

Vurdering av havbasert fiskeoppdrett på Utsira.

RF-1999/311

Vår referanse: 630/65 4873	Forfatter(e): A. Bergheim & V. Eriksen	Versjonsnr. / dato: Vers. 2 / 15.12.99
Ant. sider: 12	Faglig kvalitetssikrer: T. G. Jacobsen	Gradering: Åpen
ISBN: 82-490-0007-2	Oppdragsgiver(e): Rogaland Fylkeskommune (KRD)	Åpen fra (dato):
Forskningsprogram:	Prosjekttittel: Pilotprosjekt fiskeoppdrett på Utsira	

Emne:

Utsira er i dag uten oppdrettskonsesjoner for laksefisk. Utgangspunktet er mangel på velegnede lokaliteter for tradisjonelle merdanlegg. Imidlertid har det i løpet av 1990-tallet blitt utviklet teknologi som muliggjør oppdrett på steder mer eksponerte for bølger, strøm og vind enn på de tradisjonelle oppdrettslokalitetene. Analyser tyder på at driftsøkonomien til anlegg tilpasset relativt åpne sjøområder er konkurransedyktig med mindre robuste merdsystemer. Det er også under utvikling merdteknologi for bruk på spesielt værutsatte lokaliteter.

Rapporten omtaler på generelt grunnlag mulighetene for etablering av merdoppdrett på Utsira med utgangspunkt i naturgitte forhold og oppdatert merdteknologi.

Emne-ord:

Utsira, havmerder, værforhold, topografi, økonomi

RF - Rogalandforskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS - EN ISO 9001



Prosjektleder

A. Bergheim



for RF - Miljø og næringsutvikling
K. Netland

Innhold

Sammendrag	ii
Forord	iii
1 INNLEDNING	1
2 OPPDRETT PÅ EKSPONERTE LOKALITETER – GENERELLE ERFARINGER	2
3 UTSIRA.....	4
3.1 Oversiktskart	4
3.2 Værforhold, bølger og strøm.....	5
3.3 Øvrige miljøparametre	5
3.4 Aktuelle systemer	7
3.5 Investering – produksjonskostnad.....	8
4 KONKLUSJON.....	9
5 REFERANSER.....	10

Sammendrag

Øykommunen Utsira befinner seg i et område som er gunstig for oppdrett av laksefisk og aktuelle marine oppdrettsarter. Mangelen på velegnede lokaliteter for etablering og drift av tradisjonelle flyteanlegg har imidlertid medført at kommunen i dag er helt uten aktivt fiskeoppdrett.

I følge en nylig offentliggjort vurdering vil utvikling av merdanlegg dimensjonert for å tåle bølgehøyder på minst 2,5 m, kunne gi plass for en årlig produksjon av laksefisk i Norge på 2,5 mill. tonn. En slik utvikling, med en total ramme på 5 – 6 ganger høyere produksjon enn i dag, vil også kunne inkludere mer værutsatte kyst- og øykommuner som Utsira.

Anleggskonstruksjoner som tålte langt høyere bølgehøyder (5 – 8 m) enn omtalt var allerede utviklet for 10 år siden. Siden den tid er kunnskapsnivået om forhold som drivbarhet, slitestyrke, sikkerhet og arbeidsmiljø til slike anlegg blitt inngående studert, ikke minst i Norge. Sammenhenger mellom miljøbelastninger fra bølger og strøm og krav til dimensjonering av fortøyninger av både flytekrauer og nøter er i stor grad klarlagt og foreligger som dataverktøy. Kontroll med fôring og fiskebestand uten direkte adgang til merdene under ugunstige værforhold er av stor viktighet. Anlegg plassert på åpne lokaliteter betjenes derfor ofte fra sentraler nærmere mot eller på land. Et aktuelt konsept for eksponerte lokaliteter er merder som kan senkes ned (f. eks. til 10 m) ved høy bølgegang eller i andre situasjoner med ugunstige forhold ved overflaten (maneter, giftige alger).

I sammenlignende studier har ”havmerder”, systemer basert på relativt store merder konstruert for å tåle relativt sterk eksponering, kommet svært gunstig ut mht produksjonskostnader for laks i forhold til middelkostnadene i norsk havbruk. Nedsenkbare merder er oppgitt å kreve ca. 60 % høyere investering enn tradisjonelle merder. Imidlertid utgjør avskrivninger og kostnader til vedlikehold, reparasjoner o. l. normalt under 20 % av produksjonskostnadene, mens fôringsutgiftene alene utgjør 55 – 60 %.

Etter en evaluering av SINTEF er det kun et avgrenset område på østsida av Utsira som er tilstrekkelig avskjermet til at merdbasert oppdrett kan være aktuelt. Det blir oppgitt en såkalt signifikant bølgehøyde på 2 – 3 m i området, mao innen det nivå som synes aktuelt for plassering av anlegg tilpasset eksponerte lokaliteter. Den lokale bunntopografi må måles og data over bølger og strøm må fremskaffes.

På bakgrunn av tilgjengelig merdteknologi, og den pågående utviklingen på dette området, tyder det på at det omtalte området på østsida av Utsira har muligheter som framtidig oppdrettslokalitet. Vår anbefaling er at arbeidet med å etablere en forsøkskonsesjon på Utsira blir gitt prioritet.

Forord

Utsira kommune har status som pilotkommune i KRDs ”pilotkommuneprosjekt”. I regi av prosjektet har Fylkesrådmannen i Rogaland ved næringssjef Norvald Skretting tatt opp mulighetene for å etablere oppdrettsvirksomhet i kommunen. På denne bakgrunn er Rogalandsforskning blitt anmodet om å utarbeide et notat som omtaler slike problemstillinger med hovedvekt på mulighetene for drift av merdbaserte anlegg for produksjon av laksefisk.

Med utgangspunkt i topografi og værforhold er mulighetene for etablering av merdanlegg ved Utsira begrenset. Rapporten vektlegger derfor forhold som vurdering av kritiske faktorer som bølger og strøm, utvelgelse av tilstrekkelig avskjerma lokaliteter, og eksisterende merdteknologi tilpasset værutsatte lokaliteter. Videre er det presentert en økonomisk kalkyle som uttrykker forventede produksjonskostnader.

Ved utarbeidelse av rapporten er det innhentet relevant informasjon fra Utsira kommune, særlig har kontakten med Robin Kirkhus (rådmann) og Hans M. Kvilhaug (ligningssjef) vært nyttig. Disse har også gitt tillatelse til å benytte opplysninger fra utarbeidet Søknad om havbasert matfiskoppdrett på Utsira (mai 1999) med vedlagt notat fra SINTEF.

Videre har kontakten med Dag Kolberg, Helgeland AS og Dagfinn Ulriksen, Procean AS vært svært nyttig for utarbeidelse av rapporten.

Rapporten er skrevet av Veslemøy Eriksen og undertegnede, mens Troels G. Jacobsen har vært kvalitetssikrer.

Stavanger, desember 1999

Asbjørn Bergheim

1 Innledning

Arbeidsgruppen for havbruk (1999) har vurdert potensialet for verdiskapning innen havbruksnæringen i Norge og oppgir at utvikling av merdanlegg som tåler minst 2,5 m signifikant bølgehøyde vil gi plass til en årsproduksjon på 2,5 mill. tonn laks og øvrig laksefisk. Mao. er ikke en slik utviklingen mulig uten at mer eksponerte sjøområder tas i bruk som anleggslokaliteter enn de som dominerer produksjonen i dag. I følge Fiskeridepartementet vil det, for første gang på 15 år, bli utlyst nye konsesjoner for lakseoppdrett i Sør-Norge i løpet av år 2000.

Sjøområdene ved Utsira ble tidligere ansett for å være for lite avskjermet mot vind og bølger til at drift av merdanlegg var aktuelt. For 10 år siden ble derfor landbasert matfiskproduksjon ansett som den eneste aktuelle driftsformen i kommunen (Forsberg, 1989). Imidlertid er det i dag stor generell skepsis til produksjon av laks og ørret på land, først og fremst på grunn av høyt investeringsnivå, pumpekostnader, etc. I løpet av perioden 1994 – 98 avtok førstehåndsprisene på norsk laks med bortimot 10 kr/kg fra ca. 35 til ca. 25 kr/kg (Asche & Guttormsen, 1999). En stadig mer effektiv produksjon har også medført at den gjennomsnittlige produksjonskostnaden i norsk laksenæring har gradvis avtatt og er i dag omkring 17 kroner pr. kg rund fisk (Fiskeridirektoratet, 1999). I tillegg kommer så utgifter forbundet med slakting og frakt, og avskrivninger og renter på egenkapital (utgjør 3 – 4 kr/kg).

Siden slutten av 1980-årene har det skjedd en betydelig FoU-aktivitet for å få fram flytesystemer tilpasset mer åpne områder. I Norge var gjennomføringen av det NTNFinansierte forskningsprogrammet ”Åpne produksjonsanlegg” 1988-93 et viktig bidrag (Myrseth, 1993) som også var utgangspunkt for videre samarbeid mellom forskningsinstitusjoner og utstyrsindustrien.

Utsira kommune (1999) har nylig presentert en søknad om en forsøkskonsesjon over 10 år basert på oppdrett i merder. Forsøkskonsesjonen er tenkt å bidra til å skape et oppdrettsmiljø på stedet der økte kunnskaper og erfaringer med merdoppdrett på eksponerte lokaliteter i den ytre kyststrømmen står sentralt. Mulighetene for å oppnå en slik forsøkskonsesjon avhenger ikke minst av den videre dialog med de involverte departement (Kvilhaug, pers. med.).

I et notat fra SINTEF vedlagt nevnte søknad (Utsira kommune, 1999) er bølgeforholdene på østsida av øya vurdert. Langs de andre delene av øya (S - V - N) er samtlige områder for eksponert for vind og bølger til at flyteanlegg kan drives.

Utviklingen i havbruksnæringa krever at levedyktige anlegg må ha høy produktivitet. Værutsatte lokaliteter kan derfor bare utnyttes dersom den anvendte teknologien er konkurransedyktig med produksjonssystemer som benyttes på mer beskyttede lokaliteter, både med hensyn til produksjonskostnad og driftssikkerhet. Ekstrakostnadene forbundet med beskyttelse av anlegget - som alternativt system, robust konstruksjon, ekstra fortøyning, bølgebryting, og lignende - må derfor ikke utgjøre en for stor del av den totale investering, samtidig som produksjonsnivået må opprettholdes.

2 Oppdrett på eksponerte lokaliteter – generelle erfaringer

Et vesentlig utgangspunkt for opprettelsen av forskningsprogrammet "Åpne produksjonsanlegg" var negative driftserfaringer fra oppdrett på avskjerma, innelukka lokaliteter (Myrseth, 1993). Anlegg på grunne steder med lite strøm og bølger er generelt utsatt for "selvforurensning", dvs dårlige miljøforhold som følge av oppsamlet avfall, særlig p.g.a. gassutvikling fra avsatte sedimenter. En velkjent løsning er flytting av anlegget til alternativ lokalitet (-er) etter en viss tids drift. Slike lokaliteter er også periodevis påvirket av nedsatt vannutskiftning og høye temperatursvingninger. Både praktiske erfaringer og undersøkelser viser at merder forankret på dypt vann på relativt eksponerte lokaliteter representerer gode løsninger mht. problemer med miljøforurensning og sykdomssmitte.

Allerede for 10 år siden var det utviklet storskala flyteanlegg for eksponerte lokaliteter (Braaten & Dahle, 1988): Bridgestone "Hi-Seas" fish cage, Polarcirkel Gigante, Farmocean 3500 (nedsenkbar), Aqua System 104, Seacon og Ewos Gigant. Disse anleggene var konstruert for maksimale bølgehøyder mellom 5 – 8 m og viste seg å tåle ekstreme værforhold. Til tross for lavere fisketetthet, ble store "offshore" anlegg funnet å være fullt på høyde med mindre tradisjonelle merder økonomisk sett (Braaten & Dahle, 1988).

Med "åpne sjølokaliteter" for flytende oppdrettsanlegg ble definert steder med signifikant bølgehøyde opptil 4 m (lokaliteter med 30-års bølge på over 7 m) i følge Svensson (1993). Imidlertid er også bølgelengden ("avstand mellom bølgetoppene") en svært viktig faktor for påkjenningen og dermed for levetiden til et flyteanlegg (Ulriksen, pers. med.).

Generelt er bevegelse av nøtene et stort problem på eksponerte lokaliteter. Derfor må det benyttes systemer som sikrer minimal bevegelse av notvegg og -bunn. Uten spesielle tiltak vil sterk strøm medføre redusert notvolum som følge av avbøyning. Ved en strømhastighet på 50 cm/s vil avbøyningen redusere det effektive notvolumet med 60 – 80 % avhengig av vekten på bunnloddene og størrelse på nota (Lien, 1993). Et helt avgjørende tiltak her er spesiell fortøyning av nøtene (Ulriksen, pers. med.). Gunstig strømhastighet for stor laks og ørret mht vannutskiftning og fiskens kondisjon er i området 5 – 20 cm/s.

De økte værkreftene på eksponerte lokaliteter medfører økte utgifter til fortøyning. I følge Lien (1993) er det en "dramatisk økning" i fortøyningskostnadene på lokaliteter med signifikant bølgehøyden over 1,5 – 2 m. Merdene på slike lokaliteter må derfor være tilstrekkelig avstivet (flytekrage) til at kostnadene til ekstra fortøyning kan holdes på et rimelig nivå.

Generelt er det oppnådd gode produksjonsresultater i relativt store merder (> 2000-3000 m³) på åpne lokaliteter (Svensson, 1993; Gulberg *et al.* 1993; Kittelsen, 1998), uttrykt som veksthastighet, fôrforbruk og dødelighet. Bl. a. har det vist seg i sammenlignende undersøkelser at det oppnås en høyere sluttvekt hos stor laks (> 4 kg) når merdvolumet økes. I matfiskproduksjon er mer enn 50 % av den totale produksjonskostnaden knyttet

til fôrutgiftene (Fiskeridirektoratet, 1999). En helt avgjørende faktor er derfor funksjonen til utfôringsystemet og det er påvist betydelige forskjeller i fôringsøkonomien mellom ulike systemer. Sammenligning av ulike aktuelle fôringsystemer pågår ved Sifas' anlegg i Nordland (Jørgensen, pers. med.). Da produksjonen i dag er basert på årlige tildelte fôrkvoter, er utnyttelsen av fôret utslagsgivende for anleggets produksjonsnivå og driftsøkonomi. På eksponerte lokaliteter er mulighetene for kontrollert utfôring på dager med dårlige værforhold ekstra viktig for å kunne utnytte fiskens vekstpotensial og oppnå lav fôrfaktor.

For å redusere rømming av oppdrettsfisk som følge av skade og havari er det utarbeidet en "Veileder til regelverk for typegodkjenning av flytende oppdrettsanlegg" (TYGUT, 1997). For typegodkjenning av anleggets hovedkomponenter (flytekrage, not, forankringssystem) skal maksimalverdiene beregnes for naturlaster på lokaliteten (værkrefter fra vind, strøm og bølger) tilsvarende 50 års returperiode. Kort beskrevet skal maksimalverdiene fremskaffes ved minimum 3-mnd målinger på stedet som grunnlag for ekstrapolering til langtidsstatistikk av kvalifisert person. Generelt har den tekniske standarden til oppdrettssystemene blitt mye forbedret de siste årene, særlig for fortøyingssystemene (Anfinsen, pers. med.).

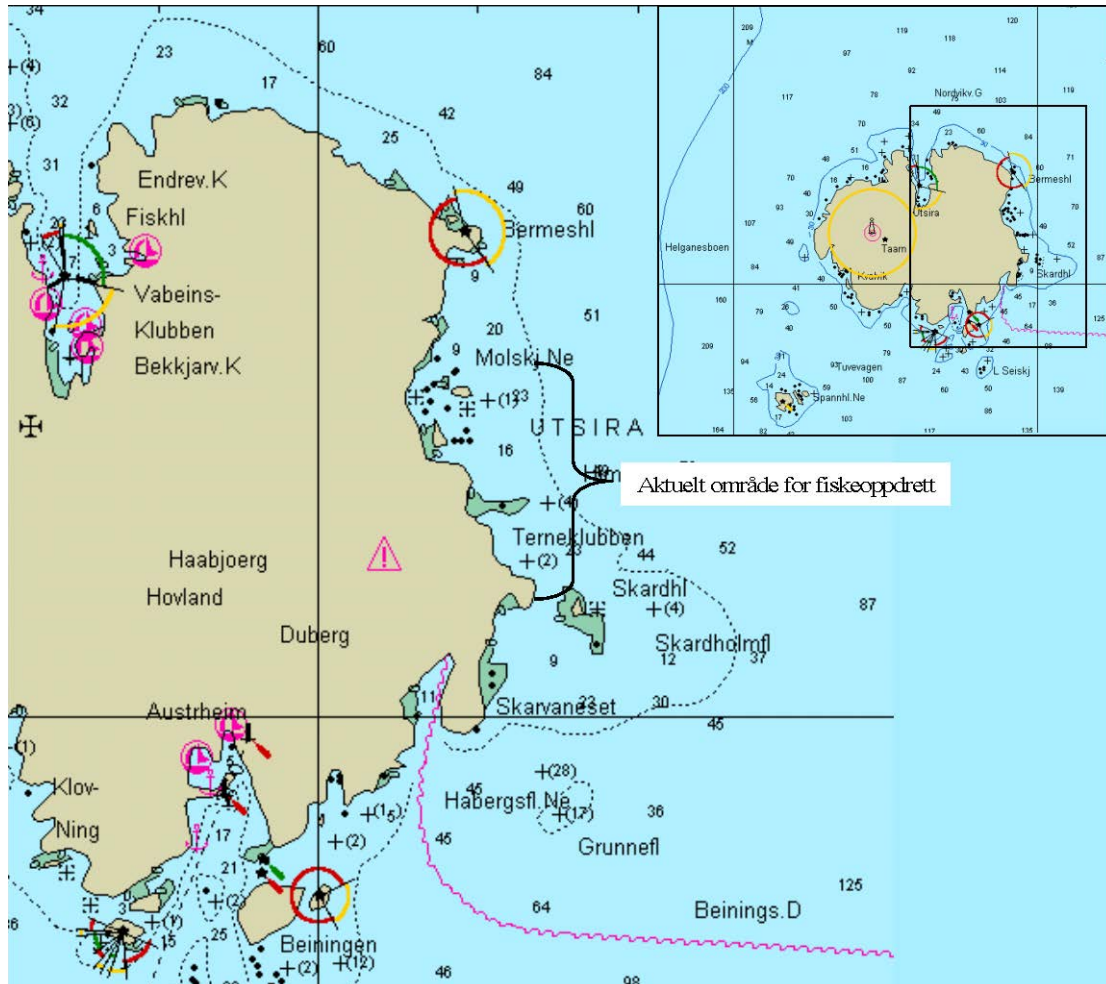
I følge veileder (TYGUT, 1997) skal følgende miljøforhold dokumenteres for hver aktuell anleggslokalitet:

- Maksimal vindhastighet skal angis som 10 min middelvind i referanse høyde 10 m over sjø-overflaten
- Maksimal strøm skal inkludere alle relevante komponenter (tidevann-, vindstrøm etc.)
- Designbølgen må dekke det mest kritiske tilstander for anlegget. Det innebærer at man må undersøke bølgebelastning for et område av bølgeperioder. Eksponering for dønninger skal inkluderes.
- Eksponering for ising og risiko for drivis skal vurderes.
- Maksimum- og minimumstemperaturer i vann og luft skal oppgis.
- Ekstremverdier for lavvann og høyvann inkludert stormflod skal oppgis.
- Det skal angis hvilke predatorer som erfaringsmessig finnes i området.

Data for maksimal strømhastighet skal fremskaffes ved målinger på lokalitet av minimum 1 måneds varighet og med påfølgende analyse og ekstrapolering til langtidsstatistikk (person med spesiell kompetanse). Data for bølger kan fremskaffes ved målinger over 3 mnd eller ved beregning (se Kap. 3.2).

3 Utsira

3.1 Oversiktskart



Figur 1. Hydrografisk kart over Utsira, aktuelt område for fiskeoppdrett er skissert (Målestokk 1 : 25.000).

Som det framgår av Figur 1 er det kun et begrenset område på østsida som i utgangspunktet blir vurdert som tilstrekkelig avskjernet til å kunne være aktuelt for fiskeoppdrett. Imidlertid er det ikke foretatt lokal undersøkelse av bunntopografi eller måling av strøm og bølger (Kap. 3.2). Det avmerkede området har en utstrekning på ca. 1 km fra S til N.

3.2 Værforhold, bølger og strøm

I følge den presenterte søknad (Utsira kommune, 1999) er det ingen lokaliteter rundt øya som tillater merdoppdrett med vanlig utstyr. Dertil er områdene for eksponert. En beregningsanalyse over bølgeforhold vedlagt søknad, utført av SINTEF, viser at det eneste mulige området for drift av et robust merdanlegg ("havgående anlegg") er ved Ternevika på øyas østside (Kart 1 : 25000). Analysen viste at signifikant bølgehøyde fra havsjø (fra S – NV) ved Ternevika er på 2,4 – 2,8 m, mens lokal sjø (fra NØ – SØ) vil kunne generere bølger på 2,0 – 2,5 m på denne lokaliteten. Den lengste åpne sektoren fra NØ til SØ er 25 km. For øvrig er det tilgjengelig vinddata for Utsira (Utsira fyr DNMI's værstasjon nr. 47300).

Det foreligger ingen lokale *målinger* av topografi, bølgebevegelser og strøm. Da strømhastighet er en sentral parameter for dimensjonering av anleggsfortøyning, vil slike målinger måtte gjennomføres for en nærmere analyse av forholdene (se Kap. 2).

Omtalte anleggssystemer for eksponerte lokaliteter (Kap. 3.4) er dokumentert for å tåle beregnet bølgehøyde ved Ternevika. En begrensende faktor er forholdet mellom avstand fra land og dybde: for å oppnå 30 m dyp er avstanden fra land 300 – 400 m i det aktuelle området (M 1: 25 000). For å oppnå tilstrekkelig avskjerming mot vind og bølger, må trolig deler av et overflatebasert anlegg være plassert innenfor 30-m koten. Dybdeforholdene har også stor innflytelse på kostnadene til fortøyning. Bygging av molo som tiltak for å redusere bølgepåvirkningen lokalt har også vært foreslått (Kvilhaug, pers. med.). Steinmassene til bygging av molo kunne fremskaffes ved sprengning på lokalitet for opparbeiding av landbase tilknyttet anlegget.

3.3 Øvrige miljøparametre

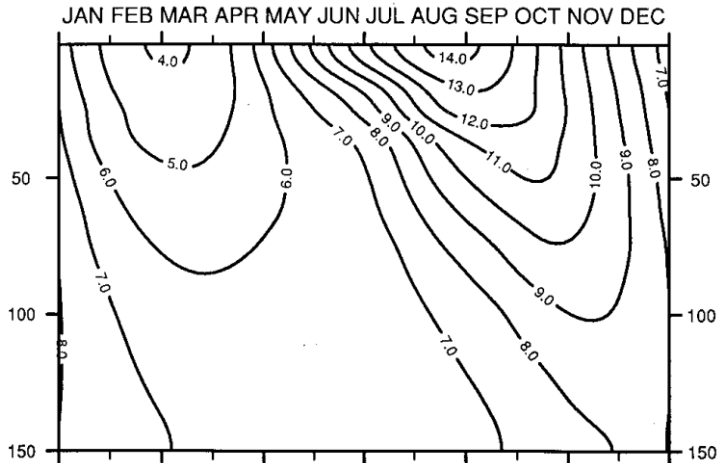
Sjøområdene ved Utsira inngår i Havforskningsinstituttet sitt kystovervåkingsprogram som har til hensikt å etablere en langtidsserie for overvåking av havklimaet. Målinger av temperatur og saltholdighet inngår som en del av programmet. Vanntemperatur er en viktig faktor for vekst og utvikling av fisken. Ved lave temperaturer vil aktivitet og stoffskifte avta, mens ved høye temperaturer vil fisken bli mer aktiv og dette medfører økt oksygenforbruk. Saltholdigheten i vannmassene er derimot en mindre kritisk faktor.

I et normalt år vil det på 10 m være en variasjon på ca 11 °C mellom kaldeste og varmeste måned. Laveste temperatur (3,9 °C) måles i mars, mens høyeste temperatur måles i august hvor temperaturen på 10 m er ca 14 °C. Dette betyr at antall døgngrader pr. måned varierer fra 120 til 440 i løpet av et normalt år. Målinger av saltholdighet i vannmassene antyder som forventet at området ikke er preget av betydelig ferskvannstilførsel, derimot observeres en sesongmessig variasjon i saltholdighet. Vannmassene er godt gjennomblandet, men i løpet av sommeren skjer det en oppvarming av overflatevannet og det dannes et sprangsjikt som brytes ned i september/oktober.

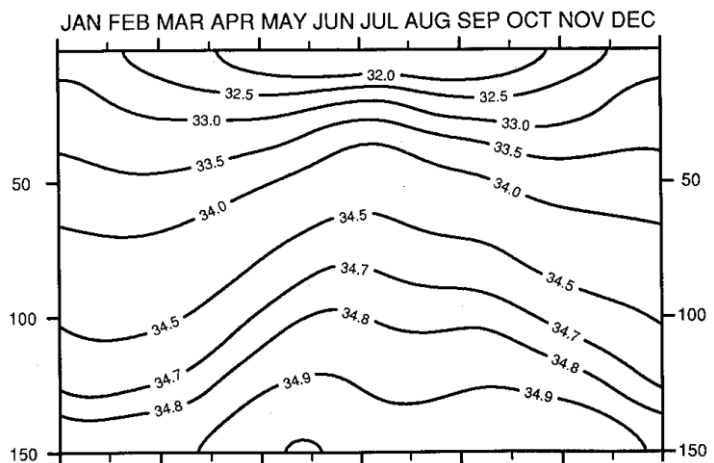
De hydrografiske dataene indikerer at vannmassene preges av den norske Kyststrøm som starter ved utløpet av Østersjøen og fortsetter langs hele Norskekysten. Kystvann defineres som vann med temperaturer på over 2 °C, og saltholdighet under ca 35. Strømhastighetene i den norske Kyststrøm kan komme opp i ca 100 cm/sek, og den

totale vanntransporten er omtrent 1 mill.m³ pr sek. utenfor kysten av Sørvestlandet (Aure & Østensen 1993).

Både dataene over sjøklimate og generelle erfaringer fra fiskeoppdrett i ytre områder langs Vestlandskysten tyder på at forholdene for oppdrett av laks er gunstige ved Utsira hvis tilstrekkelig avskjerming mot vind og bølger oppnås. Et risikomoment i sommerhalvåret år om annet kan være forekomst av giftproduserende alger og lokal oppstuvning av maneter.



Figur 2. Temperatur ved indre Utsira (N 59°19' E 4°59') i et normalt år (fra Aure & Østensen, 1993).



Figur 3. Saltholdighet ved indre Utsira (N 59°19' E 4°59') i et normalt år (fra Aure & Østensen, 1993).

3.4 Aktuelle systemer

Flytekrager i stål (plattformer)

Slike systemer er helt eller delvis avstivet og beveger seg relativt lite i dårlig vær med høye bølger. God stabilitet, høyt fribord (1 – 1,5 m), brede gangbaner og lignende gjør at slike systemer kan betjenes av røkter med god sikkerhet ved varierende værforhold.

Et eksempel på et slikt system er Ocean Katamarananlegg som er tidligere dokumentert for lokalitet med signifikant bølgehøyde på 3,2 m (Ulriksen, pers. med.). Katamaranene (pontongene) er lokalisert parallelt med strøm/bølgeretningen slik at miljølastene i konstruksjonen blir minimalisert. Anlegget er utstyrt med et eget notutspilingsystem for å hindre vertikal notbevegelse. For en konsesjon på 12.000 m³ er bruttoarealet 44,5 x 82,5 m bestående av 8 stk. bur á 15 x 20 m.

Flytekrager i plast

Fleksible flytekrager følger i større grad bølgebevegelsene enn avstiva systemer. Adgangen til merdene vil derfor være avhengig av vær og vind på eksponerte lokaliteter. Slike merder tilføres derfor vanligvis fôr gjennom slanger fra sentralt fôringsanlegg plassert på flytebrygge eller på land.

Helgeland Plast har utviklet flytesystem i plast spesielt tilpasset eksponerte lokaliteter (Kolberg, pers. med.). Det såkalte polarCirkel Gigante anlegget er basert på sirkulære flytekrager med diameter 50 – 100 m bestående av doble plastrør. Anlegget er uttestet ved Gifas' forskningsstasjon (Hs ca. 2,5 m) med gode resultater både mht fysisk styrke og produksjonskapasitet.

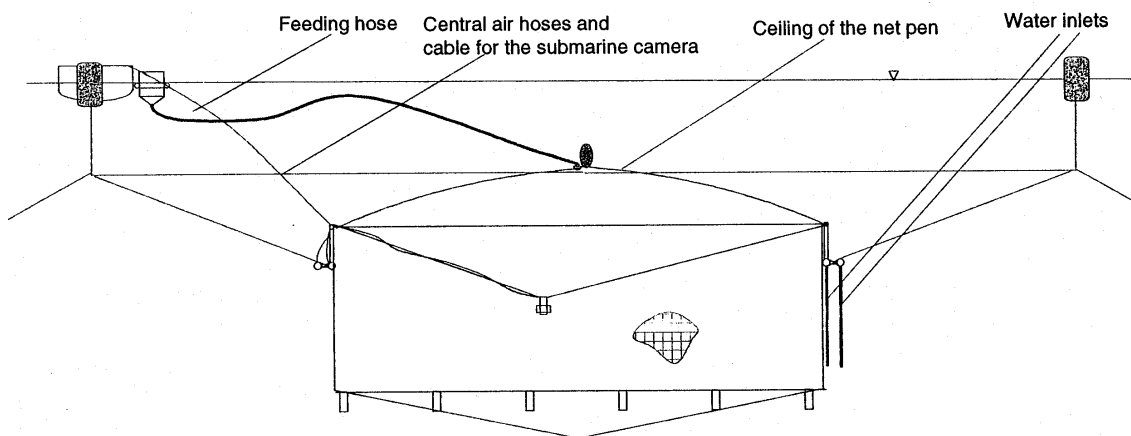
Under søknad (Utsira kommune, 1999) ble bruk av en Bridgestone merd (flytekrage av gummi) lansert. Dette systemet er benyttet i mange land for oppdrett i åpne sjøområder og tåler sterk væreksporing (Gunnarsson, pers. med.).

Nedsenkbare merder

For å kunne redusere bølgekreftene og å eliminere vindkreftene ved overflaten i dårlig vær, er det utviklet merder som kan holdes midlertidig neddykket. En nedsenkbar merd av typen polarCirkel (Ø 70 m) med stor laks ble testet ut av MARINTEK (Wilhelmsen *et al.* 1998). Merden ble holdt på 5 – 10 m dyp gjennom sommeren og løftet til overflaten hver tredje dag (overflatestilling i 3 timer etterfulgt av ny neddykking). Veksthastighet, fôrutnyttelse og stress ved heving/senking ble registrert. Sammenlignet med produksjon i konvensjonell merd var fôrutnyttelsen i den neddykka merden noe lavere (hhv. 1,0 og 1,14 kg fôr/kg tilvekst). Ved å utvikle et forbedret utfôringsystem tilpasset neddykka merder er det forventet å oppnå tilsvarende vekst og fôrutnyttelse som for vanlige overflatebaserte merder.

I tillegg til redusert belastning fra miljøkreftene i overflaten, vil nedsenking til optimal dybde også kunne forbedre de biologiske produksjonsbetingelsene for fisken mht vekst (temperatur, salinitet), redusert begroing og redusert behov for avlusing av fisken (Wilhelmsen *et al.* 1998). Også problemer med koloniforekomster av maneter ved overflaten, som bl. a. skapte problemer med økt dødelighet ved flere anlegg på Vestlandet høsten 1999, vil kunne unngås i nedsenka merder.

En nedsenkbar merd med 10 m dyp notpose krever i praksis en lokalitet med et dyp på minimum 25 – 30 m (Kolberg, pers. med.). For å kunne redusere bølgekraften tilstrekkelig i ekstremt vær, er nedsenking av flytekragen til 10 m dyp aktuelt. Dessuten vil merden i nedsenket posisjon gjennomgå en vertikal bølgebevegelse og nota bør ikke komme i kontakt med bunnsedimentene for å unngå oppvirvling av partikler (stress, gjelleskader).



Figur 4. Merd i nedsenket posisjon med utstyr for heving/senking (vha. vann og luft), undervannskamera og føringsutstyr (Wilhelmsen *et al.* 1998). Gjengitt etter tillatelse fra Dag Kolberg, Helgeland Plast AS.

3.5 Investering – produksjonskostnad

Oppdrettsanlegg på eksponerte lokaliteter ("havmerder") vil kreve høyere investeringer enn anlegg mindre utsatt for miljøkrefter. Forsterkede konstruksjoner (eks. doble flyteringer) og fortøyninger, tilleggsutstyr (eks. for senking/heving av merder) og lignende vil øke kostnadsnivået betydelig. Et anlegg basert på nedsenkbare merder med 12000 m³ merdvolum krever en investering på omkring 2,3 mill. kroner, mens tilsvarende investering for et tradisjonelt merdanlegg er omkring 1,4 mill. kroner (Kolberg, pers. med.).

I en undersøkelse, utført for Procean AS (Tabell 1), viser det seg at avskrivninger uansett anleggstype utgjør en relativt liten del av produksjonskostnadene (3 – 8 %). Avskrivningstida er normalt 8,5 år for den flytende anleggsdelen og 6,5 år for nøter (Fiskeridirektoratet, 1999). Noe økte avskrivninger for havmerdene mer enn kompenseres av lavere "Andre kostnader" (utgifter til vedlikehold, reparasjoner, elektrisitet, forsikringer), spesielt for det nyinvesterte stålanlegget. Sammenlignet med gjennomsnittsanlegget i 1997 utmerker havmerdene seg med langt høyere produktivitet pr. ansatt (22 – 60 %) og pr. m³ merdvolum (32 – 38 %). Stålanlegget kommer best ut totalt sett, også pga. en bedre fôrutnyttelse. Før finanskostnader var produksjonskostnadene i havmerdene, sammenlignet med gjennomsnittsanlegget, kr. 2,50 – 3,00 lavere pr. kg fisk som tilsvarer 1 – 2 mill. kroner høyere driftsinntekter

årlig pr. konsesjon på 12000 m³. I følge Fiskeridirektoratets (1999) gjennomsnittsverdier utgjør finanskostnadene ca. kr. 1,50 pr. kg produsert fisk.

Tabell 1. Beregnede produksjonskostnader eksklusive finanskostnader ved produksjon av laks i havmerder med flytekrager i 1) Stål og 2) Plast sammenlignet med gjennomsnittskostnader ved 256 norske anlegg i 1997. Undersøkelsen utført av Deloitte & Touche og Bergen Aqua AS (Ulriksen, pers. med.).

Variable kostnader	Havmerder			Gjennomsnitt 1997 (Fiskeridirektoratet, 1998)
	Stål	Plast	Middel	
Fôr	8,22	8,76	8,49	8,94
Smolt	2,13	2,10	2,11	2,64
Personell	0,95	0,97	0,96	1,58
Andre	1,01	1,54	1,28	2,74
Avskrivninger	1,00	0,68	0,84	0,58
Sum (kr/kg)	13,32	14,05	13,69	16,48
Produktivitet:				
Tonn/ansatt	313	237	275	194
Kg/m ³ /år	49	51	50	37
Fôrfaktor	1,05	1,22	1,13	1,19

4 Konklusjon

En forsøkskonsesjon for oppdrett av laks på Utsira bør gis prioritet utfra følgende forhold:

- Værpåvirkningen på en aktuell lokalitet på øyas østside synes å være innenfor de akseptable rammer for oppdrett på eksponerte lokaliteter
- Målinger over lokal bølgehøyde, strøm og vind må foretas. Det samme gjelder lokale dybdeforhold
- Både med henblikk på produktivitet og økonomi viser erfaringer at såkalte "havmerder" – flytesystemer tilpasset åpne, relativt eksponerte lokaliteter – er fullt ut konkurransedyktige med tradisjonelle flytesystemer tilpasset mer innelukka lokaliteter
- Dersom Norges muligheter for verdiskaping inne havbruk skal kunne realiseres, må lokaliteter som den omtalte på Utsira tas i bruk i nær framtid. Det er hevet over tvil at de indre kyst- og fjordområdene i stadig større grad vil bli gjenstand for ulike typer interesse- og brukskonflikter

5 Referanser

- Anfinsen, Aksel, Fiskeridirektoratet, Bergen. Personlig meddelelse.
- Arbeidsgruppen for Havbruk. 1999. Norges muligheter for verdiskaping innen havbruk. Utredning fra Arbeidsgruppen for havbruk oppnevnt av DKNVS og NTVA, Trondheim, okt. 1999.
- Asche, F. & A. G. Guttormsen. 1999. Sesongvariasjon i laksepriser. Norsk Fiskeoppdrett, 24(8) : 34 – 35.
- Aure, J. & Ø. Østensen. 1993. Hydrografiske normaler og langtidsvariasjoner i norske kystfarvann. Fisken og Havet, nr.6/93.
- Braaten, B. & L. A. Dahle. 1988. Large Scale Offshore Farming. Possibilities and Limitations. Paper for 4th Aquaculture International Conference, Verona, October 14-15, 1988. 32 pp.
- Fiskeridirektoratet. 1998. Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskanlegg 1997. Rapporter og meldinger, nr. 2/98.
- Fiskeridirektoratet. 1999. Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskanlegg 1998. Rapporter og meldinger, nr. 1/99.
- Forsberg, O-I. 1989. Landbasert oppdrettsanlegg for laks i Utsira kommune. En lønnsomhets- og risikovurdering. Rapport fra Rogalandforskning, RF-122/89. 23 s.
- Gulberg, B., Kittelsen, A. & T. Åsgård. 1993. Improved salmon production in large cage systems. In: (Reinertsen *et al.*, eds.), Fish Farming Technology, pp. 251-58. Proc. 1st Int. Conf. on Fish Farming Technology, August 9-12, Trondheim, Norway.
- Gunnarsson, Jørgin, Akva-Trade AS, 5427 Urangsvåg. Personlig meddelelse.
- Kittelsen, A. 1998. The modern cage culture in fish farming. ICES Annual Report 1998, L : 7.
- Lien, E. 1993. Tension Leg Cage – a new net pen cage for fish farming. In: (Reinertsen *et al.*, eds.), Fish Farming Technology, pp. 251-58. Proc. 1st Int. Conf. on Fish Farming Technology, August 9-12, Trondheim, Norway.
- Myrseth, B. 1993. Open production systems. In: (Reinertsen *et al.*, eds.), Fish Farming Technology, pp. 5-16. Proc. 1st Int. Conf. on Fish Farming Technology, August 9-12, Trondheim, Norway.
- Svensson, J. E. 1993. The development of a complete concept for fish farming in open sea. In: (Reinertsen *et al.*, eds.), Fish Farming Technology, pp.259-264. Proc. 1st Int. Conf. On Fish Farming Technology, August 9-12, Trondheim, Norway.
- TYGUT. 1997. Regelverk for Typegodkjenning av Flytende Oppdrettsanlegg. Typegodkjenningsutvalget – Marintek. Februar 1997.
- Ulriksen, Dagfinn, Procean AS, 5816 Bergen. Personlig meddelelse.

Utsira kommune. 1999. Søknad om forhåndstilsagn for havbasert matfiskoppdrett på Utsira. Utsira kommune, 5515 Utsira. 01.05.99.

Wilhelmsen, K., Lien, E. & H. Rudi. 1998. Development of the 70 m submersible polarCirkel gigante. Marintek Report, No. 401555.00.01 (Confidential).