfangst i Beitstadvfjorden. Alle størrelsesgrupper er representert. De minste individene er ca ½ år gamle, de største antagelig 15-20 år.

I Norge ser det ut til at spredningen har skjedd fra sør til nord over de siste 30-40 år (Fig. 3). Det er rapportert spesielt store tettheter av maneten i såkalte terskelfjorder, dvs fjorder med dypere områder innenfor en grunnere terskel. Slike lokaliteter har gjerne en mer episodisk utskifting av bunnavannet, og dyptlevende planktoniske organismer kan bli skjermet fra å bli skylt ut av fjorden. Den spesielle vertikale døgnvandringen til *P. periphylla* kan forsterke en slik skjerming når maneten først har etablert seg. I tette populasjoner og relativt små vannvolum kan det enorme forplantningspotensialet til denne maneten føre til eksplosive bestandsøkninger over kort tid, spesielt i økosystemer som er kommet i en viss ubalanse for eksempel som resultat av klimaforandringer.

7.3 Maneter i Lurefjorden

Universitetet i Bergen har i mange år fulgt forekomst av *P. periphylla* i Lurefjorden i Hordaland. Det er utviklet modeller for sammenheng mellom partikkelmengde/siktedyp og forekomst av fisk og maneter som er testet i fjordsystemet. (Sørnes *et al.*, 2007)

I Lurefjorden ser det ut som maneten har overtatt rollen som toppredator (Eiane *et al.*, 1999). Ser vi bort fra sjøfugl og sjøpattedyr hadde fiskepisende fisk (sei, lyr) tidligere denne rollen

Det siste drøye ti-året har bestandene av disse artene tilnærmet vært null, mens manetbestanden har holdt seg stabilt høy (Sørnes *et al*, *op. cit.*)

Vi har en arbeidshypotese om at flere fjorder vil kunne oppleve det samme, og dette kan true fiskeriene i disse fjordene.

De gode beskrivelsene, tidsseriene og datamengden som finnes for Lurefjorden og Beistadfjorden gjør disse fjordene velegnet for effektstudier av høsting av maneter.

7.4 Halsafjorden

I tillegg til beskrivelsene fra Trondheimsfjorden, Lurefjorden, samt Sør- og Vestlandet, har prosjektet innhentet beskrivelser fra områdene ved Halsafjorden.

Vi har fått følgende beskrivelse – gjengitt slik den er beskrevet i e-post:

Thomas Richard Guldsten på MK "Flink" har trålet reke i Ålvundfjorden og Surndalsfjorden, men ikke i selve Halsafjorden. I de to nevnte fjordene er det nå blitt så mye Periphylla periphylla at han har sluttet å tråle der. Guldsten har stort sett fått store eksemplarer i Ålvundfjorden og Surndalsfjorden, men også enkelte som gikk gjennom rista i trålen. Samtidig har rekebestanden gått ned. Kameratbåten "Langholm" prøvde å tråle i Halsafjorden, men fikk trålen full av maneter. Han kunne taue et godt stykke uten å få maneter, men plutselig kjørte han seg inn i dem, og da gikk trålen full. I tillegg får de ikke lenger reker i Halsafjorden, så de har sluttet å fiske der. I Halsafjorden fikk de alle størrelser av maneten, fra frimerke til de helt store. I perioder har Guldsten også fått Periphylla periphylla i Korsnesfjorden, utenfor Aresvik, på Freifjorden og i Trondheimsleia, spesielt utenfor Tjeldbergodden. På disse stedene fikk han mest små eksemplarer, og helst på våren.

8 Maneter som problem

Manetoppblomstring og manetinvasjoner har alvorlige konsekvenser for miljø og samfunnsøkonomi. Store mengder maneter langs norskekysten kan ha flere årsaker. En kan ikke utelukke at naturlige variasjoner også spiller en rolle, men det er blant annet pekt på klimapåvirkning som fører til økte temperaturer i de store havene. Sørlige arter trekker mot nordlige farvann der det tidligere var for kaldt for dem. Endringer i økosystemene som følge av overfiske, overgjødning (eutrofiering) og generell endring i havenes sammensetning på grunn av utslipp fra industri og septikk er også sannsynlige forklaringer på senere års ekstreme oppblomstringer av maneter.

I uklart og tungt forurenset vann med mye alger vantrives fisk og fiskebestandene går ned. Maneter og andre primitive organismer som for eksempel bakterier blomstrer derimot under slike forhold.

Maneter skaper problemer i forhold til fiskeressurser, utøvelse av fiskeri, akvakulturnæringen, skipsfart, turisme og badeliv. Omfanget av disse problemene er økende.

8.1 Maneter som biologisk problem

Stormaneter i norske farvann er nesten utelukkende ettårige; de dør om høsten. Selv om de kan opptre i store tettheter på sensommer/høst, og da ta for seg av planktoniske organismer, er

eventuelt biologiske problemer derav kun temporære. Også andre maneter kan representere problemer over tid. Ett - årige organismer kan ha stor betydning hvis/når det forekommer regulært

Imidlertid, den maneten som i de senere år har regelrett invadert flere norske fjorder, kronemaneten *P. periphylla*, har en helt annen biologi. Den er holopelagisk; dvs at den ikke har det vanlige polypp-bunnstadiet, men direkte utvikling fra befruktet egg til voksent individ i selve vannsøylen. Den er også flerårig og kan bli 30 år gammel og dermed ganske stor (kronediameter på 30 cm er rapportert).

Den har svært få fiender (predatorer) i norske farvann. Mens arter som månefisk, kjempeskilpadder og svartfisk har den på dietten i sørligere farvann, er det bare noen sjøanemoner som er kjente predatorer i norske farvann (sjøanemoner kan spise maneter når de har sunket til bunnen). En mulig predator er en hyperiid amfipode (*Hyperoche medusarum*) som finnes på ca 5% av de undersøkte individene i Lurefjorden. Noen av manetene hadde skade, og amfipodene var i stand til å påføre maneter holdt i akvarier liknende skader (Youngblut and Båmstedt, 2001).

Manetkadavre som synker til bunnen vil brytes ned av bakterier, og vil da bidra til en transport av karbon produsert i øvre vannlag, gjennom manetenes egen biomasse og metaoblisme i midtre vannlag til bunnen. Dette vil sannsynligvis ha betydning for struktureringen av de lavere trofiske nivåene i næringsnett (Riemann *et al.*, 2006)

Selv predaterer *P. periphylla* på en rekke pelagiske organismer, fra små krepsdyr til fiskelarver, yngel og små fisk. Fiskeegg synes å ikke stå på menyen, antagelig fordi de er ubevegelige og dermed ikke særlig effektivt utløser manetens nesleceller og spiserespons. I forprosjektet ble det påvist at voksne *P. periphylla* kan fange og fortære sild/brisling på i hvert fall 12 cm lengde i de frie vannmasser. Dette er alarmerende i indre Trondheimsfjord, som er tilholdssted for en lokal sildestamme ("Beitstadfjordsilda"). Eksistensen av denne stedegne stammen ble påvist tidlig på 1900 tallet av Johannes Schmidt på basis av et avvikende antall ryggvirvler. Schmidts konklusjon er senere bekreftet med rent genetisk metodikk ved Trondhjem Biologiske Stasjon (Skjong 1994).

Det at maneten og larver/yngel av torskefisk og sildefisk til tider befinner seg på samme sted i vannsøylen betyr at fangst rettet mot maneten vil måtte utføres slik at man unngår en samtidig og uønsket bifangst av disse fiskearter. Fangstmetoder vil derfor måtte baseres på godt kjennskap til biologien til de involverte artene, deres bevegelser gjennom døgnet, samt tilpassede fisketeknologiske løsninger. Det kan for eksempel bli tale om manetfiske kun til noen tider på året (høsten – utenfor gytetiden til torske- og sildefisk), spesielle tider i døgnet (bunntål om dagen, pelagisk trål om natten), utskillingspaneler i trål og andre praktiske tilpasninger.

Der hvor *P. periphylla* har vært etablert lenge er det påvist store endringer i lokale økosystem (Eiane *et al.*, 1999). Manetens biologi gjør at den kan etablere seg som topp-predator i et økosystem; den fjerner matgrunnlaget for konkurrentene (plankton), og også deres avkom (yngel). Den er en svært effektiv predator, som på kort tid kan "tømme" et vannvolum for plankton. I Lurefjorden har maneten tatt helt over som topp-predator, på bekostning av fisk. Situasjonen andre steder kan være like alvorlig, men det mangler man ennå kunnskap om.

Når det gjelder effekter på økosystemer, må vi skille mellom det spesielle for *Periphylla periphylla* og det generelle for maneter.

Store mengder maneter er i seg selv en alvorlig trussel mot marine næringsnett. Maneter er nemlig grådige storspisere med små fisk, krepsdyr, andre maneter, skjelllarver, fiskelarver og zooplankton på menyen. Selv om alger er den grunnleggende ressursen i havet, er zooplankton en nøkkelressurs som har stor innflytelse på bestandene av alle fiskeartene som utnyttes.

Maneter konkurrerer altså med flere fiskeslag om føde. Det er bekymring for at store manetpopulasjoner langs kysten og i spesielle fjorder skal forandre selve økosystemene slik at de selv blir den dominerende toppredatoren i næringsnett. Da vil maneten redusere fiskebestander som torskefisker og hindre rekruttering av ulike fiskeslag.

Flere steder i verden er manetbestandene nå større enn fiskebestandene. Maneter blir nemlig selv sjeldent spist av andre skapninger. I tillegg får maneter et stort antall avkom.

8.2 Andre praktiske problemer

For de tradisjonelle fiskeriene som driver med nettreddskap som garn, not, ruser, m.v. kan tette forekomster av maneter være en plage og noen ganger være til direkte hinder for normal drift. For heltidsfiskerne i bl.a. indre Trondheimsfjord er plagen til tider så stor at man finner det umulig å drifte lønnsomt. Etter at *Periphylla periphylla* invaderte disse fiskefeltene har man oftest måttet avsluttet vårfisket etter gytetorsk før sesongen er over på grunn av så store mengder maneter i garnene slik at arbeidsdagen forlenges med 3 timer og mer.

Maneter kan tette til maskene i aktiv redskap som f.eks rekestrål. Dermed endres vanngjennomstrømningen og trålposen kan kollapse. Dette har vanligvis vært et tidsavgrenset men tilbakevendende problem. Særlig for mindre fartøyer som ikke har effektiv kontrollinstrumentering (typ. Scantrol/Scanmar)

Noen arter av maneter skaper også store problemer for havbruksnæringen i form av skader på hud og/eller gjeller på grunn av nesletoksiner. Sårskader kan medføre sekundærinfeksjoner fra bakterier. I spesielle situasjoner kan manettettheten bli så stor at vanngjennomstrømningen svikter og oksygeninnholdet i vannet synker under nivået som fisken kan tåle. Dette representerer betydelig risiko ved bl.a. håndtering i forbindelse med notskift, vaksinerings m.v.

Et annet utbredt problem er maneter som hemmer båttrafikken. Manetstimer tetter igjen kjølevanninntak og fører til motorhavari

Erfaringer fra andre land viser at turisme og badeliv går kraftig tilbake når manetstimer pakker seg til langs strendene.

9 Maneter som ressurs

I Østen og Asia er maneten en skattet ressurs. Maneter nytes som helsemat og skal som "folkemedisin" etter sigende kunne redusere blodtrykk, beskytte mot hjertelidelser, øke lungefunksjonen og redusere risiko for kreft (vedlegg 1). Selv om alle disse påstandene ikke

nødvendigvis er vitenskapelig dokumentert, er manetenes gode omdømme og høye status som råvare et verdifullt aktivum for salg.

Et potensial for kommersiell utnyttelse av maneter i Norge knyttes først og fremst til eksport. Imidlertid er også hjemmemarkedet interessant, særlig med tanke på fôrproduksjon for akvakulturnæringen, som farmasøytisk råvare, og som mulig "functional food" i markeder som etterspør spesialtilpasset mat (vedlegg 2).

9.1 Sammensetning

Maneter har høyt vanninnhold - og følgelig lavt tørrstoffinnhold. Cirka 5% av maneten er tørrstoff, hvorav ca 3.5% er vanlig koksalt (Doyle et al., 2006) Resten (1-2 %) har en interessant ernæringsmessig og farmasøytisk sammensetning (Demuchi and Chuch, 2009; Zhuang et al., 2009). Maneter inneholder også mye kollagen eller proteinfiber som utvinnes i stor skala i kosmetikkindustri og i medisin for behandling av hud. Vi er overbevist om at kollagen har alt i alt bedre lønnsomhet enn proteiner til fiske- og rekefôr. En eventuell utnyttelse av manet i fiskefôr vil sannsynligvis være som en "marin proteinkilde" som kan forbedre fordøyelighet og utnyttelse av landbaserte råvarekilder, eller som spesialfôr til startforing av marine fiskelarver eller juvenile reker. Maneter har middels til lite marint fett. Det vesentlige er knyttet til gonader (egg) og tarminnhold (Doyle et al. 2007).

Lucas (2009) har undersøkt *P. periphylla* fra Mexicogulven. Hun fant at tørrvekten varierte fra 1.12- 10.53% av våtvekt (middelverdi 5.49%), mens aske-fri tørrvekt (som er et indirekte mål for organisk innhold) varierte mellom 25.19 og 34.89% av tørrvekten med middelverdi 30.14%. Følgelig blir organisk innhold ca 1.65% av våtvekt.

Det lave organiske innholdet i maneter avspeiles også i lavt energiinnhold. Doyle et al., (2007) undersøkte tre vanlig forekommende arter maneter og fant at midlere energitetthet var henholdsvis 0.18 ± 0.05 , 0.11 ± 0.04 , og 0.10 ± 0.03 kJ/g våtvekt for *C. capillata*, *R. octopus*, og *C. hysocella*. Det høye vanninnholdet tilsier at en må finne billige og effektive metoder til å fangste og avvanne maneter på. Men i deler av verden er det store mengder av maneter som allerede utnyttes som grunnlag for en kommersiell fangsting og viderebehandling. Om en skal høste maneter som fôr- eller kollagenråstoff er en av hovedutfordringene å fjerne så mye som mulig av vannet om bord for å få tilstrekkelig råstoff i fangsten. Videre bearbeiding og foredling kan så skje på land. En høsting av maneter som konsumprodukt må sannsynligvis føres til land hele fordi produksjonsprosessen tar noe tid. Dette produktet er imidlertid såpass mye bedre betalt at dette kan være regningsvarende

9.2 Konsum

I Østen og Asia er maneten en skattet ressurs. Maneter nytes som helsemat og skal som "folkemedisin" etter sigende kunne redusere blodtrykk, beskytte mot hjertelidelser, øke lungefunksjonen og redusere risiko for kreft (vedlegg 1). Selv om alle disse påstandene ikke nødvendigvis er vitenskapelig dokumentert, er manetenes gode omdømme og høye status som råvare et verdifullt aktivum for salg.

Et potensial for kommersiell utnyttelse av maneter i Norge knyttes først og fremst til eksport. Men også hjemmemarkedet er interessant, særlig med tanke på fôrproduksjon for akvakulturnæringen, som farmasøytisk råvare, og som mulig "functional food" i markeder som etterspør spesialtilpasset mat (vedlegg 2).

Det høye vanninnholdet tilsier at en må finne billige og effektive metoder til å fangste og avvanne maneter på. Men i deler av verden er det store mengder av maneter som allerede utnyttes som grunnlag for en kommersiell fangsting og viderebehandling. Om en skal høste maneter som fôr- eller kollagenråstoff er en av hovedutfordringene å fjerne så mye som mulig av vannet om bord for å få tilstrekkelig råstoff i fangsten. Videre bearbeiding og foredling kan så skje på land. En høsting av maneter som konsumprodukt må sannsynligvis føres til land hele fordi produksjonsprosessen tar noe tid. Dette produktet er imidlertid såpass mye bedre betalt at dette kan være regningsvarende

Den globale matproduksjonen har i dag problemer med å dekke behovet til både befolkningsøkningen og forbruksmønsteret. Paradoksalt nok har bevisstheten omkring global oppvarming bidratt til at høyproduktive områder (hvor viktige matplanter kan dyrkes effektivt) blitt tatt i bruk til produksjon av biodrivstoff. Selv om de fleste artene i akvakultur utnytter kraftfôr betydelig bedre enn husdyr, er fiskeprotein til fôr likevel en utnyttelse av ressurser høyt oppe i næringskjeden. Fôrråstoff som kan baseres på råvarer lavere i næringskjeden vil kunne friggi verdifulle ressurser til rimelig menneskeføde.

Større og større andel av fôr i akvakulturnæringen er ikke-marint råstoff. Å la maneter inngå som råstoff i produksjon vil for det første være energetisk gunstig fordi man da høster på et lavere nivå i næringskjeden og dermed sparer høyverdig fiskeprotein som kan gå til humant konsum. For det andre, etter noen maneters diett å dømme (bl.a. voksestere fra Calanus), inneholder de muligens gunstige marine oljer som er ønskelig og ettertraktet som fôrkomponent i oppdrettsnæringen.

Maneter kan representere "spesialkvaliteter" for eks startfôr til ulike akvakulturorganismer. Produksjon av fiskefôr basert på maneter vil derfor kunne bety mer mat for mennesker ved at ressurser blir omdisponert og fôrtilgangen til havbruksproduksjonen på den måten kan bli bedre.

Maneter har i mer en tusen år blitt benyttet som en viktig matkilde av kinesere. I Asia omsettes halvtørkede maneter for mange millioner dollar årlig og trenden er økende på grunn av økt etterspørsel (Y-H. Peggy Hsieh¹, Fui-Ming Leong² & Jack). Tradisjonelt prosesseres manetene manuelt ved å benytte flere prosesstrinn. Manetene tilsettes en blanding av salt /NaCl) og alum (AlK (SO₄)₂ x 12H₂O).

Kina var det første land til å kommersialisere produksjonen av maneter til konsum (Y-H. Peggy Hsieh¹, Fui-Ming Leong² & Jack), og selv om de har spist maneter i over 1000 år, så er deres industrielle konsumproduksjon en relativt ny næring.

9.3 Prosessering av maneter til konsum.

Ferske maneter ødelegges raskt ved høye temperaturer og må derfor prosesseres så fort som mulig etter fangst, helst mens dyrene ennå er i livet. Kroppen av maneten består av gjennomskiktig kjerne/paraply. Under paraplyen er munnen og eventuelle fangarmer festet. Normalt skilles fangarmene og fordøyelsessystemet fra kjernen etter fangsting, men både kjernen og fangarmene blir brukt som råstoff til konsumprodukter.

Den tradisjonelle metoden for prosessering involverer en stegvis reduksjon av vanninnhold ved bruk av salt og Alum i en blanding hvor salt utgjør 90 % og Alum utgjør 10 %. Et kg av

denne blandingen benyttes til å behandle ca 8-10 kg maneter (Y-H. Peggy Hsieh¹, Fui-Ming Leong² & Jack). Etter 3-4 dager i saltlake legges manetene om i nye salt /Alum laker med stadig mindre andel Alum. Til slutt legges manetene til avrenning i romtemperatur i ca 2 døgn. Totalt sett tar en slik operasjon fra 20-40 døgn og da utgjør TS i maneten 30-40 %.(Huang, 1988; Subasinghe, 1992). Normalt utbytte av maneter til en slik produksjon er fra 7-10% av ferske maneter.

Verdien av prosesserte maneter er avhengig av tekstur og farge. Fargen av nylig prosessert maneter er kremhvitt, fargen gulner over tid og vil til slutt bli brunfarget. Prisen av manetene er sterkt avhengig av fargen hvor den beste prisen oppnås for de lyse fargene. Holdbarhet for saltede maneter er normalt satt til ca 1 år, men kan økes til 2 år dersom manetene lagres kjølig. De beste produktene av maneter (Premium Garde A) har en grossistpris på UDS 12-14 pr. pund (450gram).

9.4 Kollagen fra *Periphylla periphylla*

Kollagen er bindevev som finnes i alle dyr. I ekstrahert, rensert og tørket form kalles produktet gelatin. Kollagen lages i dag hovedsakelig av skinn og bein fra gris og drøvtyggere, totalt ca 300.000 tonn gelatin pr. år hvorav ca 2.000 tonn fra fiskeskinn.

Kollagen har mange bruksområder, bla:

- Spiselig gelatin - som egner seg til matvarer, slikkerier, kapsler etc.
- Industriell gelatin – hvor kjemiske og fysiske egenskaper i gelatinet er slik at dette kan benyttes til en industriell applikasjon. Et godt eksempel er gelatin som blir brukt til å mikroinnkapsulere farge i karbonløst papir.
- Medisin og forskning. Kollagen anvendes som scaffolding, dvs. en ”forskaling” som stamceller kan vokse på. Dette gir muligheter for å forme organer og vev som senere kan tilbaketransplanteres.
- Fotografisk film gelatin – Denne anvendelse stiller strenge krav til renhet og kvalitet forøvrig. Gir langvarig glans på fotografier.
- I tillegg brukes kollagen i lim, helsekost og kosmetikk

Det ble i forprosjektet gjennomført laborietester med hensikt å ekstrahere kollagen fra *Periphylla periphylla*. Testene ble utført av Frank Hansen-Øye, som er kjemiker, og som har erfaring fra bla ekstrahering av kollagen fra fiskeskinn.

Ekstraheringen ble gjennomført etter følgende metode:

- Kun selve gelekjernen (Coronal furrow) ble benyttet
- Opprinnelig ble det benyttet 23.5 kg manetkjerner i forsøket. Etter 12 timer var det ca 11 kg fritt sjøvann (TS 3.2%) og ca 12.5 kg delvis rensede gelekjerner igjen.
- Ekstraksjon i varmt vann ca 65 C i ca 20 -30 minutter
- Grov filtrering (60 my)
- Inndamping til ca 10% TS
- Frysetørking

Resultatene viste:

- Tørrstoff i 12.5 kg manetkjernes utgjorde 5.49%, hvorav protein utgjorde ca 33% . Dersom en regulerer for vannskyting utgjør tørrstoffet av fersk manet ca 4.2 % hvorav proteinandelen er ca 1-1.5 %.
- Produktet ble et hvitt pulver som inneholder relativt stor andel aske (mineraler, salter, spormetaller, mv)

Prosesstrinnene for ekstrahering av kollagen er som følger:

1. Fangst
2. Prosessering/rensing
3. Ekstraksjon
4. Grovfiltrering
5. UF/NF filtrering
6. Inndamping
7. Tørking

Lab. testene viser at det er mulige anvendelsesområder for kollagenet:

- Dersom det viser seg at kineserne har rett med henblikk på helseeffekter kan produktet ha en meget høy verdi.
- Det forhold at under 1-1.5 % kollagen klarer å lage en relativt fast gel i sjøvann indikerer at dette er et spesielt molekyl som muligens kan ha en rekke anvendelsesområder.

Utfordringene er selvsagt flere:

- Lønnsom fangst
- Rensing av manetkjerner, bør gjøres på båt (teknologisk utfordring)
- Logistikk – mellomagring/konservering
- Produksjonsprosesser – disse er i hovedsak kjent.
- Finne det ”rette markedet/ anvendelse” som gir lønnsom produksjon

9.5 Trender innenfor marin ingrediensindustri

Hartmark Consulting – som har lang erfaring som rådgiver innenfor marin ingrediensindustri – har ifm partnerskapsseminaret i mai 2010 skissert følgende trender innenfor marin ingrediensindustri:

- Innovasjon og utvikling av nye produkter basert på marine ingredienser er fortsatt beskjedent, med unntak av marine oljer hvor markedet er inne i en sterk utvikling og vekst.
- Klimaendringer og forbrukernes holdninger til begrensede marine råvarer, bærekraftig utvikling, miljømessige aspekter, ernæring, kvalitet, matvaresikkerhet og helse er i økende grad i ferd med å påvirke kjøpsbeslutninger og politiske rammebetingelser.

- En global nedgang i fiskebestandene medfører økt fokus på bedre utnyttelse av råstoff, bifangst og – produkter av mer tradisjonelle marine ressurser og utnyttelse av nye og lite utnyttede ressurser.
- Forbrukernes økte bevissthet om og interesse for påvirkning av egen helse påvirker markedet for bl.a. kosttilskudd, Functional Food og innenfor område ” Personalised medicine & Nutrition”. Utviklingen av innovative substanser for ”body care” eller ”oral care” kommer også til å intensiveres i årene fremover.
- Produkter med marin opprinnelse har økende oppmerksomhet og dette vil vedvare. Med hjelp fra det nye begrepet ”Green Ingredients” har marine ingredienser økte muligheter til å komme inn på markeder som ellers krever tung dokumentasjon og markedsbearbeiding.
- Strategisk samarbeid mellom internasjonale bedrifter blir vanligere og viktigere. Flere land satser store ressurser og noen land har satt i gang store programmer som vil gå over flere år innenfor marin bioteknologi og marin functional food.

I forhold til en rekke andre råstoffarter for marin ingrediensindustri vil maneter med sine spesielle egenskaper kunne slå i gjennom i markedet for ulike anvendelser og produkter. Som eksempel kan vi vise til produktet Prevagen® (<http://www.prevagen.com/>). Dette er et kalsium - bindende protein (apoaquorein) som hevdes å ha beskyttende effekt for cellene i sentralnervesystemet. Aquoreiner og luciferiner fra maneter anvendes også som et følsomt assay for *in-situ* målinger av kalsium.

P. periphylla har liknende typer molekyler som en del av sin bioluminescens (Shimomura og Flood, 1998). Dessuten ser luciferin-luciferase systemet i *P.periphylla* ut til å ha uvanlig høy varmetoleranse (Shimomura og Flood, op cit).

9.6 Fôr - tilsetninger

Den globale matproduksjonen har i dag problemer med å dekke behovet til både befolkningsøkningen og forbruksmønsteret. Paradoksalt nok har bevisstheten omkring global oppvarming bidratt til at høyproduktive områder (hvor viktige matplanter kan dyrkes effektivt) blitt tatt i bruk til produksjon av biodrivstoff. Selv om de fleste artene i akvakultur utnytter kraftfôr betydelig bedre enn husdyr, er fiskeprotein til fôr likevel en utnyttelse av ressurser høyt oppe i næringskjeden. Fôrråstoff som kan baseres på råvarer lavere i næringskjeden vil kunne friggi verdifulle ressurser til rimelig menneskeføde.

Større og større andel av fôr i akvakulturnæringen er ikke-marint råstoff. Å la maneter inngå som råstoff i produksjon vil for det første være energetisk gunstig fordi man da høster på et lavere nivå i næringskjeden og dermed sparer høyverdig fiskeprotein som kan gå til human konsum. For det andre, etter noen maneters diett å dømme (bl.a. voksestere fra Calanus), inneholder de med stor sannsynligvis gunstige marine oljer som er ønskelig og ettertraktet som fôrkomponent i oppdrettsnæringen.

Maneter kan representere ”spesialkvaliteter” for eks startfôr til ulike akvakulturorganismer. Produksjon av fiskefôr basert på maneter vil derfor kunne bety mer mat for mennesker ved at ressurser blir omdisponert og fôrtilgangen til havbruksproduksjonen på den måten kan bli bedre.

10 Samarbeid med prosjektet COJECT

Gründerprosjektet COJECT (COntinuous JELlyfish destruction and COllection) ble initiert av pensjonert siv. ing. Børre Høver i 2008. Industripartnere er Trosterud Mek Verksted, Oslo og Åkrehamn Trål, Karmøy. Anders Jelmert (HI) og Bjørn Erik Axelsen (HI) har vært faglige rådgivere i prosjektet.

Prosjektets forretningsidè er tofoldig:

- å utvikle trålteknologi som fangster manet (uten bifangst), og
- å utvikle trålteknologi som destruerer manet i sjøen uten å utnytte biomassen.

Prosjektet har utviklet et trålkonsept som består av en spesialtilpasset trål som fangster maneter uten å få med fisk eller andre virveldyr. Det er identifisert in-line metoder som tømmer neslecellene for gift, slik at produktet lettere kan håndteres (og større deler av dyret utnyttes). Det er beskrevet, men ikke testet en hydrodynamisk drevet mekanisme som kapper manetene i biter (for destruksjon eller prosessering). Det er også utviklet en prototype på en passiv manetkutter som kan settes inn i "cod-end" på en konvensjonell trål.

Denne innretningen er utprøvet (Namibia, 2009), og en konstruksjonsfeil ble identifisert og vil bli rettet. (Luftfylt sentraltank kollapsest når trykket oversteg 10 bar). Prototypen vil bli bygget etter nye spesifikasjoner og vil være tilgjengelig for utprøving vår/sommer, 2011.

Med støtte fra Innovasjon Norge er det fra COJECT-prosjektet bestilt og levert en feasibility-studie, samt markedsundersøkelser i Asia av Merit Maritime Innovation. Denne studien er vedlagt som vedlegg 2

Forprosjektet "Fra problem til ressurs" har hatt et uformelt samarbeid med COJECT, og blant annet blitt enige om å utveksle informasjon. Førstnevnte har bidratt med data og know-how om ekstrahering av kollagen, mens sistnevnte har bidratt med feasibility- og markedsstudier.

11 Markedsundersøkelsen i Asia – kort oppsummert

Som del av prosjektet COJECT er det gjennomført markedsundersøkelser i Asia (vedlegg 2). Undersøkelsen er gjennomført ut fra to perspektiver. Det ene er markedet for destruksjon av maneter. Her er hovedkonklusjonen fra rapporten at maneter er et internasjonalt problem. Både ønske om og i noen tilfeller også viljen – er stor, men finansiering for gjennomføring av oppdrag med sikte på å destruere er en utfordring. Her mangler både et tydelig eierskap og betalingsvilje.

Det andre perspektivet som markedsundersøkelsen har fokusert på er høsting og raffinering av manet som en ressurs. Følgende konklusjoner trekkes i rapporten ifht høsting og raffinering av maneter:

- Maneter som mat er en tradisjon som er godt utviklet i Kina. *Rhopilema esculentum* Kishinouye er den viktigste arten, og tar mer enn 80% av den totale manet produksjon for kulinariske brukere. Prisen for rå/hel og saltet er lav. Behandlingen gir forbrukeren et stort utvalg av kvaliteter og prisnivåer. Markedet for manet er stort og kontinuerlig økende. Dagens produksjon kan ikke dekke etterspørselen i markedet. Behandlede

manet produkter har blitt eksportert til mange land, spesielt i Asia. Japan og Korea bruker manet som mat også selv om det ikke er en like sterk tradisjon i forhold til Kina.

- Det er ikke funnet mange vitenskapelige artikler som har sett på aminosyresammensetning. Det er dermed liten informasjon tilgjengelig om forretningsmuligheter på produkter med spesiell aminosyresammensetning.
- Kollagen finnes det ikke ubetydelig FoU aktiviteter på. Både organisasjoner og selskaper arbeider med å kommersialisere produkter basert på kollagen, men kommersiell suksess har hittil ikke vært dokumentert. Japanske og koreanske kosmetiske selskaper er ledende innenfor dette.
- Ifm maneter som tilsetningsstoffer i fôr, foreligger det noen få forskningsartikler. Et FoU program for fôr er ikke igangsatt.
- Andre FoU programmer:
 - a) Kosmetisk og mat og drikke tilsetningsstoffer, FoU programmer i Korea
 - b) Jordforbedring og kosmetiske FoU programmer i Japan
 - c) FoU og kommersiell produksjon ifm ernæring, væske/helse, drikke, tradisjonell kinesisk medisin. FoU på å trekke ut manet gift (gift) og dens farmasøytiske verdi.

12 Forprosjektets anbefalinger og vegen videre

Fra de første forarbeidene i 2006 og fram til gjennomføringen av dette forprosjektet – er det utvilsomt utviklet en sterkere bevisstgjøring på maneter i Norge; både som problem og som ressurs. Som beskrevet i kapittel 8 er maneter et stadig økende biologisk/økologisk problem langs kysten av Norge. Dypvannsmaneten *P.periphylla*, som forprosjektet har hatt et særlig fokus på, har invadert flere av fjordene langs norskekysten og bidratt til endring i de biologiske forholdene. De skaper problemer i forhold til både fiskeressurser, utøvelse av fiskeri, akvakulturnæringen, skipsfart, turisme og badeliv.

Samtidig vet vi at i Østen og Asia er maneter en skattet ressurs. Et potensial for kommersiell utnyttelse av maneter i Norge knyttes derfor først og fremst til eksport. Men også hjemmemarkedet er interessant, ikke minst basert på manetenes sammensetning. En tenker her særlig på maneter som tilsetning i fôrproduksjon for akvakulturnæringen, som farmasøytisk råvare, og som mulig ”functional food” i markeder som etterspør spesialtilpasset mat.

Konklusjonen fra forprosjektet tar utgangspunkt i at maneter er både et problem og en ressurs – og at det bør kunne utnyttes i et ”**vinn – vinn**” perspektiv. Selv om problemene som manetinvasjonene medfører i første rekke er lokale, er likevel ansvaret nasjonalt. Forprosjektet viser i tillegg at maneter er ressurser som har potensial for utnyttelse i en kommersiell sammenheng. Forprosjektet tilrår derfor at det igangsettes et langsiktig nasjonalt program med sikte på å etablere en nasjonal strategi for maneter i Norge.

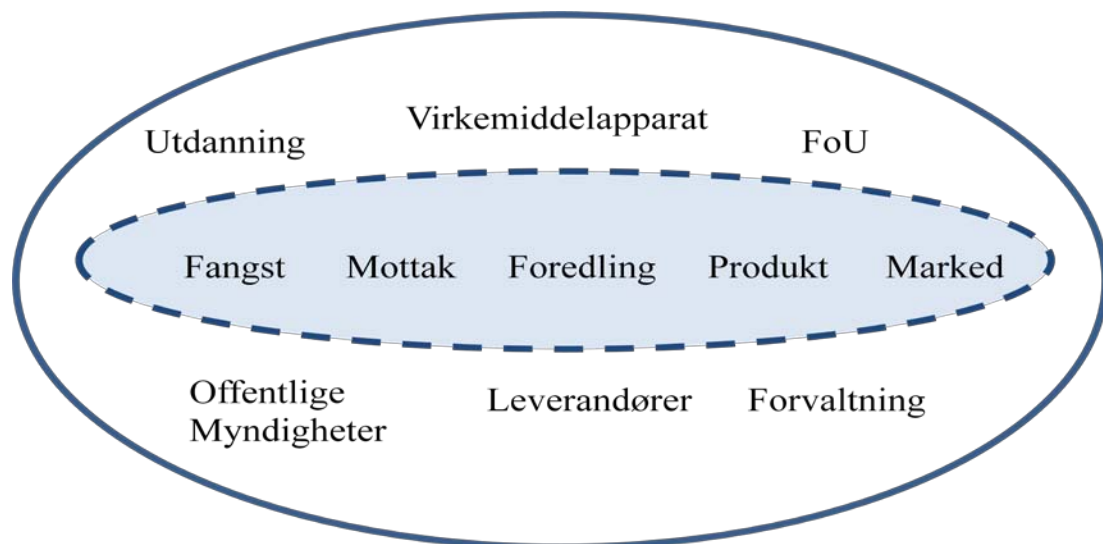
Design av et slikt program bør diskuteres med de nasjonale myndigheter – basert på de innspill som forprosjektet gir i Kap. 12.1 – 12.3.

12.1 Grunnleggende utgangspunkt for et nasjonalt program

Utvikling av en nasjonal strategi ifm utvikling av en ny art som maneter, hvor kunnskapsgrunnlaget i utgangspunktet er mangelfullt, krever bred involvering fra alle parter i innovasjonssystemet. Forprosjektets anbefaling er derfor at en i det videre arbeidet legger til grunn en Triple Helix – tilnærming med involvering og deltakelse fra:

- Forskning og Utvikling (FoU); forvaltnings – og verdikjederelaterte problemstillinger
- Offentlige myndigheter; politiske, økonomiske og juridiske problemstillinger
- Nærings – og bedriftsutvikling; tiltak mot enkeltbedrifter/- bransjer og tiltak av felles karakter.

Tiltak og føringer innenfor og mellom disse hovedpilarene må henge sammen – det vil være behov for koordinering og samordning.



Figur 5) Verdikjeden med relevante aktører

I tillegg bør det videre arbeidet ta utgangspunkt i en verdikjedebasert tilnærming jf figur 5. Her vil en fra forprosjektets side framheve mulighetene som ligger i å bygge videre på den forskning og kunnskap som er utviklet i Trondheimsfjorden siden 1990-tallet, ikke minst ved Biologisk Institutt ved NTNU, Trondhjem Biologiske Stasjon. Det vil derfor være naturlig å utpeke Trondheimsfjorden til et forsøks- og utviklingslaboratorium for studier av *P. Periphylla*.

Noen av argumentene for å utpeke Trondheimsfjorden til forsøksområde er:

- Det er maneten *P. periphylla* som pga sin lange levetid og konstante tilstedeværelse som både er det mest akutte problemet og den mest påregnbare ressursen. De samme

forhold gjør at det er denne maneten som egner seg best til vitenskapelige og kommersielle studier.

- NTNU/SINTEF har ved sin forskningserfaring med *P. periphylla* i Trondheimsfjorden, og sine allerede utførte sonderinger om kommersiell utnyttning etablert et solidt erfaringsfundament, og kan derfor være aktiv fra dag 1 i et hovedprosjekt.
- Geografisk/logistisk er NTNU/SINTEF ideelt plassert i forhold til problemet/ressursen *P. periphylla*, der den for tiden mest undersøkte manetbestanden befinner seg i svært store volumer. Videre er Trondheimsfjorden en av de hydrografisk best kartlagte fjordene i Norge, der Trondheim Biologisk Stasjon sine lange og svært omfattende hydrografiske tidsserier koblet med SINTEF sitt fagmiljø innen matematisk modellering er et effektivt redskap for studier av strømvhengig spredningsmekanikk til en planktonisk organisme som *P. periphylla*.
- I løpet av forprosjektet på *P. periphylla* er det utviklet og anvendt pålitelig teknologi (ved Prof. Ulf Båmstedt og F/F "Gunnerus") og prosedyrer for pålitelig bestandsestimering av maneter (dette er ikke så liketil som det kanskje kan synes når man har å gjøre med slike unnvikende organismer).
- Den tette bestanden av *P. Periphylla* i indre Trondheimsfjord har allerede vært gjenstand for mange av de nødvendige og grunnleggende biologiske undersøkelser som må være på plass i en tidlig fase av et hovedprosjekt. Således foreligger det allerede estimat (2008) av bestandsstørrelsen, og et oppdatert estimat (oktober 2010) vil gi informasjon om bestandsutviklingen. Dette er kritisk viktig informasjon både ut fra problem - og ressursaspektet.

12.2 Begrunnelse og forutsetninger for et nasjonalt program

Noen av begrunnelsene for å tilrå utvikling av et nasjonalt program er som følger:

- Utbredelsen av maneter vil i økende grad få økologiske og fangstbegrensede konsekvenser. Samtidig vil ressursen kunne representere en betydelig verdiskapningsressurs.
- Den samfunnsøkonomiske nytteverdi av at noe blir gjort er betydelige. Kritiske faktorer: Infrastruktur knyttet til fangst, ilandføring, etablering av prossanlegg ombord og i land, logistikk osv. samt arbeid knyttet til marked, produktutvikling, testing, dokumentasjon, nettverksbygging og kompetanseutvikling, vil ta tid og kreve ledelse, kapital og finansiering. Her vil spesielt organisering, finansiering og politisk oppmerksomhet og føringer være avgjørende.
- Som et ledd i etablering av et nasjonalt program vil arbeidsgruppen foreslå at det utarbeides en helhetlig strategi – og handlingsplan for forvaltning og utnyttelse av i første omgang *P. periphylla*. En slik plan – som vil favne ulike moduler og

satsningsområder – vil kunne gi fornuftige premisser for politiske og næringspolitiske tiltak og føringer.

- Etter arbeidsgruppens vurdering vil en mer fragmentert satsning ta lengre tid og vil kunne gi svakere føringer for myndighetene og for næringsaktørene. En slik tilnærming for løsning av utfordringene vil også kunne medføre mindre målrettet satsning og samlet sett vil kreve større ressurser.

12.3 Finansiering, prosjektledelse og organisering

Utarbeidelse av en nasjonal strategi som utgangspunkt for et nasjonalt forsknings- og utviklingsprogram bør være et ansvar som tas av de sentrale myndigheter; i dette tilfelle Fiskeri – og Kystdepartementet (FKD). Likevel kan det alternativt være mulig å bygge opp et program med utgangspunkt i en mer avgrenset region eller problemstilling; eks Trøndelag - der en samtidig kan inkludere også den nasjonale dimensjon og eventuelle nasjonale føringer/rammer.

Når det gjelder organisering og prosjektledelse, må dette settes sammen på en måte som bl.a.

- har en nasjonal forankring og legitimitet som kan ivareta den nødvendige helhetstenkningen i forhold til de utfordringer som en står overfor
- ivaretar det initiativ som allerede er til stede blant aktører innenfor både forvaltning, forskning og næringsliv
- og som gir nødvendig ”trøkk” og fremdrift i arbeidet

13 Litteratur

Referanser som det er henvist til i denne rapporten.

Demunchi, Y. and Chuch, A., 2009. Patenting Trends in Marine Bioprospecting based Pharmaceutical Sector. *J. Intellectual Property Rights* **14**, March 2009:122-130

Doyle T.K. , Houghton, J.D.R., McDevitt R. , Davenport J. and Hays G , 2007. The energy density of jellyfish: Estimates from bomb-calorimetry and proximate-composition. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* Volume 343, Issue 2, 15 May 2007, Pages 239-252

Eiane, K., D. L. Aksnes, E. Bagoeien & S. Kaartvedt, 1999. Fish or jellies – a question of visibility? *Limnol. Oceanogr.* **44**: 1352–1357.

Huang, Y. W., 1988. Cannonball jellyfish, *Stomolophus meleagris* as a food resource. *J. Food Sci.* 53: 341–343.

R.J. Larson 1986, Water content, organic content, and carbon and nitrogen composition of medusae from the northeast Pacific. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* Volume 99, Issue 2, 24 July 1986, Pages 107-120 [doi:10.1016/0022-0981\(86\)90231-5](https://doi.org/10.1016/0022-0981(86)90231-5)

Mills, C.E. 2001. Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions? *Hydrobiologia* **451**: 55–68.

Purcell J.E. 2005. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms. *J Mar Biol Assoc UK* **85**:461–476

Purcell, J.E., Uye, S-I., and Lo, W.T. 2007. Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Mar Ecol Prog Ser* **Vol. 350**: 153–174

Riemann L, Titelman J, Båmstedt U (2006) Links between jellyfish and microbes in a jellyfish dominated fjord? *Marine Ecology Progress Series* **325**:29-42

Shimomura og Flood, 1998 Luciferase of the Scyphozoan Medusa *Periphylla periphylla*. *Biol. Bull.* **194**: 244-252

Skjong, I. 1994. Populasjonsgenetiske undersøkelser av sild (*Clupea harengus* L., 1758) i Trondheimsfjorden. Cand. scient oppgave i marinbiologi ved NTNU.

Zhuang, Y.-l., Zhao, X., and Li, B.-f., 2009 Optimization of antioxidant activity in response surface methodology in hydrolysates of jellyfish (*Rhopilema esculentum*) umbrella collagen. *J. Zhejiang Univ. Sci. B.* 10(8): 572-579

Y-H. Peggy Hsieh¹, Fui-Ming Leong² & Jack Rudloe³ 2002, Jellyfish as food ¹ *Department of Nutrition & Food Science, Auburn University, Auburn, AL 36849, U.S.A.*

14 Vedlegg

- Vedlegg 1 Oppsummering fra partnerseminaret april 2010
- Vedlegg 2 Markedsanalyse
- Vedlegg 3 Foredrag FKD lunsjmøte ved Anders Jelmert og Jarle Mork
- Vedlegg 4 Sammenstilling av ulike oppslag og artikler i media