

## Prosjektforslag

# Den kombinerte predasjons- og elektromagnetisme hypotesen for å forklare overdødelighet hos utvandrende laksesmolt fra Vosso

Jens Christian Holst

Ecosystembased

19. oktober 2021

### Innholdsfortegnelse

<b>Predasjonshypotesen</b> .....	3
<b>Elektromagnetiske felt under høyspentledninger som mulig forsinker/forvirrer for smoltvandring</b> .....	4
<b>Elektromagnetisme hypotesen</b> .....	9
<b>Nye resultater etter 2013</b> .....	9
<b>Kraftlinje over Evangervannet</b> .....	10
<b>Kraftlinjer over Dalevågen</b> .....	12
<b>Kraftlinjenes alder og kjøremønster</b> .....	13
<b>Laksefiskeres kvalitative observasjoner i forhold til laksefiske under kraftlinjer</b> .....	14
<b>Noen norske laksefiskeres observasjoner</b> .....	16
<b>Oppsummering</b> .....	17
<b>Prosjektforslag</b> .....	18
<b>Appendix 1: Kan Predasjonshypotesen avdekke Faktor X i mysteriet om Vossolaksen?</b> .....	19
<b>Appendix 2: Foredrag J C Holst 2013. The Vosso electromagnetic hypothesis and why it should be tested</b> .....	29

## Sammendrag

I 2011 formulerte Ove Skilbrei (Havforskningsinstituttet) og Jens Christian Holst (da Havforskningsinstituttet, nå Ecosystembased) den såkalte Predasjonshypotesen (Appendix 1) omkring årsaken til kollapsen i laksebestanden i Vosso. Kort oppsummert sier hypotesen at på grunn av endringer i fjordøkologien utenfor Vosso, spesielt at brislingbestanden forsvant på slutten av 1980-tallet, har estuariørretbestanden i Vosso endret beitevaner fra fjordbeiting til beiting på smolt i smoltutvandringsperioden. Hypotesen ble første gang presentert offentlig på AqKva konferansen på Stord i januar 2012.

På grunnlag av Predasjonshypotesen finansierte FHF det såkalte Predatorprosjektet i Vosso og Daleelven for å teste hypotesen i 2012 og 2013. Et av delprosjektene i dette prosjektet var en akustisk kartlegging av smoltvandringene gjennom Bolstadfjorden med ekkolodd og sonar. Under kartleggingen ble det gjentatte ganger observert meget store konsentrasjoner av smoltstimer på Dalseideviken og Djupeviken under 300kV kraftledningen som går fra Evanger til Dale. Basert på disse resultatene formulerte undertegnede 'Elektromagnetisme hypotesen' som et tillegg til Predasjonshypotesen. Elektromagnetisme hypotesen ble presentert for de andre forskerne og refereneene i Predatorprosjektet i 2013 men hypotesen vakte ingen interesse og ble ikke fulgt opp.

I 2015 og 2016 gjennomførte NMBU/INAQ oppfølgende akustiske følgeforsøk på laksesmolt i Vossovassdraget som sterkt antydte at predasjon kan være en viktig overdødelighets faktor for utvandrende smolt. Et område i Evangervannet rett utenfor kraftverksutløpet ved Evanger kraftverk pekte seg ut som et område for spesielt høy smolt dødelighet. I 2016 ble det blant annet gjennomført akustisk triangulering i dette området. Det er påfallende at det også rett over trianguleringsområdet går en 300 kV kraftlinje, Evanger-Samnanger. Denne kraftlinjen er ikke nevnt som mulig faktor for oppsamlingen av smolt som skjer i området. I 2020 ble det gjennomført videre oppfølgingsstudier i dette området i regi av NORCE og NMBU. Under dette forsøket ble kraftverksvannet fra Evanger skrudd av i perioder. Resultatene fra dette forsøket viste at det ikke var noen effekt av kraftverksvannet på den store dødeligheten av smolt i området.

Basert på overstående observasjoner på predasjon i og elektromagnetiske felt over Vosso vassdraget ble 'Den kombinerte predasjons- og elektromagnetisme hypotesen for å forklare overdødelighet hos utvandrende laksesmolt fra Vosso' formulert. Hypotesen kan oppsummeres slik: *På grunn av økologiske endringer i fjordbeiteområdene til estuarieørreten i Vosso og Dale elven, spesielt koblet mot nedgangen i brislingbestanden i Osterfjordsystemet, har estuarieørretbestandene endret beitemønsteret fra fjordbeiting til større fokus på beiting av utvandrende smolt i smoltutvandringsperioden. Denne beitingen skjer både i Vangsvannet og Evangervannet, og i estuarieområdene i Bolstadfjorden fra Bolstad til Stamnes og for Dalelaksen i Dalevågen ut til Stanghelle.*

*Samtidig fører elektromagnetiske felt rundt kraftlinjer over utvandningsruten til at smolten fra Vosso og Daleelven forsinkes/forvirres under utvandringen fra elvene til fjorden. Denne forsinkelsen favoriserer estuarieørretens beiting på smolten i Evangervannet, Bolstadfjorden og Dalevågen. Det at en viktig byttedyrsbestand som brisling forsvant også for rene fjordpredatorer som lyr, sei og torsk førte i tillegg til en omlegging av deres diet til å bestå av mer smolt i smoltens utvandningsperiode. Totalt sett har disse tre nye faktorene ført til en overdødelighet som kraftig reduserer overlevelsen av smolten som vandrer ut fra Vosso og Dale og som til sammen kan forklare en stor del av kollapsen i laksebestanden i Vosso.*

Det foreslås at det settes sammen en styringsgruppe med deltakelse fra Statnett, BKK, Miljødirektoratet, NVE, forskningsmiljøet og undertegnede for å jobbe frem et prosjekt, inkludert finansiering, for å teste 'Den kombinerte predasjons- og elektromagnetisme hypotesen for Vosso' med målsetning om at hypotesen testes i 2022-23.

## Predasjonshypotesen

I 2011 formulerte den gang kollega ved Havforskningsinstituttet Over Skilbrei (nå avdød) og undertegnede Jens Christian Holst (da Havforskningsinstituttet, nå Ecosystembased AS) den såkalte Predasjonshypotesen omkring kollapsen i laksebestanden i Vosso (Holst og Skilbrei, 2011, Appendix 1 bakerst). Det anbefales å lese den opprinnelige hypotesen før en leser videre her.

Ove jobbet på den tid blant annet med problemstillinger knyttet til laksebestanden i Daleelven og jeg med problemstillinger knyttet til Vosso laksen og laks i havet. Hver for oss og sammen tok vi initiativ til og deltok i ulike prosjekter omkring dødelighet på utvandrende smolt i fjordsystemene utenfor Daleelven og Vosso.

Predasjonshypotesen ble første gang presentert offentlig i et foredrag på AqKva konferansen på Stord 18. januar 2012 (Holst, 2012). På slutten av foredraget oppfordret jeg oppdretterne til å finansiere et prosjekt som skulle teste predasjonshypotesen i Vosso. Kort tid etter foredraget begynte Bjørn Barlaup, Knut Wiik Vollset (begge LFI) og jeg å skrive en søknad som ble sendt FHF og innvilget etter kort tid. Dette førte til det såkalte Predatorprosjektet i Vosso som utførte feltarbeid i 2012-2013 og ble rapportert tidlig i 2014 (Vollset m fl, 2014). Her følger sammendraget fra rapporten:

*Hovedmålet med prosjektet var å studere vandringen, overlevelsen og predasjon på vill og kultivert laksesmolt fra Vossovassdraget og evaluere om predasjon fra sjøørret i Bolstadfjorden er en flaskehals som hindrer reetableringen av vill laks tilvassdraget. Overlevelsen av kultivert og*

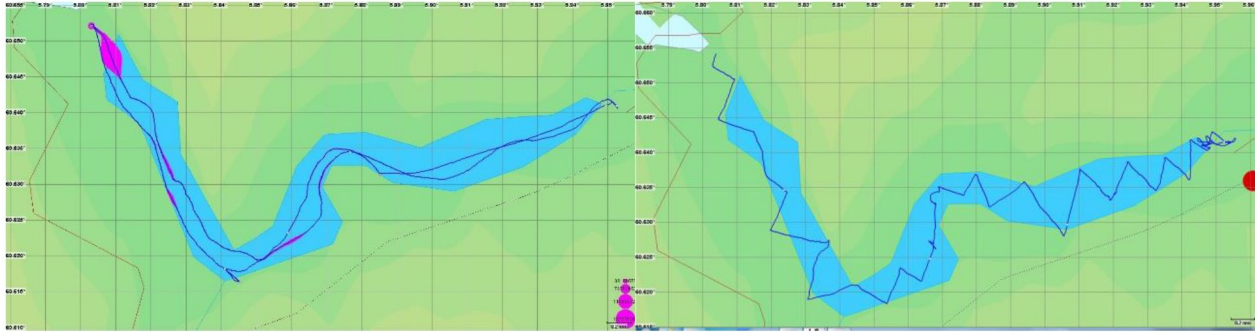
*merket smolt gjennom Bolstadfjorden og forbi Stamnes var lav (< 20 %), og er sannsynligvis koblet til at laksesmolten har en lang oppholdstid i estuariet. Sjørørret bestanden i Vossovassdraget virker til å være i dårlig forfatning sett i forhold til historiske fangster. Dette kan være en av årsakene til at fangstene av sjørørret i Bolstadfjorden var lave. Samtidig viser merkeforsøk på sjørørret og laksesmolt at en del av de merkede laksesmoltene forsvinner i de områdene sjørørreten samler seg i Bolstadfjorden. Det er derimot ikke noen oppsiktsvekkende høy estimert dødelighet knyttet til disse aggregeringene i Bolstadfjorden sammenlignet med dødelighets estimater fra andre estuarier. Vi konkluderer med at det ikke virker til at den nåværende predasjonen fra sjørørret i Bolstadfjorden hindrer en reetablering av vossolaksen. Det er derimot åpenbart en lav overlevelse gjennom estuariet av grupper av kultivert smolt som blir sluppet i vassdraget. Vi har ikke resultater som med sikkerhet kan si hvor overførbart dette er for villfisk. Resultatene våre indikerer derimot at overlevelsen til villfisk gjennom estuariet er høyere enn kultivert fisk. Estimater for hvor mye vill smolt som vandrer ut av vassdraget var betydelig lavere enn det forventede potensiale for smoltproduksjons i Vossovassdraget, og dette misforholdet bør undersøkes nærmere.*

Det var uenigheter innad i forskergruppen om konklusjonene som kom ut av Predatorprosjektet og rapporten ble offentliggjort uten å ta hensyn til mine innvendinger. Det er derfor viktig å være klar over at jeg til dels var og er sterkt uenig i en del av konklusjonene i rapporten.

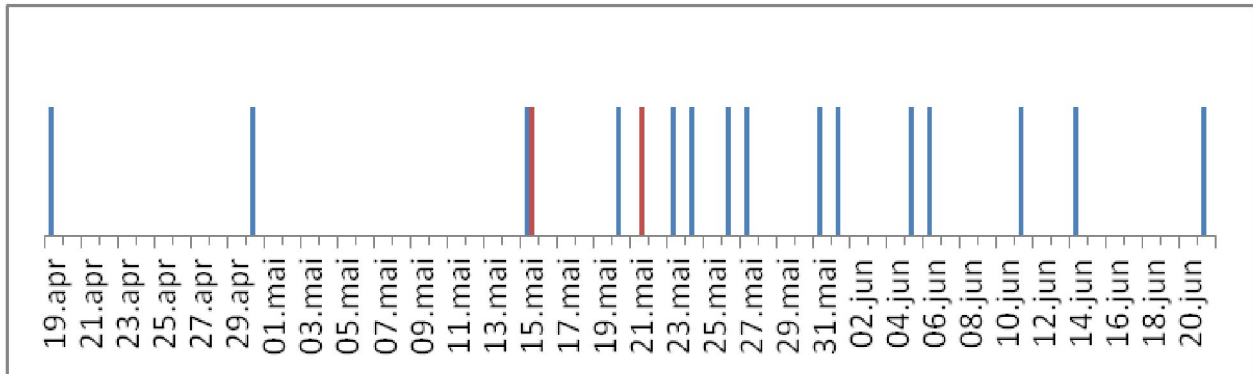
Senere undersøkelser (Haugen m fl, 2016, 2017; Vollset m fl, 2021) har vist at predasjon med stor sannsynlighet er en viktig faktor for reetableringen av bestanden av laks i Vosso, disse undersøkelsene omtales lengre nede.

## Elektromagnetiske felt under høyspentledninger som mulig forsinker/forvirrer for smoltvandring

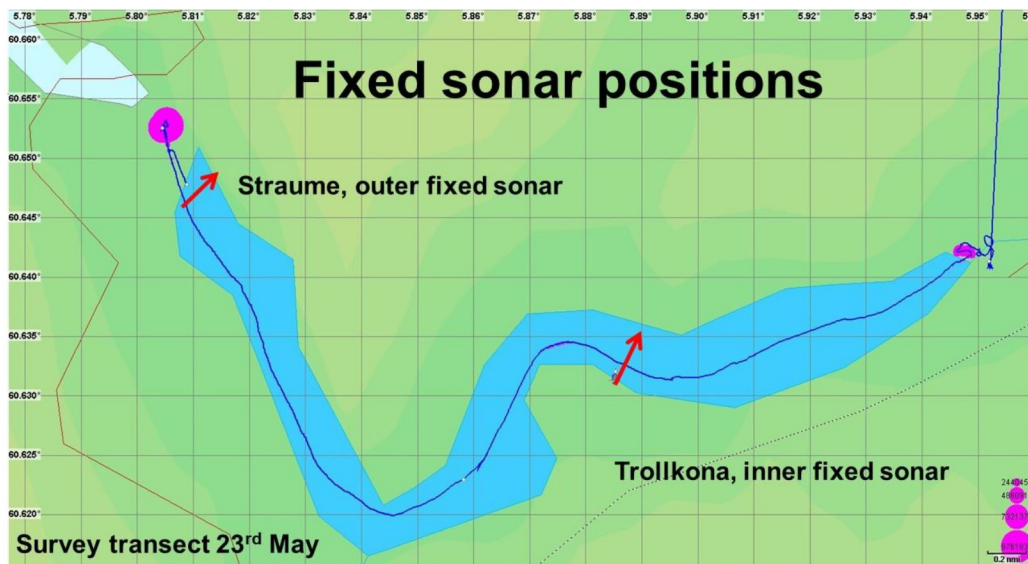
Delprosjekt 4 i Predatorprosjektet var en akustisk kartlegging av smoltvandringene gjennom Bolstadfjorden, fra Bolstad til Straume i april-juni 2012 (Vollset m fl, 2014). Ekkolodd og sonar ble brukt til å følge og beskrive smoltens vandring gjennom Bolstadfjorden. Det ble gjort storskala deknings med sonar mellom Bolstad og Straume (Fig. 1, 2), faste døgnstasjoner med sonar ved Trollkona og Straume (Fig.3) og detaljundersøkelser på Bolstadbukten og under kraftlinjen over Dalseideviken.



Figur 1. Eksempel på langsgående og sikksakk akustisk dekning av Bolstadfjorden.

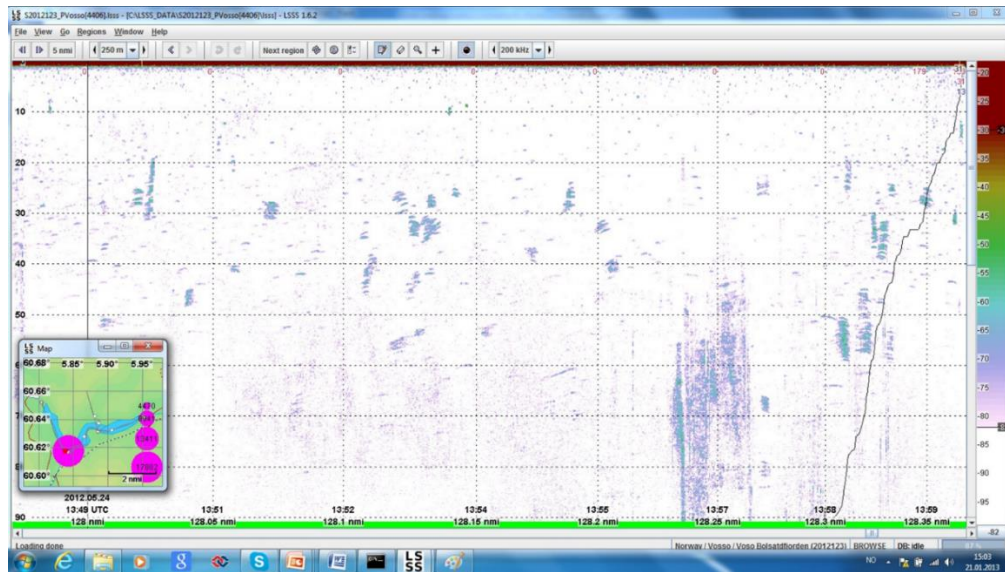


Figur 2. Datoer for akustiske deknings i Bolstadfjorden i april-juni 2012.

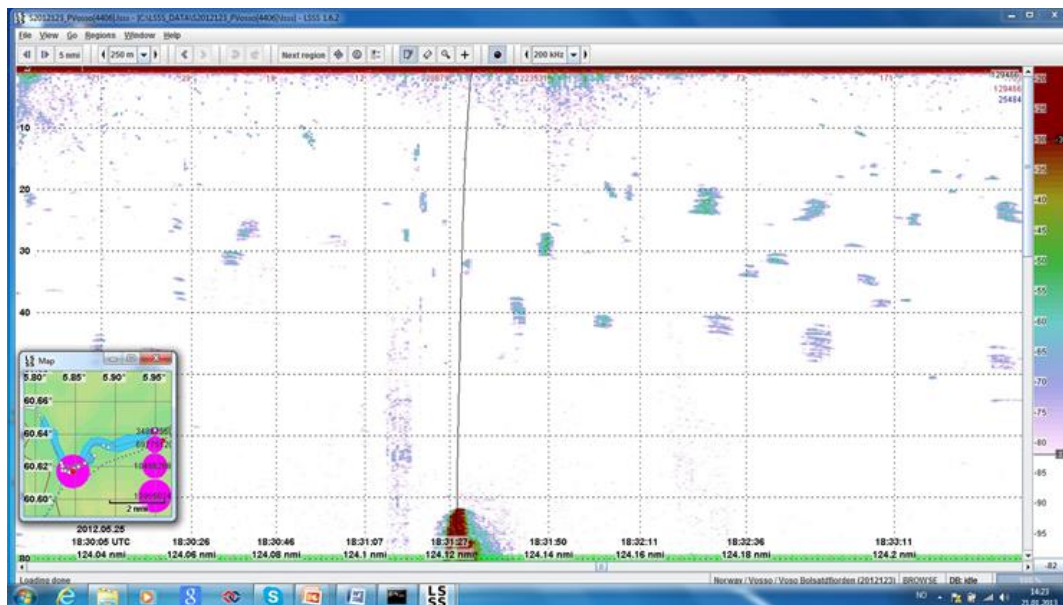


Figur 3. Posisjoner for faste sonar stasjoner.

En av observasjonene som ble gjort i Bolstadfjorden var at det ved flere tilfeller sto det store mengder smolt under 300 kV høyspentlinjen som går over 27 meter over Dalseideviken (Fig 4,5 og 6).



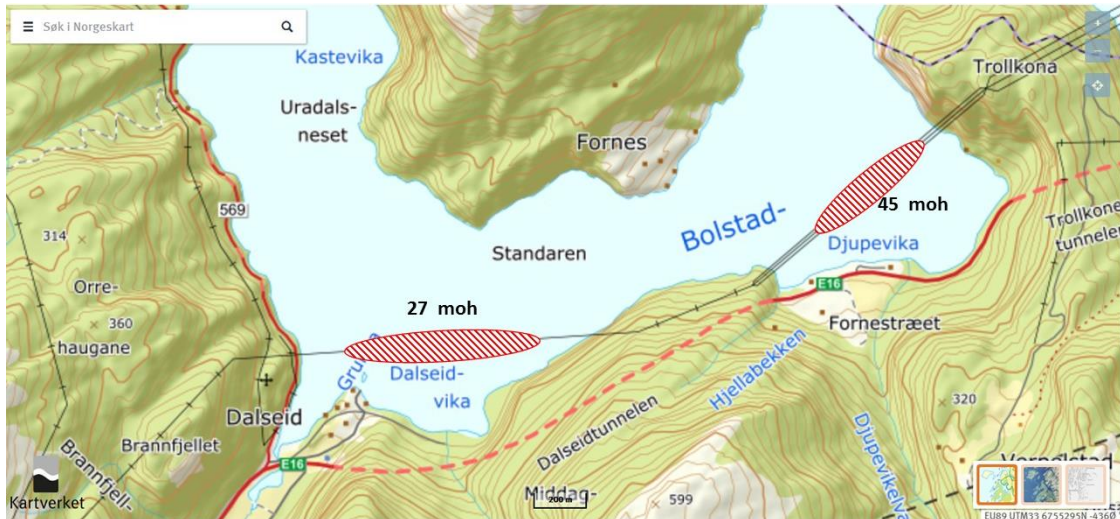
Figur 4. Sonarobservasjoner av smolt stimer under høyspentledningen som går over Dalseideviken gjort 24. mai 2012. Posisjonen sees i kartet som stor rosa sirkel til lengst til venstre.



Figur 5. Sonarobservasjoner av smolt stimer under høyspentledningen som går over Dalseideviken gjort 25. mai 2012.



Tilsvarende, men med lavere konsentrasjoner av smolt, ble observert under den samme kraftlinjen som går 45 m over naboviken Djupeviken like øst for Dalseideviken (Fig. 6). Begge stedene var smolt ansamlingene av en mengde vi ikke observert noen andre steder i Bolstadfjorden utenfor utløpet av Bolstadelven. Det ble ikke gjort tilsvarende observasjoner der den samme kraft linjen går 119 meter over Bolstadfjorden mellom Tysso og Trollkona, øverst til høyre i fig 6.



Figur 6. Områdene under 300 kV kraftlinjen Evanger-Dale hvor det ble observert store konsentrasjoner av smolt under de akustiske undersøkelsene i mai-juni 2012. Det ble observert større konsentrasjoner på Dalseideviken enn på Djupeviken.

I forbindelse med denne observasjonen ble det tatt kontakt med BKK som var behjelpelige med å beregne magnetfeltet rundt kraftlinjen (Fig. 7). BKK leverte også oversikt over kontinuerlig Ampere i linjen gjennom mai 2012 (Fig. 8)

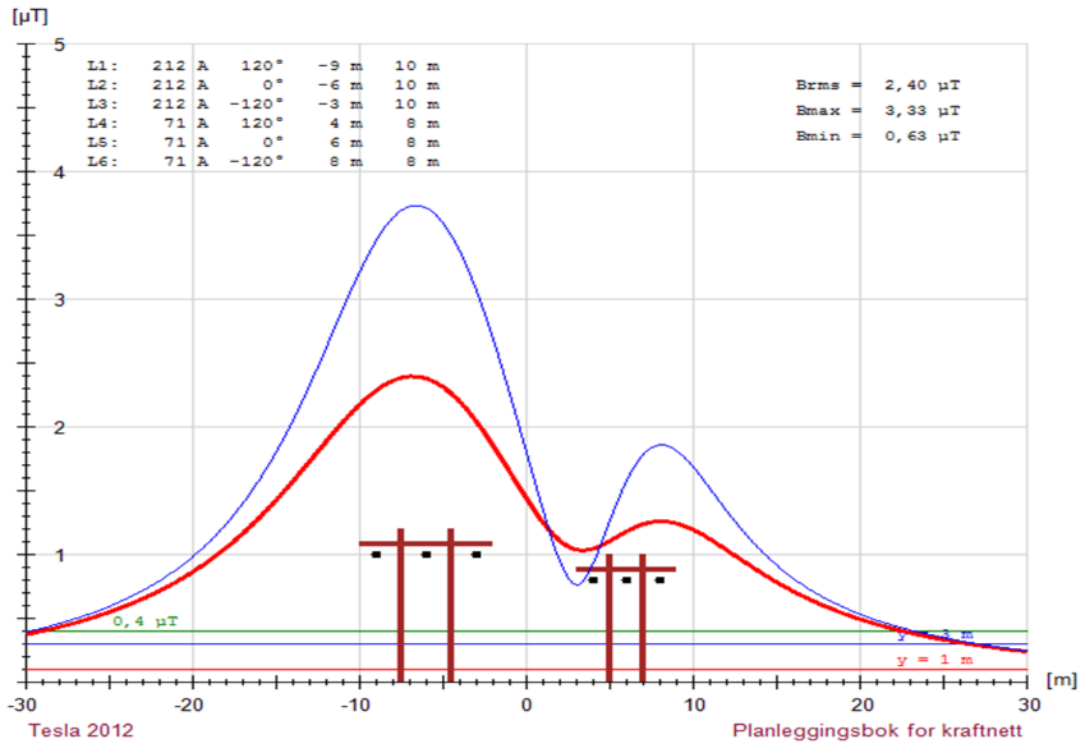


Fig 7. Beregnet magnetfelt rundt 300 kV kraftlinje over Dalseidebukten ved 212 A og 71 A strømstyrke. BKK 2012.

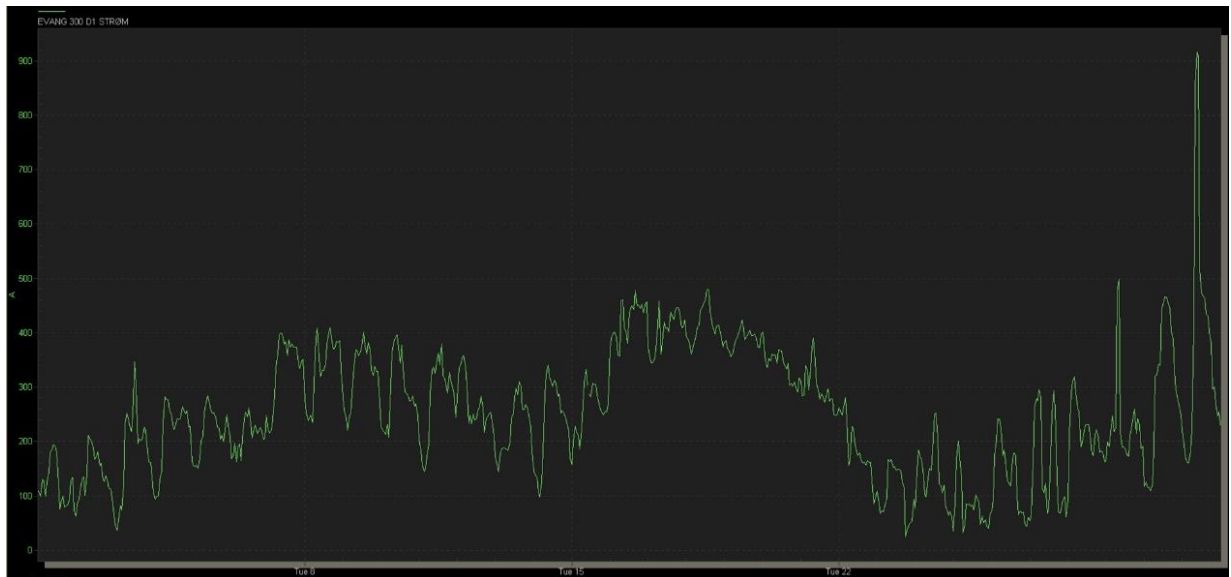


Fig. 8. Kjøremønster for Evanger-Dale kraftlinje i mai 2012. X akse er dato, Y akse er A, ampere. BKK 2012.



## Elektromagnetisme hypotesen

Basert på ovenstående observasjoner ble det utformet en hypotese kalt 'The electromagnetic hypothesis', det vil si en hypotese som foreslår at vandringene til den utvandrende smolten fra Vosso påvirkes av magnetfelt rundt kraftspenn som krysser utvandningsruten. Hypotesen ble presentert for forskerne og refereeene som deltok i Predatorprosjektet i et eget foredrag i forbindelse med oppsummeringen av predator prosjektet (Holst, 2013, appendix 2 i dette dokument). Hypotesen ble oversatt av de andre forskerne og er ikke blitt fulgt opp siden.

### Nye resultater etter 2013.

I 2015 og 2016 ble det gjennomført nye akustiske følgeforsøk i Vosso systemet (Haugen m fl 2016; 2017) med spesiell fokus på Vangsvannet og Evangervannet. Haugen m fl konkluderer slik i 2017 rapporten:

*«Prosjektet konkluderer med at Vossosmolten er utsett for høg predasjon, mest truleg frå stor aure i både Vangsvatnet, Evangervatnet og Straume-Stamnes. Miljøtilhøva ved Evanger kraftverk er ikkje akutt dødelege for smolten, men predasjonen i Evangervatnet kan vere særskilt høg pga mogleg forseinking i utvandringa grunna endra vasskvalitet, temperatur og straumtilhøve ved kraftverket. Den mest effektive måten å finne ut av den eventuelle totale effekten frå kraftverket vil vere å stogge kraftverket i periodar under utvandringa for å sjå om dette påverkar overlevinga, åtferda og framdrifta hjå laksesmolten. Då vi veit særst lite om predatorane i dei to innsjøsystema, særleg kva rolle stasjonær røye og aure, og sjøaure spelar, gjer prosjektet framlegg om at det i nær framtid vert gjennomført ei telemetristudie av desse, kombinert med innfanging med storruse for mageanalysar. Ein slik studie vil kunne gje svar på den relative rolle stasjonær og anadrom aure har på smoltpredasjonen i vassdraget. Denne informasjonen, saman med annan overvakingsinformasjon, vil vere viktig for å vurdere om auren er i ferd med å verte meir stasjonær og difor ein aukande trugsel for reetablingsprogrammet for laks i Vossovassdraget.»*

Her kan det legges til at under et tilsvarende smolt følge prosjekt i 2003 ble observert stor dødelighet hos smolt i Bolstadfjorden (Ikke publisert, Holst, Barlaup og LaCroix) men relativt mindre dødelighet mellom Straume og Stamnes.

I 2020 ble det gjennomført en oppfølgende studie omkring den høye smoltdødeligheten ved innløpet av Evangervannet. Denne studien hadde fokus på eventuelle effekter av vannet fra kraftverksutløpet og kraftverket ble stoppet i perioder slik at det ikke kom vann ut av kraftverket. Resultatet av studien oppsummeres slik i sammendraget (Vollset m fl, 2021):

«Sannsynligheten for å passere kraftverksutløpet var upåvirket av om kraftverket var på eller av, og vi konkluderer derfor at det er lite sannsynlig at vannføringen i kraftverket er en direkte årsak til den høye dødeligheten i første del av innsjøen.»

Studiene i 2015, 2016 og 2020 konkludere følgelig med at det skjer en stor overdødelighet spesielt nær innløpet av Evangervannet og at denne overdødeligheten ikke har noen med vannet som kommer ut av Evanger kraftverk.

## Kraftlinje over Evangervannet

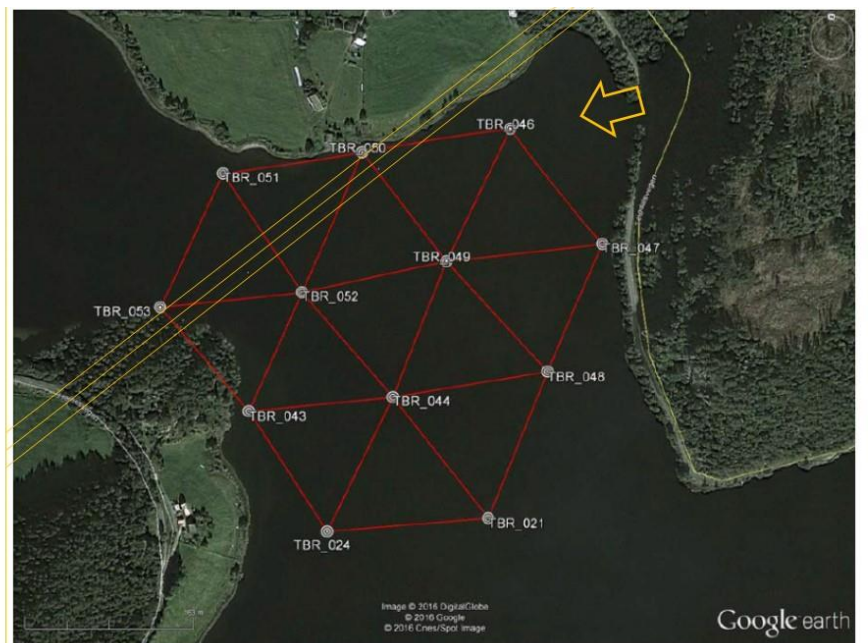
Tilsvarende som over Dalseideviken og Djupeviken passerer det en 300 kV kraftlinje rett over Evangervannet ca 300 meter vest for kraftverksutløpet, midt området hvor det forsvant mest smolt i 2015 studien (Fig 9 og 12). Denne kraftlinjen går traseen Evanger-Samnanger.

I de akustiske følgeforskene til Haugen og flere i 2015 utpekte området vest av utløpstunnelen til Evanger kraftverk seg som et område hvor smolten hadde en lav vandringshastighet og hvor det døde spesielt mye smolt. På denne bakgrunn ble det i 2016 gjennomført en ny undersøkelse hvor det blant annet ble gjennomført en triangulering med akustiske bøyer i området vest for kraftverksutløpet. På grunn av feil ved utstyret ga ikke trianguleringsforsøket resultater. Det er igjen uansett påfallende at kraftlinjen Evanger- Samnanger går nesten rett over trianguleringsnettverket (Fig. 9, 10 og 11).

I 2020 studien ved NORCE/NMBU var fokuset effekter av vannet som kommer ut av kraftverkstunnelen. I sammendraget skrives: *«Resultatene viser som tidligere studier at en stor andel av den merkede smolten blir spist i første del av innsjøen, og at smolten har en dybdeatferd som gjør at de unngår visuelle predatorer om dagen og vandrer om natten. Sannsynligheten for å passere kraftverksutløpet var upåvirket av om kraftverket var på eller av, og vi konkluderer derfor at det er lite sannsynlig at vannføringen i kraftverket er en direkte årsak til den høye dødeligheten i første del av innsjøen.»* Igen er det påfallende at kraftlinjen Evanger- Samnanger går nesten rett over et undersøkte området.

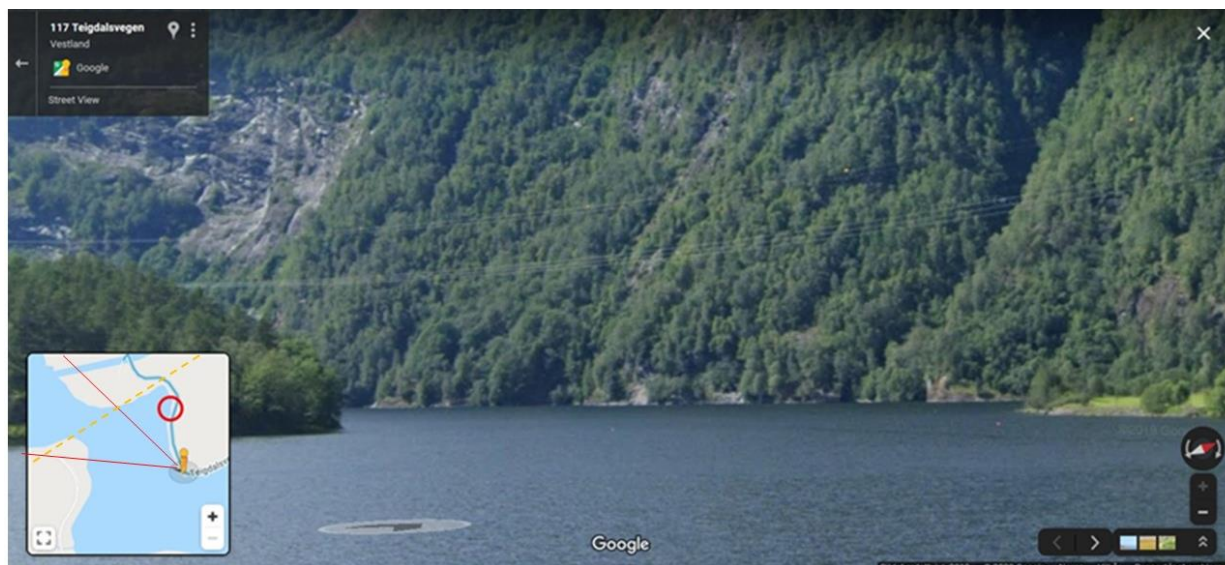


Figur 9. 300 kV kraftlinjen over Evangervannet ca 300 meter vest for utløpstunellen fra Evanger kraftverk. Kraftlinjen Evanger-Samnanger passerer rett over området hvor det ble observert at mye smolt døde i forsøkene i 2015 og 2016. Kraftlinje og kraftverksutløp merket av forfatteren.



Figur 10. Nettverk av lyttbøyer (TBR700 RT) i Evangervatnet for detaljert studie av vandringsåtfærd.

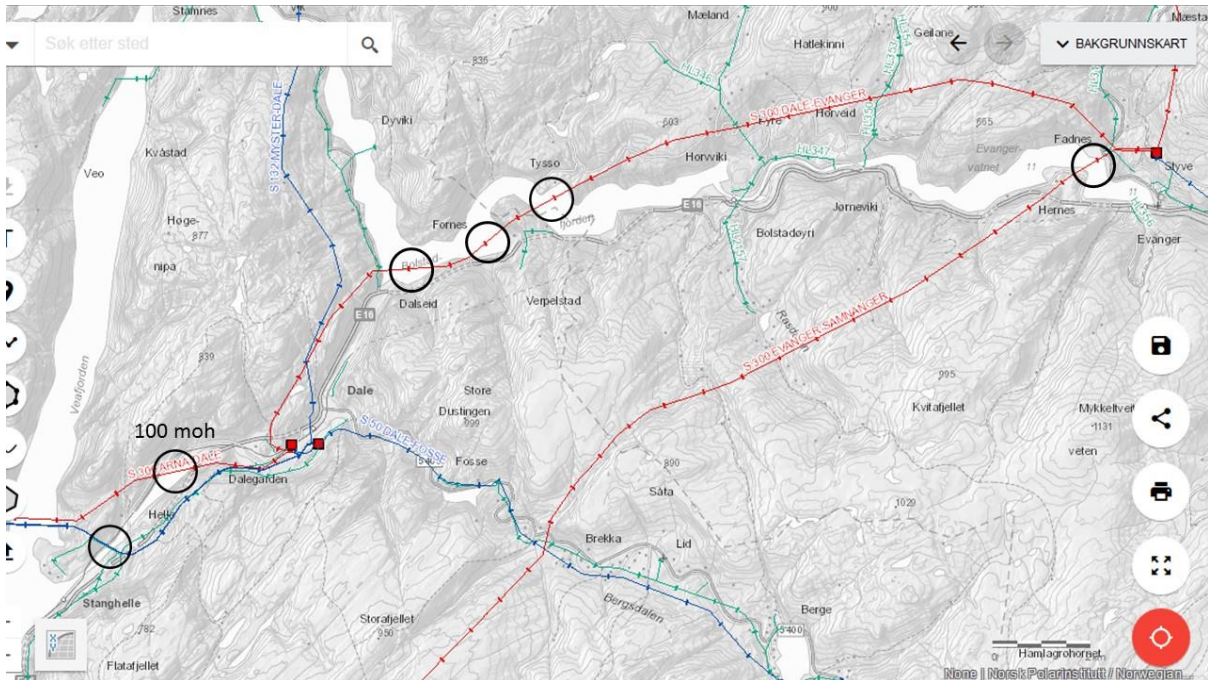
Figur 10. Figur 10 fra Haugen og flere 2017. Figuren viser trianguleringsnettverket med akustiske lyttbøyer sørvest for kraftverksutløpet for Evanger kraftverk. Kraftlinje og kraftverksutløp markert av forfatter.



Figur 11. 300 kV kraftlinjen Evanger-Samnanger over Evangervannet sett fra Teigdalsvegen i Google Street View. Høyden over vannet er ikke kjent. Utløpet for kraftverksvannet er merket med rød sirkel i det lille kartet nederst til venstre. Gul figur viser utsiktsposisjon og røde linjer viser ca synsfeltet i bildet. Prikket gul linje viser kraftlinjen. Se figur 12 for geografiske plassering. Dette spennet er sirkelen lengest til høyre i figur 12.

## Kraftlinjer over Dalevågen

Også i Daleelven er det blitt observert en kraftig smoltdødelighet i nærområdet til elven i ulike følgeforsøk. Dette beskrives i Predasjonshypotesen (Holst og Skilbrei, 2011, appendix 1). Det går en 300 kV og en 120 kV kraftlinje over Dalevågen (Fig. 12).



Figur 12. Kryssinger av kraftlinjer over Vosso og Daleelvns smoltvandring markert med svarte sirkler. Røde kraftlinjer er 300 kV mens blå er 120kV. Det er en 300 kV kryssning over Evangervannet og tre 300 kV kryssinger over Bolstadfjorden. Videre en 300 kV og en 120 kV kryssing over Dalevågen.

## Kraftlinjenes alder og kjøremønster

I følge innhentet informasjon ble kraftlinjen Evanger-Dale bygget som 300 kV linje i 1969. Linjen Evanger-Samnanger ble bygget som 300 kV i 1990 med idriftsettelse er ikke kjent. Så langt er det ikke innhentet data på idriftsettelses år for 300 kV linjen Dale-Arna og 120 kV linjen over Dalevågen.

Det foreligger kun data på kjøremønster i form av A (Ampere) over tid i løpet av smoltutvandringen for linjen Evanger-Dale for mai 2012 (BKK, se over). Det vil være viktig med kjøredata under smoltutvandringen for alle de fire linjene vist i figur 12 for alle år de har vært operative for å kunne beregne hvordan det elektromagnetiske feltet, T (Tesla), har variert over år og gjennom smoltvandringen det enkelte år.



## Laksefiskeres kvalitative observasjoner i forhold til laksefiske under kraftlinjer

Det finnes mye litteratur på hvordan fisk utnytter jordens magnetfelt til navigasjon i havet. Det går ikke videre inn på dette her. Videre finnes det mange kvalitative observasjoner på at det ofte er godt laksefiske under kraftlinjer som henger over lakseelver. Et raskt søk på nettet brakte opp ulike referanser:

### How A Salmon Navigates

av Jock Monteith, River Tay, Skottland

<https://www.salmon-fish-scotland.com/the-atlantic-salmon>

*It has always amazed people as to how these fish can navigate thousands of miles to & from their oceanic feeding grounds but from what I've seen over the years here are my views. As a professional salmon guide you get to know intimately where salmon will hold up on any individual stretch of the river. On any salmon fishing venue where overhead power lines cross the river you'll always find a salmon lie directly underneath the wires.*

### Salmon Fishing Safety

*The above is no doubt due to the electro magnetic field caused by live power cables which confuses the salmon's navigational instincts the same way your compass needle would spin if you walked under the same power cables. Great care however must be taken not to be casting close to these man made constructions due to the potential power surge that can arc the electrical current to a fishing rod and cause serious injury or death even when these cables are position high up off the river. The only way to fish these areas is with a long line from an upstream boat or riverbank position and never 'ever' close to the overhead wires or within the often signposted 'no fishing' areas.*

### Salmon Under Overhead Power Lines

*To confirm my theory on the magnetic field that salmon use to navigate I recall power lines being re-sighted by the electricity company on one of the salmon beats I used to work on and amazingly the salmon lie moved instantly to the new power line location and no further salmon were ever seen or caught at the old location which had consistently produced salmon for decades since the wires where originally installed. This was all the proof I needed regarding how salmon manage to navigate to sea and back as it became clearly obvious that the magnetic field*



*could be the only viable explanation paired with an acute sense of smell which also assists salmon to return to their natal river.*

Videre finner en på lenken under en lengre diskusjon blant laksefiskere som understøtter at det ofte er gode fiskeplasser under kraftlinjer:

<https://www.salmonfishingforum.com/forums/general-board/140742-power-lines-salmon.html>

Her følger noen kommentarer fra denne diskusjonen:

**JSO:** *This is exactly correct. There is no doubt that salmon lie under power lines, probably attracted by the magnetic field that is created by them. Power lines on wooden poles are normally at a height of around 5.5m they are usually not insulated and carry between 230v and 130,000v. Overhead power lines carried on pylons are not insulated and can carry up to 400,000v both types can arc over 15m, you do not have to touch them with either rod or line.*

*Is this really the best place to stand in water waving around 15ft of carbon fibre with 60 or more feet of wet line attached to it? Most of us have done it at some time but no Salmon is worth dying for. I will not fish within 30m of any power lines.....most of the time.....*

**Kingfisher:** *The Bonhill pool on the River Leven (Dunbartonshire) has a pair of near submersed cables (Fig. 13) and in between is a good spot for taking a fish or two out of it. Last July I had a good fish from in between them.*

**westie4566:** *No offence chaps but have fished wonderful pools under electricity wires for over 4 decades.*

*These are of both the wooden pylon variety and the big, 'mileage munching' metal variety.*

*In fact, last Friday's fish came from right under a set of the former on the South Esk....a wee run we call the 'other wires' as we already have a 'Wires Pool' that is also very productive.*

*We also, have a wires pool on our Westwater fishing.....yup equally productive.*

*Bear in mind also the likes of the Durris Stream on the Park Beat of the Dee. An historically good spot.....yet again under wood pylons.*



Figur 13. Bonhill Bridge Poll, River Leven, Dunbartonshire, Scotland. De to undervannskablene sees rett over gjerdet ut fra venstre elvebredd. I bakgrunnen et avløpsrør i betong. Fra Google Street View. Kablene sees også godt på satellitt bilde. Bilde tatt ut av JCH for illustrasjon.

## Noen norske laksefiskeres observasjoner

Tilsvarende opplyser Ole Kristian Skorve, Voss Jeger og Fisk, at han og fiskekamerater under fiske i Vosso, Lærdalselven, Gaula i Sør-Trøndelag og i Austre-Ranga på Island har erfart at det er bedre fiske under kraftlinjer enn på andre sammenlignbare strekk.

Observasjonene og konklusjonene som refereres over er kvalitative observasjoner til personer med lang erfaring med fiske etter laks i elver. Observasjonene er gjort gjennom lange fiskekarrierer og helt uavhengig av fremsettelsen av hypotesen dette dokumentet handler om. Observasjonene disse fiskerne har gjort antyder at kraftlinjer og derved magnetfelt over elver kan påvirke vandringen til modnende laks. De kvantitative observasjonene av store ansamlinger av smolt under kraftlinjen over Dalseideviken og Djupeviken i Bolstadfjorden og under kraftlinjen over Evangervannet, kombinert med de kvalitative observasjonene gjort av laksefiskerne, underbygger at magnetfelt under kraftlinjer kan påvirke vandringene til utvandrende laksesmolt.

## Oppsummering

I dette skrevet er Predasjonshypotesen slått sammen med Elektromagnetisme hypotesen til 'Den kombinerte predator og elektromagnetisme hypotesen for å forklare overdødelighet hos utvandrende smolt i Vosso'.

Den kombinerte predasjons- og elektromagnetiske hypotesen kan kort oppsummeres slik: På grunn av økologiske endringer i fjordbeiteområdene til estuarieørreten i Vosso og Dale elven, spesielt koblet mot nedgangen i brislingbestanden i Osterfjordsystemet, har disse bestandene endret beitemønsteret fra fjordbeiting til større fokus på beiting av utvandrende smolt i smoltutvandringsperioden. Denne beitingen skjer både i innsjøene Vangsvannet og Evangervannet og i estuarieområdene i Bolstadjorden fra Bolstad til Stamnes og for Dalelaksen i Dalevågen ut til Stanghelle. Samtidig fører elektromagnetiske felt under kraftlinjer over utvandringsruten til at smolten fra Vosso og Daleelven forsinkes/forvirres under utvandringen fra elvene til fjorden. Denne forsinkelsen favoriserer estuarieørretens beiting på smolten i Evangervannet, Bolstadjorden og Dalevågen. Parallelt med at estuarieørreten har mistet brisling som viktig byttedyr i smoltutvandringsperioden har det samme skjedd for rene fjordpredatorer som lyr, sei og torsk. Det er rimelig å anta at også disse artene har lagt over til større grad av smoltbeiting etter kollapsen i brislingbestanden. Totalt sett har disse tre nye faktorene ført til en overdødelighet som kraftig reduserer overlevelsen av smolten som vandrer ut fra Vosso og Dale.

Brislingfiskerne observerte at brislingbestanden forsvant fra Osterfjordsystemet rundt slutten av 1980-tallet (Vollset m fl, 2014, kapitel 5, side 89) mens kraftlinjen Evanger-Dale ble bygget i 1969. Evanger-Samnanger linjen ble bygget i 1990. Dersom det stemmer at estuarieørreten endret beitevaner fra fjord til mer innsjø/estuarie beiting mot slutten av 1980-tallet er det god overenstemmelse tidsmessig mellom slik endret beiteadferd, magnetfeltet over Evangervannet og bestandskollapsen i Vosso laksen. Magnetfeltene over Bolstadjorden kom allerede i 1969 og oppsamling av smolt her kan ha ført til økt dødelighet for smolt allerede da og med en videre forsterkning etter at brislingbestanden i Osterfjorden forsvant på slutten av 80-tallet.

I samme periode skjedde også senkningen av Vangsvannet som i noen år rundt 1990 må antas å ha ført til redusert smoltproduksjon fra Vosso. Lus fra oppdrett var trolig en signifikant dødelighetsårsak for utvandrende smolt fra Vosso og Dale fra en gang på 1980-tallet til rundt 2002. Siden da regnes lus for å ha vært av mindre betydning og kan i alle tilfeller ikke forklare den vedvarende kollapsen i laksebestanden i Vosso.

## Prosjektforslag

På grunnlag av ovenstående foreslåes det at det settes sammen en styringsgruppe med deltakelse fra Statnett, BKK, Miljødirektoratet, NVE, forskningsmiljøet og undertegnede for å jobbe frem et prosjekt, inkludert finansiering, for å teste 'Den kombinerte predasjons- og elektromagnetisme hypotesen for Vosso' med målsetning om at hypotesen testes i 2022-2023.

Gruppens mandat skal være å utarbeide en prosjektbeskrivelse med målsetning å undersøke i hvilke grad magnetfelt rundt kraftlinjene som går over Vosso- og Dalelaksesmoltens utvandringsveier kan ha en forsterkende effekt i forhold til predasjon og eventuelt en selvstendig effekt i forhold til å påvirke/forvirre utvandringen til smolten.

Samtidig bør resultatene fra alle følgeforskningene settes sammen og analyseres med målsetning å prøve å identifisere

Undertegnede har lang erfaring med prosjektledelse i ulike forskningsprosjekter blant annet på laks i havet, lakselus og i Vosso og kan delta som prosjektleder i et eventuelt prosjekt.

# Appendix 1: Kan Predasjonshypotesen avdekke Faktor X i mysteriet om Vossolaksen?

Jens Christian Holst og Ove Skilbrei.

Havforskningsinstituttet

2011

## Innledning

Mysteriet omkring Vossolaksens kraftige tilbakegang er etter hvert over 20 år gammelt. Et stort antall undersøkelser er gjennomført i alle faser av Vossosmoltens elv og fjordfase uten at man har funnet en forklaringsmodell for den kraftige tilbakegangen i havoverlevelsen i bestanden. Den kanskje sterkeste potensielle kandidaten på det som er blitt kalt Faktor X har vært dødelighet pga av lakselusinfeksjon langs fjordutvandringsruten. Et stort antall kontrollerte lusbehandlingsforsøk fra Dale og Vosso har imidlertid ikke gitt entydige resultater og konklusjoner. Noen forsøk har vist en viss effekt av lus mens de fleste utsettingene ikke har kunnet påvise noen forskjeller mellom beskyttet og ubeskyttet smolt. Resultatene indikerer derfor sterkt at den såkalte Faktor X ikke kan være lusinfeksjoner, selv om lakselus helt sikkert har påvirket stammene negativt. Denne konklusjonen støttes av det faktum at laksebestander som ligger lengre ute i fjordsystemet, som Arna, Lone og Dale, har vesentlig bedre havoverlevelse enn Vosso, til tross for at disse bestandene også må vandre igjennom det samme lusinfeksjonsbeltet utenfor Nordhordlandsbroen (NHB). Området innenfor NHB er kjent fra oppdrett å omtrent ikke ha luspåslag noe som stemmer overens med observasjoner fra utvandrende laksesmolt fanget innenfor NHB, som ikke har luspåslag.

På den annen side viser et akustisk følgeforsøk fra Vosso og flere fra Daleelven at en stor andel av fisken dør før den kommer til NHB (over 90 %) sammenlignet samme vandringslengde i andre forsøk i Norge og Canada. I flere tilfeller har smolt med akustisk merke tydelig endret adferd før den forsvant, den har stoppet vandringslengden og øket svømmedypet. Dette indikerer at fisken har blitt spist av en predator. I forsøket fra Vosso døde alle før de kom til NHB og mange av merkene havnet i predatormager noe som kan konkluderes ut fra at merkene oppførte seg totalt i forhold til forventet smoltadferd og ble lik typisk predatoradferd. Man må regne med at predatornaiv settesmolt har høyere dødelighet etter utsetting enn villsmolt, men det

gjenstår likevel et inntrykk av at dødeligheten i dette fjordsystemet er relativt høyt. Dette stemmer også overens med at slipp av smolt og slipp utenfor broen har over en årrekke gitt generelt langt høyere gjenfangster av voksen laks enn tilsvarende slipp lenger inne.

Undersøkelser for å prøve å finne hva denne overdødeligheten i det indre fjordsystemet kan skyldes har så langt utelukket vill predatorfisk ved oppdrettsanlegg og regnbueørret. Det ble i 2010 fanget et stort antall sei ved oppdrettsanlegg i Sørfjorden uten at de hadde spist en eneste smolt til tross for at anleggene ligger midt i smoltens utvandningsrute. Heller ikke annen torskefisk fanget i dette området, mellom oppdrettsanleggene, hadde spist smolt. Tilsvarende er det aldri funnet laksesmolt i mager av rømt regnbueørret fra Osterfjordsystemet til tross for at et stort antall mager er undersøkt (Skilbrei og Holst, upubliserte data). På den annen side ble det i 2010 og 2011 funnet til dels mye smolt i sjørretmager, spesielt inne i Bolstadfjorden. Smolten ble stort sett funnet i mager av såkalt estuarieørret, en spesiell sjørrettype med lang kjeve og klare fiskepisende trekk.



Figur 1. Estuarieørret fanget i Bolstadfjorden med 6 laksesmolt i magen.

Sommeren 2011 er det for første gang på mange år observert stor innvandring av Vossolaks basert på laks satt ut i bestandsforsterkingsprosjektet i regi av Vossolaugget. Denne innvandringen er meget gledelig og danner grunnlag for naturlig gyting av Vossolaks og gir således pusterom i forhold til å bevare Vossostammen. Likevel er det like viktig å identifisere Faktor X slik at det i løpet av pusterommet som er oppstått blir mulig å eventuelt treffe tiltak som kan gjøre det mulig å evaluere om det skal treffes tiltak i forhold til Faktor X for å gjøre Vossostammen til en selv bærende bestand uten behov for kunstige forvaltningstiltak i fremtiden.

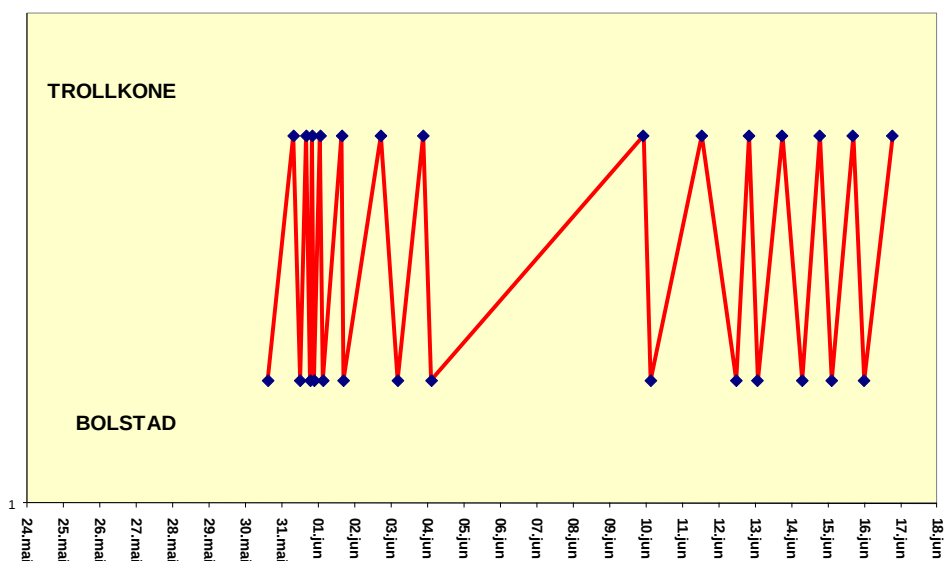


På bakgrunn av all tilgjengelig informasjon er det satt opp en hypotese vi kaller Predasjonshypotesen og som vi mener har potensial til å forklare den sterke nedgangen i havoverlevelse i for Vossolaksen. Hypotesen sier at på grunn av økologiske endringer i estuarie- og sjøørretens sjøhabitat har beitettrykket fra ørret på utvandrende smolt øket så kraftig at denne predasjonen kan forklare hovedandelen av nedgangen i havoverlevelse. De økologiske endringene er en indirekte effekt av forhøyet lusinfeksjon i sjøørretens ytre beiteområder som tvinger sjøørreten tilbake til arealer med akseptabel salinitet for lusinfisert fisk kombinert med at brislingbestanden i Osterfjorden nærmest er forsvunnet. Disse to forhold har fremtvunget helt nye beitemønstre fra ørreten i fjordsystemet i retning av vesentlig høyere beitettrykk på smolt i mai-juni. I tillegg kan man også se for seg muligheten for at de årlige, forutsigbare utsettingene av predatornaiv smolt i Vosso også kan ha påvirket fødestrategiene til ørreten i dette systemet.

På linje med alle andre hypoteser som er fremsatt trenger ikke denne å være riktig men det vil være like viktig å teste denne som alle de andre som er undersøkt. I det følgende beskrives en del observasjoner som underbygger hypotesen og det argumenteres for at hypotesen testes ved hjelp av fokuserte undersøkelser snarest mulig.

### **Akustikk**

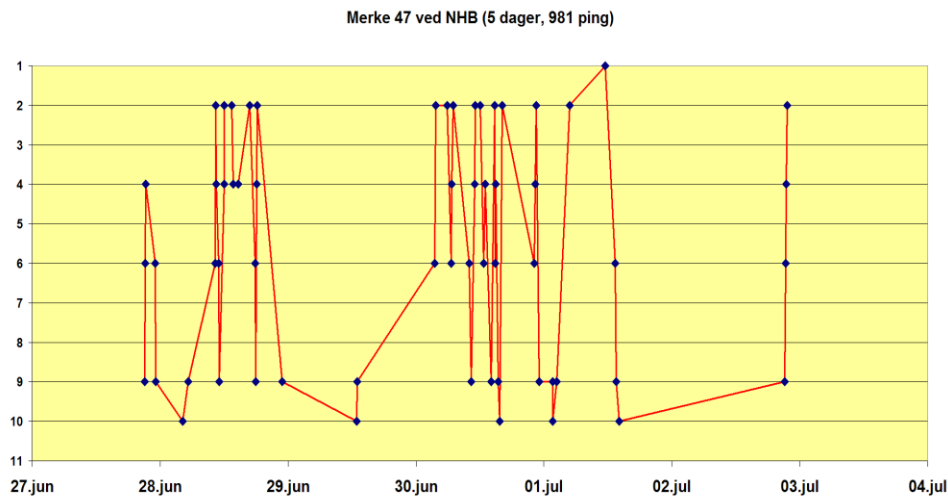
Flere akustiske følgeforsøk på laksesmolt fra Vosso og Daleelven har alle en relativt stor dødelighet i områdene nær elven i forhold til andre direkte sammenlignbare studier både fra Norge og Canada. Metodisk skal det ikke være noen grunn til denne overdødeligheten, det ble benyttet identisk metode, tildels med de samme personene involvert i forsøkene. Forsøkene er utført både på klekkeri- og villfisk med sammenlignbare resultater. I tillegg til forhøyet dødelighet viser flere følgeforsøk fra Vosso og Dale (Holst, Skilbrei, La Croix, Barlaup, upubliserte data) at mange av de akustiske merkene med stor sannsynlighet havnet i predatormager fordi merkene fikk en oppførsel når de kom ut i fjorden som var helt utypisk for laksesmolt men typisk for fiskepredatorer i fjordsystemet. Et merke vandret for eksempel 27 ganger mellom Bolstad og Trollkonetunellen i løpet av 19 dager (Fig. 1) og et annet merke 4 ganger mellom Bolstad og Straume. Farten disse merkene hadde var i noen tilfeller langt over den farten det man vet laksesmolt svømmer med og dypet var større. Adferden minner om en predator som systematisk følger smoltstimer fra elvemunningen og utover for deretter å snu innover til elvemunningen igjen for å vente på neste stim.



Figur 1. Akustisk merke i predatormage, høyst sannsynlig i sjøørret i Bolstadfjorden i 2003.

Av 5 av 125 merker som kom ut til Nordhordlandsbroen i et forsøk i 2003 hadde samtlige en adferd ute ved broen som antyder at de lå i predatormager (Fig. 2) da de oppholdt seg i området ved broen i opptil 60 dager. I 2003 ble det spekulert i om Nordhordlandsbroen kunne være en sperre for smoltvandringen. Oppfølgende forsøk med utsetting av akustisk merket smolt rett innenfor broen (Skilbrei og Holst) viste at laksesmolt passerer under broen uten særlig opphold. Hypotesen om predatordrevet dødelighet støttes altså sterkt av de akustiske forsøkene som er gjort fra Vosso og Dale.

## Nr 47 ved NHB



Figur 2. Akustiske merkeregistreringer i predatormage ved Nordhordlandsbroen. Y-aksen er pontongnummer regnet nordfra på Nordhordlandsbroen. Denne predator (merke) var ved broen i 5 dager, en annen i 60 dager, med avbrudd innimellom.

Overlevelsen fram til Nordhordlandsbroen har vært langt mer normal når fisken har blitt sluppet direkte i fjorden utenfor Daleelv sammen med flere tusen andre smolt. Disse vandret fortere ut fjorden og har mange ganger høyere overlevelse både fram til broen og tilbake til elven som voksne laks (snutemerket smolt) enn tilsvarende grupper av smolt som ble sluppet i Dalelven. De sistnevnte kom ut i fjorden over en periode på flere uker, og måtte derfor vandre i langt mindre grupper. Dette peker også på at predasjonen kan være en viktig forklaringsfaktor, ettersom fisk i større stimer er bedre beskyttet mot predatorer.

### Trålforsøk

Osterfjordsystemet har også utmerket seg i forhold til trålforsøk på utvandrende laksesmolt i forbindelse med lusundersøkelser i perioden 1998-2011. Det er i denne perioden blitt trålt i et stort antall fjorder på Norskekysten fra Hardangerfjorden til Neidenfjorden i Finmark. Generelt har det aldri vært noe problem å fange laksesmolt, men i Osterfjordsystemet er det generelt fanget få og spesielt i området Stamnes-Stanghelle (Veafjorden) er det ikke blitt fanget smolt. Veafjorden er hovedutvandningsruten til Vossosmolten og det er rimelig å forvente at det i dette

området skulle fanges et minst like stort antall her som for eksempel utenfor Loneelven. Det er blitt spekulert i om smolten i dette systemet gikk dypere eller nærmere land enn i andre fjordsystemer. Med all tilgjengelig informasjon er det i dag mer rimelig å anta at det ikke var særlig mye smolt i Veafjorden, en stor andel var blitt spist lengre inne. Observasjonene samsvarer godt med resultatene av de akustiske følgeforsøkene.

### **Mageundersøkelser predatorer**

Undersøkelser av mager av potensielle predatorfisker i området Bolstad-Nordhordlandsbroen i mai-juni 2010 (Holst, Skilbrei, Barlaup) viste at kun sjøørret spiste laksesmolt av de artene som ble fanget. Materialet består foruten sjøørret av ca 600 potensielle predatorer på laksesmolt, spesielt sei, lyr, regnbueørret og torsk fanget midt i utvandningsruten til laksesmolten. I tillegg til dette materialet finnes ca 100 regnbueørret fanget i utvandningsperioden og utvandningsruten i 2000 uten smolt i magene. Sjøørret nær elveosen ved Bolstad spiste til dels mye, med opptil 14 laksesmolt funnet i *en* sjøørretmage, gjennomsnitt 3.8 i Bolstadfjorden. Mengden smolt i sjøørretmagene avtok sterkt når en kom ut av Bolstadfjorden. Tilsvarende resultater ble funnet i et kombinert trål-dorgefiske i mai 2011. Resultatene av mageundersøkelsene stemmer godt overens med resultatene fra de akustiske følgeforsøkene og trålforsøkene.

### **Brislingbestanden i Osterfjorden**

Lokale fiskere har observert at brislingbestanden i Osterfjordsystemet er mer eller mindre forsvunnet. Tidligere hadde lyr og sei 'alltid' brisling i magene, nå er dette en sjeldenhet. Når dette skjedde er usikkert men det kan godt hende at det skjedde på 80-90-tallet. I 1984 gjennomførte HI et trålakustisk tokt i Osterfjordsystemet og observert og fanget brisling i trål. Etter at HI startet smolttråling i Osterfjordsystemet rundt år 2000 har vi knapt fanget brisling i Osterfjordsystemet eller sett brislingstimer på ekkolodd mens vi har til dels fått store mengder brisling i Hardangerfjorden, Sognefjorden og Nordfjord (opp til 3-5 tonn /hal). Det at en viktig byttedyrsbestand som brisling med stor sannsynlighet er kraftig desimert av ukjente årsaker betyr at estuarieørretens må finne alternativt bytte, spesielt i mai før 0-gruppe av årets sildeyngel blir tilgjengelig ut i juni. Denne endringen i byttetilgjengelighet antas å ha ført til en storskala endring i estuarieørretens beitevaner hvor laksesmolt er blitt et viktigere byttedyr enn tidligere i en ellers næringsfattig periode. Observasjonene fra magene stemmer godt overens både med de akustiske følgeforsøkene, trålforsøkene og mageundersøkelsene.

### **Prematur tilbakevandring av sjøørret**

Områdene utenfor NHB er beskrevet å gi stor infeksjon på både liten sjøørret, for eksempel i områdene ved Herdla i 2010 (Barlaup) og stor sjøørret som siden fanges prematurt tilbakevandret til for eksempel Bolstadfjorden (Barlaup), Dalevågen og områdene utover mot Nordhordlandsbroen (Holst, Jakobsen). Under trålforsøkene i Osterfjordsystemet ble det som beskrevet omtrent ikke fanget laksesmolt mens vi gjorde noen av de største fangstene av sjøørret i noen fjorder på Norskekysten med opptil ca 50 fisker i et hal (Holst, Jakobsen, Holm), flere med store lusinfeksjoner. Området innenfor Nordhordlandsbroen er kjent som et område med *for* lav salinitet for lakseluspåslag de fleste år og er derfor et attraktivt område for oppdrett (ref: oppdrettere i Sørfjorden). Den store sjøørreten med store påslag av adulte lakselus gjør altså en prematur tilbakevandring fra ytre beiteområder til områdene innenfor Nordhordlandsbroen og helt inn i Bolstadfjorden. I tillegg er det en bestand av 'estuarie ørret' både i Bolstadfjorden og Dalevågen med et kortere vandringsmønster enn den vanlige sjøørreten som gjør lengdeavhengige vandringer ut mot havet. Mageprøvene viser at det generelt er dårlige beiteforhold for sjøørret i fjordsystemet og at de spesialiserer seg på utvandrende smolt i den perioden denne er tilgjengelig.

### **Sjøørretbestandene i Osterfjordsystemet**

Bestandene av sjøørret i elvene innerst i Osterfjordsystemet gjør det generelt godt og for eksempel Teigdalselven har vist en økning i sjøørretbestanden siden 1990 (Barlaup). Bestandene betegnes som gode og på bærekraftige nivåer. Tilsvarende viser de ytre elvene som Lone og Arna en mindre positiv utvikling for sjøørret og det observeres prematur tilbakevandring til elvemunningen i disse elvene (Wiers). Dette kan tolkes som at fisk fra disse elvene i mindre grad bruker fjorden som prematurt tilbakevandringshabitat men må helt tilbake til munningen for å finne tilfredsstillende salinitet i forhold til de osmotiske problemer som oppstår pga lusinfeksjonen. Dette kan forklare at sjøørretbestandene gjør det bedre i de indre enn de ytre bestandene. Sjøørretbestandene i Øygarden har også vist en meget svak utvikling og er til dels borte (Gunnar Bakke) og sjøørret fanget ved Herdla i 2010 hadde store luspåslag (Barlaup). Der er usikkert hvor store de potensielle ørretpredorbestandene på laksesmolt er men et enkelt regneeksempel kan antyde hvilket predasjonspotensial en enkelt sjøørret har:

Sjøørreten øverst i figur 1 ble fanget i osen på Bolstad med 4 smolt i magen, vekten var 2.5 kilo. Sjøørret med fri nærinntilgang vil fordøye ca 3% av sin egen kroppsvekt pr dag som tilsvarer ca 170 smolt for denne fisken på 50 dager (1 mai-20 juni). Teoretisk kan da ca 200 slike fisk spise hele den ville utvandringen fra Vosso som er beregnet å være ca 35.000. Smolt-spisende sjøørret som ble fanget utenfor Bolstaddosen i begynnelsen av mai hadde en meget lav

kondisjonsfaktor og det fremgår av figur 1 at fisk i dette området må ha hatt meget god mattilgang for å oppnå en kondis på ca 1.3 som denne fisken hadde da den ble fanget.



Fig x. Estuarieørret og vanlig sjøørret fanget i Bolstadfjorden 2 juni 2011. Estuarieørreten hadde 4 smolt i magen.

### Hypotesen

Hypotesen om 'Prematur fjordtilbakevandring av sjøørret' kan på denne bakgrunn settes opp som følger: På grunn av forhøyet lusinfeksjon i ytre beiteområder for sjøørret, anslått fra ca Nordhordlandbroen og ut til havet, får man en prematur tilbakevandring til fjordområder med akseptabel salinitet i forhold til å kompensere for de osmotiske problemene lusinfeksjonen forårsaker. Dette fører til en høyere tetthet av sjøørret i indre fjordområder enn det som vil være naturlig uten en forhøyet lusinfeksjon i ytre strøk. I tillegg til tilbakevandringseffekten kan det ha skjedd en forskyvning i relativ mengde mellom den vandrende sjøørreten og 'estuarieørreten' dersom det er en intern konkurranse mellom disse. En forskyvning i favør av



estuarieørreten, med bestandsoppbygging av denne, kan ha økte beiting på laksesmolt ytterligere fordi det er rimelig at denne bestanden er mer spesialisert på smoltbeiting.

Sjøørret er kjent som en meget effektiv fiskepredator og predatorfisket i Osterfjordsystemet dokumenterer at sjøørret spiser laksesmolt i systemet og har potensial til å spise mye. På grunn av den spesielle geografien med et langt estuarie (Bolstadfjorden/Dalevågen) og et smalt fjordsystem med stor ferskvannsavrenning blir arealet som er aktuelt for prematur fjordtilbakevandring spesielt stort og dekker en lang andel av laksesmoltens vandringsrute til havet. Mengde smolt i sjøørretmagene avtok sterkt utover og sjøørret fanget fra Stamnes og utover hadde ikke mat i magene. Dette antyder at det generelt er lite mat for en fiskepredator som sjøørret i systemet, noe som også stemmer godt overens med at brislingbestandene i området er kraftig redusert i forhold til tidligere. Sjøørreten som står i det indre fjordsystemet vil derfor til dels spesialisere seg på beiting på smolt som en sikker og godt timet årlig kilde til mat. Denne type sesongbestemte fødemigrasjoner er beskrevet hos et stort antall terrestre og marine dyr. Sjøørret er en effektiv fiskebeiter og det skal ikke en veldig stor bestand til hvis de spesialisere seg på smolt i elvemunningen og det indre estuariet, Bolstadfjorden. I tillegg kan det skje tilsvarende predasjon ved utløpet av Vosso i Evangervannet og i Evangervfjorden.

### **Avsluttende kommentarer/anbefaling**

Hypotesen om 'Prematur fjordtilbakevandring av sjøørret' er et forsøk på en helhetlig økologisk forklaringsmodell på noe som har vist seg å være en nøtt å knekke. Hypotesen kan ved første øyekast virke usannsynlig men den må forfølges og undersøkes tilsvarende de andre hypotesene som har vært undersøkt.

Det er estimert at det vandrer ut ca 35.000 laksesmolt fra Vosso årlig (Barlaup). Dersom man anslår den potensielle predatorbestanden av estuarie- og sjøørret i systemet å være 1000 fisk blir dette 35 per sjøørret i løpet av utvandringsperioden til laksesmolten som er ca 40 dager om 5 mai-15 juni legges til grunn. Dette betyr at hver sjøørret kun trenger å spise i underkant av 1 smolt pr dag for at 35 000 smolt skal spises. Når en sjøørret i Bolstadfjorden hadde 14 smolt i magen *en* dag og gjennomsnitt antall smolt som ble spise var 4 i samme område synes det ikke urimelig å slutte at estuarie- og sjøørret kan stå for en meget stor dødelighet i smoltbestanden som forlater Vosso.

Det kan hevdes at predasjon fra sjøørret er en naturlig prosess og således uinteressant å undersøke videre fordi man ikke skal blande seg inn i naturlige prosesser. Menneskelig aktivitet har i alle økt fall luskonsentrasjon i ytre beiteområder for sjøørret og kan kanskje også ha medvirket til at brislingen er borte fra Osterfjordsystemet. Det må ansees som viktig å få klarhet i dette for å kunne vurderer eventuelle tiltak. Det vil også være av interesse å avklare hypotesen

fordi den vil gi store konsekvenser for hvilket utsettingsregime som skal benyttes i Vosso i fremtiden, både under forsterkningprosjektet og etter at det er avsluttet. Et annet moment er at det vil ha betydning å avklare alle forhold av betydning for overlevelsen av Vossolaksen etter at den kunstige smoltproduksjonen opphører og Vosso skal stå på egne ben. Dersom "Faktor X" fortsetter å være et uavklart problem på dette tidspunktet er det en risiko for at havoverlevelsen til laksebestanden i Vosso vil fortsatt være for lav uten kunstig hjelp.

Vi foreslår at det igjen trommes sammen til dugnad på Vossolaksens vegne og at det planlegges og gjennomføres et prosjekt i 2012-2013 som tester Predasjonshypotesen. Det finnes gode metoder og personell som kan gjennomføre arbeidet og sannsynligheten for at hypotesen kan og vil bli testet reelt i et slikt prosjekt ansees som høy. Så får tiden vise om den forkastes eller antas, å la den forbli utestet synes meningsløst gitt alt arbeidet som er lagt ned hittil.

## Appendix 2: Foredrag J C Holst 2013. The Vosso electromagnetic hypothesis and why it should be tested

Foredrag holdt for forskere og refererer ved avslutningen av Predatorprosjektet i 2013.



# The Vosso electromagnetic hypothesis and why it should be tested

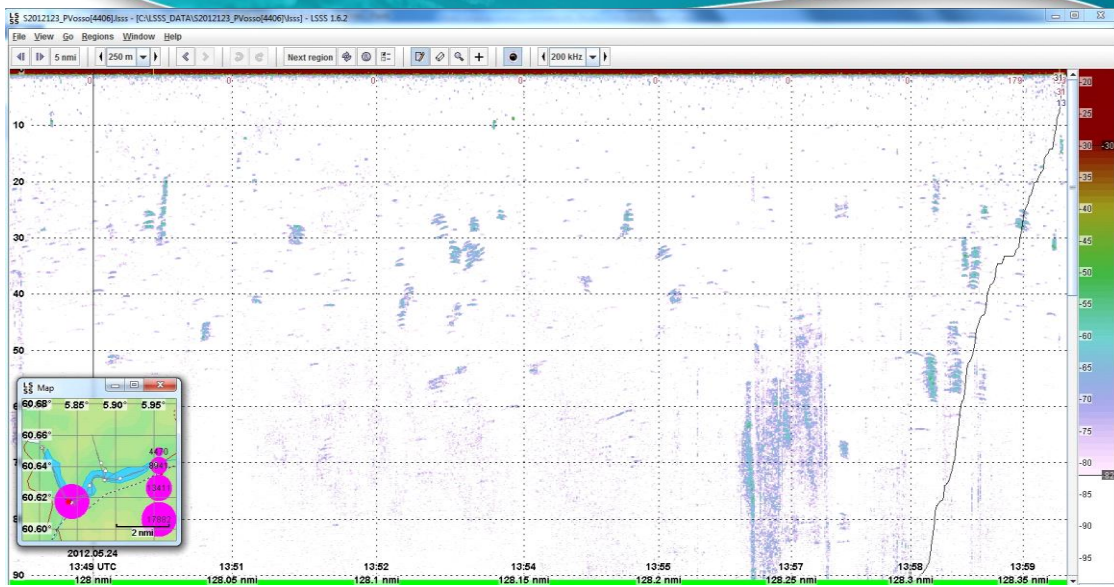
Jens Christian Holst  
Senior scientist  
Pelagic science group  
Havforskningsinstituttet  
jens@imr.no

## Background



- 'All' available hypotheses so far tested around the Vosso collapse
- Must continue along this line until 'Factor X' has been positively identified through classic hypothesis testing
- During acoustic surveys a bay of particularly high smolt concentrations were detected in the Bolstadfjord, Dalseid Bay
- This area was referred to as a 'collection area' for smolt by locals

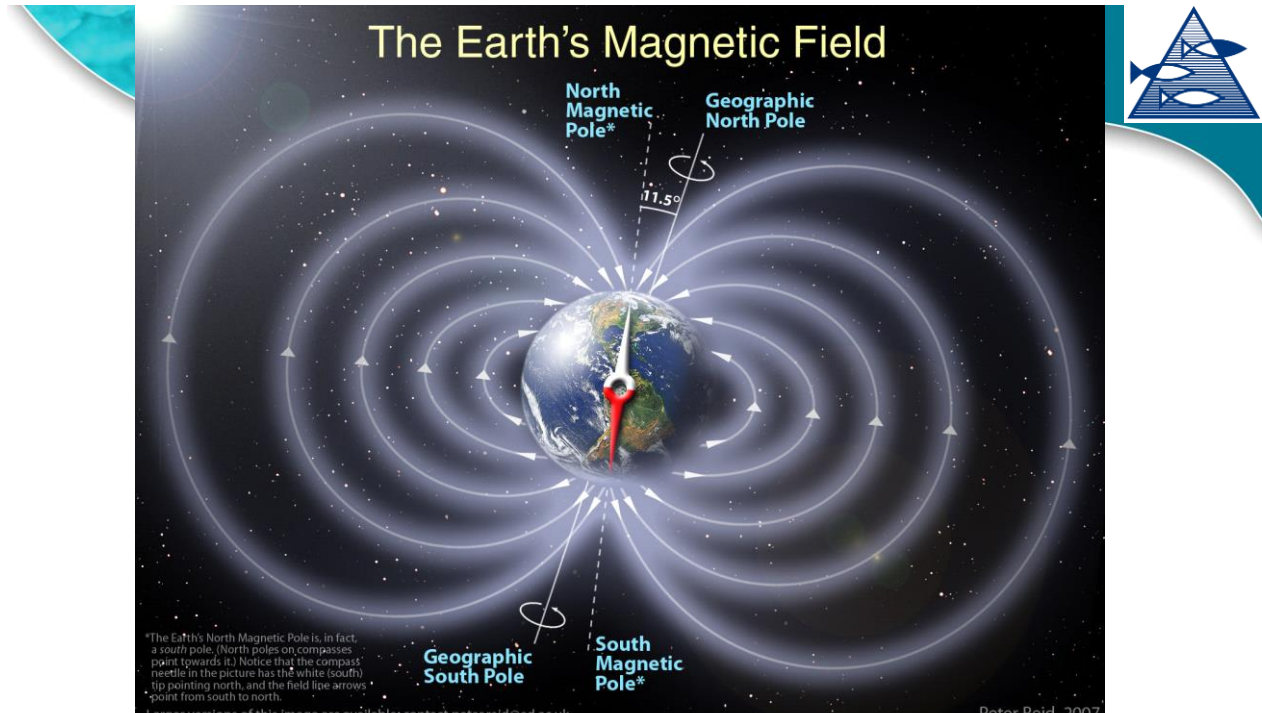
Dense and particular school pattern under the powerline  
not observed other places



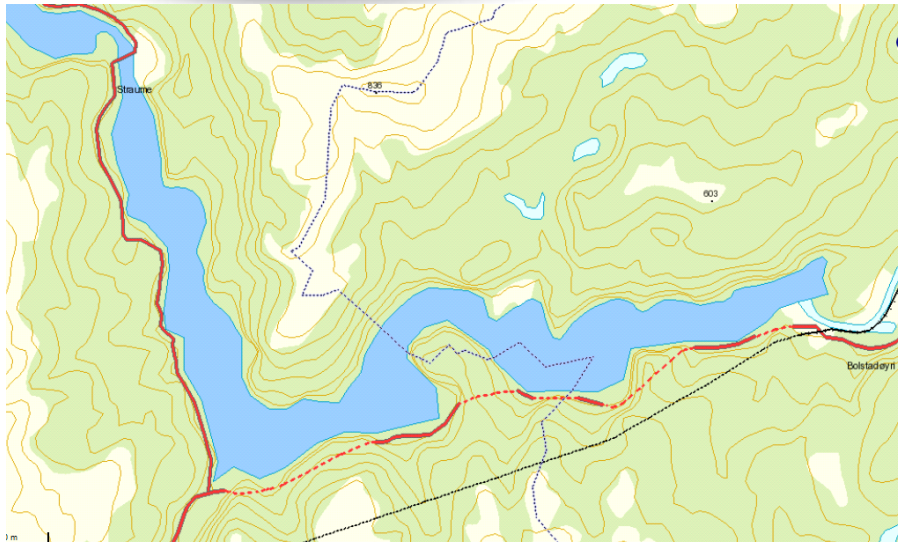
## Background



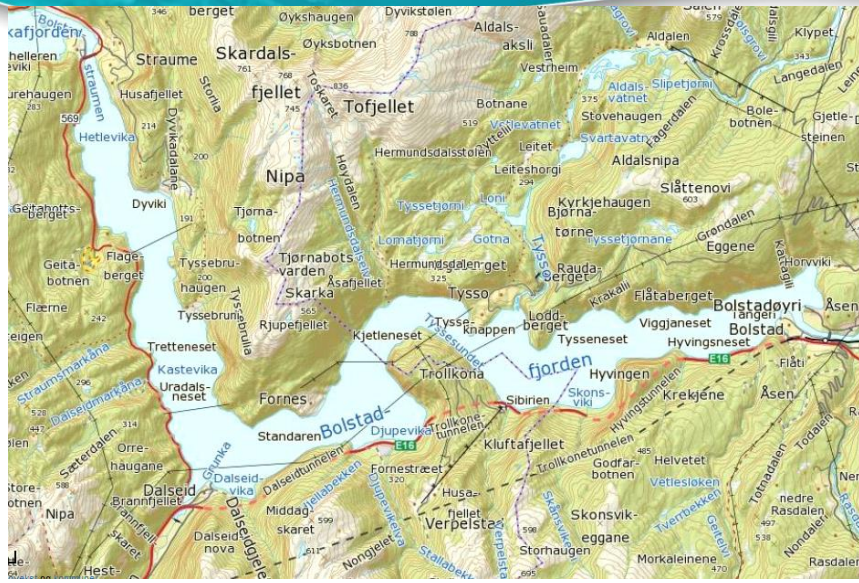
- Over Dalseid Bay there is a 300kV powerline stretch running from the Evanger power station to Dale (major supply to Bergen)
- Electric lines set up an electromagnetic field
- Fish has been described to use the earth electric field to navigate, has been demonstrated in several species



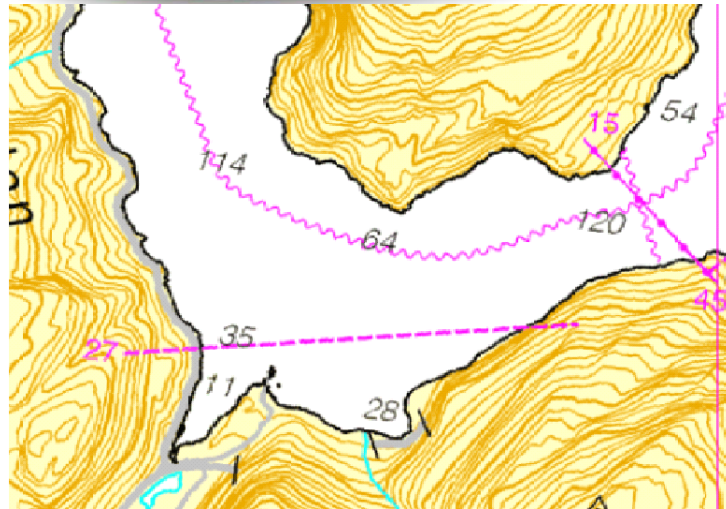
## The Bolstadfjord







## Powerline Dalseid Bay, 27 m.a.o

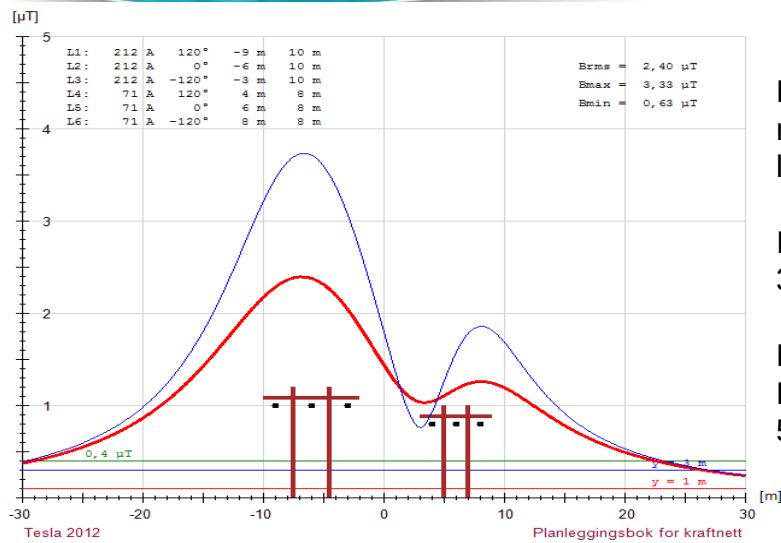




## Facing west



## Electric field of powerlines



Electric field measured in Tesla, large unit.

In this case 3.33  $\mu\text{T}$ .

Earth field around Bergen around 54  $\mu\text{T}$ .

## Scientific status on effect of electric fields on fish migration



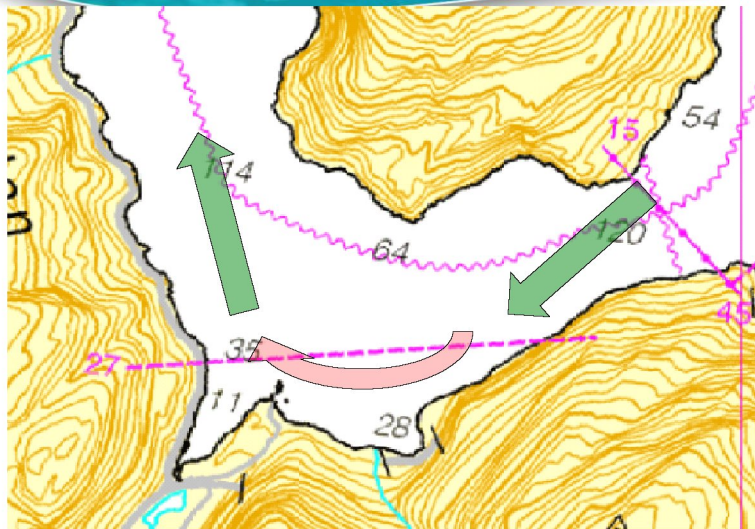
- Large and growing field of research and literature, amongst because of increasing amount of electric cables in the ocean (wind mill parks, long distance transport)
- Hypothesis that the electric fields may effect fish migrations
- Biogenic magnetite in fish brain, many studies have showed effect of manipulated magnetic field to fish migration like delay and altered direction (salmon, eel etc).
  - Example: recent IMR study on eel where escape direction from tank was altered by changing magnetic field (Durif et al., Submitted)

## The Vosso case



- Area under electric cable was in general densely populated with smolt schools close to the surface
- Bays are potential and normal retention areas for smolts connected to rising tide when they reside in bays before moving on with the next falling tide
- The general migration pattern of the smolts from Vosso pass along the Dalseide powerline, normally smolts cross powerlines at 90° and are exposed for electromagnetic field only for a very short period.
- In this case the exposure period may be for a longer period

## General perception of migration pattern from acoustics



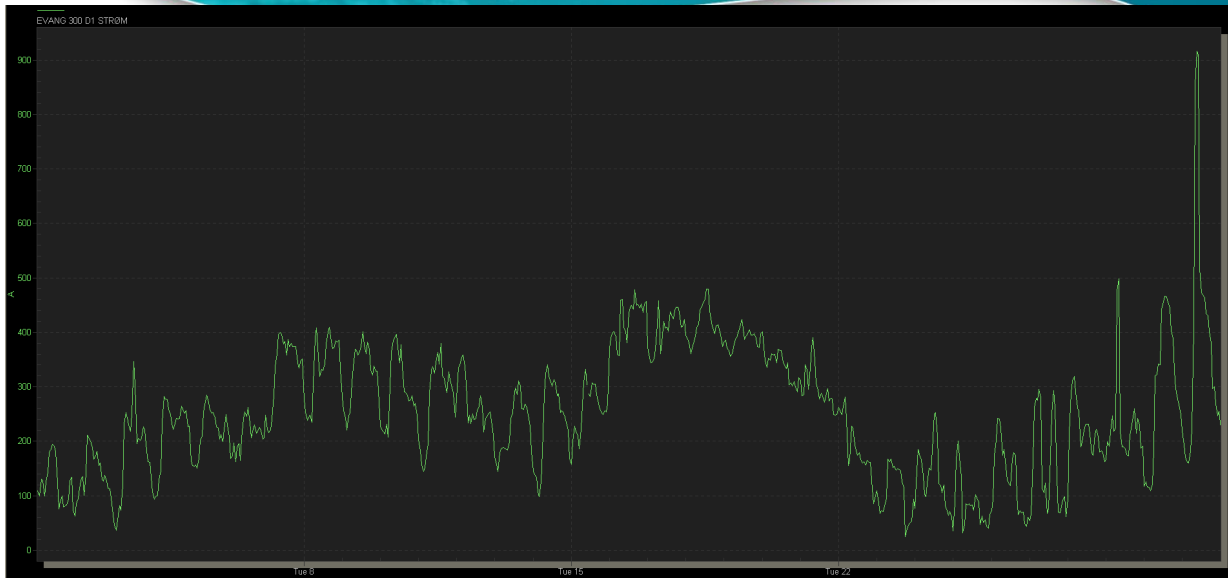
## Tesla at sea surface calculate by powercompany



	Airtemperature				
Linetemperature	0 ° C	10 ° C	15 ° C	20 ° C	30 ° C
100 ° C	1864 A	1767 A	1711 A	1663 A	1550 A
100 ° C	11,7 μT	11,1 μT	10,7 μT	10,4 μT	9,7 μT
40,6 ° C	1189 A	981 A	856 A	709 A	192 A
40,6 ° C	5,8 μT	4,8 μT	4,2 μT	3,5 μT	0,9 μT

Courtesy of Odd Bjørn Haugland and Bjørn Walle, BKK

## Current pattern May 2012



## Suggestion for testing the hypothesis



- In line with the Vosso-projects basic principles this hypothesis also needs to be tested
- A simple design testing return rate of treated and control group can be set up and coordinated with the general experimental design using reared smolts from Evanger pens in spring 2013
- Setup: Groups are towed parallel in pens from Bolstad, one treated under powerline for x hours, the other left outside magnetic field. Then mixed in same pen and released just outside powerline on next falling tide.

## Suggestion for testing the hypothesis



- Cooperation and funding can be sought with BKK, electrical power producer and owner of powerline. Long cooperation in the Vosso project.
- Indications will become available already with grilse from 2014
- Preferable to do this at least two years, maybe combined also with other forced alterations of magnetic field in other groups