

NIVA



RAPPORT LNR 5469-2007

VESO

SINTEF

Dyrevelferd i akvatisk  
dyrehold – herunder  
fremtidens dyrehold



*foto : Trond Rosten*

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
N-0349 Oslo, Norway  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Midt-Norge**

P.O.Box 1266 Pirsenteret  
N-7462, Norway  
Telefon (47) 54 63 85  
Telefax (47) 54 63 87

Tittel Bistand til mattilsynet knyttet til utredning av dyrevelferd i akvatisk dyrehold, herunder fremtidens dyrehold	Løpenr. (for bestilling) 5469-2007	Dato 26.07.07
	Prosjektnr. Undernr. 24271	Sider Pris 131
Forfatter(e) Trond Rosten (NIVA), Bjørn Braaten (NIVA), Trude Olafsen (Sintef), Cecilie Mejdell (VESO) Tania Wollfrom (VESO), Egil Myhr (VESO), Bjørn Olav Rosseland (UMB/NIVA).	Fagområde Fisk og akvakultur	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Mattilsynet	Oppdragsreferanse Inger Helen Stenevik
---------------------------------	---

Sammendrag Utredningen belyser fiskevelferd i oppdrett av laks, regnbueørret, røye, torsk, kveite, steinbit, piggvar, leppefisk, ål, humme, taskekrabbe og foreslår velferdsindikatorer for de nevnte artene.
--

Fire norske emneord 1. Oppdrettsfisk 2. Velferd 3. Fiskehelse 4. Oppdrett	Fire engelske emneord 1. Farmed fish 2. Welfare 3. Fishhealth 4. Fishfarming
---	--



forskningsleder  
Trond Rosten



Fag og markedsdirektør  
Jarle Nygard

Bistand til Mattilsynet

**Dyrevelferd i akvatisk dyrehold – herunder  
fremtidens dyrehold**

I forbindelse med ny lov om dyrevern

## Forord

NIVA seksjon for villfisk og akvakultur fikk i november 2004 i oppdrag fra Mattilsynet å gjennomføre et prosjekt for å belyse dyrevelferd i akvatisk oppdrett. Oppdraget var en av flere aktiviteter som Mattilsynet satte i gang i 2004 som en oppfølging av St.meld nr 12, 2002 – 2003 om dyrehold og dyrevelferd. Arbeidet vil sammen med andre støtte opp om Mattilsynets arbeid med utarbeidelse av ny lov om dyrevern.

Dette oppdraget er gjennomført i tett samarbeid med Cecilie Mejdell, Egil Myhr og Tania Wolffrom fra VESO og med Trude Olafsen fra SINTEF Fiskeri og Havbruk. Vi vil i tillegg rette en takk til artsekspertene innen oppdrettsnæring og forskning. Disse har gitt svært viktige bidrag i grunnlaget for de forslag til velferdsindikatorer som er foreslått for de ulike artene.

Vi vil også rette en takk til forskningsleder Børge Damsgård ved Fiskeriforskning for samarbeid og utveksling av sentrale referanser innen fiskevelvelferd, samt til professor Bjørn Olav Rosseland fra NIVA NLH-Ås for kvalitetssikring av rapporten.

Rapporten er trykket som en NIVA rapport i Juli 2007 og legges åpent ut.

Trondheim, 26.07.07

*Trond Rosten*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>7</b>
<b>1. Om mandatet</b>	<b>12</b>
<b>2. Metode</b>	<b>13</b>
<b>3. Bakgrunn og behov for å etablere velferdsindikatorer i akvatisk dyrehold</b>	<b>15</b>
<b>4. Velferd – begrepsdefinisjon</b>	<b>17</b>
<b>5. Fisk og smerte</b>	<b>19</b>
<b>6. Velferdsindikatorer hos fisk generelt</b>	<b>22</b>
6.1 Fysiologiske velferdsindikatorer	22
6.2 Adferdsindikatorer	24
6.3 Morfologiske indikatorer	26
6.4 Fysisk helse som velferdsindikator	26
6.4.1 Helse og sykdom hos fisk – kategorisering og diskusjon av begreper	28
6.4.2 Sykdom i forhold til andre velferdsparametere hos fisk	29
6.5 Indirekte velferdsindikatorer	29
6.6 Prinsipper for å etablere velferdsindikatorer hos akvatiske organismer	30
<b>7. Laks og regnbueørret</b>	<b>32</b>
7.1 Særtrekk ved laks	32
7.2 Særtrekk ved regnbueørret	33
7.3 Beskrivelse av produksjonsmetode	34
7.4 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene	35
7.5 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av laks og ørret	37
7.5.1 Stamfisk	38
7.5.2 Produksjon av yngel og settefisk	38
7.5.3 Produksjon av matfisk	40
7.5.4 Transport	42
7.5.5 Slakting	44
7.6 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferdsindikatorer for laksefisk	44
7.7 Forslag til mulige velferdsindikatorer for laks og ørret	46
<b>8. Røye</b>	<b>53</b>
8.1 Særtrekk ved røye	53
8.2 Beskrivelse av produksjonsmetode	54
8.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene	56

---

8.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av røye	56
8.4.1 Produksjon av yngel og settefisk	56
8.4.2 Produksjon av matfisk	57
8.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferd røye	58
8.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for røye	58
<b>9. Torsk</b>	<b>62</b>
9.1 Særtrekk ved Torsk	62
9.2 Beskrivelse av produksjonsmetode	63
9.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene	65
9.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av torsk	65
9.4.1 Produksjon av yngel og settefisk	66
9.4.2 Produksjon av matfisk	68
9.4.3 Transport av torsk	69
9.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferdsindikatorer hos torsk	70
9.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for torsk	70
<b>10. Kveite</b>	<b>75</b>
10.1 Særtrekk ved kveite	75
10.2 Beskrivelse av produksjonsmetode	75
10.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene	77
10.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av kveite	78
10.4.1 Produksjon av yngel og settefisk	78
10.4.2 Produksjon av matfisk	79
10.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferdsindikatorer for kveite	80
10.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for kveite	80
<b>11. Piggvar</b>	<b>86</b>
11.1 Særtrekk ved piggvar	86
11.2 Beskrivelse av produksjonsmetode	86
11.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene	87
11.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av piggvar	87
11.4.1 Stamfisk- og yngelproduksjon	88
11.4.2 Matfiskproduksjon	88
11.4.3 Transport	89
11.4.4 Avliving	89
11.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferdsindikatorer hos piggvar	89
11.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for piggvar	89
<b>12. Flekksteinbit</b>	<b>92</b>
12.1 Særtrekk ved flekksteinbit	92
12.2 Beskrivelse av produksjonsmetode	92
12.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene	93
12.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av steinbit	94
12.4.1 Produksjon av stamfisk, yngel og settefisk	94

---

12.4.2 Produksjon av matfisk	95
12.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferdsindikatorer hos flekksteinbit	96
12.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for flekksteinbit	96
Tabell 8 Forslag til velferdsindikatorer for flekksteinbit	97
<b>13. Leppefisk</b>	<b>100</b>
13.1 Særtrekk ved leppefisk	100
13.2 Beskrivelse av produksjonsmetode	101
13.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene	102
13.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett for leppefisk	102
13.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferd leppefisk	104
13.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for leppefisk	105
<b>14. Ål</b>	<b>108</b>
14.1 Særtrekk ved ål	108
14.2 Beskrivelse av produksjonsmetode	109
14.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene	109
14.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av ål	110
14.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferdsindikatorer for ål	111
14.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for ål	112
<b>15. Hummer</b>	<b>114</b>
15.1 Særtrekk ved hummer	114
15.2 Beskrivelse av produksjonsmetode	115
15.3 Status helse hos hummer – de viktigste kjente utfordringene	115
15.4 Oppsummering av erfaringer i forhold til velferd hos hummer i oppdrett	116
15.4.1 Yngel- og settehummerproduksjon	116
15.4.2 Oppføring av settehummer fram til porsjonsstørrelse	117
15.4.3 Utsett av hummer i bunnkultur i sjø	118
15.4.4 Transport og avlivning	118
15.5 Vitenskapelige publikasjoner på velferdsindikatorer hos hummer	119
15.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for hummer	119
Tabell 10 Forslag til velferdsindikatorer hummer	120
<b>16. Taskekrabbe</b>	<b>122</b>
16.1 Særtrekk ved krabbe	122
16.2 Beskrivelse av produksjonsmetode	123
16.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene	123
16.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til velferd og krabbe	123
16.5 Vitenskapelige publikasjoner på velferdsindikatorer for krabbe	126
16.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for krabbe	126
<b>17. Litteratur</b>	<b>128</b>

---

## Sammendrag

### *Bakgrunn og målsetting*

Utredningen belyser de viktigste dyrevelferdsmessige utfordringer i dagens og fremtidens dyrehold i akvakultur, samt identifiserer og foreslår mulige fiskevelferdsparametere. I arbeidet er det primært fokusert på nye arter i oppdrett, men etter en nærmere vurdering ble laks og ørret inkludert. Norge har lengst erfaring på disse artene i oppdrettssammenheng. Tilsvarende lite vet man om mange av de nye oppdrettsartene. Derfor var det viktig å ta med laks og ørret for å få det nødvendige komparative perspektivet. Det er lagt vekt på å beskrive utfordringene i den eksisterende produksjon, men også forsøkt å trekke opp noen scenario på nye produksjonsmetoder som kan være aktuelle.

Innledningsvis i utredningen gis en gjennomgang av bakgrunn og behov for å etablere velferdsparametre i akvatisk dyrehold, samt en diskusjon av begrepet dyrevelferd. Fisk og smerte diskuteres i et eget kapittel og velferdsindikatorer hos fisk generelt blir grundig behandlet. Prinsipper for etablering av velferdsindikatorer er deretter etablert.

I utredningen fokuseres det på følgende arter; laks, torsk, piggvar, kveite, steinbit, leppefisk, hummer og røye. I tillegg er artene taskekrabbe og ål omtalt relativt kort. I utredningen er det søkt å gi en oversikt over de ulike artenes atferdsmessige og fysiologiske behov, deres behov for særegne tilpasninger i oppdrett, påpeke mulige velferdsmessige utfordringer ved introduksjon av nye produksjonsmetoder og nye bruksområder for artene, samt foreslå mulige velferdsindikatorer for de ulike artene.

### *Kort om behov for å etablere velferdsparametere på fisk*

Stortingsmeldingen om "Dyrehold og dyrevelferd", som passerte statsråd 13. desember 2002 og som Stortinget i all hovedsak ga sin tilslutning til i juni 2003, påpeker at det i Norge er en manglende tradisjon for å behandle fisk som sansende dyr. I Stortingsmeldingen foreslås det en etisk plattform som skal være førende for hold av og holdninger til dyr i det norske samfunnet. Den etiske plattformen fastslår at dyr har egenverdi. Det skal tas hensyn til dyrs naturlige behov, og man skal aktivt forebygge sykdom, skader og smerte.

Det har vist seg vanskelig å oppnå enighet om én omforent definisjon av begrepet dyrevelferd. Ulike definisjoner har ofte en enten følelse-, natur- eller funksjonalitetsbasert tilnærming (FSBI 2002, Fraser 2004, Duncan 2004) eller man forsøker å kombinere disse. Dette skyldes bl.a. en grunnleggende uenighet om hva som er nødvendige faktorer i et godt dyreliv og ikke minst den innbyrdes vektlegging av disse faktorene når de ikke peker i samme retning.

### *Ulike velferdsdefinisjoner benyttet i tilnærmingen*

I utredningen har vi forsøkt å tilnærme oss jakten på fiskevelferdsindikatorer ved å ta i bruk de ulike velferdsdefinisjoner som er foreslått fra forskere. Nedenfor er disse velferdsdefinisjonene kort beskrevet.

Den funksjonalitetsbaserte tilnærming analyserer dyrets mestring av miljøet, eller som Broom (1986) beskriver dyrevelferd "Dyrets tilstand i dets forsøk på å mestre de utfordringer som



miljøet gir til enhver tid". Utgangspunkt til definisjonen er å si at dyret forsøker å opprettholde homeostase, likevekt, i sine fysiologiske systemer.

Den følelsesbaserte tilnærming tar utgangspunkt i den subjektive, mentale tilstanden hos dyret. Det er dermed dyrets følelser som frykt, smerte og frustrasjon, eller velbehag og lystfølelse, eller snarere balansen mellom positive og negative opplevelser, som er bestemmende for velferden.

Den natur-baserte definisjonen av god velferd legger stor vekt på at dyret har muligheten for å utføre artsspesifikk, naturlig adferd og utfolde sitt biologiske potensiale. Dette synet står sterkt for eksempel innen økologisk husdyrproduksjon.

Velferdsbegrepet er altså komplekst og samlet omfatter det dyrets adferdsmessige og fysiologiske behov, dets fysiske helsetilstand og følelser, vekst og reproduksjon. I rapporten omtales Brambell-kommisjonens 5 friheter for husdyr anvendt på fisk. I tillegg benytter vi Mariann Dawkins praktiske tilnærming til dyrevelferd, hvor hun foreslår at man skal besvare spørsmålene "er dyret friskt?" og "får dyret det som det vil ha?". Vi har valgt å bygge mye av utredningen på en omfattende intervjuundersøkelse av artseksperter/produsenter og det var naturlig for oss i denne sammenheng å la disse to spørsmålene ligge mye til grunn.

#### *Prinsipper for velferdsindikatorer*

Den grunnleggende forutsetning for etablering av en velferdsindikator i akvatisk dyrehold er at den bygger på parametere som er vitenskapelig fundert og validert. Videre skal en parameter kunne inngå som velferdsindikator uten at nevnte forutsetning er tilstede dersom en har empirisk bakgrunn for å si at valgt parameter eller tiltak vil være egnet eller ha positiv effekt. Ergo kan man etablere en velferdsindikator uten at egentlig grunnleggende vitenskapelige forutsetninger er tilstede.

Velferd relateres prinsipielt i forhold til enkeltindivid, men i vår forståelse av dette foreslår vi at en velferdsindikator i akvatisk dyrehold likevel bør være appliserbar på en flokk eller populasjon.

Velferdsindikatorer i akvatisk dyrehold foreslås delt inn i to kategorier;

I. Direkte (fisk) – det vil si de forhold som observeres eller registreres på fisken eller fiskegruppen

II. Indirekte (drifts- og ressursbaserte) – det vil si de fysiske forutsetninger og forhold som fisken befinner seg i.

Nedenfor gis en nærmere beskrivelse av hva vi legger i disse kategoriene.

#### I. Direkte velferdsindikatorer

Dette er forhold som kan observeres på fisken/populasjonen der og da av den/de som har driftsansvar for fisken. Dersom forholdet også kan korrigeres der og da er det snakk om en operasjonell parameter. Dersom forholdet ikke kan korrigeres der og da vil det være snakk om en strategisk parameter.

## II. Indirekte velferdsindikatorer

Riktig anleggsutforming og gode driftsforhold er vesentlige faktorer i oppnåelsen av god velferd på fisken. Driftsmessige forhold vil ofte være målbare, men det vil også ha et element av skjønnsmessig vurdering ut ifra den tilgjengelige kunnskap om fiskens krav og de muligheter teknologien gir. Følgelig stilles det store krav til erfaring og kunnskap hos de som skal vurdere om indirekte velferdsindikatorer kan observeres og tolkes i praktisk oppdrett.

### *Forslag til velferdsindikatorer*

Artene som er inkludert i rapporten kan kategoriseres på ulike måter. De følgende artene krever et stort bunnareal; kveite, piggvar, hummer, steinbit, taskekrabbe, hummer. De øvrige artene (laks, regnbueørret, røye, ål, torsk, leppefisk) krever tilgang til hele vannsøylen. I forhold til grad av kommersialitet i dagens oppdrett kan man sette opp følgende rangerte rekkefølge; laks, regnbueørret, røye, piggvar, torsk, kveite, steinbit, hummer, ål. Taskekrabbe og leppefisk fanges inn i vill tilstand. Leppefisk settes inn sammen med laks og vil fungere som oppdrettsfisk fra dette tidspunkt. Taskeskrabbe håndteres i en oppdrettslignende kontekst under mellomlagring, transporterers og avlivning. Det samme gjelder også hummer.

Videre kan artene grupperes i anadrome, euryhaline, stenohaline, katadrome, etter hvordan de er tilpasset saltvann eller ferskvann. Laks og regnbueørret, og en av hovedformene til røye, er anadrome arter. Det vil si at de vandrer opp fra saltvann for å gyte i ferskvann. Ålen er katadrom, da den vandrer ut fra ferskvann for å gyte i saltvann. Alle de øvrige nevnte arter lever hele sitt liv i saltvann, men de har ulik evne til å tilpasse seg lav salinitet. Piggvar og torsk er typisk euryhaline arter, dvs at de har tilpasninger som gjør at de kan tåle et relativt bredt spekter av salinitet. Kveite, steinbit, leppefisk, hummer og taskekrabbe er mer stenohaline arter og stiller krav til å leve i områder der saliniteten er høyere og varierer mindre.

Nedenfor gis en kort oversikt over forhold ved fiskens fysiologi, adferd og helsesituasjon som kan brukes som velferdsindikatorer, samt en rekke indirekte, driftsmessige faktorer som har særlig har betydning for å vurdere fiskens velferd. De følgende indikatorene kan appliseres komparativt mellom alle eller noen av artene. Vi har gruppert disse velferdsindikatorerne i fire gruppe; fysiologi, adferd, helse og drift.

### *Fysiologi*

1. **Ernæring.** Riktig sammensetning og tildeling av et adekvat fôr vil være grunnleggende for god fiskevelferd for alle arter i oppdrett. Det ernæringsmessige behovet vil variere med livsfase og art. Ernæring kan ha betydning for overlevelse, vekst og normal utvikling og fanges i så måte indirekte opp gjennom velferdsindikatorer som deformiteter, kannibalisme, fôringsrespons- og fôringsadferd. Det kan med stor sannsynlighet settes opp gode grenseverdier for fôrets innhold av særskilte bestanddeler, for å unngå visse velferdsproblemer, herunder katarakt. Det er imidlertid ikke gjort forsøk på å sette slike grenseverdier i denne utredningen.
2. **Respirasjonsendringer.** Fisk regulerer respirasjonen sin i forhold til det metabolske behovet. Det metabolske behovet er avhengig av en lang rekke miljømessige og fysiologiske faktorer. Både økning og nedgang (inhibering) av respirasjonsraten er

velferdsindikatorer for fisk som må ses i sammenheng med totalvurderingen av dyrets tilstand i oppdrettskaret eller transportenheten.

3. **Sjøvannstoleranse og fullført smoltifisering.** Etablering av hyposmotisk reguleringsevne er helt avgjørende for kunne overleve, vokse og utvikle seg normalt i sjøvann. Dette er en åpenbar velferdsindikator for laks, regnbueørret, og røye.
4. **Endring i kroppsfarge.** Endring i kroppsfarge synes som en velferdsindikator som har relevans for flere av artene. I dette arbeidet er slike endringer påpekt for laks og regnbueørret, røye, piggvar. De kan sikkert være tilstede for de øvrige artene også. Endringene kan ha ulik årsak og betydning (tolkning). Endringene kan være nevrologisk styrt eller de kan også ha sammenheng med endringer i slimlaget til fisken. Utover at stresset laks i transport kan bli grønn- til blåaktig, samt at sosialt stresset fisk og /eller blind fisk kan bli tilnærmet svart, vet man begrenset om dette feltet.

### *Adferd*

1. **Endringer i fôringsadferd og appetitt.** Dette er kanskje den viktigste praktiske indikatoren som oppdretter benytter i sitt daglige husdyrhold. Den er en soleklar velferdsindikator for alle artene. Observasjon og tolkning av indikatoren krever daglig visuell oppfølging av dyrene og kunnskap hos røkter.
2. **Endringer i svømmeadferd.** Endringene vil være artsavhengige og ulike, og må ses i forhold til normal og naturlig svømmeadferd hos arten. Kunnskapene om hvordan endringer i svømmeadferd skal tolkes er mangelfull for mange arter, men det er et gjennomgående trekk at dette betraktes som relevant for følgende arter; laks og ørret, torsk, røye, kveite, steinbit, piggvar, leppefisk.
3. **Kannibalisme.** Forekomst av kannibalsime er en velferdsindikator som først og fremst synes å ha relevans for følgende arter; hummer og torsk. Kannibalistisk adferd kan være naturlig for arten, men kan begrenses eller utløses avhengig av ulike faktorer.

### *Helse*

1. **Dødelighet.** Dødelighet i oppdrett vil alltid være en lett registrerbar velferdsindikator for alle de aktuelle artene. Dødelighet er imidlertid en særdeles grov indikator, og fisken har allerede passert faser hvor velferden har vært dårlig.
2. **Deformiteter.** Deformiteter av skjelett og skall (krepsdyr) er en velferdsindikator som synes å ha relevans for følgende arter; laks og regnbueørret, torsk, kveite, piggvar, hummer. Noen arter kan også ha misdannelser i indre organer. Årsaken kan være mange og sammensatte og er delvis ukjente eller manglende forklart. For høy temperatur under følsomme faser av rogn-/larve utvikling kan synes som en fellesnevner. Temperatur er en driftsparameter som bør kontrolleres i klekkeriet.

3. **Sår.** Sår og skader i hud og på finner er en velferdsindikator som trolig har stor velferdsmessig betydning for alle fiskeartene. Årsakene kan være flere, de tiltak som må iverksettes avhenger av dette. Vårt arbeid viser at sår er en særlig aktuell problemstilling for artene, laks og ørret, torsk, kveite og ål.
4. **Infeksjonssykdommer.** Forekomst av infeksjonssykdommer anses som velferdsindikatorer for alle artene. Infeksjonssykdommene kan ha ulike årsaker og alvorlighetsgrad. Likeledes vil de ha ulikt handlingsrom for forebyggelse og behandling. Det er imidlertid et viktig velferdsprinsipp at der det finnes kunnskap om forebyggelse og behandling så skal dette appliseres.
5. **Parasitter.** Samme prinsipp for infeksjonssykdommer foreslås anvendt.

### *Drift*

1. **Predatorvern.** Fisk som oppdrettes i store tettheter innestengt i kar eller bur med begrenset mulighet for å gjemme seg eller flykte må kunne vernes mot predatorer som kan påføre fisken skade og død. Tilstedeværelse av slikt vern betraktes å være en velferdsindikator som er aktuell for alle artene. Ja, men ikke alle artene trenger det?
2. **Bedøvelse og avlivning.** Hvordan bedøving og avlivning foregår, vil ha stor dyrevelferdmessig relevans. Det er stor variasjon mellom artene i hvordan dette foregår og hvor effektiv dette er med tanke på tiden det tar før dyret er bedøvd eller dødt. De største utfordringene med tanke på tidsaspektet synes å ligge på ål og taskekrabbe. Med ny teknologi og økt kunnskap om fiskens sanseapparat og fysiologi, kan man sannsynligvis etablere flere velferdsparametre som kan anvendes i disse prosessene.
3. **Utforming og drift av anlegg og utstyr.** Dette er velferdsindikatorer som gjelder for alle artene og for den lange rekken med teknologi som anvendes i verdikjeden. Man må da være oppmerksom på at de ulike artene stiller ulike krav med tanke på utforming og design av oppdrettsenheter og vannkvalitet. Likeledes vil det være forskjellige krav ut i fra livsfase. Vurderinger av fiskevelferdsindikatorer i denne klassen vil være kunnskapskrevende og til dels subjektive faglige vurderinger som må basere seg på dagens kunnskapsfront om tekniske muligheter og biologiske, vannkjemiske grenser.

I tillegg til de ovenfornevnte indikatorene som har stor interspesifikk relevans, har vi identifisert forslag til noen indikatorer som synes mer artsspesifikke. Dette vil fremgå av de oppsummerende tabellene i slutten av hvert artskapittel.

# 1. Om mandatet

Som en oppfølging av St.meld nr. 12 (2002 – 2003) om dyrehold og dyrevelferd er det satt i gang et prosjekt som skal utarbeide en ny lov om dyrevern. Deltakere i dette arbeidet er representanter fra Landbruks- og matdepartementet, Fiskeri- og kystdepartementet og Mattilsynet. Som bakgrunn for arbeidet ønsket prosjektgruppen å få utredet/samlet informasjon om miljøbehov og dyrevelferd i akvatisk dyrehold. Denne utredningen fra NIVA, VESO og SINTEF føyer seg inn som ett av flere arbeid i denne sammenheng. Vår oppgave var å belyse de viktigste utfordringer som knytter seg fiskevelferd i dagens og fremtidens dyrehold i akvakultur, og om det er mulig å identifisere brukbare fiskevelferdsindikatorer. I vårt oppdrag skulle vi primært fokusere på nye arter i oppdrett, men etter en vurdering fant vi det riktig å inkludere en god del data om laks og ørret. Som nasjon har vi har lengst erfaring og mest kunnskap om disse artene i oppdrettssammenheng. Tilsvarende lite vet man om mange av de nye oppdrettsartene. Derfor var det viktig å ta med laks og ørret for å få det nødvendige komparative perspektivet. Vi skulle legge vekt på å beskrive utfordringene i den eksisterende produksjon, men også forsøke å trekke opp noen scenarios på nye produksjonsmetoder som kunne være aktuelle.

I utredningen skulle vi fokusere på følgende arter; laks, torsk, piggvar, kveite, steinbit, leppefisk, hummer og røye. I tillegg skulle vi omtale artene krabbe og ål relativt kort. Innenfor de begrensede prosjektmidlene som ble stilt til rådighet, skulle vi forsøke å gi en oversikt over de ulike artenes atferdsmessige og fysiologiske behov, deres behov for særegne tilpasninger i oppdrett, påpeke mulige velferdsmessige utfordringer ved introduksjon av nye produksjonsmetoder og nye bruksområder for artene, samt forslå mulige velferdsindikatorer<sup>1</sup> for de ulike artene. Oppdraget omfatter ikke detaljer tilknyttet vannkvalitet, betydning av tetthet i forhold til sykdom (laks, ørret) samt elektrisk bedøving som tidligere er utredet av Rosten et al. 2004.

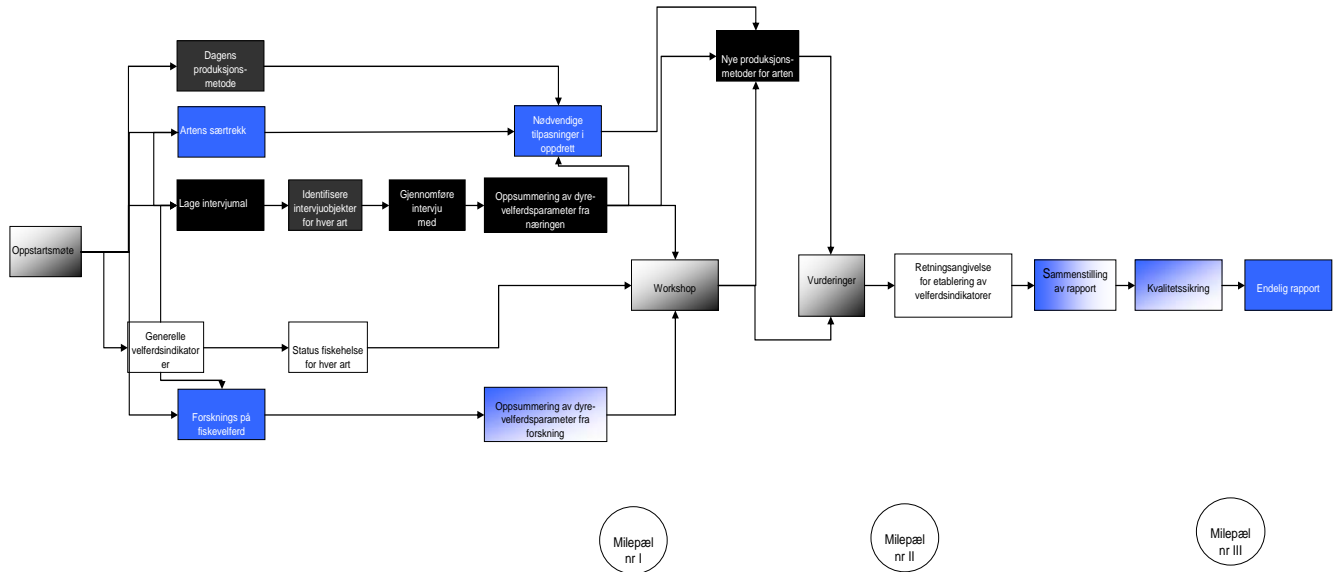
Innledende arbeid med vannkvalitet og dyrevelferd, utredning av dyrevelferd ved bedøvelse med strøm (Rosten et al. 2004), diskusjoner i prosjektgruppen ( NIVA, SINTEF og VESO), samt Havforskningsinstituttets seminar på dyrevelferd i havbruk og fiskeri 6.-7. desember 2004, viser at det vil være vanskelig å sette opp klare og entydige velferdsindikatorer for de fiskegruppene som Mattilsynet ønsker i sin utlysning. I tråd med presisering i engasjementsbrevet vil utredningen på bakgrunn av dette måtte konsentrere seg om å angi retninger for hvordan dette kan hensyntas av Mattilsynet i arbeidet med ny dyrevernlov og forskrifter. å mange felt har man rett og slett ikke god nok kunnskap om artenes toleranse og mestringsevne for ulik grad av påvirkning. Prosjektgruppen har derfor valgt et logisk nivå som er noe mer overordnet, men som vi likevel mener er egnet til å angi det vi mener er riktig retning for velferdsindikatorer. Referansehåndteringen vil av samme grunn ikke kunne tilfredstille strenge vitenskapelige krav. Vi har valgt å legge mye av fundamentet for rapporten ut i fra innsamling av synspunkter fra personer som har eller arbeider mye med artene i sitt daglige virke med tillegg av vår egen faglige plattform.

---

<sup>1</sup> Dette må være forslag / retning for velferdsindikatorer i mange tilfeller

## 2. Metode

I og med at det foreligger lite empiri, samt at kunnskapsstatus er lav med hensyn til dyrevelferdsindikatorer for de aktuelle artene, er det valgt å kombinere ulike metoder. Like viktig som selve metodene er prosessen som er gjennomført. Figuren nedenfor viser hvilke metoder som inngår i prosessen i oppdraget.



Følgende er gjennomført:

- Intervjuundersøkelse
- Litteratursøk
- Workshop med artsspesialister og andre ressurspersoner
- Arbeidsmøter i prosjektgruppen

### *Intervjuundersøkelse*

Det er gjennomført 15 dybdeintervju på telefon av oppdrettere med lang praktisk erfaring på den enkelte art. Når det gjelder åleoppdrett finnes det ikke oppdrett av denne arten i Norge i dag, og da har vi intervjuet en forsker som har erfaring med arten.

I intervjuene er det søkt å avdekke hva som kan være gode, praktiske indikatorer på god fiskevelferd. Det er valgt å fokusere på følgende:

- Endringer i appetitt
- Endringer i adferd
- Målinger og overvåking av miljøet
- Fysisk tilstand på fisken
- De mest kritiske fasene i livssyklusen
- De mest kritiske arbeidsoperasjonene
- Om fiskens behov for ”naturlig adferd” blir dekket

### ***Litteratursøk***

Det ble foretatt et litteratursøk på vitenskapelige publiserte arbeid på ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts) med søkeord welfare and fish og welfare and fish and marine species. Vi fikk 237 treff på dette søket. Vi er oppmerksom på at det er gjort fiskevelferdsrelatert forskning tidligere som ikke nødvendigvis er kalt fiskevelferd i titler eller søkeord, men innenfor prosjektets relativt begrensede rammer er det ikke mulig med en totalgjennomgang av alt som er gjort av forsøk og som muligens kan knyttes opp mot dyrevelferd.

### ***Workshop***

Etter intervjuundersøkelse og litteratursøk ble funnene oppsummert og deretter presentert for artsspesialister (praktikere og forskere) og andre ressurspersoner som gav tilbakemelding på det som var gjort så langt. Mulige velferdsparametre for de viktigste arten ble diskutert.

### 3. Bakgrunn og behov for å etablere velferdsindikatorer i akvatisk dyrehold

Stortingsmeldingen om ”Dyrehold og dyrevelferd”, som passerte statsråd 13. desember 2002 og som Stortinget i all hovedsak ga sin tilslutning til i juni 2003, påpeker at det i Norge er en manglende tradisjon for å behandle fisk som sansende dyr. Mye er allikevel skjedd de siste årene når det gjelder økt oppmerksomhet på velferd hos oppdrettsfisk. Eksempelvis viser en studie gjennomført av Statens Institutt for Forbruksforskning i 2002 at bare 49 % av konsumentene betrakter velferden hos oppdrettsfisk som akseptabel. Ikke bare i Norge, men også innenfor den Europeiske Unionen får velferd hos fisk mer og mer oppmerksomhet. Dette vises blant annet ved at paragrafen om dyrevern fra den tidligere Treaty of Amsterdam er blitt modifisert i den nye EU-konstitusjonen (16. juni 2004) og nå også refererer til fisk og gir fisk status som sansende dyr: *”In formulating and implementing the Union’s agriculture, fisheries, transport, internal market, research and technological development and space policies, the Union and the Member States shall **pay full regard to the welfare requirements of animals, as sentient beings**, while respecting the legislative or administrative provisions and customs of Member States relating in particular to religious rites, cultural traditions and regional heritage”* (Annex 49, Article III-5a)

I Stortingsmeldingen foreslås det en etisk plattform som skal være førende for hold av og holdninger til dyr i det norske samfunnet. Den etiske plattformen fastslår blant annet at dyr har egenverdi, og at det skal tas hensyn til dyrs naturlige behov, samt at man aktivt skal forebygge sykdom, skader og smerte.

Med bakgrunn i den etiske plattformen er det i Stortingsmeldingen utformet en del mål for framtidig dyrehold i Norge. De viktigste mål som gjelder akvatiske dyr i oppdrett er:

Styrke forskningsinnsatsen innen dyrehelse og velferd, hvor det slås fast at Norge har et særskilt ansvar knyttet til forskning relatert til velferd hos fisk i oppdrett.

- Utvikle gode velferdsindikatorer hos fisk i oppdrett
- Utvikle bedre bedøvningsmetoder i forbindelse med slakting
- Styrke hensynet til dyrevelferd
- Redusere forekomst av misdannelser og andre produksjonsrelaterte lidelser
- Redusere dødelighet hos smolt

Debatten omkring dyrevelferd startet på alvor i Europa da boken ”Animal Machines” skrevet av husmoren Ruth Harrison ble publisert i 1964 i Storbritannia. Boken omhandler produksjonen i det Ruth Harrison kalte industrifarmer og avslørte forhold som var helt ukjent for folk flest. Boken skapte en opphetet offentlig debatt som ledet til at regjeringen i Storbritannia nedsatte Brambell-kommisjonen, som fikk i oppdrag å undersøke forholdene for produksjonsdyr. I kommisjonens rapport som ble publisert i 1965 formulerer Brambell-kommisjonen de ”fem friheter” som en forutsetning for akseptabel, god dyrevelferd. Disse



fem friheter ble seinere bearbeidet og presenteres under i versjonen til Storbritannias Farm Animal Welfare Council (FAWC). Disse fem friheter ble tradisjonelt utarbeidet for landdyr, men de kan og bør også anvendes som en etisk ramme for oppdrettsfisk som eksemplene nedenfor illustrerer.

### **1. Frihet fra sult, tørst og feilernæring**

#### I fiskeoppdrett:

- fôr som i innhold, mengde, utforming og fordeling er adekvat og tilpasset fiskens behov og livsfase
- sulting før slakting og transport skal holdes så kort som mulig og må tilpasses art og livsfase

### **2. Frihet fra fysisk ubehag ("discomfort")**

#### I fiskeoppdrett:

- fisk må holdes i et for arten adekvat miljø, med hensyn på temperatur, vannkvalitet, lysforhold, osv.

### **3. Frihet fra skade og sykdom**

#### I fiskeoppdrett:

- forebygge skader gjennom forsiktig og skånsom håndtering
- forebygge infeksjon gjennom gode sanitære forhold og eventuelt vaksinasjon
- rask diagnostikk og behandling av sykdommer
- unngå misdannelser og andre produksjonslidelser
- fjerne og avlive individer som opplagt lider pga skade eller sykdom

### **4. Frihet til å utøve normal atferd**

#### I fiskeoppdrett:

- arts- og stadiumtilpasset dyretetthet
- adekvat kar/merd- design

### **5. Frihet fra frykt og stress**

#### I fiskeoppdrett:

- produksjonsnødvendige tiltak slik som transport og håndtering bør være så skånsomme som mulig
- fisken bør bedøves før slakting slik at den umiddelbart mister bevissthet
- slakting bør være "human"

## 4. Velferd – begrepsdefinisjon

Tradisjonelle velferdsdefinisjoner har ofte en enten følelse-, natur- eller funksjonalitetsbasert tilnærming (FSBI 2002, Fraser 2004, Duncan 2004) eller forsøker å kombinere disse. Det har vist seg vanskelig å oppnå enighet om hva som er den beste definisjonen. Dette skyldes bl.a. en grunnleggende uenighet om hva som er nødvendige faktorer i et godt dyreliv og ikke minst den innbyrdes vektlegging av disse faktorene når de ikke trekker i samme retning. Dette er igjen avhengig av menneskers verdigrunnlag. Slik sett er verdivurderinger innbakt allerede i definisjonen av velferdsbegrepet.

Den funksjonalitetsbaserte tilnærmingen analyserer dyrets mestring av miljøet, eller som Broom (1986) beskriver dyrevelferd ”Dyrets tilstand i dets forsøk på å mestre de utfordringer som miljøet gir til enhver tid”. Utgangspunkt til definisjonen er å si at dyret forsøker å opprettholde homeostase, likevekt, i sine fysiologiske systemer. Det har for eksempel behov for å øke væsketilførselen eller komme unna en predator, og kan gjennom adferds- og fysiologiske responser tilfredsstille behovene og reagere adekvat. Både følelser (sult, frykt) og naturlig atferd kan ses som måter eller strategier for å sikre homeostase, utviklet gjennom evolusjonen. Definisjonen forutsetter at en velfunksjonerende kropp er en indikator for god mental helse. Viktige velferdsindikatorer er fysiologiske parametre som stresshormoner og hjertefrekvens, helsetilstand, adferd, reproduksjon og vekst. For de to siste er det særlig dårlig reproduksjon og redusert tilvekst som tillegges vekt, idet reproduksjon og produksjon (vekst, ytelse) kan holde seg på et høyt nivå selv om dyret åpenbart har funksjonsproblemer. Et eksempel på dette er broilerkyllinger som fortsatt spiser og vokser selv om de har problemer med å bevege seg.

Den følelsesbaserte tilnærming tar utgangspunkt i den subjektive, mentale tilstanden hos dyret. Det er dermed dyrets følelser som frykt, smerte og frustrasjon, eller velbehag og lystfølelse, eller snarere balansen mellom positive og negative opplevelser, som er bestemmende for velferden. Ofte ender man likevel opp med å måle fysiologiske, helse- og adferdsmessige parametre, men dette er i mangel av mulighet for å undersøke følelser hos dyr direkte. Som kjent ut fra menneskers erfaringer, vil mange sykdommer og skader medføre smerte, frykt føre til en økning av hjertefrekvensen og et høyere nivå av stresshormoner, unormal adferd kan være et utslag av frustrasjon, osv. Derimot legger man i den følelsesbaserte forståelsen av velferd mindre vekt på potensielle velferdsproblemer som eksempelvis et svekket immunsystem eller påvist forekomst av sjukdomsframkallende bakterier, når det ikke samtidig foreligger klinisk sykdom.

Den natur-baserte definisjonen av god velferd legger stor vekt på at dyret har muligheten for å utføre artsspesifikk, naturlig adferd. Her er det dyret som en helhet som viktig, ei høne bør kunne få flakse med vinger, sandbade og hakke i bakken, fordi det er det høner gjør, det er en del av begrepet høne. Det naturlige er en verdi i seg selv, selv om det ikke skulle være ”bevist” vitenskapelig at ei høne i et bur lider eller ”savner” et annet liv. Dette synet står sterkt for eksempel innen økologisk husdyrproduksjon. Undersøkelser av husdyrs tidsbruk og adferdsspekter når de holdes under semi-naturlige forhold, brukes gjerne som et sammenligningsgrunnlag til dyrenes adferd under intensive produksjonsforhold.

Velferdsbegrepet er altså komplekst og samlet omfatter det dyrets adferdsmessige og fysiologiske behov, dets fysiske helsetilstand og følelser, vekst og reproduksjon.

Marian Dawkins (1988) hevder at ikke bare forekomst av en skadelig stimulus, men også mangel på en essensiell stimulus kan resultere i redusert velferd hos dyr. I det siste er det lagt vekt på å finne og benytte seg av **positive** velferdsindikatorer. Fravær av negative velferdsindikatorer er ikke nok for å konkludere med at velferden er god nok, mener mange. Det er dessuten mulig at positive opplevelser på ett område kan oppveie for en negativ erfaring på et annet. Man ønsker dermed indikatorer som kan si noe om hvor dyret befinner seg på den positive delen av velferdsskalaen, som går fra svært dårlig til svært god. Med andre ord, så er god velferd hos fisk langt mer enn bare å ivareta helse og å sikre god vannkvalitet.

Dawkins, som har vært eksponent for et velferdssyn som tar utgangspunkt i dyrets egne følelser, har nylig gjort et forsøk på å sammenfatte ulike velferdsaspekter (Dawkins 2004). Hun mener at det er to spørsmål som er sentrale for å beskrive dyrets velferdstilstand: For det første, ”er dyret friskt?” og for det andre ”får dyret det det vil ha?” Disse to spørsmål omfatter dermed både den helsemessige/fysiske/funksjonelle og den mentale/adferdsmessige komponenten av velferd.

Det er forskjell på en objektiv og målbar vitenskapelig kartlegging av positive og negative velferdsindikatorer, og den etiske vurderingen av hvor velferdsnivået for dyr bør ligge i en gitt sammenheng. Man bør imidlertid være klar over at etiske vurderinger også ligger innbakt i selve forskningsprosessen (Sandøe og Simonsen 1992). Videre vil den innbyrdes vektlegging av ulike indikatorer, når disse ikke peker i samme retning, kunne variere mellom personer og resultere i at forskjellige velferdsforskere kan trekke motsatte konklusjoner ut fra det samme grunnlagsmaterialet (Fraser 2003).

Dyrevelferd er i utgangspunktet en beskrivelse av tilstanden hos et enkelt individ. Det er ikke uten videre mulig å overføre dette til en gruppe dyr. Velferden i en merd er ikke identisk med det gjennomsnittlige velferdsnivået. Når velferdsbegrepet skal appliseres på besetningsnivå, eller i en fiskemerid, må det rettes spesiell oppmerksomhet mot de individer som kommer dårligst ut.

Etiske vurderinger påvirkes av personlige erfaringer og samfunnet rundt. Den etiske vurderingen av hva som er akseptabel velferd for fisk varierer fra enkeltperson til enkeltperson, mellom samfunnsformer og tidsepoker (Poppe, 2004). Og den er også avhengig av hvordan dyr oppfattes: er de i stand til å lide? Føler de smerte? Hvis de ikke føler smerte og ikke oppfatter at de lever under betingelser som ikke gir dem utløp for naturlige behov, og som kanskje øker risikoen for sykdom – er det da i det hele tatt viktig å sikre god velferd? Disse tanker, kombinert med den manglende tradisjonen på å oppfatte fisk som sansende dyr, har ført til at velferd hos oppdrettsfisk har fått lite oppmerksomhet sammenlignet med andre dyreslag.

## 5. Fisk og smerte

Fisk har et rikt sanseapparat, tilpasset et liv i vann og den enkelte fiskearts levevis. Mennesker mangler flere av disse sanseorganene, eller har dem plassert på helt andre steder på kroppen enn oss, noe som gjør det ekstra vanskelig for mennesker å sette seg inn i hvordan en fisk oppfatter sitt miljø. Eksempelvis finnes smaksorganer i tillegg til i munnen på skjeggtråd og finner. Ulike arter fisk kan oppfatte et lysspekter fra infrarødt til ultrafiolett, og lydbølger fra infralyd til ultralyd. De har hudreseptorer som reagerer på trykk, pH og temperatur, og de har nosiseptorer (smerteseptorer). Sidelinjeorganet gjør fisk i stand til å sanse turbulens fra andre dyr og orientere seg i forhold til objekter i grumset vann og i mørke. Flere arter, bl.a. ørret, har magnetsans og noen arter kan oppfatte elektriske felt.

Det pågår for tiden en debatt omkring fiskens evne til å føle smerte og til å lide. Diskusjonen har ikke bare har en vitenskapelig basis, men skyldes også at det er vanskelig å ”forstå” fisken, ettersom fisken ikke viser emosjoner og reagerer på en måte som mennesker intuitivt kjenner igjen. Det skal nå kort sammenfattes hovedpoengene i denne debatten.

Hvordan defineres smerte? For mennesker har den International Association for the Study of Pain beskrevet smerte som “an unpleasant sensory and emotional experience associated with actual or potential tissue damage, or described in terms of such damage”, og videre” activity induced in the nociceptor and nociceptive pathways by a noxious stimulus is not pain, which is always a psychological state”.

Det skilles dermed mellom aktivitet i nerver (nosisepsjon) og oppfattelsen av at noe gjør vondt (smerteopplevelsen). Definisjonen er lite egnet til å karakterisere smerte hos andre enn mennesker da det kan være vanskelig eller umulig å evaluere dyrenes emosjoner og bevissthetsgrad. Til å påvise smerte hos dyr tar man derfor atferds- og fysiologiske parameter i betraktning (Bateson 1991; Morton & Griffiths 1985).

Nosisepsjon er en nerveaktivitet som blir indusert i en nosiseptor (smerteseptor) for eksempel i huden og ledes i nosiseptive baner til ryggmargen og eventuelt videre til hjernen. Nosisepsjon er altså en registrering i nervesystemet av en (potensielt smertefull) stimulus. Etter at en stimulus har utløst en respons i en nerve, kan dette for eksempel føre til en reflektorisk reaksjon. Det er dette som skjer når man tar på en varm kokeplate og trekker hånden raskt tilbake, allerede før man har registrert bevisst hva som skjer. Den reflektoriske, motoriske reaksjonen utløses i ryggmargen, og hånden er fjernet før beskjed har nådd hjernen. I en reflektorisk reaksjon er ikke smerteopplevelse nødvendigvis involvert, den kan komme først etterpå. En observert reaksjon kan altså være en ren refleks og er ikke bevis på at dyret opplever noe smertefullt.

Debatten omkring fiskens evne til å oppleve smerte og frykt ble intensivert etter publisering av en artikkel av den amerikanske fysiologen James Rose (Rose, 2002). Han hevder blant annet at bevisstheten om smerte hos mennesker oppstår i storhjernen (neocortex). Dette hjerneavsnittet mangler hos fisk (og fugl) og etter Rose mening er ingen analog struktur i fiskens hjerne identifisert. I følge Rose har dermed fisken ingen anatomisk forutsetning for

bevissthet, og uten bevissthet har fisken ingen mulighet til å oppleve smerte og lidelse. Reaksjoner på potensielt smertefulle stimuli er etter hans mening altså rene reflektoriske reaksjoner og stereotype utløp.

Det er også publisert en rekke artikler som grundig gjennomgår det sentrale og perifere nervesystem hos fisk, både neuroanatomisk, neurotransmittere, fysiologiske reaksjoner og atferdsrespons, og som konkluderer med at det er meget sannsynlig at fisk har de nødvendige forutsetningene til å oppfatte smerte og til å lide (Braithwaite and Huntingford 2004, Chandroo et al. 2004 a, Gregory 1999, Klausewitz 2003, Sohlberg et al. 2004). Det er også nylig publisert en artikkel som har gjennomgått Rose' kildemateriale, og viser at Rose trekker konklusjoner langt ut over det som det er grunnlag for i disse (Chandroo et al. 2004b).

### **Anatomiske, biokjemiske, fysiologiske og farmakologiske forutsetninger:**

Hos diverse fiskearter er det funnet nosiseptorer, for eksempel har Sneddon et al. (2003) funnet flere A delta og C nosiseptorer hos ørret som reagerer eksklusivt på antatt smertefulle stimuli slik som trykk, temperatur og kjemiske substanser. Disse funn ble koblet til forsøk der man studerte fiskens reaksjoner etter administrasjon av en skadelig substans. Administrasjonen førte til både heftige fysiologiske responser og komplekse, ikke stereotype atferdsreaksjoner. Bemerkelsesverdig var også at administrasjon av morfin (som hos mennesker reduserer smerteopplevelse) reduserte disse reaksjonene.

Noen forskere hevder at telencephalon (luktehjernen), som hos fisk er meget velutviklet, muligens kan ha utviklet regioner og funksjoner som er lignende hos de som vi finner hos en neocortex hos pattedyr (Verheijen & Flight, 1997). Et annet viktig poeng er at man nå mener at storhjernens ikke selv "konstruerer" følelser, men bare modulerer, reduserer eller forsterker følelser som kommer fra de "gamle" og opprinnelige regioner i hjernen, som er felles for alle virveldyr (MacLean 1990, blant annet gjengitt av Børresen 2000).

Hos fisk forekommer neuropeptider og – transmittorer som man kjenner fra andre virveldyr, og som hos disse har en del av ansvaret for å videreføre nosiseptive signaler. Blant andre har man funnet substans P, adrenalin, acetylcholin og dopamin. Også neuropeptider og endorfiner, som hos pattedyr har ansvaret for modulering av smerte, er funnet hos fisk.

### **Adferdsrespons og bevissthet:**

Beinfisk viser komplekse adferdsmønstre og diverse eksperimenter tyder på at noen fiskearter har avansert lære- og hukommelsesevne. Forsøk tyder på at fisk danner seg mentale "kart" over sine omgivelser. Dette tyder på at fisk har en primær bevissthet og en potensiell evne til å utføre bevisste, kognitive handlinger (Chandroo et al. 2004b).

### **Krepsdyr :**

Når det gjelder muligheten for smerteoppfattelse hos tiftokreps som hummer og krabbe, er kunnskapen meget mangelfull. Det er ikke vitenskapelig belegg for å hevde at krepsdyr har smerteoppfattelse, på den annen side kan det på ingen måte utelukkes. Tiftokreps har et enkelt nervesystem sammenliknet med virveldyr. De mangler en samlet hjerne, og funksjonene er delt mellom flere nervesentra eller ganglier. Krabbe har to hovedganglier, mens hummer er oppgitt å ha atskillig flere, 8 eller 13 ganglier. Både krabbe og hummer har imidlertid en

markert hovedganglie rett bak og mellom øynene, som trolig er et sensorisk sentrum. De øvrige ganglier er antakelig motoriske sentra. Krepssdyr har et rikt sanseapparat, med reseptorer for en lang rekke påvirkninger, også nociseptorer, og det er nerveforbindelse fra reseptoren til en sentralganglie. Nociseptorene responderer på vevsødeleggelse, og dyrene viser atferdsmessige og fysiologiske responser (stresshormoner) ved vevsødeleggelse (Beliz 1995). Avliving eller bedøvelse av krepssdyr, uten noe distinkt hode og med en sentralisert hjernestruktur, framstår som vanskelig.

**Oppsummering:**

Det er dermed sterke indisier for at fisk opplever smerte. Også ”European Food Safety Authority” (EFSA) konkluderer i sin vitenskapelige rapport vedrørende bedøvelse og slakting av dyr (2004) med at det er tilstrekkelig dokumentasjon som tyder på at fisk oppfatter frykt og smerte og kan lide, til at dette bør legges til grunn for velferdsbetrakninger.

## 6. Velferdsindikatorer hos fisk generelt

I både Stortingsmeldingen, diverse publikasjoner og forskningsutlysninger (fra Norges forskningsråd) blir det lagt vekt på at det er stort behov for å beskrive og karakterisere velferdsindikatorer som skal kunne gi informasjon om dyrets tilstand. I dag er kunnskapen om dette mangelfull. Hva som er egnede indikatorer vil dessuten variere med art, utviklingsstadium og hva slags informasjonsnivå man ønsker. Ikke alle indikatorer er egnet for å vurdere velferden i en storskala oppdrettssituasjon, og det er et særskilt behov for å karakterisere egnete ”on-farm” indikatorer for grupper av fisk, som er enkle å observere eller å måle, og som kan gi umiddelbar informasjon vedrørende fiskens ve og vel.

Under gjøres et forsøk på å gruppere velferdsindikatorer. Imidlertid skal en være klar over at en stressbelastning kan resultere i både fysiologiske, morfologiske, adferdsmessige og helsemessige avvik.

### 6.1 Fysiologiske velferdsindikatorer

De viktigste målbare fysiologiske indikatorer for velferd har en stressrespons som grunnlag. Mange forhold og rutiner i oppdrettssituasjonen fører til stress responser hos fisk, disse kan, hvis de blir kroniske, redusere velferden. Stress kan defineres som en situasjon hvor dyrets likevekt, eller homeostase, er truet eller forstyrret av en intern eller ekstern faktor (stressor). Når dyret blir eksponert for en stressor, forsøker det gjennom en rekke fysiologiske- og eventuell adferdsresponsen å gjenoppnå sin likevekt. En stressrespons er altså en situasjon hvor dyret forholder seg til en stressor ved å justere sine biologiske aktiviteter (Bonga 1997). Eksempler på stressorer hos oppdrettsfisk kan være trening, det å tas ut av vann, miljøfaktorer som endret salinitet, lav O<sub>2</sub> eller høy temperatur, men også interaksjoner mellom fisk (som aggresjon).

Stressresponsen er ikke nødvendigvis noe negativt som forårsaker dårlig velferd. Fra pattedyr og fugler er det vel kjent at situasjoner som er forbundet med antatt gode opplevelser, som lek, positiv forventning og parring, også gir opphav til en fysiologisk stressrespons med økt nivå av stresshormoner, økt hjertefrekvens og kroppstemperatur. Stressresponsen har dessuten en klar nyttefunksjon, i det den setter dyret fysisk og psykisk i stand til å mestre en utfordring, enten dette består i å øke blodgjennomstrømningen i muskulatur eller skjerpe oppmerksomheten. Men når stresssituasjonen blir vedvarende, kan den ha store negative konsekvenser for dyret (Barton 1997, Pottinger 2000). Man skiller derfor mellom ”eustress”, som til og med kan være stimulerende og positiv, og ”distress”, som kan føre til en patologisk tilstand hos dyret og dårlig velferd. På norsk brukes av og til begrepene positiv og negativ stress, men vanligvis tenkes det på negativ stress når ordet stress brukes alene. Generelt vil en svært negativ opplevelse gi opphav til en sterkere stressrespons enn en positiv opplevelse, men for moderate belastninger kan det ikke av blodverdier alene slutes om opplevelsen er positiv eller negativ. Den fysiologiske responsen må da kombineres med andre indikatorer (eksempelvis adferd) for å kunne tolkes.

Konsekvensene av å bli eksponert for en stressor er blant annet avhengig styrke og varighet av stressoren, samt av dyrets art, livsfase, tidligere erfaringer og generelle tilstand (Broom og

Johnsen 1993, Pickering og Pottinger 1997). Laks er for eksempel mer sårbar under smoltifiseringsprosessen. Det er også sentralt for mestringsevnen hvorvidt stressoren er forutsigbar eller uforutsigbar og om dyret har mulighet for å handle adekvat i situasjonen, for eksempel gjemme seg om den blir skremt (kontrollerbarhet).

Stressresponser kan deles opp i primær-, sekundær- og tertiær- responser.

Primære responser er blant annet økning av katekolaminer (adrenalin og noradrenalin) og kortikoider i blodet. Som sekundære responser betegner man de umiddelbare reaksjonene i blod og vev forårsaket av den hormonelle forandringen under primærresponsen. Tertiære responser er langtidsreaksjoner som har innvirkning på vekst, reproduksjon og immunfunksjon.

Som første reaksjon på en stressor øker nivået av katekolaminer og kortisol i blodet. Dette skjer etter kort tid. Denne primære responsen i det nevrohormonelle systemet fører blant annet til en sekundær økning i oksygenopptak gjennom gjellene, økt oksygenaffinitet i blodet og frigivelse av glukose fra leveren. Både økt gjellelokkbevegelse, som er fiskens pustefrekvens, og konsentrasjonen av stresshormoner og glukose i blodet, kan måles og brukes som indikator for dyrets stressnivå. Ulempen ved å benytte seg av blodparametre som indikator er at dyret må håndteres, noe som i seg selv er en stresspåkjenning som kan gi feilutslag i resultatet. Blodprøver ved hjelp av et permanent kateter eller å måle endringer i muskeltemperatur med hjelp av en temperaturlogger, kan være egnet i en forsøkssituasjon, men ikke i praktisk oppdrett. Alternativt er det i prinsippet også mulig å måle for eksempel kortisolinnholdet i vannet som omgir fisken. Imidlertid er det et ”problem” at blodnivåer etter hvert normaliseres, selv om stresssituasjonen vedvarer, med mindre dyret dør under stressbelastningen. Det er dessuten variasjoner mellom individer, livsfase og forskjellige familier når det gjelder stressfølsomhet og stressrespons, noe som kan gjøre en tolkning vanskelig. Hos en del fiskearter kan hormonforandringer utløst av stress resultere i fargeendringer i huden. I settefiskanlegg vil sosialt stress føre til mørk farge hos laks med lav status.

Under vedvarende stress blir ressurser og energi brukt til økt respirasjon og fluktresponser, noe som resulterer i tertiære responser som redusert vekst og lavere fôrkonversjonsrater. En nedgang i kondisjonsfaktor, ”hold”, er ofte tegn på at kroppens reserver (glycogen, fett) blir brukt opp, noe som igjen kan tyde på redusert fôropptak eller en høy metabolisk rate pga stress. Selv om det er nok fôr, har kanskje fisken mindre tid til å spise. Fiskens kondisjonsfaktor forandrer seg ved for eksempel for høy fisketetthet eller dårlig vannkvalitet og kan derfor være en indikator for dårlig velferd. Fiskens vekst påvirkes av alle biotiske og abiotiske forhold som fisken utsettes for, og vekstmålinger kan brukes til å overvåke og sammenligne individer og populasjoner.

Stresssituasjoner kan også utløse aggressiv adferd. Ikke bare sosialt stress, men også redusert fôring eller dårlig vannmiljø, kan utløse aggresjon. Et høyt aggresjonsnivå vil ofte resultere i fysiske skader på fisken, som et resultat av finnebitt og øyesnapping.

Hos varmblodige dyr omfatter de tertiære responsene patologiske forandringer som magesår, muskeldegenrasjoner og endret størrelse av gonader og binyrer, men dette er mindre undersøkt hos fisk. I noen stress-studier hos fisk ble vektforholdet mellom bestemte organer og kroppen brukt til å vurdere stressnivået. For eksempel viser det seg at forholdet mellom lever- og kroppsvekt avtar hos fisk som er utsatt for dårlige miljøbetingelser.



Stress påvirker immunforsvaret og er årsaken til at stresset fisk lettere kan bli rammet av infeksjonssjukdommer. Bakterier som normalt ikke er sjukdomsframkallende, eller latent virusmitte, kan slå ut i sjukdom. Hvorvidt immunforsvaret er påkjent, er mulig å måle.

Oppsummering: I praktisk oppdrett vil, avhengig av art og oppdrettsforhold, følgende fysiologiske/morfologiske indikatorer kunne være nyttige:

- observasjon av gjellelokksbevegelser (frekvens og styrke)
- fiskens kondisjonsfaktor/hold<sup>2</sup>
- endring i farge

## 6.2 Adferdsindikatorer

Dårlig velferd, men også god velferd og variasjoner i miljøet reflekteres ofte i fiskens adferd. Adferdsindikatorer som kan benyttes i praktisk fiskeoppdrett omfatter bl.a. appetitt, svømmeadferd, sosial adferd som aggresjon, reaksjon overfor røkter, fluktrespons, gjellelokksbevegelser, samt fiskens preferanser i de tilfelle den gis et valg.

Kunnskap om en arts naturlige adferd, adferdsrepertoar og miljøpreferanser er meget viktig når man planlegger oppdrett på en ny art. "Fisk" omfatter mange arter med til dels svært stor variasjon når det gjelder levevis. God kunnskap om adferden og av reaksjoner som indikerer trivsel eller ubehag kan føre til forbedring av oppdrettsmiljø og oppdrettsbetingelser. I forhold til fiskens naturlig adferd, kan det være et problem at man har lite kunnskap om hva som er naturlig adferd for oppdrettsfisk, og sammenlikningsgrunnlaget blir vanligvis "normal" adferd i en oppdrettssituasjon.

Adferd hos fisk i oppdrett kan observeres på gruppenivå (eventuelt ved hjelp av undervannsvideo, infrarødt lys og ekkolodd) eller på individnivå (eksempelvis svimere). Fordelen med å benytte adferdsobservasjoner er at en får umiddelbar informasjon om fiskens tilstand, ofte uten å forstyrre og stresse (og dermed å påvirke) den, og uten å være avhengig av invasive metoder. Adferdsobservasjoner av enkeltfisk er meget relevant i forskningssammenheng, og dette kan da gjøres ved hjelp av telemetri (radiomerking). Noen individmerker kan til og med registrere og lagre dyp og temperatur.

**Fôropptak.** En viktig indikator for fiskens velferd er adferden i forbindelse med fôring. Fôringsadferden er avhengig av stresstilstand og helsesituasjon av fisken. Redusert appetitt kan eksemplevis være et tidlig tegn på at noe er galt, for eksempel at et sjukdomsutbrudd er under oppseiling, eller at miljøforholdene er dårlige. Adferd ved fôring og fôrforbruk etter vaksinasjon, sortering, flytting eller under ugunstige miljøforhold kan gi rask og synlig informasjon vedrørende fiskens tilstand og trivsel. Når villfanget torsk settes i oppdrettsmerd, tar det vanligvis 2-4 uker før fisken begynner å spise. Ved å fôre manuelt vil oppdretter raskt få et inntrykk av om appetitt og eteadferd er normal. En dyktig observatør vil kunne fange opp redusert appetitt før dette kan avleses på automatisk utstyr.

---

<sup>2</sup> Kondisjonsfaktor kan være et vanskelig mål fordi den varierer gjennom året, samt går naturlig ned i forbindelse med smoltifisering. Dog vil tapere, magre pinner, ha en mye lavere konsisjonsfaktor en frisk fisk.

**Svømmeadferd.** Endret svømmeadferd er også ofte noe av det første en oppdretter legger merke til som symptom på at noe er galt. Fra å svømme i et rolig mønster observeres uro i merden, ved at fisk svømmer i motsatt retning, at mye fisk ”koker” eller går i overflaten eller forsvinner i dypet.

**Hvor står fisken?** Observasjon av fiskens adferd kan også brukes i forsøk hvor fisken kan velge mellom forskjellige kar å oppholde seg i, der man for eksempel kan variere faktorer som temperatur, strømforhold eller lysforhold. Man kan også undersøke hvor i vannsøylen fisk i merd oppholder seg under ulike miljøforhold, og dermed få et inntrykk av hvilke miljøfaktorer som betyr mest for fisken. Eksempelvis har man funnet at laksen kan foretrekke å stå tett i gitt temperaturskikt i vannsøylen i stedet for å utnytte hele merdvolumet. Dette kan skyldes at fisken aktivt velger å nedregulere oksygenforbruket ved å posisjonere seg i lavere vanntemperatur. Dersom fisk i merd går dypt, kan det være grunn til å sjekke forholdene i øvre vannlag, som mulig forekomst av maneter/alger.

**Sosial adferd.** Et forsøk med laks (Fiskeriforskning, prosjektleder Børge Damsgård) viste at oppdrettsfiskens sosialadferd består av komplekse mekanismer med trusler, aggressiv biting, jaging og aggresjonsdempende adferd. Subordinat fisk stresses av aggresjonen og fikk en økning i kortisol-nivået i blodplasma. Dette stresset vedvarte lenge etter at aggresjonen hadde opphørt, og det tok mange dager før subordinate fisk begynte å spise etter at de hadde vært utsatt for et sosialt induisert stress. Den aggressive adferden førte til alvorlige skader på finner og kropp, med tilhørende sekundære infeksjoner.

**Trivselsadferd.** I prosjektet ”Trivselsadferd hos kveite” (Havforskningsinstituttet, prosjektleder Jens C. Holm) prøver en å kartlegge kveitas adferdsrepertoire for å definere atferdstrekk som er typiske når kveita trives og vokser best. En rekke observasjoner underbygger at oppdrettsmiljøet (fôringsmåte, individtetthet, lysforhold, m.m.) disponerer for eller undertrykker ulik atferd, samtidig som både vekst og overlevelse påvirkes. Ulike former for sosial atferd hos kveite kan gi uønsket svømmeaktivitet og i visse situasjoner fysisk aggresjon. Noen indikatorer er fiskens utseende (hudfarge og mønster) samt relevante deler av kveitas atferdsrepertoar, spesielt svømmeaktivitet. For eksempel viser deg seg at ved høy tetthet øker aktiviteten i karene, kveitene letter oftere fra bunnen og svømmer mer i overflaten. Veksten blir dårligere og mer variabel og føret blir mer utilgjengelig (Kristiansen et al. 2004).

**Forholdet fisk - røkter.** I husdyrholdet i landbruket er forholdet mellom dyr og røkter gjenstand for stor oppmerksomhet i velferdssammenheng. Undersøkelser viser at negativ behandling fører til redusert tilvekst, lavere melkeytelse og forsinket kjønnsmodning, og mekanismen er trolig en tertiær stressrespons. I fiskeoppdrett benyttes fluktrespons når en person bøyer seg over karet som indikasjon på at laksen er frisk. Et positivt forhold mellom fisk og røkter kan ha betydning for fiskens velferd, spesielt for arter eller stadier der kontakten er tettere enn i et kar eller merd med tusenvis av individer og automatisert behandling. Forholdet kan observeres ved fiskens adferd, om den nærmer seg eller rømmer, når en presumptivt kjent person nærmer seg. Imidlertid må dette vurderes i forhold til artens normale adferd og domestiseringsgrad.

Adferdsmessige responser på stress. Gjellelokkbevegelser er allerede omtalt blant fysiologiske stress indikatorer, men er egentlig en adferdsparameter og kunne like gjerne vært

behandlet her. Unnvikelseadferd vil normalt være en sunn reaksjon overfor predatorer eller aggressive artsfrender, men vil om det ikke er mulig å slippe unna og tilstanden blir kronisk kunne føre til redusert velferd.

Oppsummering: I praktisk oppdrett vil følgende adferdsmessige indikatorer kunne være nyttige:

- Appetitt
- Svømmeaktivitet
- Fordelingsmønster i merd eller kar
- Aggresjon
- reaksjon på røkter

### **6.3 Morfologiske indikatorer**

Fiskens kondisjonsfaktor forandrer seg ved for eksempel høy fisketetthet eller dårlig vannkvalitet og kan derfor være en indikator for dårlig velferd. En nedgang i kondisjonsfaktor er ofte tegn på at kroppens reserver (glycogen, fett) blir brukt opp, noe som igjen kan tyde på redusert føropptak eller en høy metabolisk rate pga stress.

I noen stress-studier ble vektforholdet mellom bestemte organer og kroppen brukt til å vurdere stressnivået hos fisken. For eksempel viser det seg at forholdet mellom lever- og kroppsvekt avtar hos fisk som er utsatt dårlige miljøbetingelser.

Fiskens vekst påvirkes av alle biotiske og abiotiske forhold som fisken utsettes for, og vekstmålinger kan brukes til å overvåke og sammenligne individer og populasjoner.

Fiskens utseende, altså eventuell slitasje eller skade av finner, katarakt, tilstand av gjellene, farge, osv, kan gi informasjon om aggresjonsnivået mellom fiskene eller dårlige miljøforhold. Forhold rundt hud (skjell) og slimlag fremholdes som en mulig lovende kandidat som velferdsindikator i Norges forskningsråd forprosjekt ” Forskningsbehov innen dyrevelferd i Norge.” Også ”fluktuerende assymetri” dvs avvik fra symmetri, og som innen biologien brukes som et tegn på ”fitness”, er nevnt som en mulig, fremtidig indikator. Deformiteter og sår omtales i neste punkt.

### **6.4 Fysisk helse som velferdsindikator**

Helse er en mye brukt velferdsindikator både hos dyr og mennesker. På humansiden benyttes i dag et utvidet helsebegrep, som innbefatter mange av de samme elementer som gjerne legges i velferdsbegrepet hos dyr. I lov om helsetjenester i kommunene heter det eksempelvis at helsetjenesten skal ”fremme folkehelse og trivsel og gode sosiale og miljømessige forhold,

og søke å forebygge og behandle sykdom, skade eller lyte". I denne rapporten defineres alle større avvik i morfologi (deformiteter) inn i sjukdomsbegrepet.

Uansett om man har en funksjonsbasert eller en følelsesbasert tilnærning til dyrevelferd, vil helsetilstanden være en viktig indikator. Dårlig helse innebærer nedsatt funksjon og avvik fra fysiologisk likevekt, og sykdommer og skader medfører svært ofte smerte og ubehag. I en velferdsvurdering hos dyr, iallfall produksjonsdyr, vil tilstedeværelse av sykdommer og skader som ikke er dødelige, men presumptivt medfører et langvarig og betydelig ubehag, måtte tillegges større vekt enn dødelige tilstander der forløpet er raskt og presumptivt lite smertefullt.

Sjukdom og skade er en uunngåelig del av livet for de aller fleste dyr og mennesker, på samme måte som periodevis opplevelse av negative følelser som frykt og kjedsomhet. Med et naturalistisk velferdssyn vil derfor ikke sykdom i seg selv nødvendigvis anses for negativt, fordi det er naturlig. Å gjennomgå en sykdom, oppleve kontraster, kan tvert imot anses for å være positivt for et menneske, fordi man seinere setter større pris på å være frisk. Det sentrale blir dermed hva man gjør med den syke, om han/hun får adekvat behandling, omsorg og stell.

I og med at sykdom er en del av normaliteten vil sykdom verken filosofisk eller praktisk i utgangspunktet kunne være et absolutt velferdsparameter. Sykdom vil måtte forekomme. Det er likevel liten tvil om at velferden hos dyr er dårligere om det er sjukt enn om det er friskt. Det er derfor viktig å forebygge sykdom og skade i den grad det er mulig, gjennom god utforming av husdyrmiljøet, riktig ernæring og, når det gjelder infeksjonssykdommer, hygieniske forholdsregler. Et annet viktig prinsipp er at oppstått sykdom skal bli adekvat behandlet og lindret. Både behandling og forebyggende sykdomstiltak gir velferdsgevinst. Riktig bruk av sykdom som velferdsindikator vil gi gode insitamenter til bedring av både økonomi og dyrevelferd på kort og lang sikt.

Diskusjonen vil, med utgangspunkt i vår viten p.t., måtte gå langs linjene hva kan unngås, hva kan behandles, hva skal det skaffes mer vitenskapelig dokumentasjon på.

I fiskepopulasjoner vil det alltid opptre alvorlige smittsomme sykdommer (epizootier) forårsaket av virus, bakterier og parasitter. Innslag av genetiske betingete sykdommer, mekaniske skader og eksponering mot predatorer, alger, maneter, gifter vil være vanskelig å unngå. Like fullt bør man bestrebe seg på å forstå årsakssammenhenger for å forebygge flest mulig sykdommer og skader, og behandle disse når de likevel oppstår.

Sjukdom forekommer både i naturlige populasjoner og domestiserte populasjoner. I et dyrehold vil imidlertid smittsomme sykdommer kunne spre seg raskere på grunn av større dyretetthet, men på forskjellig måte ut fra de evolusjonsmessige og epidemiologiske forutsetninger. Det evolusjonsmessige press som ligger på de patogene organismene vil kunne være større i et husdyrhold, fordi patogenene søkes bekjempet med medikamenter. Likeledes vil det drives en seleksjon i et dyrehold, der dyrenes sjukdomsresistens er en faktor. Genetiske mønstre og mutasjonsfrekvenser både hos vert og smittestoff vil dermed kunne være forskjellig mellom de to "holdeformene" natur og kultur. Et annet aspekt er at i et dyrehold vil svake individer som i naturen hadde bukket under og aldri ville blitt "sett", vil kunne klare seg fordi de lever i et beskyttet miljø. *Oppdrett er slik sett en holdeform av dyr som gjør at avvikene oppdages. Det er ikke nødvendigvis slik at selve dyreholdet er en faktor i utviklingen av avvikene.*

## **6.4.1 Helse og sjukdom hos fisk – kategorisering og diskusjon av begreper**

### **Dødelighet**

Dødelighet er en parameter som brukes for å beskrive levevilkår både for dyr og mennesker (eksempelvis spedbarnsdødelighet, forventet levealder). Som en del av velferdsovervåkingen på et anlegg, bør dødeligheten registreres. Det er imidlertid liten tvil om at dødelighet er en lite raffinert velferdsparameter, og at den har liten nytteverdi i velferdsarbeidet dersom man ikke samtidig kjenner dødsårsaken.

### **Smittsomme sjukdommer**

Smittsomme sjukdommer forårsakes av virus, bakterier, sopp og parasitter. Disse har potensiale til å forårsake sjukdom og eventuelt død hos mange individer på kort tid. Smittefaren vil være avhengig av faktorer som fisketetthet, hvorvidt fisken er påkjent av andre årsaker, vannutskifting, virulens av smittestoff og dets evne til å overleve i miljøet. I praktisk oppdrett vil situasjon imidlertid oftest være rask smittespredning innen anlegget, og smitte kan spres via vannstrømmer, villfisk eller rømt fisk til andre anlegg. Mange infeksjonssjukdommer, både hos mennesker og dyr, kontrolleres med vaksinasjonsprogrammer, selv om det hos dyr også brukes nedslakting. Innen fiskeoppdrettet fikk utviklingen av effektive vaksiner meget stor betydning, og takket være disse er antibiotikaforbruket blitt dramatisk redusert. Det er et tankekors at dagens effektive vaksiner mot infeksjoner hos fisk i seg selv utgjør et velferdproblem. Dette skyldes at hjelpestoffer i vaksinen (adjuvans) kan forårsake betennelsesreaksjoner i bukhulen.

Fisk er et kaldblodig dyr der fysiologiske prosesser påvirkes av omgivelsestemperaturen. Immunforsvaret virker dårligere ved lave temperaturer, noe som forklarer at sårhelingen går tregt vinterstid. Ved dårlige miljøforhold vil fakultativt patogene mikroorganismer, dvs. mikroorganismer som normalt ikke forårsaker sjukdom hos ellers friske individer, kunne gi problemer som sår-, hud- og gjelleinfeksjoner.

Kontroll med alvorlige smittsomme dyresjukdommer, epizootier, er viktig av økonomiske hensyn men gir også et vesentlig bidrag til dyrs velferd. Norge har innført gode systemer for unngå smittsomme sjukdommer, med rutiner som årgangsskiller, brakklegging og avstander mellom anlegg, meldeplikt, pålagt utslakting ved visse sjukdommer mv.

### **Ikke smittsomme sjukdommer**

I diskusjonen omkring oppdrett og velferd, og i husdyrhold generelt, brukes ofte begrepet produksjonslidelser eller produksjonsrelaterte sjukdommer. Egglederbetennelse og fettlever hos verpehøns, ketose, mastitt (jurbetennelse) og melkefeber hos storfe, samt grisingsfeber hos purke er kjente eksempler hos varmblodige husdyr. Selv der sjukdommenes etiologi (årsaksforhold) og patogenese (hvordan sjukdommen utvikler seg) stort sett er avklart, brukes fortsatt samlebegrepet ”produksjonslidelser”, ofte som en motsats til smittsomme sjukdommer. En kan få inntrykk av at enkelte sjukdommer er en direkte konsekvens av en intensiv produksjon og dyreavl som sådan, og ikke kan unngås. En ukritisk bruk av begrepet vil kunne gi en oppfatning av at industriell produksjon er synonymt med lidelse.

Oppmerksomheten vil da kunne dreies bort fra den viktige, løpende prosessen det er å optimalisere produksjonsbetingelser. Med enkle omlegginger av rutiner har det i landbruket vist seg mulig å redusere forekomsten av enkelte produksjonslidelser betydelig, slik en har sett med stoffskiftesjukdommen ketose, der behandlingsfrekvensen ble redusert fra over 20 % ned mot 5 % av alle kyr per år.

I denne rapporten har vi valgt vi å bruke deskriptive og nøytrale sjukdomsbetegnelser så langt som mulig. Ikke smittsomme sykdommer hos fisk omfatter hovedgruppene nydannelser, ernæringsbetingede lidelser, stoffskiftesjukdommer, sykdommer assosiert med unormale fysiske og fysiokjemiske vannforhold, økopatologiske lidelser, deformiteter, utviklingsanomalier, genetiske lidelser samt traumer og sår av diverse årsaker. Aktuelle sykdommer og deres velferdsmessige relevans er beskrevet og diskutert som eget punkt og i tabell under de enkelte fiskeslag senere i utredningen.

#### **6.4.2 Sjukdom i forhold til andre velferdsparametere hos fisk**

Ved valg av velferdsparameter spesielt på fisk, vil det være relativt lett å bruke parameter på sykdom og skade (på kort og lang sikt) i forhold til fysiologiske parameter eller adferdsparameter, der man også kan være usikker på hvordan de skal tolkes. Sjukdomsparameter er rent registreringsmessig lite tidkrevende og direkte. Sjukdom, helse og skader kan observeres under den daglige gjennomgangen på et anlegg, og slike opptegnelser kan sammen med registreringer fra innsendt død eller syk fisk, slakteriregistreringer m.v. benyttes for å gi en oversikt over situasjonen på lengre sikt. Helsemessige og driftsmessige registreringer er dessuten viktige verktøy for å finne risikofaktorer og for å plukke ut kandidater for forskning på mulige kausale faktorer.

Sjukdom hos fisk kan generelt og i et lengre perspektiv vanskelig settes opp alene som parameter på velferd. Dyrevelferd rommer mer enn fysisk helse. De observasjoner som gjøres på dyret i form av patologiske eller kliniske symptom må settes i sammenheng med observasjoner eller velferdsparameter etablert innen fokusområdene tetthet, innretninger, føring, avlving, miljø- og vannforhold, driftsrutiner, håndtering, transport, sortering mv.

#### **6.5 Indirekte velferdsindikatorer**

Foran er nevnt forhold ved fisken som kan si noe om dens velferd. Men også forhold som kan måles i miljøet, som vannkvalitetsparameter (temperatur, oksygeninnhold osv), tetthet, utforming av kar og teknisk utstyr, kan brukes for å belyse fiskens velferd i oppdrettssituasjonen. Bruk av slike parametre som velferdsindikatorer forutsetter at en har på forhånd god kunnskap om fiskens preferanser og behov, da en her observerer abiotiske parameter og ikke fisken selv. Etter hvert som slik kunnskap blir etablert, bør avvik fra kjente grenseverdier eller intervaller anses som risikofaktorer som bør utløse tiltak, *før* fiskens velferd er påvirket. Indirekte faktorer har på sikt derfor et meget stort potensiale for å sikre god fiskevelferd. Moderne adferdsstudier (Anne Berit Skiftesvik, personlig meddelelse) har vist at de miljøfaktorer som fisk i særlig grad reagerer på er endringer i temperatur, støy og

lysforhold. Videre er det viktig å kjenne til hvordan den enkelte art lever under naturlige forhold. Visse arter har et sterkt behov for å kunne gjemme seg, andre er særlig aggressive i visse deler av livssyklus, og det må det tas hensyn til under oppdrettsforhold.

## **6.6 Prinsipper for å etablere velferdsindikatorer hos akvatiske organismer**

Det er to begrep som ofte brukes i forbindelse med mål for velferd hos dyr, indikator og parameter. Begrepene skal omtales kort. En indikator er i denne sammenheng en observasjon på dyret eller en faktor i forhold i dyrets fysiske omgivelser med relevans for velferden til dyret, i dette tilfelle fisk i akvakulturanlegg. En indikator forteller noe om fiskens tilstand, og kan baseres på fiskens fysiologi, adferd og helse, eller forhold i dets miljø, som vannkvalitet og merdsystem. En parameter er et punkt eller mengde som kan måles, slik som nivå av stresshormoner, dødelighet eller vanntemperatur. Flere parametere kan også sammen utgjøre en velferdsindeks, dersom de gis en tallverdi og eventuelt vektet innbyrdes. I så fall vil verdier og valg av velferdsdefinisjon spille en viktig rolle, noe som er årsaken til at det har vært vanskelig å enes om slike indekser. Begrepene velferdsindikator og velferdsparameter går i litteraturen og daglig omtale over i hverandre rent forståelsesmessig, og er ikke lett å skille. I denne utredningen har vi valgt begrepet velferdsparameter for de konkrete observasjoner og mål som legges inn i velferdsvurderingen. I vår logiske forståelse av velferdsindikatorer så vil disse bygge på flere en eller flere velferdsparametre.

### **Prinsipper**

Den grunnleggende forutsetning for etablering av en velferdsindikator i akvatisk dyrehold er at den bygger på parametre som er vitenskapelig fundert og validert. Videre skal en parameter kunne inngå som velferdsindikator uten at nevnte forutsetning er tilstede dersom en har empirisk bakgrunn for å si at valgt parameter eller tiltak vil være egnet eller ha positiv effekt. Ergo kan man etablere en velferdsindikator uten at egentlig grunnleggende vitenskapelige forutsetninger er tilstede.

Velferd relateres prinsipielt i forhold til enkeltindivid, men i vår forståelse av dette foreslår vi at en velferdsindikator i akvatisk dyrehold likevel bør være appliserbar på en flokk eller populasjon.

Velferdsindikatorer i akvatisk dyrehold foreslås delt inn i to kategorier;

- I. Direkte (fisk) - dvs. de forhold som observeres eller registreres på fisken eller fiskegruppen
- II. Indirekte (drifts- og ressursbaserte) - dvs. de fysiske forutsetninger og forhold som fisken befinner seg i.

Nedenfor gis en nærmere beskrivelse av hva vi legger i disse kategoriene.

I. Direkte velferdsindikatorer

Dette er forhold som kan observeres på fisken/populasjonen der og da av den/de som har driftsansvar for fisken. Dersom forholdet også kan korrigeres der og da er det snakk om en operasjonell parameter. Dersom forholdet ikke kan korrigeres der og da vil det være snakk om en strategisk parameter. Dette vil være observasjoner over tid i populasjonen som kan fanges opp via program for helseovervåking, slakteridata og lignende. Opplysninger som samles gjennom slike program vil gi systematiske og omfattende epidemiologiske data som (del)grunnlag for avdekking av etiologi og patogenese ved aktuelle lidelser og dermed bedring av helse og velferd over tid.

II. Indirekte velferdsindikatorer

Riktig anleggsutforming og gode driftsforhold er vesentlige faktorer i oppnåelsen av god velferd på fisken. Driftsmessige forhold vil ofte være målbare, men det vil også ha et element av skjønnsmessig vurdering ut ifra den tilgjengelige kunnskap om fiskens krav og de muligheter teknologien gir. Følgelig stilles det store krav til erfaring og kunnskap hos de som skal vurdere om indirekte velferdsindikatorer kan observeres og tolkes i praktisk oppdrett.

Det er stor heterogenitet i anleggstyper, miljøforhold, driftsformer og intensitetsgrad i oppdrett av de ulike artene. Ut fra det nåværende kunnskapsgrunnlaget er det ofte ikke mulig å angi spesifiserte forslag til indirekte mål eller verdier. Det vitenskapelige grunnlag for dette mangler helt for majoriteten av de marine artene, og selv for laksefisk er grunnlaget ufullstendig. Dette gjør at velferdsindikatorerne som er foreslått vil hvile på et kunnskapsgrunnlag (av velferdsparameter) som er under utvikling. Det er utvilsomt behov for betydelig forskningsinnsats på parametere som kan benyttes som velferdsindikatorer, og ny kunnskap vil også kunne være med å sikre fundamentet som de foreslåtte velferdsindikatorerne bygger på.



## 7. Laks og regnbueørret

### 7.1 Særtrekk ved laks

Laks finnes i vill tilstand i Nord-Atlanteren, med utbredelse fra Kvitsjøen til Portugal på vestsiden av Atlanteren og fra sørlige Grønland til Cape Cod i USA på østsiden av Atlanteren. Utbredelsen i Norge strekker seg langs hele kysten. Laksen er en anadrom fisk, men et særtrekk er at den er avhengig av ferskvann for gyting, klekking og den første delen av livet (yngel, parr, smolt). Laks fra fleste ville laksestammer gjør imidlertid næringsvandring i havet, men det finnes også eksempler på at laks lever hele sin livssyklus i ferskvann. Vi har laksebestander i innsjøer, som Väneren i Sverige, Saimen i Finland og Ladoga i Russland, hvor laksen bruker disse innsjøene som havområder og går opp i de tilstøtende elvene for å gyte. I Byglandsfjorden finnes også den relikte dverglaksestammen blege (bleike) som går opp i Otra for å gyte.

Etter næringsvandring på 1-4 år vandrer laks tilbake til sin barndomselv for å gyte. I Norden skjer dette i sommerhalvåret fra april og til et godt stykke ut på høsten. Hannlaksen kan da være opptil 150 cm lang og 40 kg. De største hunnene blir sjelden mer enn 120 cm og 20 kg. De største fiskene går opp i elva først. I forbindelse med oppgang i elvene tar ikke den kjønnsmodnende laksen til seg føde. Den tærer på fettreserver og dette fører til at kroppsvekten kan avta med 30 %. Når den likevel tar på fiskeredskaper antar man at dette skyldes aggresivitet. Under kjønnsmodningen skjer det også fysiologiske endringer hos hannlaksen som medfører fremvekst av et smalere og lengre kjeveparti med underkjevekrok. I denne perioden er laksen territoriell og sloss om hunnlaksen og de beste gyteplassene.

Gyteplassen er nøye utvalg med grus og steinbunn og strømhastighet i elva på 30-45 cm per sekund. Gytepropene er gravd ut av hunnen og kan være inntil 5 meter lange og 30 cm dype. Disse gytepropene ligger som regel på 1-2 meters dyp og eggene gytes i porsjoner. Laksen produserer ca 1000 egg per kg kroppsvekt. Eggene er 5-7 millimeter, tyngre enn vann og lett klebrige. Hannlaksen graver ned eggene mens hunnlaksen forbereder neste grop. Gytingen foregår i oktober- november og i noen elver så sent som i januar. Eggene ligger mellom steinene i gytepropa til april-mai, hvorpå de klekkes. Lakseyngelen er da ca 2 cm lang og omkring 0,015 gram. Den første tiden overlever yngelen på plommesekken, deretter begynner den å spise naturlig plankton og insektlarver. Senere går dietten over på snegler muslinger og større insektlarver, samt små krepsdyr. Veksten i elvene er forholdsvis langsom sammenlignet med veksten i havet. Ungfisk av laks i elvene er karakterisert med brun til gulaktig farge, med røde og svarte prikker, samt 10-12 fingermerker langs siden. Dette stadiet kalles parr. Parren lever forholdsvis nært bunnen i elva og hevder territorium.

Etter 2-5 år når parren har blitt 11-12 cm gjennomgår den en omfattende fysiologisk forandring som betegnes smoltifisering. Parren utvikler da hyposmotisk reguleringsevne, deponerer derivater fra protein metabolismen i skjellene og blir sølvblanke. Den viser også adferdsmessige forandringer ved at den lar seg drive mer med strømmen nedover elva og viser mer stimadferd. Stadiet betegnes som smolt. I Norge tar det fra 3-5 år før lakseungene når smoltstadiet. Smoltutvandringen foregår om våren til litt utpå sommeren og den vandrer da ut i puljer om kvelden.

I havet lever laksen hovedsaklig av fisk, den vokser derfor også hurtig. Undersøkelser har vist at den kan foreta lange vandringer som streifende rovfisk i de øvrige pelagiske lag. Ernæringen betår hovedsakelig av sild, brisling, lysprikkfisker, blekksprut og krill. Vandringshastigheter på 5-30 km per døgn er vanlig.

Hvordan laksen finner tilbake til sin barndomselv er ennå ikke fullt ut løst, men man antar at luktesans kan ha en betydning, da laks med skadet lukteorgan ikke synes å finne tilbake til elva. Når laksen går opp i elva for å gyte utsettes den for store belastninger. I tillegg tar den ikke til seg føde og bruker mye energi på å forsere stryk og liknende, samt kjempe med annen laks om gyteplassene. Resultatet av dette er at kun 4-6 % av laksen vender tilbake som andregangsgytere og kun noen promille blir tredjegangsgytere. Fra undersøkelser av lakseskjell og otolitter vet man at laksen kan bli opptil 13 år gammel, men dette er meget sjeldent.

## **7.2 Særtrekk ved regnbueørret**

Regnbueørret er opprinnelig hjemmehørende ved Nord-Amerikas vestkyst, men den store tilpasningsevnen til denne arten har ført den til utsetninger mange steder i verden. I 1908 foregikk det norsk import av regnbueørret egg fra Danmark og yngel ble satt ut i mange elver og vann, men resultatene var dårlige. Først i 1950 årene ble oppdrettsforsøk med regnbueørret gjennomført, og denne gang i dammer med godt resultat, og senere i sjøen. Regnbueørret er en anadrom art som blir kjønnsmoden og gyter i ferskvann, men vandrer ut i saltvann i oppvekstperioden og returnerer til ferskvann. Det finnes flere økologiske typer av regnbueørret, men det er den androme formen kalt ”Stealhead” som vi kjenner i Norge.

Den gjennomsnittlige levealder til regnbueørret i Nord-Amerika er 3-5 år. Hunnen blir kjønnsmoden i sitt tredje år, og hannene blir kjønnsmodne i sitt andre og tredje år. Størrelsen vil variere med hvor den vokser opp, og den kan bli 16 kg og 122 cm lang, men gjennomsnitt ligger på 3,6 – 4 kg i vill tilstand.

Gyteperioden er i fra januar til juli, og gytingen finner sted i små elver og i passende steder i større elver. Selv om den er forsøkt satt ut flere steder i Norge har det vært vanskelig å den til å formere seg å danne en varig bestand.

Sammenliknet med ørret gir regnbueørreten inntrykk av å være mer aktiv. Den er mer i bevegelse, vokser hurtigere og blir tidligere kjønnsmoden. Til gjengjeld ser det også ut til at den normalt ikke oppnår samme levealder som ørreten. Veksten er som hos regnbueørret er meget plastisk og avhengig av ernæringsforhold og temperatur, men under ellers like forhold vokser regnbueørreten vanligvis mye hurtigere enn ørreten. Regnbueørret som settes ut i sjøen vokser betydelig raskere.

Små regnbueørret lever i stor utstrekning av planktonkreps, men etter hvert som den vokser foretrekker den større byttedyr. Den spiser mer enn ørreten og er øyensynligere flinkere til å finne bunndyr. Større regnbueørret lever vesentlig av fisk både i ferskvann og saltvann.

Ung regnbueørret holder seg gjerne i de grunne områdene av et vann som har vegetasjon, drivende partikler og stein. I områder med strøm holder den til der strømmen er lavere enn 8 cm/sek. Når de blir eldre vil de ha sterkere strøm men ikke mer enn 22cm/sek. Ungfisk foretrekker temperaturer mellom 15 og 20 °C, mens eldre fisk foretrekker 7-10 °C. Den vandrer ut i sjøen når smolten er 15 – 20 cm. Steelhead kan tilbringe fra en til tre vintere i sjøen, og vokser meget raskt. Hannene returnerer etter to år i sjøen, mens hunnene etter tre år. I likhet med laks vender de i stor grad tilbake til den elven de vandret ut i fra. De fleste steelhead slutter å spise når de vender tilbake til ferskvann. Steelhead kan i likhet med laks og ørret gyte flere ganger i motsetning til stillehavslaks som dør etter gyting.

### 7.3 Beskrivelse av produksjonsmetode

Produksjonen av laksefisk i dag kan deles i ulike stadier som vist i tabellen under. Laksefisk særpreges ved at det er en anadrom fisk, det vil si at den lever første del av livet i ferskvann, og deretter i sjøvann før den igjen går opp i elvene for å gyte. Oppdrett av laksefisk har foregått i mange år, først som et ledd i det å kultivere norske vassdrag og deretter som en etter hvert betydelig industri i Norge. Teknologien og biologien er kjent og man behersker alle ledd av produksjonssyklusen.

Tabell 1 Produksjonsmetode for laks og ørret i et verdikjedeperspektiv

Stamfisk	Yngel	Settefisk	Transport brønnbåt	Matfisk	Transport brønnbåt	Slakting
Stamfisk i sjø og ferskvann  Produksjon av befruktede egg på land	0-30 g  Foregår i settefisk-anlegg på land	30-50/150 g  Foregår i settefisk-anlegg på land	Transport i sjøvann fra landanlegg til sjøanlegg	50/150 g - 3/10 kg  Foregår i merder i sjø	Transport i sjøvann fra sjøanlegg til slakteri/ventemerder	Avlivning og slakting av fisk
<b>Ferskvann</b>			<b>Sjøvann</b>			

Produksjon av stamfisk foregår i sjø og ferskvann. Etter stryking av hann- og hunnfisk, befruktes eggene og inkuberes i beholdere på land. Rogna transporteres til settefiskanlegg hovedsakelig i form av øyerogna da øyerogna tåler godt håndtering. På settefiskanlegget klekkes rogn og det produseres en yngel på opp til 5 gram. Produksjonen foregår i ferskvann. Stamfisken blir normalt avlivet i forbindelse med strykeprosessen.

Produksjonen av settefisk foregår også i ferskvann på settefiskanlegget – fra en yngel på 5 g til en ferdig smoltifisert settefisk på 50-150 g. Når settefisken er smoltifisert (fysiologiske endringer som gjør laksen klar for livet i sjøvann), fraktes den i sjøvann med brønnbåt til et matfiskanlegg i sjø. Produksjonen foregår i merder og fisken slaktes når den er fra 2-3 til opp mot 7-8 kg – avhengig av produksjonsstrategi. Deretter transporteres fisken til et slakteri, hvor den enten slaktes direkte etter at den er pumpet opp fra brønnbåt eller har en mellomlagring på noen dager i en ventemerd. Fra befruktning av rogn og til utslakting av fisk

tar det fra 2,5-3,5 år – avhengig av størrelse fisk som produseres og av hvor i landet man befinner seg.

### **Fremtidens oppdrett av laksefisk**

Norge har en kystlinje som er godt egnet for produksjon av fisk i sjø. Mange øyer og fjorder gir godt le for vær og vind. Produksjon i sjø krever mindre investeringer enn produksjon i anlegg på land, og sannsynligheten for at matfiskproduksjonen vil foregå i sjøen også i fremtiden er stor. Man kan forvente at noe av oppdrettet blir flyttet ut på mer eksponerte lokaliteter, både fordi det vil være andre interesser som vil konkurrere om areal i kystsonen og fordi produksjon på mer eksponerte lokaliteter vil gi bedre forhold for fisken. Et annet viktig trekk som vi allerede ser konturene av i dag er at oppdretter vil velge å samle aktiviteten på lokaliteter som gir god tilvekst og gode miljøforhold for fisken. Sannsynligheten er stor for at fremtidens matfiskoppdrett fortsatt vil foregå i sjø og ikke på land, men ikke nødvendigvis akkurat slik den foregår i dag. Allerede nå er oppdrettere i ferd med å ta i bruk større merder enn det som til nå har vært mest vanlig (70-90 m i omkrets), og langs kysten er det på flere anlegg satt ut fisk i merder med en omkrets på 160 m. I fremtiden er det sannsynlig at oppdrett vil foregå i relativt store og dype merder der hvor dette er mulig.

Settefiskproduksjonen vil naturlig nok foregå på land også i fremtiden. Noe av utfordringene vil være knyttet til å finne gode vannkilder som gjør at det kan produseres relativt mye fisk pr anlegg. Større settefiskanlegg vil muligens føre til at bruk av resirkuleringsteknologi vil bli mer aktuelt enn det er i dag.

Transport av fisk vil nok også i fremtiden foregå i brønnbåter, og vi ser allerede nå en utvikling mot større enheter. Slakteriene blir færre og fisken må fraktes over større avstander. Erfaring tyder på at dette ikke nødvendigvis er ugunstig for fisken da den får tid til å ”roe ned” etter å ha blitt pumpet om bord. Samtidig stiller lengre transporttid større krav til vannkvalitet i brønnen og til værforhold. Frakt av fisk med åpne ventiler vil sannsynligvis bli den foretrukne teknologi for smolt og slaktefisk, men man vil imidlertid få båter med lukkede systemer med kjøling av vannet og vannbehandling når det gjelder slaktelaks, da dette kan muliggjøre å starte nedkjølingen av fisken før slakting

### **7.4 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene**

Sjukdomsbildet hos laksefisk i oppdrett i Norge er komplekst og har endret seg betydelig over tid og er fortsatt i endring. Når det gjelder infeksjonssjukdommer har en opplevd en utvikling fra store problemer med klassiske bakterielle infeksjoner, introduksjon av svært effektive vaksiner mot disse infeksjonene og over i en fase med betydelige bivirkningsproblemer av de samme vaksiner. Infeksjonsbildet hos laksefisk i dag er preget av enten virale infeksjoner eller infeksjoner med andre, delvis ukjente agens og uten tilgang på effektive vaksiner, eller ikke tillatelse til å bruke vaksiner i bekjempelsessammenheng. Parallelt har en sett en utvikling mot høy forekomst av ikke smittsomme sjukdommer som skjellett- og bløtvevsdeformiteter og katarakt. Også på dette feltet har kunnskapen om årsakssammenhenger og sjukdomsutvikling steget og har resultert i en målrettet korreksjon av kritiske driftsparameter og førsammensetning. Dette har gitt resultater i en betydelig reduksjon av problemene. Det er imidlertid uavdekkede årsakssammenhenger i dette komplekset slik at mye forskning fortsatt

gjenstår. Et tilbakevendende innslag i produksjon av laksefisk vil være varierende grader av finneslitasje. Lakselus har vært et stort problem, men er under bedret kontroll gjennom etablerte overvåkings- og kontrollprogram samt tilgang på effektive terapeutiske hjelpemidler.

## Status

Sjukdomsbildet i settefiskproduksjon vil i betydelig grad være relatert til vannkvalitet, oksygenering og drifts- og hygienebetingelser. Proliferativ gjellebetennelse er en sykdom som registreres jevnlig. IPN er også et stort og tilbakevendende problem. Likeledes sporadiske infeksjoner med fakultative agens som flavo- og lactobakterier, flexibakterier, *Yersinia ruckeri* samt *Saprolegnia* og andre soppinfeksjoner forårsaket av *Ichthyophonus hoferi*, *Exophiala* og *Phoma* mv. Parasittære lidelser som opptrer er PKD (proliferativ nyrebettennelse forårsaket av en myxosporidie), *Ichtyobodo* (costia), *Trichodina* samt hvitprikksjuke. Av sykdommer av ukjent årsak nevnes haemorrhagisk diatese. I en del anlegg med inntak av sjøvann registreres problemer med hudsår etter introduksjon av halofil patogen bakterieflora gjennom sjøvannet.

Sjukdomsbildet i matfiskproduksjon i sjø er preget av en økende frekvens av de smittsomme sykdommene PD (Pancreas disease) og HSBM (Hjerte- og skjelettmuskelbetennelse) begge forårsaket av virus. Av de mer etablerte virusinfeksjonene ILA og IPN registreres årlige utbrudd med betydelige svingninger fra år til år, spesielt for IPN. Når det gjelder bakterielle infeksjoner registreres proliferativ gjellebetennelse (Epitheliocystis) i økende grad. Denne infeksjonen er forårsaket av bl.a. klamydialignende bakterier. Piscirickettsiose er jevnt forekommende på moderat nivå. BKD (bakteriell nyresjuke) diagnostiseres svært sporadisk. Vintersår, eller infeksjoner med *Moritella viscosa* er derimot et stort og betydelig problem, også i dyrvelferdsperspektiv. Effekten av tilgjengelige vaksiner synes ikke god nok. Lakselus og i noe mindre grad bendelmark er de klassiske parasittproblemene i norsk lakseoppdrett. I tillegg er infestasjoner med en ny parasitt *Parvicapsula* registrert i et allerede betydelig antall anlegg. Av ikke smittsomme sykdommer i nevnes CMS (Cardiomyopatisyndrom – hjertemuskelforandringer), katarakt, vaksineskader, alger og maneter samt forskjellige predatorer som problemområder. Karakter og utviklingstrekk hos noen av disse problemorådene er kommentert innledningsvis.

De viktigste ikke-infeksiøse sykdommer og skadetilstander hos laksefisk i oppdrett er skjelett- og bløtvevsdeformiteter, katarakt og hudsår.

## Skjelett- og bløtvevsdeformiteter

I kategorien skjelettdeformiteter regnes; forkortet ryggrad (platyspondyli), bøyd ryggrad (skoliose, lordose, kyfose), ryggradsbrudd, ventral bøyning av underkjeven, overkjeveforkortelse og gjellelokk-forkortelse, Under kjente bløtvevsdeformiteter regnes følgende tilstander relatert til hjerte og omliggende organer; manglende septum transversum, situs inversus cordis, ventrikkel hemangiom, infarkt og aneurismer

For disse deformitet-variantene er det ofte snakk om utviklingsanomalier, dvs. feil i orgnutvikling pga negativt virkende (utløsende) forhold (nokser) i perioden med organdanneelse, oftest feil tempertur ved klekking og yngelproduksjon. Ved å korrigere temperaturer tilbake til optimal har innslaget av en del av deformitetene i populasjonen

minsket betydelig. Det foreligger vitenskapelig dokumentasjon på dette. Når det gjelder etiologi og patogene i tilslutning til fenomenet korthale (platyspondyli) er årsakssammenhengene mer komplekse og det trengs mer grunnleggende forskning. Denne lidelsen er sannsynligvis ikke en ren utviklingsanomali i og med at sjukdomsutløsende faktorer (nokser) opptrer på et stadium i fiskens liv hvor organer allerede er dannet.

### **Katarakt**

Katarakt er blakking av øyets linse og linsekapsel registrert hos laksefisk, men også torsk. Forekomsten i Norge hos laksefisk i oppdrett har vært høy helt fra begynnelsen av 1990 årene og helt fram til nylig. Forekomsten er nå i tilbakegang. Lidelsen representerer et betydelig etisk og dyrevelferdsmessig problem, siden synet svekkes og fisken kan bli helt blind. Katarakt kan være både primær og sekundær, reversibel og irreversibel. Den form av katarakt som har hatt mest oppmerksomhet er koblet til sammensetning av fôr, spesifikt nivåer av blodmel eller L-histidin. Det er publisert vitenskapelige data som viser sammenhenger mellom innhold av disse faktorer i fôr til fisk og forekomst og grad av katarakt hos fisk som føres. Gjennom riktig innblanding av kritiske råvarer i fôret vil det være mulig å sikre at forekomsten av katarakt holdes på et lavt nivå i populasjonen. En skal imidlertid være oppmerksom på at alle årsaksforhold bak katarakt hos fisk ikke er kartlagt ennå

### **Hudsår**

Hudsår hos spesielt laksefisk i oppdrett er et betydelig problem, både i ferskvannsfasen og i sjø. I sjøanlegg betegnes lidelsen som ”vintersår”. Dette er i utgangspunktet hudinfeksjoner forårsaket av en spesiell gruppe halofile bakterier dominert av *Moritella viscosa*. I tillegg til store hudsår og hudlesjoner ses organaffeksjoner, sepsis (”blodforgiftning”) og død. Tilgjengelige vaksiner synes ikke effektive nok. Antibakteriell behandling vil være nødvendig. Disse infeksjonene er en betydelig dyrevelferdsmessig utfordring.

Gjennom praksisen med inntak av sjøvann også i settefiskanlegg har en implantert samme infeksjon og problemer også her. Bakteriene setter seg som ny ”husflora” i aktuelle anlegg. I tillegg ser en i settefiskanlegg tilsvarende hudinfeksjoner forårsaket av vanlig ferskvannsmikroflora av typen flexibakter, lactobakterier mv. Slike bakterielle problemer er indikatorer på dårlige drifts- og vannkvalitetsforhold.

## **7.5 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av laks og ørret**

Konklusjonene i dette kapitlet er basert på intervjuer av praktikere, det vil si erfarne produksjonsledere i oppdrettsselskap som produserer laks og ørret (heretter kalt laksefisk). Mesteparten av konklusjonene gjelder for både for laks og ørret, og i de tilfeller hvor ørret skiller seg fra laks er dette kommentert. Det må understrekes at det er de viktigste elementene knyttet til fiskens velferd slik oppdretterne opplever det som her blir belyst og det kan være momenter av betydning for fiskens velferd som ikke er nevnt i dette kapitlet.

I Norge har man mange års erfaring med oppdrett av laksefisk og representanter for næringen mener at god fiskevelferd også betyr gode økonomiske resultater. En fisk som har en god

tilvekst og en god fiskehelsestatus gir bedre økonomi enn det motsatte. Likevel har laksefisk en kort periode som et domestisert husdyr og det er fortsatt behov for mer kunnskap om hva som gir god tilvekst og god fiskehelse. Spesielt er det viktig å merke seg samspillet mellom faktorer som karmiljø, fisken selv og fôring og hvordan disse til sammen påvirker fiskens velferd.

### **7.5.1 Stamfisk**

Laksefisk gyter normalt i ferskvann og det er viktig å overføre laks og ørret til ferskvann noen måneder før gyting. Hva som er det optimale tidspunktet for overføring til ferskvann vet man ikke nok om. Laks og ørret gyter som regel bare en gang i livet og den avlives i forbindelse med gyting. Stamfisken kan være ekstra sensibel for håndtering og lettere få sår og skader enn fisk som ikke er kjønnsmoden. Kjønnsmoden hannlaks kan og utvise naturlig aggressiv adferd mot annen laks.

### **7.5.2 Produksjon av yngel og settefisk**

#### **Endringer i appetitt**

Endringer i fôropptak kan være et tegn på at fiskens velferd ikke er optimal. Man skal imidlertid være klar over at fisken også kan ha nedsatt appetitt av naturlige årsaker, som for eksempel i forbindelse med begynnende smoltifisering. Likeledes kan appetitten være høy selv om det ikke er optimale forhold for fisken på andre måter. Appetitt hos yngel og settefisk er likevel en god indikator på fiskens velferd, men den bør sees i sammenheng med andre indikatorer som vannkvalitetsparametere og strømningsbilde i karet.

I dag fører selskapene regnskap med hvor stor tilvekst fisken har i forhold til budsjettert tilvekst. I yngelfasen tas det ukentlige prøver og hvis det er avvik prøver man å finne forklaringen. På større fisk tas det sjeldnere prøver og vanligvis oppdages nedsatt appetitt direkte på fôropptaket lenge før det kan registreres på tilvekstresultatene.

#### **Adferd og samspillet med miljøfaktorer**

Karmiljø er svært viktig for fiskens trivsel. Karmiljø består av en rekke elementer som karenes utforming, vannkvalitetsparametre, vannmengde, strømningsbilde, utskiftingshastighet etc. Sammen med fiskens størrelse, tetthet og fôringsadferd utgjør dette et komplisert samspill som må optimaliseres for å gi fisken et så godt miljø som mulig. I dag er denne optimaliseringen i stor grad basert på de erfaringene som bransjen har tilegnet seg over tid.

Ett eksempel på hvordan samspillet fungerer, og hva man styrer etter, er knyttet til strømningsbildet i karene. Yngel og settefisk av laksefisk lever i naturlig tilstand i elv der det alltid er strøm, og har en naturlig svømmeadferd. I så måte trenger den "trim" gjennom å stå i strøm i karet. Det er også nødvendig med strøm for å fjerne ekskrementer, fôrrester, CO<sub>2</sub> og ammoniakk. Strømhastigheten må være tilpasset fiskens størrelse og i næringen opereres det med en tommelfingerregel om at strømhastigheten bør tilsvare en fiskelengde pr. sekund (kan

varierte noe, avhengig av hvordan vannet tilsettes karet). Strømbildet påvirker også utskiftingshastigheten på vannet og derigjennom nivået av ulike vannkvalitetsparametre.

Hvis karmiljøet er bra, tettheten er tilpasset karmiljøet og fisken ellers er frisk, står fisken i ”ryddig” stim i karet. Dagens settefiskforskrift<sup>3</sup> setter krav om at tetthet på fisk i kar ikke skal overstige 55 kg/m<sup>3</sup>. Erfaringer fra praktisk oppdrett tyder på at fisk ikke trives med tettheter under 20 kg/m<sup>3</sup>. Appetitten går ned og det er vanskelig å føre riktig. Ved høy tetthet (opp mot grensen av det som er tillatt) er det viktig å ha godt karmiljø, samt å tilføre nok fôr for å unngå aggresjon, finnebiting og annen ”slitasje” på fisken. Erfaringen tilsier at med høye tettheter har man mindre slingringsmonn før noe kan gå galt – det vil si at alle faktorene som påvirker fisken bør være optimale.

I dagens settefiskanlegg er det vanlig å måle temperatur, O<sub>2</sub>-nivå (2 ganger daglig), CO<sub>2</sub>, samt at det sendes inn vannprøver for kjemisk analyse. Like viktig som endringer i måleparametre er røkternes egen oppfølging av fisken i karene. Erfarne røktere oppdager tidlig at noe er galt. Måleutstyret er viktig, men kanskje enda viktigere er det at anlegget har prosedyrer for å fange opp avvik enten det gjelder fiskens adferd eller avvik i måleparametre.

### **Kritiske faser i livssyklusen**

Startfôring er et mindre problem enn tidligere og sammenlignet med andre arter er dødeligheten lav. Ett av selskapene som ble intervjuet sa at de hadde rutiner der veterinær ble kontaktet hvis dødelighet under startfôring oversteg 0,5 ‰ pr dag. Utfordringen i denne fasen er å ha riktig forhold mellom fôring og strømhastighet i karet.

Vaksinasjon av fisk er en belastning for fisken. Den bedøves og stikkes deretter med en nål. Det er viktig at fisken våkner raskt etter bedøving og at stikkes foretas med korrekt dybde og nåltykkelse. Belastningen på fisken er mindre hvis vaksinasjonen foregår ved lave temperaturer (3-5°C). En annen utfordring med vaksinasjon er at enkelte vaksinebatcher/typer kan føre til sammenvoksninger i bukhalen. Graden av sammenvoksning karakteriseres ut i fra en egen skala (Speilbergskala fra 1-6). Fisk med sammenvoksningsgrad på 3 eller mer blir som oftest betraktet å være så merket av dette at skadene kan gå utover den fysiske prestasjon (tilvekst) i oppdrett.

Smoltifisering er den fasen da laksefisk gjennomgår fysiologiske endringer slik at den takler overgang fra ferskvann til sjøvann. Laksesmolt har en optimal periode da den tåler å bli satt i sjøen (såkalt smoltvindu) og det er viktig at fisken settes i sjøen nettopp på dette tidspunktet. Hvis den ikke er tilstrekkelig smoltifisert (eller for tidlig eller sent utsatt) opplever den et hyperosmotisk stress som kan medføre redusert helsetilstand og/eller død. I dag benytter oppdrettsnæringen flere typer tester for å sikre at smolten har den riktige fysiologiske tilstand før utsett. Disse testene utføres på en gruppe enkeltindivid, men appliseres på hele gruppen (karet), sammen med adferdsmessige og morfologiske tegn som kan ses på gruppe (kar) nivå.

---

<sup>3</sup> FOR 2000-12-20nr 1397



## **Andre elementer som kan ha betydning for fiskens velferd**

Laksefisk sultes i forbindelse med vaksinerings og før den skal fraktes med brønnbåt til matfiskanlegget. Sulting skal gjøre fisken mer robust, samt at for transporten sin del er det viktig at fisken er sultet slik at man unngår faeces i vannet. Før transport sultes den vanligvis et par døgn. I forbindelse med at fôringen stoppes har ikke oppdretter registrert endringer i adferd. Det er viktig å ikke fôre litt (dvs med redusert mengde), da dette kan skape aggresjon.

Lysstyring brukes i forbindelse med smoltifisering og forsert produksjon av smolt (såkalt nullåring). Hvis lyset slås brått av, får fisken umiddelbart en stressreaksjon og fisken er lettskremt en periode på et par dager. I forbindelse med bruk av lys for å styre smoltifisering går man over til en kortere periode med fôring (12 t). Appetitten går ned og tilveksten avtar. Om dette skjer fordi fisken er stresset på grunn av lysbruk eller fordi den har en kortere periode å ta til seg fôr på vites ikke.

### **7.5.3 Produksjon av matfisk**

#### **Endring i appetitt**

Matfiskproduksjon av laks og ørret i sjø foregår i til dels store merder der det er nødvendig med overvåkingssystemer for å følge med på fiskens tilstand. Endringer i appetitt registreres først og fremst av endringer i daglig utfôret mengde sammenlignet med planlagt utfôringsmengde. Ved avvik over 2-3 dager begynner gjerne oppdretter undersøkelser for å finne ut hva som eventuelt ikke er i orden. Reduksjon i appetitt kan for eksempel være tegn på at en algeoppblomstring er i ferd med å skje, noe som kan skape respirasjonsproblemer for fisken. Likevel trenger ikke reduksjon i appetitt å være et signal om at fisken har redusert velferd. For eksempel kan redusert appetitt være et tegn på at fôret ikke er smaklig nok for laksen.

#### **Endringer i adferd**

Hvis fisken har det bra, svømmer den rolig rundt i merda i et visst mønster. Hvis svømmeaktiviteten blir mer ”uryddig”, kan dette være en indikasjon på at noe ikke stemmer. Det samme gjelder hvis det registreres svimere i merda, eller hvis fisk kommer opp mot overflaten. Da tilkalles som regel veterinær. Økt dødelighet ut over det som er normalt fører også til at undersøkelser settes i gang.

#### **Målinger/overvåking**

I dagens matfiskoppdrett av laks og ørret registreres temperatur hver dag og på en del anlegg registreres også oksygennivået i merdene med jevne mellomrom. En del oppdrettere måler også siktdyp og farge på vannet for eventuelt å avdekke oppblomstring av alger. Den viktigste indikator med hensyn til målinger eller overvåking av anlegget i forbindelse med fiskens velferd er likevel registrering av dødfisk, samt fiskens appetitt. Anlegg som ligger i fjorder nær utløp av elver som er sure, humøse eller turbide bør overvåke saliniteten i overflaten for å overvåke potensielle estuarine blandsoner (Se Rosten et al. 2004a).

### **Kritiske faser i livssyklusen**

Oppdretterne er opptatt av at fisken må være smoltifisert før den settes i sjøvann. Sjøsetting av smolt som ikke er ordentlig smoltifisert gir økt dødelighet og redusert tilvekst senere i livsløpet.

### **Kritiske arbeidsoperasjoner**

Ved enhver håndtering av laksefisk er det et visst stress for fisken. Arbeidsoperasjoner som kan føre til stress er avlusing, sortering, vektprøvetaking og lignende. Felles for alle operasjonene er at det benyttes orkastnot for å trenge fisken sammen i nota. Oppdretterne som ble intervjuet understreket at det er viktig å bruke orkastnot riktig – da reduseres stresset for fisken. Hvis det gjøres rett, er oppdretterne av den oppfatning at stresset går relativt raskt over hos fisken. I forbindelse med slike operasjoner kan det være fornuftig å sulte laksefisk på forhånd – da tåler den mer håndtering. Ørret skiller seg fra laks ved at den tåler mindre håndtering ved høye temperaturer på sommeren/høsten.

Særlig viktig for fiskens velferd er det å sørge for tilgang av nok vann med rikelig oksygen. Ved groing av nøter ut over sommeren og høsten kan oksygennivået gå ned hvis ikke nøtene holdes tilstrekkelig rene. Renhold av nøter er derfor av betydning for fiskens velferd.

En oppdretter var av den oppfatning at ørret har et høyere oksygenforbruk enn laksen når den er stresset og at dette kan fremkalle akutte stressreaksjoner som at fisken renner rett i notveggen i høy fart.

### **Størrelse på merder**

I dag benyttes større merder enn tidligere. Mest vanlig størrelse brukt i dag er 70-90 m i omkrets, men det settes også ut fisk i merder med omkrets på 120 og 160 m. En oppdretter var av den oppfatning at dette er gunstig for fisken da den får et større volum å orientere seg i når det er dårlig vær. Den blir flinkere til å unngå skader som den kan få om den kolliderer med notveggen.

### **Sulting**

Fisk i matfiskanlegg sultes for å tåle håndtering bedre, oppnå bedre slaktekvalitet, samt for å tømme tarmen i forbindelse med transport. Det er viktig å sulte lenge nok, men samtidig ikke så mye at man mister produksjon. Hva som er riktig sulteperiode i forbindelse med ulike arbeidsoperasjoner er det mange teorier om. En oppdretter er opptatt av at dette i større grad enn i dag bør styres etter antall døgngrader, ikke antall døgn. På vinteren må fisken sultes lengre for å oppnå samme effekt som sulting om sommeren. Oppdretteren stiller også spørsmålsteget om sulting over lengre periode (over 2-3 uker) er bra for fisken.

### **Lysstyring**

Lysstyring brukes på matfiskanlegg for å unngå kjønnsmodning og for å stimulere veksten. Bruk av lys endrer oppfattelsen av årsrytmen til fisken. Når lyset settes på, merker oppdretter

en dropp i appetitt, men appetitten tar seg relativt raskt opp igjen og i ettertid kan det virke som om laksefisk da får en viss kompensasjonsvekst. Ved å unngå kjønnsmodning kan man unngå produksjonstap og intraspesifik aggresjon.

### **Annet**

Algeoppblomstring kan skape respiratoriske problemer for fisken. I det algene er i ferd med å komme registreres en dropp i appetitt, samt at fisken går dypt eller blir urolig.

Maneter kan skape store problemer for fisken, men er vanskelig å skjerme seg mot. Det kan se ut som om det er forskjell fra lokalitet til lokalitet og at det er viktig å velge rett lokalitet.

Predatorer som sel, oter, hegre og skarv kan være et problem for fiskens velferd. Sel går inn mot notveggen og biter fisk over buken – gjennom notveggen. Fisk som sultes søker ofte mot selen når den nærmer seg og blir således et lett bytte. Skarven dykker opp i merdene, spiser seg mett og velter seg over kanten igjen (da er den så mett at den ikke orker fly). Fisken stresses av å ha skarven i merdene. Oppdretterne har ulike tiltak for å skjerme fisken som for eksempel, selskremmere, predatornett, fuglenett og fugletråder. I noen tilfeller må avskyting av predator utføres. Tiltakene er mange, men oppfinnsomheten hos predatorne er stor.

### **7.5.4 Transport**

Transport av fisk foregår i dag med bil eller brønnbåt. Brønnbåttransport er dominerende. I utgangspunktet kan transport av levende fisk være en utfordring for fiskens velferd da fisken pumpes om bord i brønnbåten/bilen og deretter oppbevares i brønn/tanker under transport. I de senere årene har det foregått en rivende utvikling i brønnbåtteknologi og både laste og losseystemer og forholdene rundt vannutskiftning og sirkulasjon i brønner er mer tilpasset fiskens behov enn tidligere. Brønnbåtforeningen har også etablert en egen kvalitetssikringsstandard for hvordan transport av fisk i brønnbåt skal foregå. Standarden tar opp viktige dyrevelferdsmessige forhold som vannkvalitet og fisketetthet i brønner, samt inspeksjon og oppfølging av lasten under transport.

Brønnbåteiere presiserer viktigheten av at orkastnot brukes riktig når fisken skal trenges sammen for så å suges inn i brønner ved hevertprinsippet (mest vanlig nå) eller alternativt håves om bord med våthåv eller vakumpumpe brønnbåten (de siste to, er sjelden i bruk i dag). Hvis orkastnota trekkes jevnt og forsiktig, stresses fisken mindre og den er også mindre stresset når den kommer om bord i brønnbåten. Det er vanlig å få et dropp i oksygenivået i brønner rett etter ombordlasting, noe som tyder på økt respirasjon hos fisken. Ved en normal transport øker oksygenivået etter ca. en time og stabiliserer seg på et jevnt nivå. Dette indikerer at fisken har roet seg etter orkaststresset. Et forhold som påpekes å ha stor viktighet er tilstrekkelig sulting av fisken før transport. Et av de første svar man får på hva som er viktig fra de som har erfaring er at fisken må være tilstrekkelig sultet. Praktisk erfaring viser at slik fisk tåler håndtering i orkast og transport mye bedre enn dårlig /ikke sultet fisk.

Hvis fisken har risttap (tap av skjell) under lasting er det viktig å være ekstra oppmerksom da dette kan være et tegn på at fisken er i dårlig kondisjon og at man kan få problemer senere i transporten.

Under transport følger skipper og mannskap om bord i brønnbåten nøye med på fiskens adferd. Hvis laksefisk blir stresset begynner den ”å stå” (loddrett) i vannet, den gaper og det koker i brønnen. Instrumentene sjekkes for å finne en forklaring på fiskens oppførsel. Det kan for eksempel være et dropp i oksygenivået i det vannet som brønnbåten tar inn.

Hvis laksefisk har et grønnskjær er dette ofte et tegn på at fisken ”har sluppet sleipa” og at den tåler dårligere å bli håndtert.

Ved lossing av fisk til ventemerder eller direkte inn i slakteri gjelder samme prinsipp som ved bruk av orkastnot i merder. Ved trenging av fisken før pumping er det viktig at dette skjer skånsomt og forsiktig slik at fisken stresses minst mulig. Nyere losseteknologi innebærer å sette overtrykk i brønnen slik at vann og fisk drives ut i lavere atmosfærisk trykk.

Teknologien muliggjør mye mer skånsom utlossing enn med våthåv og vakumpumpe. Eventuelle fysiologiske og eller adferdsmessige konsekvenser av trykksetting av en brønn inneholdende vann med fisk har aldri vært vitenskapelig undersøkt, men empiri tyder på at dette fungerer godt på begrensede løftehøyder. Båtens motstandsdyktighet mot overtrykk setter sannsynlig større begrensninger på løftehøyden enn fiskens fysiologi p.t.

Ved normale brønnbåttransporter med åpne ventiler og kontinuerlig vannutskiftning er fiskens velferd bra ivaretatt, men det kan oppstå akutte situasjoner under transport der fisken får problemer. Dette gjelder dramatiske og uhyre sjeldne situasjoner som at båten skulle gå på grunn, få fremdriftstopp eller mister all strøm til pumpene. Likeledes kan det oppstå kritiske situasjoner i en åpen transport om forurenset vann (brakkvann med utstabil metallkjemi, kjemiløst, oljeforurensning etc) kommer inn i brønnen via de åpne brønnventilene. Kontinuerlig overvåking av fisken adferd og vannmiljø er derfor svært viktig. Erfaring og skipperkjønn er høyt verdsatte egenskaper i denne bransjen.

Noen svært få brønnbåter har fått installert RSW-teknologi som gjør at fisken kan kjøles ned under transporten, samtidig som båten går med lukket system – det vil si ikke får tilført sjøvann utenfra. Hvorvidt dette er gunstig eller ikke for fiskens velferd er avhengig av flere forhold. Man må si at det er gunstig og å kunne senke metabolismen til fisken slik at produksjonen av giftige metabolske komponenter begrenses. Dette gjøres enklest ved å redusere vanntemperatur og vannstrøm. Erfaring viser at det er utfordringer knyttet til opphoping av gasser som CO<sub>2</sub> og ammoniakk i vannet når en fiske transport foregår med lukkede ventiler (både bil og båt). Høye ammoniakkkonsentrasjoner kan drepe en hel last med fisk om handlingsmønsteret (utstyret) er feil. Erfaring viser at dødelighet gjerne oppstår om man tar inn nytt friskt vann (høy pH) og blander dette med transportvann med mye totalammonium (TAN) og CO<sub>2</sub> induisert lav pH. De dyrevelferdsmessige utfordringene med lukket transport er av en helt annen karakter og vi viser til egen utredning på vannkvalitet og dyrevelferd (Rosten et al. 2004) for nærmere belysning av dette tema.

Generelt tåler ørret mindre enn laks ved høye temperaturer og også ved ekstremt lave temperaturer. Det er forskjell på transport av ulike arter, men dette blir nærmere behandlet under hver enkelt art.

### 7.5.5 Slakting

Oppdrettere forventer en økt bruk av ventemerder da dette vil frigjøre transportkapasitet for brønnbåtene og gjøre kjøringen mer effektiv. Ventemerder er også gunstig for slakteriene da de kan få en jevnere tilgang på råstoff. Bruk av ventemerder medfører en ekstra håndtering og oppbevaring av fisken. Så lenge sykdomssituasjonen er under kontroll og hvis bruk av ventemerder gjøres ordentlig (skikkelig nedlodning av nøtene, rene nøter, etc.) er det ikke spesielle dyrevelferdsmessige utfordringer knyttet til ventemerder ut over de som er omtalt under matfiskoppdrett. I praksis kan det være problematisk om fisk blir trenget flere ganger med kort mellomrom eller blir stående med opptørket not i lengre tid i slike systemer.

Dyrevelferdsmessige utfordringer knyttet til avlivning av laksefisk er omtalt tidligere i en utredning for Mattilsynet om utfordringer knyttet til elektrisk bedøvelse (Rosten et al. 2004)

Det finnes ulike systemer for slakting av laksefisk langs kysten, men den dominerende metoden går ut på å bedøve fisken ved å kjøle den ned og tilsette CO<sub>2</sub> i vannet. Det finnes også noen få slakteri som bruker elektrisk bedøvelse eller slag mot hodet. Etter bedøvelse kuttes gjellebuene og fisken overføres til utblødningstank med sjøvann. Det er ikke utviklet egne tilpassede systemer for slakting av de andre fiskeartene som er omtalt i denne rapporten. Avlivning av krabbe, hummer og ål skiller seg imidlertid ut og vil bli kommentert i respektive kapitler. Under omtale av praktiske erfaringer fra oppdrett på de andre artene vil ikke slakting bli omtalt. Vi viser også til utredningen ”Anbefalinger knyttet om bruk av elektrisk strøm ved bedøving av oppdrettet fisk” ”Anbefalinger knyttet om bruk av elektrisk strøm ved bedøving av oppdrettet fisk” hvor dyrevelferd i forbindelse med ulike bedøvelse og avlivningsmetoder er omtalt (Rosten et al, 2004b).

## 7.6 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferdsindikatorer for laksefisk

Det ble foretatt i et litteratursøk på nyere vitenskapelige publiserte arbeid innen tema fiskevelferd. For laks og ørret har vi identifisert 13 artikler. Fire av disse går på dyrevelferdsmessige utfordringer ved elektrisk bedøvelse og eller elektrisk avlivning (Roth, 2003, Lines et al, 2003, Van-De-vis, H 2003, Robb et al 2002). For vurdering av velferdsmessige utfordringer knyttet til bruk av elektrisk bedøvelse viser vi til utredning av Rosten et al. (2004a) for Mattilsynet.

Det er publisert et arbeid på effekter på bruk av undervannslys i oppdrettsmerd for laks (Juell et al, 2003). Resultatene fra dette arbeidet foreslår at laks posisjonerer seg selv i forhold til den kunstige lysgradienten for å opprettholde stimadferden. Fisk som ble eksponert for undervannslys svømte dypere i merden om natten enn fisk som ble eksponert for kunstig lyskilde over vannflaten. Dette gjorde at den gjennomsnittlige fisketettheten ble lavere med undervannslys. Forfatterne mener at bruk av undervannslys kan vise seg å være en forbyggende faktor for å sikre velferden for laks i merd. Vi antar her at forfatterne sikter til problemstillinger som skulle ha sammenheng med fisketetthet.

Sammenhengene mellom fisketetthet og velferd i oppdrett av regnbueørret er utredet i et review arbeid av Ellis et al. 2002. De påpeker at det er publisert 43 arbeider hvor man har sett på mulige effekter av fisketetthet på produksjon og fysiologiske parametere. I disse arbeidene er det ikke foretatt referanser til fiskevelferd. De generelle funnene er at økende fisketetthet

ikke gir kronisk tetthetsstress, men at man av og til påviser dårligere fôrfaktor, redusert tilvekst og økning i finneskader. Disse forandringene indikerer en redusert fiskevelferd, men størrelsen på disse forandringene synes å være meget påvirket av oppsett og forsøksbetingelser. Forfatterne understreker at systematiske observasjoner under kommersielle oppdrettsforhold må foretas, da man ikke uten videre kan ekstrapolere resultatene fra disse småskalaer laboratorieforsøkene til større oppdrettsenheter. Det er heller ikke konsensus over hva som forårsaker de observerte effekter av høy tetthet. Dårligere vannkvalitet og/eller økende aggressivitet er foreslått som de to viktigste årsakene. Begge årsakene kan teoretisk sett fremprovosere de observerte effektene, men vitenskapelig dokumentasjon på direkte sammenheng mellom fisketetthet og økende aggressivitet under oppdrettsrelevante forhold mangler. I motsetning til dette er det dokumentert direkte sammenhenger mellom redusert vannkvalitet og de påviste effektene. I den vitenskapelige litteraturen er det likevel motstridende anbefalinger for hvilke nøkkelparametere som skal sikres med tanke på å ivareta fiskevelferden. Likeledes er potensialet for å skade fiskevelferden ved "ikke-aggressiv" adferdsmessig interaksjon (slitasje, kollisjoner, hindringer) og lav fisketetthet (overdreven aggressiv adferd, dårlig fôringsrespons) i altfor stor grad blitt neglisert. Det kan i tråd med disse forfatterne argumenteres for at begrensninger som utelukkende settes på fisketetthet ikke vil være brukbare som fiskevelferdsparametere for laksefisk. En mer praktisk tilnærming vil være å sette krav til akseptable nivå av vannkvalitet, ernæringsmessig status og adferdsmessige indikasjoner oppsummeres det i denne review artikkelen Ellis et al. (2002).

I et arbeid med regnbuørret i forbindelse med håndtering og bedøvelse før slakting ble fiskevelferd bedømt ut i fra respirasjonsrate, panikkresponser, slimutskillelse, tid før fisken gikk inn i narkose, samt blodparametere som adrenalin, noradrenalin og blodlegemevolum. Bedøvelsesmetodene som ble sjekket var CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>, AQUI-S super (registert preparat), pulsert DC (likestrøm) elektrosjokk og slag i hodet. AQUI-S super og slag i hodet ble rangert som fiskevelferdsmessig best ut i fra fravær av panikkresponser, fravær av respirasjonsforstyrrelser, samt lavest nivå av stresshormoner.

Muskelaktivitet som indikator på fiskevelferd har vært studert av Cooke et al, 2000. Regnbueørret fikk implantert transmittere for muskelaktivitet (elektromyogram EMGi). I sin studie fant de hjelp av telemetrimålinger, indikasjoner på økende svømmeaktivitet gjennom døgnet ved økende fisketetthet (15, 30 og 60 kg/m<sup>3</sup>). De observerte også at regnbueørreten ved alle tre tettheter var nokså inaktiv midt på dagen. Begout og Lagardere, 1999 påviste også økt svømmeaktivitet ved hjelp av akustisk telemetri for regnbueørret fra 125 kg/m<sup>3</sup>. Telemetrisk EMG har også blitt benyttet sammen med video-opptak for å se på fiskevelferd i forbindelse med eksponering for plutselig lys og ved transport av regnbueørret (Chandrou et al, 1999). Panikkreaksjon ved lypsåslag kunne registeres ved EMG. Likeledes kunne kraftig økt svømmeaktivitet registeres ved et innledende transportforsøk. Forfatterne mener at telemetrisk EMG kan være nyttig som velferdsparameter, eller i allfall som et mulig verktøy for å indikere fiskevelferd i forbindelse med akvakulturoperasjoner.

Telemetri av hjerterate har også vært benyttet for å studere velferden for ørret i sjøvann med høy salinitet (35,5 ppt), høy temperatur (17,6 °C) og gjennomsnittlig oksygenforhold i tilførselsvann (80 % metning) (Mercier et. al 1999). Slike forhold har vist å gi økt forekomst av hjertesprekk i Bretagne, Frankrike. Disse fant at maksimal hjerterate for ørret ved 17 grader var mellom 96 – 100 slag per minutt. Ørreten som ble eksponert for disse

miljøbetingelsene i oppdrett var inaktiv, men brukte likevel 85-100 % av hjertemuskelens kapasitet. Forfatterne diskuterer om hvorvidt overanstrengelse av hjertemuskelen sammen med ugunstige miljøforhold kunne være årsak til problemet

Egg-inkuberingstemperatur er påvist å være en kritisk faktor for normal embryoutvikling for atlantisk laks (Bæverfjord et al. 1999). For høy temperatur på visse stadium i embryutviklingen gir økt forekomst av misdannelser. Forekomst av deformiteter på yngel av laks vil derfor kunne være en velferdsindikator.

Vi gjør oppmerksom på at en lang rekke vitenskapelige arbeid innen stress, adferd, vannkvalitet og ernæring kunne vært definert inn under en fiskevelferds betraktning. Vi har imidlertid avgrenset dette til søket i ASFA databasen slik det er beskrevet i metodekapitlet.

## **7.7 Forslag til mulige velferdsindikatorer for laks og ørret**

Ut i fra vår tilnærming har vi identifisert og gruppert forslag til velferdsindikatorer for laks og ørret i hht de prinsipper som er beskrevet i kapitel 6.6. Forslagene er oppsummert i tabell 2.

Tabell 2 Forslag til velferdsindikatorer for laks og ørret

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
Direkte velferdsindikatorer	Fysiologi	Endring i fôropptak og fôringsadferd	Oppdretter har god fokus og kontroll på dette. Det kan være problemer med å observere fôringsadferd i store enheter. Dette gjelder både i sjø og på land. I merd kreves tilgang og bruk av teknisk overvåkningsutstyr (kamera, lift-up, fôrregistering). I store oppdrettskar på land og når vannet har høyt fargetall, kan det være vanskelig å observere fôringsadferd uten hjelpemidler.	Redusert appetitt/endret fôringsadferd kan være et tidlig tegn på et problem, men kan også skyldes normal fysiologisk variasjon. Må sammenholdes med driftsparameter, sjukdomreg., miljøreg. og tetthetstall mv. . Normalt fôropptak kan forekomme selv ved suboptimale forhold.	Sammenholdes med andre parameter og målinger. Korriger.
		Respirasjonsendring	Enkelt å observere på enkeltfisk og i små enheter. Vanskeligere å benytte i store enheter og i vann med høyt fargetall.	Fiskens respirasjonsfrekvens reguleres i hovedsak forhold til oksygennivået i omgivelsene og det metabolske behovet til fisken. Økt pustefrekvens oppstår ved fallende oksygenivå i vannet, ved økt stress, og ved gjelleproblemer (betennelser, slim). Kraftig avtakende pustefrekvens kan indikere at omgivelsesvannet er overmettet med oksygen. Dette kan gi oksydativt stress.	Måling av oksygen i oppdrettsenhet. Fordel å ha kontroll på inn og utverdier .
		Sjøvannstoleranse før utsetting til fullt sjøvann	Enkelt. Innarbeidde målesystemer i næringen gjennom sjøvannstoleransetestet av parr /smolt, Na <sup>+</sup> / K <sup>+</sup> - ATP'ase. Kunnskap om adferdsendringer og morfologiske endringer er etablert hos røktere og fiskehelsepersonell	Manglende sjøvannstoleranse gir dødelighet pga osmotisk stress. Redusert sjøvannstoleranse kan gi langvarig stress og utløse sykdomsproblemer	24 – 48 timers sjøvannstoleransetestet i 35 ppt sjøvann under standardiserte betingelser, alternativt uttak av gjellebuer for ATP'ase aktivitets målinger
		Adferd	Unormal, svømmeadferd; sviming, overflatesvømming, bryting av sirkelmønster	Enkelt, avhengig av rutiner (optiske system finnes)	Kan ha mange årsaker



Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
Direkte velferdsindikatorer		Aggressiv adferd (jaging, finnebiting,)	Lettere å se resultatet en selve adferden. Finneslitasje kan ha ulike årsaker.	For høy eller for lav tetthet kan gi opphav til aggressiv adferd. Tildeling av lite fôr i sulteperioder kan gi aggressiv adferd.	Registrering av miljøforhold, fôringsbetingede forhold. Korrigering
	Helse	Dødelighet	Lett å registrere. Oppdretter har som regel god oversikt over dette. Ulempen er at dette er en grov parameter.	Mangfoldige årsaker; skader og sykdom. Ved mistanke om vannkvalitet må eksperter kalles inn.	Undersøke og iverksette tiltak for å finne årsaker til dødelighet. Rutiner for registrering må være etablert. Fiskehelsepersonell kan/må kobles inn vedrørende diagnose/behandling.
		Finneslitasje og gjellelokkslitasje	Lett og observere for den som røkter fisken.	Årsakssammenhenger bak forekomst av finneslitasje og gjellelokkforkortelse er ikke godt nok kjent, men oppdrettede forbinder dette som regel med problemer med fôring og temperaturendringer Feil med fôringsanlegg, manglende tilpasning av fôrtildeling i forhold til fordeling av fisk i karet. Dårlig vannkvalitet. Aggressiv adferd i form av territoriell adferd kan også være en årsak Slitasje på grunn av kontaktskader med not er en annen årsaksmulighet.	Gode rutiner med tanke på fôrtildeling, fôrssystem og og karutforming.
		Finneråte	Lett å observere.	Videreutvikling av finneslitasje ved dårlig vannhygienisk miljø og lav temperatur. Kan ha mykologisk eller bakteriell årsak	Kan være nødvendig med behandling og desinfeksjon. Temperøkning kan ha god effekt når problemet oppstår på kalde årstider.

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
		Deformiteter	Relativt lett å observere. Diagnose kan stilles på flere nivå, inspeksjon, palpasjon, røntgen mv. Flere deformitetsvarianter. Skille mellom bløtvevs- og skjelettdeformiteter. Observeres kvalitativt og kvantitativt kanskje best via interne helseregistreringsprogram og slakteridata. Registreringer av deformiteter er en typisk strategisk øvelse som gir epidemiologiske populasjonsdata over tid.	For høy vanntemperatur i klekkeri- og yngelfasen er en vesentlig faktor i etiologi/patogenese. Også øvrige faktorer av betydning; ernæring/vaksinering .	Riktig vanntemperaaur ved Ved klekking/yngelhold. Forskning vedr. øvrige årsaks-sammenhenger.
		Sår	Lett å observere og kvantifisere. Rubriseres som et helseproblem med betydelig velferdsmessig potensiale.	Flere årsaker, mekaniske og infektive. Sår i settefiskfasen skyldes normalt mesofil eller halofil mikrofora eller kombinasjoner. Hudsår i sjøvann kjennetegnes av betydelig innslag av <i>Moritella viscosa</i> (vintersår). Forskning pågår blant annet for å studere betydningen av biotilgjengelig jern.	Ferskvann; bedret vannhygiene, desinfeksjon, behandling av fisken. Stoppe, redusere inntak av sjøvann. Forsterket ozonering, Filtrering. Sjøvann; vaksiner, behandling av fisken. Behov for utvikling av mer effektive vaksiner.
Direkte velferds indikatorer	Helse	Parasitter	Endoparasitter; relativt enkelt å observe ved redusert tilvekst og påvisning av oftest bendelorm ved obduksjon. Tvilstomt om dette er et velferdsproblem i kommersielt oppdrett. Ektoparasitter; viktigste er lakselus og <i>Parvicapula</i> .Lakselus lett å observere, egne program for overvåking. Påvisning av <i>Parvicapsula</i> i gjeller mv. via obduksjon, histologisk diagnose. Lakselus slik det håndteres i dag er neppe et velferdsproblem. <i>Costia</i> kan være et problem i ferskvannsfasen.	Infestasjon med aktuelle parasitter	Lakselus kontrolleres via nasjonale bekjempelsesprogram og tilgang til effektive medikamenter. For <i>Parvicapsula</i> trengs kartlegging av reservoar, tiltak, behandling mv
		Sammenvoksnings i bukhalen	Det dreier seg om manifestasjon av vaksineskader. Observeres klinisk gjennom redusert føropptak/tilvekst, patologisk ved slakting/obduksjon. Egen indeks for gradering av vevsforandringer er etablert, Speilbergskala. Problem med betydelig velferdspotensiale.	Negativ bivirkning av effektive oljebaserte vaksiner	Endringer/tilpassinger i sammensetning, adjuvans, teknikk, utstyr, rutiner i tilslutning til vaksiner. Utviklingsarbeid nødvendig

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
		Infeksjons-sykdommer	Lett å observere klinisk; redusert fôrøpptak, endret adferd og dødlighet. I tillegg kreves obduksjon, prøveuttak og diagnose. Infeksjonssjukdommer vil være normalt forekommende i domestiserte populasjoner av fisk.	Infeksjoner forårsaket av oftest bakterier, klamydier/rickettsier og virus.	Medikamentell behandling, vaksinerer. Egne sjukdomsprogram, ”stamping out”, der vaksinasjon ikke mulig
		Gjellebetennelse	Relativt lett å observere. Respirasjonsendring, endret fôrøpptak, endret adferd og dødelighet. Obduksjon, prøveuttak, diagnose	Årsaksforhold er sammensatte, men ofte relatert til ikke tilfredsstillende miljøforld med involvering av mikroorganismer og irritanter i vann (metaller i kjemisk ulikevekt; jern aluminium etc).	Rensing og desinfeksjon av vann. Økt oppholdtid etter vannbehandling. Behandling fisk. Økt vanntemperatur.
		Katarakt	Relativt lett å observere klinisk og på slakteri. Utstyr og system for gradering av lidelsen på enkeltindivider er etablert. Fastlegging av frekvens i populasjonen kan være krevende. Frekvensen i Norge er nedadgående.	Flere varianter, reversibel (osmotisk) og irreversibel. Irreversibel variant viktigst i velferdssammenheng. Riktig sammensetning av fôr med tanke på essensielle faktorer, aminosyrer er viktig for sjukdomsutvikling. Vitenskapelig data finnes på dette.	Riktig fôrsammensetning til riktig fisk.
		Fargeendringer	Aktuelt å benytte i forbindelse med transport av slaktelaks. Endringer av ryggfarge mot blått og grønt oppfattes som et dårlig tegn. Kan være lett å observere når vannet er klart og det er dagslys / muligheter for å observere fisken. Fargeendringer i forbindelse med smoltifisering og kjønnsmodning er normalt.	Stressindikator.	Kan være grunn til å redusere fisketetthet i brønn i båt når man har indikasjoner på at fiskepopulasjonen er svak.
Indirekte velferdsindikatorer		Risttap (løse fiskeskjell i vannet)	Enkelt å observere i vannet, men kan ha flere årsaker.	Relaters ofte til desmoltifisering hos smolt og dårlig kondisjon hos slaktelaks, røff håndtering og/eller mekaniske skader påført i produksjonsutstyr.	Riktig utstyr. Gode rutiner og kunnskap hos de som håndterer fisken. Undersøke / påpeke årsakssammenheng
	Drift	Utforming og drift av klekkeri	Stiller krav til kunnskap om rognas / larvens preferanser tålegrenser	For høy vanntemperatur på klekkeriet gir økt deformitetsgrad Vannkvalitet som f.eks pH,	Registrering og korrigering av driftsparameter / vannbehandling.

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
				oksygen, partikler, metaller, total gassovermetning kan påvirke velferdsnivået	
		Utforming og drift av startfôringsavdeling, vekstavdeling og smoltifiseringsavdeling	Stiller krav til kunnskap om yngelens preferanser tålegrenser	Avdelingens kapasitet er som regel begrenset av tilgangen på mengde (oppvarmet) vann. Man kan lett komme i misforhold når biomassen øker i forhold til vannutskiftning. Vannstrøm og fiskeposisjonering er en viktig velferdsparameter. Riktig utforming av lyskilder er viktig. Plassering av fôrautomater	Registrering og korrigerings driftsparameter
		Utforming, plassering og drift av merdanlegg	Stiller krav til kunnskap om teknisk utforming og egenskaper ved lokaliteten	Sentralet er muligheter for vannutskiftning gjennom notvegg som influeres av begroing på not og strømhastighet. Akkumulering av fôr og feces under merder. Fisken kan eksponeres for alger, maneter og ekstreme temperaturer (høy og lave). Predatorvern må være etablert. Lokalteter med ferskvannspåvirkning (mindre enn 10-12 ppt) må unngås.	Sertifisering og godkjenning av anlegg (NYTEK). MOM-systemet MTB – reguleringsregimet Etablert erfaring og kunnskap og røkter. Registrering og korrigerings driftsparameter. Flytte vekk fra elvepåvirkede lokaliteter.
		Utforming og drift av transportenheter	Mange ulike størrelser og kapasiteter på brønnbåter. Stor forskjell på dyrevelfredsfordringene mellom åpen og lukket transport. Lukket transport stiller særskilte krav til dyrevelferd.  Ved frakt av sjuk fisk og eller smolt stilles det krav til helt eller delvis lukket system (ingen vannutskiftning). Dette kan gi velferdsmessige utfordringer i vannkvalitet og fare for fiskedød	Lukket system gir opphoping av metabolitter i vannet som kan skade fisken. Transport med åpne ventiler i områder med ferskvannspåvirkning kan gi negativ effekt på grunn av estuarine blandsoner.	Gjennomføre alle transporter som åpne transporter, med unntak i områder med fare for estuarin blandsoner. Slike områder bør kartlegges. Ved lukket transport må tetthet, sulte fisk før transport, etablere vannbehandling, unngå

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
			ved pH endring (vannutskiftning)		vannutskiftning, dvs pH-økning i en brønn med mye TAN.
Indirekte velferdsindikatorer	Drift	Utforming av utstyr for -, og gjennomføring av bedøvelse og avlivning	Utstyret må være appliserbart på industrialisert nivå med tanke på krav til effektivitet opp mot fiskevelferd.  Lett å evaluere om fisken er bedøvd på "bløggebordet" utfra gjellelokkbevegelser, muskelbevegelser og respons på stimuli.	Ulike bedøvelsesmidler har ulike problemstillinger med tanke på dyrevelferd. Dette kan være knyttet til bruken eller egenskapene til bedøvelsesmidlet.	Erstatte CO <sub>2</sub> bedøvelse med alternative metoder.
		Utforming og bruk av utstyr for -, og gjennomføring av vaksinerings og medikamentell behandling	Dette er kritiske operasjoner med tanke på dyrevelferd. Vaksinerings vil kunne gi senskader/bivirkninger. Badebehandling av matfisk i merd er kritisk med muligheter for akutte skader/dødelighet.	Dårlig vannkvalitet i tiden før , under og etter vaksinerings kan muligens gi redusert vaksineeffekt.	Vedr. vaksinerings, se punktet "sammenvoksninger i bukhulen" ovenfor. Kritiske faktorer ved badebehandling er rutiner ved trenging, oksygentilførsel og tid.
		Etablert predatorvern	Predatorer kan være fugl, sel, oter, mink mm. Predatorproblemer er veldig lokalitetsavhengige.	Fugl, sel, oter, mink, mfl.	Predatornett, fugle nett, selskremmere, avskyting.

## 8. Røye

### 8.1 Særtrekk ved røye

Røye regnes som en av de arktiske fiskearter, og den er den eneste arten laksefisk på Svalbard og Grønland. Den var den første fiskearten som vandret inn i landet etter istiden. Røya opptrer i to hovedformer. Sjørøye smoltifiserer og gjør kortere næringsvandring i sjøvann om sommeren og senere vandrer den opp i elvene igjen. Den andre typen er en stasjonær innlandsrøye. Røye er en meget variabel art og det er beskrevet flere selvstendige underarter. I samme vann kan det forekomme forskjellige underarter. Det er også beskrevet fysiologiske raser, der blant annet røye fra Svalbard var genetisk tilpasset et stoffskifte ved lavere temperaturer enn røye fra Troms og Hordaland (Rosseland, 1977). Landets største innlandsrøye blir 8-10 kg og finnes f.eks i Randsfjorden. Her finner vi også en dvergform som ikke blir større enn 20 cm. Ofte er de lite kjente dypvannsformene, som kalles ”grårøyer, de største, men de mangler gruntvannsfiskens fargeprakt. I Tinnsjøen finnes en variant av røye som kalles gautefisk, som har marmorerte sider. Røyas utviklingshistorie, artsmangfold og og biologi er mangelfullt kartlagt. At man har flere underarter kan være invandringshistorisk betinget, men differensieringen kan også ha skjedd etter istida. I likhet med laks og ørret opptrer røye i flere kroppsdrakter. På næringsvandring i havet er den sølvblank med mørk rygg. I gytetiden blir buken blodrød, og ryggen og sidene brunaktig grønn-gule. De stasjonære formene, innsjørøye eller fjellrøye, har mørkere rygg og sider enn sjørøye. I gytetiden blir buken intenst rød, dels oransje eller gulaktig.

Størrelsen på røya er avhengig av miljø og livsmønster. Man regner at røye som gjør næringsvandring i havet i Norge, på Svalbard og Grønland, blir opptil ca 5 kg, vanligvis 1-2 kg. Imidlertid er sjørøyer opp mot 1 meter og 13 kg kjent fra Nordøst-Canada. Langs Sibirkysten i områder langs Karahavet tas sjørøye på opptil 15 kg. I overbefolkede røyevann og reguleringsmagasiner blir fisken sjelden over 25cm. I mange tilfeller er stasjonære dvergformer ikke over 10-15 cm lange.

Røya er utbredt på den nordlige halvkule. Det finnes røye fra Grønland, Island, De britiske øyer, Skandinavia, Svalbard og over hele Sibir til Alaska og Canada. Det finnes også isolerte røyeformet i de sveitsiske og østeriske alper, franske pyreener og Bulgaria.

Biologisk trives arten i et mangfold av biotoper, fra strømmende vann til kalde og dype innsjøer. Næringsvandringen til sjørøya synes å være begrenset til de kystnære farvann og til en varighet på 30-50 dager. Den hyposmotiske reguleringssevnen synes å avta om høsten og røya tåler derfor dårlig vann med lav temperatur og høy salinitet (høst og vinter). Sjørøye vandrer opp i elvene etter sitt korte sjøopphold fra juli til august og overvintrer i ferskvann (elv eller innsjø) etter at gytingen er over. Den gyter sent på høsten eller om vinteren og kan gjøre ny næringsvandring i havet påfølgende sommer. Hunnfisk på opptil 1 kg kan produsere ca 5000 egg. Man antar at røyeungen forblir i elva i minimum to år før enkelte av fiskene begynner å gjøre næringsvandring i sjø.

Stasjonær røye er Norges mest utpregede kaldtvannsfisk. Den finnes over et bredt spekter av biotoper fra skogstjern til høyfjellssjøer, både på grunne og dype lokaliteter. Gyteleken foregår som oftest i august- oktober i både stille og rennende vann. Den foretrekker småstein av valnøttstørrelse. Før gytingen skjer det pardannelse. Hannfisk tar opp en plass som den

forsvarer mot konkurrenter, mens det er hunnfisken som graver gytegrøpene ved å legge seg på siden og slå bakkroppen kraftig mot bunnen slik at slam og sand føres bort. Hunnfisken graver ut flere gytegrøper. Ved manglende egnede bunnforhold kan gyting faktisk utebli. Eggene er noe større enn egg fra sjøvandrende populasjoner, dvs opp til ca 3000 egg per kg kroppsvekt hunnfisk. Hunnfisken forsvarer gytegrøpene i noen dager etter gyting. Hannfisk er polygam og forandrer farge når de slår seg sammen med en hunn, den mørke ryggen blir lys og den mørke fargen blir konsentrert til et bånd langs sidelinjen. I fjellet klekkes eggene i januar- februar. Veksten er meget variabel og avhengig av fødetilgang og adferd. Fisk som kommer opp i en viss størrelse kan bli fiskeetende, ofte kannibalistisk, og dermed vokse meget raskt. Som oftes tar det 7-8 år for en stasjonær røye å nå en vekt på ca 1 kg. Dietten hos liten stasjonær røye består av dyreplankton, små krepser, mygglarver – og myggpupper, og den tar også andre insekter, snegler og muslinger

## 8.2 Beskrivelse av produksjonsmetode

I dette kapitlet vil det bli gitt en generell og overordnet innføring i dagens produksjonsmetode for røye. Det vil også bli gitt betraktninger rundt hva som vil kunne bli fremtidens produksjonsmetoder.

I dag drives det to ulike typer oppdrett av røye; den ene i ferskvann gjennom hele livssyklus, den andre først i ferskvann, deretter i brakkvann og sjøvann. Vi kommer til å konsentrere omtalen om den sistnevnte typen, oppdrett av sjørøye, da de vesentligste utfordringene med hensyn til produksjon og fiskevelferd synes å ligge her.

Røyas naturlige vandringsmønster, der den går i næringssøk i saltvann noen måneder om sommeren, men vandrer tilbake til ferskvann om høsten, gir noe av bakgrunnen for den viktigste utfordringen forbundet med sjørøyeoppdrett, nemlig lav toleranse for sjøvann ved lave vanntemperaturer.

Interessen for oppdrett av sjørøye oppsto tidlig på 80-tallet i Nord-Norge, og særlig forskere ved Universitetet i Tromsø var aktive, delvis i samarbeid med private aktører, for å legge til rette for oppdrett. Sjørøyeoppdrett er imidlertid ikke blitt noen omfattende aktivitet og den årlige produksjonen har ikke kommet over noen hundre tonn. I dag er det i hovedsak oppdrettere i Sortlandsområdet som driver sjørøyeoppdrett i Norge.

Flaskehalsene synes å være høye produksjonskostnader forbundet med forhold som dårlig sjøvannstoleranse ved lave temperaturer, tidlig kjønnsmodning og varierende pigmentering. Man har i for liten grad klart å åpne nye, godt betalende markeder og å oppnå en pris som har veid opp for de høye kostnadene. Sjørøye er kun til en viss grad kjent i utlandet og den konkurrerer delvis med laks og regnbueørret i markedet.

Prinsipielt skjer oppdrett av sjørøye relativt likt oppdrett av laks, med en settefiskfase i ferskvann og en påvekstfase i sjøvann. Imidlertid skiller sjøvannsfasen seg fra lakseoppdrett ved at sjørøya må ha et eller flere opphold i brakkvann i sjøfasen. Røya er en robust fisk som tåler tøff behandling, dette kan blant annet komme av at den har en annen type ytre hud enn for eksempel laks. Konkret går dette på mindre skjell og mer slimlag.

Samme teknologi brukes i settefiskfasen i sjørøyeoppdrett som ved oppdrett av laks. Sjørøya skiller seg imidlertid fra laks ved at den trivs godt ved høye tettheter, noe som sannsynligvis skyldes at den er en fisk som tåler stiming bedre enn annen laksefisk (den får sjeldnere slitasje skader). Høye vekstrater er oppnådd ved tettheter helt opp til 100 kg/m<sup>3</sup>, tettheter på 50-70 kg/m<sup>3</sup> er vanlige i oppdrett. På yngelstadiet er veksten langt bedre enn hos laks.

Sjørøya har en smoltifiseringsprosess på lik linje med laks. For å få til en jevnere høsting over året, styres smoltifiseringen slik at man kan sette ut settefisk på flere tidspunkt i løpet av året, gjerne to til fire ganger. Settefisken varierer i størrelse ved utsett, men typiske størrelser er 100-150 gram. Hvis fisken settes i sjøen i juni/juli ved høye temperaturer, settes den direkte i sjøvann. Ved utsetting på andre tidspunkt på året ved lavere temperaturer, settes fisken i brakkevann. Dette arrangeres i praksis ved at et ”skjørt” settes rundt nota og at ferskvann tilsettes i denne. Samme arrangement brukes også om sensommeren/høsten, når sjøtemperaturen går ned og sjøvannstoleransen til røya blir dårligere. Fisken kan også tas på land og settes i brakkevann i kar. Typisk slaktestørrelse er 600 – 700 gram. Fisken har da stått i sjøvann/brakkevann i 4 – 18 mnd. Kvaliteten på ferskvannet vil være kritisk da en kan skape et estuarint blandsonesproblem om ferskvannet er surt, humøst og /eller turbid.

Siden omfanget av sjørøyeoppdrett er så vidt lite og produksjonen er lokal, brukes ikke brønnbåt til transport av settefisk og ved slakting. Slakting skjer ved at fisken avlives ved bløgging på sjøanlegget og fraktes til slakteanlegget i isvann.

Stamfisk	Yngel	Settefisk	Transport brønnbåt	Matfisk	Transport brønnbåt	Slakting
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stamfisk på land i siste fase</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produseres i ferskvann i landanlegg</li> <li>▪ Integrert med settefiskfasen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 50 -100 g</li> <li>▪ I landanlegg i ferskvann, teknologi som for laks</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transport fra settefiskanlegg til sjøanlegg lokalt</li> <li>▪ Ikke bruk av brønnbåt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opp til 600 – 700 gr</li> <li>▪ Merder i sjø som for laks, men mindre enheter</li> <li>▪ I brakkevann i deler av livssyklus</li> <li>▪ Enten skjørt rundt notpose med tilsetning av ferskvann, eller i kar på land</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ikke bruk av brønnbåt</li> <li>▪ Matfiskanlegg og slakteanlegg ligger nær hverandre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Slakter ved matfiskanlegget</li> <li>▪ Transport til slakteanlegget i isvann</li> </ul>

### *Framtidens oppdrett av røye*

Vi venter ikke en vesentlig økning av aktiviteten i oppdrett av sjørøye. Oppdrett av røye i ferskvann kan øke noe, men ventes ikke å få noe vesentlig større omfang enn det oppdrett av



sjørøye har i dag. Bakgrunnen for dette er dels markedsforhold og dels utfordringene på produksjonssiden som er nevnt foran.

Det satses ikke mye forskningsmidler på oppdrett av røye, noe som sammen med den beskjedne aktiviteten vil være begrensende for å utvikle nye produksjonsmåter spesielt innen sjørøyeoppdrett. Vi forventer derfor at sjørøyeoppdrett i hovedsak vil skje som i dag, med enkelte forbedringer.

### **8.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene**

Sjukdomsbildet hos røye kjennetegnes av at dette er et oppdrett under normalt semi-intensive betingelser. Sjukdomsførekosten er ganske lik den en finner hos vill laksefisk. Infeksjonsbildet er preget av diverse ekto- og endoparasitter som bendelorm, trikodina og costia. I tillegg infeksjon med atypisk *Aeromonas salmonicida*, vibriobakterier, innslag av BKD (bakteriell nyresjuke) og IPN-påvisninger. Ellers ses typiske hudinfeksjoner som saprolegniose, peduncle disease, finneråte og flexibakterieinfeksjoner

### **8.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av røye**

Konklusjonene i dette kapitlet er basert på intervjuer med produsenter av yngel og matfisk av sjørøye i Norge.

Det er arbeidet med sjørøye i oppdrett i ca 25 år. Selv om de biologiske flaskehalsene i hovedsak er løst, er det flere praktiske utfordringer forbundet med sjørøyeoppdrett:

- Dårlig sjøvanntoleranse ved lave sjøvannstemperaturer
- Tidlig kjønnsmodning
- Varierende pigmentering

Spesielt forhold rundt sjøvannstoleranse vil ha fiskevelferdsmessige konsekvenser.

#### **8.4.1 Produksjon av yngel og settefisk**

Generelt sett vil betraktningene som gjøres for laks og ørret også være gyldige for sjørøye med hensyn til forholdene som vurderes her. Vi vil i det følgende derfor spesielt omtale forhold som har kommet fram under intervjuene om sjørøye.

#### **Appetitt som indikator**

Appetitt kan være en indikator, men anses av oppdretter å ikke være en presis indikator. Spesielt er det nevnt at fisken kan ha svekket gjellefunksjon, for eksempel på grunn av proliferativ gjellebetennelse, men allikevel spise godt.

**Endringer i atferd ellers som indikator**

Det rapporteres at sjørøya er ømfintlig for hurtige lysendringer og kan reagere med en atferd som karakteriseres som "kollektiv flukt". I kar kan dette få alvorlige konsekvenser hvis lyset går, da kan fisken søke ned mot bunnen av karet og tette silen.

**Fysisk tilstand hos fisken som indikator**

Sjørøye synes å ha svært lite sykdom i oppdrett. Vibriose rapporteres å opptre ved temperaturer over 13 – 14 °C. Det synes ikke å være vanlig å vaksinere fisken.

**Kritiske faser i livssyklus**

Vi har ikke avdekket spesielle forhold under intervjuene, men smoltifisering og utvikling av sjøvannstoleranse er kritisk før eventuell overføring til sjøvann.

**Kritiske arbeidsoperasjoner**

Sjørøya synes å være en robust fisk som tåler behandling bedre enn laks og ørret, slik vi har omtalt tidligere. Den har mindre markert "rist" og et mer markert slimlag enn laks og ørret, noe som anføres som årsaken til dette.

**Målinger og overvåking av miljøet**

Sjørøye holdes i høye tettheter i oppdrett, 50 – 70 kg/m<sup>3</sup> synes å være vanlig. Ikke bare synes fisken å tåle dette, det rapporteres også at man har en positiv veksteffekt når røya holdes ved høye tettheter. Det påpekes at det er spesielt viktig å overvåke pH når man holder sjørøya ved så vidt høye tettheter. Ellers synes de samme parametrene å bli målt som under settefiskfasen av laks.

**8.4.2 Produksjon av matfisk****Appetitt som indikator**

Vi har ikke avdekket spesielle forhold under intervjuene.

**Endringer i adferd ellers som indikator**

Vi har ikke avdekket spesielle forhold under intervjuene.

**Fysisk tilstand hos fisken som indikator**

Den viktigste utfordringen kan se ut til å være knyttet til sjøvannstoleranse og måten praktisk matfiskoppdrett drives på. Fiskens naturlige livssyklus følges når settefisk settes i sjøen i juni/juli, da sjøvannstoleransen er høy. Denne fisken, og settefisk som settes ut på andre tidspunkt på året, settes utenom sommersesongen (juni - august) i brakkevann for å kompensere for den svakere sjøvannstoleransen. Imidlertid ser det ikke ut til dette er en tilstrekkelig tilpasning til røyas behov og en andel av fisken blir svakere og dør. Andeler på 5 – 10 % og mer dør på denne måten.

### **Kritiske faser i livssyklus**

Se punktet over.

### **Kritiske arbeidsoperasjoner**

Som vi har nevnt under yngel- og settefiskfasen ser det ut til at røya tåler mer behandling enn laks og ørret.

### **Måling og overvåking av miljøet**

Saltholdighet måles på grunn av utfordringene rundt sjøvannstoleranse og delvis oksygen ved bruk av skjørt.

## **8.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferd røye**

Det ble foretatt i et litteratursøk på nyere vitenskapelige publiserte arbeid innen tema fiskevelferd. For røye ble det ikke identifisert noen vitenskapelige publikasjoner som direkte er rettet mot dette tema.

Vi gjør oppmerksom på det kan være flere vitenskapelige arbeid på stress, adferd, vannkvalitet og ernæring hos røyer som kunne vært definert inn under en fiskevelferds betraktning. Vi har imidlertid avgrenset dette til søket i ASFA databasen slik det er beskrevet i metodekapitlet.

## **8.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for røye**

Ut i fra vår tilnærming har vi identifisert og gruppert forslag til velferdsindikatorer for røye i hht de prinsipper som er beskrevet i kapitel 6.6. Forslagene er oppsummert i tabell 11.

Tabell 11 Forslag til velferdsindikatorer røye

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper /Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
Direkte velferdsindikatorer	Fysiologi	Endring i føropptak og føringsadferd	Vet mye om dette, men oppdretter sier likvel den er upresis	Relativt lite erfaring fra praktisk oppdrett.	Registrering av foropptak, reduksjon av appetitt.
		Respirasjonsendring	Enkelt å observere på enkelt fisk og i små enheter. Vanskeligere å benytte i store enheter og i vann med høyt fargetall.	Fiskens respirasjonsfrekvens reguleres i hovedsak forhold til oksygen nivået i omgivelsene og det metabolske behovet til fisken. Dette betyr økt pustefrekvens oppstår ved fallende oksygenivå i vannet og ved økt stress, og ved gjelleproblemer (betennelser, slim). Kraftig avtakende pustefrekvens kan indikere at omgivelsesvannet er overmettet med oksygen. Dette kan gi oksydativt stress. Økt metallinnhold som uorganisk aluminium kan øke respirasjonsfrekvensen.	Måling av oksygen i oppdrettsenhet. Fordel å ha kontroll på inn og utverdier . Kontroller vannkvaliteten for biotilgjengelige metaller.
		Sjøvannstoleranse før utsetting til fullt sjøvann	Enkelt, innarbeidet i næringen gjennom sjøvannstoleransetestet av parr /smolt før overføring til saltvann, Na <sup>+</sup> / K <sup>+</sup> - ATP'ase. Kunnskap om adferdsendringer og morfologiske endringer er etablert hos røktere og fiskehelsepersonell.  Ulempe at røya har en temporær sjøvannstoleranse på 30-50 dager.	Manglende sjøvannstoleranse gir dødelighet pga osmotisk stress. Redusert sjøvannstoleranse kan gi langvarig stress og utløse sykdomsproblematikk og redusert velferd.	24 – 48 timers sjøvannstoleransetestet i 35 ppt sjøvann under standardiserte betingelser, alternativt uttak av gjellebuer for ATP'ase aktivitet målinger. Tilgang til ferskvannslag på toppen av merd. Oppdrett i ferskvann hele tiden. Begrense tiden fisken er i fullt sjøvann.

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper /Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
	Adferd	Normaladferd. Fisketetthet - røya synes å trives i stim ved relativt store tettheter.	Lett å observere. Unormal adferd rapporteres sjelden på røye. I miljø som fremmer stiming vil røya tåle dette bedre en laks med tanke på finneslitasje.	Røya synes å trives i stim ved relativt store tettheter, røya tåler dette bedre en laks med tanke på fare for finneslitasjeskader.	Miljø som fremmer stiming
		Panikkadferd	Lett å observere, men kan muligens ha flere årsaker enn plutselig lysendringer.	Røya er ømfintlig for hurtige lysendringer og kan reagere med en adferd som karakteriseres som ”kollektiv flukt”.	Dimming på lys (spenningsregulering) på lystoffrør kan være med å avhjelpe problemet.
	Helse	Dødelighet og infeksjoner	Lett å registrere og oppdretter har som regel god oversikt over dette. Dødelighet er en grov parameter. Røya har generelt lite fiskejukdommer. Den har et tykt slimlag og er en forholdsvis robust art.	Mangfoldige årsaker, skader og sykdom. Ved sykdom må ofte fiskehelsepersonell kobles inn for å finne diagnose. Dårlige vannkvalitet.	Undersøke og iverksette tiltak for årsaker til unormal dødelighet. Rutiner for registrering må være etablert. Fiskehelsepersonell og/eller eksperter på vannkvalitet kan/må kobles inn vedrørende behandling.
Indirekte velferdsindikatorer	Drift	Utforming og drift av klekkeri	Stiller krav til kunnskap om rognas / larvens preferanser og tålegrenser	Vannkvalitet som f.eks pH, oksygen, partikler, metaller og total gassovermetning kan påvirke velferdsnivået	Registrering og korrigerende driftsparametre. Vannbehandling.
		Utforming og drift av startfôringsavdeling, vekst og smoltfiseringsavdeling	Stiller krav til kunnskap om yngelens preferanser og tålegrenser, samt plassering av fôrautimater, regulering av vannstrøm, oksygen, samt lysstyring.	Avdelingens kapasitet er som regel begrenset av tilgangen på mengde oppvarmet vann. Man kan lett komme i misforhold når biomassen øker i forhold til vannutskifting.	Registrering og korrigerende driftsparametre
		Utforming, plassering og drift av merdanlegg	Stiller krav til kunnskap om teknisk utforming, lokalitetskunnskap	Sentrale ting er muligheter for tilgang på ferskvann / brakkevann i kritiske faser. Vannutskifting gjennom notvegg som er avhengig av begroing på not og	Tiltak mot hyperosmotisk stress må være etablert om fisken holdes i sjøvann utover normalt tidsrom for

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper /Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
				strømhastighet. Akkumulering av fôr og feces under merder. I hvilken grad fisken eksponeres for alger, maneter og høye temperaturer. Predatorvern må være etablert.	opprettholdelse av sjøvannstoleranse. Etablert erfaring og kunnskap og røkter. Registrering og korrigering av driftsparameter
		Utforming av utstyr for, og gjennomføring av bedøvelse og avlivning	Utstyret må være appliserbart på industrialisert nivå med tanke på krav til effektivitet opp mot fiskevelferd.  Lett å evaluere om fisken er bedøvd på "bløggebordet" utfra gjellelokkbevegelser, muskelsbevegelser, respons på stimuli	Ulike bedøvelsesmetoder har ulike utfordringer mhp dyrevelferd.	Erstatte CO <sub>2</sub> /is bedøvelse med alternative metoder
		Etablert predatorvern	Må tilpasses aktuell predatorart	Fugl (hegre, skarv), sel, oter, mink	Nett som holder predatorer unna, skremsler, avskyting

## 9. Torsk

### 9.1 Særtrekk ved Torsk

Torsk (*Gadus morhua*) er en av de vanligste og viktigste saltvannsfiskene i Norge, og er en meget god matfisk. Den består av flere stammer, og den viktigste er den norsk-arktiske torsken (skrei) som er en vandrende oseanisk torsk. Den finnes ved Island, Grønland, Newfoundland og Nordsjøen. I våre fjorder finner vi den stasjonære kysttorsken som også kan deles i en rekke forskjellige stammer med forskjellig vekst. Dette kan man se ved å sammenlikne vekstsonene i øresteinene (otolittene), se på forskjeller i antall ryggvirvler, utføre genetiske undersøkelser og måle forskjeller i blodtype. Torsken lever fra fjæra og ned til 600 m dyp og skreien gyter på 50 – 200 m dyp (temperatur 4-6 °C). Eggene er litt lettere enn sjøvann og flyter sakte opp til overflaten. Etter 2-3 uker klekkes eggene, og 40 dager etter klekking er larven metamorfosert. En stor hunn kan gyte opptil 5 millioner egg, men dødeligheten på larvene er meget høy, og bare et fåtall individer lever opp til voksne individer. Både egg og yngel føres med strømmene i havet, som betyr at de ved norskekysten føres nordover. Når plommesekken er oppbrukt er larvene 4.5 – 5.1 millimeter og de begynner å spise små planktoniske krepsdyr som rauåtelarver. Utpå høsten har yngelen som ble klekket ved Lofoten nådd Barentshavet. De er da blitt 8-9 cm lange og søker ned mot bunnen der de har sitt oppvekstområde. Her lever de i stimer i 3 – 4 år før de begynner å vandre. Torsken foretar ikke vandringer før den er over 4 år, men da begynner næringsvandringen etter lodde. Torsken finner sin sin næring både i de frie vannmasser og ved bunnen, og hovednæringen er fiskearter som sild, lodde, kutling og sil, men den tar også krepsdyr som krill, pyntekrabber, eremittkreps og ulike typer børstemark, slangestjerner og muslinger.

Kysttorsken finnes fra fjærebeltet ned til dypere vann ute på de nære kystbanker. Kysttorsken lever på grunnere vann enn den vandrende oseaniske torsken, og den lever hovedsaklig nær bunnen. Kysttorsken er nokså stasjonær og merkeforsøk har vist at den gjenfanges i nærheten av merkestedet. Den blir også tidligere kjønnsmoden enn skreien, og i enkelte fjorder ved 2-3 års alderen. Nyere forskning viser at torsken i Barentshavet endrer aldersstruktur som følge av et alt for høyt fiskepress. Torsken blir kjønnsmoden i yngre alder, men yngre torsk gyter færre egg med dårligere overlevelsessevne. Torsk som er gammel og har gytt før, har lengre gyteperiode, de legger flere egg, og larvene har større overlevelsessevne sammenliknet med yngre gytefisk. På grunn av hardt fiskepress er det svært få torsk som lever lenge nok til å gyte flere ganger. Kysttorsken vokser raskere enn skreien men livslengden blir oftest kortere. Torsken kan bli 40 år og skreien kan bli 180 cm og 55 kg, men kysttorsken blir sjelden større enn 80 cm.

Torsken er en robust fisk som er betydelig mer rolig og sedat enn laks og ørret. Torsken har godt utviklede sanseorganer på de ytre deler av finnene under buken som den bruker til å føle seg fram og lukte/smake på omgivelsene. Torsk er i likhet med de fleste fisk svært følsom ovenfor støy, og endringer i lys og temperatur.

Yngre torsk syntes å ha en optimal temperatur på ca. 14 °C, men dette er lavere for større fisk. Den tåler et bredt temperaturområde fra 0 til 20 °C. Når overflatetemperaturen blir høy trekker torsken ned mot dypet.

## 9.2 Beskrivelse av produksjonsmetode

I dette kapitlet vil det bli gitt en generell og overordnet innføring i dagens produksjonsmetode for torsk i oppdrett. Det vil også bli gitt betraktninger rundt hva som vil kunne bli fremtidens produksjonsmetoder.

I dag drives det prinsipielt to typer oppdrett av torsk, den ene basert på produsert yngel og den andre basert på villfanget fisk over minstemålet. I denne rapporten vil vi kun vurdere den første av disse.

Interessen for oppdrett av torsk er gammel, men skjøt særlig fart på midten av 1980-tallet da Havforskningsinstituttet lyktes med å produsere en betydelig mengde yngel i Hyltrollen i Austevoll i 1983. På 1980-tallet ble matfiskoppdrett av torsk forsøkt basert på både kunstig klekket yngel, villfanget yngel (spesialtillatelse) og villfanget torsk over minstemålet. Av ulike årsaker dalte interessen for torskoppdrett betraktelig rundt 1990, for så å ta seg opp igjen på slutten av 1990-tallet.

En av flaskehalsene i torskoppdrett har hele tiden vært å få til en stabil produksjon av yngel av god kvalitet, noe som fortsatt må sies å være en av de viktigste utfordringene for å få til en kommersiell torskoppdrettsnæring. Yngelproduksjon skjer i dag på tre ulike måter, som har ulike utfordringer når det gjelder fiskevelferd:

1. Intensiv produksjon i landbaserte anlegg: En rekke anlegg er bygget opp de siste årene langs det meste av kysten.
2. Semi-intensiv produksjon i kar/nøter der man bruker naturlig næring fra poll. Lofilab i Lofoten driver på denne måten.
3. Ekstensiv produksjon i poll. Havforskningsinstituttet driver denne typen produksjon i Parisvatnet ved Bergen.

Settefiskproduksjonen av torsk drives på ulike måter. Noen yngelprodusenter fortsetter produksjonen i eget anlegg etter at fisken har nådd 2-5 grams størrelse, til den når settefiskstørrelse på 50 gram eller større. Enkelte gjør dette som en bevisst langsiktig strategi, mens andre gjør dette i dag fordi de ikke fullt ut utnytter anleggets karkapasitet til produksjon av yngel.

Noen matfiskoppdrettere setter ut svært liten fisk (5-10 gram) i finmaskede merder i sjøen. Dette er en relativt ny produksjonsmetode som må sies å være under utvikling, da det finnes rapporter både om lite vellykkede eksempler på denne typen utsett og rapporter om mer vellykkede utsett. Det kan se ut som om flere matfiskoppdrettere ønsker å prøve ut denne metoden som et alternativ til å sette ut større settefisk.

Matfiskproduksjon av torsk i sjøen skjer hovedsakelig i merdteknologi slik den er kjent fra lakseoppdrett. I skrivende stund er det riktig å si at teknologien som benyttes er noe enklere i torskoppdrett, både når det gjelder størrelsen på merder og utføringsutstyr. Torskoppdrett drives generelt i liten skala, ofte med kun en konsesjon pr. lokalitet og selskap. Imidlertid er



det nå flere selskaper som satser i større skala. Utviklingen har nok vært begrenset av manglende tilgang på nok antall settefisk av homogen kvalitet.

Tabell 3 Produksjonsmetode torsk sett i et verdikjede perspektiv

Stamfisk	Yngel	Settefisk	Transport brønnbåt	Matfisk	Transport brønnbåt	Slakting
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stamfisk på land i siste fase</li> <li>▪ Fisken gyter naturlig i kar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 0-5 g</li> <li><b>Intensiv:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ I yngelanlegg på land</li> <li>▪ Produksjon av alger, rotatorier og Artemia som fôr-organismer</li> <li>▪ Overgang til formulert fôr</li> </ul> </li> <li><b>Semi-intensiv:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ I kar/pose i poll</li> <li>▪ Bruker naturlige føde-organismer i poll</li> </ul> </li> <li><b>Ekstensiv:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ I poll</li> <li>▪ Bruker naturlige føde-organismer i poll</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5 – 50/100 g</li> <li>▪ I kar på land, til nå i yngelanlegg</li> <li>▪ Alternativt utsett av liten yngel i finmasket not i sjø</li> <li>▪ Ikke egne settefisk-anlegg bygget fram til i dag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transport fra landanlegg til sjøanlegg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opp til 2,5 - 4 kg</li> <li>▪ Merder i sjø</li> <li>▪ Noe enklere teknologi enn laks</li> <li>▪ Utviklingen går mot mer avansert lakse-teknologi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transport fra sjøanlegg til slakteanlegg</li> <li>▪ I en del tilfeller ligger matfiskanlegg og slakteanlegg nær hverandre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fra 1.1.05 følger slakteanlegg for torsk samme regler som laks og ørret</li> <li>▪ Skal slaktes på anlegg med godkjent avløps- og avfalls-behandling</li> </ul>

### Framtidens oppdrett av torsk

Størsteparten av fremtidens yngelproduksjon ventes å foregå i intensive anlegg på land. Semi-intensive anlegg vil sannsynligvis fortsatt stå for en andel av yngelproduksjonen, men blant annet mangel på egnede poller vil trolig begrense denne produksjonen. Ren ekstensiv produksjon av yngel i poll har vist seg å være så vidt ustabil når det gjelder å få til en høy årlig produksjon, at vi ikke forventer at denne metoden vil øke i utbredelse.

Hvorvidt det vil bli vanlig å sette ut liten torsk (5-10 gram) direkte i merd, vil avhenge av erfaringene som gjøres i forsøkene som er satt i gang hos flere oppdrettere. Dersom disse blir vellykkede vil sannsynligvis dette bli den dominerende metoden, da man vil kunne oppnå en betydelig reduksjon i nødvendige investeringer sammenlignet med å bygge opp settefiskanlegg på land.

Matfiskoppdrett av torsk forventes også i framtiden å foregå med samme teknologi som benyttes for oppdrett av laks og ørret. Når flere større aktører engasjerer seg i torskeoppdrett, er det sannsynlig at man vil se bruk av større merder og notposer, og at automatisk føring vil bli mer vanlig. Vi ser ikke tegn til utvikling av en egen teknologi for torskeoppdrett i dag, men dagens lakseteknologi vil ventelig tilpasses bedre til torskeoppdrett etter som man får mer erfaring. Det siste gjelder også brønnbåtteknologi, som vi antar vil bli benyttet i like stor grad i torskeoppdrett som i lakseoppdrett, med kun mindre tilpasninger.

### **9.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene**

Det er betydelige helserelaterte problemer med dødelighet i produksjon av torskeyngel. Problemene, som ofte er av sammensatt natur, er relatert til deformiteter, gassovermetning og bakterieinfeksjoner i form av gassblæresjuka, ”svømmeblæresyndrom” (utspilte svømmeblærer) og infeksjoner, enteritter (tarminfeksjoner) spesielt med serovarianter av *Vibrio anguillarum* 02. Det siste er et resultat av ikke tilfredsstillende kontroll med produksjon av zooplankton (til fôr) og manglende etablering av riktig tarmflora hos torskeyngel. Bruk av målrettede dypp- og stikkvaksiner mot vibriose hos yngel gir en bedring.

Deformiteter er i dag det største helseproblemet ved intensivt oppdrett av torsk. Forandringene er i all hovedsak lokalisert i fremre ryggvirvler og betegnes som ”nakkeknekk”. Det trengs betydelig innsats forskningsmessig for å avdekke etiologi og patogenese bak denne lidelsen. Sjukdomstilstander som ”Black Vessel Syndrome” (pigmentering av blodkar i muskulatur), forstørret lever (sannsynligvis ernæringsbetinget), tidlig kjønnsmodning og vibrioseinfeksjoner er andre betydelige problemer. Nye vaksiner er utviklet mot vibriose hos torsk.

### **9.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av torsk**

Konklusjonene i dette kapitlet er basert på intervjuer med produsenter av yngel og matfisk av torsk i Norge.

Torsk må kunne karakteriseres som en ny art i oppdrett, selv om man har over 20 års erfaring med oppdrett av arten i Norge. I skrivende stund er det enkelte betydelige flaskehalsar forbundet med oppdrett av torsk:

- Stor dødlighet i tidlig yngelfase
- En betydelig andel av den produserte yngelen, særlig fra intensive anlegg, har deformiteter
- Kannibalisme er en utfordring under visse betingelser
- I merdoppdrett rømmer torsken lett
- Torsken blir tidlig kjønnsmoden, ved en alder på ca 2 år og ca 2 kg vekt

Det blir registrert variasjoner i kvaliteten på oppdrettet torsk, blant annet avvikende farge på skinnet, farge på muskel og melaninavleiringer rundt blodårer i muskelen

I tillegg er det en rekke utfordringer forbundet med å oppskalere, optimalisere og rasjonalisere yngel- og matfiskproduksjon. Inkludert i dette er at det er behov for mer kunnskap om hvilke krav torsken setter til oppdrettsmiljøet i ulike faser av livssyklus.

Noen av flaskehalsene og utfordringene som er nevnt over har klare fiskevelferdsmessige konsekvenser, mens andre ikke synes å ha slike konsekvenser.

#### **9.4.1 Produksjon av yngel og settefisk**

##### **Appetitt som indikator**

Endringer i appetitt blir generelt brukt som indikator på fiskens tilstand i praktisk produksjon av yngel. Imidlertid vil appetittendringer fange opp langt flere situasjoner enn de som er relevante i velferdssammenheng. For eksempel kan et høyt fôropptak en dag føre til redusert fôropptak neste dag, som en naturlig justering av fiskens behov for føde. Imidlertid kan redusert appetitt være en tidlig indikator på for eksempel utbrudd av sykdom og forekomst av parasitter.

I ekstensiv produksjon i poll vil ikke dagens produksjonsmetoder kunne fange opp raske og kortvarige endringer i appetitt på samme måte som i intensiv eller semi-intensiv produksjon (kar eller finmaskede nøter).

I intensiv og semi-intensiv produksjon av torskelyngel blir endringer i appetitt overvåket rutinemessig og blir således brukt som en praktisk indikator på fiskens tilstand generelt.

##### **Endringer i atferd ellers som indikator**

Endring i svømmemønsteret kan være indikator på forekomst av sykdom og parasitter, men også på andre forhold som det er vanskelig å finne konkrete årsaker til. I ekstensiv og semi-intensiv produksjon kan for eksempel forekomst av predatorer forårsake fluktreaksjoner.

Forekomst av svimere og død fisk vil normalt være indikator på sykdom, som for eksempel vibriose.

Kannibalisme rapporteres å forekomme under visse omstendigheter også i yngelproduksjonen av torsk. Kannibalisme synes å forekomme i situasjoner der fisken ikke er godt sortert eller den ikke er optimalt fôret. Tilbakemeldingene kan tyde på at sortering er den mest kritiske faktoren for å unngå kannibalisme på yngelstadiet, men erfaringsgrunnlaget er sannsynligvis for spinkelt til å trekke bastante konklusjoner. Imidlertid tyder intervjuene på at kannibalisme ikke er et like stort problem i intensiv og semi-intensiv yngelproduksjon.

### **Fysisk tilstand hos fisken som indikator**

Andelen deformiteter synes å være meget høy i produksjon av torskeyngel. Selv om det er flere former for deformiteter, rapporteres det at nakkeknekk dominerer. Det rapporteres også at andelen generelt er betydelig høyere i intensiv produksjon enn i semi-intensiv produksjon og ekstensiv produksjon, men den varierer også innen intensiv produksjon. Selv om en betydelig andel av fisken med nakkeknekk sorteres ut i yngelanlegget, leveres det yngel og settefisk til matfiskanleggene med en andel nakkeknekk. Forhold som utilstrekkelig ernæring og feil ved utviklingen av svømmeblæren (som kan ha ulike årsaker) nevnes som mulige årsaker til deformitetene.

### **Kritiske faser i livssyklus**

Overlevelsen fra innlagte egg til salgbar settefisk (50-70 gram) rapporteres å være lav, tall på 12,5 % overlevelse er rapportert, men det er usikkert om dette nivået er representativt for yngelproduksjon i intensive anlegg som helhet. Det er særlig på tidlige yngelstadier at dødeligheten er høy.

### **Kritiske arbeidsoperasjoner**

Generelt synes behandling av fisken, inkludert sulting i den forbindelse, å være en utfordring i det fisken er liten og det er vanskelig å observere fiskens tilstand direkte.

Bruk av korrekte metoder for intertransport er viktig.

I tidlige stadier av produksjonen er det vanlig å kontrollere fôropptak ved å registrere tarminnholdet. Dette gjøres ved å studere et utvalg fisk under lupe, fisken som kontrolleres dør i denne arbeidsoperasjonen.

### **Målinger og overvåking av miljøet**

Enkelte som driver intensiv produksjon synes å måle parametere som de ikke helt ser den direkte nytten av i dag. Dette reflekterer at produksjonen er under utvikling. Vanlige parametere som måles er: Oksygen, vanntemperatur, pH, total ammonium nitrogen (TAN), redoks og overmetning. Oksygen regnes som en viktig produksjonsparameter og rapporteres å kunne være en parameter på fiskevelferd. Hvilke grenseverdier som bør brukes i en slik sammenheng, er det vanskelig å få et godt inntrykk av. Det indikeres imidlertid at torsk tolererer lavere oksygenverdier enn laks.

Samme betraktning kan gjøres for temperatur, der det synes som om ulike aktører bruker noe ulike grenseverdier på ulike stadier. Her vil semi-intensiv produksjon og ekstensiv produksjon ha mindre muligheter til kontroll enn man har i intensiv produksjon.

TAN måles der man har resirkulering og rapporteres å gi nyttig informasjon.

## 9.4.2 Produksjon av matfisk

### Appetitt som indikator

Appetitt er en viktig indikator i matfiskoppdrett av torsk og den blir aktivt brukt for å overvåke fiskens tilstand. Imidlertid skiller ikke endringer i appetitt godt på ulike årsaker til endringer og man kan ikke si generelt at endringer i appetitt er tegn på redusert fiskevelferd. For eksempel kan naturlige endringer i fôrinntak, begynnende sykdomsutbrudd, reduksjon i oksygeninnhold og forekomst av predatorer være årsaker til observerte endringer.

### Endringer i atferd ellers som indikator

Torsk ser ut til å ha et noe annet svømmemønster enn laks. Torsken rapporteres å svømme i ring i merden i flere mindre grupper, større fisk kan imidlertid gå rundt i hele nota. Enkelte melder at torsken ikke ser ut til å vise de samme endringene i svømmemønster som laksen ved ytre påvirkning ("stress"), det vil si at svømmemønsteret blir brutt opp. Andre melder at svømmeatferden kan bli svært påvirket (karakterisert som "massehysteri").

Unormal svømmeatferd kan også være et tegn på sykdomsutbrudd. Normalt øker antallet død fisk noe samtidig med at det opptrer "svimere" og at fisken får en unormal svømmeatferd. Fisken vil da være "sløv" og stå mot notveggen.

Det er observert at torsk etter behandling (sortering, pumping) kan "henge" i vannet, det vil si det ser ut til at den har fått for mye luft i svømmeblæra. Rapportene tyder på at dette som regel er et forbigående fenomen. Fisk med nakkeknekk synes mest utsatt. Et tiltak for å redusere omfanget av tilstanden er å behandle torsken mer forsiktig enn laks, blant annet bruke noe mer tid på operasjonene. Det kan kanskje anbefales maksimal løftehøyde for torsk vakumpumpe og til opphalingstid fra dype nøter.

Kannibalisme forekommer også i matfiskoppdrett av torsk, spesielt når fisken er liten (størrelsesgrenser oppgis ikke). Omfanget er imidlertid usikkert og kannibalisme synes ikke å bli observert ofte i praktisk oppdrett, enkelte rapporterer da også at kannibalisme ikke observeres. En del av det store svinnet i torskeoppdrett, som vanligvis blir tillagt rømming, kan skyldes kannibalisme. Det hevdes at god størrelsessortering og god oppfølging av fôringen reduserer omfanget av kannibalisme.

Enkelte hevder at fisk som "har det bra" napper mindre i nøtene og at anlegget dermed er mindre utsatt for rømming. Det hevdes også fra enkelte at torsk som kommer fra kar napper mer på nøtene enn torsk fra ekstensivt oppdrett (poll) og at polltorsken raskere tilpasser seg livet i merden og står bedre i sjøen. Dette er ikke vitenskapelig dokumentert.

### Fysisk tilstand hos fisken som indikator

Det synes å være enighet om at vekstutvikling over tid ikke er en egnet indikator på fiskevelferd. Det er stor forskjell på ulike grupper av fisk og det vil være en rekke faktorer som virker inn på veksten.

Intervjuene tyder på at deformiteter også observeres i matfiskfasen, særlig på intensivt produsert torsk. Det synes som om det er nakkeknekk som observeres i første rekke, men det

rapporteres også at forekomsten av deformiteter er redusert på fisk fra enkelte leverandører. Basert på intervjuene er det vanskelig å si hvorvidt de observerte skadene kun er skader som allerede har manifestert seg når fisken ankommer matfiskanlegget, eller hvorvidt disse også har utviklet seg i matfiskfasen.

Torskelus synes ikke å være et problem i matfiskoppdrett i dag, men det påpekes at dette kan endre seg når omfanget av torskeoppdrett øker.

Sår, andre skader og forekomst av parasitter synes å være greie indikatorer som relativt entydig peker på forhold med relevans for fiskevelferd.

### **Kritiske arbeidsoperasjoner**

Arbeidsoperasjoner som innebærer pumping av fisk med bruk av vakumpumpe synes å kunne innebære en utfordring da torsken ikke har muligheter til rask korrigering av luftinnholdet i svømmeblæren. Enkelte oppdrettere forsøker å minimalisere bruken av vakumpumper for å unngå problemet.

Sulting av fisken blir gjennomført rutinemessig før behandling, vanligvis 1-2 dager avhengig av vanntemperaturen.

Intervjuene tyder på at torsken ikke reagerer med appetittnedgang i forbindelse med at det settes på lys for å redusere tidlig kjønnsmodning. Imidlertid synes det som det skjer en viss utprøving av ulike metoder for lysstyring for å redusere kjønnsmodning og at det så langt ikke er etablert en felles akseptert metode.

### **Måling og overvåking av miljøet**

Måling av sjøtemperatur er standard på alle anlegg. Noen måler oksygen ved høye temperaturer (f.eks over 15 °C) og ved avlusning av fisken. Både sjøtemperatur og oksygen rapporteres å være tett knyttet til fiskens fôrinntak og det er naturlig at disse overvåkes.

Det skjer en viss overvåking av alger og manetforekomster.

#### **9.4.3 Transport av torsk**

Transport av torsk foregår i hovedsak med brønnbåt. Transport kan foregå fra settefiskanlegg og til matfiskanlegg og fra matfiskanlegg til slakteri.

En brønnbåtskipper rapporterer at torsk som fraktes fra matfiskanlegg til slakteriet ser ut til å tåle pumping og håndtering bra, men at den har en helt spesiell adferd når den kommer inn i brønnen. Den går da veldig i stim, men skipperen mener likevel at fisken ikke er stresset. Dødeligheten er lav.

### **9.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferdsindikatorer hos torsk**

Det ble foretatt i et litteratursøk på nyere vitenskapelige publiserte arbeid innen tema fiskevelferd. For torsk er det ikke identifisert noen vitenskapelige publikasjoner på dette tema.

Vi gjør oppmerksom på at en lang rekke vitenskapelige arbeid innen stress, adferd, vannkvalitet og ernæring kunne vært definert inn under fiskevelferd. Vi har imidlertid avgrenset dette til søket i ASFA databasen slik det er beskrevet i metodekapitlet.

### **9.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for torsk**

Ut i fra vår tilnærming har vi identifisert og gruppert forslag til velferdsindikatorer for torsk i hht de prinsipper som er beskrevet i kapitel 6.6. Forslagene er oppsummert i tabell 4.

Tabell 4 Forslag velferdsindikatorer for torsk

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper / Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
Direkte velferdsindikatorer	Fysiologi	Endring i fôropptak og fôringsadferd	Oppdretter har god fokus og kontroll på dette. Det kan være problemstillinger ved å observere fôringsadferd i store enheter enten det gjelder i sjø eller på land. I merd vil dette kreve tilgang og bruk av teknisk overvåkningsutstyr (kamera, lift-up, fôrregisterering). Ofte ikke like entydig som hos laks. Ikke like mye kunnskap som for laks.  Biting i not - årsak ukjent?	Kan være normale fysiologiske avvik, må sammenholdes med driftsparameter, sjukdomreg., miljøreg. og tetthetstall mv Kan være normalt fôropptak selv ved suboptimale forhold.	Registrering av fôropptak, reduksjon i appetitt.
		Likevektproblemer	Enkelt å observere	Kan induseres av raske trykkfall som ved opptak fra store dyp, samt vakum pumping	Tilpassede rutiner.
		Respirasjonsendring	Enkelt å observere på enkelt fisk og i små enheter. Vanskeligere å benytte i store enheter og i vann med høyt fargetall.  Betydning av oksidativt stress er i liten grad undersøkt hos torsk.	Fiskens respirasjonsfrekvens reguleres i hovedsak i forhold til oksygen nivået i omgivelsene og det metabolske behovet til fisken. Dette betyr økt pustefrekvens oppstår ved fallende oksygenivå i vannet og ved økt stress, og ved gjelleproblemer (betennelser, slim). Kraftig avtakende pustefrekvens kan indikere at omgivelsesvannet er overmettet med oksygen. Dette kan gi oksydativt stress.	Måling av oksygen i oppdrettsenhet. Fordel å ha kontroll på inn og utverdier .
	Adferd	Endring i svømmeadferd.	Enkelt å observere sviming, endret svømmemønster. Kjenner imidlertid lite til naturlig adferd og tolkning av normal adferd hos torskefisk i intensivt oppdrett.  Torsk fordeler seg normalt i hele karet i settefiskfasen.	Kan ha mange årsaker som f.eks Thricodina infeksjon	Sammenholdes med andre parameter og målinger. Generere erfaringsbasert og vitenskapelig data.
Kannibalisme		Kannibalisme er vanlig i naturen.	Manglende sortering på størrelse og	Sortering og utplukking av	



Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper / Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
			Kannibalisme ikke det samme som aggresjon. Predatoradferd regnes som normaladferd hos torsk mot individer som er små eller har et avvikende bevegelsesmønster.	manglende utplukking av svimere / svake individ.	svake individ.
Direkte velferdsindikatorer	Helse	Dødelighet	Lett å registrere og oppdretter har som regel god oversikt over dette. Ulempen er at dette er en grov parameter.  Stor larve/ungel dødelighet er normalt i dagens torskeoppdrett.	Mangfoldige årsaker, skader og sykdom. Ved sykdom må ofte fiskehelsepersonell kobles inn for å finne diagnose. Årsaker til larve/ungeldødelighet er flere blant annet gassovermetning, bakterielle infeksjoner, vannkvalitet.	Undersøke og iverksette tiltak for årsaker til unormal dødelighet. Rutiner for registrering må være etablert. Fiskehelsepersonell kan/må kobles inn vedrørende behandling. Stabilisering av mikrobiell flora i vann og fôr anses å ha positiv effekt. Det samme gjelder unngåelse av gassovermetning. Ekspertiser på vannkvalitet må trekkes inn.
		Deformiteter	Enkelt å observere, men deformitetsgraden viser seg på ulike stadium. Nakkeknekk er dominerende, for øvrig forekommer pukkelrygg og haleknekk.	Årsakssammenhengene ikke kjent og det trengs mer kunnskap.	Registreres via helse / dyreovervåkingsprogram. Oppdretter må også plukke ut affiserte individ når dette er mulig.
		Sår	Lett å observere. Det må skilles mellom sår påført via skade og hudinfeksjoner med sår	Mekaniske skader og infeksjoner. Nedsatt almentilstand på grunn av dårlig vannkvalitet.	Mekaniske sårskader ved underføring. Tiltak mot infeksjoner, vaksiner, behandling. Hygieniske forholdsregler vedr. vann og fôr. Vannkvalitet må undersøkes.
		Ektoparasitter	Lett å observere ved rutine helsekontroll.	Trichodina kan være et problem	Behandle
		Smittsomme fisesykdommer	Lett å observere og diagnostisere via dødelighetsregistreringer og bakteriell diagnose	Vibriose	Vaksiner, antibakteriell behandling

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper / Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
		Katarakt	Greit å observere. Registrert på torsk som hos laks. Frekvens ikke kartlagt	Ikke kjent, mulig liknende årsaker som hos laks. Mer forskning trengs.	Systematisk registrering. Det må undersøkes om dette kan korrigeres ved å endre førsammensetning (som for laks)
Indirekte velferdsindikatorer	Drift	Utforming og drift av klekkeri	Stiller krav til kunnskap om rognas / larvens preferanser - toleransegrenser	For høy vanntemperatur på klekkeriet kan sannsynligvis gi økt deformitets forekomst. Vannkvalitet som f.eks pH, oksygen, partikler, TAN, total gassovermetning kan påvirke velferdsnivået	Registrering og korrigerings av driftsparametere
		Utforming og drift av startfôringsavdeling og vekstavdeling	Stiller krav til kunnskap om yngelens preferanser - toleransegrenser	Utover tilgang på rent og nok vann i tilstrekkelige mengder og kvalitet (temperatur, oksygen), samt unngå gassovermetning.	Hygieniske rutiner ved tillaging av levendefôr, rotatorier og Artemia er viktige forhold. Registrering og korrigerings av driftsparametere
		Utforming, plassering og drift av merdanlegg	Stiller krav til kunnskap om teknisk utforming, lokalitetskunnskap. Problemer med estuarine blandsoner kan påvises ved gjellemetall analyser / DGT prøver.	Sentrale faktorer er vannutskifting gjennom notvegg, som er avhengig av begroing på not og strømhastighet. Akkumulering av fôr og faeces under merder. Risiko for eksponering for alger, maneter og ekstreme temperaturer (høye og lave) Predatorvern må være etablert. Torsk er følsom for aluminium i estuarine blandsoner. Lokalteter påvirker av sure, humøse og turbide elver, med mindre enn 10-12 ppt i overflaten under flom, bør unngås.	Sertifisering og godkjenning av anlegg (NYTEK). MOM-systemet Etablert erfaring og kunnskap hos røkter. Registrering og korrigerings av driftsparametere. Flytte anlegg fra ferskvannspåvirkede områder med estuarin problemtikk.

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper / Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
		Utforming og drift av transportenheter	<p>Mange ulike størrelser og kapasiteter på brønnbåter. Stor forskjell på dyrevelfredsutfordringene mellom åpen og lukket transport. Lukket transport stiller særskilte krav til dyrevelferd.</p> <p>Ved frakt av sjuk fisk og eller settefisk stilles det krav til helt eller delvis lukket system (ingen vannutskiftning). Dette kan gi velferdsmessige utfordringer i vannkvalitet og fare for fiskedød ved pH endring (vannutskiftning). Åpen transport i fjorder med etstuarin blandsone problemstillinger kan påføre skader pga ustabil metallkjemi.</p>	Lukket system gir opphoping av metabolitter i vannet som kan skade fisken.	Unngå lukket transport, med unntak i fjorder med estuarine problemstillinger (flompåvirket). Redusere tetthet, sulte fisk før transport, vannbehandling, unngå vannutskiftning med pH økning i en brønn med mye TAN.
		Etablert predatorvern	Avhenger av aktuelle predatorarter.	Fugl, sel, oter, mink	Eks, Tette bygg, predatornett, fugle nett, selskremmere, avskyting, maskestørrelse
		Utforming av utstyr for, og gjennomføring av bedøvelse og avlivning	<p>Utstyret må være appliserbart på industrialisert nivå med tanke på krav til effektivitet opp mot fiskevelferd.</p> <p>Lett å evaluere om fisken er bedøvd på "bløggbordet" utfra regelmessige gjellelokkbevegelser, muskelbevegelser, respons på stimuli</p>	Ulike bedøvelsesmidler kan ha ulike velferdsmessige aspekter. Dette er ikke studert i detalj hos torsk, men man kan anta at mange av de samme problemstillingene som er kjent fra laks og ørret vil gjelde.	Erstatte CO <sub>2</sub> bedøvelse med alternative metoder

## 10. Kveite

### 10.1 Særtrekk ved kveite

Kveite () er utbredt på begge sider av Nord-Atlanteren. På vestsiden er den tallrik utenfor Newfoundland og Labrador, og den finnes fra Cape Cod (USA) til nordover av vestkysten til Grønland. På vestsiden er den utbredt i et belte fra Øst-Grønland og Island over Svalbard til Novaja Zemlja og sørover til Biscaya.

Kveite er den største av beinfiskene, og i den nordlige del av Atlanterhavet kan den ble over 3 m lange og veie mer enn 200 kg. Hunnene kan bli drøyt 50 år og kan bli kjønnsmodne allerede i 8 års alderen (125 cm), selv om de fleste venter til de blir 12 -13 år. Hannene blir tidligere kjønnsmodne enn hunnene ved en alder av 7 år og ca. 70 cm lengde. Ved norskekysten foregår gytingen på 300 – 700 m dyp, enten i dype groper på havbunnen eller i fjordene. Etter hvert som rogn og melke blir modne, søker kveita dypere og dypere ned. Selve gytingen går for seg helt nede på leirsletta i bunnen av disse gropene ved temperaturer på 4.5 – 7 °C. Kveita er en porsjonsgyter, hvilket vil si at den i naturen gyter gjentatte ganger i løpet av sesongen som varer fra desember til mai, men de fleste gyter på senvinteren. Når kveita har gytt svømmer den opp fra gropene og ut mot havbankene, og noen kommer helt inn på grunt vann. Hunnen kan legge opptil 3.5 millioner egg som er 3.5 – 4.2 mm store. Eggene gytes på eller nær bunnen, men stiger langsomt oppover i vannsøylen til ca. 100 m dyp. Her svever de mens larvene utvikler seg. Klekkingen skjer etter 9-16 døgn. Plommesekestadiet varer i 35 – 45 dager ved 6-8 °C, og forvandlingen til små flyndrer skjer når larvene blir 3 – 3.5 cm. Når yngelen er 4.5 – 7cm går de over fra et pelagisk til bunnlevende levesett. Ungfisken oppholder seg på hardbunnsområder nær stranden på 30 – 40 m dyp til de er omtrent 2 år gamle, for deretter å gradvis trekke ned mot dypet.

Kveita er ingen utpreget bunnfisk, men en ekte rovfisk som jager fisk i alle lag av sjøen. Den tar alt levende av noenlunde rimelig størrelse og den viktigste føden er fisk. Den tar både bunnfisk som brosme, panserulke, kolje og torsk til mer pelagiske arter som sild og lodde. I tillegg tar den blekksprut, sjøkreps og andre bunndyr. I gytetiden spiser den lite eller ingenting. Kveita kan foreta lange vandringer og merkeforsøk har vist at den kan vandre 1000 km på 10 måneder.

Kveite liker ikke vann med temperaturer under frysepunktet og ikke temperaturer over ca.10 °C. Kveita er aggressiv ovenfor annen kveite som den både jager og biter. Om dagen ligger den i ro, men om natten vil den flytte på seg. Kveita er følsom for brå bevegelser og lyder. Den hører godt. Sidelinjen kan registrere trykkendringer som hos annen beinfisk.

### 10.2 Beskrivelse av produksjonsmetode

I dette kapittelet vil det bli gitt en generell og overordnet innføring i dagens produksjonsmetode for kveite i oppdrett. I tillegg vil det bli gitt betraktninger rundt hva som vil kunne bli fremtidens produksjonsmetoder.

Kveita lever hele livssyklus i sjøen. Forsøk på oppdrett av kveite startet med forsøk på klekking og startfôring i 1974. De første kveitene ble fôret fram til yngel i 1983. Kveita har svært små egg, plommesekkfasen varer lenge (over 40 dager) og tidlige faser er ømfintlige for skiftinger i miljøforholdene. Dette, samt problemer med infeksjoner av VER-viruset, førte til at framgangen innen kveiteoppdrett lenge gikk sakte. I dag behersker man produksjon av yngel på en slik måte at flere aktører igjen finner det interessant å satse på kveiteoppdrett.

Man drev lenge semi-intensiv produksjon av kveiteyngel, der man brukte naturlig forekommende plankton fra poller. Denne metoden ga imidlertid ikke god nok stabilitet i produksjonen og man har gått over til en intensiv produksjonsmetode, som også gir grunnlag for helårig produksjon. Pr. i dag synes det som om flere av de grunnleggende problemstillingene vedrørende produksjon av kveiteyngel er løst. Tilgangen på egg av god kvalitet gjennom året er trolig den faktoren som begrenser produksjon av kveiteyngel mest i dag.

Settefiskproduksjonen foregår som en integrert fortsettelse av yngelproduksjonen og skjer på de samme anleggene. Transport fra settefiskanleggene til matfiskanleggene skjer både med bil, med båt og med fly (fra Island).

Så langt har hovedtyngden av matfiskproduksjonen blitt produsert i kar på land. Omfanget har imidlertid vært lite, samlet norsk produksjon har i hovedsak ligget under 500 tonn pr. år eller mindre.

Kveita utnytter areal i større grad enn volum og store landbaserte matfiskanlegg for kveite vil derfor bli kostbare å bygge. I de senere årene er det utviklet teknologi for merdoppdrett av kveite og flere selskaper bruker nå hylleteknologi som er spesielt utviklet for kveiteoppdrett. Hyllene settes inn i vanlige notposer og gir et langt større areal som kveita kan utnytte. Man tilstreber en slaktevekt på 6 kg og større på grunn av ønsker fra markedet og fordi prisen er gunstig for denne størrelsen. Man må da sortere ut hannkveite på 2-3 kg som vil henge etter i veksten på grunn av kjønnsmodning.

Enkelte benytter en påvekstfase på land, mellom settefiskfasen og oppdrett i sjø, blant annet for å forlenge perioden der man har kontrollerte betingelser. Denne fase kan typisk være fra en størrelse på rundt 50 gram til 350 gram, men dette varierer noe. Også her brukes det i en del tilfeller hyller for å øke arealet i karene.

Foreløpig er det små mengder fisk som er gått fra det enkelte matfiskanlegg til slakting og det har bare i noen grad vært aktuelt å bruke brønnbåt. Slakting har foregått ved å bløgge fisken på anlegget for deretter å overføre den til et pakkeanlegg. Ved frakting av kveite i brønnbåt må våthåv og delvis manuell håndtering benyttes. Tilpassede pumpe-systemer er ikke utviklet.

<b>Stamfisk</b>	<b>Yngel</b>	<b>Settefisk</b>	<b>Transport brønnbåt</b>	<b>Matfisk</b>	<b>Transport brønnbåt</b>	<b>Slakting</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stamfisk på land i siste fase</li> <li>▪ Manuell stryking</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produseres i intensive landanlegg</li> <li>▪ Integrert med</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fra 30 gram og oppover</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Så langt lite bruk av brønnbåt</li> <li>▪ Forventes å øke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Over 6 kg foretrukket</li> <li>▪ Hannfisken mindre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Noe bruk av brønnbåt</li> <li>▪ Forventes å øke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Til nå bløgging ved matfiskanlegget</li> <li>▪ Utbygging av slaktelinjer for</li> </ul>

Stamfisk	Yngel	Settefisk	Transport brønnbåt	Matfisk	Transport brønnbåt	Slakting
	settefisk- fasen			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Merder i sjø som for laks og kar på land</li> <li>▪ Bruker hyller for å øke arealet</li> </ul>		kveite kommer

### Fremtidens oppdrett av kveite

Fremtidens yngelproduksjon av kveite forventes å foregå i intensive anlegg. Selv om det fortsatt er utfordringer forbundet med produksjonen, gir disse anleggene en langt større grad av forutsigbarhet enn andre typer anlegg.

På grunn av de store kostnadene forbundet med å bygge landbaserte anlegg, er vi av den oppfatning at fremtidens matfiskproduksjon av kveite i hovedsak vil foregå i merder i sjø. Utviklingen og tilpasningen av utstyr til dette formålet vil trolig gå videre nå når større aktører satser på denne typen produksjon. Imidlertid kan det fortsatt være aktuelt å benytte landbaserte anlegg som påvekstanlegg fra settefiskstørrelse for å ha kontroll på de mindre stadiene, men da sannsynligvis i eksisterende landanlegg som bygges om til formålet (for eksempel nedlagte settefiskanlegg for laks).

Etter som produksjonen av kveite øker, vil det sannsynligvis bli regelen å frakte settefisk og matfisk som skal til slakting med brønnbåt. Dette vil sannsynligvis avdekke behov i forhold til kveitas fysiologi og behov.

### 10.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene

Infeksjon med noda-virus (VER) har vært et stort problem tidligere, men registrers ikke i dag. Problemet kan imidlertid dukke opp igjen. Eneste tiltak en i dag kan sette i verk mot VER er å slå ut besetningen. En bakteriell infeksjon, atypisk furunkulose er det største helseproblemet innen kveiteoppdrett. Bruk av autovaksiner på yngel ser ut til å kunne gi løsning på dette problemet. Videre er det i oppdrett registrert store innslag av hjertesekkbetennelse med ukjent årsak. Betydningen av lidelsen er uklar. En antatt ernæringsbetenget lidelse med depigmentering og feil øyevandring er satt i sammenheng med fôring med kunstige artemia-kulturer og ikke naturlig zooplankton

## **10.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av kveite**

Konklusjonene i dette kapittelet er basert på intervjuer med produsenter av yngel og matfisk av kveite i Norge.

Selv om man har over 20 års erfaring med oppdrett av kveite er det fortsatt betydelige flaskehalsar i produksjonen:

- Det er ikke tilstrekkelig tilgang på egg av god kvalitet gjennom året, det er underskudd på etablerte grupper av lysstyrt stamfisk
- VER-viruset er en potensiell trussel
- En større andel av den produserte yngelen har deformiteter, blant annet feilvandring av øyne og pigmentering
- Delvis mangel på settefisk av god kvalitet fra norske produsenter
- Matfiskoppdrett i sjø er på et tidlig stadium og det er nødvendig med videreutvikling av egnet teknologi
- Tidlig kjønnsmodning hos hannfisk

Generelt sett er det en rekke utfordringer knyttet til optimalisering og oppskalering i alle ledd i verdikjeden.

Flere av flaskehalsene og utfordringene har fiskevelferdsmessige konsekvenser.

### **10.4.1 Produksjon av yngel og settefisk**

#### **Appetitt som indikator**

Det er ingen spesielle forhold ut over at appetitt kan være en generell indikator på fiskevelferd, men er i liten grad presis.

#### **Endringer i atferd ellers som indikator**

Se neste punkt.

#### **Fysisk tilstand hos fisken som indikator**

I settefiskfasen synes det som om en tidvis kan observere at en større del av fisken har øyeskader og bittskader, noe som fører til økt dødelighet. Årsakene er ikke fullstendig klarlagt, men forhold rundt fôring (utfôringstider, utfôringsmetodikk) er sannsynligvis viktig da mye av aggresjonen ses under fôring. Resultater fra forsøk kan tyde på at sortering i enkelte tilfeller kan virke mot sin hensikt.

### **Kritiske faser i livssyklus**

Kveitas plommesekkstadium varer i 40 dager, som er svært langt sammenlignet med andre marine arter der dette stadiet varer 5-7 dager. Variasjonen synes stor med hensyn til hvor godt produsentene behersker dette stadiet og innslag av deformerte larver synes å være et økende problem.

På den annen side ser overlevelsen i startfôringsfasen ut til å være økende og til dels meget god.

### **10.4.2 Produksjon av matfisk**

#### **Appetitt som indikator**

I merdsystemer med hyller kan overvåking av fisken være en utfordring, da fisken ikke lett lar seg observere uten tekniske hjelpemidler. Kameraer blir derfor brukt i en viss utstrekning for å kunne observere fisken også mens den ligger på hyllene.

#### **Endringer i atferd ellers som indikator**

Kveita beveger seg individuelt, både i kar og i merd. Mye av tiden ligger den på hyllene. Stressatferd rapporteres å være en økning i bevegelsen, samt at den går opp i overflaten og ”gisper” etter luft. Dette er imidlertid en generell stressrespons som ikke knyttes til spesifikke forhold.

Kannibalisme er ikke et problem i matfiskoppdrett av kveite, noe som er naturlig tatt kveitas fasong og utforming av munn i betraktning.

#### **Fysisk tilstand hos fisken som indikator**

Også i matfiskfasen kan det forekomme øyesnapping, spesielt i forbindelse med fôrintak. For å unngå dette er det spesielt viktig å tilpasse fôringen godt til fiskens appetitt ved økende sjøtemperatur, slik at ikke underfôring stimulerer agressivitet.

Det rapporteres at deformiteter i hovedsak sorteres ut tidlig i matfiskfasen. Feilpigmentering synes ikke å bli omfattet av dette, da det aller meste av oppdrettskveite som i dag omsettes har feilpigmentering i form av hvite flekker på ryggsiden og mørke flekker på blandsiden.

#### **Kritiske arbeidsoperasjoner**

I og med at matfiskoppdrett av kveite hittil har foregått i liten skala, gjenstår det å utvikle gode håndteringssystemer for kveite. Spesielt gjelder dette stor kveite. Sortering synes å gå greit med mindre fisk, men man har ennå ikke mye erfaring med sortering av stor kveite (større enn 2 – 3 kg).



## Målinger og overvåking av miljøet

Temperatur måles og overvåkes rutinemessig. Ved høye temperaturer (over 15 °C) overvåker enkelte i tillegg oksygen.

### 10.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferdsindikatorer for kveite

Det ble foretatt i et litteratursøk på nyere vitenskapelige publiserte arbeid innen tema fiskevelferd. For kveite ble det identifisert én vitenskapelig publikasjon på dette tema.

Svømmeadferd har blitt studert og foreslått som en indikator fiskevelferd for oppdrettskveite (Kristiansen et al, 2004). Oppdrettskveites adferd ble studert ved tre ulike tettheter (18%, 54% og 112% bunndekning). Svømmeadferden ble registrert med undervannskamera og ved at hver fisk var individuelt merket med Trovan registrerte PIT tags (passive implant transponder) som muliggjorde at en antenne kunne registrere når fisken svømte til overflaten. Konklusjonene fra disse forsøkene var at både fôropptak og vekst avtok ved økende tetthet. Dårligst vekst hadde de fiskene som hyppigst svømte i overflaten.

Vi gjør oppmerksom på at en lang rekke vitenskapelige arbeid innen stress, adferd, vannkvalitet og ernæring kunne vært definert inn under en fiskevelferds betraktning. Vi har imidlertid avgrenset dette til søket i ASFA databasen slik det er beskrevet i metodekapitlet.

### 10.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for kveite

Ut i fra vår tilnærming har vi identifisert og gruppert forslag til velferdsindikatorer for kveite i hht de prinsipper som er beskrevet i kapitel 6.6. Forslagene er oppsummert i tabell 5.

Tabell 5 Forslag til velferdsindikatorer for kveite

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
Direkte velferdsindikatorer	Fysiologi	Endring i fôropptak og fôringsadferd	Oppdretter har god fokus på dette, men endring i fôropptak og appetitt synes å være en lite presis velferdsindikator for kveite. Det kan være problemstillinger ved å observere fôringsadferd i store enheter enten det gjelder i sjø eller på land. I merd vil dette kreve tilgang og bruk av teknisk overvåkningsutstyr (kamera, lift-up, fôrregistering).	Kan være normale fysiologiske variasjoner, må sammenholdes med driftsparameter, sjukdomreg., miljøreg. og tetthetstall mv Normalt fôropptak kan forekomme selv ved suboptimale forhold.	Registrering av foropptak, reduksjon i appetitt
		Respirasjonsendring	Betydning av oksidativt stress er i liten grad undersøkt hos kveite.	Fiskens respirasjonsfrekvens reguleres i hovedsak forhold til oksygen nivået i omgivelsene og det metabolske behovet til fisken. Dette betyr økt pustefrekvens oppstår ved fallende oksygenivå i vannet og ved økt stress, og ved gjelleproblemer (betennelser, slim). Kraftig avtakende pustefrekvens kan indikere at omgivelsesvannet er overmettet med oksygen. Dette kan gi oksydativt stress hos fisl	Måling av oksygen i oppdrettsenhet. Fordel å ha kontroll på inn og ut verdier .
		Adferd	Endring i svømmeadferd	Enkelt å observere høy svømmeaktivitet og overflate svømmere. Høy svømmeaktivitet knyttes til fisk som viser svekket biologisk prestasjon i oppdrett? Usikkerhet rundt dette? Utilstrekkelig kunnskap om årsakssammenheng og hva som er normal svømmeadferd kontra stressadferd, da kveite i naturen regnes som en aktiv svømmer.	Kan ha mange årsaker, men knyttes blant annet til manglende tilgjengelig bunnareal (liggeplasser)

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
			Kan være vanskelig å observere i merdsystemer med ”hyller”, da ”alle” kveitene har denne aktiviteten, men de kveitene som vokser dårligst synes å vise denne adferden hyppigst – krever muligens radiomerkede pit tags for å vite helt sikkert hvilke fisker dette gjelder?		
Direkte velferdsindikatorer		Øyeskader	Lett å observere, men kan sannsynligvis ha flere årsaker. Det finnes ikke direkte bevis for at aggresjonsadferd er rettet mot øyne. Øyeskader kan derfor være indirekte og knyttet til aggresjon / klumsete adferd ved fôring.	Feil- / tilfeldig snapping av øye i forbindelse med fôring? Totalgass ? Aggressivitetstegn? Gassblærer i øyne som er rapport å kunne komme i forbindelse med transport, kan gi utstående øyene lett utsatt for skader?.	Trenger mer kunnskap.
	Helse	Dødelighet	Lett å registrere og oppdretter har som regel god oversikt over dette. Ulempen er at dette er en grov parameter.  Stor larve/ungel dødelighet er normalt i dagens kveiteoppdrett.	Ved sykdom må ofte fiskehelsepersonell kobles inn for å finne diagnose. Årsaker til larve/ungeldødelighet er mangslugne og delvis uløste, men er blant annet knyttet til ernæring, problemer med metamorfose, gassovermetning, bakterielle infeksjoner, vannkvalitet. Styring av pH / TAN er viktig for å unngå ammoniakkproblem.	Undersøke og iverksette tiltak for årsaker til unormal dødelighet. Rutiner for registrering må være etablert. Fiskehelsepersonell kan/må kobles inn vedrørende behandling. Stabilisering av mikrobiell flora i vann og fôr anses å ha positiv effekt,. Det samme gjelder unngåelse av gassovermetning og riktig ernæringsmessig innhold av iod, fettsyrer med mer i larve/ungelfôret. Vannkvalitetsekspert må kobles inn ved mistanke om dårlig karmiljø.

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
		Manglende pigmentering	Enkelt å observere, men fargefordringene (lyse flekker) synes ikke å være et praktisk problem og det er tvilsomt om dette er velferdsproblem. Fordelen er at det er mulig å gjenkjenne enkelt fisk ut i fra fargemønster.	Årsakssammenhengen kan være ernæringsbetinget.	Fôrutvikling
		Sår	Lett å observere. Det må skilles mellom sår påført via skade og hudinfeksjoner med sår.	Mekaniske skader og infeksjoner. Nedsatt almentillstand på grunn av dårlig karmiljø.	Mekaniske sårskader ved underføring. Tiltak mot infeksjoner, vaksinerings, behandling. Hygieniske forholdsregler vedr. vann og fôr.
		Ektoparasitter	Lett å observere ved rutine helsekontroll.		Behandle
		Smittsomme fiske sykdommer	Lett å observere og diagnostisere via dødelighetsregistreringer og bakteriell diagnose	Vibriose	Vaksinerings, antibakteriell behandling
		Katarakt	Greit å observere. Registrert på torsk som hos laks., men frekvens ikke kartlagt	Ikke kjent. Mer forskning trengs. Mulig tilsvarende som hos laks	Systematisk registrering. Det må undersøkes om dette kan korrigeres ved å endre fôrsammensetning (som for laks)
Direkte faktorer	Drift	Utforming og drift av klekkeri	Stiller krav til kunnskap om rognas / larvens preferanser tålegrenser	For høy vanntemperatur på klekkeriet gir økt deformitetsgrad Vannkvalitet som f.eks pH, oksygen, partikler total gassovermetning kan påvirke velferdsnivået	Registrering og korrigerings av driftsparametere
		Utforming og drift av startfôringsavdeling	Stiller krav til kunnskap om yngelens preferanser tålegrenser	Utover tilgang på rent og nok vann i tilstrekkelige mengder og kvalitet (temperatur, oksygen), samt unngå gassovermetning.	Hygieniske rutiner ved tillaging av levendefôr, rotatorier og Artemia er viktige forhold. Registrering og korrigerings av driftsparametere

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
		Utforming, plassering og drift av merdanlegg	Stiller krav til kunnskap om teknisk utforming, lokalitetskunnskap.	Sentrale ting er muligheter for vannutskiftning gjennom notvegg som er avhengig av begroing på not og strømhastighet. Akkumulering av fôr og feces under merder. I hvilken grad fisken eksponeres for alger, maneter og ekstreme temperaturer (høy og lave). Predatorvern må være etablert. Areal for liggeplasser er en kritisk faktor	Sertifisering og godkjenning av anlegg (NYTEK). MOM-systemet Etablert erfaring og kunnskap hos røkter. Registrering og korrigerende driftsparametere. Tiltak for å øke brunnareal
		Utforming og drift av transportenheter	Mange ulike størrelser og kapasiteter på brønnbåter. Stor forskjell på dyrevelfredsutfordringene mellom åpen og lukket transport. Lukket transport stiller særskilte krav til dyrevelferd.  Ved frakt av sjuk fisk og eller settefisk stilles det krav til helt eller delvis lukket system (ingen vannutskiftning). Dette kan gi velferdsmessige utfordringer i vannkvalitet og fare for fiskedød ved pH endring (vannutskiftning)	Lukket system gir opphoping av metabolitter i vannet som kan skade fisken.	Unngå lukket transport, Redusere tetthet, sulte fisk før transport, vannbehandling, unngå vannutskiftning (pH økning) i en brønn med mye TAN.
		Utforming av utstyr for, og gjennomføring av bedøvelse og avlivning	Utstyret må være appliserbart på industrialisert nivå med tanke på krav til effektivitet opp mot fiskevelferd. Lett å evaluere om fisken er bedøvd på "bløggelokkbordet" utfra regelmessige gjellelokkbevegelser, muskelbevegelser, respons på stimuli	Ulike bedøvelsesmidler kan ha ulike velferdsmessige aspekter.	Erstatte CO <sub>2</sub> bedøvelse med alternative metoder

---

<b>Inndeling</b>	<b>Gruppering</b>	<b>Velferdindikatorer - Beskrivelse</b>	<b>Fordeler / Ulemper</b>	<b>Mulige årsakssammenhenger</b>	<b>Mulige tiltak</b>
		Etablert predatorvern	Kan bestå av mange ting fra fugl til sel, oter med mer.	Fugl, sel, oter, mink	Predatornett, fugle nett

# 11. Piggvar

## 11.1 Særtrekk ved piggvar

I Norge fanges piggvar tilfeldig sammen med andre arter i Nordsjøen med trål og garn. Den regnes som en av våre beste matfisker med et fettholdig og hvitt kjøtt. Piggvaren er utbredt fra kysten av Svartehavet og Middelhavet og opp til Norskehavet. Den forekommer fra fjære og ned til 80 m dyp, der den graver seg ned i bunnlaget på sand-, grus-, stein- eller bløtbunn. De yngre fiskene lever på grunt vann, mens de eldre individene befinner seg på større dyp. De mindre fiskene lever av krepsdyr, andre bunndyr og småfisk, og når de blir større lever de nesten bare av fisk som sil, brisling, sild, hvitting og skjegg torsk, men også andre arter.

Når piggvaren skal gyte trekker den opp på grunnere vann, og en hunn kan gyte opp til 15 millioner egg som er 1 mm i diameter. Eggene og larvene er pelagiske. Eggene til varfamilien har en oljedråpe, noe som skiller de fra flyndrefamilien. Yngelen søker bunnen (0.5 – 1 mdyp) når den er 2.5 cm lang og når svømmeblæra er borte. Den første høsten er yngelen 8 – 10 cm stor og svømmer ut på dypere vann.

Piggvaren vokser sent, men hunnene raskere enn hannene. Hunnene blir kjønnsmodne når de er 4 år gamle, og hannene når de er 3 år. I Nordsjøen er det dobbelt så mange hanner som hunner, og i Østersjøen er forholdet 1:10 mellom hunner og hanner. Piggvaren forekommer ikke i tette bestander, derfor er fangstene av denne arten beskjedne og den fanges i trål og garn som bifangst.

Piggvaren syntes å oppholde seg på grunt vann på våren og sommeren, men trekker ned på dypere vann på høsten og vinteren og det antas at den foretar lange vandringer. Den optimale temperaturen for små piggvar (25 – 75 g) syntes å være mellom 16 og 19 °C, og temperaturpreferansen avtar ved økende størrelse til ca. 13 – 16 °C når den blir 1 kg. Piggvaren er en kald-temperert fisk som har en bemerkelsesverdig homeostatisk kapasitet, som hjelper den til å opprettholde et godt regulert og temperatur uavhengig fysiologi. Som metamorfosert larve og klar til ”weaning” bør den utsettes for minimalt stress.

Piggvaren kan bli 25 kg, men vanlig størrelse i Norge er ca 40 – 50 cm. Piggvaren er en euryhalin fisk som lever i et område med saltinnhold fra 10 – 35, og forstyrrelser i osmoregulering kan først påvises ved saltholdighet lavere enn 6.

## 11.2 Beskrivelse av produksjonsmetode

I dette kapitlet vil det bli gitt en generell og overordnet innføring i dagens produksjonsmetode for piggvar i oppdrett. Det vil også bli gitt betraktninger rundt hva som vil kunne bli fremtidens produksjonsmetoder.

Oppdrett av piggvar i Norge har foregått de siste 20 årene. Til nå har det i hovedsak vært produksjon av yngel, og produksjonen har stort sett foregått i regi av Stolt Seafarm AS ved Øye Smelteverk. Stolt Seafarm har nettopp gått over fra å produsere yngel til å produsere matfisk av piggvar basert på importert yngel fra Spania.

Piggvar regnes som en av de få marine artene som er fullt ut kommersialisert og man behersker i dag alle stadier i piggvarens livssyklus i oppdrett.

Tabell 6 Produksjonsmetode piggvar i et verdikjedeperspektiv

Stamfisk	Yngel	Transport	Matfisk	Transport	Slakting
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flergangs-gyter</li> <li>▪ Produksjon av befruktede egg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 0-30g</li> <li>▪ Foregår i kar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alt 1. Transport fra yngelanlegg til matfiskanlegg</li> <li>▪ Alt 2. Yngel og matfisk-produksjon i samme anlegg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Til porsjonsstørrelse</li> <li>▪ Foregår i kar/bassenger på land</li> <li>▪ Avlives på anlegget</li> </ul>	Transport av død piggvar fra landanlegg til slakteri	Slakting av piggvar

### Fremtidens oppdrett

Piggvar er en varmekjær marin art og må som sagt ha tilgang på oppvarmet vann ved oppdrett i Norge. I så måte vil det kun være aktuelt med oppdrett av piggvar i forbindelse med anlegg som kan tilby oppvarmet kjølevann, som ved Øye Smelteverk. Det er derfor ikke mange aktuelle oppdrettssteder for piggvar i Norge og samtidig har andre land lengre sør i Europa gunstigere naturgitte betingelser for å produsere piggvar. Piggvarproduksjon kommer derfor ikke til å bli stor i Norge, men noen få aktører vil kunne drive en viss aktivitet med lønnsomhet. Hvorvidt det er produksjon av yngel eller matfisk som blir dominerende er vanskelig å si. Sannsynligvis vil vi få kombinasjon av vanngjennomstrømningsanlegg og resirkulering.

### 11.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene

Sykdomsbildet hos piggvar i oppdrett i Norge er i all hovedsak preget av infeksjonslidelser. Infeksjoner med atypisk *Aeromonas salmonicida*, flexibakterier, nodavirus (VER) og parasitten *Trichodina* er de viktigste. *Herpesvirus scophthalmi* er påvist i importert piggvar. Det er i Norge påvist flere tilfelle av infestasjoner med ciliater hos piggvar med spesiell affinitet til hjerne- og annet sentralnervøst vev hos individene.

### 11.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av piggvar

Konklusjonene i dette kapitlet er basert på intervju med en representant for det selskapet som har kommersielt oppdrett av piggvar i Norge i dag. Selv om det kun foregår matfiskoppdrett ved anlegget, basert på importert yngel, er det ikke lenge siden anlegget produserte yngel og det er mye erfaring også fra denne produksjonen i selskapet.



### **11.4.1 Stamfisk- og yngelproduksjon**

#### **Stamfisk**

Piggvar er en flergangsgyter og det er viktig å håndtere stamfisken slik at dødeligheten blir lavest mulig. God stamfisk er verdifull. Piggvar gyter ikke naturlig og den strykes for å få til befruktning. Stamfisken er følsom for håndtering i perioden før, under og etter gyting og man må være ekstra forsiktig slik at den ikke får sår og andre skader.

#### **Yngelproduksjon**

På samme måte som for kveite har piggvar en utfordring med høy dødelighet i startfôringsfasen. Plommesekestadiet varer i 2 dager og deretter er larvene pelagiske i 20-30 dager før de bunnslår. I den pelagiske fasen føres larvene med rotatorier og artemia, samt at vannet tilsettes alger. For å unngå dødelighet er det viktig at bakterienivået i karet ikke blir for høyt, samtidig som larvene får nok fôr. På grunn av det varme vannet får bakteriene gode vekstvilkår, og ved oppblomstring av bakterier tilsettes antibiotika til vannet. Det er store forskjeller i dødelighet mellom de ulike batchene uten at man alltid har gode forklaringer på hvorfor.

I den pelagiske fasen kan det være antydning til kannibalisme, men etter bunnslåing er ikke kannibalisme en aktuell problemstilling. Det er viktig med god sortering på dette stadiet, mens senere i livssyklusen er ikke sortering viktig, i hvert fall ikke med hensyn til å unngå kannibalisme.

Generelt tåler piggvar mye håndtering allerede på yngelstadiet og den blir lite stresset av veiing, sortering, vaksinerer etc. Den liker imidlertid ikke å bli snudd på ryggen.

Endringer i vannkvalitet, som temperaturendringer, okygen svikt etc. kan gjøre at fisken endrer adferd. Den øker da svømmeaktiviteten, svømmer mot strømmen og blir ofte mørkere i fargen. Ved inntak av oppvarmet råvann kan det oppstå svingninger i temperatur, salinitet, oksygen osv. Yngel reagerer raskere på disse svingningene enn stor fisk.

Deformiteter er en utfordring i produksjon av piggvaryngel, men de sorteres i dag ut på et tidlig stadium og er ikke synlig senere i produksjonssyklusen. Graden av deformiteter varierer mye fra batch til batch.

### **11.4.2 Matfiskproduksjon**

Matfisk er noe mer tander for håndtering enn yngel, likevel tåler piggvar godt håndtering sammenlignet med for eksempel laksefisk.

Feilpigmentering er ikke en utfordring i dagens piggvarproduksjon slik den er med kveite.

Sykdomssituasjonen innen matfiskproduksjon av piggvar er generelt god, og dødeligheten er lav. En utfordring med matfiskproduksjon av piggvar er at fisken blir kjønnsmoden for tidlig. For å utsette kjønnsmodningen brukes lysstyring. Erfaringene fra oppdretter tyder ikke på at bruk av lys stresser fisken.

Som nevnt er vannkvalitet en utfordring når man benytter råvann slik som her. Driftsstans ved smelteverket kan gi endringer i vannkvalitet som stresser fisken.

#### **11.4.3 Transport**

I dag fraktes yngel fra yngelanlegg i Spania til matfiskanlegget i Norge. Transporten foregår i tankbil med tilsetning av oksygen, samt lufting av vannet. Transporten tar 3 dager og foregår ved en temperatur på 10°C, noe som betyr at piggvaren er nedkjølt. Den sultes før transport. Dødeligheten er svært lav, og fisken kvikner fort til når den kommer i temperert vann igjen.

#### **11.4.4 Avliving**

Piggvar bløgges (gjellebuene kuttes) på matfiskanlegget for deretter å blø ut i kar med sjøvann. Den fraktes så i isvann til slakteriet for slakting. Hvor raskt det går fra gjellebuene kuttes til fisken er død vites ikke.

### **11.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferdsindikatorer hos piggvar**

Det ble foretatt i et litteratursøk på nyere vitenskapelige publiserte arbeid innen tema fiskevelferd. For piggvar ble det ikke identifisert noen vitenskapelige publikasjoner som er direkte rettet mot dette tema.

Vi gjør oppmerksom på at en lang rekke vitenskapelige arbeid innen stress, adferd, vannkvalitet og ernæring kunne vært definert inn under en fiskevelferds betraktning. Vi har imidlertid avgrenset dette til søket i ASFA databasen slik det er beskrevet i metodekapitlet.

### **11.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for piggvar**

Ut i fra vår tilnærming har vi identifisert og gruppert forslag til velferdsindikatorer for piggvar i hht de prinsipper som er beskrevet i kapittel 6.6. Forslagene er oppsummert i tabell 7.

Tabell 7 Forslag til velferdsindikatorer for piggvar

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer – Beskrivelse	Fordeler / Ulemper / Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
Direkte velferdindikatorer	Fysiologi	Endringer i farge, blir mørkere ved stress /mistrivsel.	Lett å observere, ikke alltid lett å finne årsak	Kan skyldes endringer i vannkvalitet (salinitet, temperatur, oksygen med mer). Kan også skyldes sosialt induisert stress.	Sjekke miljøparametre.
	Adferd	Naturlig adferd – ønsker å grave seg ned for å finne skjul.	Lett å observere i naturlig tilstand, verre i oppdrett. Kan være vanskelig å løse teknologisk i industriell skala.	Stressmestring, gjør seg usynlig ved mulig fare (trykker). Er ømfintelig for støy.	Nok bunnareal, gjerne sand. Unngå å skremme fisken.
		Liker ikke å bli snudd på ryggen	Lett å observere, lett å korrigere	Håndtering.	Unngå operasjoner som medfører dette
		Kannibalisme i tidlig pelagisk fase	Lett å observere, ikke alltid lett å korrigere.	Naturlig adferd.	
		Endringer i svømmeadferd	Lett å observere, ikke alltid lett å finne årsak	Kan skyldes endringer i vannkvalitet (salinitet, temperatur, oksygen med mer)	Sjekke miljøparametre
	Helse	Deformiteter	Mulig å observere. I dag sorteres mye yngel ut på tidlig stadium.	Sammensatt og ukjent årsakssammenheng.	Trengs mer kunnskap
		Dødelighet.	Lett å observere. Spesielt høy dødelighet i startføringsfasen	Hygieniske forhold i vannet, samt adekvat førtilgang (mengde/sammensetning).	Sjekke hygiene i kar. Rett føring.
		Sår/skader.	Lett å observere. Matfisk og stamfisk er mer tander for håndtering enn yngel. Vannkvalitet.	Håndtering.	Skånsom håndtering. Sjekk miljøparametre.
		Infeksjonssykdommer, spesielt VER	Lett å observere. Medikamentell behandling og vaksine finnes ikke.	Virus.	Slå ut populasjonen.

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer – Beskrivelse	Fordeler / Ulemper / Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
Indirekte velferdindikatorer	Drift	Utforming av utstyr for, og gjennomføring av bedøvelse og avlivning	Bedøving foretas ikke. Avlivning skjer på anlegg ved å kutte gjellebuene. Piggvaren er rolig. Utblødning i kar Vanskelig å vite om dette gjør vondt eller om fisken er immobil på grunn av stress.	Det at piggvar er rolig kan være stressindusert paralysse.	Bedøvningsmetoder bør utredes. Se på andre typer reflekser.
		Utforming og drift av utstyr for å opprettholde og stabilisere vannkvalitet	Lett i registrere, men ikke alltid lett å justere råvannskvalitet om man utnytter spillvarme (avhengig av teknologi).	Har ikke implementert teknologi som gjør det mulig å justere og stabilisere vannparametere som temperatur, oksygen og salinitet direkte ved direkte bruk av kjølevann.	Sjekke vannparametre
		Utforming og drift av transportenheter	Yngel transporteres i dag fra Spania for matfiskproduksjon i Norge. Lav dødelighet i dag. Potensielt problem da den foregår over lang tid (3 dager).	Opphoping av metabolitter som CO <sub>2</sub> , TOC og TAN i vannet som i seg selv kan virke toksisk.	Redusere tetthet, sulte fisk før transport, vannbehandling, unngå vannutskiftning (pH økning) i en transporttank med mye TAN.

## 12. Flekksteinbit

### 12.1 Særtrekk ved flekksteinbit

Flekksteinbiten er den største av steinbitartene. Den kan bli opptil 180 cm og 26 kg. Navnet har den fått utfra de morfologiske kjennetegnene i huden med flekker som er spredt utover en gråbrun til grågul hud. Fisken kalles derfor også gjerne leopardfisk. Flekksteinbit under 10 cm har svake striper som under veksten omdannes til flekker. Flekksteinbit er en arktisk art som har sin utbredelse i Nordøst-Atlanteren fra vestsiden av Novaja Zemlja, Vaygachøya til Svaldbard og sørover Norskekysten til Bergenskanten. Den finnes også vestover på nordsiden av Wyville-Thomson-ryggen til Grønland opp til Thule. Langs den amerikanske østkysten finnes det flekksteinbit fra Massachussets Bay til Labrador. Arten lever fra 25-550m dyp og finnes som regel dypere enn 100 meter. Den synes å foretrekke mudderbunn med store steinblokker, eller fin sandbunn. Føden består stort sett av kråkeboller, slangestjerner, snegler og muslinger. Med økende størrelse og alder blir innslaget av fisk som torsk og flyndre i dietten stadig større. Fisker i tannskifte tar ikke til seg føde.

Arten foretar gytevandring om våren fra Barentshavet og inn til Finnmarkskysten, hvor den gyter på bankene på 110 til 250 meters dyp. Eggene er 5-6mm store og de legges i kuleformede klumper som voktes av hannfisken. Hunnfiskens eggantall kan variere mellom 15 000 til 50 000 avhengig av kroppsstørrelse. Larvene er pelagiske og er påvist på større dyp (164 – 455 m) og enda lengre fra kysten enn larvene fra gråsteinbit. Ved klekking etter 2-3 måneder er larvene 21-22 mm lange og plommesekken allerede reabsorbent. I denne perioden holder de seg nær bunnen. Når yngelen har blitt 30-44 mm med mer stiger de opp i mesopelagiske vannmasser på 100-200 meters dyp før det etter noen måneder søker til bunnen igjen. Veksten er raskest de første fem årene. I vill tilstand kan en regne med at flekksteinbiten når en lengde på 15-20 cm etter 1 år. Etter 5 år er kroppslengden mellom 45-50cm. De neste årene synes veksten å ligge på mellom 4-9 cm per år. Kjønnsmodningen kan skje ved ca 70-90 cm kroppslengde og en alder på 7-10 år.

### 12.2 Beskrivelse av produksjonsmetode

I dette kapitlet vil det bli gitt en generell og overordnet innføring i dagens produksjonsmetode for flekksteinbit. Det vil også bli gitt betraktninger rundt hva som vil kunne bli fremtidens produksjonsmetoder.

Produksjonsmetoden for flekksteinbit i dag består av ulike stadier som vist i tabellen under. Flekksteinbit er en marin bunnfisk, som i naturen lever hele sin livssyklus i sjøvann. De første steinbiteggene ble kunstig befruktet ved stryking av innfanget stamfisk fra Barentshavet i 1993, og avkommet fra disse og neste generasjoner er i dag stamfisk ved et kommersielt anlegg for produksjon av flekksteinbityngel – Tomma Marin Yngel AS (tidligere Troms Marin Yngel AS). I tillegg er det etablert et selskap for produksjon av matfisk fra flekksteinbit – Tomma Marinfisk. I Finnmark foregår det uttesting av matfiskproduksjon av flekksteinbit i sjø. Det finnes i dag ikke flere aktører innen denne produksjonen, og med den produksjon som foregår i dag kan fortsatt anlegget krakteriseres som et pilotanlegg.

Tabell 8 Produksjonsmetode flekksteinbit i et verdikjedeperspektiv

Stamfisk	Yngel	Settefisk	Transport	Matfisk	Transport	Slakting
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stamfisk på land</li> <li>▪ Produksjon av befruktede egg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 0-5 g</li> <li>▪ Foregår i kar i settefisk-anlegg på land</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5-20/150 g</li> <li>▪ Foregår i lengdestrømsrenner eller kar i settefisk-anlegg på land</li> </ul>	Transport fra landanlegg til sjøanlegg	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 20/150 g - 3-6 kg</li> <li>▪ Alt. 1: Foregår i kar på land fram til 200g/1 kg, deretter lengdestrømsrenner</li> <li>▪ Alt. 2: Foregår i merder i sjø med flat bunn</li> </ul>	Transport fra landanlegg til slakteri	Avlivning og slakting av fisk

Flekksteinbit finnes langs hele norskekysten, men har optimal tilvekst og trivsel ved relativt lav temperatur. Det er derfor mest aktuelt å oppdrette arten i de nordlige delene av Norge og i områder med tilgang på sjøvann som holder under 10-12°C gjennom året.

Hele produksjonssyklusen kan gjennomføres i landanlegg, men det er som sagt gjort forsøk med matfiskproduksjon i sjø i Finnmark. Noe av det som skiller flekksteinbit fra en del av de andre marine artene er at larvene er store og velutviklet og interessert i fôr rett etter klekking. Både levende fôr og formulert fôr aksepteres og gir god vekst.

Produksjonen på land kan i prinsippet enten foregå i kar (kjent fra laksefiskproduksjon) eller lengdestrømsrenner. Så langt er det kun slaktet små mengder oppdrettet flekksteinbit i Norge.

De biologiske utfordringene i produksjonen ansees som løst, men det eksisterer enda utfordringer innen teknologi og rasjonalisering av driften.

### Fremtidens oppdrett av flekksteinbit

Det er vanskelig å spå om fremtidens oppdrett av flekksteinbit da dagens oppdrett kun er i startfasen. Både investeringsviljen og mulighetene i markedet må bedre seg hvis oppdrett av flekksteinbit skal ha en fremtid. Gitt at vi får en viss produksjon av flekksteinbit vil oppdrett av yngel og settefisk etter all sannsynlighet foregå på land også i fremtiden. Hvorvidt det er lengdestrømsrenner eller andre kar løsninger som blir den dominerende teknologien er vanskelig å si. Når det gjelder oppdrett av matfisk, vil det nok bli forsøkt å videreutvikle matfiskoppdrett i sjø, selv om den nok parallellt vil foregå på land. Teknologien som benyttes i sjø bør være slik at det er mulig for fisken å søke lave temperaturer, enten gjennom dype eller nedsenkbare merder. Flatbunnet merd må videreutvikles og det vil være mye den samme teknologien som benyttes ved kveiteoppdrett som også kan brukes ved oppdrett av flekksteinbit.

## 12.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene

Steinbit har relativt få helseproblemer i oppdrett. Den er flegmatisk, dvs det tar lang tid før den viser sjukdomstegn. Av kjente sjukdommer nevnes atypisk furunkulose samt ektoparasittene *Trichodina* og *Ichthyobodo* kan nevnes som problemer. I tillegg er registrert tilfelle av infestasjon med en mikrosporidie (parasitt), *Pleistophora ehrenbaumi*. Infeksjonene

oppleves som problematiske av oppdretter i og med at parasitten danner opp til knyttnevestore byller i steinbitens muskulatur. Parasitten har potensiale til å bli et stort problem.

## **12.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av steinbit**

Konklusjonene i dette kapitlet er basert på intervju av representanter for den selskapsstruktur som produserer flekksteinbit i Norge.

Sammenlignet med laksefisk så vet man mindre om flekksteinbit og hva slags krav den setter til oppdrettsmiljøet. Likevel er vel flekksteinbit den av de marine artene som det finnes mest kunnskap om og som er relativt ”enkel” å få til i en oppdrettssituasjon.

Det som skiller flekksteinbit mest fra laksefisk er naturligvis at den har hele sin livssyklus i det marine miljø og at den er en bunnfisk. I tillegg er den en fisk som har best tilvekst og trivsel ved lave temperaturer. Steinbit er en flergangsgyter, noe som stiller høye krav til hold av stamfisk.

### **12.4.1 Produksjon av stamfisk, yngel og settefisk**

#### **Endringer i appetitt**

Generelt er det slik at hvis fisken har god appetitt, så er det ofte et tegn på at fisken har det bra. Men det samme gjelder for flekksteinbit som for laks at selv om fisken i enkelte faser har dårlig appetitt, så er ikke dette nødvendigvis et tegn på at fiskens velferd ikke er god. For eksempel har flekksteinbit en årlig tannfelling og i denne perioden er appetitten nedsatt. Sannsynligvis skjer tannfelling rett før steinbiten skal gyte.

Startfôring er en utfordring for andre marine arter, men ikke for steinbit. Steinbit har store egg og ikke plommesekestadium. Yngelen er ca 2 cm når den blir født og har et fullt utviklet fordøyelsessystem. Yngelen er i stand til å ta og nyttiggjøre seg tørrfôr fra første dag. Likevel opplever man at det er stor variasjon i dødelighet mellom ulike grupper uten at man har noen god forklaring på hvorfor.

#### **Adferd**

Oppdretteren opplever av og til stressrelatert adferd i karene/rennene. Det som kjennetegner slik adferd er at steinbiten begynner å svømme ”hodeløst” omkring. Vanlig oppførsel er at yngel står fint i strømmen for deretter å slippe seg på bunn for så å svømme igjen. Ofte kan det være vanskelig å finne årsaken til stressrelatert svømmeadferd. Det kan skyldes nitrogengassovermetning i vannet som igjen gir gjellebetennelse, men kan også ha helt andre årsaker. For å finne årsaken er det viktig å vurdere totaliteten i de målinger som foretas på anlegget. Likevel tyder erfaringene fra steinbitoppdrett på at ved endringer i miljøparametere fremkaller man en stressreaksjon som relativt raskt roer seg ned, det vil si at fisken venner seg til endringene og går tilbake til en normalsituasjon. Sammenlignet med andre marine arter kan det se ut som flekksteinbit er relativt tolerant for endringer i miljøet bortsett fra når det gjelder høye temperaturer. Flekksteinbit viser tegn til mistrivsel ved 10-12°C og dette begrenser oppdrettsområdet eller krever etablering på land med dypvannsinntak.

Ved det minste yngelstadiet (før bunnfelling ved 3-4 g) kan man ved lave tettheter eller for lite fôr få aggresjon eller kannibalisme, men et preventivt tiltak er å sørge for overskudd av fôr.

### **Karmiljø**

Både kar og lengdestrømsrenner gir utfordringer med hensyn til vannkvalitet (nitrogengassovermetning, for mye oksygenbruk). Vannstanden er lav og strømmen liten da det hevdes at steinbiten tåler lite strøm. Opphoping av partikler i vannet (faeces, fôrrester) kan derfor være et problem.

Steinbit er en fisk som klumper seg sammen selv om den ikke er nødt til det. Den trives ved store tettheter, og regelen om 55 kg/m<sup>3</sup> passer ikke for steinbitoppdrett i lengdestrømsrenner. Her kan tettheten komme opp i 150 kg/m<sup>3</sup> uten at dette er et problem for steinbiten – tvert i mot hevdes det.

Steinbit tåler godt håndtering, og det er ingen av de vanlige operasjonene i et steinbitoppdrett som skaper økt dødelighet.

### **12.4.2 Produksjon av matfisk**

Produksjon av matfisk kan i prinsippet foregå i tre systemer; i kar på land, i lengdestrømsrenner på land og i merder i sjø. Man har lite erfaring med både oppdrett på land og i sjø, men på samme måte som for settefiskproduksjon kan det være knyttet utfordringer til vannkvalitet ved bruk av lengdestrømsrenner på land.

Ved matfiskproduksjon i merder i sjø er det testet ut flatbunnede, grunne merder i Finnmark, med diverse hyller og rør som liggeplasser. Fisken ser ut til å trives, men unntak på litt for høye temperaturer på sensommeren/høsten (opp mot 14°C). Steinbiten blir mindre aktiv når temperaturen øker og vil nok foretrekke å kunne gå dypere hvis den kunne. Fremtidens teknologi bør derfor være dypere merder og/eller nedsenkbare merder. Steinbit tåler godt operasjonelle aktiviteter som skifte av not, sortering etc. En utfordring er predatorer som skarv, måse, mink og oter. Så langt ser det ikke ut til å være spesielle fiskehelsemessige utfordringer ved matfiskproduksjon av steinbit verken på land eller sjø.

Lysstyring brukes på stamfisk for å fremkalle gyting. I den mørke perioden blir steinbiten svært rolig og går inn i en slags hvilemodus. Ved endringer i lystilførsel kan man merke en kort, forbigående stressrespons hos steinbiten.

### **Slakting**

Steinbiten er mer seiglivet enn for eksempel laks. Til nå er det slaktet små mengder flekksteinbit i Norge, men når eller hvis volumet øker bør man se nærmere på hensiktsmessige avlivningsmetoder for flekksteinbit.



## **Konklusjon**

- Flekksteinbit har ikke de samme utfordringer med til dels svært høy dødelighet ved startfôring som andre marine arter, men likevel er dødeligheten for høy i denne fasen uten at man vet nok om årsakssammenhengene.
- Endringer i appetitt kan tyde på at fisken kan ha redusert velferd, men ikke nødvendigvis.
- Flekksteinbit tåler dårlig strøm i kar enten det er lengdestrømsrenner eller vanlige settefiskkar, noe som kan gi utfordringer med hensyn til vannkvalitet.
- Generelt er steinbit en fisk som er tolerant for endringer i miljøet og som tåler håndtering godt.
- Steinbit tåler godt lave temperaturer, men vekst og trivsel blir dårligere når temperaturen går over 10°C

## **12.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferdsindikatorer hos flekksteinbit**

Det ble foretatt i et litteratursøk på nyere vitenskapelige publiserte arbeid innen tema fiskevelferd. For flekksteinbit ble det ikke identifisert noen vitenskapelige publikasjoner på dette tema.

Vi gjør oppmerksom på at en flere vitenskapelige arbeid innen stress, adferd, vannkvalitet og ernæring kunne vært definert inn under en fiskevelferds betraktning. Vi har imidlertid avgrenset dette til søket i ASFA databasen slik det er beskrevet i metodekapitlet.

## **12.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for flekksteinbit**

Ut i fra vår tilnærming har vi identifisert og gruppert forslag til velferdsindikatorer for steinbit i hht de prinsipper som er beskrevet i kapitel 6.6. Forslagene er oppsummert i tabell 8.

Tabell 8 Forslag til velferdsindikatorer for flekksteinbit

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper, Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger (velferdsparametre)	Mulige tiltak
Direkte velferdsindikatorer	Fysiologi	Endring i fôropptak og fôringsadferd	Oppdretter har god fokus og kontroll på dette. Flytbarhet på fôr er viktig	Kan være normale fysiologiske avvik, må sammenholdes med driftsparameter, sykdomreg., miljøreg. og tetthetstall mv , normalt fôropptak selv ved suboptimale forhold.	Tilpassing av fôrsammensetning, flytbarhet
	Adferd	Endring i svømmeadferd; annen adferd	Enkelt, avhengig av rutiner. Observerbart for det trenede øye. Kjenner ikke til alle reaksjonsmønstre hos steinbit eller hva disse betyr. Klumping antas å være en del av naturlig adferd. Gruppemekanismer antas å være tilstede i og med at de største individene klumper seg sammen. Det er en forutsetning med stor tetthet i oppdrett av denne arten. Fisken danner revir ved gyting. I lengdestrømsrenner vil de mest attraktive plassene være forrest i rennen. I og med at steinbit er et flegmatisk dyr oppfattes kjapp svømming som et negativt tegn.	Stressadferd kan ha sin bakgrunn i sykdom og ikke optimale driftsforhold	Sammenholdes med andre parameter og målinger. Generere erfaringsbasert og vitenskapelig data.
		Aggressiv adferd, kannibalisme, halebiting	Enkelt å observere ved gode rutiner	Mangelfull fôring gir aggressiv adferd	Riktig fôring
	Helse	Dødelighet, sykdom generelt	I og med steinbitens sedate adferd vil det ikke være lett å oppdage sykdom med normalt driftstilsyn. Sjukdomsutviklingen er i seg selv langsom hos steinbiten. Det er derfor viktig med regelmessige kliniske undersøkelser av dyra. Solbrenthet kan være et problem. Finneknuter regnes som et normalfunn i og med dyrets levesett og robuste hud. Fisken kan skade hverandre ved uhell. Gjelleforandringer kan tyde på dårlige vannforhold Yngeldødelighet er et problem	Mangfoldige årsaker, skader og sykdom. Ved sykdom må ofte fiskehelsepersonell kobles inn for å finne diagnose. Årsaker til larve/ungeldødelighet er flere blant annet gassovermetning, bakterielle infeksjoner, vannkvalitet.	Undersøke og iverksette tiltak for årsaker til unormal dødelighet eller sykdom. Rutiner for registrering må være etablert. Fiskehelsepersonell og vannkvalitetsekspert kan/må kobles inn vedrørende behandling.

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper, Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger (velferdsparametre)	Mulige tiltak
		Parasitter	Observeres ved rutine helsekontroll.	Gyrodactylus er et problem. Pleistophora registreres, men regnes neppe som et velferdsproblem	Behandle
		Infeksjoner	Lett å observere og diagnostisere via dødelighetsregistreringer og bakteriell diagnose. Tar lang tid før steinbiten får infeksjoner.	Atypisk furunkulose	Antibakteriell behandling, vaksiner under utvikling
Indirekte velferdsindikatorer	Drift	Utforming, plassering og drift av matfiskanlegg	Stiller krav til kunnskap om teknisk utforming, og i lokalitetskunnskap.	Sentrale ting er introduksjon av hyller og rør som oppholdsplasser. Temperaturer opp mot 14 grader går bra.	Sertifisering og godkjenning av anlegg (NYTEK). MOM-systemet Etablert erfaring og kunnskap hos røkter. Registrering og korrigerings av driftsparameter
		Utforming og drift av transportenheter	Det foregår nesten ikke transport per i dag, men ved utvikling av fremtidens steinbitnæring til en matfisk fase i sjø, så vil transport i brønnbåt sannsynligvis bli mest benyttet. Biltransport kan bli mer aktuell om næringen utvikler seg rent landbasert. Det er også en mulighet for at fremtidens steinbitanlegg blir mer eller mindre komplette verdikjeder i seg selv, med svært liten grad av levendefisk transport mellom anlegg.  Ved lukkettransport (aktuell for settefisk og evt. Syk fisk vil man kunne få potensielt problemer knyttet til vannkvaliteten i transporten.	Opphoping av metabolitter som CO <sub>2</sub> , TOC og TAN i vannet som i seg selv kan virke toksisk i lukkede systemer.	Redusere tetthet, sulte fisk før transport, vannbehandling, unngå vannutskiftning med pH økning i en transporttank med mye TAN.

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper, Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger (velferdsparametre)	Mulige tiltak
		Utforming av utstyr for, og gjennomføring av bedøvelse og avlivning	<p>Utstyret må være appliserbart på industrialisert nivå med tanke på krav til effektivitet opp mot fiskevelferd.</p> <p>Lett å evaluere om fisken er bedøvd på "bløggebordet" utfra regelmessige gjellelokkbevegelser, muskelbevegelser, respons på stimuli.</p> <p>Steinbit er seiglivet og blir neppe tilstrekkelig bedøvd av CO<sub>2</sub>.</p>	Ulike bedøvelsesmidler kan ha ulike velferdsmessige aspekter.	Erstatte CO <sub>2</sub> bedøvelse med alternative metoder som slag i hodet.
		Etablert predatorvern	Steinbit vil være utsatt for predatorer da den ligger stille på bunnen. I sjø vil den være spesielt utsatt for angrep nedenifra. I dagens landbaserte steinbitanlegg med grunne lengdestrømskar kan mink utgjøre et problem om den kommer inn i produksjonsbygget	Fugl, sel, oter, mink	Predatornett, fugle nett, tette bygg, predator feller, selskremmere, avskyting

## 13. Leppefisk

### 13.1 Særtrekk ved leppefisk

Leppefisk er en stor og artsrik familie på ca. 400 arter der de fleste hører hjemme i tropiske farvann. Det er funnet 6 arter i norske farvann der 4 (bergnebb, grønngylt, grasgylt og berggylt) er benyttet som rensefisk i norske oppdrettsanlegg. Flere av leppefiskene hører til de såkalte "pussefisker" eller rensefisker som lever av å plukke parasitter fra huden, gjellebuene og inn i selve munnhulen hos andre større fiskearter. Rensefiskene har ofte et territorium (rensestasjon) der "kundene" kommer innom, og der de kommer gjerne oftere når de er befengt med mange parasitter.

Tennene i munnen sitter i en eller flere rader og er konisk spisse på alle leppefisk. Kjevne er mer eller mindre fremskytbare, noe som gjør at leppefiskene er flinke til å plukke hele eller deler av fastsittende dyr som føde. Noen arter er kjent for å skifte kjønn. Slike arter fungerer først som hunner og blir hanner som eldre. Av de norske arter gjelder dette for junkergylt, rødnebb/blåstål og berggylt.

Leppefiskene er territoriale og aggressive ovenfor andre fisk, spesielt i gytetiden da de hevder revir. Leppesfiskene er dagaktive og gjemmer seg og søker skjul, bl.a. under hvile/søvn og ved urolig sjø.

**Bergnebben** er utbredt i fra Svartehavet og Middelhavet til Marokko i sør og Norge i nord. I Norge er den mest tallrik langs sør- og vestkysten, men finnes helt nord til Lofoten. Ved lave temperaturer og om vinteren gjemmer bergnebben seg i huler og bergsprekker der den ligger i en slags dvaletilstand. Bergnebben beiter ned til temperaturer på omkring 6 °C. Den finnes vanligvis bare ned til 10-20 m dyp, men om vinteren trekker den ned på dypere vann, gjerne 50 m. Bergnebben finnes på algerike steder ved steinbunn der den spiser muslinger og krepsdyr. I Norge blir den ca 18 cm lang og blir kjønnsmoden når den er 3 år. I opptil 3 uker vokter hannen et revir på 0.5 – 2 m<sup>2</sup>. Hunnen oppsøker reviret og leken foregår parvis. Eggene er pelagiske og klekkes etter 4 døgn ved 20 °C. Larvene lever pelagisk i ca, 1 uke før de søker ned mot bunnen.

**Grønngylten** er vanlig langs kysten nordover til Trondheimsfjorden. Den oppholder seg i fjæra og ned til ca. 30 m dyp, og lever på grunt vann blant alger på steinbunn. Grønngylten svømmer alene eller i små stimer. Den er relativt stasjonær, og føden består av små muslinger, (særlig blåskjell) og krepsdyr. Ungfiskene kan opptre som rensefisk. Gytingen foregår om våren etter en meget omstendelig bryllupsdans i et reir av tang. Etter endt egglegging vokter hannen eggene inntil de klekkes. Grønngylten kan bli 25 – 30 cm lang og blir kjønnsmoden når den er 2 – 3 år.

**Berggylt** er den største leppefisken i Europa og kan bli 60 cm og veie 3.5 kg. Den forekommer fra Kanariøyene og Marokko nordover til Trondheimsfjorden. I Norge er den mest tallrik fra fjæra ned til 30 m dyp, men kan gå ned til 200m. Den ser ut til å foretrekke eksponerte områder med bratte bergskrenter og undersjøiske skjær, der den kan finne rikelig med mat. Den er mest tallrik ved de ytterste holmer og skjær. Om vinteren står den på større

dyp med varmere vann. Føden er mest muslinger, men den tar også rur, snegler, børstemark, samt mye småkrabbe. Maten snappes eller skrapes av. Berggylten bygger også reir av alger som klistres sammen med slim i fordypninger, sprekker eller i fjellsider. Berggylten har kjønnskifte og skifter fra hunn til hann, slik at de største individene alltid er hanner.

Bergnebben er den mest benyttede fisken som benyttes til lus- og begroingskontroll hos små laks. På større laks har en benyttet grønnlylt og berggylt, der berggylten har vist seg å være en fantastisk lusebeiter. Den er mest robust av leppefiskene og takler behandling og stress bedre enn andre arter. Grønnlylt har vært benyttet både til stor og liten laks. Den beiter aktivt ved lavere temperatur enn bergnebben. Berggylt beiter aktivt ned til ca. 3.5 °C

### **13.2 Beskrivelse av produksjonsmetode**

I dette kapitlet vil det bli gitt en generell og overordnet innføring i bruk av leppefisk i norsk oppdrettsnæring. Det vil også bli gitt betraktninger rundt hvordan bruk av leppefisk vil se ut i fremtidens oppdrettsnæring.

Leppefisk må til forskjell fra de andre artene betraktes som en hjelpeart. Leppefisk brukes i dag som et alternativ til bruk av kjemikalier for å redusere mengde lakselus i lakseoppdrett. Bruk av leppefisk i oppdrettssammenheng har til nå vært basert på fangst av vill leppefisk som settes ut i laksenøter for å beite bort lakselus. På laks første år i sjø har artene bergnebb, grønnlylt og grasgylt vært de mest brukte leppefiskartene. I følge Havforskningsinstituttet (HI) er de naturlige bestandene av disse artene relativt store og et stort uttak kan forsvares. I laksens andre år i sjø er det kun arten berggylte som viser seg å være en effektiv luseplukker. Berggylte forekommer ikke i samme store tetthet som bergnebb og skal den benyttes i stort omfang må den oppdrettes. Slik oppdrett foregår ikke i dag. I forbindelse med denne rapporten vil vi konsentrere oss om fiskevelferdsmessige utfordringer i den måten leppefisk brukes på i dag, det vil si omhandle fangst, transport og bruk av leppefisk i laksemerder i forhold til leppefiskens velferd.

Noen arter leppefisk (bergnebb, grasgylt og grønnlylt) trives ikke ved for lave temperaturer og de forekommer ikke i naturen noe særlig lengre nord enn Nordland. De kan også ha problemer med overlevelse hvis temperaturene blir for lave om vinteren i andre deler av landet. Berggylte er imidlertid ikke like temperaturfølsom og plukker lus også ved lave temperaturer.

#### **Fremtidens bruk av leppefisk**

Leppefisk vil også i fremtiden være en hjelpeart i annet oppdrett. Sannsynligheten for at leppefisk benyttes til å holde lussituasjonen i sjakk også i fremtiden er stor, men vi vil nok kunne få utvikling av kombinasjon med andre alternative midler som lusevaksiner, lusefôr og ”lusedusjer”. Metoden erstatter bruk av kjemikalier og er et miljøvennlig alternativ. Hvis berggylte skal benyttes på stor fisk – og slik sett virkelig være et alternativ til kjemisk behandling, må den oppdrettes og i så fall må viktige utfordringer løses da man enda ikke behersker hele livssyklusen godt nok. Oppdrett av berggylt har vært prøvd ut kun på forskningsstadiet, så all erfaring en har kommer fra disse relativt få forsøkene. På HI foregår

et 4-årig prosjekt på ”Oppdrett av berggylte”. Prosjektet skal se på de to så langt identifiserte hovedflaskehalsen som å sikre gametproduksjon, samt øke overlevelse for larver/ungel fra startføring til weaning.

Hvis oppdrett av leppefisk settes i system, er det også sannsynlig at man vil kunne avle på bestemte egenskaper som for eksempel å øke toleransen for lave temperaturer.

Leppefisk har til i dag ikke blitt prøvd på andre arter enn laksefisk. Man vet at torsk liker å spise leppefisk, men per i dag kan det ikke utelukkes at berggylte også kan beite lus hos andre arter enn laksefisk.

### **13.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene**

Ulike arter av leppefisk som bl.a. bergnebb og berggylt er påvist å være asymptomatiske friske bærere av egne atypiske varianter av bakterien *Aeromonas salmonicida* (furunkulosebakterien). Ved stress og håndtering av leppefisken vil disse bakteriene kunne gi infeksjon med sepsis (”blodforgiftning”) og sårdannelser hos individer i aktuell leppefiskpopulasjon. Leppefisk blir videre infisert av egne varianter av vibriobakterier, *Vibrio splendidus* og *Vibrio tapetis*. Reservoaret til disse kan være vannmiljøet. Ektoparasitter som *Trichodina* og *Ichtyobodo sp.* (sjøvannscostia) kan likeledes gi sykdomsproblem.

### **13.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett for leppefisk**

Konklusjonene i dette kapitlet er basert på intervju av representanter for det selskapet som har lengst erfaring med leppefisk i Norge. Oppdrett av leppefisk er kun på forsøksstadiet og her vil man derfor konsentrere seg om den metoden som benyttes i dag – det vil si fangst, lagring og bruk av leppefisk i laksemerder. Til slutt vil det knyttes noen kommentarer til hvilke utfordringer man har ved et eventuelt oppdrett av leppefisk eller berggylte som er den aktuelle arten.

Leppefisk er som nevnt en hjelpeart i lakseoppdrett og leppefiskens primære oppgave er å plukke og spise lakselus som sitter på laksen.

#### **Fangst**

Fangst av leppefisk skjer med teiner eller ruser. Dyrevelferdsmessig er det viktig at teinene sjekkes hvert døgn, avhengig av hvilken årstid det er. I teinene kan det være et problem med predatorer som for eksempel krabbe. Det er viktig at teinene ikke settes for dypt og at de trekkes sakte opp og ombord i båten. Leppefisken sorteres når det kommer om bord da ikke alt som fangstes egner seg til å beite på laks. Det er også viktig at den fisken som tas vare på er av god kvalitet. Deretter oppbevares fisken i vanntank med kontinuerlig sirkulasjon om bord i båten der det tas inn vann utenfra eller den oppbevares i stamper uten vannutskifting. Hvis fangst av leppefisk foregår etter anbefalingene, mener representanter for næringen at det ikke er dyrevelferdsmessige store utfordringer knyttet til dette fisket.

## Transport og mellomlagring

Leppefisk som fangstes leveres lokalt direkte til lakseoppdrettere, det vil si direkte fra tank eller stamp og til merd, eller den mellomlagres for så å fraktes over større avstander (for eksempel fra Oslofjordområdet/Sørlandet til Vestlandet og Nord-Norge) i brønnbåt. Under mellomlagring oppbevares leppefisk i en lagringsnot og i denne perioden kan det oppstå problemer med begynnende sårskader og økt dødelighet. For å unngå dette er det viktig å operere med lav tetthet (0,2 kg/m<sup>3</sup>). Leppefisk er følsom for håndtering og det er uaktuelt å pumpe fisken. Den må hoves med våthov og håndteres med varsomhet under transporten. Det er også viktig at tettheten av leppefisk er lav. Ett selskap har utviklet en egen brønnbåt for frakt av leppefisk.

## Bruk av innfanget leppefisk i laksemerder

En kritisk fase i bruk av leppefisk er utsett i laksemerdene, og særlig gjelder dette for bergnebb, grønngylt og grasgylt. Berggylt er mer robust og tåler utsett bedre. Ved utsett kan man oppleve høy dødelighet av leppefisk hvis ikke dette gjøres riktig. Leppefisk søker ned mot bunnen av merda når den settes ut og hvis dødfiskhoven trekkes for raskt opp, dør leppefisk. Generelt er det viktig at dødfiskhoven trekkes sakte opp da den ofte blir et naturlig tilholdssted for leppefisk.

Leppefisk har behov for å gjemme seg og det anbefales at lakseoppdretterne setter ut skjul for leppefisk. God velferd for leppefisk fordrer godt skjul i merdene. Etter utsett er det viktig å få leppefisk til å oppdage disse skjulestedene slik at den kan fordele seg jevner i merda. På værharde lokaliteter er det behov for mer skjul for leppefisk enn på skjermede lokaliteter. Særlig vinterstid er det viktig å ha godt skjul for leppefisk. Skjul i merdene kan være en utfordring ved skifte av not, og leppefisk kan lett få klemskader ved skifte av not. Generelt må leppefisk behandles skånsomt for å unngå skader og økt dødelighet.

Ved overgang fra småmasket til stormasket not kan leppefisk forsvinne. Rent dyrevelferdsmessig er neppe dette et problem for leppefisk, men det er selvsagt ugunstig for oppdretter.

Ved bruk av berggylt har det vært registrert øyenapping på laks, men generelt har ikke dette vært et stort problem. Det har vært registrert at hvis laksen har katarakt, så er berggylten mer ivrig på øyenapping.

Det er ikke lov å flytte leppefisk mellom lokaliteter og når laksen slaktes ut må også leppefisk destrueres. Dette skal foregå på samme måte som ved avlivning av for eksempel utsortert smolt, det vil si enten ved bruk av Benzocain eller bruk av CO<sub>2</sub>.

Leppefisk spres langs hele kysten og til dels over store avstander. Det er viktig at leppefisk ikke har med seg sykdommer som er overførbare til laks.

Bergnebb, grønngylt og grasgylt tåler dårlig lave temperaturer om vinteren, den er utsatt for å få skader og sår og dødeligheten øker. I mange tilfeller opplever oppdretter at det ikke er leppefisk igjen i merdene når våren kommer. Ekstra sårbar er leppefisk hvis nøtene blir skiftet ved lave temperaturer. Enkelte oppdrettere får imidlertid brukbar overlevelse på bergnebb. Berggylte tåler bedre lavere temperaturer enn de andre artene.



## **Oppdrett av berggylte**

Ved et eventuelt oppdrett av berggylte, vil det være de samme utfordringer knyttet til bruk av leppefisk som nevnt ovenfor. I tillegg kommer utfordringer i forhold til det å beherske hele livssyklusen til berggylte. Viktige operasjonelle utfordringer vil for eksempel være:

Finne/kjenne mekanismer bak naturlig gyting og befruktning slik at en sikrer befruktede egg og stabil yngelproduksjon.

Øke overlevelsen for larver/yngel fra startfôring til tørrfôrtilvenning.

Ved oppdrett av berggylte er det muligens potensial for 1-3 anlegg nasjonalt hvis disse anleggene skal drives med lønnsomhet<sup>4</sup> hvilket betyr at berggylt vil spres fra noen få anlegg til hele kysten. Å kunne garantere for en mest mulig sykdomsfri berggylte er viktig slik at sjansen for sykdomsspredning til laks er liten.

## **13.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferd leppefisk**

Det ble foretatt et litteratursøk på nyere vitenskapelige publiserte arbeid innen tema fiskevelferd. For leppefisk ble det ikke identifisert noen vitenskapelige publikasjoner på dette tema. Imidlertid er velferd og leppefisk behandlet i en oversiktsartikkel av Treasurer, 2002. Villfanget leppefisk har vært benyttet til biologisk avlusing av oppdrettlaks siden 1997. I Norge benyttes opptil 7 millioner villfanget leppefisk per år. Berggylte har vært mest benyttet til noe større laks. På Western Isles har man benyttet grønngylte i smoltmerder i ratio på 1: 50 per laksesmolt. I bekymring for ville leppefiskbestander har SFIA og Hunterson (Stone 1996) startet utvikling av oppdrettsteknikker for arten.

Vi gjør oppmerksom på at en flere vitenskapelige arbeid innen stress, adferd, vannkvalitet og ernæring kunne vært definert inn under en fiskevelferds betraktning. Vi har imidlertid avgrenset dette til søket i ASFA databasen slik det er beskrevet i metodekapitlet.

---

<sup>4</sup> Planmessig igangsetting av nye arter i oppdrett. KPMG Senter for havbruk og fiskeri AS, 2002

### **13.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for leppefisk**

Ut i fra vår tilnærming har vi identifisert og gruppert forslag til velferdsindikatorer for steinbit i hht de prinsipper som er beskrevet i kapitel 6.6. Forslagene er oppsummert i tabell 9.

Tabell 9 Forslag til velferdsindikatorer for leppefisk

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
Direkte faktorer	Fysiologi	Beiteadferd: Normal og unormal (øyensnapping)	Indikasjon på mattilgang. Kan være vanskelig å observere selve beiteadferden.	Beiteadferd på grodd not, samt øyesnapping kan være indikasjon på for lite mat.	Tilpasse mengde leppefisk til luseforekomst til enhver tid.
	Adferd	Respirasjonsendring	Ikke praktisk å benytte i merd. Enkelt å observere i tank om bord ved fangsting.	Fiskens respirasjonsfrekvens reguleres i hovedsak forhold til oksygen nivået i omgivelsene og det metabolske behovet til fisken. Dette betyr økt pustefrekvens oppstår ved fallende oksygenivå i vannet og ved økt stress, og ved gjelleproblemer (betennelser, slim). Kraftig avtakende pustefrekvens kan indikere at omgivelsesvannet er overmettet med oksygen.	Måling av oksygen i oppdrettsenhet, evt. oksygenering under transport.
		Levende leppefisk i dødfiskhov rett etter utsett	Lett å observere	Muligens mangel på skjul eller ikke optimal plassering av denne. Uten skjul i merda vil problemet kunne vedvare.	Optimalisere plassering av skjul eller utforming av dette. Skånsom trekking av dødfiskhov reduserer dødelighet.
		Unormal, aparte svømmeadferd; sviming, overflatesvømming, søker mot bunnen.	Vanskelig å observere i merd da leppefisken er liten. Optiske systemer hjelper.	Kan ha mange årsaker	Sammenholdes med andre parameter og målinger. Korrigjer.
		Predasjon fra laks	Ikke lett å observere.	Stor laks, liten leppefisk.	Tilpasse leppefiskart til laksens størrelse.
		Helse	Dødelighet, spesielt under håndtering og transport	Ikke alltid lett å registrere i merdene da svinnet kan være stort uten at dødelighet registreres. Dødelighet er en grov parameter.	Leppefisk tåler dårlig håndtering, urolig sjø og sterk strøm og kan lett få sår og skader.

Tabell 9 Forslag til velferdsindikatorer for leppefisk

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer - Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
Direkte velferdsindikatorer		Sår og infeksjoner.	Lett å observere hvis fisken er mulig å observere.	Bakterier som vanligvis ikke gir infeksjoner kan gi sår og sepsis ved stress. Har egne varianter av Vibrio bakterier, samt noen parasitter.	Ved lagring/oppdrett: Registrering, behandling. Leppefisk i laksemerd: Registreres. Behandles ikke. Utsortering og avlivning.
Indirekte faktorer	Drift	Kontroll med teinene/rusene under fangst	Lett å gjennomføre, vanskelig å kontrollere		
		Skånsom behandling ved teine/rusefangst.	Lett å gjennomføre, krever opplæring.	Raskt opptak gir økt dødelighet.	
		Utforming og drift av transportenheter	Lett å observere og justere. Krever noe utstyr. Mange ulike størrelser og kapasiteter på de som fangster og transporterer leppefisk. Dette stiller særskilte krav til dyrevelferd.	Sjøgang og dårlig vannkvalitet i oppbevaringsdunker gir økt dødelighet.  Ved frakt av leppefisk over store avstander vil leppefisk kunne være en smittebærer mht. fiskesykdommer	Riktig utstyr: Selve karenheten, vanngjennomstrømming, overvåkingsutstyr. Unngå transport i dårlig vær.
		Tilstedeværelse og utforming av skjul	Nødvendig for normal adferd og overlevelse. Arbeidskrevende, spesielt ved skifte av laksenot.	Leppefisk sover om natten og må ha beskyttelse.	Konstruksjoner i merd (rør, kasser, etc.)
		Temperatur	Lett å måle. Forutsigbart til en viss grad.	Leppefisk (særlig de små artene) tåler dårlig kaldt vann.	Overvintring på land.
		Skille leppefisk fra laks	Skåne leppefisk under håndtering/behandling/slakting av laks. Ekstra arbeidsoperasjoner.		Teine eller skjul som kan fungere som felle.

## 14. Ål

### 14.1 Særtrekk ved ål

Ålefamilien består av 16 ulike arter og er utbredt i tropiske og tempererte deler av Nord-Atlanteren, Øst-Afrika, Sørøst-Asia, Japan og sørøstover til New Zealand. Hos de fleste artene er den fullstendige livshistorien ukjent. Den europeiske ål er utbredt fra Svartehavet, Middelhavet, Kanariøyene, Madeira, Azorene til Island, og Kvitsjøen og hele Østersjøen. Det er en grunnvannsart i kyststrøk, vann og vassdrag, og velkjent fra både ferskvann, brakkvann og saltvann.

Ålen er en katadrom art som betyr at oppveksten i hovedsak foregår i ferskvann, mens forplantningen foregår i saltvann. Det antas at den kjønnsmodne ålen gyter i Sargassohavet og de meget spesielle bladliknende larvene (leptocephalus) driver passivt med Golfstrømmen over Atlanterhavet. De utvokste larvene, som er 7-8 cm lange og 1 1/2 år gamle når de når Europas kyster, forvandler seg til glassål som vandrer opp elver og vassdrag i store mengder. Glassål på vandring kalles ålefaring. Etter oppgang i vassdragene til innsjøer og andre steder der den slår seg til, forvandles den til gulål. Ikke all ål oppholder seg i ferskvann og mye ål tar i stedet opphold i brakkvannsområder ved kysten og vokser opp her.

Gulålstadiet varer i 6 – 25 år, og ålen er da et nattaktivt rovdyr. Dagen tilbringes dels nedgravd, og veksten er avhengig av temperatur og matforhold. Når tiden for utvandring kommer, skjer det en endring i ålens utseende, og den blir til blankål. Øynene blir større, snuten spissere, buken får en blank farge, fødeopptak avtar og tarmkanalen tilbakedannes. Utvandringen skjer vanligvis på høstparten. Kjønnorganene er imidlertid ikke blitt utviklet hos blankålen og en antar at ålen ikke blir kjønnsmoden før den ankommer gytefeltene i Sargassohavet. Generelt ser det ut til at ål som vokser opp i ferskvann blir hunner, mens de som vokser opp i brakkvann blir til hanner. Miljøet er derfor i stor grad bestemmende for artens kjønn.

Hvordan ålen finner tilbake til Sargassohavet er et uløst mysterium, og i europeiske områder er det bare kjent et fåtall kjønnsmodne hanner. Hvis ålen gyter i Sargassohavet må den vandre opptil 8000 km, og det hersker stor usikkerhet om den europeiske ålen virkelig når fram til gyteplassene.

Hunnen kan bli opptil 1.5 m lang og veie 12.7 kg, men det vanlige er maksimalvekt på 5 kg. Hannene blir normalt ikke større enn 50 cm.

Ålen er et rovdyr og føden er i først rekke fisk, rogn, krepsdyr, snegler og insektlarver, men det hender at stor ål tar frosk og andunger. Ålen kan også ta seg fram over land fra vassdrag til vassdrag, hvis det er litt fuktig, og den kan leve i flere dager på land. Den er særlig ømtålig ovenfor støy og den må kunne gjemme seg på dagtid.

## 14.2 Beskrivelse av produksjonsmetode

Det foregår ikke oppdrett av ål i Norge i dag, men det vil likevel bli gitt en innføring i prinsippene for åleoppdrett da det kan bli en aktuell opprettsart i Norge i fremtiden.

Åleoppdrett har eksistert i jorddammer i mer enn hundre år. Japan var først ute, og i Europa foregår det i dag åleoppdrett i Frankrike, Italia, Nederland og Danmark, der de to sistnevnte har tatt i bruk resirkuleringsteknologi som grunnlag for å etablere intensivoppdrett av ål.

I Norge har det vært forsøkt med åleoppdrett flere ganger, siste gang i regi av Farsund Aqua AS som produserte ål i et resirkulerende landbasert anlegg, basert på villfanget gulål fra 1987-1997. Et tilsvarende anlegg ble også bygget ved Greåker der det var drift i flere år. Oppdrett av ål her i landet har vært noe annerledes enn ellers i Europa da den har vært basert på oppfôring av gulål, mens oppdrett i andre land er basert på oppdrett av innfanget glassål, som kan håves opp i store mengder i noen elveinnløp på visse tidspunkt. All oppdrett er basert på villfanget ål, både det som har foregått her i landet og i det som foregår i andre land. Man behersker pr i dag ikke ålens reproduksjon.

### Fremtidens oppdrett

En generell trend på verdensbasis er at ålefangstene går ned og oppdrett øker. Det har de siste årene vært stor nedgang i fangstene av glassål for de artene som dominerer i oppdrett (*Anguilla anguilla* og *Anguilla japonica*). Åleoppdrett i Asia kan ikke øke mer på grunn av mangel på glassål og asiatiske investorer kjøper seg inn i europeiske anlegg.

Oppdrett av ål i Norge basert på resirkuleringsteknologi og import av glassål vil være mulig i fremtiden. Det har tidligere ikke vært gitt tillatelse til import av glassål til Norge pga usikker helsestatus. Begrensningen for oppdrett kan dermed bli tilgang på glassål da innfangning av glassål i Norge ikke vil være praktisk/økonomisk mulig da Norge ligger i utkanten av ålens utbredelsesområde.

Hvis ålens reproduksjon skulle løses, vil oppdrett av ål bli en mer aktuell oppdrettsart enn i dag.

## 14.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene

Ål holdes under oppdrettsbetingelser normalt i temperert ferskvann (eller brakkvann). Et betydelig sykdomsproblem hos ål, spesielt i oppdrett, er bakterielle infeksjoner. Disse agens er tilpasset relativt høye temperaturene, og infeksjonspanoramaet hos ål er derfor forskjellig fra øvrige fiskeslag i oppdrett i Norge, og omfatter også agens som kan forårsake sykdom hos mennesker. Bakterier som motile (bevegelige) *Aeromonas sp.*, *Edwardsiella tarda*, *Vibrio vulnificus* øvrige eksotiske vibrioarter samt ikke minst *Vibrio anguillarum*, som er navngitt etter nettopp vertsorganismen åls latinske benevnelse *Anguilla anguilla*, gir alle alvorlige infeksjoner med stygge sårdannelse og sepsis. Mange individer vil kunne være affisert i et utbrudd. Holdbetingelsene med mange individer tett på et lite område/volum gjør smittepresset stort i populasjonen. Det vil måtte stilles krav til vann og øvrige hygieniske holdbetingelser i denne type oppdrett. Alle de nevnte bakteriene er påvist på ål i oppdrett i

Norge, alene eller i blandingsflora. En annen kjent ålepatogen bakterie er *Pseudomonas anguilliseptica*. Denne bakterien er ikke påvist i Norge.

Virus er ikke rapportert å gi sjukdom hos ål i Norge. IPN-virus er derimot isolert fra friske individer. Øvrige fiskepatogene virus som generelt er kjent å gi infeksjoner på ål er bl.a. iridovirus, papillomavirus, herpesvirus og rhabdovirus. Utbrudd av slike virus vil kunne forventes under et intensivt framtidig oppdrett også i Norge.

Av parasitter er det svømmeblæremarken *Anguillicola crassus* som spesielt kan gi problemer hos ål. Parasitten er introdusert til Norge via import eller fangst av infestert vill glassål. Det er registrert sporadiske sjukdomstilfelle av parasitten i Norge. Øvrige parasitter som bl.a. *Pseudodactylogyrus* (hud) og *Trematoda* (tarm) er påvist å gi sjukdom hos ål i Norge.

#### **14.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til fiskevelferd i oppdrett av ål**

I og med at det ikke foregår oppdrett av ål i Norge i dag, er det ikke mulig å gå i detalj på hvilke erfaringer man har fra praktisk oppdrett slik det er gjort med de andre artene i utredningen. Dette kapitlet baseres seg derfor på samtale med en forsker på Havforskningsinstituttet som har jobbet med ål, samt en utredning gjennomført av Havforskningsinstituttet i 2002 som grunnlag for KPMGs rapport om ”Planmessig igangsetting av nye arter i oppdrett”<sup>5</sup>.

Tidligere oppdrett av ål i Norge har vært basert på oppfôring av gulål over minstemål. Fordelen med denne metoden er at nesten all ål som settes i oppdrett vil være hunner. Hunnene blir større enn hannene, og betales bedre. Det kan imidlertid bli vanskelig å skaffe nok ål til å sette i anleggene og ålen må anskaffes i flere vendinger. En slik ”porsjonsoppfylling” av anlegget gir økt risiko for å få sykdom i anlegget, noe som kan gi dyrevelferdsmessige konsekvenser.

Allerede i 1966 fikk man ål til å gyte under laboratoriebetingelser, men selv med intensiv forskningsinnsats, og da særlig i Japan, har man ikke lyktes med å produsere yngel. En annen utfordring i åleoppdrett er at ved oppdrett basert på villfanget glassål så blir 95 % av ålen hanner. Ålens kjønn blir trolig bestemt i gulålfasen, men en vet ikke hvilke faktorer som styrer kjønnsbestemmelsen. Ved framtidig oppdrett i Norge vil det være viktig å finne årsakene til kjønnsbestemmelse hos ål. I så måte er det også viktig å styre kjønnsbestemmelsen hos ål på en dyrevelferdsmessig akseptabel måte. Det samme gjelder hvis man skulle lykkes med å etablere yngelproduksjon av ål.

Ålen er en katadrom art og kan leve både i ferskvann og i saltvann, og kan i perioder oppholde seg på land. Ål kan holdes i store tettheter, og oksygenbehovet er betydelig lavere enn hos laks. Ålen er robust og tåler godt håndtering.

---

<sup>5</sup> Planmessig igangsetting av nye arter i oppdrett. KPMG Senter for havbruk og fiskeri AS, 2002

## Transport

I en del tilfeller leveres ål levende til kunden og fraktes da i spesialdesignede kasser. Den kan også slaktes av oppdretter.

Det er også aktuelt med transport av glassål.

## 14.5 Vitenskapelige publikasjoner på fiskevelferdsindikatorer for ål

Det ble foretatt i et litteratursøk på nyere vitenskapelige publiserte arbeid innen tema fiskevelferd. For ål ble det identifisert fire vitenskapelig publikasjon på dette tema. Alle fire arbeidene går på fiskevelferd i forbindelse med avlivningsmetoder.

Van-De-vis et al 2003, antyder at forbedret kjøttkvalitet på ål som var bedøvd med elektrisitet i kombinasjon med nitrogen kan tas som indikasjon på forbedret fiskevelferd i avlivningsprosessen sammenlignet med tradisjonell slaktemetode med saltbad før oppkutting.

Fiskevelferden i forbindelse med levendekjøling og frysing av ål er belyst av Lambooij et al 2002. Målet med deres studie var å undersøke hvordan ålen hadde det under slaktemetoden som består av kjøling av kroppstemperatur til 5 grader i isbad som bedøvelse, før neddykking i -18 grader saltlake i 15 minutter for avlivning. For å bedømme fiskevelferden ble EEG, ECG og en innvendig temperatursensor festet på ål som gjennomgikk slakteprosedyren. Observasjon av theta, delta bølger, og fravær av smerterespons ble ansett som en indikasjon på at bevisstløs (bedøvd) og insensibel tilstand var oppnådd. 5% av ålen ble ikke bedøvd etter 15 minutter i isvann. Hjerteraten gikk ned fra 24+10 til 7+4 slag per minutt under levendekjølingen. Hjerterytmen ble også mer uregelmessig. Adferdsmessig ble det observert at ålen forsøket å flykte fra isvannet, presset nesen mot veggen mens den gjennomgikk kloniske kramper.

Når ålen ble plassert i kald saltlake viste EEF rask og ekstrem depolarisering av membraner etter ca 27 sekunder. ECG viste hjerteflimmer. Konklusjonen i denne studien var at nedkjøling i isvann ikke er tilstrekkelig som bedøvelse for ål. Direkte plassering av ål i kald saltløsning anbefales heller ikke uti fra at det tar mer enn 27 sekunder før bevisstløshet oppstod.

Robb et al, 2002 rapporterer om mulighetene for å benytte elektrisk bedøvelse av ål for å gjøre de insensible for smerte. Bedøvelse ble oppnådd ved 1s støt direkte over hodet ved hjelp av vekselstrøm (AC) med strømstyrke over 0,1A og bølgelengde 50 Hz. Ved økning i strømstyrken økte man varigheten på bedøvelsen etter støtet. Ved økning av støtet til 30s varighet AC ved 50Hz og strømstyrker mellom 0,5A og 0,95 A kunne ålen avlives. Resultatene viser at det er mulig å benytte strøm til bedøvelse og avlivning av ål. Forfatterne konkluderer med at dette vil forbedre fiskevelferden mye i avlivningsprosedyren for ål.

Ålen er vanskelig å ta livet av. Hjernen fungerer med lav oksygentilførsel. I et forsøk viste hodet tegn på liv (respirasjonsbevegelser, åpning av munn og bevegelser) inntil hele 8 min. etter at hodet var skilt fra kroppen (Verheijen og Flight 1997). Muskelkontraksjoner kan vare svært lenge. Den er vanskelig å holde pga slimutsondring. Avliving med dehydrering (legges i



salt) er neppe dyrevennlig. Ved slik behandling, som er vanlig avlivingsprosedyre i mange land, er det observert tegn til liv opp til 18 timer, selv om fiskens hud og øyne da var mer eller mindre ødelagt av saltet (Verheijen og Flight 1997).. Til sammenlikning viste ål med ødelagt hjerne vridende bevegelser i 2 minutter

## **14.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for ål**

Ut i fra vår tilnærming har vi identifisert og gruppert forslag til velferdsindikatorer for ål i hht de prinsipper som er beskrevet i kapittel 6.6. Forslagene er oppsummert i tabell 12.

Tabell 12 Forslag til velferdsindikatorer ål

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer – Beskrivelse	Fordeler / Ulemper / Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
Direkte velferdsindikatorer	Adferd	Slimutskillelse. Uspesifikk	Lett å observere.	Skyldes stressreaksjon, for eksempel som følge av håndtering.	
	Helse	Sår	Lett å observere øvrig helsestatus	Varmt vann, høy tetthet og sterkt patogene bakterier.	Vannkvalitet, hygiene, nok plass
		Øvrige infeksjoner	Diagnose krever lab.undersøkelse	En rekke patogene bakterier, høyt smittepress i miljø	
	Avlivning	Vedvarende bevegelse (pustebevegelse, gaping, vridning) i forbindelse med avlivning	Lett å observere.	Har ikke etablert avlivingsmetoder tilpasset en art der hjernen fungerer med svært lav oksygentilførsel. Elektrisk avliving kan være lovende.	Elektrisk bedøvelse/avlivning ser ut til å være den beste dyrevelferdsmessige metoden.
Indirekte velferdsindikatorer	Drift	Vannmiljø	Kan måles, kjenner ikke optimum eller grenseverdier. Kjenner ikke adferdsmessige preferanser.	Dårlig vannmiljø og høy fisketetthet gir høyt smittepress og gode vekstbetingelser for patogene bakterier.	

## 15. Hummer

### 15.1 Særtrekk ved hummer

Europeisk hummer har en utbredelse som strekker seg fra Tysfjord i Nord- Norge til den nordvestlige del av Afrika, og til Svartehavet, men er vanligst fra den engelske kanal til Nord-Norge. Den kan bli minst 60 år, bli 75 cm lang og veie inntil 10 kg. Hummeren er knyttet til hardbunn og trives best på steder med god tilgang på gjemmesteder, som i steinrøyser, i kløfter eller under steinblokker. Den er nattaktiv og holder seg skjult om dagen. Den lever på relativt grunt vann og går sjelden dypere enn 40 m. Om sommeren opptrer den helt opp mot tidevannssonen. Den trenger høy temperatur for forplantningen, som foregår på grunt vann om sommeren.

Skallskifte med forplantning skjer helst når temperaturen er rundt 15 °C. Når hunnen skifter skall har hannen anledning til parring, der han overfører pakke med spermier i hunnens eggledere. Spermatoforene i egglederne kan holde seg i årevis. Oppbygging av innrogn tar ca. ett år før eggene legges ut og festes på svømmeføttene over bakkroppen. Eggene befruktes når de på vei ut passerer egglederen. Det tar omtrent enda ett år før eggene klekkes og frittstående larver slippes ut. Hummeren produserer fra 5000 – 40 000 egg.

I Norge blir hummeren kjønnsmoden fra den er 5 – 8 år gammel. Larveutviklingen er svært avhengig av sjøtemperaturen og trives best mellom 14 – 18 °C. Larvene går igjennom 4 frittstående stadier før de søker mot bunnen ved aktiv svømming. Bunnslått yngel av europeisk hummer er ikke funnet i sjøen noen steder i Europa. Det er fortsatt et uløst mysterium om hvor hummeryngelen befinner seg før de lar seg fange ved en størrelse på 12 - 15 cm. Man vet derfor veldig lite om oppvekstvilkårene for hummeryngel og hummerens økologi og rekruttering. Hummeryngel er attraktiv føde for leppefisk, ulke, torsk og strandkrabbe, og for å beskytte seg må de gjemme seg godt.

Hummeren spiser muslinger og snegler som den knuser med den kraftige knusekloen, men den spiser også børstemark og kråkeboller. Den spiser også åtsler av fisk og selv brennmaneter er observert som en del av fødeinntaket. Hummeren har en meget godt utviklet luktesans og kan registrere lukt, f.eks åte på lang avstand. Den tar ikke til seg mat hvis temperaturen kommer under 5 °C. Det er ikke noen kjente sykdommer som opptrer naturlig hos hummer i norske farvann. Bakteriesykdommen Gaffkemi, opprinnelig fra USA er kun påvist i oppsamlingsanlegg.

Hummeren trives best i temperaturer mellom 10 – 20 °C. Når temperaturen synker under 8 °C avtar appetitten, den blir innaktiv og vanskelig å fange. Hummeren lever i områder der temperaturen varierer fra 2 – 25 °C, men kan overleve temperaturer fra 0 – 30 °C hvis de er godt aklimatisert. Hummeren tåler ikke lav saltholdighet og foretrekker områder der saliniteten ligger i området 30 – 35, og undersøkelser viser at larver unngår områder der saliniteten går under 21. Veksthastigheten er temperaturavhengig og hannene vokser hurtigst etter kjønnsmodning. Hummeren er stedbunnen og holder gjerne til på samme sted over mange år. Den foretar korte vandringer for å finne mat eller søke make. Fra tidligere tider er det observert massevandringer av hummer. Minstemålet for hummer er 24 cm fra svenskegrensen til Vest-Agder, og 25 cm fra Rogaland og nordover.

## 15.2 Beskrivelse av produksjonsmetode

Det finnes i dag ikke noen ens produksjonsstrategi for hummer. De metodene som likevel anses som mest aktuelle er intensivt landbasert oppdrett og ekstensivt oppdrett, også kalt havbeite. I denne utredningen vil hovedvekt bli lagt på intensivt landbasert oppdrett, men det vil også bli knyttet noen kommentarer til havbeite og dyrevelferd.

I grove trekk kan intensivt landbasert oppdrett av hummer deles inn i følgende stadier: Yngel/larveproduksjon, settehummerproduksjon, oppfôring til porsjonshummer, transport og avlivning. Ved ekstensiv produksjon settes settehummer ut i naturlige omgivelser for å gjennomgå en vekstfase før høsting, transport og avlivning. Fasen til og med produksjon av settehummer er den samme for intensiv og ekstensiv metode.

I liten skala behersker man i dag oppdrett av hummer, men så langt har man ikke erfaring fra produksjon av hummer i stor skala i Norge. Per i dag er det ett anlegg i Norge som produserer hummer fram til porsjonsstørrelse og det er et anlegg på Kvitsøy. Anlegget har ingen stor produksjon da de har konsentrert seg om å kjøre en rekke forsøk knyttet til for eksempel optimal burstørrelse, krav til vannkvalitet og utvikling av hummerfôr.

Norge ligger i den nordlige grensen i hummerens utbredelsessone, og havbeite er av den grunn mest aktuell i sørlige kystområder. I regi av PUSH-programmet (Program for Utvikling og Stimulering av Havbeite) ble det fra 1990 til 1994 satt ut 125.000 hummeryngel i 11 separate utsetninger.

### Fremtidens hummerproduksjon

Det er under planlegging et større anlegg for intensiv produksjon av hummer, og etter all sannsynlighet vil det i fremtiden foregå en viss intensiv produksjon av hummer i Norge. For at det skal være lønnsomt i produksjonen, er det mer sannsynlig med få anlegg (1-5) med stor produksjon enn mange anlegg med liten produksjon. Intensiv hummerproduksjon vil i fremtiden i stor grad foregå slik dagens produksjon gjør.

Når det gjelder ekstensiv produksjon, det vil si utsett av settehummer i bunnkultur i sjø, så reguleres dette gjennom Lov om havbeite som ble vedtatt i 2002. Denne loven gjør at man har mulighet for å sikre eierrettigheter ved gjenfangst av hummeren, noe som er viktig for at noen skal tørre å investere i utsett av hummer.

Likevel er det utfordringer knyttet til utsett av hummer i sjø, blant annet predatorer. Etter hvert er det mulig at man løser disse utfordringene, og da vil også havbeite av hummer kunne få et visst omfang. Vi tror imidlertid ikke dette vil bli noen stor næringsaktivitet, bortsett kanskje fra utsett av hummer for å styrke den naturlige bestanden.

## 15.3 Status helse hos hummer – de viktigste kjente utfordringene

Hummeroppdrett i egentlig forstand er neglisjerbart i Norge. Det vil vesentlig være snakk om innfangning av levende individ for hold, oppfôring og høsting i hummerparker. Kjent

sjukdomspanorama hos hummer er begrenset. I all hovedsak dreier det seg om gaffkemi, infeksjon med bakterien *Aerococcus viridans*. Bakterien antas å ha reservoar i miljø og hos friske bærerindivider. Sjukdom utløses ved høye tettheter, stress og transport. Antibiotika kan gis profylaktisk, men er ikke å anbefale ut fra hensynet til matsikkerhet og faren for resistensutvikling. Infeksjon gir sepsis og død hos affiserte individer.

I oppdrett av krepsdyr observeres generelt såkalt ”shell disease”. Dette er bakterielle infeksjoner primært i skall, men med spredning til også indre organer med sepsis og død som følge. Bakterier som forårsaker disse infeksjonene har alle kitinolytiske egenskaper, dvs. de har enzymesystemer for gjennomtrenging av vertens kutikula. Det dreier seg om bakterier tilhørende bl.a. *Vibrio*, *Beneka* og *Pseudomonas*.

## **15.4 Oppsummering av erfaringer i forhold til velferd hos hummer i oppdrett**

Konklusjonene i dette kapitlet er basert på intervju av representanter for det selskapet som har en viss produksjon av porsjonshummer i Norge.

Man har i dag kunnskap og erfaring som viser at vi i dag i rimelig grad behersker alle ledd i småskala pddrett av hummer. Som oppdrettsart er hummer relativt enkel. Likevel vil det sannsynligvis være knyttet utfordringer til det å oppskalere produksjonen fra dagens nivå og til mer industriell skala. Det planlegges nå et større anlegg for produksjon av porsjonshummer på Kvitsøy i Rogaland.

### **15.4.1 Yngel- og settehummerproduksjon**

Yngel- og settehummerfasen er felles for både intensiv og ekstensiv produksjon.

I dag skjer parring og befruktning i en ”hummerpark” i sjø. Hummeren er stamhummer som oppbevares på et begrenset område. Hunnene flyttes deretter inn i klekkeriet og gyter der. En slik metode krever ekstra overvåkenhet med hensyn til å overføre smitte til landanlegget. Oppbevaring av stamdyr, parring og befruktning kan også skje i et anlegg. Det er da utfordringer knyttet til tap av egg på grunn av håndtering og dødelighet på grunn av infeksjoner på eggene slik at antall larver som klekkes er betydelig lavere enn gytte egg.

I yngelproduksjon er de første larvestadiene den største utfordringen. De nyklekte larvene er svømmedyktige og glupske, og svinn opp mot 50-80 % forekommer de første 14 dagene (frem til fjerde stadium da hummeren bunnsår i karene). Sårskader kan også være en utfordring i denne perioden. Ved hummeranlegget på Kvitsøy brukes det teknologi som skal holde hummeren fra hverandre i det pelagiske stadiet (luftbobling). Hvorvidt dødeligheten i disse første fasene er et dyrevelferdsproblem eller ikke, kan diskuteres, men det er i hvert fall ikke ønskelig for oppdretter.

Etter bunnslåing overføres hummeryngelen til enkeltbur. Hummeren er da ca 2 cm lang.

For å utvikle normale klør må hummeren ha tilgang på skjellsand i burene den første måneden etter bunnslåing. Arealbehovet øker proporsjonalt med kvadratet av hummerlengden så produksjonen er arealkrevende.

For å lykkes med denne produksjonen kreves det anlegg med stabil og høy temperatur, god og stabil vannkvalitet, et stort antall enkelttrom som må tilføres fôr og reingjøres automatisk, samt et tørrfôr som gir god vekst og hummer av ønsket kvalitet.

### **Fôring og appetitt**

I de første stadiene fôres hummer med levende fôr som for eksempel Artemia. Relativt raskt går den over på annet fôr. Vesentlig for hummerens velferd er sammensetningen av fôret. Det må inneholde de stoffer som er nødvendig for at skallskifte og pigmentering, samt andre viktige prosesser skal gå som normalt. Blant annet er det viktig med nok astaxanthin i fôret. Det er behov for økt kunnskap om ernæringsbehov i alle stadier av hummerens livssyklus. Hummeren er i utgangspunktet nokså altetendene, men stiller sannsynligvis krav til smaklighet på fôret. Endringer i appetitt kan være et tegn på at hummeren ikke har det optimalt med hensyn på dyrevelferd, men det trenger ikke være det. Anlegget på Kvitsøy har utviklet et eget hummerfôr.

### **Adferd**

Hummeren er kannibalistisk og har relativt aggressiv adferd. Hvis den blir ”sløv” (ikke går i forsvarsposisjon) kan dette være et tegn på at forholdene ikke er optimale.

Adferdsmessig og i naturlig tilstand søker hummeren trange, mørke rom. Erfaringene fra praktisk oppdrett viser at utforming og størrelse på burene i et oppdrettsanlegg er viktig for hummerens trivsel.

### **Vannkvalitet/miljø**

Hummeren har optimal vekst ved ca 20°C og anlegget på Kvitsøy benytter oppvarmet, resirkulert vann. Hummeren setter sannsynligvis høye krav til vannkvalitet da hummeren spiser et svært proteinrikt fôr, noe som gir høyere ammoniumkonsentrasjon i vannet enn hos laks. Måten anlegget er bygget på, med enkeltbur, gjør også at det stilles høye krav til vannforsynings- og vanddistribusjonssystemet. Hva som bør være grenseverdier på ulike vannkvalitetsparametre i hummeroppdrett vet man for lite om, og med hensyn til dyrevelferd vil det være viktig å få fastsatt slike grenser så vel som optimalt intervall.

Hummeren sultes de siste fem dagene før den transporteres, og det er ikke observert endringer i adferd i denne perioden.

### **15.4.2 Oppfôring av settehummer fram til porsjonsstørrelse**

Oppfôring av settehummer til porsjonsstørrelse i landanlegg har i store trekk de samme dyrevelferdsmessige utfordringer som produksjon av settehummer (se forrige kapittel).

### 15.4.3 Utsett av hummer i bunnkultur i sjø

Det er foreløpig tildelt en konsesjon for havbeite av hummer. I forbindelse med havbeite av hummer og dyrevelferd er det følgende momenter som er viktig<sup>6</sup>:

- Erfaringer fra tidligere utsetninger tyder på at mye av settehummeren blir spist av predatorer rett etter utsett i sjø. For å hindre predasjon må man velge rett størrelse på hummeren, rett lokalitet, tidspunkt for utsett og gå inn med evt. aktive tiltak som endring av bunnsstrukt. En annen metode vil være å redusere predatoritet. Stressreaksjoner i forbindelse med håndtering og utsetting kan gjøre hummeren mer utsatt for predasjon, og naiv hummer kan eventuelt trenes til å gjemme seg raskere etter utsett.
- Generelt er gjenfangsten av utsatt hummer 0-15 % i de ulike utsettingsområdene rundt Kvitsøy.
- Kunnskapen om hvilke naturlige betingelser hummeren foretrekker i de første leveårene er for liten, og det er viktig å klarlegge hvilke bunnstyper som gir best overlevelse av utsatt hummer.
- Før utsett av hummer er det viktig med god sykdomskontroll slik at ikke sykdommer spres til naturlige bestander.

### 15.4.4 Transport og avlivning

Hummeren er spesiell fordi det er sluttkunden som avliver dyret, ikke leverandøren. Det er derfor viktig å sette krav til hvordan oppbevaring av levende hummer, samt avlivning skal skje hos den enkelte kunde. Kunden er i dag ofte dyre restauranter, hoteller eller varehus som kjøper relativt få individer av gangen.

Både ved naturlig høsting (ekstensiv produksjon/fangst) og intensiv produksjon, skal hummeren fraktes til markedet. I dag foregår frakten i kasser med is eller i bleier dyppet i vann som oppbevares i en beholder. Hummeren kjøles ned og kan frakten kan foregå i mange timer (opp til 50-60 t) uten økt dødelighet. Det er viktig at hummeren kommer i vann med høy vannutskifting etter transport slik at den får mulighet til å kvitte seg med avfallsstoffer. Det er likeså viktig at lagring av hummer hos kjøper skjer på en tilfredsstillende måte med hensyn til vannkvalitet, plass og ernæring (hvis nødvendig).

Hummerprodusenten mener at også i fremtiden vil hummer bli levert levende til markedet og at det dermed er viktig å stille krav til hvordan hummeren behandles og avlives hos den enkelte kunde. Hvordan hummeren blir avlivet ved de ulike restauranter, hoteller og andre salgssteder er sannsynligvis svært forskjellig, men mest vanlig i Norge er nok å putte hummeren direkte i kokende vann. Det finnes imidlertid flere metoder og disse metodene er beskrevet i en utredning utført for Statens Dyrehelsetilsyn "Forsvarlig avlivning av tinfotkrep" (Mejdell, 2003). Det vil føre for langt å gå inn på de ulike metodene her, men utredningen konkluderer med at ut fra dyrevernhensyn synes de mest aktuelle metodene å være:

- 1) Bedøving ved opphold i mettet koksaltoppløsning i minst 1 minutt før koking eller

---

<sup>6</sup> Planmessig igangsetting av nye arter i oppdrett. KPMG Senter for havbruk og fiskeri AS, 2002

## 2) Elektrisk bedøving ("Crustastun" eller tilsvarende)

Å legge hummer og taskekrabbe direkte i kokende vann uten forebehandling anbefales ikke. Forutgående nedkjøling synes bare å gi bedøvelseseffekt hos varmtvannarter. For industriell bruk kan iso-eugenol bli framtidens middel, men dette betinger at nødvendig dokumentasjon skaffes til veie. Det poengteres at det bør gjennomføres forsøk for bedre å dokumentere dyrevernsmessige aspekt ved noen av de aktuelle metodene.

## **15.5 Vitenskapelige publikasjoner på velferdsindikatorer hos hummer**

Det ble foretatt i et litteratursøk etter nyere vitenskapelige publiserte arbeid innen tema velferd hos hummer. Ingen vitenskapelige publikasjoner ble funnet, men vi nevner likevel en artikkel er skrevet i Fishfarming International, 1999 vedrørende utvikling av et apparat for avlivning av hummer med strøm (crustastun). Apparatet benytter lav spennings strøm for å bedøve krepsdyr og hevdes å ikke påvirke kjøttkvalitet, utseende eller klo-refleks hos krabber. Utviklingen var delvis finansiert av "The Humane Slaughter Association" and the "Fund for Animal Welfare".

Vi gjør oppmerksom på det kan være flere vitenskapelige arbeid på stress, adferd, vannkvalitet og ernæring hos hummer kunne vært definert inn under en fiskevelferds betraktning. Vi har imidlertid avgrenset dette til søket i ASFA databasen slik det er beskrevet i metodekapitlet.

## **15.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for hummer**

Ut i fra vår tilnærming har vi identifisert og gruppert forslag til velferdsindikatorer for hummer i hht de prinsipper som er beskrevet i kapittel 6.6. Forslagene er oppsummert i tabell 10.



Tabell 10 Forslag til velferdsindikatorer hummer

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer – Beskrivelse	Fordeler / Ulemper / Kommentarer	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak	
Direkte faktorer	Fysiologi	Ernærings situasjon; riktig skallfarge, normal skallskifte og normal tilvekst	Kan observeres .	Manglende kjennskap til hummerens ernæringsbehov.	Finnes kunnskap til å produsere et tilstrekkelig fôr.	
	Adferd	Aggressiv adferd, passivitet kan være tegn på mistrivsel, evt. sykdom.	Meget lett å observere. Ikke alltid like lett å finne årsakssammenheng.	Kan være vanskelig å finne årsak.	Sjekke driftsparamtere og helse.	
		Havbeite: Predasjon ved utsett (havbeite)	Vanskelig å dokumentere.	Ikke tillærte beskyttelsesmekanismer/unnvikelsesadferd. Ikke nok kunnskap om hummer i naturen. Kannibalisme.	Gi erfaring i det å søke skjul. Kunstig skjul i utsettingsområde.	
	Helse	Helsestatus ved overføring mellom land og sjø.	Lett å gjennomføre helsesjekk før overflytting. Ikke nok kunnskap om hva som faktisk er god helsestatus.			
		Utbrudd av gaffkemi	Gir normalt ikke sykdom, derfor god indikator på suboptimalt miljø.	Utbrudd kan ha underliggende årsaker. Utbrudd utløses ved høye tettheter, stress og transport.	Bedre miljøforhold.	
Indirekte faktorer	Drift	Dødelighet i larvestadiet før bunnslåing.	Lett å observere.	Årsakssammenheng ikke klarlagt.	Utsortering	
		Burareal og utforming	Finnes kunnskap. Lett å måle og observere.		Individuelt bur nødvendig mht. å unngå kannibalisme og sosialt stress. For å få korrekt utvikling av klørne bør det være sand i burene.	
		Vannkvalitet/vannutsifting.	Lett å måle, ikke nok kunnskap om grenseverdier.	Hummeren spiser et nitrogenrikt fôr og skiller ut mye avfallsstoffer som raskt må fraktes bort av vannet. Burene er også organisert slik at det kan være en utfordring med god nok vannutsifting.	Tåler ikke lav saltholdighet. Vokser best ved ca 20°C.	

---

<b>Inndeling</b>	<b>Gruppering</b>	<b>Velferdindikatorer – Beskrivelse</b>	<b>Fordeler / Ulemper / Kommentarer</b>	<b>Mulige årsakssammenhenger</b>	<b>Mulige tiltak</b>
	Avlivning	Reaksjoner og tid ved avlivning (avlivning foregår hos kunde som i Norge er restauranter, hoteller, fiskedisker)	Småskalaavlivning gjør tidkrevende prosedyre mulig. Usikker hva som er beste metode. Finnes ikke spesifikke krav til metode.		Koking uten forbehandling ikke å anbefale. Behov for ytterligere undersøkelser. Crustastun (el. bedøving) eller mettet koksaltoppløsning kan fungere.

## 16. Taskekrabbe

### 16.1 Særtrekk ved krabbe

Taskekrabben (*Cancer pagurus*) har sin hovedutbredelse i den engelske kanal og langs den engelske og skotske kysten. Marokkos vestkyst er den sørlig grense, den finnes i Middelhavet og langs hele norskekysten nord til Vesterålen. En regner med at taskekrabben kan bli 15 år, få en skallbredde på 30 cm og veie 5 kg.

Taskekrabben finnes på ulike typer bunnsbunnsstrat, både hard- og bløtbunn. I den ytre skjærgård er det en betydelig overvekt av hannkrabber på hardbunn. I fjordene derimot er det en overvekt av store hunnkrabber som er kommet inn for å gyte. De minste krabbene holder seg i tarebeltet året igjennom, mens de kjønnsmodne krabbene trekker ned mot dypet om vinteren. I månedene før gyting, er krabben svært mobil, og særlig hunnene er kjent for å kunne ha lange vandringer. På Sør- og Vestlandet kan man om sommeren og på tidlig høst i timene rundt midnatt finne krabber som er trukket helt opp i strandsonen for å søke næring, spesielt blåskjell. Områder med steinur med nedenforliggende soner med sandbunn er et ideelt sted for kjønnsmodne hunnkrabber, da det gir god beskyttelse om dagen og rikelig på føde av bløtbunnsorganismer, som gravende muslinger og børstemark, på natten.

Taskekrabben er en "alteter", med en spesialtilpasning for byttedyr med hardt skall, som den knuser med de kraftige klørne. I magesekken vil man finne tre tenner som brukes til ytterligere knusing av føden. Krabbene tar til seg en rekke forskjellige byttedyr som små krepsdyr som amfipoder, isopoder, trollhummer, hardbunnsmuslinger, kråkeboller og en rekke snegler samt død fisk. Krabben har en meget god lukte- og smakssans og vil raskt registrere åte. Krabber orienterer seg hovedsakelig ved hjelp av lukt.

Taskekrabben blir kjønnsmoden når den er 7-8 år og har nådd en størrelse på 12 cm. Normalt gyter krabben om høsten annen hvert år. Hos kjønnsmodne krabber skjer skallskiftet om høsten, og hunnkrabbene skifter skall ca. 1 mnd før hannkrabbene. Parringen skjer rett etter at hunnkrabben har skiftet skall, hvor hannen legger igjen en pakke med sperm, en spermatofor i hver av egglederne til hunnen, for så å forsegle egglederen med en plugg. Hunnene må så bygge opp gonadene før de gyter, og det kan ta måneder til år. Eggene befruktes på vei ut til egglederne. Ved befruktningen fester eggene seg til bakkroppen og krabben får utrogn, og bli sittende i ca. 8 mnd. I denne perioden tar ikke hunnkrabben til seg føde, og oppholder seg delvis nedgravd i sand p ca. 10 – 20 m dyp. Eggene klekkes på sommeren og sver i de frie vannmassene i åtte uker. I denne perioden skifter de skall syv ganger. Krabbene bunnsår seg når de er 2.5 millimeter brede og etter 1 år har den fått en skallbredde på 15 millimeter. Krabbene utnytter tareskogen som oppvekstområde, og veksthastigheten er temperaturavhengig.

Generelt er krabben fullmatet på ettersommeren og høsten før skallskiftet, men graden av fullmating kan variere betydelig

## 16.2 Beskrivelse av produksjonsmetode

I dette kapitlet vil det bli gitt en generell og overordnet innføring i dagens krabbenæring i Norge. Det foregår ikke oppdrett av krabbe i dag. Det vil også bli gitt betraktninger rundt fremtidens krabbenæring.

I dag fangstes to typer krabbe i Norge – kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) og taskekrabbe (*Cancer pagurus*). Fangst av taskekrabbe foregår fra Lofoten/Vesterålen og sørover med et tyngdepunkt i Trøndelag. Fangst av kongekrabbe foregår i Finnmark og Troms. I denne utredningen vil fokus være på taskekrabbe.

Krabbe fangstes med teiner og fraktes deretter inn til et mottak eller et foredlingsanlegg, enten med bil eller båt. Det er 9 foredlingsanlegg og ca 40 mottak for taskekrabbe langs kysten og ca 15 mottak for kongekrabbe. Mye krabbe fraktes fra mottaksanlegg til foredlingsanlegg. I enkelte områder må levende krabbe fraktes over relativt store avstander for å komme fram til foredlingsanlegget. Det desidert største foredlingsanlegget for taskekrabbe ligger på Hitra og over halvparten av all taskekrabbe som landes i Norge leveres ved dette anlegget. Det største anlegget for kongekrabbe ligger på Bugøynes i Øst-Finnmark.

### *Fremtidens krabbenæring*

Sannsynligheten for at det startes oppdrett av krabbe i Norge er liten, men det er aktuelt å utvikle systemer for oppfôring av villfanget krabbe. Dette gjøres ikke i dag, men for industrien vil oppfôring av krabbe kunne gi en jevnere råstofftilgang, samt at man kan få krabber med økt fyllingsgrad og bedre kvalitet (konsistens, farge, smak). Det er gjort noen få forsøk i regi av Møreforskning med å fôre krabber med sei i kar på land. Man kan også se for seg at krabber kan oppfôres i anlegg i sjø.

## 16.3 Status fiskehelse – de viktigste kjente utfordringene

Sykdommer og parasitter ser ikke ut til å være noe stort problem for taskekrabbe. I oppdrett av krepsdyr (krabbe i andre land) observeres generelt såkalt ”shell disease” (svartfleksjuke). Dette er bakterielle infeksjoner primært i skall, men med spredning til også indre organer med sepsis og død som følge. Bakterier som forårsaker disse infeksjonene har alle kitinolytiske egenskaper, dvs. de har enzymesystemer for gjennomtrenging av vertens kutikula. Det dreier seg om bakterier tilhørende bl.a. *Vibrio*, *Benecka* og *Pseudomonas*.

Pink crab disease er registrert på krabbe på Kanaløyene, og sykdommen skyldes en parasittisk fureflagelat som kan påvises i blodet.

## 16.4 Oppsummering av praktiske erfaringer i forhold til velferd og krabbe

Konklusjonene i dette kapitlet er basert på intervju av representanter for krabbenæringen, samt en forsker som har jobbet mye med krabbe. Oppdrett av krabbe er ikke aktuelt, men det er interesse for å se på mulighetene for oppfôring av taskekrabbe. Sammen med transport,

avlivning og levendelagring er det disse områdene som er av størst interesse med hensyn på krabbens dyrevelferd.

### **Fangst**

Fangst av krabbe foregår med krabbeteiner og utgjør ingen dyrevelferdsmessig utfordring hvis teinene brukes riktig, det vil si settes på rett dyp, har riktig utforming og trekkes forsiktig. I en del tilfeller krabber krabbene inn i tomme teiner fordi teinene gir godt skjul. Ofte kommer det også småkrabber inn i teinene og en del teiner er utformet slik at disse kommer seg ut gjennom små åpninger.

### **Transport**

Transport av levende krabbe kan være en dyrevelferdsmessig utfordring, og foregår fra fisker til mottak og/eller foredlingsanlegg. Over lengre avstander foregår transporten med termobil, for eksempel fra et mottak og inn til foredlingsanlegg, og over kortere avstander med båt.

Fisker sorterer krabbene i kasser om bord i båten og stabler kassene opp på hverandre. Kassene skal dekket for å skjerme krabbene for regn, vind og sterk sol. Enkelte krabbefiskere har en mellomlagring i kasser i sjø ved mottakene. Ved bilfrakt oppbevares krabbene i luft i nedkjølte beholdere, noe som gjør at dyrets funksjoner er nedsatt. Høye temperaturer i sjøen og i luft, som kan forekomme på høsten under krabbefisket, kan gi velferdsmessige utfordringer for krabbene. Nivåene av avfallsstoffer øker i krabben, noe som muligens ikke er dyrevelferdsmessig gunstig.

Ved frakt med termobil har man i dag større muligheter for å kjøle ned krabben enn ved frakt om bord i båt. Under transport stables krabbene opp på hverandre slik at de får lite plass til å bevege seg. Aggresjonsskader er derfor ikke et problem.

Hvorvidt kjøling av krabbe er en belastning for krabben eller ikke, er vanskelig å si, men en sannsynlig panikkreaksjon hos taskekrabbe er at den slipper gangbeina hvis den blir utsatt for for mye stress som for eksempel ved koking uten forbehandling. Under kjøling av taskekrabbe slipper den ikke gangbeina. På den annen side tåler taskekrabbe lite håndtering ved lave temperaturer.

### **Eventuell oppfôring av krabbe**

Pr i dag foregår det ingen oppfôring av krabbe, men det er gjort forsøk som viser at det er mulig å få økt fylling av krabben ved å fôre den på sei. Det er økt interesse for oppfôring av krabbe i næringen og det vil være viktig å skaffe seg mer kunnskap om hva slags forhold krabben bør tilbys med hensyn til at dyrets velferd skal bli best mulig. Det er mulig å oppnå økt fyllingsgrad ved oppfôring, men en utfordring er at krabbe som fangstes i oktober/november lett kan gyte under lagring med redusert fyllingsgrad og kvalitetsreduksjon som resultat. De foreløpige forsøkene på land tyder på at vanngjennomstrømmingen i karene bør være god (minimum 0,6 l/kg krabbe/min) og temperaturen relativt høy. Tettheten må ikke være for stor og klørne må inaktiveres ellers angriper de hverandre. Inaktivering av klør skjer enten ved at man kutter en sene i klørne eller at klørne bindes opp. Det vil også være viktig å tilby krabben et velegnet fôr som møter krabbens ernæringsmessige behov. En annen

utfordring med oppfôring av krabbe vil være knyttet til muligheten for sortering i forkant for å skille ut de krabbene som egner seg til oppfôring.

### **Levendelagring**

Fortrinnsvis setter landanlegget krabbene i produksjon samme dag som de kommer til anlegget, men det hender også det er behov for en viss lagring. Ved mellomlagring oppbevares krabbene enten tørt eller i kar med tilførsel av saltvann. Det er også gjort forsøk med overrisling. Ved tilførsel av vann kvikner krabbene til og det kan være en utfordring med aggressiv adferd. Når krabben settes ut i sjøvann etter tørroppbevaring, kvitter den seg med avfallsstoffer (ammoniakk og laktat) og det er viktig at gjennomstrømming i karene er svært god de første minuttene.

### **Avlivning**

Avlivning av taskekrabbe foregår på ulike måter ved produksjonsbedriftene for krabbe, avhengig av hva krabben skal brukes til. I utredningen "Forsvarlig avlivning av tifotkreps" (Mejdell, 2003) beskrives hvilke metoder som benyttes i dag, basert på intervjuer av 5 produksjonsbedrifter for taskekrabbe. For krabbe som skal omsettes hel kokt, er det et poeng å unngå at krabbene "kaster" klørne, noe som er vanlig hvis de puttes direkte i kokende vann. Det benyttes derfor en form for forbehandling før koking. Benyttede metoder er:

- a) å la krabbene stå i romtemperatur (i luft) over natten,
- b) å legge krabbene i temperert ferskvann, 36-37°C i 15 min,
- c) stikking av sentralganglier (ikke mye brukt)
- d) sakte oppvarming til kokepunktet

Dersom krabbene skal brukes i produksjon (til fylte krabbeskjell etc.), er det vanlig å legge krabbene direkte i kokende vann. Steam brukes for å varme opp vannet effektivt, slik at det ikke blir vesentlig avkjølt når krabbene legges i.

En bedrift har investert i en slaktelinje som deler opp rå, levende krabbe. Disse krabbene "bedøves" ved et opphold i underkjølt vann/issørpe som holder noen minusgrader i 3 til 20 min, til krabbene blir ubevegelige. Inneværende sesong har ikke denne slaktelinjen vært i bruk.

Bedriftene opplever koking som en rask og dyrevelferdsmessig grei avlivningsmetode.

### **Konklusjon**

Levende transport av krabbe inn til mottak og/eller foredlingsanlegg kan være en dyrevelferdsmessig utfordring hvis temperaturen blir for høy.

Avliving av krabbe ved koking uten noen form for bedøvelse på forhånd anbefales ikke.

### **16.5 Vitenskapelige publikasjoner på velferdsindikatorer for krabbe**

Det ble foretatt i et litteratursøk på nyere vitenskapelige publiserte arbeid innen tema fiskevelferd. For krabbe ble det ikke identifisert noen vitenskapelig publikasjon på dette tema.

Vi gjør oppmerksom på det kan være flere vitenskapelige arbeid på stress, adferd, vannkvalitet og ernæring hos krabbe som kunne vært definert inn under en fiskevelferds betraktning. Vi har imidlertid avgrenset dette til søket i ASFA databasen slik det er beskrevet i metodekapitlet.

### **16.6 Forslag til mulige velferdsindikatorer for krabbe**

Ut i fra vår tilnærming av vi identifisert og gruppert forslag til velferdsindikatorer for krabbe i hht de prinsipper som er beskrevet i kapitel 6.6. Forslagene er oppsummert i tabell 13.

Tabell 13 Forslag til velferdsindikatorer krabbe

Inndeling	Gruppering	Velferdindikatorer – Beskrivelse	Fordeler / Ulemper	Mulige årsakssammenhenger	Mulige tiltak
Direkte velferdsindikatorer	Adferd	Kaste/miste bein	Lett å observere.	Krabbe kaster gangbein eller klør i forbindelse med koking og annen stressrelatert håndtering. Tap av begge klør eller mer enn 4 gangbein medfører redusert mattilgang og dermed vekst. Aggressiv adferd krabbene i mellom under transport og lagring.	Skånsom behandling, tett pakking
	Helse	Helsestatus	Kun aktuell ved oppfôring og mellomlagring.	Lite kunnskap	
		Dødelighet	Lett å registrere. Grov indikator.	For hardhendt håndtering kan gi økt dødelighet, eks ved sortering. Høy temperatur/oksygenmangel. Sjukdom.	Kan undersøkes, lite kunnskap
	Avlivning	Uro – fluktadferd ved bedøving	Kan observeres, kan være vanskelig å registrere i storskalaavlivning. Hos nedkjølt krabbe trenger det ikke være noen god indikasjon, da inaktivitet ikke nødvendigvis gjenspeiler insensitivitet..	Usikkert hvorvidt flukt- avvergereaksjoner er reflektoriske eller gjenspeiler smerteoppfattelse/frykt.	Komme fram til bedre metoder for avlivning.
Indirekte velferdsindikatorer	Drift	Transportforhold. Krabben fraktes levende.	Lett å observere, gjennomføre og justere.	Levende krabbe holdes i luft i flere timer og avfallsstoffer samles opp i kroppen. Høy temperatur gjør at krabbens metabolisme går raskere og konsentrasjonen av avfallsstoffer i blodet øker. Transport over lang tid gir mer avfallsstoffer i blodet. Etter lengre tids lagring i luft kan det gå opptil 1 døgn før syre-basebalansen er i orden.	Kan ikke alltid korrigeres, i hvert fall ikke tiden det tar å frakte krabben. Kassene dekkes til med fuktige striesekker for å beskytte mot sol, regn og høy temperatur. Sommertemperatur krever kjøleutstyr.
		Opprettholdelse av et tilstrekkelig vannmiljø	Kun aktuell ved oppfôring og mellomlagring. Kan kontrolleres og justeres. Lite kunnskap om grenseverdier.	Både fysiologiske og adferdsmessige behov.	



## 17. Litteratur

- B Bateson P (1991). Assessment of pain in animals. *Anim. Behav* 42, 827-839.
- Barton BA (1997). Stress in finfish: past, present and future – a historical perspective. Book: *Fish stress and health in aquaculture*, ed. Iwama, Pickering, Sumpter, Schreck. Society for Experimental Biology. ISBN 0521555183. 1-34.
- Beltz B. 1995. Neurobiology and neuroendocrinology. I: *Biology of the Lobster Homarus americanus* (Red. J.R. Factor). Academic Press, San Diego, Kap. 11, s 267-289.
- Berg, L (2001). Norske forbrukeres forhold til matsikkerhet i 1999 og 2001. Statens Institutt for Forbruksforskning, Oppdragsrapport nr. 20.
- Bonga WSE (1997). The Stress Response in Fish, *Physiological Reviews* 77(3), 591-625.
- Braithwaite VA, Huntingford FA. Fish and welfare: do fish have the capacity for pain perception and suffering? *Anim Welf* 2004; 13 Suppl: 87-92.
- Broom DM. Indicators of poor welfare. *Br Vet J* 1986; 142: 524-6.
- Broom DM. 1988. The scientific assessment of animal welfare. *Appl Anim Behav Sci* 20, 5-19.
- Broom, DM (1991). Animal welfare: concepts and measurement. *J. Anim. Sci.* 69, 4167-4175.
- Broom DM og Johnson KG. *Stress and animal welfare*. Chapman & Hall 1993.
- Børresen B (2000). Menneskets medfødte forutsetning for vertskap av dyr. Føllesdal (ed.). *Dyreetik*. Fagbokforlaget. 288p.
- Chandroo KP, Duncan IJH, Moccia RD (2004a). Can fish suffer?: perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Applied Anim Behav Sci* 86, 225-250
- Candroo KP, Yue S, Moccia RD (2004b). An evaluation of current perspectives on consciousness and pain in fish. *Fish and fisheries*, 5, 281-295
- Dawkins MS (1988) Behavioral deprivation: a central problem in animal welfare. *Appl. Anim Behav Sci* 20, 209-25.
- Dawkins MS (2004). Using behaviour to assess animal welfare. *Animal Welfare* 13, 3-7.
- Duncan IJH (2004). Pain, fear and distress. *Proceedings. Global conference on animal welfare: na OIE initiative*. Paris, 23-25 February 2004.163-172.

Fraser, D. 2003. Assessing animal welfare at the farm and group level: the interplay of science and values. *Animal Welfare*, 12, 433-443

Fraser D (2004). Applying science to animal welfare standards. Proceedings. Global conference on animal welfare: an OIE initiative. Paris, 23-25 February 2004. 121-135.

FSBI (2002). Fish welfare. Briefing paper 2, Fisheries Society of the British Isles, Granta Information Systems, Cambridge.

Harrison, R., 1964. *Animal Machines*. Vincent Stuart Ltd., London

Klausewitz W. Über Schmerzempfinden und Leidensfähigkeit der Fische. *Fischökologie* 1989; 1: 6590.

Kristiansen TS, Fernö A, Holm JC, Trivitera L, Bakke S, Fosseidengen JE (2004). Swimming behaviour as an indicator of low growth rate and impaired welfare in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) reared at three stocking densities. *Aquaculture* 230, 137-151.

MacLean PD (1990). *The triune brain in evolution, role in paleocerebral functions*. New York, Plenum press

Mejdell CM. 2003. Forsvarlig avliving av tiftokreps. En utredning for Statens dyrehelsetilsyn.

Morton DB, Griffiths PHM. 1985. Guidelines on the recognition of pain, distress and discomfort in experimental animals and a hypothesis for assessment. *The Veterinary Record*, April 20, 1985. 431-436.

Poppe T (2004). Dyrevelferd i fiskeoppdrett. *Norsk Veterinaertidsskrift* Nr 3, 213-216.

Pottinger TG and Pickering AD (1997). Genetic basis to the stress response: selective breeding for stress-tolerant fish. . Book: *Fish stress and health in aquaculture*, ed. Iwama, Pickering, Sumpter, Schreck. Society for Experimental Biology. ISBN 0521555183. 171-194.

Rose JD. The neurobehavioral nature of fishes and the question of awareness and pain. *Rev Fish Sci* 2002; 10:1-38.

Rosten T, Åtland Å, Kristensen T, Braaten B, Rosseland BO, Winther U (2004). Vannkvalitet og dyrevelferd i oppdrett. Utredning for Mattilsynet. KPMG Senter for havbruk og fiskeri.

Rosten T, Sverdrup A, Mejdell C, Winther U (2004). Anbefalinger knyttet om bruk av elektrisk strøm ved bedøving av oppdrettet fisk Utredning for Mattilsynet. KPMG Senter for Havbruk og Fiskeri.

Sandøe P, Simonsen HB. 1992. Assessing animal welfare: where does science end and philosophy begin? *Animal Welfare*, 1, 77-84.

Sneddon LU, Braithwaite VA, Gentle MJ (2003). Do fish have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 2003, 270. 1115-1121.

Sohlberg S, Mejdell C, Ranheim B, Soli N (2004) Oppfatter fisk smerte, frykt og ubehag? Norsk Veterinærtidsskrift 2004; 166: 429-438

Verheijen FJ, Flight WFG (1997). Decapitation and brining: experimental tests show that after these commercial methods for slaughtering eel *Anguilla anguilla* (L.), death is not instantaneous. Aquaculture Research 28, 361-366.

Winther U, Sandberg M.G., Rosten T, Hempel E, Gjermundsen A (2002). Planmessig igangsetting av nye arter i oppdrett. Utredning for Fiskeridepartementet. KPMG Senter for havbruk og fiskeri.