

Mulige områder for oppdrett og havbeite i kystsonen Spind i Farsund kommune.

- Overordnet vurdering



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Mulige områder i kystsonen Spind i Farsund kommune for oppdrett og havbeite - Overordnet vurdering	Løpenr (for bestilling) 5848-2009	Dato 25.09.09
	Prosjektnr. Undernr. 29261	Sider Pris 28
Forfatter(e) Lange, G, Rosten, T, Fjellheim, A.J.	Fagområde Akvakultur	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Sørlandet	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Farsund kommune	Oppdragsreferanse Johan Martin Mathiassen, Farsund kommune
-------------------------------------	---

<p>Sammendrag</p> <p>NIVA har på oppdrag fra Farsund kommune gjennomført en utredning av mulige områder for akvakultur og eller havbeite i kystsonen Spind. Grunnet tids- og budsjettamme ble utredningen gjort som et skrivebordsstudie, der ingen nye data ble hentet inn. Vurderingene i rapporten er derfor gjort på basis av tidligere innhentede felldata fra området, samt lignende utredninger gjort av bl. a. NIVA. Basert på dagens situasjon for området vurderes merdbasert oppdrett som lite aktuelt på grunn av høy eutrofieringsgrad, lav utskiftning av vannmasser og relativt høye sjøvannstemperaturer. Kultivering av blåskjell og havbeite med hummer vurderes derfor som de mest sannsynlige artene for dette området. Kultivering av blåskjell vil i tillegg kunne gi en positiv effekt på området ved naturlig oppbinding av næringsaltene fosfor og nitrogen. Havbeite med hummer drives allerede i det aktuelle området og en utvidelse med flere lokaliteter vurderes som mulig.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Miljøkrav fra oppdrettsarter Egnehetsanalyse Kystsoneplanlegging Farsund kommune 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Species and enviromental demand Suitablity for farming Coastal Zone Management Farsund community
--	--



Guttorm Lange
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Mulige områder i kystsonen Spind i Farsund kommune for oppdrett og havbeite

Overordnet vurdering

Forord

NIVA har på oppdrag av Farsund kommune foretatt en overordnet vurdering av egnethet for oppdrett i kystsonen Spind . Oppdraget har blitt utført som en skrivebordsstudie basert på eksisterende data uten innhenting av nye felldata. Presisjonsnivå og bruk av rapporten må derfor ses i lys av dette. Ønsker man å gjennomføre en mer detaljert og grundig vurdering krever dette feltundersøkelser. Vi er imidlertid relativt sikre på at anbefalingen i denne rapporten peker i riktig retning.

Johan Martin Mathiassen har vært kontaktperson i Farsund kommune, og vi takker for godt samarbeid.

Trondheim, 25.09.2009

Guttorm Lange
sakbehandler

Innhold

Sammendrag	6
1. Bakgrunn	7
2. Metodikk	8
3. Kriterier for områdevurdering	8
3.1 Arealkrav (realtilgang og avstandskrav)	9
4. Overordnet strategi for lokalisering	9
4.1 Fleksibilitet	9
4.2 Forutsigbarhet	10
4.3 Reduksjon av konfliktpotensiale	10
4.4 Effektiv utnyttelse av areal	10
4.5 Virkninger på miljøet	10
5. Lokalisering og driftsmodeller	11
5.1 Områder for yngelproduksjon	11
5.2 Brakklegging av lokaliteter, flytting av anlegg, transport m.m	12
6. Lokalitetskrav med tanke på dyrevelferd	13
6.1 Generelle lokalitetskriterier	13
6.1.1 Terskeldyp	13
6.1.2 Eksponering	13
6.1.3 Strømforhold og dybde	13
6.1.4 Andre generelle kriterier for en oppdrettslokalitet	13
7. Miljøkrav hos ulike oppdrettsarter	14
7.1 Laksefisk	14
7.2 Kveite	14
7.3 Torsk	15
7.4 Flekksteinbit	15
7.5 Blåskjell	16
7.6 Kamskjell	16
8. Oppdrettskonsept for aktuelle arter	17
8.1 Laksefisk	17
8.2 Kveite	17
8.3 Torsk	17
8.4 Flekksteinbit	18
8.5 Blåskjell	18
9. Fremtidig teknologi sin betydning for lokalitetskrav	18
9.1 Laksefisk	18

9.2 Kveite	18
9.3 Torsk	19
9.4 Flekksteinbit	19
9.5 Blåskjell	19
10. Havbeite med hummer	19
11. Vurdering av kystsonen Spind sin egnethet i forhold til velferd, miljøkrav og lokale problemstillinger	21
11.1 Temperatur	21
11.2 Salinitet og strøm	23
11.3 Eutrofiering	23
11.4 Spinds egnethet	25
12. Forbehold og Anbefalinger	25
12.1 Forbehold	25
12.2 Anbefalinger	25
13. Referanser	28

Sammendrag

Utredningen er utført for Farsund kommune, og har som mål å synliggjøre potensialet for havbruk i kystsonen Spind, peke ut mulige lokaliteter og områder for oppdrett/havbeite, og å gi kommunen et dokument som kan nyttes i det videre tilretteleggingsarbeidet for havbruk/havbeite.

Dagens situasjon for det aktuelle området er at det kun drives oppdrett og havbeite i beskjeden grad. I følge Fiskeridirektoratets registre finnes det to aktive konsesjoner for havbeite av hummer. Det er ikke registrert merdbasert oppdrett i denne kystsonen.

Spind kystsonen ligger i et område som får tilført næringssalter bl.a. via havstrømmer fra Kattegat og Tyskebukta. Som en følge av dette er nivået av næringssalter relativt høyt sett i forhold til normale verdier (Molvær, J. m. fl. 2007). Høyt innslag av næringssalter (eutrofiering) kan gi utslag i kraftig vekst av mikroalger med påfølgende dårlig vannkvalitet. I tillegg har området lite tilførsel av ferskvann fra elver. Dette, i kombinasjon med liten vannutskiftning fra fjordsystemene, vil kunne gi oksygenfattig bunnvann og en artsfattig havbunn med liten bufferevne.

Temperaturer målt ved målestasjonen utenfor Lista fyr i perioden 1990 til 2007 viser 11 episoder hvor temperaturen på 5 meters dyp kommer over 18°C, noe som er kritisk høyt for de vanligste oppdrettsartene i Norge.

Ved merdbasert oppdrett er man avhengig av en resipient som kan omdanne organiske avfallsprodukter fra merdene, ha en god vannutskiftning og optimale temperaturer. I dagens intensive merdoppdrett er det også nødvendig å ha en god oksygenmetning på sjøvannet i fjordsystemene.

Basert på tilgjengelige opplysninger vurderer vi kystsonen Spind i dag som uaktuell for merdbasert oppdrett.

Kultivering av blåskjell krever god tilgang på næringssalter, et lokalt strømningsbilde på ca. 5 cm/s og temperaturer mellom 0-20°C. Det må også være gode forankringsmuligheter, helst langs en strandlinje.

Legger en disse faktorene til grunn kan området ha flere potensielt brukbare lokaliteter for blåskjeloppdrett og evt. også kamskjell og østers. Blåskjeloppdrett kan også bidra til å snu den negative eutrofieringssituasjonen for kystområdet ved å forbruke overskudd av næringssaltene fosfor og nitrogen.

En mulig utvidelse av havbeitelokaliteter for hummer ses som sannsynlig basert på havbunnstopografi, naturlig utbredelse for arten og at det i dag drives havbeite med hummer i det aktuelle området.

1. Bakgrunn

NIVA fikk 19.5.09 en henvendelse fra Farsund kommune ved Johan Martin Mathiassen om å utrede mulige områder i kystsonen Spind (figur 1) i nevnte kommune egnet for akvakultur og havbeite. Hos NIVA ble Guttorm Lange oppnevnt som prosjektleder. Oppdragsgivers primære formål med utredningen er å foreta en egnethetsvurdering av kystsonen Spind med tanke på hvor det kan være mulig å drive akvakulturrelatert virksomhet, samt havbeite. Vurderingen skal omfatte sjøområdene ut til grunnlinja og resultere i kartavgrensede sjøområder hvor merdbasert oppdrett, havbeite eller oppdrett av andre arter kan være teoretisk mulig. Utredningen skal også innholde en gjennomgang av de aktuelle arter og deres prefererte miljøbetingelser for oppdrett/havbeite. Kun sjøområdenes teoretiske egnethet for akvakultur og havbeite ut i fra de ulike arters miljøkrav eller andre kjente (publiserte) miljøbegrensninger skal vurderes.

På denne bakgrunn ble det utarbeidet et engasjementsbrev med tilhørende ordrebekreftelse som ble akseptert av Farsund kommune 16.6.09 .



Figur 1. Kartutsnitt for kystsonen Spind i Farsund kommune.

2. Metodikk

Grunnet prosjektets budsjettetstørrelse ble det avklart at vurderingen ble foretatt som en skrivebordstudie, uten befaring eller ny felldatainnhenting. Rapportens omfang og presisjonsnivå må ses i lys av dette.

Data er innhentet fra NIVAs rapportarkiv og Gis-link.no.

Vurderinger er foretatt innen fem viktige tema

1. Kriterier for områdevurdering
2. Dyrevelferds relevante hensyn
3. Vurdering av egnethet for merdbasert oppdrett
4. Vurdering av egnethet for havbeite
5. Presentasjon på kartutsnitt

3. Kriterier for områdevurdering

Komunedelplanens arealdel er det viktigste virkemiddel for å regulere arealbruken i kystområdene, tilrettelegge egnete områder for havbruk og forebygge bruks- og interessekonflikter. Generelt gjelder et veiledende krav om avstand på minst 5 km mellom enkeltanlegg. Systemet med brakklegging medfører at hver konsesjon bør disponere 2-3 lokaliteter, og medfører at en betydelig del av det areal som disponeres for havbruk ligger brakk til enhver tid. Flerbruk av slike arealer bør kunne skje i perioder der lokalitetene ikke er okkupert av havbruk. Det kan spares areal gjennom planlegging og etablering av større anleggsenheter eller samlokalisering av enkeltanlegg i driftsfellesskap.

I dagens havbruk kan en skille mellom ulike hovedmodeller for lokalisering. *Spredningsmodellen* er den opprinnelige modellen med én konsesjon eller ett anlegg på opptil 12.000 m³ pr lokalitet, og med en minimumsavstand på 2 km mellom enkeltanlegg. *Fjord- eller kjedemodellen* er vanlig i fjorder der anleggene av hensyn til avstandsregelen vil ligge i kjeder langs fjorden med minimum 2 km mellomrom. *Klyngemodellen* med samlokalisering og evt. driftsfellesskap mellom opptil 3 konsesjoner er vanlig i dag. Modellen bidrar til mer effektiv arealutnyttelse, men stiller også økte krav til resipientkapasitet. Økt havbruksaktivitet vil trolig i stor grad måtte baseres på et sterkere innslag av klyngemodellen. *Flerbruksmodeller* med flere ulike oppdrettsarter representert innenfor et begrenset areal vil trolig også tvinge seg fram ettersom nye arter kommer inn i oppdrett.

Produksjon av yngel stiller strenge vannhygieniske krav, noe som må tas hensyn til ved en helhetlig planlegging for havbruk. Evt. bør det i en tidlig fase av planleggingen reserveres egne områder for yngeloppdrett.

Avstandskrav og krav om brakklegging, samt muligheter for å sette forbud mot utsetting, nødvendiggjør reservearealer for å unngå produksjonsstans i forbindelse med sykdomsepidemier. Det er ikke tillatt å flytte et anlegg ut av en sone der det er innført restriksjoner på grunn av sykdom på fisk.

3.1 Arealkrav (realtilgang og avstandskrav)

Kommuneplanens arealdel (for kystsonen) er det viktigste virkemiddel for å regulere arealbruken i kystområdene, i tilrettelegging av egnede områder for havbruk og for å forebygge brukskonflikter mellom de ulike interessene. Det synes klart at tilgang på egnet sjøareal vil være en kritisk faktor for ekspansjonen innen havbruk. Havbruksanlegg båndlegger et betydelig areal både i fysisk, juridisk og forvaltningsmessig forstand. Den fysiske båndleggingen omfatter selve anleggskonstruksjonen i form av merder, bøyestrekk og andre tekniske installasjoner, gangbruer og brygger, samt forankringer og festanordninger i land og/eller på sjøbunnen. Den juridiske båndleggingen omfatter som tidligere nevnt lovfestede forbudssoner omkring anleggene; 20 m i forhold til fredsel og 100 m i forhold til fiske.

Generelt gjelder et veiledende krav om avstand på minimum 2 km mellom enkeltanlegg. Avstandskravet gjelder også for landbaserte anlegg, regnet etter de steder der vann tas inn og slippes ut fra anleggene.

Dagens praksis med med ”vekselbruk” medfører at hver konsesjon i dag gjerne disponerer 2-3 lokaliteter. Dette er med på å øke arealforbruket og er viktig å ta med i betraktning i utforming av arealplan for kystsonen. Det medfører også at en betydelig andel av arealet som havbruk disponerer ligger brakk i perioder. Arealet kan i disse tidsperiodene imidlertid brukes av andre brukerinteresser, avgrenset til aktiviteter som ikke medfører permanent fysisk eller juridisk båndlegging, f.eks. fritidsbåter og fiske. ”Flerbruk” på disse lokalitetene bør kunne skje uten særlig konflikt i de perioder lokaliteten ikke er okkupert av havbruk.

Skjeloppdrett i bøyestrekk på sjøoverflaten er særlig arealkrevende. Anleggsplasseringen bestemmes i første rekke av faktorer som strøm og næringstransport som er avgjørende for å sikre optimale vekstforhold for organismer som lever av å filtrere sjøvann. Erfaringsmessig plasseres anleggene ofte nær land og parallelt med strandlinjen. I den sammenheng er det viktig å unngå at anleggene plasseres til hinder for ferdsel på sjø og f.eks. sperrer for tilflott til strandsone og privat eiendom på land.

4. Overordnet strategi for lokalisering

En overordnet strategi for planlegging og lokalisering av havbruk bør være basert på:

- fleksibilitet
- forutsigbarhet
- reduksjon av konfliktespotensiale
- effektiv utnyttelse av areal
- virkninger på miljøet

4.1 Fleksibilitet

Fleksibilitet er ønskelig i en situasjon hvor havbruksnæringen utvikler seg raskt der det skjer endringer i oppdrettsteknologi og innføring av nye oppdrettsarter som har ulike arealkrav og lokaliseringsbehov. I arealplan kan en sørge for fleksibilitet ved å åpne for havbruk i flerbruksområder på sjø eller å la deler av sjøområdet ligge ”uplanlagt”.

4.2 Forutsigbarhet

Forutsigbarhet er ønskelig sett både fra havbruksnæringen og andre samfunns- og brukerinteresser. Allokering av areal til særbruk og høy detaljeringsgrad i kystzoneplanen vil bidra til å øke forutsigbarheten, dvs. aktørene har god oversikt over hvor mye areal de faktisk kan disponere. I de fleste kommuner vil det vær aktuelt å balansere kravene til både fleksibilitet og forutsigbarhet. I nåværende situasjon med stor ekspansjon innen skaldyrnæringen og raskt voksende arealbehov vil det trolig være hensiktsmessig å vektlegge behovet for fleksibilitet. Dette forsterkes ytterligere ved at en ikke har presis kunnskap om nye arters lokaliseringskrav m.m.

4.3 Reduksjon av konfliktpotensiale

Konfliktpotensialet vil i mange tilfeller være størst mellom havbruk og ”grønne” interesser eller som har tilnærmet like lokaliseringskrav, dvs. at de finnes i/søker mot de samme lokalitetene som havbruk. Dette gjelder i første rekke naturvern- og friluftinteresser. Konflikten kan først og fremst avklares gjennom en åpen og transparent planprosess der interessene blir trukket aktivt med fra start. I utgangspunktet bør en planlegge med tanke på buffersoner mellom et en kan kalle ”kjerneområder” for interessene, mens en kan vurdere flerbruk i de mer ekstensivt utnyttede områdene.

4.4 Effektiv utnyttelse av areal

Det kan spares areal gjennom planlegging og etablering av større anleggsheter eller samlokalisering av enkeltanlegg i driftsfellesskap, f.eks. klyngemodellen (se nærmere beskrivelse under pkt. om lokaliseringsmodeller).

4.5 Virkninger på miljøet

Negative virkninger på miljøet kan minimaliseres ved riktig lokalisering og i resipienter med tilstrekkelig tåleevne. Det vil være en fordel å gjennomføre en resipientundersøkelse og undersøkelser på selve lokaliteten av f.eks. strøm og bunnforhold, samt overvåkning av miljøet under og omkring anlegget etter at driften er kommet igang. Generelt er det ønskelig å unngå lokalisering av anlegg i eller umiddelbar nærhet av spesielt sårbare naturområder unngås. Det eksisterer imidlertid lite vitenskapelig dokumentasjon når det gjelder konkrete virkninger av oppdrettsanlegg på habitater, f.eks. på viktige gyte- og oppvekstområder for fisk.

5. Lokalisering og driftsmodeller

Innen dagens havbruk er det vanlig å skille mellom fire ulike hovedmodeller (A, B, C, D) for lokalisering og drift. De viktigste modellene er beskrevet i det følgende avsnitt.

(A) *Spredningsmodellen* er den opprinnelige modellen med én konsesjon eller ett anlegg på 12.000 m³ pr lokalitet. Såkalte smittemessige soner søkes nå opprettet med tanke på å bekjempe sykdom i en smittesituasjon. Et vanlig krav er som tidligere nevnt en avstand på minst 5 km mellom enkeltanlegg.

(B) *Fjord- eller kjedemodellen* er vanlig i fjorder der anleggene av hensyn til avstandsregelen vil ligge i kjeder langs fjorden med minimum 2 km mellomrom.

Både spredningsmodellen der lokalitetene ligger spredt og i henhold til minimumskravene for avstand og fjord- og kjedemodellen der anleggene ligger på rekke med regelmessig avstand ansees av veterinærmyndighetene å være ugunstig ut fra en smittemessig begrunnelse.

En tredje modell, som begynner å bli mer og mer vanlig er (C) *klyngemodellen* som krever driftsfellesskap mellom flere konsesjoner. Dette krever lokaliteter med god resipientkapasitet. Slikt samarbeid vil øke arealutnyttelsen og produksjonen innen den enkelte sone, men det er vanlig å kreve større avstand mellom slike etableringer enn mellom enkeltanlegg.

Spredningsmodellen og kjedemodellen utgjør de typiske modellene. Kjedemodellen vil trolig være den mest aktuelle for føringsintensivt oppdrett i indre fjordstrøk også i framtiden. Klyngemodellen vil trolig overta for, eller supplere spredningsmodellen i åpne farvann i ytre strøk. En slik modell vil være en forutsetning for å oppnå de framtidige prognosene for produksjonsøkning i havbruksnæringen både i Flora og på kysten ellers. Lokalisering i klynger med større avstand mellom enhetene kan redusere smitterisikoen. Epidemiologiske studier har vist at risikoen for vannbåren overføring av smittestoff fra en eventuell smittekilde til fisk i et annet anlegg eller til villfisk, kan reduseres med avstanden mellom mulige smittekilder og mulige mottakere av smittestoff. Dette skyldes at fortynningen av smittestoffene ideelt sett øker med avstanden fra kilden og at smittestoffenes overlevningsevne fritt i sjøvann avtar med tiden. Samtidig øker tapsrisikoen ved sykdomsutbrudd fordi større mengder fisk er samlet på et lite sjøareal. Lokalisering i klynger vil få konsekvenser når lokalitetene skal brakklegges (se nærmere beskrivelse under pkt. om brakklegging av lokaliteter). Av praktiske grunner bør derfor samme oppdrettskonstellasjon ha adgang til flere lokaliteter med tilstrekkelig sammenhengende areal og høy resipientkapasitet.

(D) *Flerbruksmodeller* med anlegg for ulike oppdrettsarter innenfor et begrenset område er ennå ikke vanlig i Norge, men vil trolig komme sterkere inn ettersom nye arter kommer inn i oppdrett og arealbehovet blir mer presserende enn i dag. Til nå har det vært vanlig at etablering av f.eks. et blåskjellanlegg nær opptil et eksisterende lakseanlegg skal godkjennes av den som kom først. Bruk av skjell som rensemetode for avløpsvann benyttes i dag, bl.a. i Grenlandsområdet, men er foreløpig bare i begrenset bruk med tanke på å begrense utslipp av næringsalter fra oppdrettsanlegg.

5.1 Områder for yngelproduksjon

Yngelproduksjon stiller strenge vannhygieniske og vannkvalitetsmessige krav. Om mulig bør det innenfor et oppdrettsområde eller en kommune foretas en avgrensning eller reservering av egne

områder for yngelproduksjon. Det vil ikke være aktuelt å innpasse yngelanlegg i klyngemodellen, da brakklegging ikke er mulig.

5.2 Brakklegging av lokaliteter, flytting av anlegg, transport m.m

Alle matfisklokaliteter skal brakklegges hver 2. år i følge det nye regelverket (gjelder også om det ikke er registrert sykdom). Ved alvorlige sykdomsutbrudd (gruppe A-sykdommer) kan det bli krevd total brakklegging av et område. Avstandskrav og krav om brakklegging og muligheter for å sette forbud mot utsetting, stiller krav til reservearealer dersom man skal unngå full produksjonsstans dersom det oppstår en sykdomsepidemi. I framtiden trolig bli vanlig å kreve koordinert avlusing av laks innenfor nærmere definerte regioner. Strategisk slakting og definering av transportruter, evt. transportforbud med brønnbåt for slaktefisk og smolt er forebyggende tiltak vi må regne med vil komme inn i sterkere grad ettersom havbruksaktiviteten øker. Slike forhold stiller økte krav til samarbeid og koordinering av virksomheten mellom næringsutøverne. I dagens arealplanlegging er det viktig å forutse dette, og tilrettelegge for forebyggende arbeid.

Flytting av anlegg over kortere avstander mellom sommer og vinter kan være en aktuell strategi der man har en skjermet lokalitet med begrenset resipientkapasitet i nærheten av et mer eksponert område med større resipientkapasitet. I Flora er Teisthalsen ved Rekstafjorden et typisk eksempel på et slikt område, der en sesongmessig forflytning av anlegget innenfor et par hundre meter kan muliggjøre en større produksjon. Det er strenge regler for flytting av anlegg ved brakklegging. Er anlegget lokalisert innen en definert sone der det er innført restriksjoner i forhold til sykdom på fisk, så er det ikke mulig å flytte ut av denne sonen i den tiden restriksjonene gjelder. Flytting av anlegg skal inngå i en årlig driftsplan. Yngelprodusenter har de strengeste kravene når det gjelder flytting og det er også strenge krav når det gjelder mellom-kulturer. For skjell er det mindre strenge krav.

6. Lokalitetskrav med tanke på dyrevelferd

Utvelgelse av sjøområder eller lokaliteter egnet til oppdrett gjøres ut i fra et sett med generelle minimumskriterier satt av myndighetene. I tillegg må artens spesielle biologiske krav og egenskapene og kapasiteten til eksisterende oppdrettsteknologi tas hensyn til ved valg av lokalitet. Kunnskapen om miljøkrav og teknologi er best kjent for laksefisk hvor man bygger på lang erfaring fra produksjon, forskning og utviklingsarbeid, mens man vet mindre om nye arter som torsk, kveite og blåskjell. Beskrivelse av lokalitetskrav og egnet teknologi for nye arter er derfor basert på et mindre sikkert faglig grunnlag.

6.1 Generelle lokalitetskriterier

I dette kapitlet blir det kort oppsummert andre generelle hensyn som bør tas i forhold til en produksjonsmessig og biologisk optimal plassering av et oppdrettsanlegg.

6.1.1 Terskeldyp

Terskelfjorder og terskelbasseng har redusert utskifting av bunnvann i forhold til mer åpne systemer, og dermed evnen til å akkumulere organisk materiale som belaster lokaliteten. Hvorvidt områder innenfor slike terskelfjorder og bassenger likevel er egnet til oppdrett avhenger av dybden på terskelen, strømforholdene, størrelsen på bassenget eller fjorden innenfor terskelen, og hvor stor organisk belastning oppdrettsanlegget medfører utover den opprinnelige belastningen (f.eks. fra naturlig avrenning og kloakkutslipp). Generelt har vi lagt til grunn 20 meters terskeldyp som grense for plassering av en enkel oppdrettskonsesjon i et slikt basseng, forutsatt at bassenget er vurdert som stort nok til å ta hånd om det organiske utslippet fra anlegget. For samlokalisering av flere konsesjoner er det satt et terskeldyp på minimum 50 meter som kriterium.

6.1.2 Eksponering

Anleggstyper og teknologi vil i stor grad avgjøre hva slags bølgeeksponering som kan aksepteres på lokaliteten. For laks og torskianlegg som benytter robust teknologi og hvor biologien ikke setter spesielle begrensninger i forhold til eksponering er bølgehøyder under 3 meter akseptert. For kveiteoppdrett hvor man benytter spesialtilpasset teknologi (flatbunnmerd med hyllesystemer) er grensen satt ved 1 meter bølgehøyde.

6.1.3 Strømforhold og dybde

En strømhastighet på 5 cm sek. er anbefalt for å sikre tilstrekkelig tilførsel av oksygen til fisken og sørge for transport og spredning av avfallsstoffer. Ved lave fisketettheter kan kravet til vannutskifting reduseres. Spredning av stoffer er også en funksjon av dybde, og større dyp under merdene kan kompensere for redusert strøm. En dybde på minimum 20 meter under oppdrettsanlegget er vanligvis nødvendig under normalt gode strømforhold for å hindre oppsamling av organisk materiale under merdene.

6.1.4 Andre generelle kriterier for en oppdrettslokalitet

På enkelte lokaliteter kan islegging og isgang være et problem, spesielt inne i ferskvannspåvirkede fjorder. Dette kan medføre et driftsproblem ved at det påfører oppdrettsanlegget slitasje og skader. På slike lokaliteter kan underkjølt vann oppstå, og iskrystaller kan skade gjellene på fisken. Predatorer kan være et betydelig problem i enkelte områder. For fiskeoppdrett kommer trusselen spesielt fra sel og oter. For blåskjellianlegg er det spesielt ærfugl, sjøpølser og sjøstjerner. Områder med store predatorproblemer bør unngås.

Områder som er påvirket av forurensning bør også unngås, selv om oppdrettsproduksjonen ikke rammes direkte, men ved at matvaresikkerheten og den hygieniske standarden på produktet svekkes. Spesielt gjelder dette for blåskjellanlegg hvor næringsrike områder gir god vekst, men kan være påvirket av antropogen forurensning. Blåskjell kan i tillegg akkumulere og oppkonsentrere miljøgifter i større grad enn oppdrettsfisk. Ektoparasitter som lakselus er problematisk, særlig i sjøområder med høy og stabil saltholdighet. Disse angriper fiskens hud, og kan gi opphav til store skader og lidelser for fisken. Problemene med giftige alger er flersidig. Enkelte arter danner toxiner som er giftige for fisk, og vi har sett eksepler på store fisketap i oppdrettsanlegg som utsettes for slike oppblomstringer. Andre algetoxiner (spesielt DSP) tas opp av skjell, og er giftige for mennesker. Stor og hyppig forekomst av DSP-produserende alger regnes som et hovedproblem for skjellnæringen her til lands.

7. Miljøkrav hos ulike oppdrettsarter

7.1 Laksefisk

Viktige biologiske kriterier for laks i merd er oppgitt i Tabell 1. Laks i sjøvannsfasen (post-smolt og matfisk) har stor temperaturoverfølelse. Den tåler temperaturer fra 0-20 °C, og vokser bra i områder 4-17 °C. Problemer med dødelighet oppstår ved temperaturer på ca. -0,5 °C. Laksens optimaltemperatur for vekst ligger i området 13 - 17 °C, mens den ligger 1-2 °C høyere for regnbueaure. Laksefisk har også relativt stor evne til å tåle plutselige temperaturendringer. Ved høye temperaturer er det spesielt viktig med gode strømforhold på lokaliteten for å sikre tilstrekkelig tilførsel av oksygen og spredning av avfallsstoffer. En minimum strømhastighet på 5 cm pr. sekund anbefales for å sikre tilstrekkelig borttransportering av avfallsstoffer fra fisken. Laks er en aktiv svømmer, og adskillig høyere strømhastighet kan være gunstig m.h.p. tilførsel av oksygen og kondisjonering av fisken.

Tabell 1. Miljøkriterier for oppdrett av laks i merd.

Kriterium	Kritiske verdier
Temperatur	Maksimalt ca. 20 °C, minimum 0 °C, optimum 12-16 °C
Bølgehøyde	3 meter
Strøm	5 cm. pr. sek. eller mer
Salinitet	10-34 ppm

Dybde og sirkulasjonsforholdene er spesielt viktige på en lakselokalitet hvor biomassekonsentrasjonen ofte er svært tett (gjennomsnittlig 600 tonn per laksekonsesjon) og derfor fører til en stor biologisk belastning på resipienten. En tommelfingerregel sier at strømhastigheten bør være minst 5 cm per sekund og vanddybden på lokaliteten minst 20 m for å være velegnet for oppdrett av laks. Terskelbasseng med 20 m terskel kan aksepteres for en oppdrettslokalitet dersom bassenget er tilstrekkelig stort, mens 50 m terskel kan aksepteres for samlokalisering av anlegg (konsesjon for 24 00 m³ produksjonsvolum). Laks tåler relativt kraftig eksponering for bølgehøyde og strøm. Begrensningene ligger i merdteknologien. Dagens teknologi fungerer bra ved bølgehøyder opp mot 3 m og strømhastigheter på 10 cm. sek. og mer.

7.2 Kveite

Viktige kriterier er listet opp i Tabell 2. Kveite av den størrelsen som er mest aktuell for utsetting i merd (500 g - 1 kg) vokser best i temperaturintervallet 7–13 °C. Lengre perioder med temperaturer over ca. 17 °C er kritisk. Slike temperaturer medfører betydelig stress, og kan forårsake stor dødelighet og sykdomsutbrudd. Det er også rapportert om betydelig dødelighet når temperaturen har passert 15

°C, men dette kan ha vært i kombinasjon med andre stressfaktorer. Problematisk er også ekstremt lave temperaturer som opptrer ved underkjølt vann (under 0°C) der det dannes iskrystaller som skader fiskens gjeller.

Tabell 2. Miljøkriterier for oppdrett av kveite i merd.

Kriterium	Kritiske verdier
Temperatur	maksimalt 17 °C, minimum 0 °C
Bølgehøyde	1 meter
Strøm	moderat (5 cm. pr. sek.)
Salinitet	34 ppm (tråler trolig ned til 15 ppm i perioder)

Som tidligere nevnt tåler kveitemerder med flat bunn og hyller lite bølgeeksponering. Kveita blir også urolig og stresset ved høye bølger og sterk strøm. Erfaringer så langt viser at merdbunnen er stabil ved en effektiv bølgehøyde opptil 1 meter, og derfor ikke påvirker fiskens trivsel, fôropptak og vekst på en negativ måte. Man vet relativt lite om kveitas ferskvannstoleranse. Den tåler ferskvann i korte perioder, men langtidseffekter er mer uklart. Oppdrett av kveite i fjorder med brakkvann (salinitet på ca. 27) har ikke vært spesielt problematisk. Terskelbasseng med 20 m terskel kan aksepteres for en oppdrettslokalitet dersom bassenget er tilstrekkelig stort.

7.3 Torsk

Optimal temperatur for vekst hos torsk (0,5 - 6 kg) ligger mellom 12 og 14 °C, men tilfredsstillende vekst blir oppnådd mellom 8 og 16 °C. Temperaturene bør ikke overstige 18 °C i lengre perioden, da dette har vist seg å føre til redusert appetitt og vekst hos fisk over 1 kg. Torsk har høy toleranse for lave temperaturer og overlever temperaturer lavere enn 0 °C forutsatt at det ikke dannes iskrystaller i vannet. Muligens vil torsken foretrekke mindre eksponerte og strømsterke lokaliteter enn laks, men dette vil også avhenge av merdteknologien som blir brukt. En maksimal bølgehøyde på 3 meter og strømstyrke på ca. 5 - 10 cm pr. sekund kan være gunstig. Terskelbasseng med 20 m terskel kan aksepteres for en oppdrettslokalitet dersom bassenget er tilstrekkelig stort, mens 50 m terskel kan aksepteres for samlokalisering av anlegg (konsesjon for 24.000 m³ produksjonsvolum). Torsken ser ikke ut til å ha problemer med å tåle brakkvann.

Tabell 3. Miljøkriterier for oppdrett av torsk

Kriterium	Kritiske verdier
Temperatur	maksimalt 18 °C, minimum 0 °C
Bølgehøyde	2-3 meter
Strøm	ca. 5 - 10 cm. Pr. sek.
Salinitet	20 - 35 ppm

7.4 Flekksteinbit

Flekksteinbitens lave temperaturoptimum for vekst (4 - 8 °C) gjør at merdbasert oppdrett i sommerhalvåret er begrenset de fleste steder i landet. Oppdrett av steinbit med dagens teknologi vil derfor i hovedsak være aktuelt i landbaserte anlegg som pumper opp dypvann med stabile temperaturer i området 4 - 8 °C. Marint grunnvann kan også være meget gunstig for oppdrett av steinbit. For landbasert lokalisering er det viktig med tilgang på egnede arealer nærmest mulig slike ressurser av dypvann eller marint grunnvann. Flekksteinbiten vokser bra på en saltholdighet mellom 15 - 35 ppm. Dersom oppdrett av flekksteinbit skulle bli aktuelt i flytende merdanlegg vil moderat strøm (5 cm sek.) og maksimalt 1 meter bølgehøyde sannsynligvis være mest gunstig (Tabell 4).

Tabell 4. Miljøkriterier for oppdrett av flekksteinbit

Kriterium	Kritiske verdier
Temperatur	maksimalt 10 °C, minimum 0 °C
Bølgehøyde	1 meter
Strøm	5 cm. Pr. sek.
Salinitet	15 – 35 ppm

7.5 Blåskjell

Tilgangen på næringsrikt vann og gode strømforhold (helst over 5 cm/sek.) er viktige faktorer for god vekst av blåskjell. I tillegg må det velges områder som gir godt yngelpåslag på yngelsamlere. Eneste metode for å identifisere slike områder er å sette ut et testanlegg og måle påslag. Saltholdighet i intervallet 20 – 35 promille er gunstig. Gunstig temperatur for vekst hos blåskjell ligger i området 10-16 °C, mens temperaturer over ca. 18 - 20 °C og under 0 °C er problematiske. Lokalitetene bør ikke være for eksponerte siden man da kan risikere havari, spesielt like før høsting når belastningen på anlegget er stor. Noen kriterier er listet opp i Tabell 5. Spesielt viktig for skjell dyrking er kravet til et uforurenset vannmiljø siden skjellene kan akkumulere og oppkonsentrere forurensninger. Dette er ikke nødvendigvis skadelig for skjellene, men har betydning for kvalitet og matvaresikkerhet. Anleggene bør derfor ha god avstand fra kloakkutslipp og andre forurensingskilder. Et annet problem som er spesielt for skjellanlegg er predasjon. Ærfugl kan spise reint et anlegg på forbausende kort tid, og sjøpølser og sjøstjerner kan også gjøre store inngrep. Forekomsten av mulige predatorer bør derfor undersøkes grundig før man etablerer et blåskjellanlegg. Videre er flat bunn på lokaliteten og mulighet for ankerfeste på dyp mellom 10 - 50 m fordelaktig. Ved større dyp kan fortøyning være problematisk. Av spesielle lokale miljøbetingelser som kan være gunstig for skjell dyrking er utslipp av kjølevann fra kraftstasjoner. På slike lokaliteter har det vist seg å være økt algeproduksjon som følge av at det dannes lokale blandingsområder i sjøen. Dette kan være potensielt gunstige områder for skjellanlegg.

Tabell 5. Miljøkriterier for dyrking av blåskjell

Kriterium	Kritiske verdier
Temperatur	maksimalt 18 – 20 °C, minimum 0 °C
Bølgehøyde	1 – 2 meter
Strøm	5 cm. pr. sek.
Salinitet	20 – 35 ppm

Algetoksiner (spesielt DSP) har lenge vært et hovedproblem i skjellproduksjonen, spesielt i ferskvannspåvirkede fjordssystemer. En mulig løsning på giftproblematikken kan være å flytte anleggene ut av fjordene til kystfarvann i hele eller deler av den siste veksts sesongen, for å oppnå lavere eksponering for giftalger.

7.6 Kamskjell

Kamskjell dyrking er ennå på forsøksstadiet i Norge. Kamskjellyngel på 2 mm produseres kommersielt bare ved ett norsk anlegg, i Øygarden kommune i Hordaland. 2 mm stor yngel kan settes i sjø fra ca. juni til oktober, og oppnår en størrelse på 15 mm. I et landbasert vekstanlegg som er bygget på Fosen, er det utviklet et algedyrkingskonsept for kamskjell fra 2 til 20 mm. 15 mm stor yngel kan plasseres i mellomkultur i kasser eller nett i bæreline eller plassert på bunnen fram til 50-70 mm (1,5-2,5 år). Deretter kan de settes ut i inhengning eller fritt på bunnen fram til matskjell (100 mm). Kamskjell som samles inn fra ville bestander kan holdes i bunnkultur for mellomlagring eller viderevekst.

Produksjonstiden fra 2 mm yngel til matskjell på over 100 mm (150-200 g) tar 3,5-4,5 år.

8. Oppdrettskonsept for aktuelle arter

8.1 Laksefisk

Kun sjøbasert merdoppdrett av laksefisk (laks og aure) blir beskrevet her. De to artene av laksefisk, laks og aure, blir beskrevet samlet. Laksen overføres fra ferskvann til merdanlegg i sjø om våren (april/mai) som 1-års smolt og tidlig på høsten som 0-års smolt (august-september). Sjøvannstemperaturen og smolt/settefiskstørrelsen har stor betydning for når på året man bør sette ut fisken, og generelt er stor fisk mer temperaturotolerant (kan settes ut ved lavere temperatur) enn liten fisk. Optimal temperatur ved utsetting av 0-års smolt (ca. 45 - 55 g) i sjø er ca. 9 °C. På gode oppdrettslokaliteter oppnår laksen slaktestørrelse 1 til 1,5 år etter utsett.

8.2 Kveite

Det er anbefalt å sette kveita i sjøen når den har oppnådd en størrelse på 100 - 500 g. Grunnen er at stor kveite er mer robust, tåler lavere temperaturer og vokser og overlever bedre i merder enn liten kveite. Noen oppdrettere foretrekker også å oppdrette kveite i kar-baserte anlegg på land til den har oppnådd en størrelse på ca. 3 kg før den settes i merder. På en gunstig lokalitet oppnår den da slaktestørrelse (ca. 6 kg) i løpet av et år. Med dagens teknologi er håndtering og sortering av kveite i merd en tung og ressurskrevende operasjon. Når fisken settes ut i merder bør den derfor ha jevn størrelse slik at man slipper å sortere mens den går i sjøen. Fram til i dag har oppdrett av kveite i sjø hovedsakelig foregått i tradisjonelle laksemerder som er modifisert på forskjellig vis for å få kveita til å trives. Det er vanskelig å gi en generell beskrivelse av denne oppdrettsteknologien siden ulike oppdrettere har gjort ulike tilpasninger og med varierende resultater. Generelt har det vært fokusert på kveitas behov som bunnlevende art ved at notbunnen på merden er spent ut og stivet opp på forskjellig vis slik at kveita får anledning til å hvile på bunnen. Det prøves også ut forskjellige hyllesystemer for å øke arealet fisken kan benytte seg av og dermed øke biomassen. Slike systemer har relativt store krav til stabilitet, og tåler derfor mindre bølgeeksponering og strøm enn vanlige laksemerder. Fisketettheten og biomassen i slike merder vil på tross av økt areal med hyller sannsynligvis være lavere enn for laks, og den biologiske punktbelastningen fra et kveiteanlegg vil være lavere.

8.3 Torsk

Det er trolig mest hensiktsmessig å sette ut torsk i sjøen når den er 100 - 300 g for å sikre god overlevelse og vekst, spesielt ved utsetting i kalde perioder av året og på eksponerte lokaliteter. Ved utsetting av stor settefisk vil produksjonstiden i matfiskanlegg bli redusert betydelig og bidra til å skape bedre økonomi for oppdretter. Man forventer en produksjonstid i merdanlegg på ca. 1,5 til 2 år fram til slakting (3,5 - 4 kg). Matfiskproduksjon av torsk i stor skala er forventet å skje ved bruk av eksisterende lakseteknologi. Man har i dag begrenset erfaring fra matfiskoppdrett av torsk i kommersiell skala, men det er nærliggende å tro at lokalitetskravene vil være omtrent som for laks, men at torsken muligens foretrekke mer skjermede og strømsvake lokaliteter. Erfaringene man har med oppdrett av torsk i merd tyder på at den trives best ved lavere fisketettheter enn laksen, og biomassen i et torskeoppdrett er derfor forventet å være lavere enn for laks. Det kan bety at den biologiske belastningen på resipienten ikke blir så stor som for laks.

8.4 Flekksteinbit

Man behersker i dag hele livssyklusen til steinbit, selv om det framdeles gjenstår en del utviklingsarbeid før man har full kontroll over alle prosessene. Spesielt leter man etter gode metoder for å optimalisere egginkubering og startfôring av larver, samt optimalisere fôr, oppdrettsbetingelser og teknologi for matfiskproduksjon. All oppdrett foregår i dag i landbaserte anlegg. Grunnen til dette er at flekksteinbiten er en bunnlevende art som trives godt i kar, samtidig som den er avhengig av stabile temperaturer under 10 °C. Slike stabile og lave temperaturer finner man vanligvis bare i dypvann. Fiskeriforskning i Tromsø har gjort forsøk som tyder på at flekksteinbit i merd vokster omtrent like bra som på land, etter at den var gått gjennom en tilvenningsperiode hvor veksten var negativ. Temperaturen varierte fra 5 til 9 °C i perioden. Dette tyder på at sjøbasert teknologi kan egne seg for oppdrett av flekksteinbit, forutsatt at temperaturene er gunstige. Spesielt kan det være interessant å oppdrette flekksteinbiten på land fram til den er 2- 4 kg, og så oppdrette den en kort periode i sjøen fram til slakting. På den måten kan man avlaste kapasiteten i et landbasert anlegg.

8.5 Blåskjell

Konsepter for blåskjell dyrking er godt utprøvd. Det benyttes hengekulturer i form av bøyestrekkanlegg og flåter, eller det produseres blåskjell i bunnkulturer. Produksjonen i bøyestrek/hengekultur er mest aktuelt for Norge, og baserer seg på påslag av yngel på spesielle yngelsamlere. Blåskjell gyter på våren i april/mai. Larvene lever da pelagisk i en måneds tid før de bunnsår på yngelsamlere i nærheten av overflaten. Gode lokaliteter for innsamling av yngel trenger ikke være de samme som er best egnet til vekst. Skjellene kan enten vokse videre fram til høsting på yngelsamlerne, eller yngel og små skjell blir stappet i spesielle nettingstrømper hvor de vokser fram til markedsstørrelse. Man beregner at et produksjonsanlegg på 200 tonn vil beslaglegge omlag 8 mål. Økonomiske vurderinger viser at skjellanlegg bør ligge i størrelsesorden 1.000-1.500 tonn pr. år. Dette vil beslaglegge relativt store sjøarealer, noe det bør tas hensyn til i arealplanleggingen. Spesielt er visuell forurensing et viktig tema for blåskjellanlegg, og det bør legges vekt på å utvikle teknologi som gjør at anleggene er mindre synlige fra overflaten.

9. Fremtidig teknologi sin betydning for lokalitetskrav

9.1 Laksefisk

For å øke effektiviteten i lakseanlegg er det blitt vanlig med samdrift mellom opptil 3-4 konsesjoner pr. lokalitet. Samtidig øker produksjonen pr. konsesjon ettersom førkvotene øker, og belastningen på lokaliteten øker. Ønsket om å drive i stadig større skala vil drive lakseanleggene ut mot mer åpne og eksponerte områder, og dermed gi plass for oppdrett av andre arter på de skjermede lokalitetene. Teknologien er også i ferd med å gjøre det mulig å produsere laks under gunstige betingelser utaskjærs, noe som kan redusere konfliktene med annen bruk av kystsonen.

9.2 Kveite

Videre utvikling av merdteknologi vil mest sannsynlig fokusere på effektivisering av drift (kontroll med fôring og biomasse, sortering og håndtering av fisk, osv), utvikling av større merder, økt kapasitet (hyller), samt forbedringer som gjør merdene mer værbestandige og stabile ved store bølgehøyder. I forhold til valg av lokalitet vil det viktigste kriteriet, som endrer seg ettersom teknologien forbedres, være bølgehøyde. Det arbeides i dag med utvikling av flatfiskmerder som skal være stabile også ved

bølgehøyder på over 1 meter (pers. med. Svein Harald Jørgensen, Refa AS). Det betyr at der hvor slike merder benyttes, kan kravet til en lokalitet med hensyn på bølgehøyde slakkes på, mens andre grunnleggende krav som er nevnt tidligere fortsatt vil gjelde.

9.3 Torsk

For å drive lønnsomme torskeanlegg forventer man at konsesjonsvolumet bør være 36 000 m³ eller mer. Det vil derfor trolig være mest gunstig å drive torskeoppdrett i samdrift med 3-4 konsesjoner pr. lokalitet (som for laks). Store anlegg i framtiden vil kunne sammenlignes med dagens store lakseanlegg, og vil kreve lokaliteter med stor kapasitet til å ta hånd om og borttransportere organiske avfallsprodukter. I tillegg vil sannsynligvis anleggene bli mer robuste og kan plasseres på mer åpne og eksponerte lokaliteter.

9.4 Flekksteinbit

Flekksteinbit er en bunnlevende art, og krever dermed en arealeffektiv teknologi. Produksjonen av steinbit hos de to eksisterende produsentene i dag skjer i landbaserte anlegg i runde kar og/eller grunne lengdestrømsrenner. På grunn av for høye sommertemperaturer i overflatevannet er det trolig bare dette konseptet som er aktuelt de fleste steder i landet, eventuelt i kombinasjon med en kort vekstfase før slakting i merdanlegg, primært den kaldeste perioden av året. Sjøbasert oppdrett av steinbit kan tenkes å bli mulig i nedsenkbare merder med trampolinebunn og hyllesystemer som gjør at oppdrettsvolumet kan utnyttes effektivt. Merder som plasseres på havbunnen kan også bli aktuelt. Prototyper av slike anlegg er laget og vil sannsynligvis bli testet ut på steinbit og andre bunnlevende arter. Dersom denne teknologien fungerer vil den i hovedsak sette krav til bunntopografi og strøm, mens bølgeeksponering blir mindre kritisk.

9.5 Blåskjell

Framtidens blåskjellanlegg vil sannsynligvis være basert på bøyestrekprinsippet, men av adskillig større dimensjoner enn i dag. Dette vil stille spesielle krav til en næringsrik lokalitet med gode strømforhold. Samlokalisering av slike blåskjellanlegg med annen oppdrettsvirksomhet som slipper ut næringsstoffer kan derfor være gunstig både produksjonsmessig og miljømessig. Områder rundt oppdrettsanlegg er vanligvis næringsrike, og blåskjellene kan fungere som biologiske filter som reduserer den organiske belastningen fra oppdrett. Et anlegg på 1 500 tonn blåskjell kan rense 100 % effektivt 135 000 m³ vann pr. time, forutsatt tilstrekkelig gjennomstrømning. Et slikt anlegg vil ha bundet opp 17,1 tonn nitrogen og 1,11 tonn fosfor i biomassen. Samtidig vil det ha bundet opp 19,5 tonn nitrogen som feces og pseudofeces. Dette utgjør den andelen av nitrogen som teoretisk kan fjernes fra resipienten. I tillegg vil anlegget ha omdannet 30 tonn partikulært og løst (frie aminosyrer) nitrogen til ammonium. Skjell dyrking bidrar ikke med ekstern tilførsel av næringsstoffer, men kan bidra til en akkumulering av næringsstoffer i resipienten (punktbelastning i bunnsedimentet).

10. Havbeite med hummer

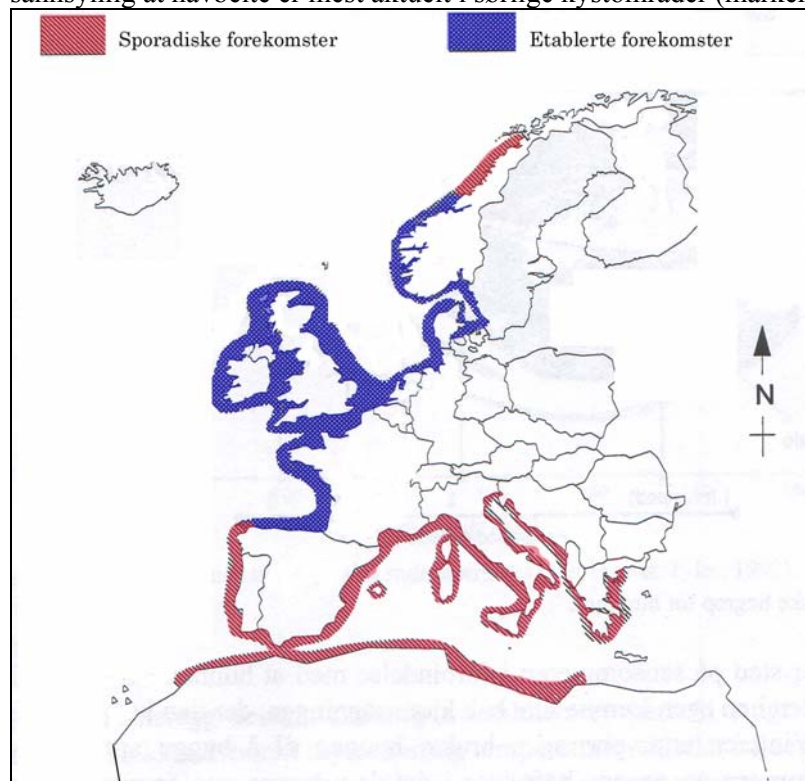
Havbeite baserer seg i likhet med intensivt oppdrett på intensiv produksjon av settehummer. Etter dette settes hummeren ut i naturlige omgivelser for å gjennomgå en vekstfase. Utsetting av intensivt oppdrettet settehummer er en av de mest kritiske stegene i produksjonen. Under utsett og i perioden etterpå er hummeren sårbar for naturlige predatorer, og er avhengig av å finne skjul raskt for å kunne overleve. To av de mest kritiske faktorene ved utsetting er derfor valg av bunnsstrat ved utsetting og tilstedeværelsen av predatorer under og etter utsetting. Disse erfaringene stammer fra tidligere utsett av hummer, kanskje spesielt utsett av hummer ved Kvitsøy.

Under vekstfasen finner hummeren sin egen føde. Grunnen til at hummer har pekt seg ut som

en lovende kandidat for havbeite er høy salgspris, og at arten er relativt stedegen. Etter at hummeren har nådd slaktevekt har man ved tidligere forsøk fanget den ved bruk av teiner.

Biologiske faktorer for hummer i havbeite

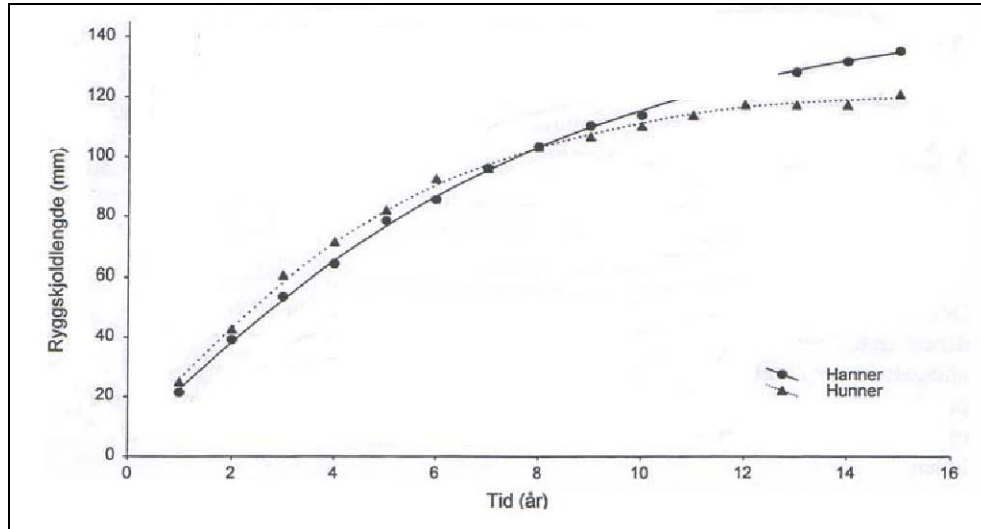
Norge ligger i den nordlige grensen i hummerens utbredelsesområde. Av denne grunn er det sannsynlig at havbeite er mest aktuelt i sørlige kystområder (markert blått på kartet).



Det er kjent at hummerens aktivitetsnivå og vekstrate som hos mange andre marine arter er knyttet til vanntemperatur. Optimal vekst har vi rundt 20 °C. Under 10 °C er veksten betydelig lavere og ved omkring 45 °C slutter hummeren å ta til seg føde. Tettheten av hummer i sjøen vil også påvirke vekstraten. Ved høye tettheter vil veksten gå saktere.

Vi ser at hummerens årlige vekst avtar etter at den har nådd en viss størrelse (Figur 2.). Dette vil trolig medføre at det er økonomisk gunstig å fiske opp hummeren etter at den har nådd minstemål (25 cm) fremfor å la den vokse seg større.

Videre er det kjent at hummeren ikke vil gå dypere enn 40 m under normale omstendigheter. Med "normale omstendigheter" menes her at det finnes tilstrekkelig mat på stedet, at det ikke er for stor tetthet av konkurrenter og at andre levevilkår som temperatur og salinitet er tilfredstillende. Dette kan utnyttes i havbeite. Dersom hummeren settes ut i nærheten av en øy omgitt av dypt vann (> 40 m), vil faren for vandring være mindre.



Figur 2. Veksten anslått for hummer på Sørlandskysten. (KPMG-rapport, 2003.)

11. Vurdering av kystsonen Spind sin egnethet i forhold til velferd, miljøkrav og lokale problemstillinger

I dette kapitlet har vi vurdert egnetheten for oppdrett og havbeite ut i fra grunnlaget som beskrevet over i kapitlene (1-8). En totalvurdering tilsier at man ved bruk av faste installasjoner som merder til oppdrett i området Spind kan identifisere tre hovedfaktorer som er helt eller delvis begrensende for etablering av oppdrett. Disse er (1) Temperaturforhold, (2) Salinitet og strømforhold, (3) Eutrofiprosblematikk, og de omtales særskilt. I tillegg har vi valgt å kommentere på områdets egnethet i forhold til aktuelle lokaliserings- og driftsmodeller og tanker om fremtidige oppdretts-konsept (ref kap 5 og kap 9).

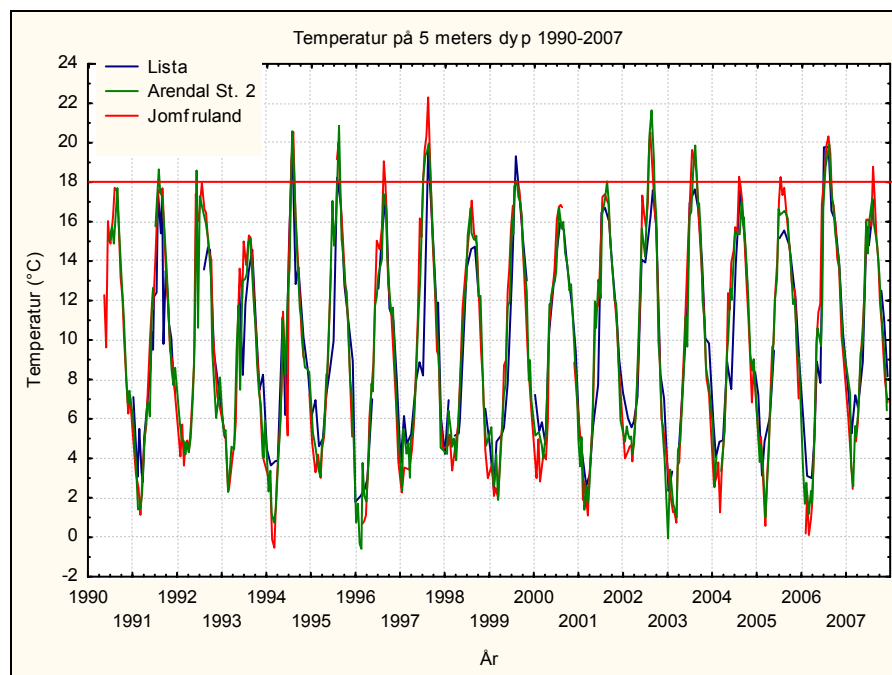
11.1 Temperatur

Høy sommertemperatur i sjøvannet vil ofte være begrensende for hvilke arter som kan benyttes til (merdbasert) oppdrett. Med høy vanntemperatur menes i dette tilfellet temperaturer over 18 °C.

Art	Kritiske verdier
Laks	maksimalt ca. 20 °C, minimum 0 °C
Kveite	maksimalt ca. 17 °C, minimum 0 °C
Torsk	maksimalt ca. 18 °C, minimum 0 °C
Flekksteinbit	maksimalt ca. 10 °C, minimum 0 °C
Blåskjell	maksimalt ca. 20 °C, minimum 0 °C
Kamskjell	maksimalt ca. 20 °C, minimum 4 °C

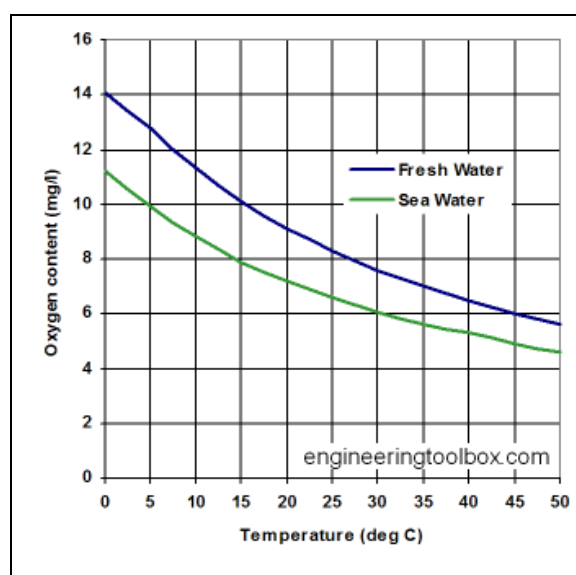
Tabell 6. Oppsummering de mest vanligste kommersielle oppdrettartenes temperaturgrenser.

Det har for kystområdene fra Arendal til Lista i en årrekke blitt målt sjøvannstemperaturer på forskjellige dyp gjennom kystovervåkingsprogrammet ”Statlig program for forurensningsovervåking” i regi av SFT. Resultatene fra disse målingene (figur 2.) viser at det ved flere tilfeller forekommer temperaturer over det kritiske maksimum for artene nevnt i tabell 6. Høy temperaturer vil i tillegg gi en lavere løselighet av oksygen (figure 4.) som i seg selv kan utløse stress og dødelighet.



Figur 3. Temperatur på 5 meters dyp 1990-2007 for Jomfruland, Arendal og Lista

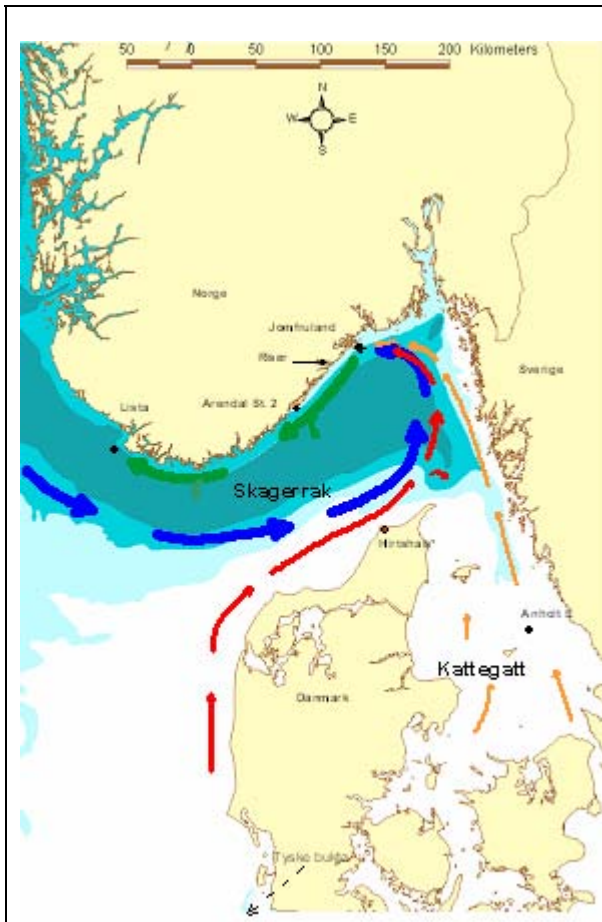
Ut i fra figur 3 ser en at det for 11 årganger er registrert temperatur over 18 °C i kystområdet Jomfruland-Lista. Dette er temperaturer målt på 5 meters dyp, så overflatetemperaturen vil ligge noen høyere. Spesielt var temperaturen i 1997 og 2002 uvanlig høy, noe som fikk klare negative konsekvenser for sukkertarebestanden i det nevnte kyststrekket (P. Stålnacke m. fl.).



Figur 4. Oksygenets løselighet ved forskjellige temperaturer.

11.2 Salinitet og strøm

Det har ikke lyktes NIVA å innhente salinitetsmålinger for beskrevet område, men erfaringsmessig ser en at salinitetsverdiene sjelden har betydelige innvirkninger på merdbasert oppdrett eller havbeite. Når det gjelder strømmålinger så viser resultatene fra kystovervåkningsprogrammet utført av SFT en helt klar tendens til at det skiftes ut for lite vann fra fjordbassengene utenfor Farsund og Spind. Det som i tillegg er særlig urovekkende er tilførselen av næringssalter fra Tyskebukta og Skagerakk (Figur 5.). Denne tilførselen vil som tidligere nevnt bidra til en eutrofieringsprosess (overgjødning) med negative konsekvenser.



Figur 5. Forenklet bilde over strømmene i Skagerrak. Jyllandstrømmen (rød piler) fører vann fra sydlige del av Nordsjøen inn i Skagerrak hvor Jyllandsstrømmen blandes med ferskere vann fra Kattegat (oransje piler) og salt Atlanterhavsvann (blå piler). Den norske kyststrømmen (grønne piler) er en lagdelt blanding av lokale elvetilførsler og ulike havstrømmer.

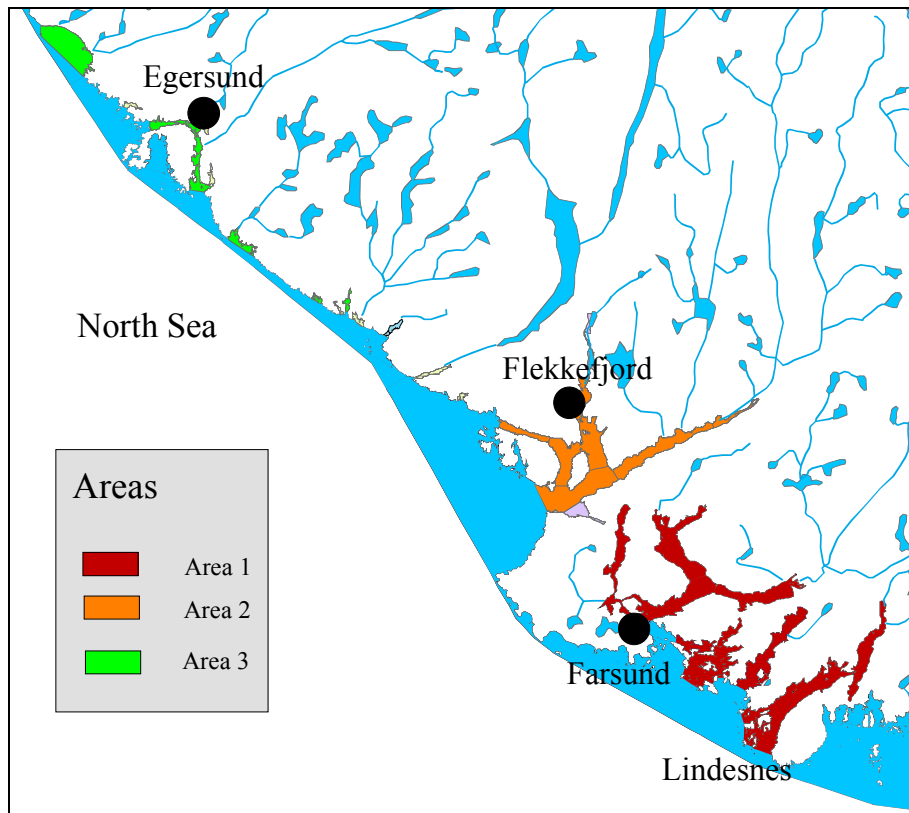
11.3 Eutrofiering

Et av de viktigste problemene i kystfarvann er de store mengdene nitrat og fosfat som slippes ut i vannet. Disse forurensningene kommer stort sett fra menneskelig aktivitet, blant annet fra jordbruk, industri og transport. Mange av de forurensende stoffene kan brukes som næringssalter av planteplankton. Store utslipp av næringssalter kan føre til en eksplosiv vekst av planteplankton, og slike store algeoppblomstringer kan gi flere uønskede effekter.

Hva er problemene knyttet til eutrofiering?

1. Høy konsentrasjon av næringssalter kan føre til store oppblomstringer av planteplankton. Disse oppblomstringene hindrer sollyset i å nå vannet under. Dermed stanser veksten av planter dypere ned i vannet og det biologiske mangfoldet reduseres
2. Når planteplanktonet dør, blir algene brutt ned av bakterier. Denne prosessen bruker opp oksygenet i vannet. Når oppblomstringene er virkelig store, kan den bakterielle nedbrytingen bruke opp så mye oksygen i de dypere vannlagene at fiskene ikke får puste og må svømme til andre områder eller dø. For dyr som lever på havbunnen og ikke klarer å forflytte seg, betyr oksygenmangelen en sikker død.
3. For mye næringssalter kan noen ganger fremme vekst av planteplankton som produserer farlige giftstoffer (toksiner). Disse giftene kan ta livet av andre arter, inkludert fisk i oppdrettsanlegg. Skalldyr tar opp giften når de spiser planteplanktonet, og giftene kan videreføres til mennesker når vi spiser skalldyrene. Skalldyrsforgiftning fører som regel til mageproblemer, men kan også være livstruende fordi det i sjeldne tilfeller kan føre til pustestans.
4. Store planteplanktonoppblomstringer kan føre til store mengder stygt skum på strendene. Disse oppblomstringene er ikke giftige, men gjør strendene midlertidig ubrukelige for mennesker.

NIVA utarbeidet på oppdrag for SFT en rapport om eutrofieringssituasjonen for norgeskysten gjennom programmet OSPAR (Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic) i 2007. I denne rapporten er bl.a. området fra Lindesnes til Fedafjord undersøkt og kategorisert. Resultatene fra undersøkelsen konkluderer med at området klassifiseres som et problemområde (figur 6.)



Figur 6. Klassifisering av kystområdet Lindesnes-Egersund.

Bakgrunnen for at dette området (Area 1) klassifiseres som et problemområde er knyttet til faktorer som lav vannutskiftning av fjordbassengene, lite tilførsel av ferskvann og tilførsel av nitrogen og

fosfor fra bl. a. langtransporterte tilførsler, jordbruksavrenning og kloakk. Disse faktorene vil hver for seg eller samlet kunne gi episoder med svært oksygenfattig vann som en følge av høy mikroalgeoppblomstring. Episoder med lavt oksygeninnhold kan i sin tur forårsake fiskedød og endringer eller fravær av zoobenthos (fastsittende alger).

Det er kjent fra andre lignende fjordsystemer at et slikt bilde kan gi bortfall av en naturlig bløtbunnsfauna. Ved merbasert oppdrett vil det være avgjørende å ha en variert og rik bunnfauna for å kunne bryte ned og omsette organisk materiale fra merdene.

11.4 Spinds egnethet

Basert på dagens situasjon for området vurderes merdbasert oppdrett som lite aktuelt på grunn av høy eutrofieringsgrad, lav utskiftning av vannmasser og relativt høye sjøvannstemperaturer.

Kultivering av blåskjell og havbeite med hummer vurderes derfor som de mest sannsynlige artene for dette området. Kultivering av blåskjell vil i tillegg kunne gi en positiv effekt på området ved naturlig oppbinding av næringssaltene fosfor og nitrogen. Havbeite med hummer drives allerede i det aktuelle området og en utvidelse med flere lokaliteter vurderes som mulig.

12. Forbehold og Anbefalinger

12.1 Forbehold

Det bør presiseres at anbefalingene er basert på data innhentet fra tidligere undersøkelser av lignende art og er kun ment som en rettesnor i forhold til fremtidige undersøkelser. NIVA anbefaler på det sterkeste at det gjennomføres fysiske målinger over lengre tid for å kunne trekke endelige slutninger.

Når det gjelder fremtidig merdbasert oppdrett så er det to hovedfaktorer som skiller seg klart ut som begrensende faktorer; eutrofieringsproblematikken og sjøvannstemperaturen.

I fjordsystemer hvor det skal drives merdbasert oppdrett er man avhengig av en god resipient som har evne til å bryte ned organisk avfall fra merden. Dette betinger at bunnfaunaen under merden er variert, har tilstrekkelig tilgang til oksygenrikt vann og har en god utskiftning av vannmassene. Lagt til grunn problemene med for høy andel næringssalter i forhold til hva som er heldig så vil merdbasert oppdrett i seg selv være en ytterligere kilde til eutrofieringsprosessen. Økt eutrofiering vil kunne bidra til ”lommer” med oksygenfattig vann inne i fjordarmene og dermed en ytterligere utarming av den naturlige marine faunaen. I tillegg vil økt temperatur sette fart i denne prosessen samtidig som løsligheten til oksygenet går ned (figur 3.).

12.2 Anbefalinger

For fjordsystemer med høy eutrofieringsgrad så vil blåskjelloppdrett kunne være et alternativ til merdbasert oppdrett. Blåskjell har er som nevnt i tabell 5 avhengige av tilgang på næringsrikt vann, men er også avhengig av gode strømforhold. Tatt i betraktning at området som er vurdert har en rekke sund mellom øyer og grunner så vil det teoretisk kunne ligge til rette for blåskjell. Tar en så i betraktning at blåskjell i seg selv har en ”rensende” effekt på fjordsystemer med for mye tilgang på næringssalter som fosfor og nitrogen så vil dette kunne gi en ”vinn-vinn” effekt (se side 12, avsnitt om lokalitetskrav i forhold til fremtidig teknologi).

Algetoksiner (spesielt DSP) har lenge vært et hovedproblem i skjellproduksjonen, spesielt i ferskvannspåvirkede fjordsystemer. En mulig løsning på giftproblematikken kan være å flytte

anleggene ut av fjordene til kystfarvann i hele eller deler av den siste vekstsesongen, for å oppnå lavere eksponering for giftalger

Kamskjell og østers kan og være et alternativ til blåskjell, men der er kunnskapen om kommersielt oppdrett begrenset i forhold til blåskjell. Den er og mer logistisk krevende sett i forhold til blåskjell dyrking, men er et helt klart alternativ.

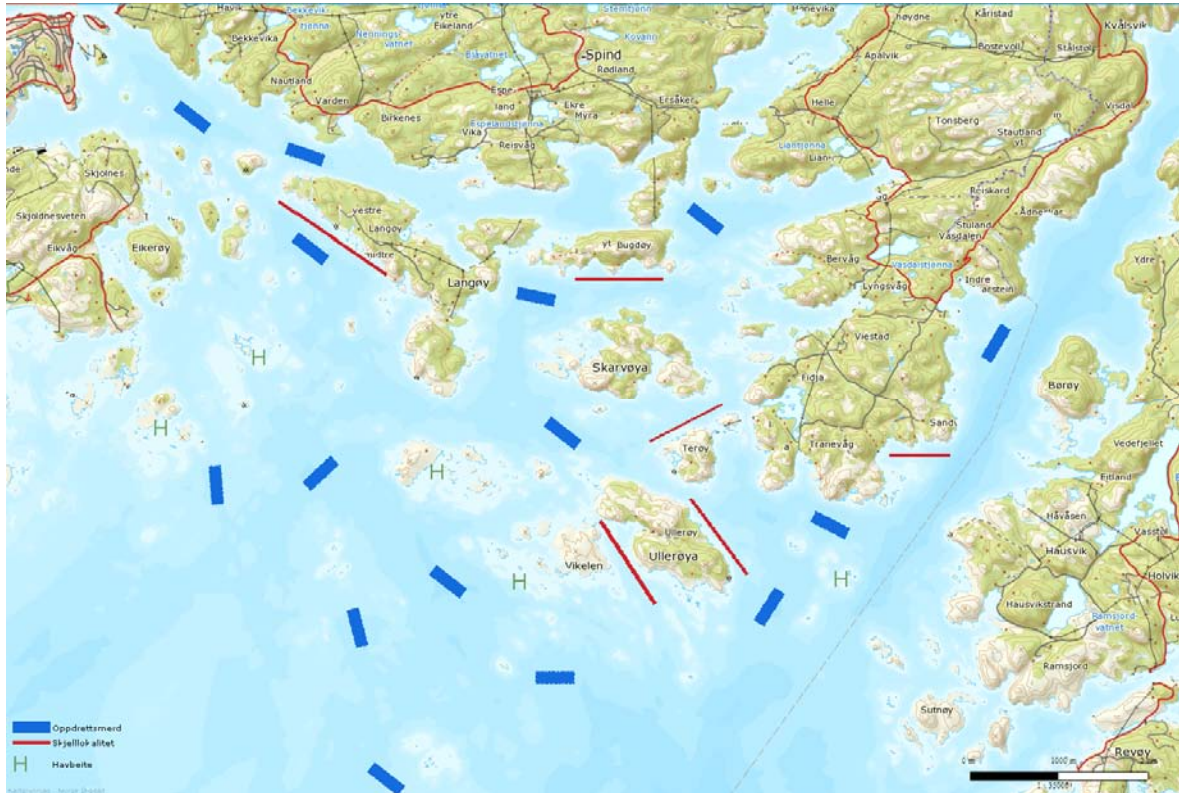
Når det gjelder muligheten for havbeite så er det først og fremst hummer som utmerker seg som aktuell art. Dette basert på dagens bilde hvor en vet av erfaring at denne arten egner seg i dette fjordsystemet både naturlig og som "utsatt" art. Tatt i betraktning av at det etter all sannsynlighet ikke vil bli anlagt et betydelig antall oppdrettsmerder i det aktuelle området så vil det kunne "frigi" areal som vil være velegnet for havbeite med hummer. Ser en så i tillegg på pris- og produksjonutviklingen så må dette sies å være en meget innteksbringende art å jobbe med. I 1932 ble det fanget 1300 tonn hummer langs norskekysten mot kun 50 tonn i 2005. Til sammenligning ble det samme år tatt opp 80 000 tonn av den amerikanske hummeren. Legger en i tillegg til Fiskeridirektoratets nye høring om innfangst av rognhummer:

(http://www.fiskeridir.no/content/download/15552/128961/file/rognhummer_horing.pdf) så kan det igjen åpne for utvidede muligheter for oppdrett/havbeite av hummer. I tillegg har en i dag flere kommersielle aktører som driver oppdrett av hummer basert på landbaserte anlegg. Dette miljøet vil kunne være med å drive frem et eventuelt fremtidig landbasert yngelanlegg/produksjonsanlegg.

Merdbasert oppdrett i kystsonen Spind anbefales ikke ut i fra dagens situasjon. En endring i eutrofieringsproblematikken kan åpne for fremtidig merdbasert oppdrett, men dette vurderes som lite sannsynlig.

Kart:

Ved inntegning av mulige oppdrettslokaliteter er det kun tatt hensyn til topografiske forhold slik som strømningsmuligheter, dybde, forankring, skjerming og adkomst. Det må understrekes at dette kun er teoretiske vurderinger basert på data fra kartdatabasen "Gis-Link". Som tidligere nevnt vurderes mulighetene for merdbasert oppdrett som minimale og at det av den grunn i stedet bør fokuseres på havbeite og skjelloppdrett.



Figur 5. Mulige oppdrettslokaliteter for kystsonen Spind i Farsund kommune basert på en teoretisk vurdering.

13. Referanser

Bjerknes, V. Berg, I. Giæver, A. Golmen, G. L. Hanssen, G. Jonasson, T. Oug, E. Sørensen, J. 2001. Kystsoneanalyse for Flora kommune. NIVA-rapport. Løpenr. 4382-2001. 98 sider.

Molvær, J. Eikrem, W. Magnusson, J. Pedersen, A. and Tjomsland, T., 2007. The OSPAR Comprehensive Procedure for the Norwegian West Coast – Eutrophication Status. SFT report TA2289/2007. 86 pp.

Moy, F. Bekkby, T. Cochrane, S. Rinde, E. Voegelé, B. 2003. Marin karakterisering. Typologi, system for å beskrive økologisk naturtilstand og forslag til referansenettverk. FoU-oppdag tilknyttet Eus rammedirektiv for vann. NIVA-rapport. Løpenr. 4731-2003. 90 sider.

Planmessig igangsetting av nye arter i oppdrett. KPMG-rapport, 2003. 311 sider

Stålnacke, P. Moy, F. Sørensen, K. Magnussom, J. Kaste, Ø. Aure, J. Øygarden, L. Eggestad, H. Hygen, H. Hackett, B. Pettersson, L. 2006. Prosjektrapporteringsnotat. Sukkertare langs norske kysten: Klima, langtransporterte og lokale tilførsler. 31 sider.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

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