



LIFE Águeda

Workshop

Passagens Naturalizadas: Desenho, Construção e Monitorização



Migrações para jusante: desenvolvimento de um sistema de orientação para peixes. Um caso de estudo na Noruega

Ana T. Silva

Senior researcher at the Norwegian Institute of Nature Research (NINA), Norway
Advisor Vattenfall R&D, Sweden

01/07/2024

LIFE Águeda

Ações de conservação e gestão para peixes migradores na bacia hidrográfica do Vouga
(LIFE16 ENV/PT/000411) www.life-águeda.pt

Coordenação



UNIVERSIDADE
DE ÉVORA



MARE

Parceiros



DOCAPESCA
PORTOS E LOTAS, S.A.

Investigadores

NINA: Torbjørn Forseth; Olivia Simmons, Kim M. Bærum, Finn Okland, Richard D. Hedger, Karl Ø. Gjelland

ETH: Ismail Albayrak, Robert Boes, David Vetsch

Karlstad University : Olle Calles

NTNU: Ole Gunnar Dahlhaug

NORCE: Ulrich Pulg, Sebastian Franz Stranzl

Vattenfall R&D: David Aldvén, Patrik Andreasson, Eric Lillberg, Stephanie Müller

EDF: Eric de Oliveira

DTU: Henrik Baktoft

SINTEF: Atle Harby, Marcell Szabo-Meszaros

Indústria





É necessário o desenvolvimento de novas soluções que ajudem a mitigar o impacto das estruturas antropogénicas nas populações piscícolas.



Impacto de passagem para jusante pelas turbinas

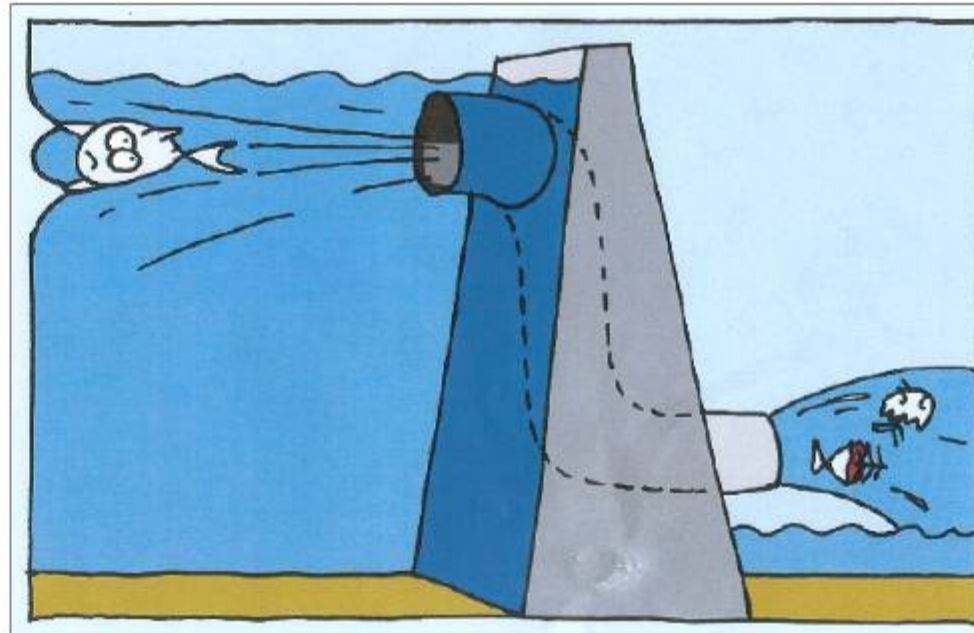
- Amputação
- Deflexão da coluna
- Hemorragias
- Pressão de hematomas
- Êmbolos
- Lesão da pele
- Perda de escamas



Passagem para jusante

A passagem deve ocorrer sem impacto físico para o peixe, sem stress e sem atrasos!

- O dispositivo de passagem deve ser fácil de identificar e ter fácil acesso;
- A passagem deve ocorrer sem atrasos;
- Evitar que os peixes entrem nas turbinas.



Dispositivos de passagem para jusante

- Passagens para peixes (naturalizadas);
- Bypasses;
- Vertedouros;
- Turbinas « fishfriendly »;
- Captura dos peixes a montante e transporte para jusante.



From sea to source 2

Como impedir os peixes de entrarem nas turbinas?

Sistemas de proteção



Barreiras físicas

- Grades/grelhas (trash-racks/louvers)



Barreiras comportamentais

- Cortinas de bolhas de ar
- Barreiras elétricas
- Barreiras acústicas
- Grades (fixas e flutuantes)
- Luz



Cortinas de jacto de água





Sistemas de orientação

- **Sistemas físicos** (screens / bar/ racks) (flutuantes ou fixos)
- **Sistemas de orientação baseados no comportamento dos peixes**



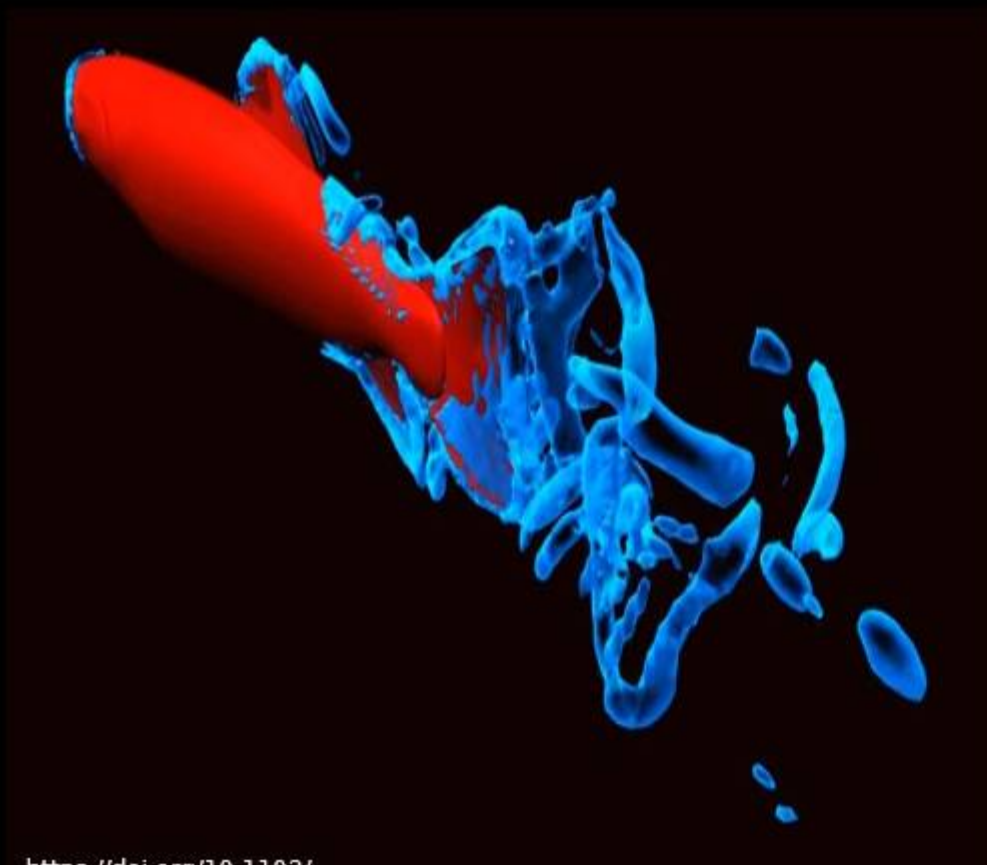
Source: VAW, ETH

SAFEPASS - Safe and efficient two-way migration for salmonids and European eel past hydropower structures (2015-2019)

NINA project

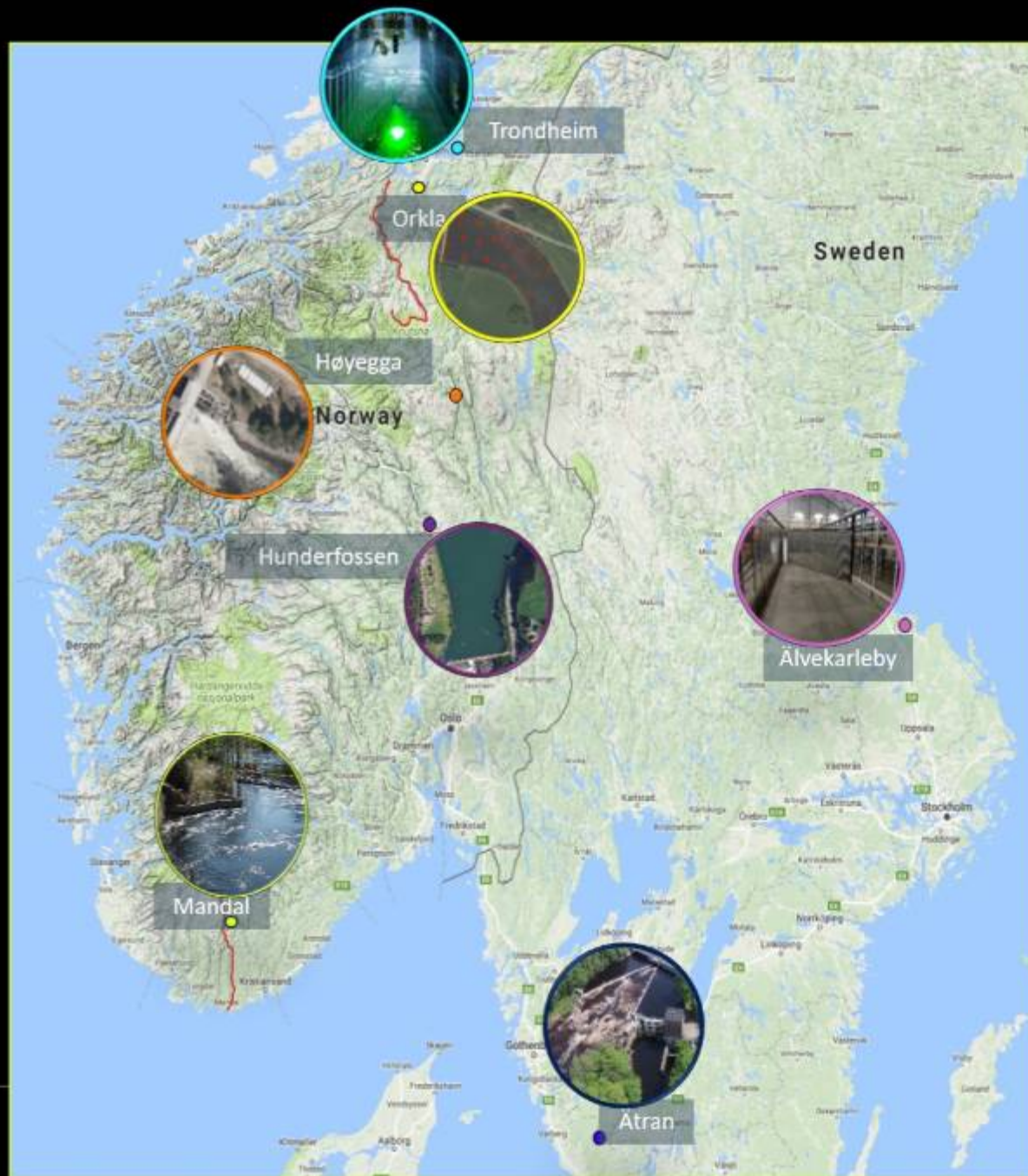
Funded by the Norwegian Research council, 12 HP-companies and management; 25 mill NOK (2,5 mill EUR)





<https://doi.org/10.1103/APS.DFD.2016.GFM.V0111>

Compreender a locomoção dos peixes e sua interação com a hidrodinâmica do fluxo permite o desenvolvimento de novos projetos de passagem de peixes e soluções de orientação de peixes.



Atlantic salmon (*Salmo salar*)

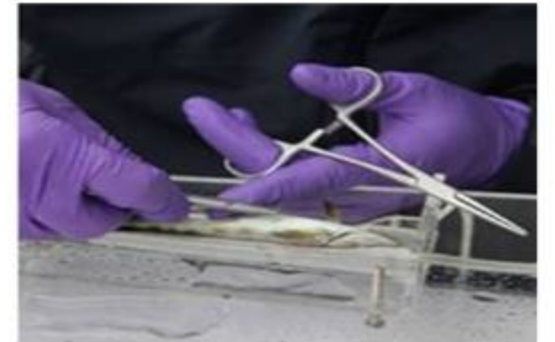
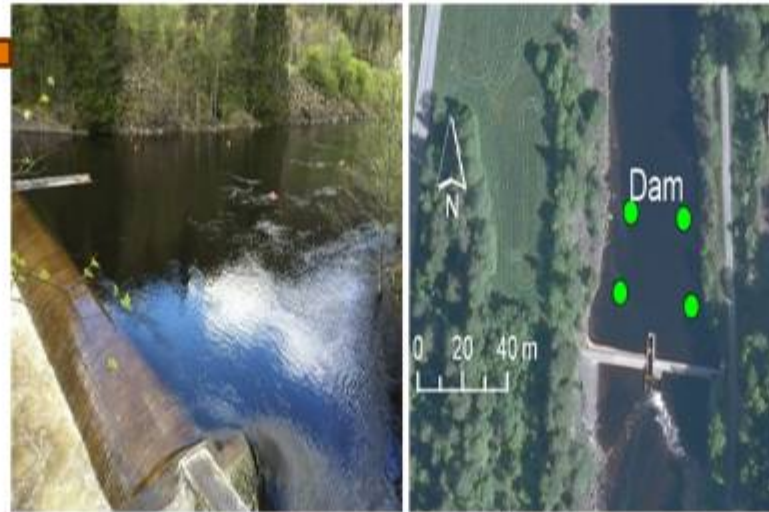
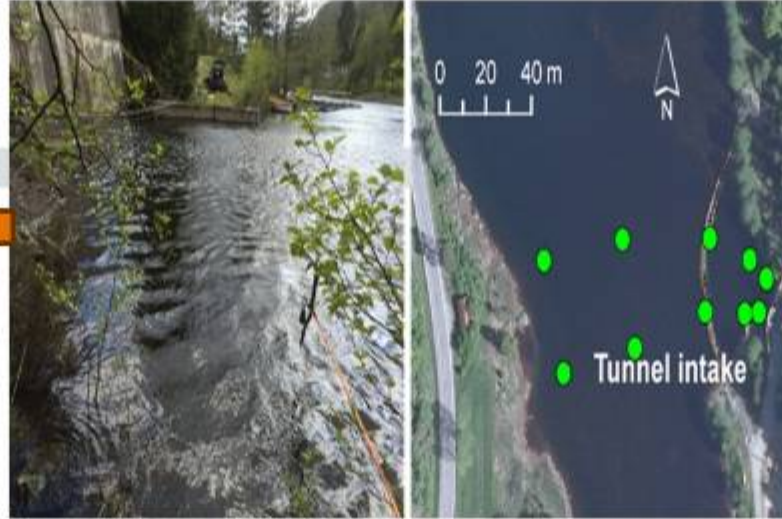


European eel (*Anguilla anguilla*)

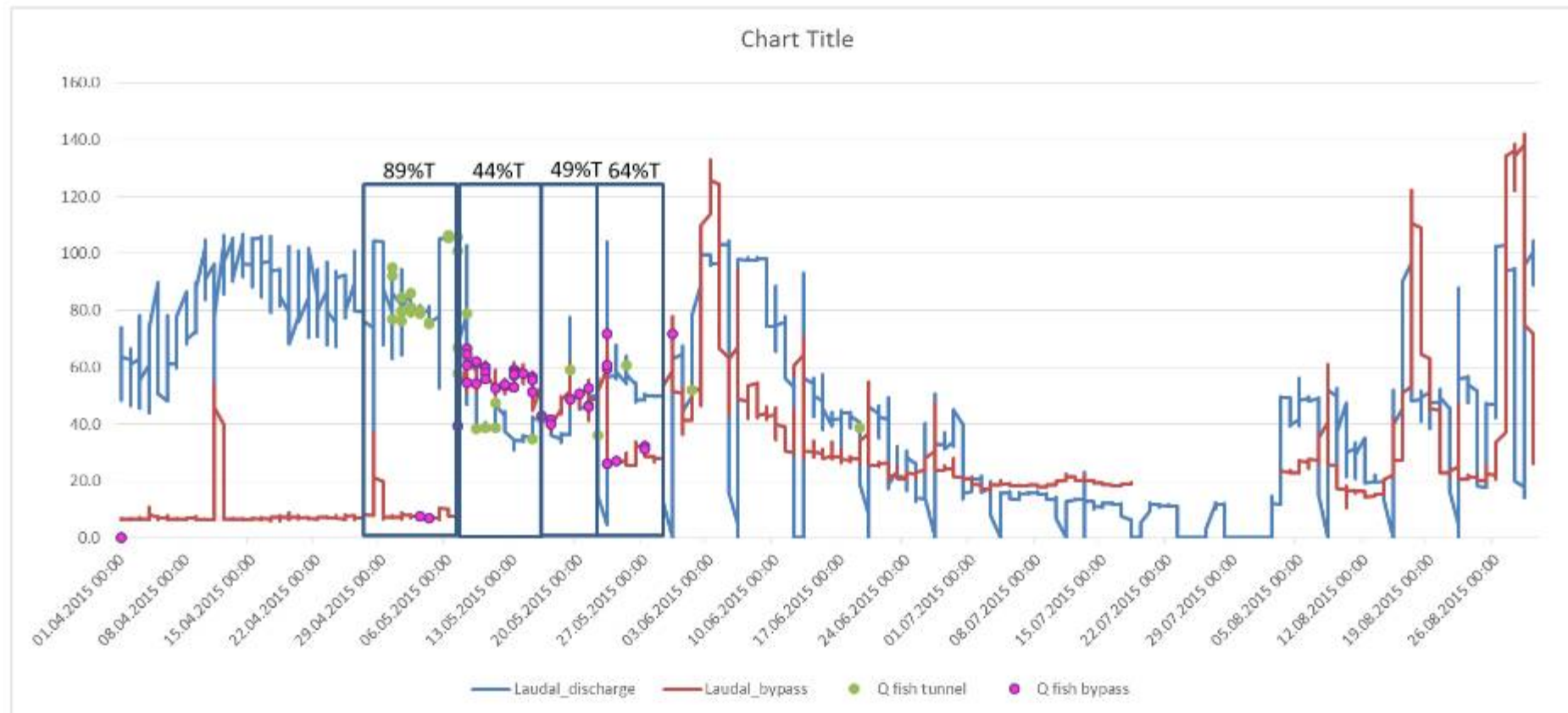


Brown trout (*Salmo trutta*)

RIO MANDAL (telemetry)

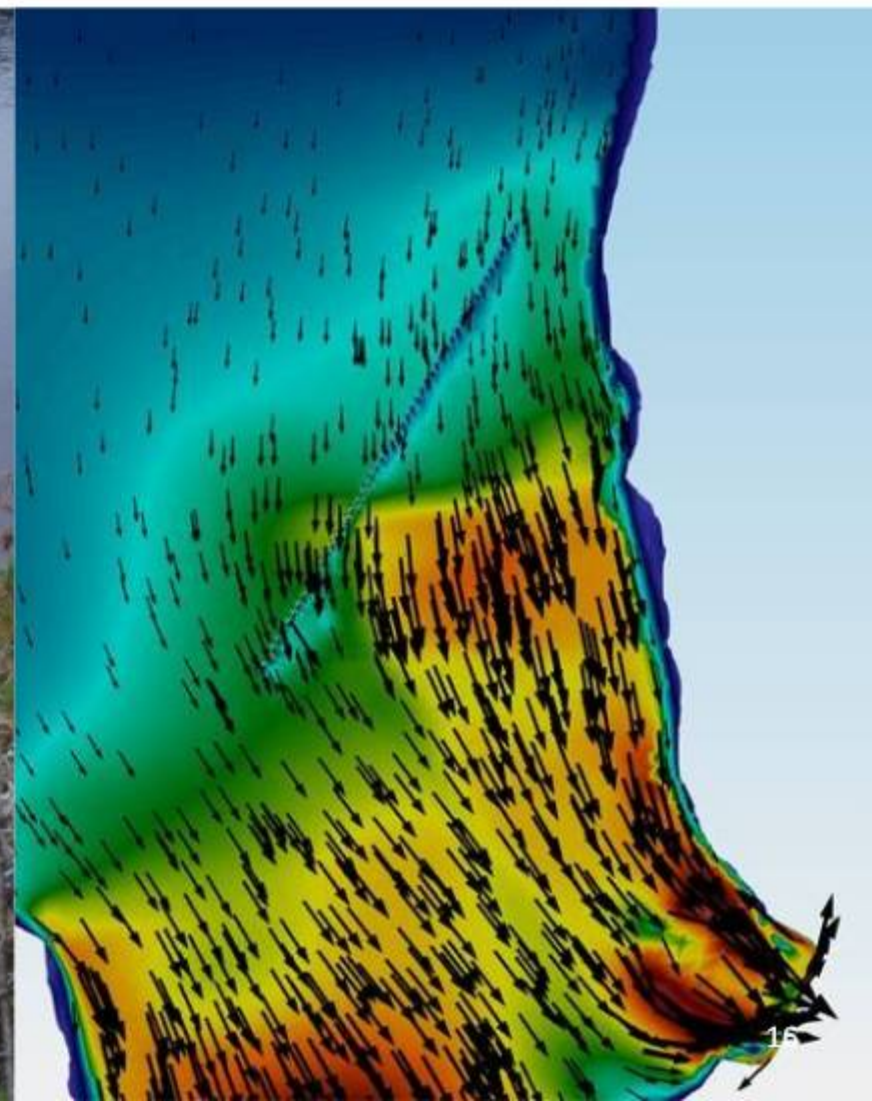
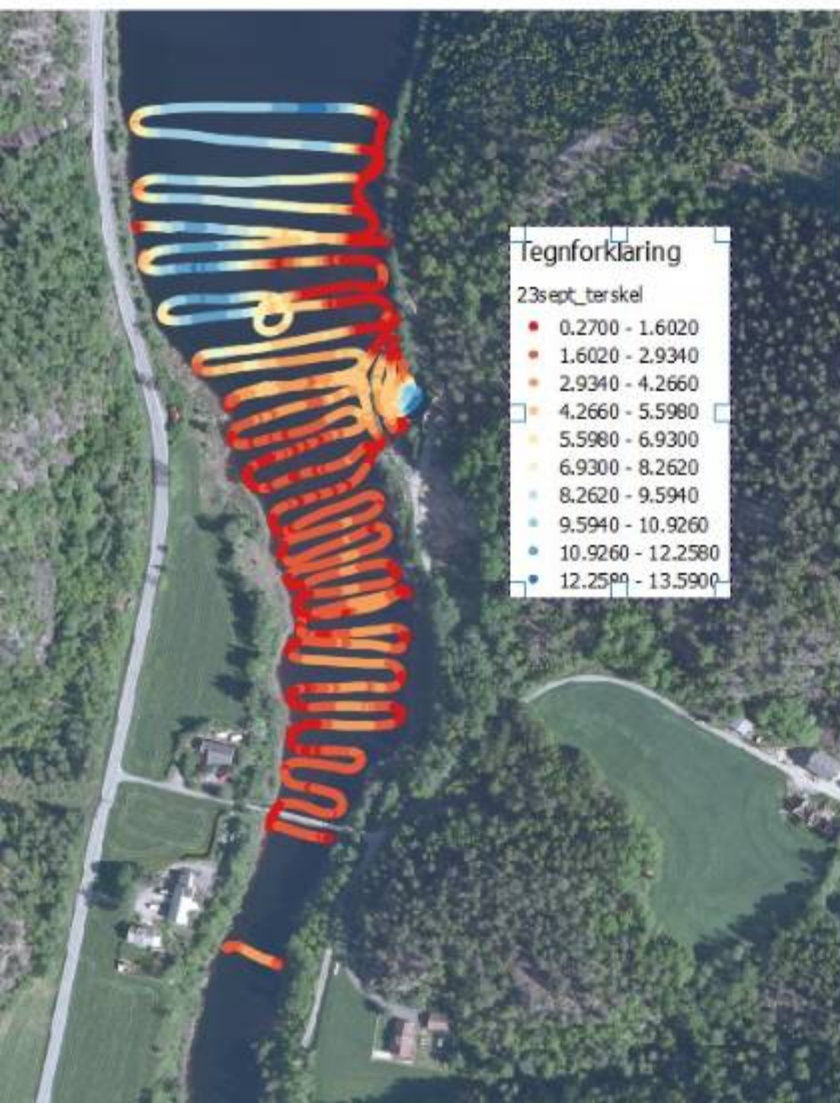


- 2D e 3D acoustic telemetry
- 14 hydrophones
- Lotek 200kHz
- 92 tagged smolts
- Acoustic tags (Lotek M-626)

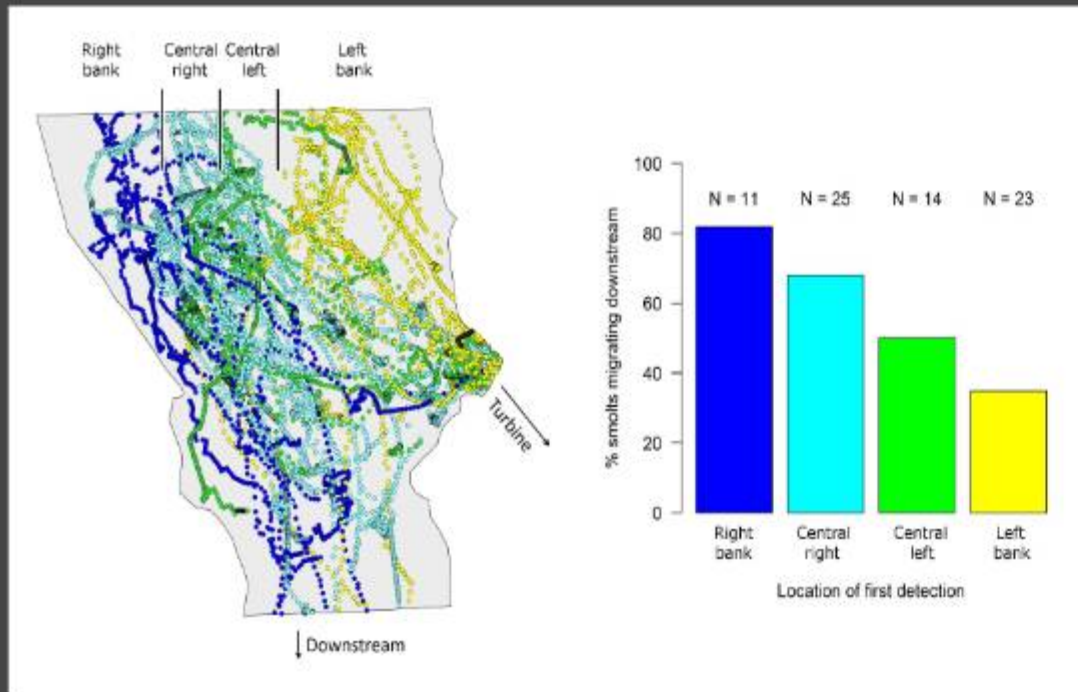


CFD modelação para 4 caudais:
Q: $92m^3/s$; $98m^3/s$; $94m^3/s$; $88m^3/s$

Medições hidráulicas (ADCP) e modelação computacional

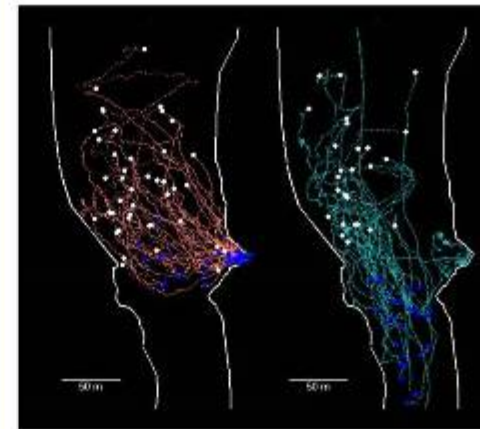


Como é que os salmões se movimentam no sistema?

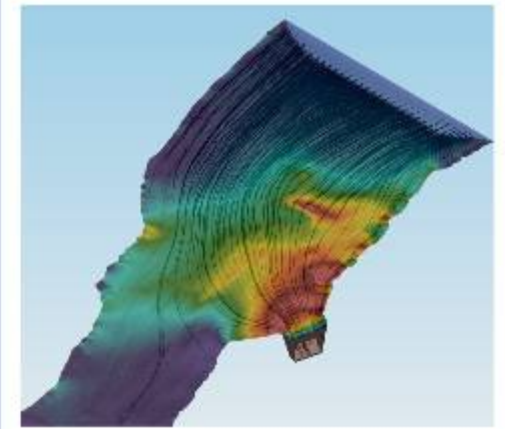


A localização final depende da localização de entrada no sistema.

O que determina a migração dos salmões para jusante?



YAPS – Yet Another Positioning Solver



ADCP + CFD

Modelos de **direção e velocidade da natação** em função das condições hidráulicas.

Que variáveis hidráulicas determinam a direção e velocidade de natação dos salmões juvenis?

Modelagem da direção e velocidade da capacidade natatória dos salmões juvenis em função de parâmetros hidráulicos

- A velocidade e direção de natação dos peixes depende da magnitude e da direção da velocidade e turbulência do escoamento.
- Os peixes divergem da direcção do escoamento principal quando a velocidade da água é superior à sua velocidade de natação sustentada ($>0,38 \text{ m s}^{-1}$).
- Os peixes "seguem o escoamento principal" quando a velocidade da água é superior a $0,5 \text{ m/s}$.
- A direção do escoamento (fluxo) influencia fortemente o comportamento de natação dos peixes.

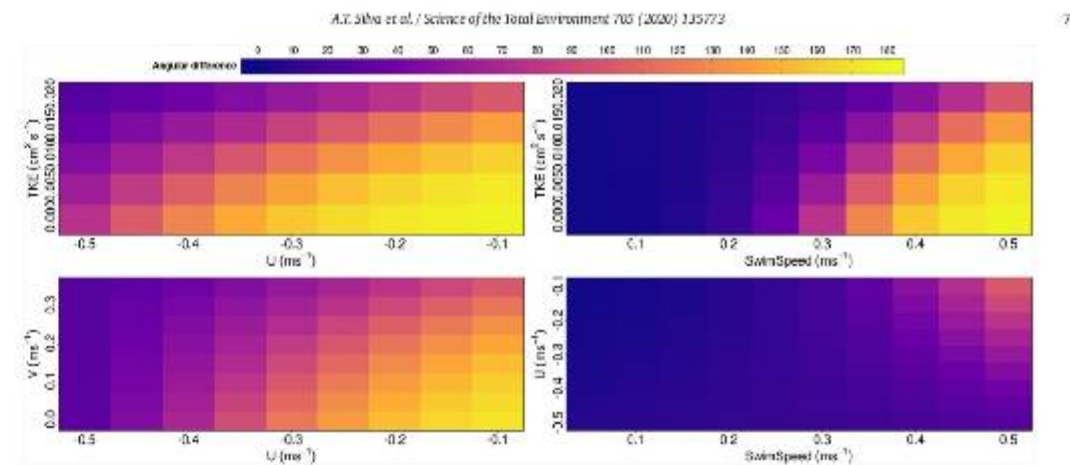
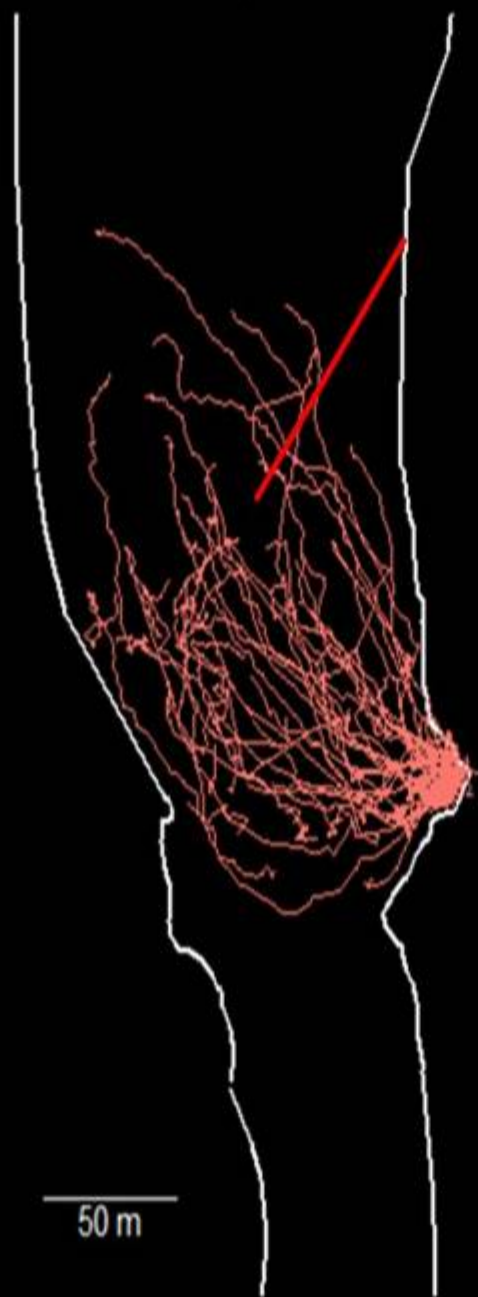
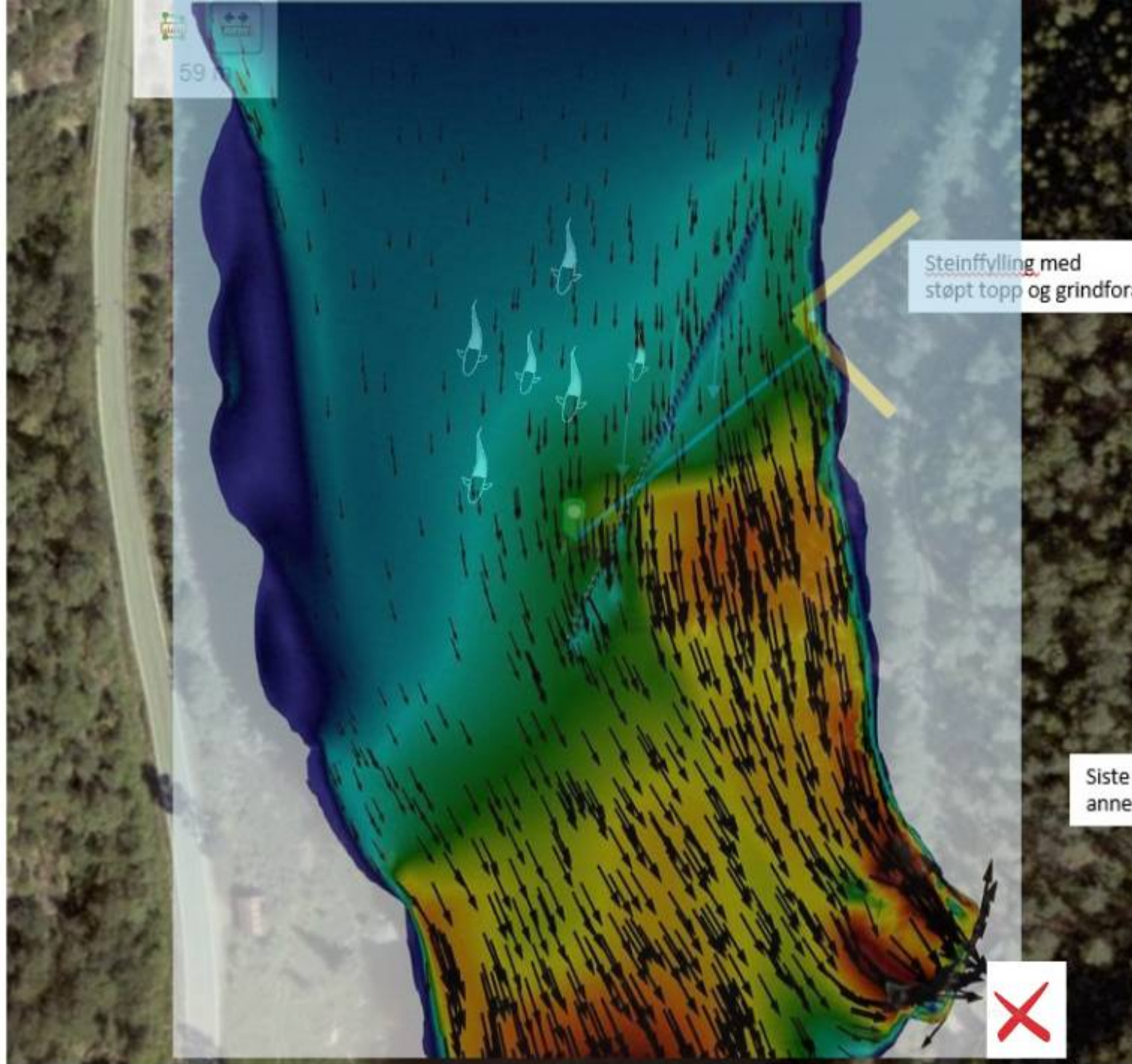


Fig. 3. Heatmap plot showing the effect of the interactions among TKE, u , v , and swimming speed on the variation of the estimated angular difference (0° = with the current and 180° = against the current) in the main water course.

Silva, et al. 2020, *Science of The Total Environment*



Objetivo :
Melhorar a rota de migração
dos salmões juvenis na ordem
dos 10-15%



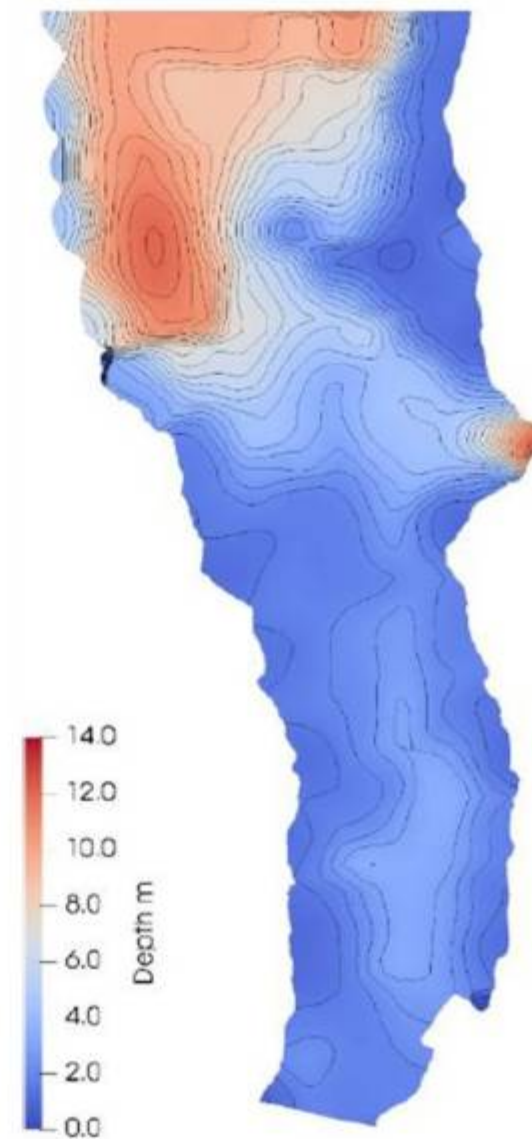
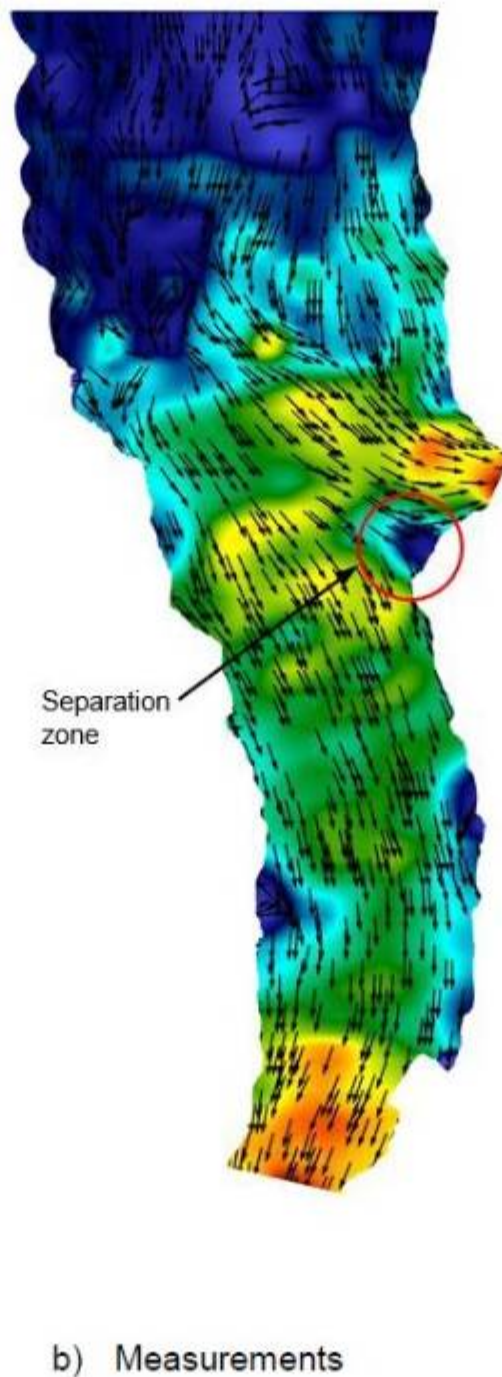
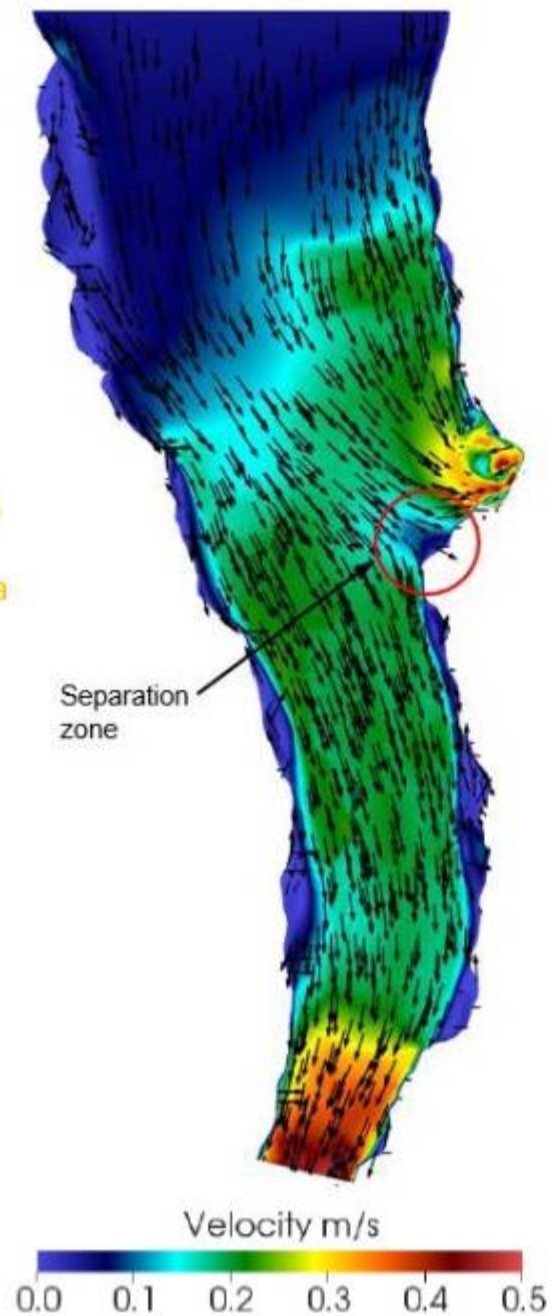
Steinffylling med
støpt topp og grindforankring

Princípio da
estrutura de
orientação para os
salmões

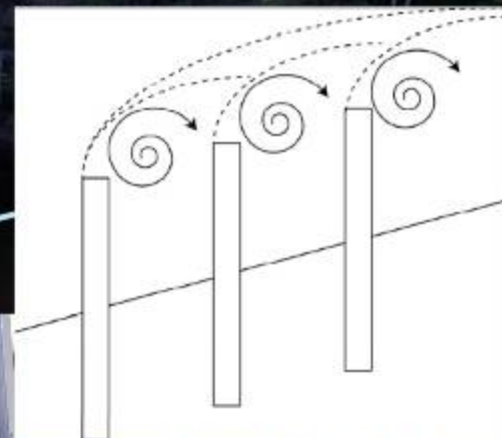
Siste panel (5 m) med
annen stavvinkel



Modelos computacionais
do escoamento
(caracterização hidráulica
do sistema)



- 85m comprimento (vários painéis de 10m);
- 1.5m de profundidade;
- Espaço entre barras: 50 mm;
- Espessura das barras: 10mm;
- Comprimento das barras: 100 mm;
- Tipo de barras : Ângulo modificado;
- Custo : 800 TEUR.



[Turbulent eddies to save fish from turbines \(arcgis.com\)](http://arcgis.com)

ETH zürich

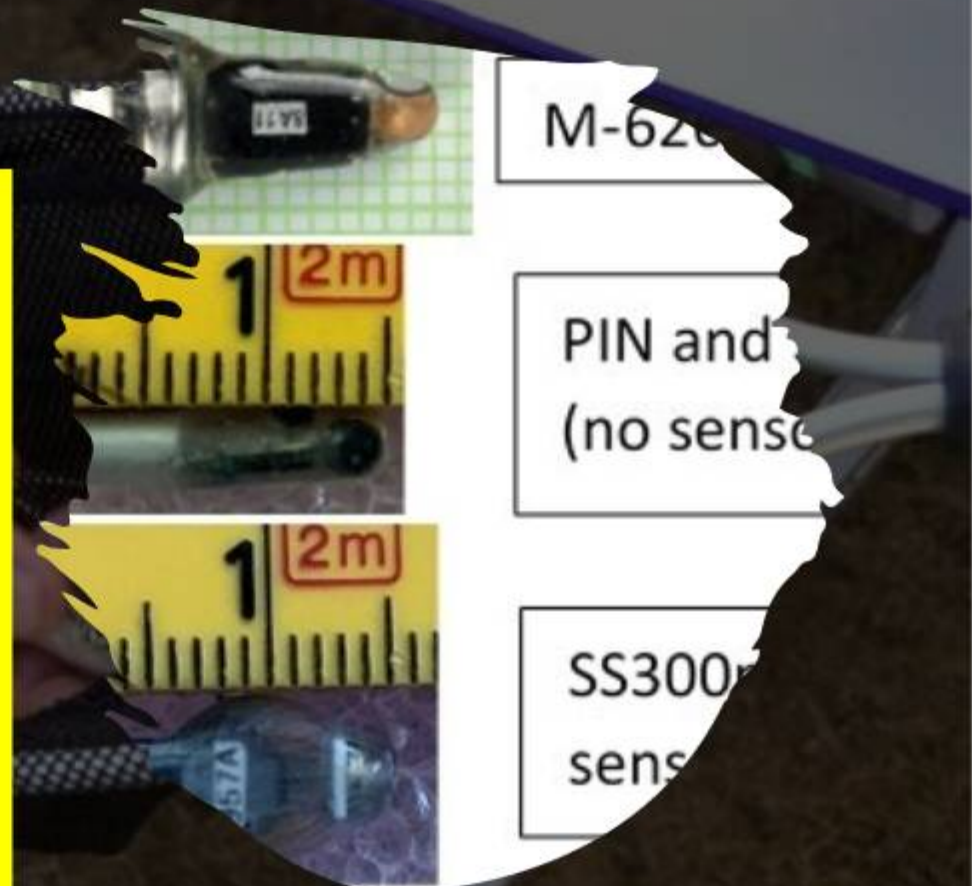
Steis Mek. Verksted AS

Foto: Steis Mek. Verksted As



186 salmões juvenis marcados com tags

- Eficiência de orientação (guidance): 88 %



M-626

PIN and
(no sense

SS300
sens

Conhecimento sobre interação dos
peixes com a hidrodinâmica do
escoamento



Melhorar a futura gestão fluvial e
desenvolvimento de soluções de engenharia para
facilitar e salvaguardar a migração de peixes para
jusante.

Conservação das comunidades piscícolas



Muito obrigada!

(e- mail: ana.silva@nina.no
Twitter: [@AnaTSilva2](https://twitter.com/AnaTSilva2))