



# Kunnskapssammenstilling om fiskevelferd for laks og regnbueørret i oppdrett (FISHWELL)

Chris Noble & Jelena Kolarevic (Nofima)

Jonatan Nilsson & Lars H. Stien (HI)

Martin H. Iversen (NU)

Kristine Gismervik (VI)



---

## Problemstilling/FoU-utfordring fra FHF

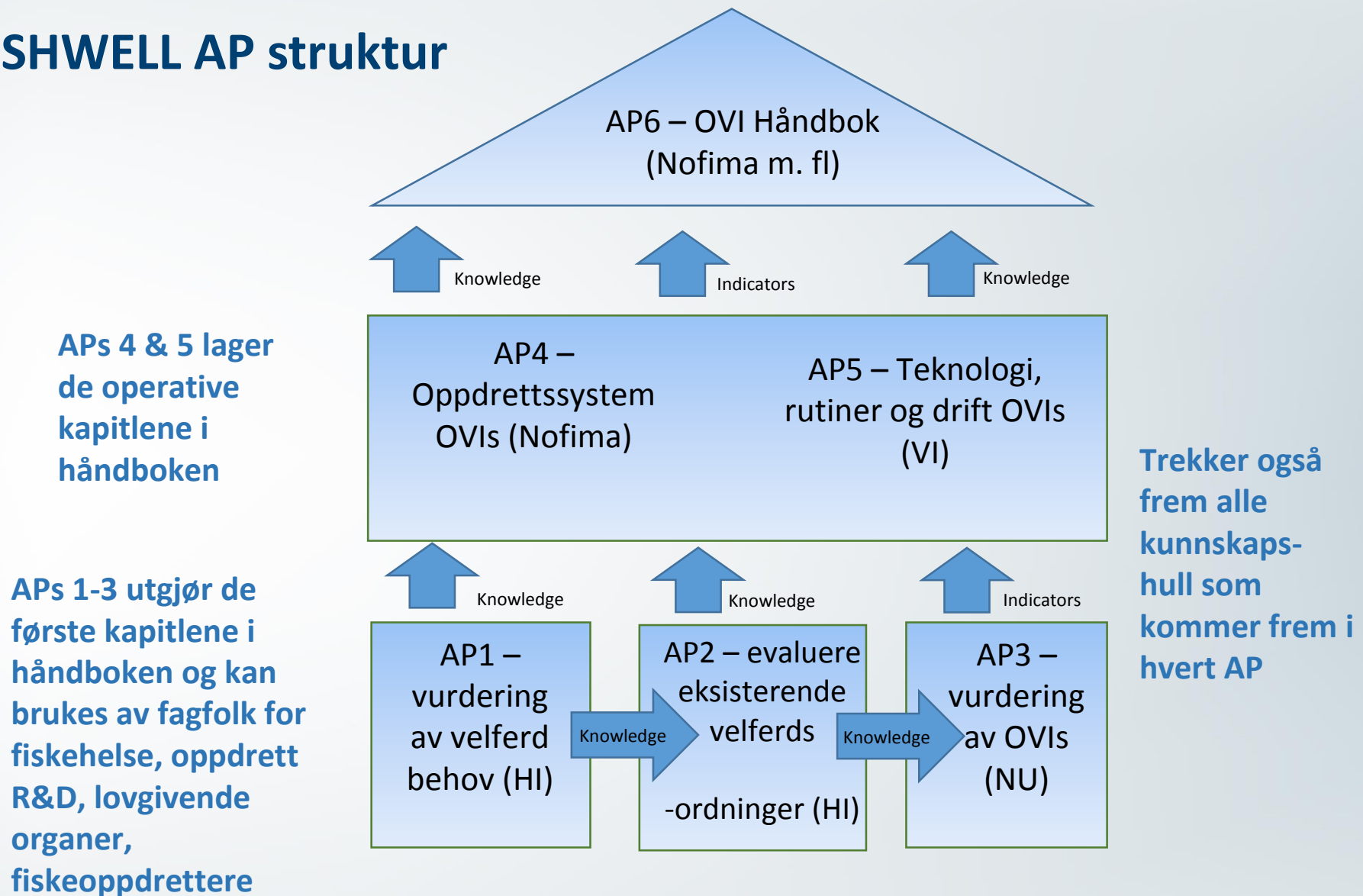
- **Prosjektets målsetting er å utarbeide en oppdatert kunnskapssammenstilling over hva som er kjent og solid kunnskap om fiskevelferd og laks/regnbueørret, inkludert og med fokus på mulige operative velferdsindikatorer for bruk i anlegg, ved test/evaluering av nye metoder/teknologier, trenging/slakting og andre operasjoner. Operative velferdsindikatorer bør være enkle, robuste og konkrete i forhold til formålet.**
- **Hvis mulig bør prosjektet anbefale konkrete operative velferdsindikatorer som kan benyttes i produksjonen, og beskrive hva som tidligere er utført for validering av eksisterende indikatorer, samt ytterligere valideringsbehov.**

## FISHWELL målsettinger:

1. Oppdatere vår "state-of-the-art"-fiskevelferd i forhold til arter og livsstadium (AP1). APL Jonatan Nilsson (HI)
2. Evaluere eksisterende godkjenningsordninger for hver arts velferd (AP2). APL Lars H. Stien (HI)
3. Fra utvalget av tilgjengelige velferdsindikatorer, vurdere hvilke som er i bruk og passer til formålet (AP3). APL Martin Iversen (NU)
4. Undersøke OVIs i forhold til ulike eksisterende og nye produksjonssystemer (AP4). APL Jelena Kolarevic (Nofima)
5. Undersøke OVIs i forhold til ulike rutiner og drift av dyrehold (AP5). APL Kristine Gismervik (VI)
6. Sette sammen en håndbok for oppdretterne til bruk i vurderingen for å sikre eller optimalisere velferden hos laks og ørret (AP6). APL Chris Noble (Nofima) **i samarbeid med alle andre APLs og Instituttet**
7. Identifisere kunnskapsflaskehalser og kunnskapsområder som krever videre forskning/validering (AP 1-5)



# FISHWELL AP struktur

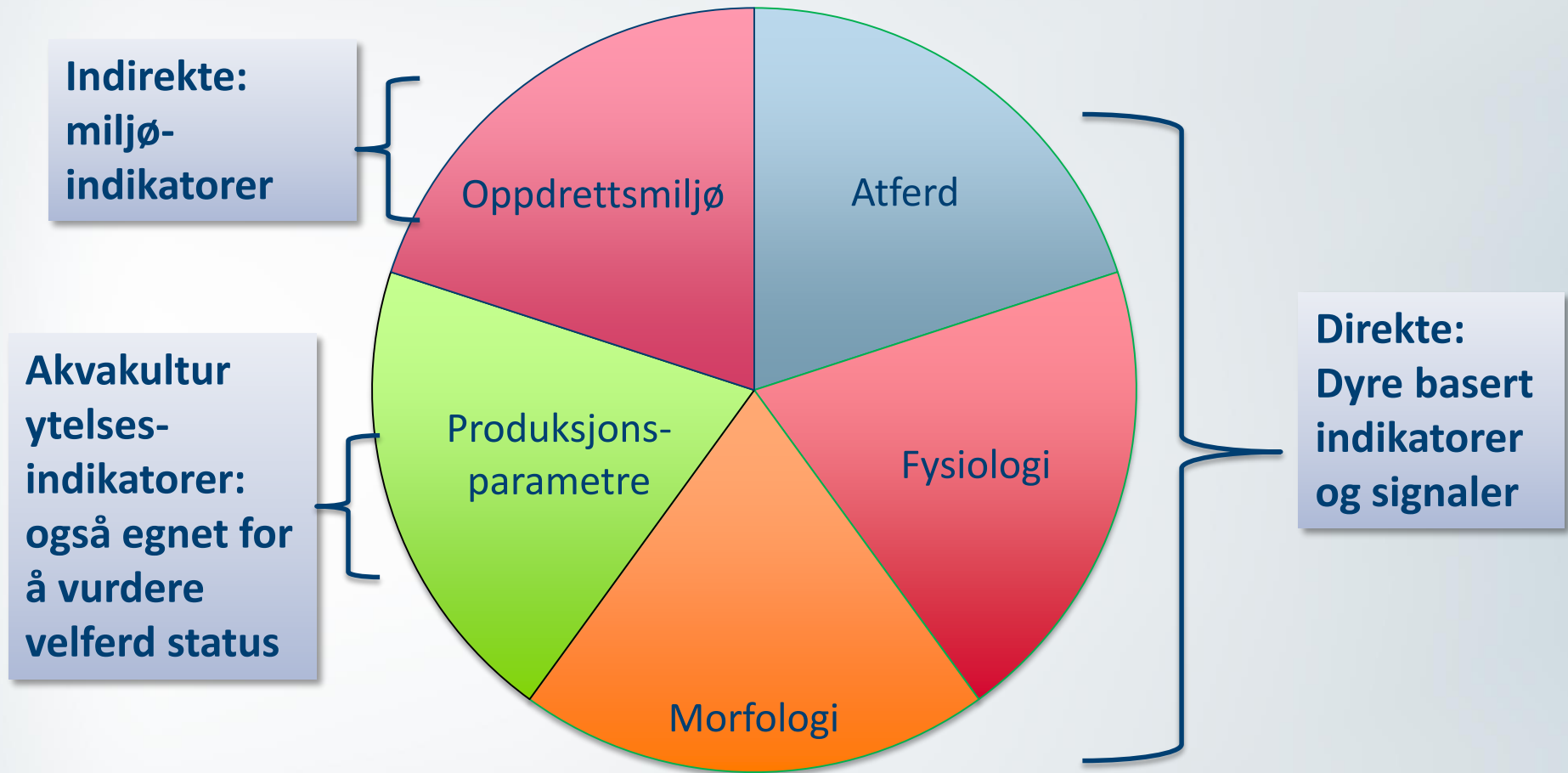


# Utfordring: Stort utvalg av VIs og OVIs tilgjengelig

Physiology	Baseline cortisol Hypothalamus - pituitary - interrenal axis test Scale cortisol Osmoregulatory capacity Osmoregulatory capacity Osmoregulatory capacity Osmoregulatory capacity Osmoregulatory capacity Gill ATPase Metabolic changes Metabolic changes Immuno capacity Immuno capacity White blood cell count Hematocrit Cardiovascular responses Respiration Rigor time Muscle pH	cortisol (nmol/L or ng/mL) cortisol (nmol/L or ng/mL) cortisol ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) Omolality (mOsm/L) Chloride (mmol/L) Na+ (mmol/L) Mg2+ (mmol/L) Ca+ and K+ (mmol/L) NKA1a og NKA1b Glucose (mM) Lactate (mM) Antibody titer Antibacterial activity skin, intestinal and mucus  % Heart rate, stroke volume, cardiac output gill beats pr min min pH
Morphology	Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology	Skin damage (scale loss/sores/lesions)++ Skin damage Fin erosion/splitting/ active haemorrhaging/thickening Vertebral deformation Eye status Gill status AGD-score Mouth jaw wound /wear Opercula Upper jaw deformation Lower jaw deformation H S I CSI GSI
Behavioral	Behavioral Behavioral Behavioral	Aggressiveness - biting schooling - clumping abnormal behavior - snapping for air etc
Health	Disease -virus and bacterial parasite "Micro morphology" Non-infectious agents/diseases	virus, bacteria salmon lice gill status, other organs Eks. nephrocalcinosis

- ❑ Ulike tiltak for å vurdere dyrevelferd er nå tilgjengelig og kan grupperes under begrepet 'velferdsindikatorer' (VIs).
- ❑ FISHWELL vurderer over 50 VIs og OVIs

# Første steg: sette sammen en VI og OVI 'verktøykasse'



- Dette er kategoriene av VI og OVI som kan brukes i en 'OVI verktøykasse' for å gjenkjenne og identifisere potensielle velferdsproblemer

## 2. steg

### Arter og livsstadier



## 3. steg

### Produksjonssystem



## 4. steg

### Rutiner





# FishWell - arbeidspakke 1

## Jonatan Nilsson (HI)

Mål:

- Gjennomgå ekisterende litteratur om fysiske og atferdsmessige velferdsbehov hos laks og ørret
- Finne hvilke indikatorer som viser om behovene er oppfylt hos de ulike livsstadiene av de to artene
- Definere grenser for når behov er oppfylt for de ulike indikatorene







# Velferdsbehov

- Alle dyr har mange behov som må være oppfylt for at kroppen skal fungere godt
- Når behov ikke er oppfylt vil hjernen gi en negativ tilbakemelding som motiverer til å oppfylle behovet (f eks sult)
- Når behov blir dekket belønner hjernen dette med en god følelse (f eks mett)
- Hvis dyret ikke klarer å oppfylle behovene antar vi at de opplever dårlig velferd
- **Fysiske behov:** Krav til miljø (temperatur, oksygen....)
- **Atferdsmessige behov:** Mulighet til å utføre art- og livsstadiespesifikke atferder
- Noen behov er absolutte og må alltid dekkes (f eks respirasjon)
- Noen behov gjelder bare visse faser i livet (f eks smoltifisering)
- De fleste *behov* gjelder for alle stadier og mange arter, men hva som skal til for å *dekke* behovene varierer mellom arter og livstadier



	Behov	Forklaring og relevans for fisken
Fysiske behov	<b>Respirasjon</b>	Oksygenopptak og utslipp av karbondioksid ved å pumpe vann over gjellene
	<b>Osmotisk balanse</b>	Opprettholde homeostase av kroppsvæsker
	<b>Ernæring</b>	Inntak av fôr med innhold av nødvendig energi, aminosyrer, mineraler, vitaminer etc.
	<b>Helse</b>	Fravær av sykdom og dysfunksjonalitet
	<b>Termoregulering</b>	Optimalisering av metabolisme og temperatur, inklusive komforttemperatur
	<b>God vannkvalitet</b>	Fravær av skadelige konsentrasjoner av gasser og ioner
Atferdsmessige behov	<b>Atferdskontroll</b>	Mulighet til å posisjonere seg selv (inklusive oppdriftskontroll) og å respondere til stimuli og unngå fare
	<b>Spising</b>	Regelmessig tilgang til fôr
	<b>Trygghet</b>	Mulighet til å unnvike fare
	<b>Beskyttelse</b>	Mulighet til å holde kroppen fri for fysisk skade
	<b>Sosial kontakt</b>	Forutsigbare interaksjoner med artsfeller
	<b>Utforsking</b>	Mulighet til å søke etter ressurser og informasjon
	<b>Bevegelsesfrihet</b>	Mulighet for å bevege seg fritt (fysisk aktivitet)
	<b>Hvile</b>	Mulighet for redusert aktivitetsnivå eller "soving"
	<b>Seksuell atferd</b>	Gytevandring, gyteatferd og gyting.
	<b>Kroppspleie</b>	«Klø seg», fjerning av parasitter etc.



# Operative VelferdsIndikatorer



- Mange VIs er bra for vurdering av fiskevelferd i laboratoriet eller i kontrollerte studier, men ikke alle er lette å bruke ute på oppdrettsanlegget.
- Praktiske VIs kalles Operative VelferdsIndikatorer (OVIs)
- OVIs må måle velferd, må være repeterbare og sammenlignbare, og lett å måle på et oppdrettsanlegg. (Noble et al., 2012)
- OVIs bør gi en rask indikasjon på velferdsstatus slik at oppdretteren får god tid til å handle om en velferdstrussel dukker opp.
- OVIs må ikke utelukkende kunne benyttes ute på merden. Hvis en VI kan analyseres i et laboratorium innenfor en akseptabel tidsramme er det fortsatt en OVI.



## Dyrebaserte indikatorer

Appetitt	Hjertekapasitet
Atferd	Indre organer
Lakselus	Vaksineskader
Sykdom	Kortisol
Avmagring/taperfisk	Osmolalitet
Kjønnsmodning	Cl <sup>-</sup>
Smoltifiseringsstatus	Na <sup>+</sup>
Deformasjoner	Mg <sup>2+</sup>
Finner	Ca <sup>2+</sup>
Hud	Glukose
Øye	Laktat
Gjeller	Antibody titer
Gjellelokk	Antibakteriell aktivitet
Pustefrekvens	

## Miljøbaserte indikatorer

pH
CO <sub>2</sub> i vann
Temperatur
Salinitet
Oksygen
Strømhastighet
Tetthet
Lys
Overflatetilgang
Forstyrrelser





# Oksygenmetning



Ved for lav oksygenmetning får laksen utfordringer med å opprettholde oksygenopptak og dermed metabolisme → **Respirasjon**

Atlantisk laks post-smolt, 300-500 g

Temperature	DO <sub>maxFI</sub>	LOS
7	42%	24%
11	53%	33%
15	66%	34%
19	76%	40%

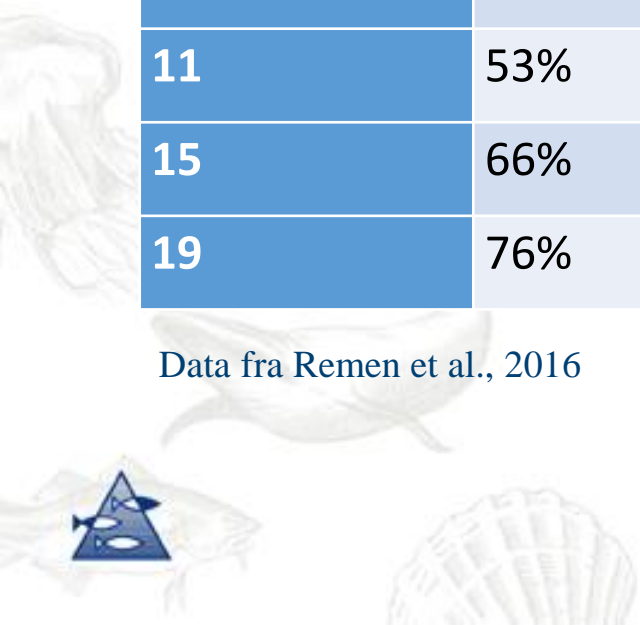
Data fra Remen et al., 2016

DO<sub>maxFI</sub>: Laveste oksygenivå hvor appetitt ikke blir påvirket

LOS (Limiting Oxygen Saturation): Oksygenivå hvor fisken ikke lengre kan opprettholde oksygenopptak → anaerob metabolisme

Fisk kan tolerere oksygenivåer mellom DO<sub>maxFI</sub> og LOS i kortere tid (timer)

SWIM Model 1.0 Indikerer >80% metning er positivt for alle temperaturer i oppdrett av matfisk



# Oksygen VI's

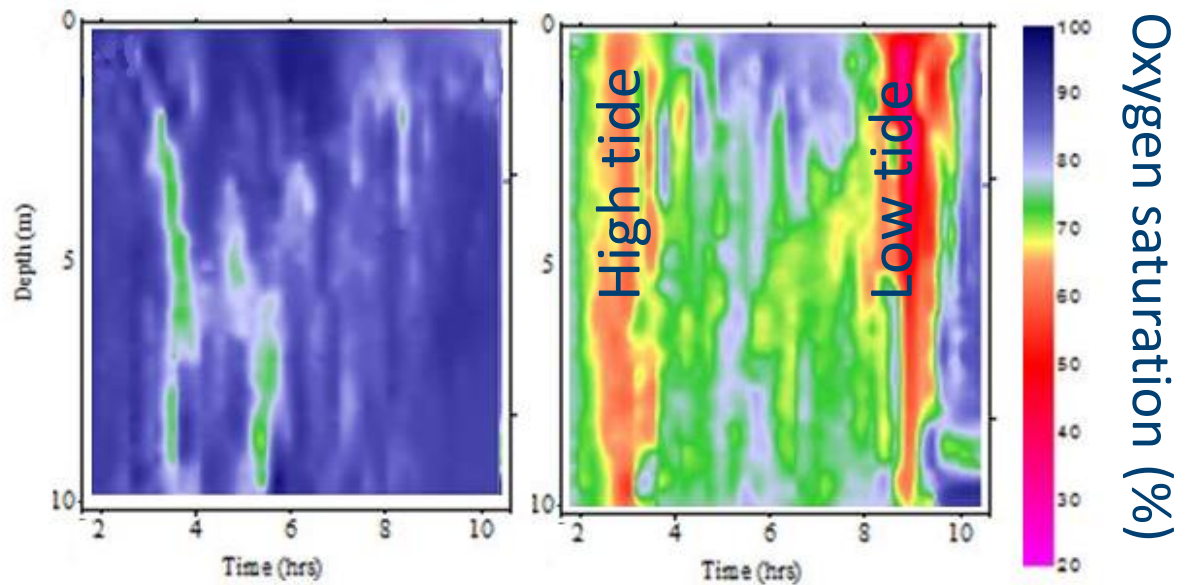


## Direkte VI



Gispende laks ved vannflaten  
Også appetitt

## Indirekte VI



Utenfor merden

innenfor merden

Oppdrettsanlegg med hovedsakelig tidevannsdrevet vannstrøm.





# Finneskader

Slitasje



Splitting



Fortykkelse



Blødninger



Smerte?? → **Beskyttelse**

Økt risiko for sykdom? → **Helse**

Forstyrret saltbalanse? → **Osmotisk balanse**

Redusert svømmekapasitet? → **Bevegelsesfrihet**

Negativ påvirkning er størst ved høy alvorlighetsgrad (store skader) og når skaden er fersk



mild

Bra

leget

fersk

Dårlig

alvorlig





# Glukose - Eksempel på en indikator som er vanskelig å tolke

Species	Stage	Feeding status	Treatment	Glucose (mmol/l)	Reference
Atlantic salmon	Post-smolts, 150 g	Fed	Pre-stress	3.33	Fast et al. 2008
	Freshwater, 200 g	Fed low carb	Pre-stress	4	Krogdahl et al. 2004
	Freshwater, 200 g	Fed high carb	Pre-stress	6	Krogdahl et al. 2004
	Freshwater, (smolts)		Pre-stress	4	Iversen et al. 1998
	Freshwater, (parr)	Fed	Pre-stress	3.7	Carey & McCormick 1998
	Freshwater, (pre-smolts)	Fed	Pre-stress	4.2	Carey & McCormick 1998
	Freshwater, (smolts)	Fed	Pre-stress	4.6	Carey & McCormick 1998
	Freshwater, (parr)	Fed	30 s in air followed by 3 h crowding	5.9	Carey & McCormick 1998
	Freshwater, (pre-smolts)	Fed	30 s in air followed by 3 h crowding	8.1	Carey & McCormick 1998
	Freshwater, (smolts)	Fed	30 s in air followed by 3 h crowding	7.7	Carey & McCormick 1998
	Freshwater (smolts)		Crowding for 3 h followed by pumping	5.7	Espmark et al. 2015
	Freshwater (smolts)		Transport in 1200 L tanks	8.8	Iversen et al. 1998
Rainbow trout	130 g	Fed	Pre-stress	5.8	Farbridge & Leatherland 1992
	130 g	Fasted	Pre-stress	1.7	Farbridge & Leatherland 1992
	Freshwater, 570 g	Fed low carb	Pre-stress	5	Krogdahl et al. 2004
	Freshwater, 570 g	Fed high carb	Pre-stress	11	Krogdahl et al. 2004
	100 g		Disturbance * 3	5.6	Barton & Schreck 1987
	130 g	Fed	5 min chasing	7.2	Farbridge & Leatherland 1992
	130 g	Fasted	5 min chasing	4.4	Farbridge & Leatherland 1992
	Freshwater, 400 g	Fed	3 h confinement in 50 L tank	8.9	Pottinger & Carrick 1999



Plasmaglukose øker etter akutt stress og brukes mye som indikator i kontrollerte forsøk, men nivåer både før og etter stress varierer mye mellom ulike studier



# FishWell - arbeidspakke 2

## Lars H. Stien (HI)

Mål:

- Gi en sammenfatning av velferdsstandarder og system for risiko og velferdsvurdering av laks og ørret i oppdrett
- Trekke ut det beste fra hvert system
- Diskutere standardene og systemene i forhold til hverandre



# Velferdsstandarder



Det finnes mange standarder som har som mål eller delmål å sikre velferden til fisk i oppdrett:

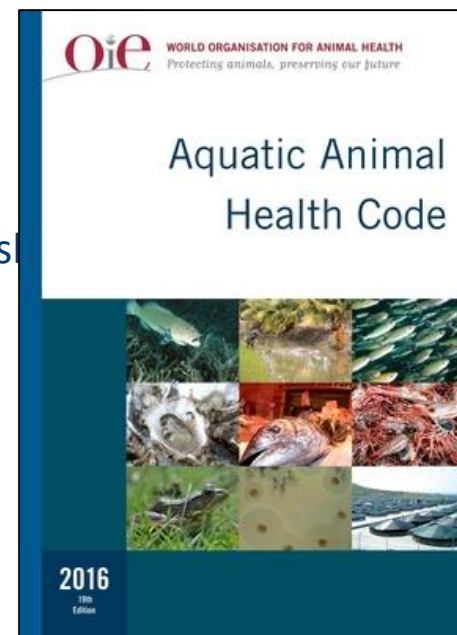
- The FEAP Code of Conduct
- The Aquatic Animal Health Code (OIE) \*
- The GLOBALG.A.P Aquaculture Standard
- The Code of Good Practice for Scottish Finfish Aquaculture (COGP) \*
- The ASC Salmon Standard (no: ASCs standard for ansvarlig lakseoppdrett) \*
- The RSPCA Assured Standards \*
- SWIM Model \*
- M.fl.....



# The Aquatic Animal Health Code

OIE – World Organization for Animal Health

- Sertifikatordning for internasjonal handel av akvatiske organismer og produkter med akvatisk opphav.
- Fokuserer først og fremst på
  - Hvordan unngå helseisiko og spredning av patogener
- Alle arter, men har spesielle sykdomsbestemmelser rettet mot laksefisk
- Inneholder et kapittel om fiskevelferd til oppdrettsfisk
  - Transport
  - Bedøving og avliving
  - Avliving for å stanse sykdomsutbrudd
- Velferdsreglene er lite spesifikke, men kan være gode utgangspunkt



OIE, 2016

## Article 7.2.7.

### Transporting the fish

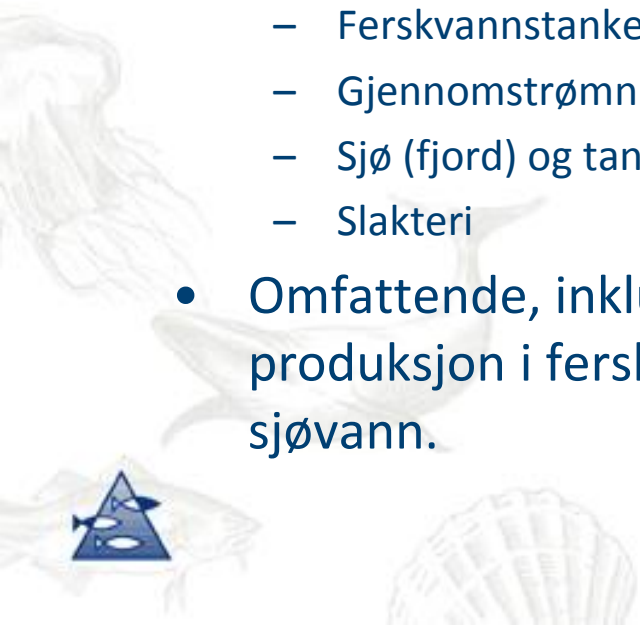
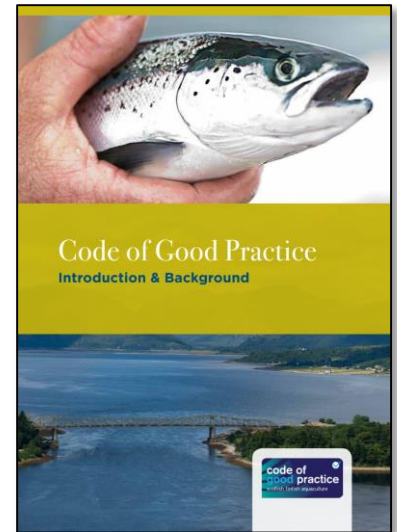
1. General considerations
  - a. Periodic inspections should take place during the transport to verify that acceptable welfare is being maintained.
  - b. Ensure that water quality is monitored and the necessary adjustments made to avoid extreme conditions.
  - c. Travel in a manner that minimises uncontrolled movements of the fish that may lead to stress and cause injury.
2. Sick or injured fish
  - a. In the event of a fish health emergency during transport, the *vehicle* operator should initiate the *contingency plan* (see point 6 of Article 7.2.4.).
  - b. If the killing of fish is necessary during the transport, it should be carried out humanely in accordance with Chapter 7.4.



# Code of Good Practice for Scottish Finfish Aquaculture (CoGP)



- 90% av lakseproduksjonen i Skottland følger denne standarden
- Har lignende format som 'the GLOBALG.A.P Aquaculture Standard'
- Har sjekkpunktlister for alle livsstadier og flere forskjellige oppdrettssystem:
  - Ferskvannstanker,
  - Gjennomstrømningsanlegg
  - Sjø (fjord) og tanker med saltvann
  - Slakteri
- Omfattende, inkluderer f.eks. 260 sjekkpunkt for produksjon i ferskvann og 500 punkter for produksjon i sjøvann.



# Code of Good Practice for Scottish Finfish Aquaculture (CoGP)



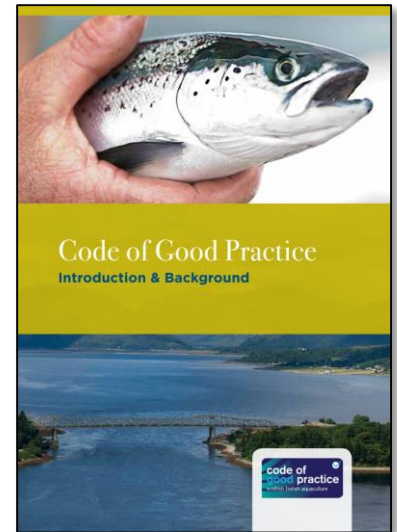
## 5 FISH WELFARE AND CARE

### *Veterinary Health Plan and Biosecurity Plan*

- 5.1 In order to ensure that companies operate to the highest possible standards of welfare, all farmers should develop a documented VHP and a BP that are updated regularly.
- 5.2 Each farm should have access to a veterinary surgeon experienced in fish health to advise on fish health matters and medicine usage, and who is available to attend at short notice.

### *Fish Farm Locations*

- 5.3 The siting of farms should be such that there is an adequate supply of water of suitable quality at all times.
- 5.4 Where appropriate, there should be emergency back-up systems to maintain a high standard of water quality.
- 5.5 Sites should be located and operated in such a way as to minimise the possibility of adverse environmental conditions having an undesired effect on



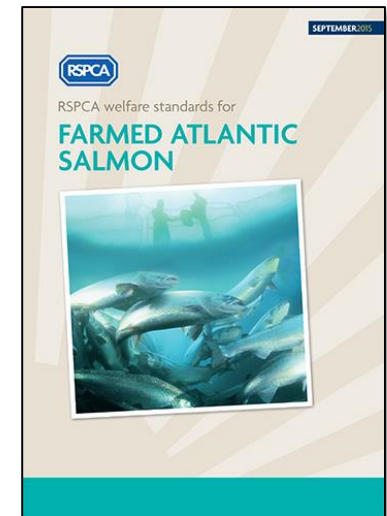
- Ikke spesifikk for laksefisk
- De fleste sjekkpunktene har en generell ordlyd

# RSPCA Assured Standards

Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals



- Sertifiseringsordning for fiskevelferd
- Egen standard for både laks og ørret
- Standarden spesifiserer en rekke krav til ledelse, fiskehelse, røkteprosedyrer, utstyr, fôring, oppdrettsmiljø og miljøpåvirkning
- Spesifisert for
  - Smoltproduksjon
  - Postsmolt
  - Transport
  - Slakt



RSPCA, 2015



2015: 80 % av alle oppdrettsanlegg i Storbritannia

# RSPCA Assured Standards

## Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals



Standardene inkluderer også en skala på hvordan en kan vurdere fiskevelferd basert på ytre tegn.

The table below shows the score given to a fish for each condition depending on the severity of damage.

Type and level of damage	Score given to fish			Also note:
	0	1	2	
Eye loss/damage	None	One eye	Both eyes	Type of damage
Snout injury	None	Mild	Severe	
Jaw deformity	None	Mild	Severe	
Operculum deformity	None	Mild	Severe and/or both sides	
Dorsal fin damage. Type and level of damage	None	Mild	Severe	
Pectoral fin damage	None	Mild	Severe and/or both sides	
Tail fin damage	None	Mild	Severe	
Spine deformity	None	Mild	Severe	
Scale loss/skin damage	None	< 10% each side and superficial	> 10% each side and/or deep skin damage	
Sea lice damage	None	Mild	Severe	

### Ryggradsdeformitet



Bilder: University of Bristol





# Salmon Welfare Index Model 1.1

Protokoll for å måle fiskevelferd til postsmolt



SWIM -dypH [Kompatibilitetsmodus] - Microsoft Excel

Standard

N15 =AVRUND((N30+1)/2;0)

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1	Sampling of 20 fish																				
2	Fish (#)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	Length	19	19	18.5	19	19	17.5	19	19	19.5	18	18.5	18	17.5	17.5	19	19	16	18	18	17
4	Weight	78	76	70	76	78	58	80	78	86	68	74	76	68	58	78	82	60	68	70	58
5	Condition factor	1.137	1.11	1.11	1.11	1.14	1.08	1.17	1.14	1.16	1.17	1.17	1.3	1.27	1.08	1.14	1.2	1.46	1.17	1.2	1.18
6	SWIM1WI: Conditionfactor (1-3)	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
8	SWIM1WI: Emaciation (1-3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
9	SWIM1WI: Vertebral deform (1-3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	SWIM1WI: Sexual mature (1-4)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	SWIM1WI: Smoltification state (1-6)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	SWIM1WI: Fin cond (1-4)	1	2	2	2	2	4	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	4	1	1	1
13	SWIM1WI: Skin cond (1-7)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1
14	SWIM2WI: Eye status (1-5)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	SWIM2WI: Gill status (1-3)	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
16	SWIM2WI: Opercula (1-5)	1	1	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	New WI: Mouth jaw wound (1-3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
20	Number of Salmon lice																				
21	Chalimus I-II	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
22	Chalimus III-IV	4	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
23	Preadult 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
24	Preadult 2 Male	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	Preadult 2 Female	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Adult Male	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Adult Female	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	Adult Female with eggstrings	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	Caligus elongatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	AGD (0-5)	0	1	2	1	0	1	1	1	2	0	1	2	1	0	0	0	1	1	0	1
32	Preadult - adult sea lice per cm2	0	0	0	0	0	0.007	0	0	0	0.008	0	0	0.008	0.007	0	0.008	0	0	0	0
33	SWIM1WI: Sealice (1-5)	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1

## Eksempel velferdsindikator



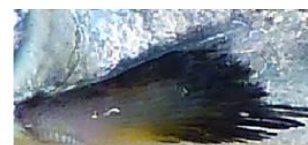
1. Normale, friske finner



2. Arrdannelse, noe slitasje



3. Splittede finner, fortykning



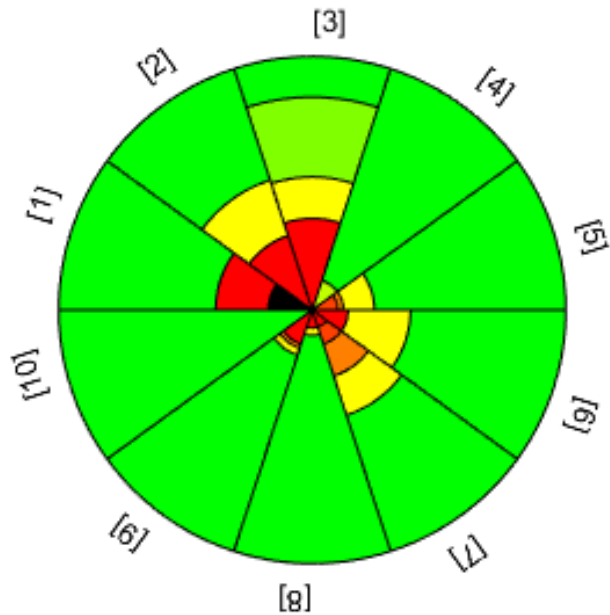
4. Tydelig celledød, blødninger og eksponerte finnestråler



Velferdsskår (0-1)

# Salmon Welfare Index Model 1.1

Protokoll for å måle fiskevelferd til postsmolt

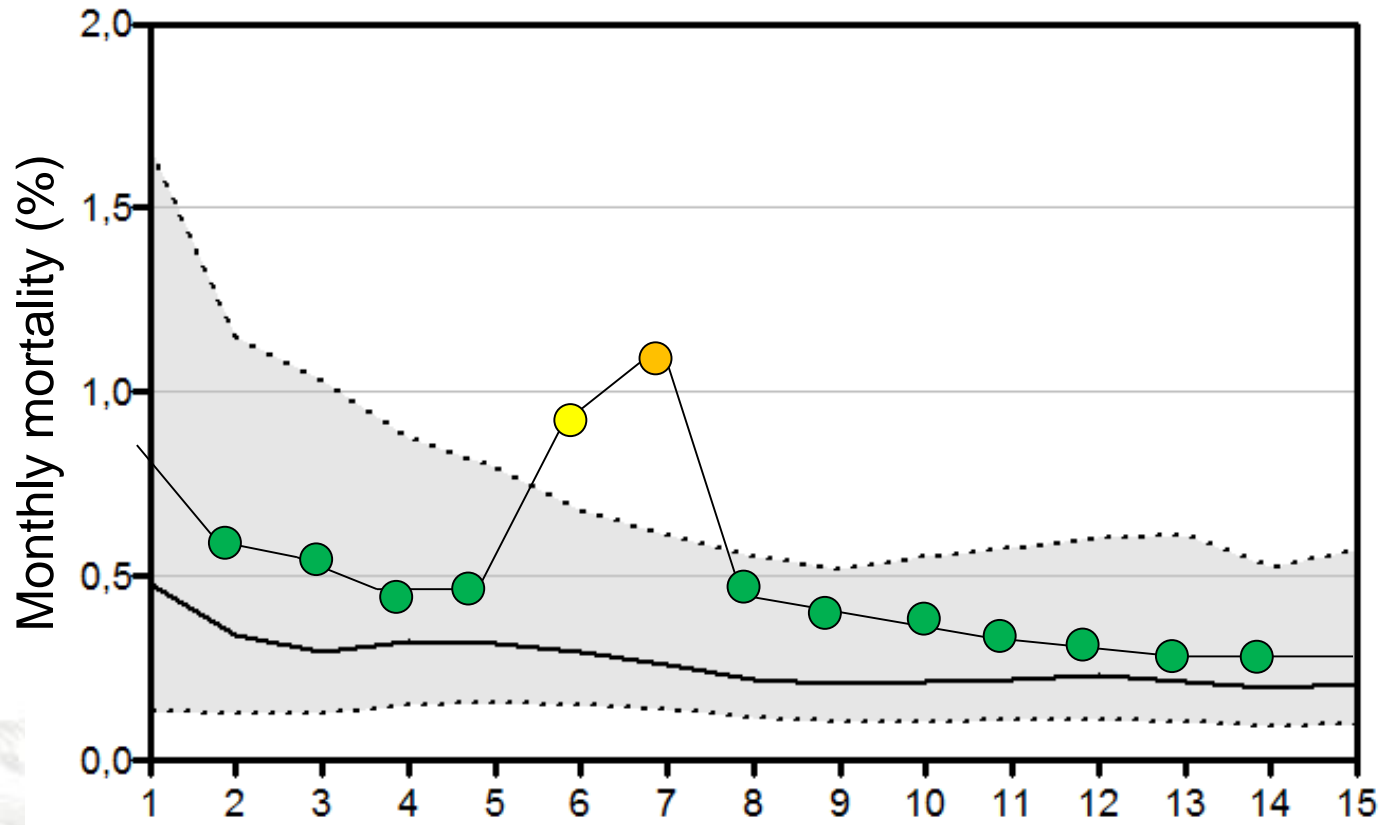


Eksempel på hvordan  
SWIM data kan se ut

1. Taperfisk status
2. Kondisjon
3. Ryggradsdeformitet
4. Finnestatus
5. Skinnstatus
6. Øyestatus
7. Gjellestatus
8. Gjellelokkdeformitet
9. Snutesår
10. AGD-skår



# Standard dødelighetskurve



Months since start of production of Atlantic salmon post smolt , data: Directorate of Fisheries



# Dødelighet



Selv om dødelighet (andel døde fisk) ikke er den ideelle velferdsindikatoren, så er det ikke urimelig å benytte dødelighet for å vurdere velferden til store populasjoner, svake individer vil dø først hvis noe er galt.

## **Code of Good Practice for Scottish Finfish Aquaculture**

- Gi beskjed til ledelsen hvis dødeligheten øker markant eller hvis ukentlig dødeligheten er uvanlig høy ( $\geq 1.5$  % for fisk under 750 g og  $\geq 1.0$  % for større fisk)

## **ASC Salmon standard 1.0**

- Akkumulert dødelighet på et anlegg må ikke ha vært mer enn 10 % ved forrige produksjonssyklus.

## **RSPCA-Assured Standards**

- Må iverksette tiltak hvis ukentlig dødelighet overstiger 0.5 %.



# Velferd er sammensatt



## Produksjonslidelser

- Deformiteter
- Ufullstendig smoltifisering
- Ernæringsbaserte lidelser
- Vaksinebieffekter
- Katarakt
- Taperfisk

## Håndteringsstress

- Trenging
- Pumping
- Vaksinerings
- Lusebehandling
- Slaktestress
- Sår
- Øyeskader

Avvik fra  
dødelighetskurve

Ytre tegn til nedsatt  
velferd

*Unormal fiskeadferd*

## Sykdom

- IPN
- HSMB
- CMS
- AGD
- PD
- Parasitter

## Miljø

- Temperatur
- Oksygen
- Saltholdighet
- Partikler
- Alger
- Patogener
- Lus



## FISHWELL- Arbeidspakke 3. Velferdsindikatorer. Hva er operativt og kan brukes på merdkanten

---

# AP 3. Målsetning

- Målsetning.
  - ✓ Identifisere robuste operative velferdsindikatorer (VI) til bruk på merdkanten for å ivareta god dyrevelferd i oppdrett av laks og ørret.
  - ✓ De robuste operative velferdsindikatorene (OVI) skal også kunne benyttes ved:
    - ✓ testing og evaluering av ny oppdrettspraksis og teknologier
    - ✓ daglig drift i det enkelte oppdrettsanlegg.
  - ✓ Krav til de operative velferdsindikatorene (OVI)
    - ✓ Enkle i bruk
    - ✓ Solid og gi klare svar
    - ✓ Spesifikk i forhold til formålet eller teknikk



Physiology	Baseline cortisol Hypothalamus - pituitary - interrenal axis test Scale cortisol Osmoregulatory capacity Osmoregulatory capacity Osmoregulatory capacity Osmoregulatory capacity Osmoregulatory capacity Gill ATPase Metabolic changes Metabolic changes Immuno capacity Immuno capacity White blood cell count Hematocrit Cardiovascular responses Respiration Rigor time Muscle pH	cortisol (nmol/L or ng/mL) cortisol (nmol/L or ng/mL) cortisol (µg/kg) Osmolality (mOsm/L) Chloride (mmol/L) Na+ (mmol/L) Mg2+ (mmol/L) Ca+ and K+ (mmol/L) NKA1a og NKA1b Glucose (mM) Lactate (mM) Antibody titer Antibacterial activity skin, intestinal and mucus  % Heart rate, stroke volume, cardiac output gill beats pr min min pH
Morphology	Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology Morphology	Skin damage (scale loss/sores/lesions)++ Skin damage Fin erosion/splitting/ active haemorrhaging/thickening Vertebral deformation Eye status Gill status AGD-score Mouth jaw wound /wear Opercula Upper jaw deformation Lower jaw deformation H S I CSI GSI
Behavioral	Behavioral Behavioral Behavioral	Aggressiveness - biting schooling - clumping abnormal behavior - snapping for air etc
Health	Disease -virus and bacterial parasite "Micro morphology" Non-infectious agents/diseases	virus, bacteria salmon lice gill status, other organs Eks. nephrocalcinosis

Vurderte velferdsindikatorer på individnivå



Stress	Primary stressresponses	catecholamines, cortisol
	Secondary stressresponses	Osmo, metabolic and haemtic changes
	Tertiary stressresponses	Group level
Apetite	Feed convection rate etc...	FCR, RGI etc...
Growth	Growth rate	spesific growth rate etc
Smoltification	seawater adaption	see individual, ATPase
Respiration	metabolism	Oxygen consumption
Nutrition	Food content and quality	content of pellets
Behavioural	Swimming behaviour	schooling behaviour
	Agressivness	agressiveness - biting
	Abnormal behaviour	abnormal behavior - snapping for air etc
Disease	Disease -virus and bacteria	virus, bacteria
	parasite	salmon lice
Maturity	Level of maturity	gonad and milk developement, endocrine changes
Mortality	Dead and moribound fish	number or %
	Removal of fish in poor condition	number or %
	Fish showing abnormal behaviour	number or %
Euthanasia	During sampling and slaughter	Behavioural indicators
	During sampling and slaughter	EEG, ECG, VER
	During sampling and slaughter	Haematic indicators
	During sampling and slaughter	Tissue indicators

**Vurderte velferdsindikatorer på gruppenivå**

Water quality and environment	Oxygen	% sat and mg/L	various
	Temperature	oC, temperature range	various
	Salinity	ppt	various
	Water current	BL/s	various
	Ammounia	NH3-N, NH4-N (mg/L)	various
	Carbon dioxide	CO2	titration or sensor
	Heavy metals		
	Pollution	toxins etc....	
	Light	$\mu\text{mol/s/m}^2$ , specter quality anc	spherical Light sensors
	Density	kg/m <sup>3</sup> , MTB	
	Total suspended solids	mg/L	filtration
	Nitrite nitrogen (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	kits
	Nitrate nitrogren (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	kits
	Turbidity	NTU	Turbidity meter
	pH		pH meter, probes, kits
	Specific water flow rate	(L min <sup>-1</sup> kg <sup>-1</sup> )	flow meter /tank dimensions

**Vurderte miljø basert velferdsindikatorer**

## AP 3. OVI'er klar for bruk i dag på merdkanten

- Morfologiske OVI'er
  - Finneskade –
  - Gjellestatus
  - Munn- og kjeveskader
  - Gjellokkdeformiteter
  - Øyestatus (grad av funksjonalitet)
  - ryggdeformiteter
  - GSI (gondaeindeks)/HSI (Leverindeks)CSI (hjereteindeks)
  - Hudskade (skinn/skjelltap/sår o.l.)

- Miljømessige OVI'er
  - Vannbasert OVI'er
  - Oksygen
  - Temperatur
  - Salinitet
  - M fl.

- Atferdsmessige OVI'er
  - PASSIV måling
  - «unormal adferd» (snappe etter luft)
  - Samle seg i klumper (høyt stress)
  - Aggressiv adferd
- Helsemessige OVI'er
  - Lakselus



Photo: Lars Stien

## AP 3. Avanserte OVI'er klar for bruk i dag. I samråd med lab eller ekspertise

- Helsemessige OVI'er

- Ikke infeksjose sykdommer (nephrocalcinosis o.l.)
- Identifisere virus og bakterier (patologi - qPCR o.l)

- Fysiologiske OVI'er

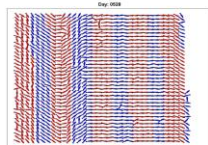
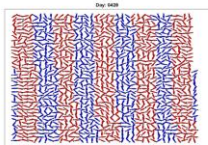
- pH - muskel
- Rigor-tid
- Osmolalitet (mOsm/L)
- Klorid ( $\text{Cl}^-$ )
- Natrium ( $\text{Na}^+$ )
- Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ )
- Glukose
- Laktat
- ATPase (inkludert NKA1a og NKA1b)



## AP 3. Avanserte VI som kan bli mulige OVI'er i nærmeste framtid

- Mulige VI som kan utvikles til OVI'er
  - Stress hormoner (blod, fæces, skjell, vann osv.)
  - Hypothalamus-hodenyre-test (HPI-test)
    - Brukes på landdyr og ulike lidelser hos mennesker. Identifiserer kronisk stress.
  - Ulike ioner ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ )
  - Antistoffproduksjon
  - Antibakteriellaktivitet i hud, tarm og slim.
  - Hematologi
  - Kardiovaskulær-respons
  - Ulike morfologiske og adferdsmessige VI **Ny teknologi kan hjelpe med kvantifisering??**
  - M. fl.

- Sammendrag fra en 3 års undersøkelse fra Cermaq AS (n=3684)(Iversen og Eliassen, 2012). Eks. på mulig framtidig OVI.
- Forhøyede plasmakortisol over 50 nM i settefiskanlegget gav **3.1** større sjanse for å få en dødelighet over 5 % etter utsett i sjø.
- Det var **4.9** ganger større sjanse for å utvikle en sykdomsdiagnose etter utsett med hvilenivå av plasmakortisol over 50 nM.
- Det var en **77 %** sammenheng mellom forhøyede bakgrunnsnivå av plasmakortisol og dødelighet etter utsett i sjø.



- Automatisk analyse av adferd under utvikling f eks. Pinkiewicz et al., 2011



# **FishWell Arbeidspakke 4: OVI til eksisterende og nye produksjonssystemer**

Jelena Kolarevic, Chris Noble & Bjørn-Steinar Sæther

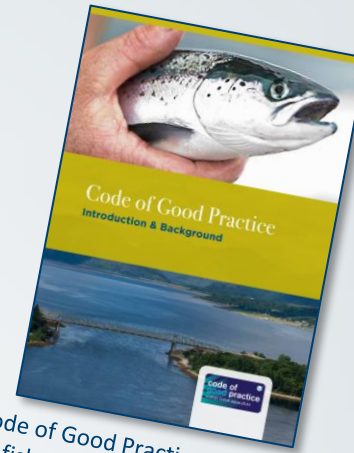
TA KONTAKT: [jelena.kolarevic@nofima.no](mailto:jelena.kolarevic@nofima.no)

# FishWell - Arbeidspakke 4

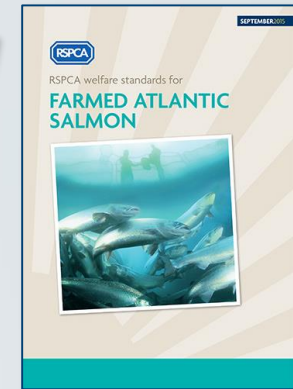
Mål:

Identifisere **egne og operative** velferdsindikatorer (VI) til bruk i eksisterende og nye **produksjonssystemer** i oppdrett av **laks og ørret**

➤ Fokus på ulike livsstadier



Code of Good Practice for Scottish Finfish Aquaculture (CoGP)



RSPCA, 2015

# Produksjonssystemer : 5 til laks og 2 til ørret



Gjennomstrømningsanlegg © Nofima



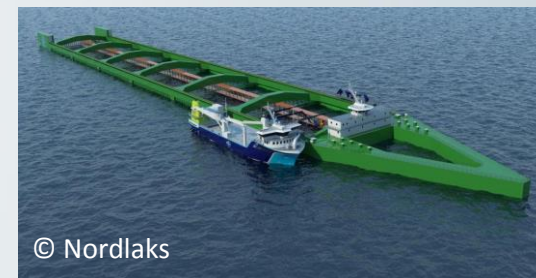
Merd © Jelena Kolarevic



«Salmon home #1» © Jelena Kolarevic



RAS anlegg Grieg Seafood Adamselv © Jelena Kolarevic



© Nordlaks



Snorkel merd © Havforskningsinstituttet



# Oppdrettsmiljø

## RAS vs Gjennomstrømningsanlegg



VK parametere	Vannbehandling	
	FT	RAS
pH	6,68 ± 0,16	7,28 ± 0,12
$\Delta H^+$ ( $\mu\text{mol l}^{-1}$ )	0,15 ± 0,09	0,04 ± 0,02
Alcalinity ( $\text{mg l}^{-1}$ )	17,0 ± 1,7	48,0 ± 6,6
CO <sub>2</sub> ( $\text{mg l}^{-1}$ )	4,8 ± 1,3	4,6 ± 1,2
TSS ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,7 ± 0,3	3,4 ± 1,2
Turbidity (NTU)	0,42 ± 0,18	1,38 ± 0,43
TAN ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1
NO <sub>2</sub> -N ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,01 ± 0,00	0,06 ± 0,04
NO <sub>3</sub> -N ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0,46 ± 0,04	22,73 ± 3,43

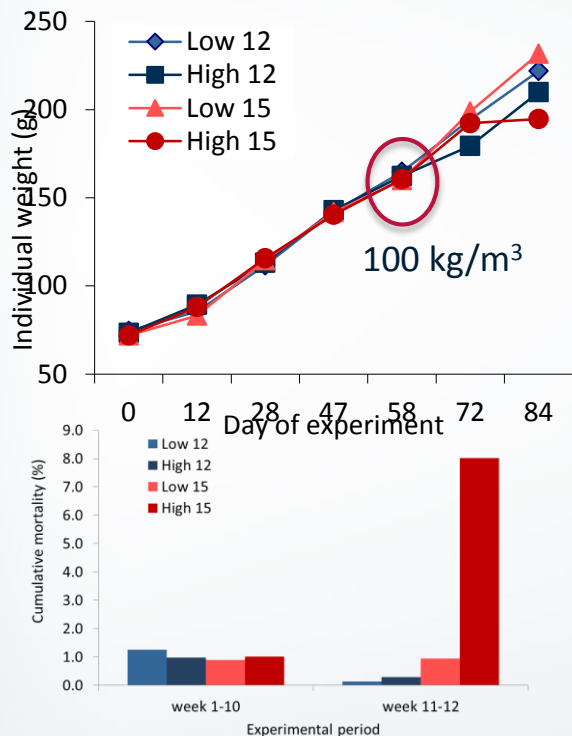


Kolarevic, J., Baeverfjord, G., Takle, H., Ytteborg, E., Reiten, B.K.M., Nergård, S., Terjesen, B.F., 2014. Performance and welfare of Atlantic salmon smolt reared in recirculating or flow through aquaculture systems. *Aquaculture* 432, 15-25.

# Oppdrettsmiljø og produksjonsparametere

## RAS vs Gjennomstrømningsanlegg

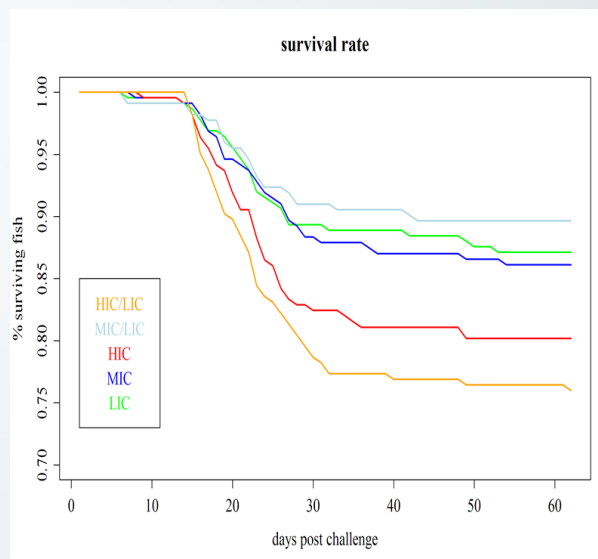
- ✓ Mulighet å bruke høyere temperatur i RAS
- ✓ Presse grenser for tetthet
- ✓ Mulighet å justere vannhastighet



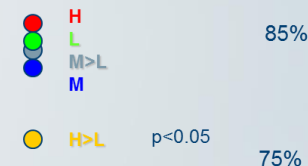
	CSI	HSI
Low temp/Low density	0,78	0,88
Low temp/High density	0,67	0,94
High temp/Low density	0,82	0,94
High temp/High density	1,21*	1,26*



Overlevelse etter smitte test med *Moritella viscosa*



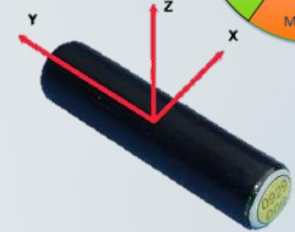
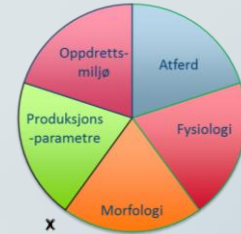
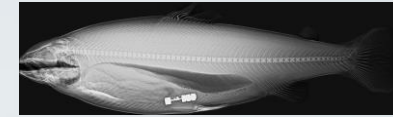
L: Low < 0.5 BL/s  
M: Medium ~1 BL/s  
H: High >1.5 BL/s



# Atferdmessige OVI's

## RAS vs Merd

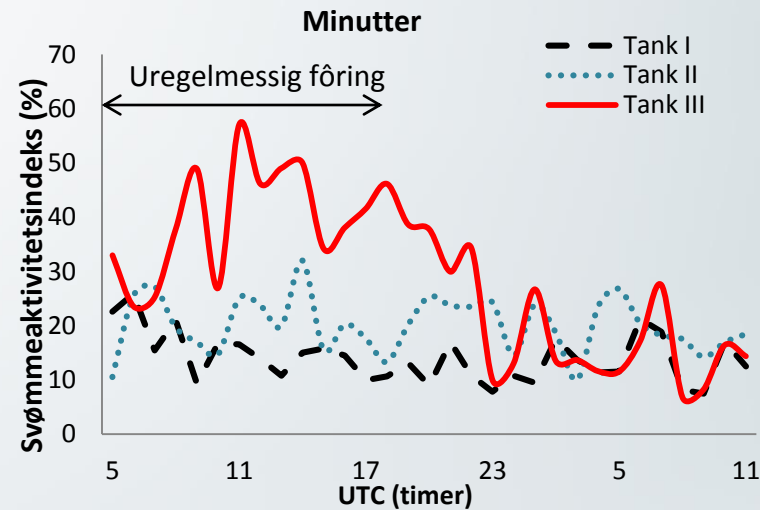
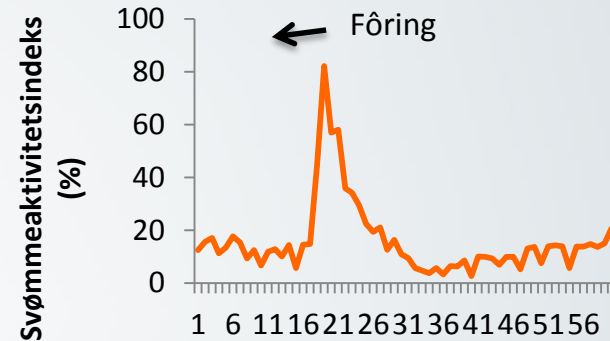
- ✓ Merd: bruk av kamera og direkte observasjoner (PASSIV måling)
- ✓ Utfordringer RAS: Turbiditet og karstørrelse
- ✓ Vanskelig å kvantifisere atferd
- ✓ Bruk av ny teknologi



Akustiske merker og mottakere



Kolarevic J., Aas-Hansen Ø., Espmark Å.M., Bæverfjord G., Terjesen B.F., Damsgård B. (2016). The use of acoustic acceleration transmitter tags for monitoring of Atlantic salmon swimming activity in recirculating aquaculture systems (RAS). *Aquaculture Engineering*. doi:10.1016/j.aquaeng.2016.03.002



# Morfologiske OVI's

Protokoll for å måle fiskevelferd til postsmolt i merd

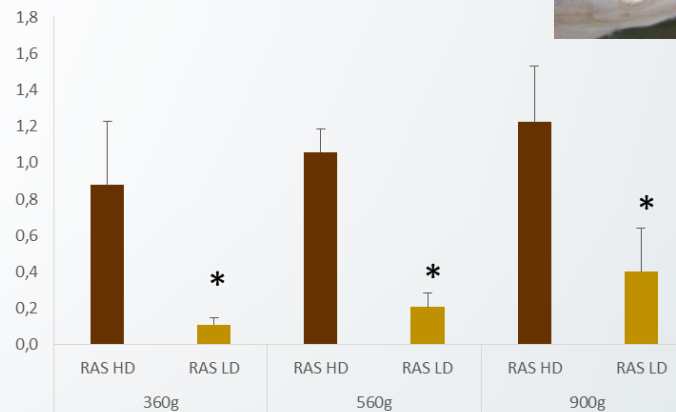
1. Taperfisk status
2. Kondisjon
3. Rygradsdeformitet
4. Finnestatus
5. Skinnstatus
6. Øyestatus
7. Gjellestatus
8. Gjellelokkdeformitet
9. Snutesår
10. AGD-skår

Morfologiske OVI's til postsmolt i RAS

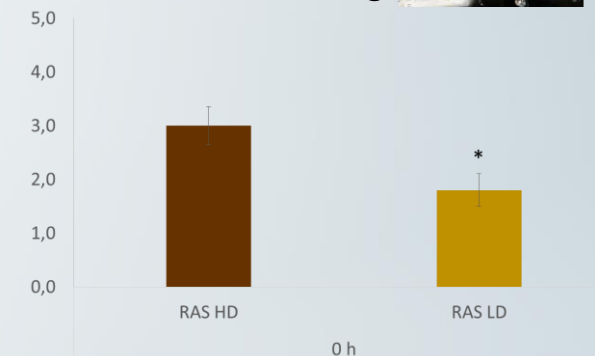
- ✓ Lite publisert på passende morfologiske OVI for smolt og postsmolts i RAS
- ✓ «Early days» for postsmolt i RAS



Katarakt



Halefinnen @ 360g



Kolarevic, J., Sveen, L., Nilsen, T.O., Sundh, H., Aerts, J., Sundell, K., Ebbesson, L.O.E., Handeland, S., Jørgensen, S.M., Takle, H., Terjesen, B.F. (2016). Welfare and performance of Atlantic salmon post-smolts during exposure to mild chronic stress in closed-containment systems. Aquaculture Europe 2016, Edinburgh, United Kingdom. September 20<sup>th</sup>-23<sup>rd</sup>, 2016.

# Fysiologiske OVI's

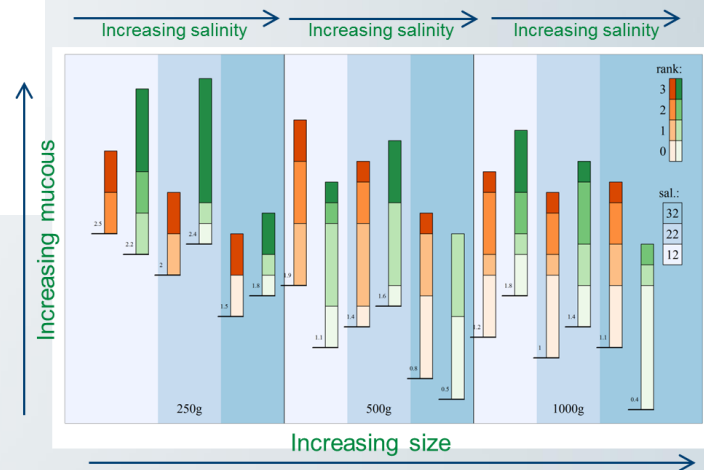
## RAS vs Gjennomstrømningsanlegg

✓ Mulige OVI'er i nærmeste framtid

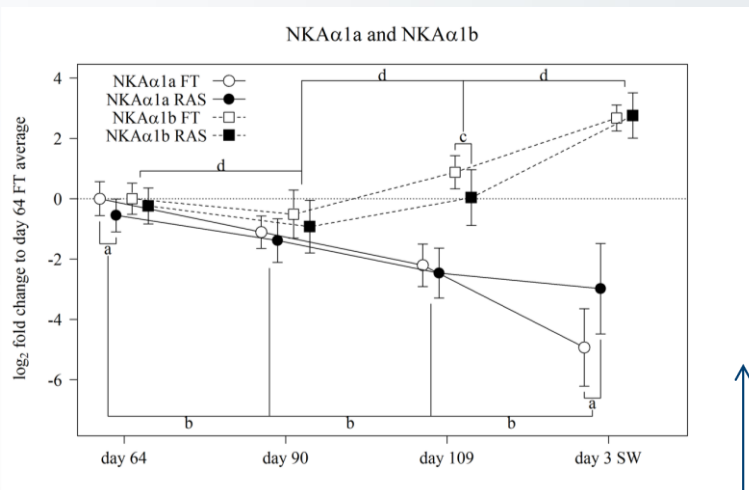
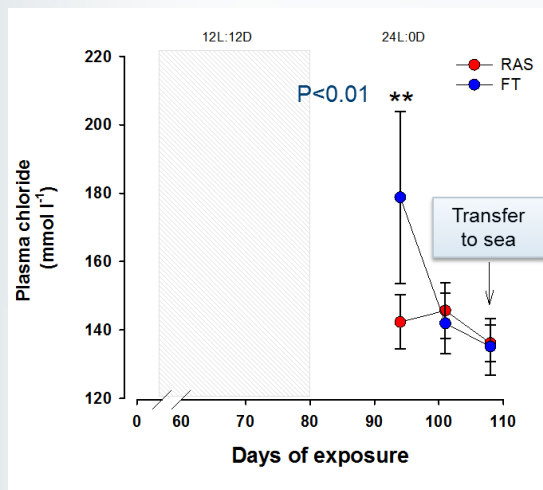


## Postsmolt i RAS

✓ @ 32 ppt mindre antall slimceller og mindre slim i forhold til postsmolt @ 22 og 12 ppt



Take et al., Unpublished



Kolarevic, J., Baeverfjord, G., Takle, H., Ytteborg, E., Reiten, B.K.M., Nergård, S., Terjesen, B.F., 2014. Performance and welfare of Atlantic salmon smolt reared in recirculating or flow through aquaculture systems. *Aquaculture* 432, 15-25.

# FISHWELL- WP 5

WPL; Kristine («Stine») Gismervik, PhD, Cand.med.vet  
Veterinærinstituttet

MENINGER OM HVORDAN  
KAN MÅLE FISKEVELFERD?

TA KONTAKT:

[stine.gismervik@vetinst.no](mailto:stine.gismervik@vetinst.no)  
(ringer deg gjerne tilbake)



**Veterinærinstituttet**  
Norwegian Veterinary Institute



# WP5- delmål

Evaluere operative velferdsindikatorer for ny teknologi og ulike håndteringsoperasjoner



Foto: Gismervik

## 1. Velferdsindikatorer Ny teknologi

Thermolicer, Helixir,  
**mekanisk avlusing**; FLS,  
SkaMic, perma skjørt,  
planktonduk, Laser-  
Stingray, Electric pulse,  
ultra lyd, notspyler robot

## 2. Velferdsindikatorer Håndteringsoperasjoner

**Trenging**, pumping, lusebehandling,  
slakting, avliving, sortering, vasking  
(not, kar, utstyr), veiing, lusetelling,  
transport, fôringsmetode/sulting,  
vaksinering, AGD eller annen  
medisinsk behandling



# Velferdsindikatorer- Ny teknologi

## ■ Grunndokumentasjon

- Før du beslutter å anskaffe ny teknologi
  - Finnes velferdsdokumentasjon? Målte velferdsindikatorer?
  - Finnes brukermanualer?
- Før metoden brukes
  - Utført risikokartlegging og -tiltak?
  - Kontrollrutiner før, under, etter

Skjema for velferdsvurdering av ny teknologi i oppdrett

### Velferdsvurdering av ny teknologi

Kort beskrivelse av ny teknologi

Utvikler:

Navn på teknologi:

Forsøk:

Ansvarlig:

Beskrivelse:

Hjelpsom gjelder for:

Vurdering og risiko:



## ■ Driftsfasedokumentasjon/optimalisering

- Dokumentere fiskevelferd ved bruk
- Løpende korrigeringsrutiner ved behov

# Verktøyskrinet med velferdsindikatorer

## -Ny teknologi hvor fisk håndteres

- Jo mindre du vet, jo bredere bør du teste
- Mål: plukke ut få og mest relevante
- Noen grenseverdier kan være utfordrende å definere (varierer med temperatur, genetikk, miljø, livsstadie, måleusikkerhet)
  - Hvile/før/etter i egen situasjon: vurdere endring

### Dyrebaserte

- Ytre akutte skader
- Adferd
- Dødelighet (og årsak)
- Fysiologi; gjellelokkbevegelse, glukose, laktat, pH
- Appetitt

### Miljøbaserte

- O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, temperatur





# Velferdsindikatorer trenging

## Hva kan vi se etter? Atferd



Luftsnapping og  
finner i overflaten

Hvite sider

**Dette bør vi unngå**



# Velferdsindikatorer trenging

## - Adferd satt i system RSPCA 2015, VI-rapp 1-09

### 1. Mål

- Normal rolig adferd
- Ingen finner/hvite buker i overflata

### 2. Akseptabelt

- Normal rolig adferd
- Enkelte finner synlig i overflata
- Ingen buker synlig i overflata

### 3. Uønsket

- Stresset svømme adferd
- Flere enn 20 finner i overflata
- Enkelte buker synlig i overflata

### 4. Uakseptabelt

- Stresset svømme adferd (+ noen slappe)
- Mange fisk låst mot notvegg
- Mange finner/buksider i overflata

### 5. Uakseptabelt

- «Koking»
- Potensielt høy dødelighet om ikke slippes raskt

#### Appendix 2

##### Crowd intensity scale

A simple fish behaviour scale from 1-5 may be used as a guide to managing acute stress, i.e.:

###### Goal

1. Essentially no fins breaking the surface of the water.

###### Acceptable

2. Fins above the water over a small part of the surface of the crowd.

###### Undesirable

3. Fins and part of the fish above the water over the whole surface of the crowd. Some burrowing, gasping and vigorous activity in parts of the crowd.

###### Unacceptable

4. The whole surface of the crowd vigorously burrowing, gasping and splashing.
5. Whole surface of the pen boiling with violent splashing.

##### Level 1: Goal - low stress, no vigorous activity

###### Observations:

- Fish in the sides of the crowd swimming slowly.
- Normal swimming behaviour, but not all in the same direction.
- No dorsal fins on surface.
- No white sides on surface.



##### Level 2: Acceptable - some fins on surface

###### Observations:

- Normal swimming behaviour at suction point, low stress.
- Few dorsal fins on surface.
- No white sides on surface.



##### \* Level 3: Undesirable

###### Observations:

- Over-excited swimming behaviour (different directions).
- More than 20 dorsal fins on surface.
- Some white sides constantly on surface.



##### \* Level 4: Unacceptable - overcrowding

###### Observations:

- Over-excited swimming behaviour (different directions). Some fish decreasing activity.
- Pumping rate: Not possible to keep a constant rate.
- Many fish stuck up against the crowd net.
- Many dorsal fins on surface and numerous white sides on surface.
- A few very lethargic fish.



##### Level 5: Unacceptable - extreme overcrowding

###### Observations:

- Whole crowd boiling.
- Potential for large fish kill without rapid release.



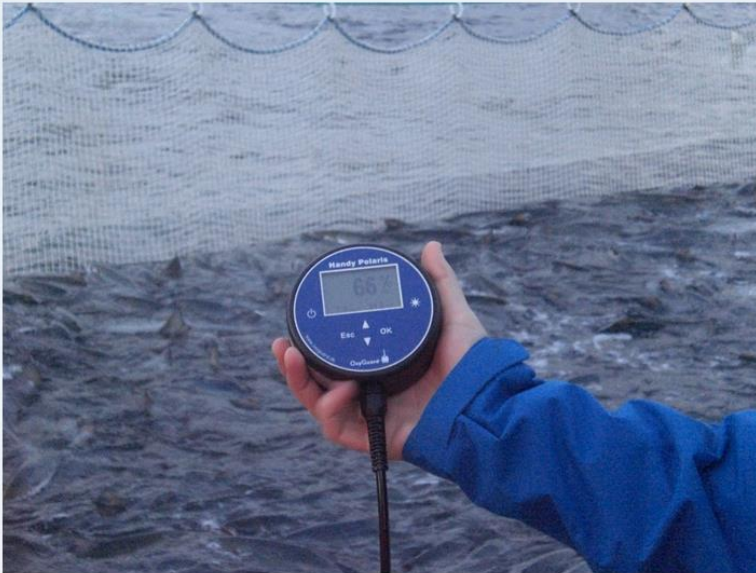
Reproduced with kind permission of Alastair Smart of Smart Aqua, Aquaculture, Hazelwood Park, South Australia.

\* Please note that the photographs for levels 3 and 4 as received have been reordered in consultation with the RSPCA Salmon Standards Working Group.



# Velferdsindikatorer- trenging

## Hva kan vi se etter? Vannkvalitet



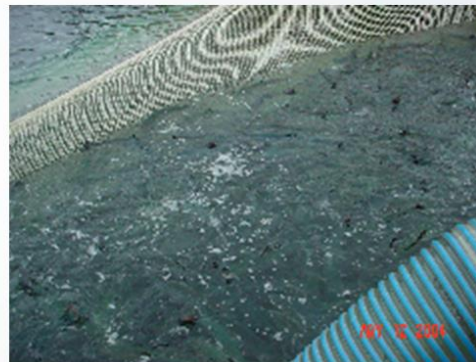
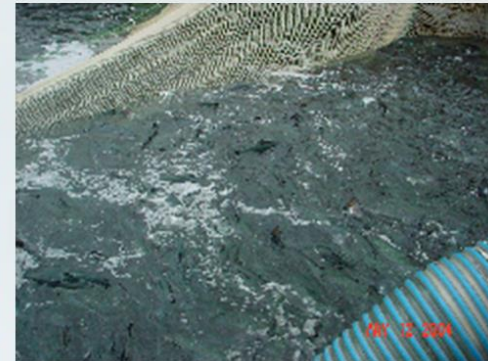
Oksygen kan med fordel måles fortløpende under trenging.

Bør ikke under 80% metning over lengre perioder



For mye skum i vannoverflaten tyder på stresset fisk og bør ikke forekomme over lengre tid

# Velferdsindikatorer trenging- fysiologi



Høy laktatnivåer  
Høy kortisol  
Lav pH  
Høy glukose på sikt



Forringet kvalitet  
og velferd

Takk til Åsa Espmark for lån av slide



# Velferdsindikatorer trenging- ytre skader/ utseende

- Ytre trengeskader
  - «Notinnprint», «Hekting»
  - Rødbuk
  - Skjelltap (Kan se rist i vannet)
- Slimtap- fargeendring: grågrønn
- NB vintersår!



Foto: Gismervik



# Fremtidige velferdsindikatorer under operasjoner som trenging?

## Ekkolodd/sonar?

Overvåking av adferd

## Merking?

## Video overvåking?

- Evaluere adferd i dypet
- Evaluere trykk mot notvegg
- Evaluere endringer i gjellelokkbevegelse/ respirasjon (Ref: Erikson et al 2016;25-47% økning under trenging)
- Registrer skjelltap i vann?
- Registrere skader, fargeendring?
- Software/automatisering/merking..



---

## Konklusjoner

- Måle og evaluere fiskevelferd er kompleks
- Gjenstår å forenkle, samt gjøre vurderingene arts og livsstadie spesifikke
- OVI'er må være tilpasset velferdsbehov og også «fit for purpose» ute på oppdrettsanlegg
- OVI'er må være passive når det er mulig. Hvis ikke, hvordan kommer vi oss dit? Ny programvare og maskinvare? Biologer- gi informasjon om relevante biologiske signaler og indikatorer, teknologer kan påpeke signaler som biologer kan gå glipp av
- Trenger å gjøre det hele tilgjengelig for oppdretter og interessenter på en brukervennlig måte - jobber på håndboka nå
- **Vi setter virkelig pris på innspill og meninger om innholdet - ta kontakt med meg eller en av AP ledere**

## Vi representerer hele prosjektgruppen

Nofima	HI	VI	NU	UoS	FHF	Steering Group
Chris Noble	Jonatan Nilsson	Kristine Gismervik	Martin H. Iversen	James F. Turnbull	Kjell Maroni	Berit Seljestokken, Grieg Seafood
Jelena Kolarevic	Lars H. Stien	Kristian Ellingsen				Bjarne B. Johansen, Nordlaks
Bjørn-Steinar Sæther	Tore Kristiansen	Kristoffer V. Nielsen				Lene Høgset, Fishguard
Åsa M. Espmark	Thomas Torgersen	Cecilie M. Mejdell				Olai Einen, Cermaq
Bjørn Roth	Frode Oppedal					Solveig Gaasø, Marine Harvest
Kjell Ø. Midling						



**Takk for deres oppmerksomhet**

**[chris.noble@nofima.no](mailto:chris.noble@nofima.no)**

