

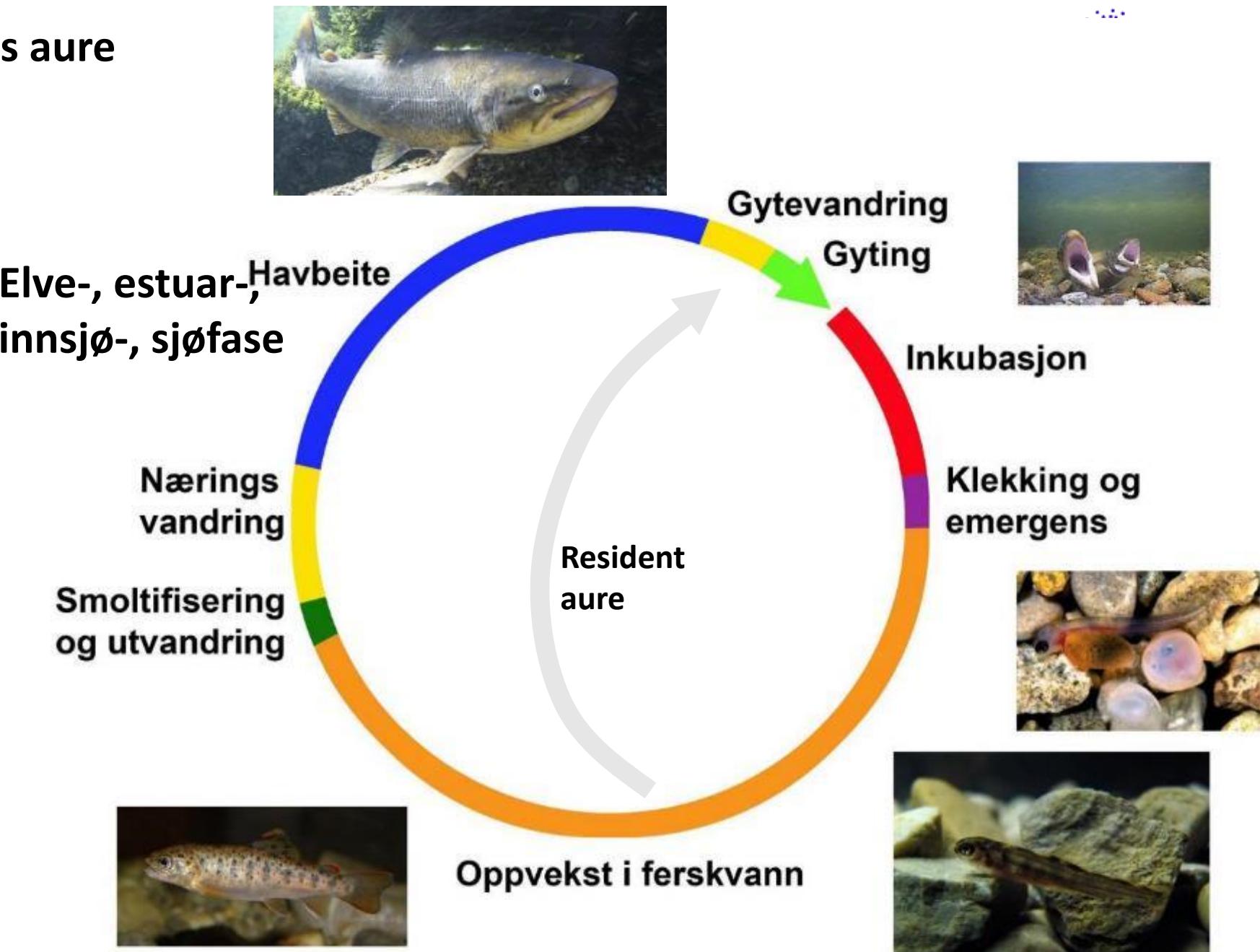
# Sjøaure i det 21. århundre - biologi, trusler, tiltak

NORCE

Pulg, U., NORCE *LFI Bergen*. [ulrich.pulg@uni.no](mailto:ulrich.pulg@uni.no)



# Biologi Livssyklus aure



1 Gyting

2. Ungfisk

3. Sjø



Gyting

C E



C E



CE



## Valg av gyteplass:

- Kornfordeling
- Vannhastighet
- Vanndyp

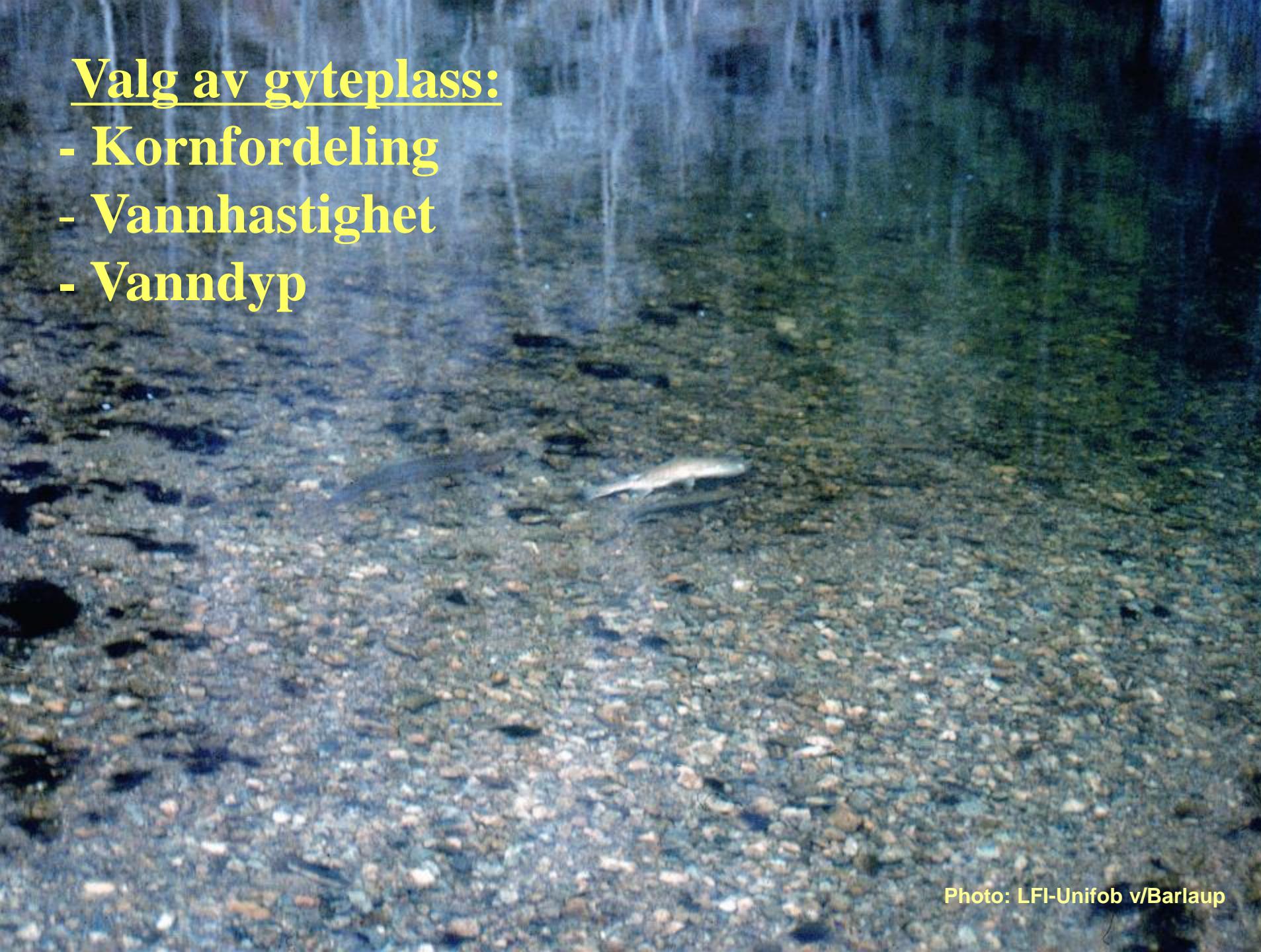


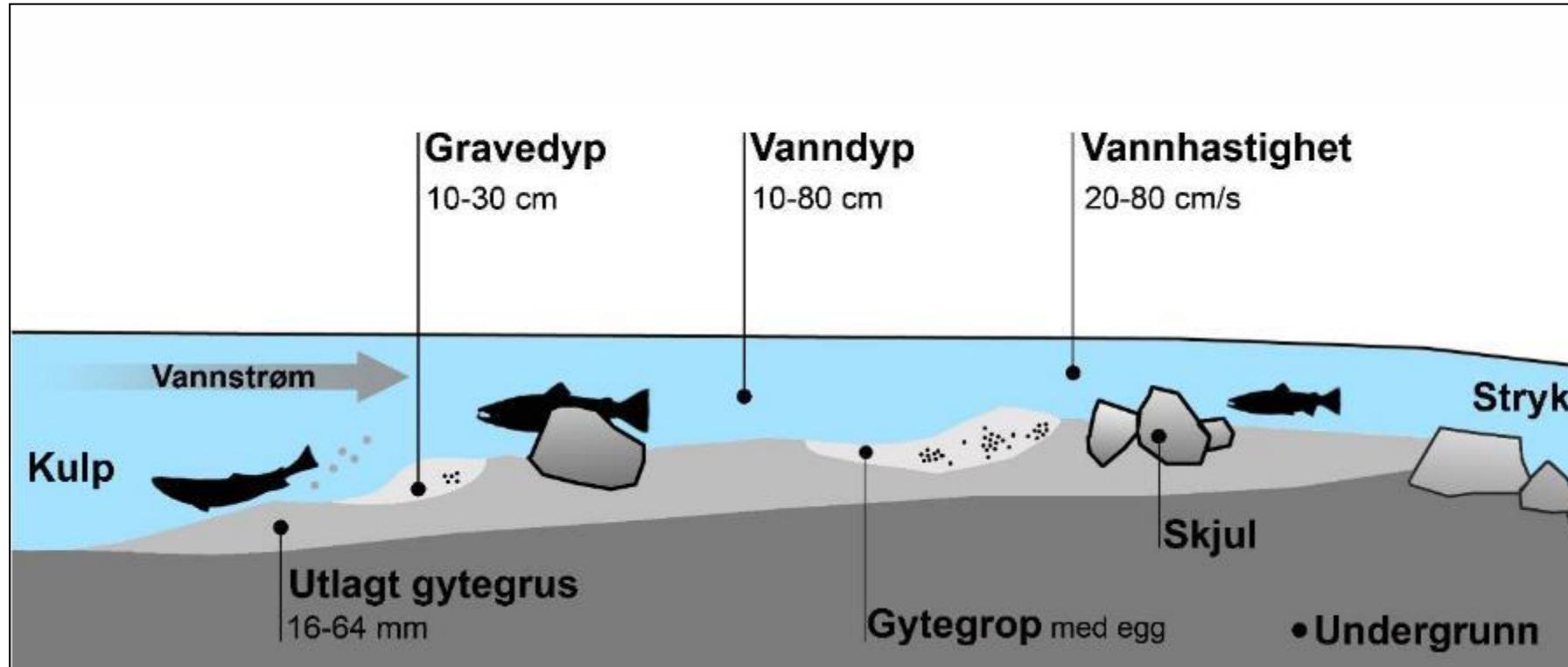
Photo: LFI-Unifob v/Barlaup

C E



Foto: LFI v/H. Skoglund

# Typisk gyteareal



Det totale elvearealet kan deles inn i:

- 1) Større, sammenhengende gyteområder
- 2) Små, flekkvise gyteområder
- 3) Areal ikke egnet for gyting



Foto: LFI-Unifob v/Wiers

Eksempel på et lite gyteareal i Teigdalselva





Foto: LFI-Uni Miljø v/Barlaup

Gyting -  
video

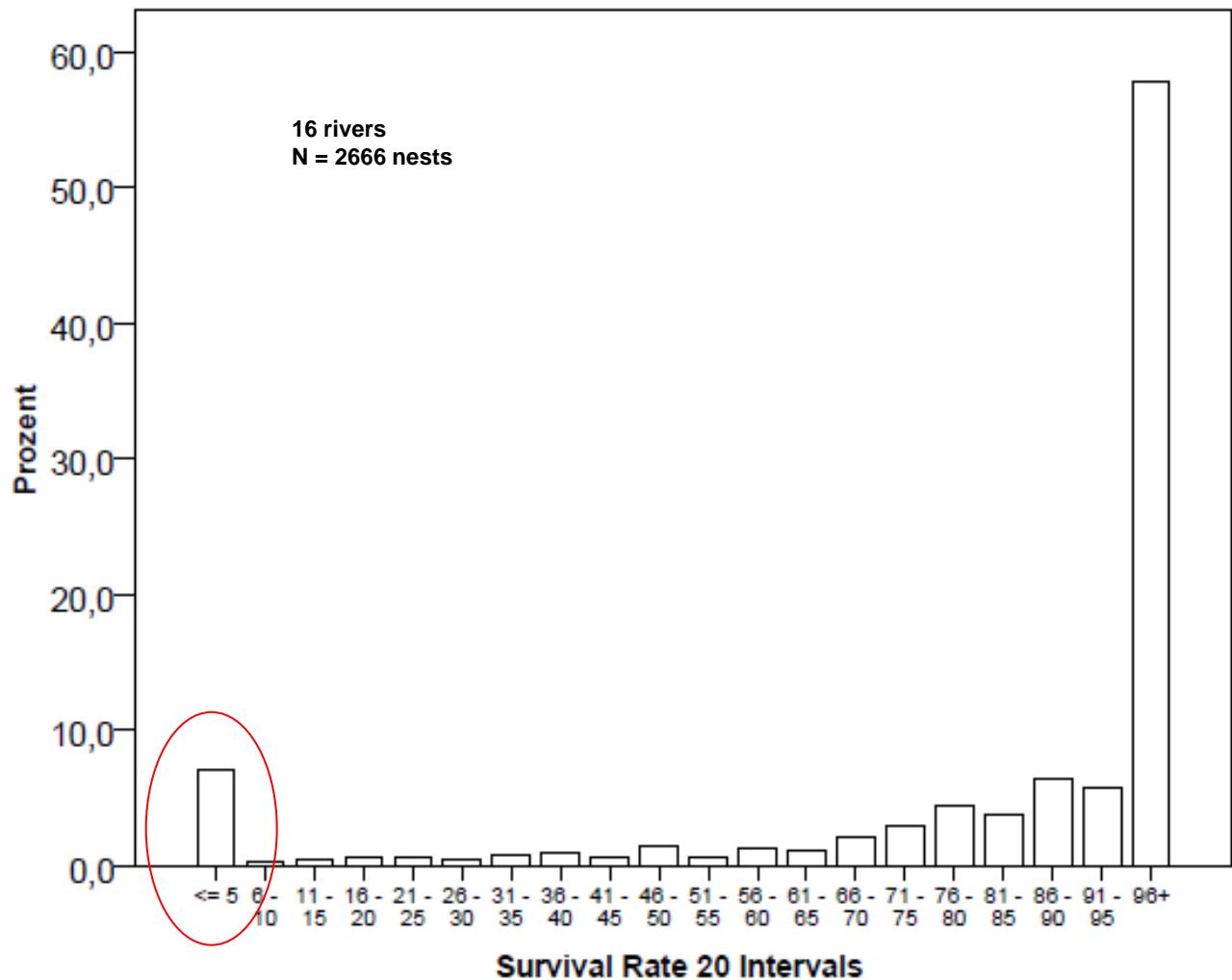
C E





**Normalt er eggoverlevelsen høy (> 80%)**

C E



CE



C E



CE





UNGFISK

C E



UNGFISK film  
Daleelva

C E



UNGFISK



CE



CE



## KANTVEGETASJON:

- Næring
- Skjul
- Skygge (temperatur, alger!)



CE



© Uni Miljø LFI – Ulrich Pulg

CE



# Næring

Ofte

1+

2+

Smolt

3+

smolt

CE



# Hvordan oppretholdes alle disse funksjoner?

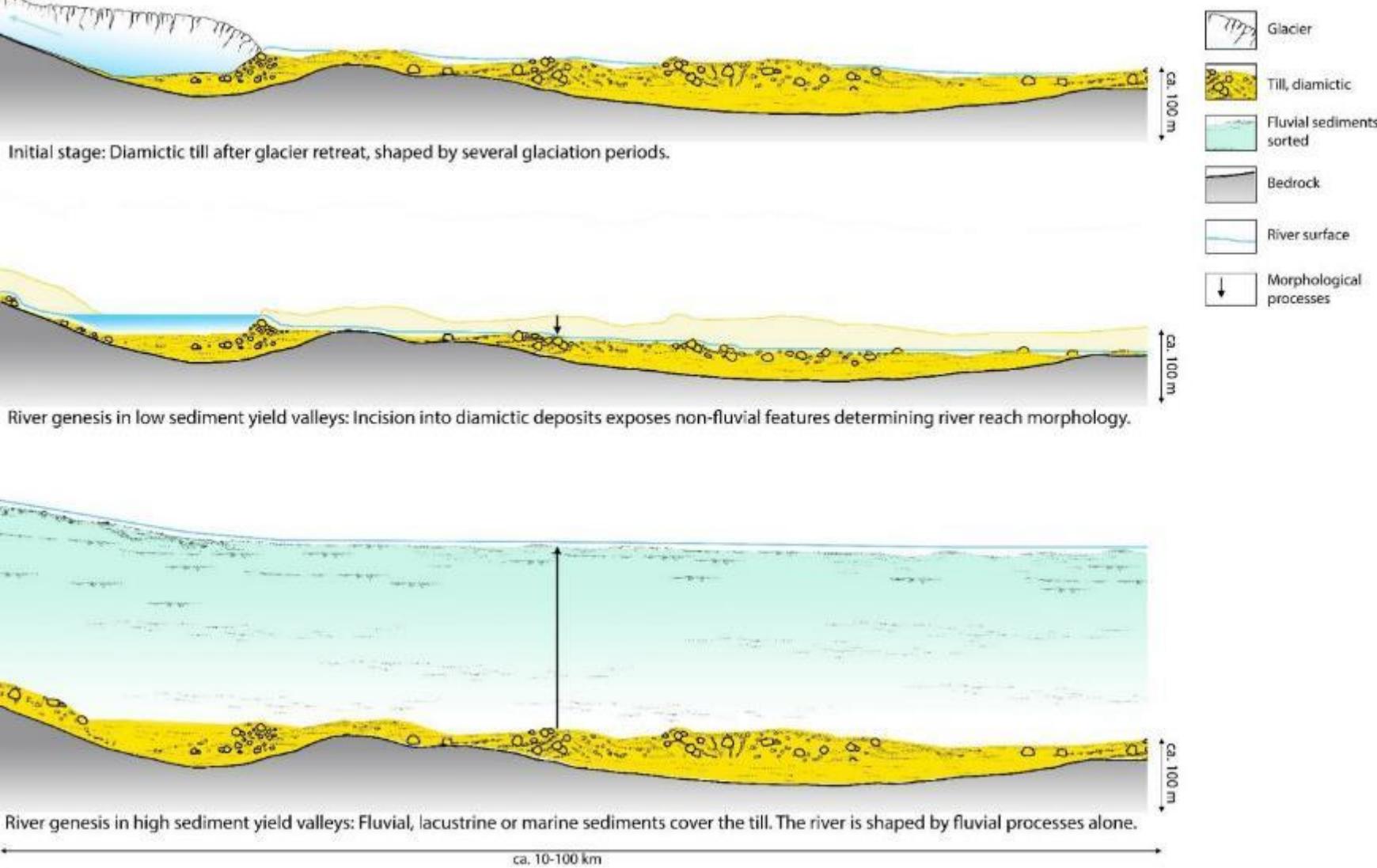
Vassdragsdynamikk, eksempel Donau i Wachau (Østerrike) 1775-1991

## Fluviale prosesser

Kilde: Severin Hohensinner, BOKU Wien



# Elvegenese i post-glasiale landskap: Masse- versus transportbegrensing



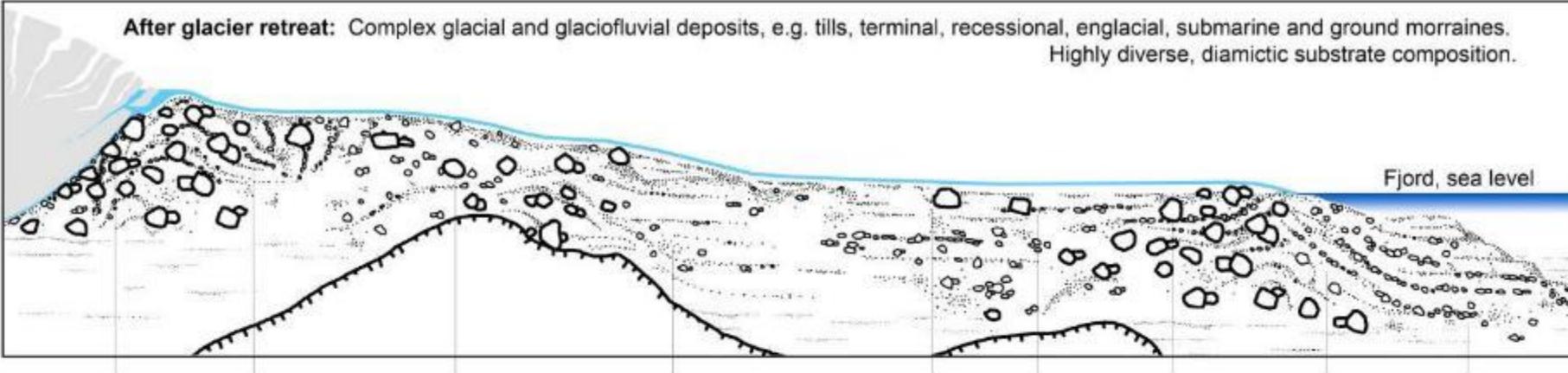
Breene etterlater lite sortert materiale

1. Massebegrensete elver skjære seg inn i avsetningene

2. Transportbegrensende elver medfører fluviale sedimenter

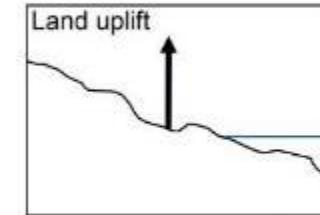
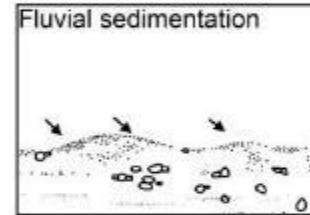
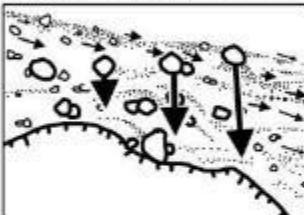
Hauer & Pulg 2018: The non-fluvial nature of Western Norwegian rivers. Catena 171.

After glacier retreat: Complex glacial and glaciofluvial deposits, e.g. tills, terminal, recessional, englacial, submarine and ground moraines.  
Highly diverse, diamictic substrate composition.



#### Geomorphological processes:

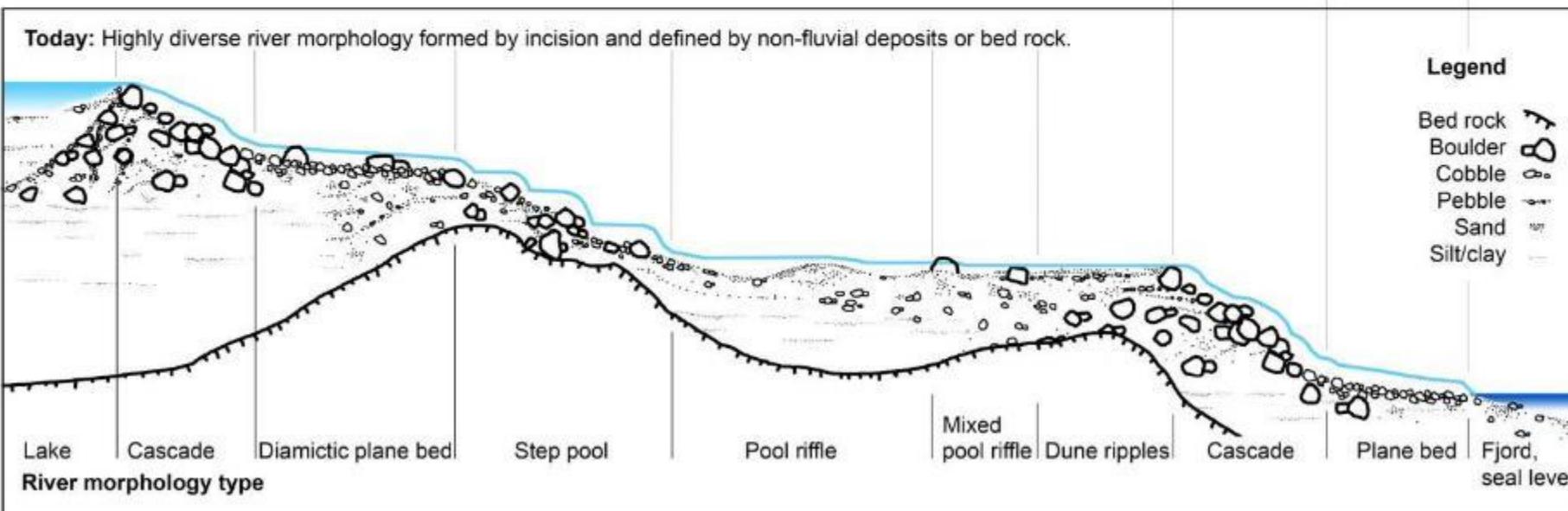
- Fluvial incision and erosion of small particles.
- ↓ Vertical incision of large particles.



Today: Highly diverse river morphology formed by incision and defined by non-fluvial deposits or bed rock.

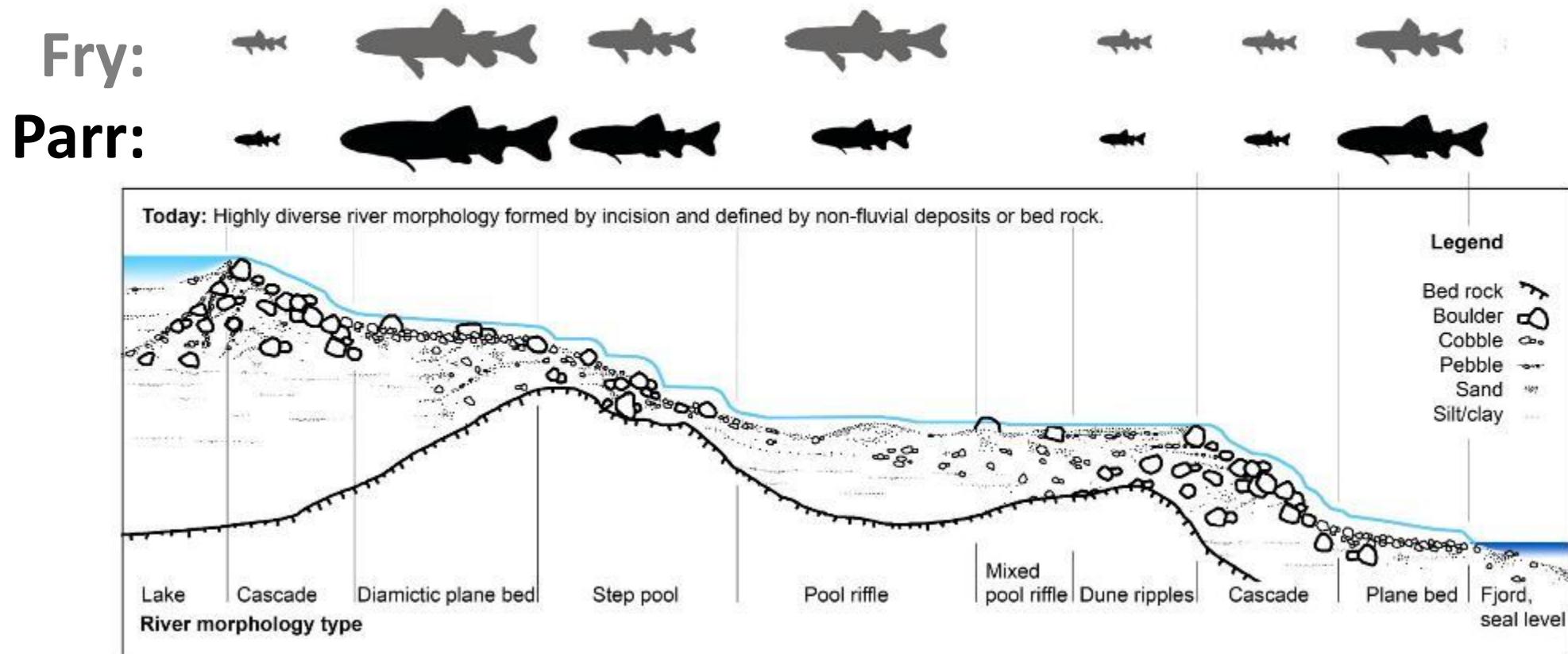
#### Legend

- Bed rock
- Boulder
- Cobble
- Pebble
- Sand
- Silt/clay

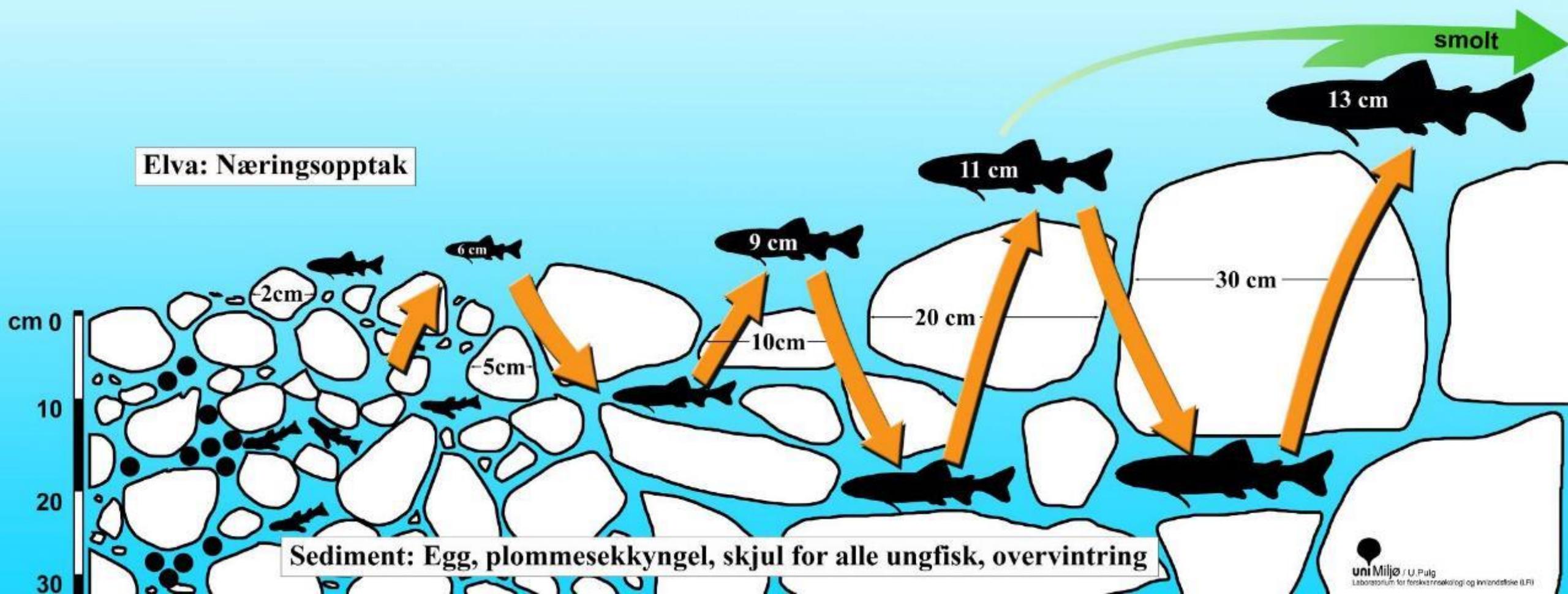


Hauer & Pulg 2018: The non-fluvial nature of Western Norwegian rivers. Catena 171.

# Atlantic salmonid density and population structure depend on reach morphology:



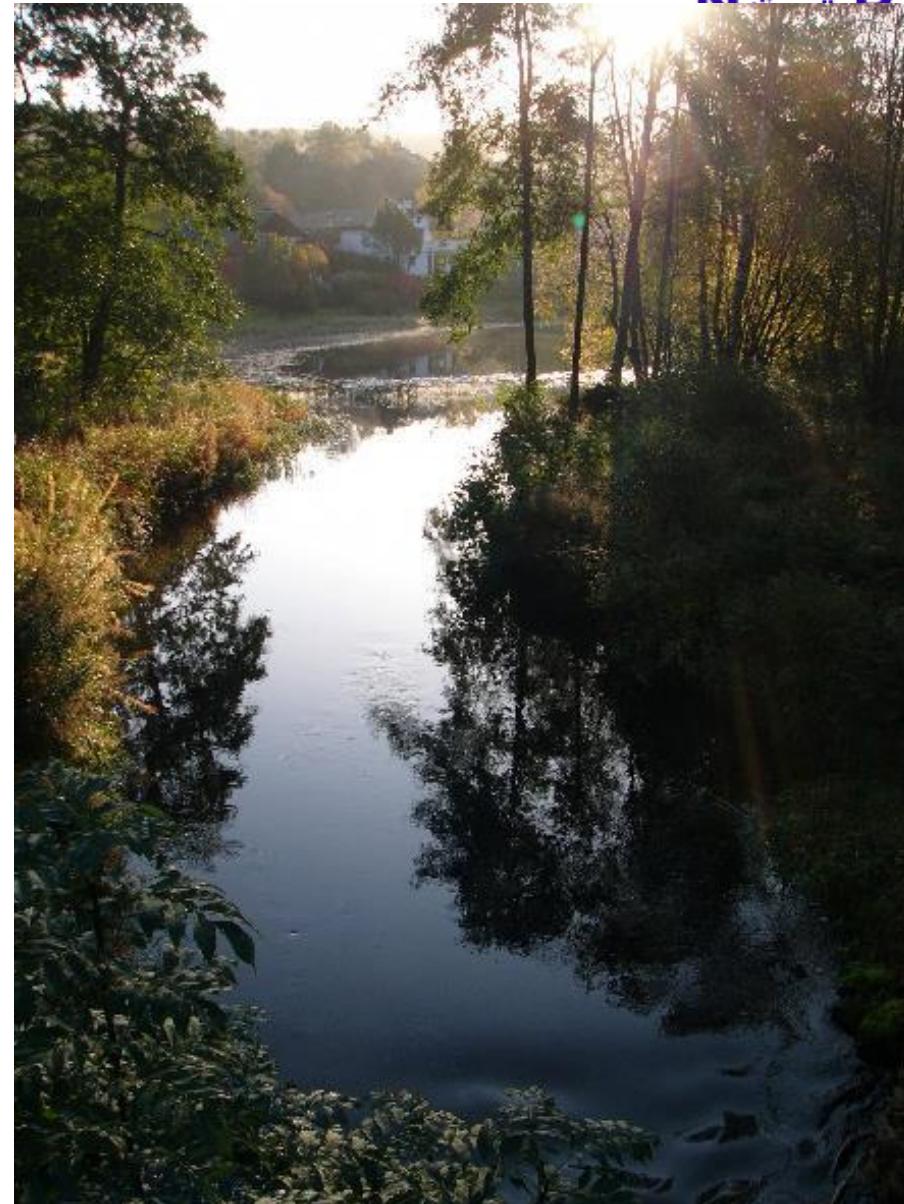
Måned:	0	6	9	12	18	24	30	36	40
Alder :			0+		1+		2+		3+



# Ryfylke Espedalselva

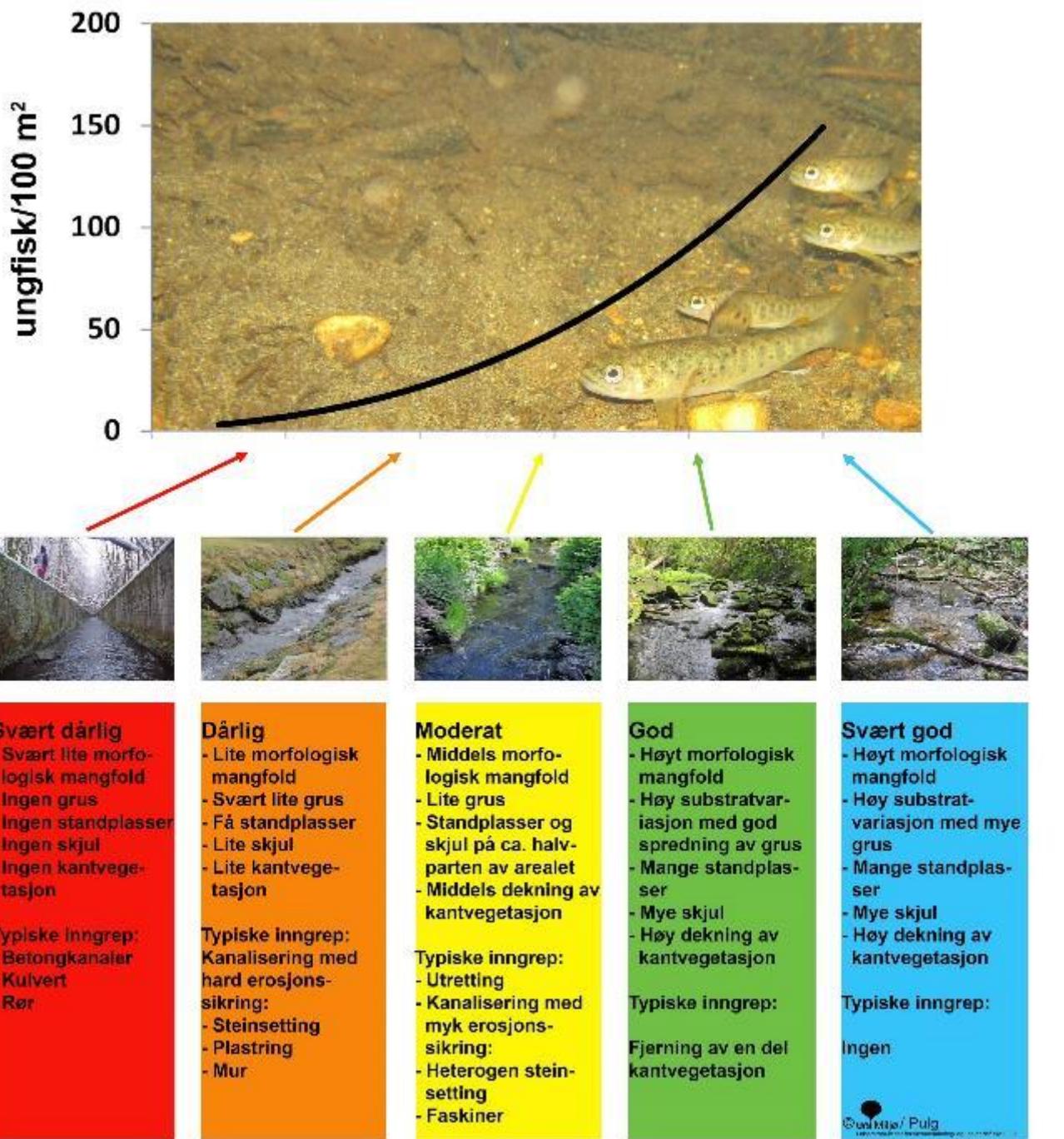


# Sjøørretbekker



NORCE

# Sjøørretbekker



# Sjøørretbekker

Gytegrus svært viktig!

Ikke for mye , ikke for lite.

10-30 %

Hydrobiologia  
<https://doi.org/10.1007/s10750-019-03997-1>

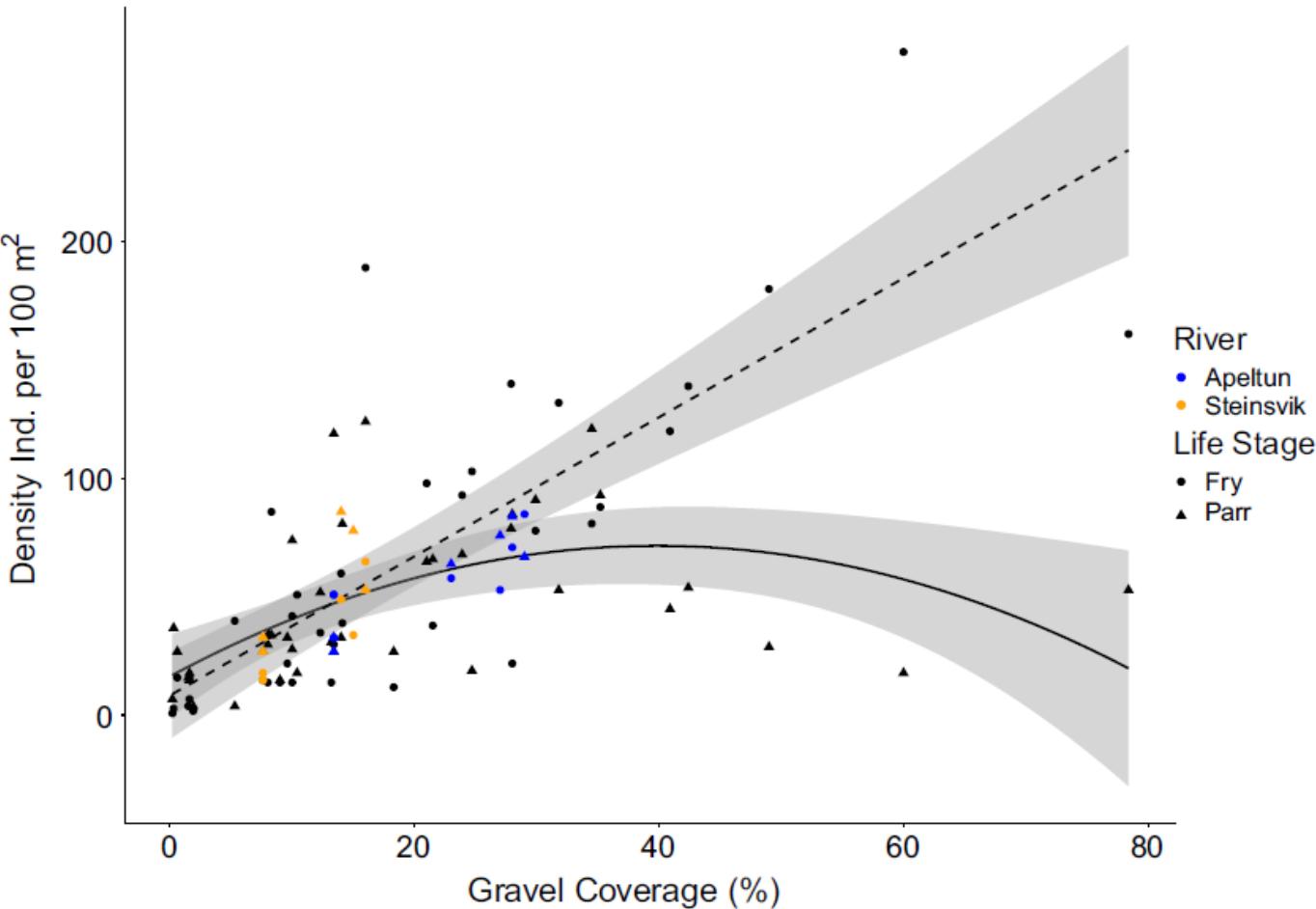
PRIMARY RESEARCH PAPER

**Linking habitat to density-dependent population regulation:  
How spawning gravel availability affects abundance  
of juvenile salmonids (*Salmo trutta* and *Salmo salar*) in small  
streams**

Ulrich Pulg  · Knut W. Vollset · Robert J. Lennox

Received: 15 February 2019 / Revised: 22 May 2019 / Accepted: 12 June 2019  
© Springer Nature Switzerland AG 2019

**Abstract** Rivers with abundant spawning gravel numbers. These results should be considered when



**Vander ungfisk?**



**Ja! Dersom de kan.....**



# Smoltifisering

C E



SJØ



C E



C E



I sjøen – her fra Nordåsvannet, Foto: Bjørn Barlaup

C E

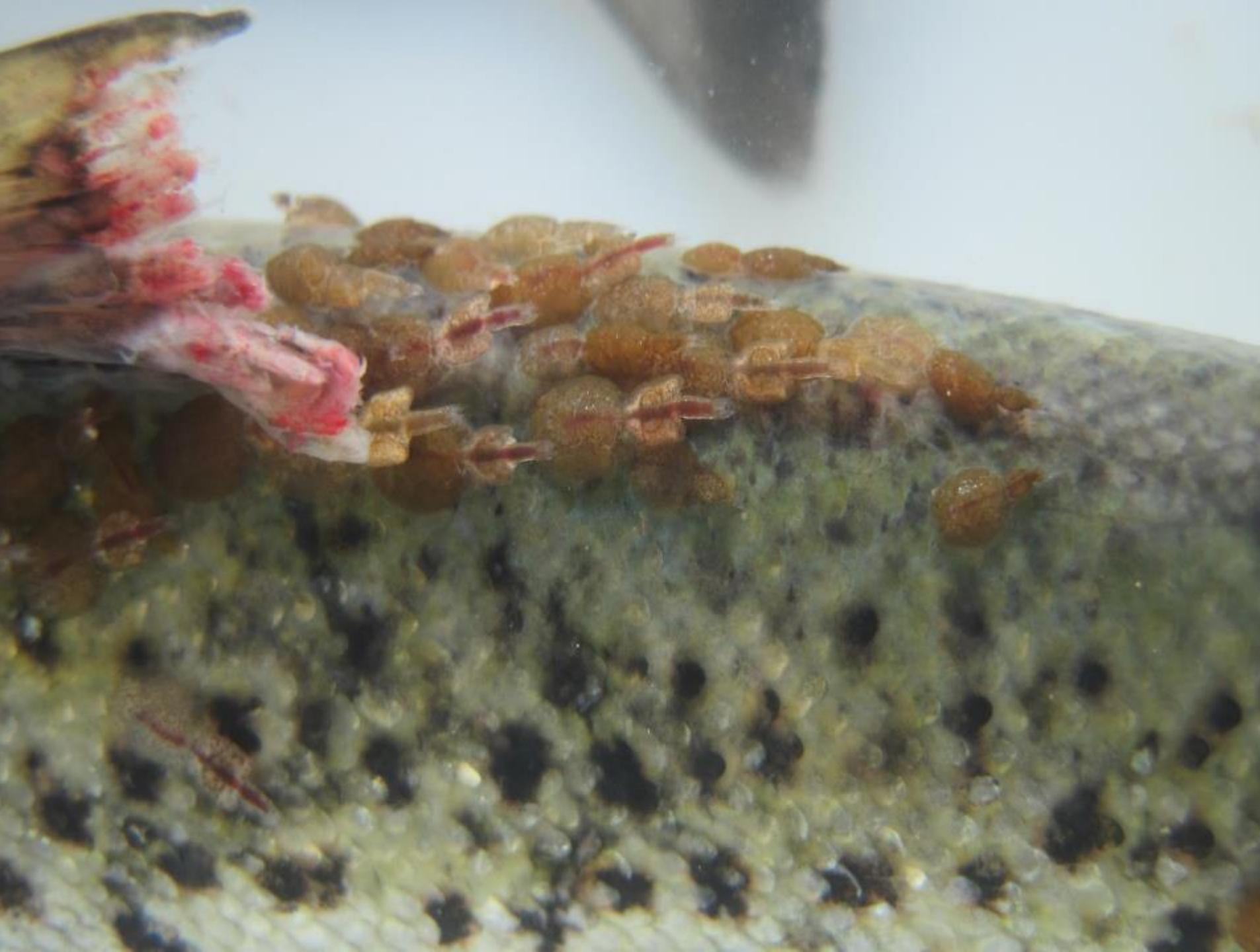


I sjøen - film Herdla

C E



C E



C E



# Gytevandring

C E



Film Arna



## Den ideelle sjøaurebekken:

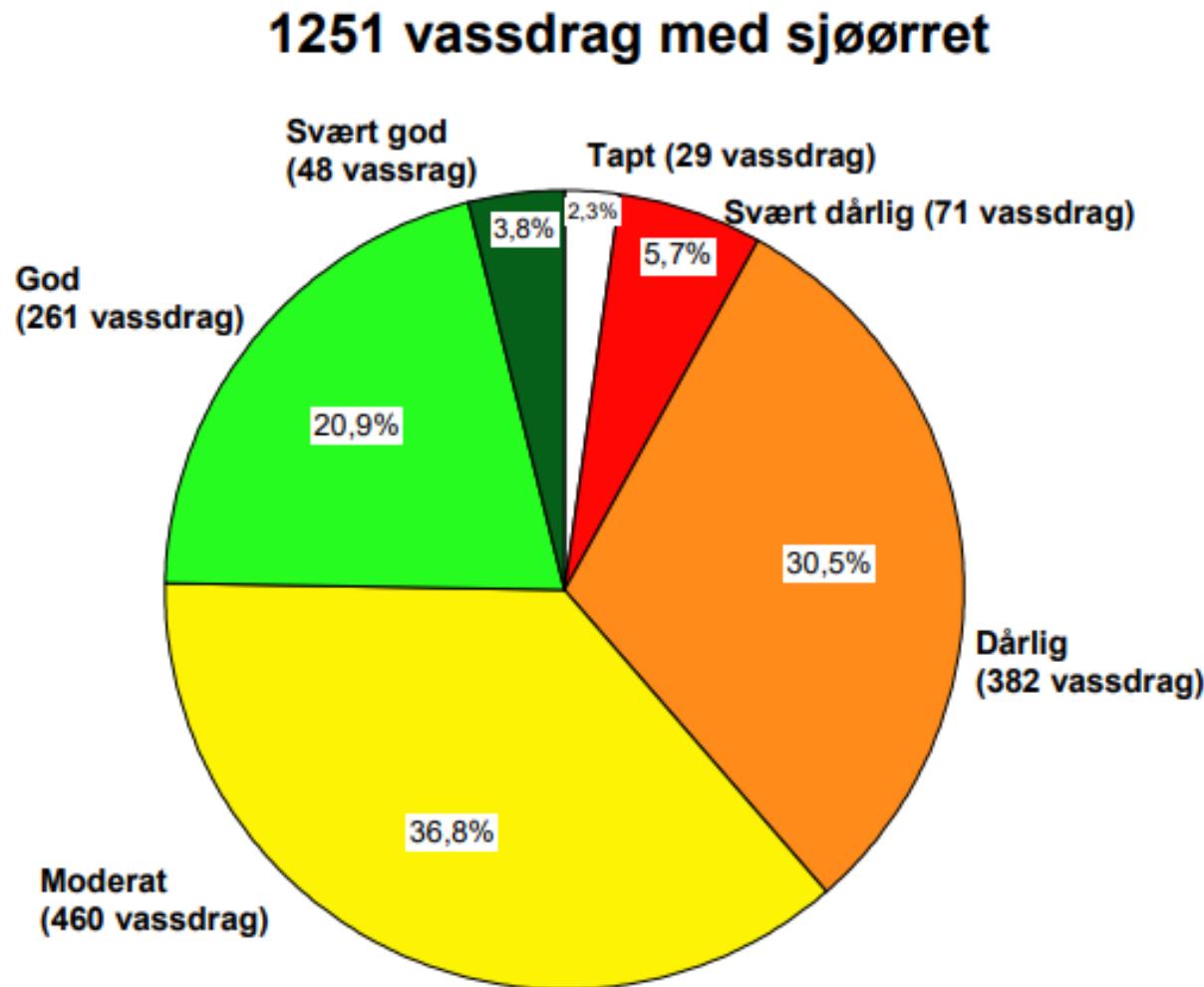
- Tilstrekkelig vannkvalitet
- Gyteareal 10-30 % , godt fordelt
- Mye skjul i elvstrekning
- Mye kantvegetasjon
- Nok vann
- Ingen vandringshinder
- Fluviale prosesser



TRUSLER

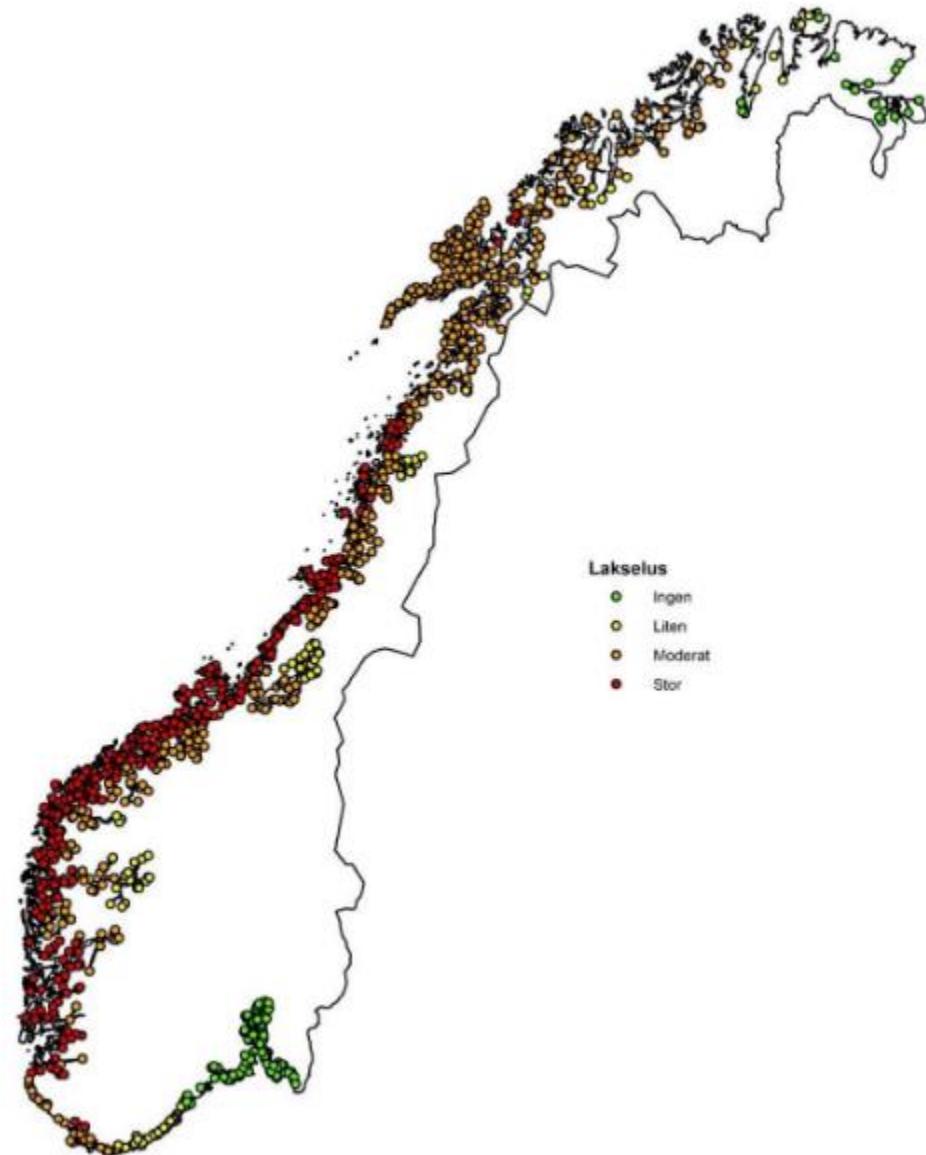
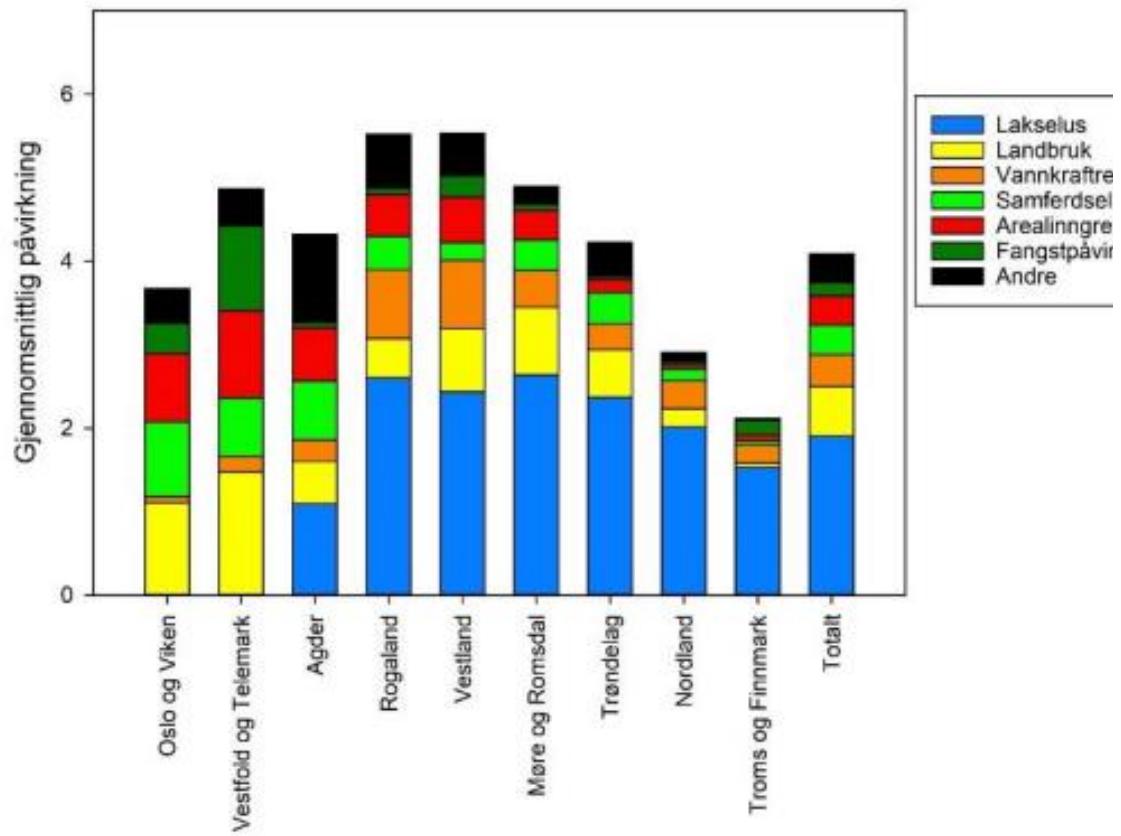


## Bestandsstatus VRL –rapport 2021

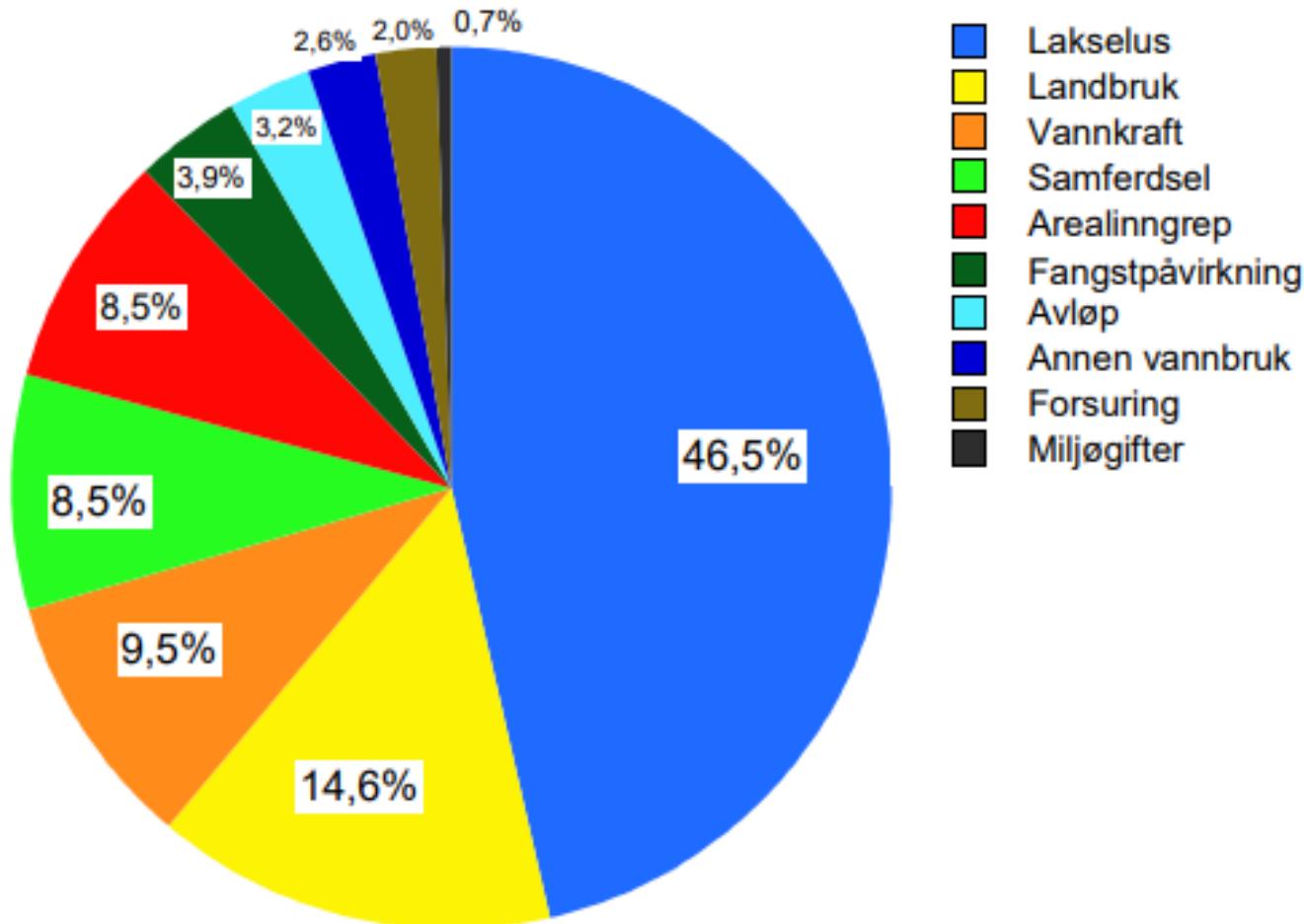


**Figur 1.** Andel (%) av sjøørret i 1251 vassdrag i svært god, god, moderat, dårlig og svært dårlig tilstand, samt vassdrag der det ikke lengre er sjøørretproduksjon (Tapt)

# TRUSLER



*Figur 5. Klassifisert effekt av lakselus på sjørret i 1251 vassdrag.*



**Figur 2.** Effekt av ulike påvirkninger ut fra hvor stor negativ effekt hver påvirkning ble vurdert til å ha på bestandsstørrelser hos sjøørret. Effekten er beregnet ut fra prosentandel hver enkelt påvirkning utgjorde av totalsummen i klassifiseringssystemet. Totalt ble 1251 vassdrag med sjøørret vurdert.

# Regulering

NORCE



# Regulering

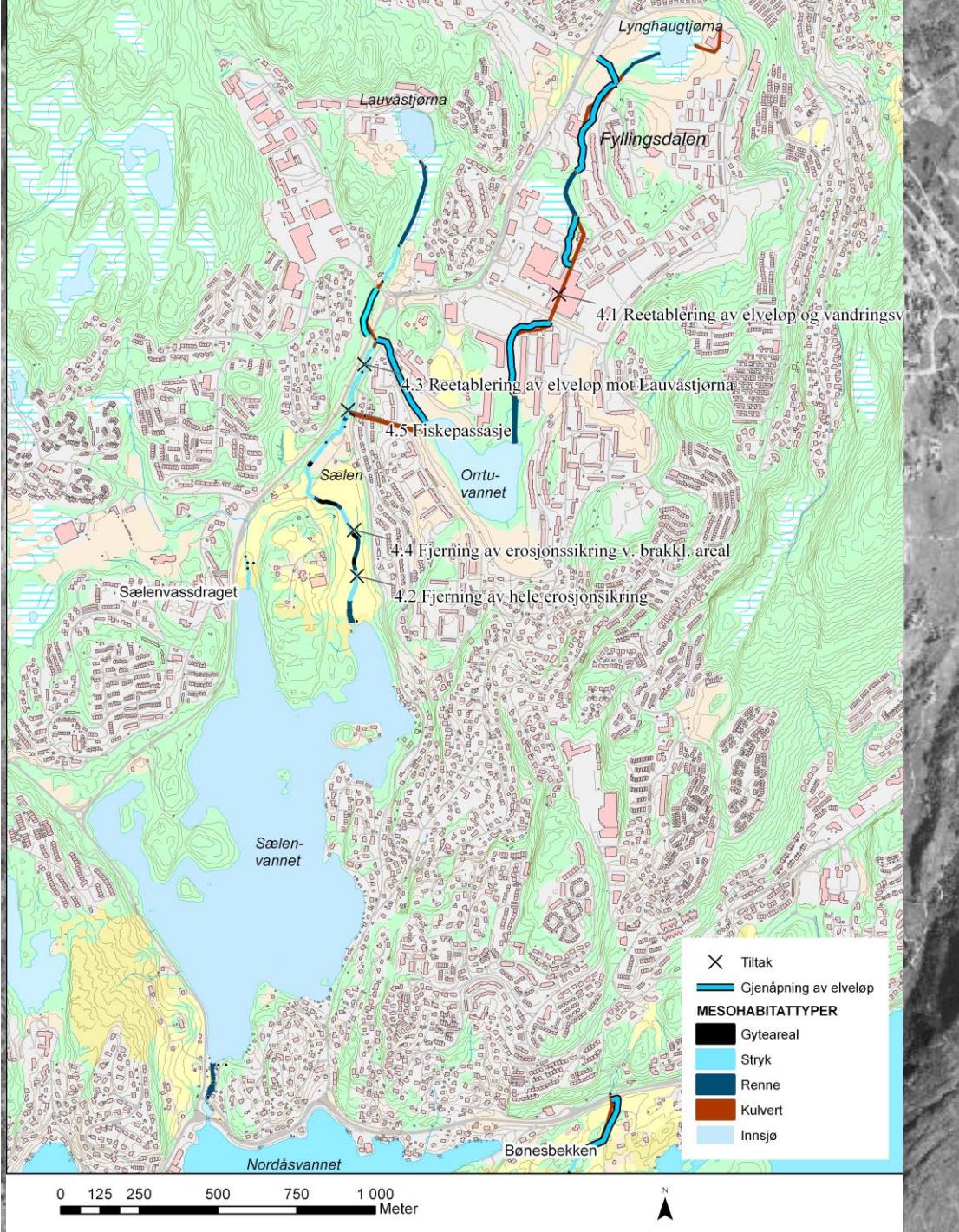
C E

- Redusert vannføring
- Temperaturendringer
- Vandringshinder
- Fjerning kantvegetasjon
- Utretting
- Kanalisering
- Plastring
- Bekkelukking
- Turbiner...

## Hovedeffekter:

- Redusert elveareal
- Redusert habitatkvalitet

Eksempel:

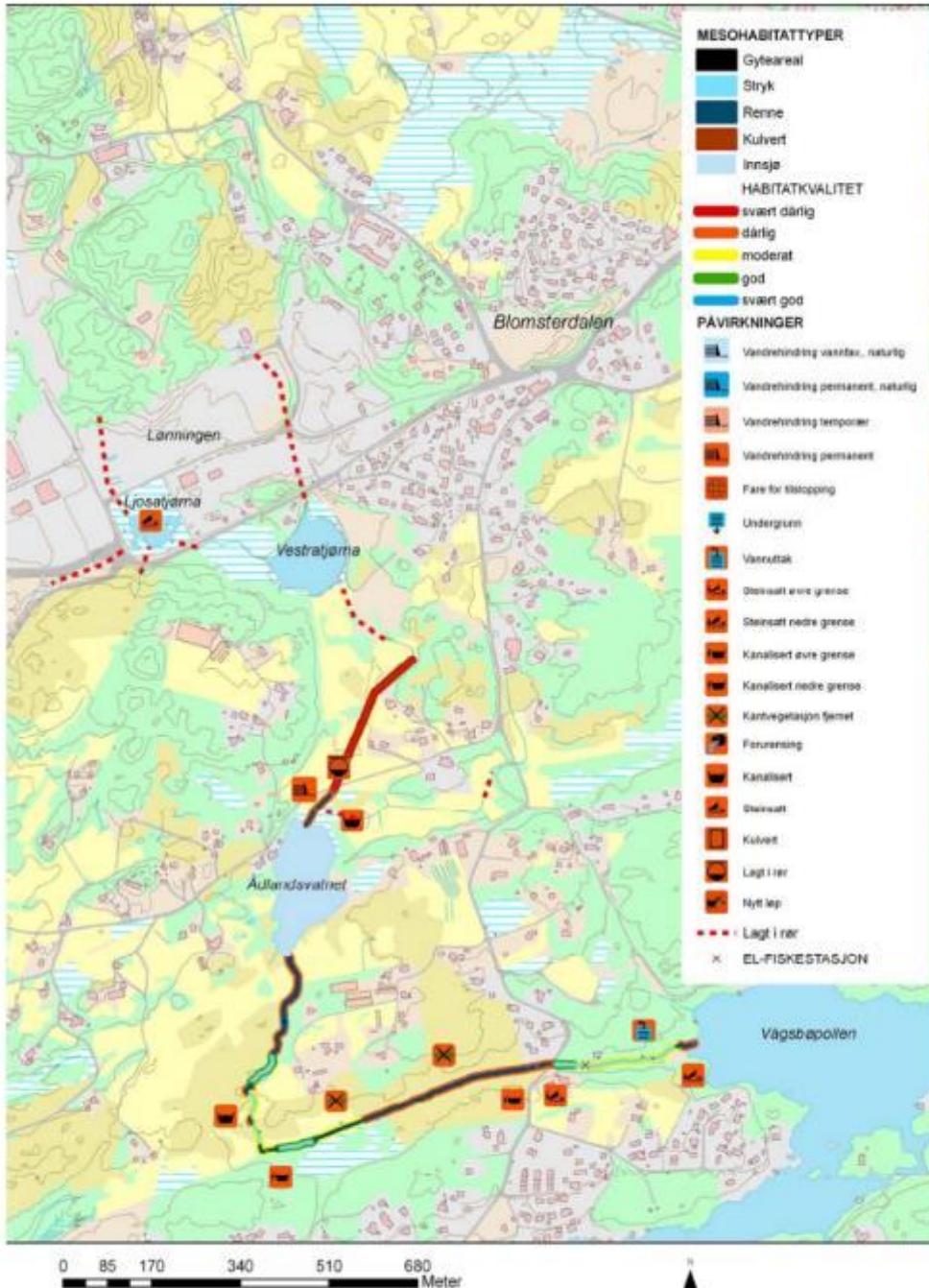


# Landbrukspåvirkning

- Vandringshinder
- Fjerning kantvegetasjon
- Utretting
- Kanalisering
- Plastring
- Bekkelukking
- Temperaturendringer
- **Vannkvalitet**
- **Sedimentkvalitet**

Hovedeffekter:

- Redusert eleveareal
- Redusert habitatkvalitet



Figur 176

Åldlandsbekken: Habitatkartlegging og påvirkninger

# Redusert areal

NORCE



Typiske hindringer:

- Demninger
- Terskler
- Kulverter



**Redusert  
Vannføring  
Bjoreio**

Gyteplass i oktober



C E

# Bjoreio, Eidfjord



Photo: LFI-Unifob  
v/Barlaup

C E

## Stadige inngrep



Photo: LFI-Unifob  
v/Barlaup

## Vannkvalitet



### Aurens krav:

- Nok oksygen, minst 5 mg/l, på sikt minst 8-9
- Lite forurensing (kloakk, veisalt, miljøgifter ...)
- pH over 5 gjerne pH 6-8
- Gassovermettning < 110%

## Forurensing

- Kloakkutsipp, avløp
- Landbruk (gjødsel, silo, finsediment...)
- Overvann (olje, støv, betong....)
- Kraftverk med luftinntrekk (blakking)
- Ekstrem forsuring

Lakselus

C E



C E



# Målsetting



Laks

God tilstand

Kvalitetsnorm (Naturmangfoldloven)

Sjøaure:

**Målsetting** (etter vannforskriften)

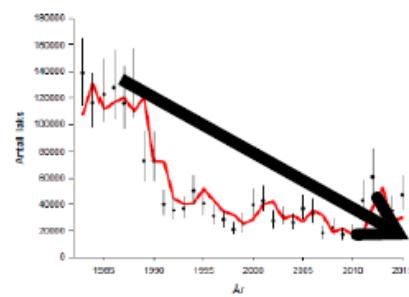
- God økologisk tilstand
- Godt økologisk potensial «i sterkt modifiserte vassdrag»



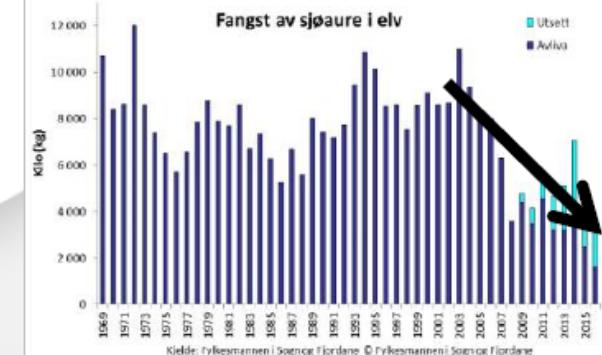
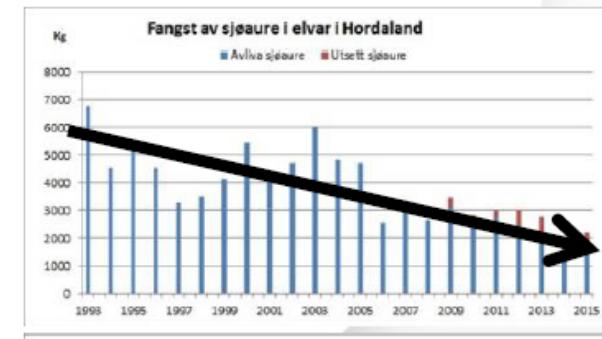
# Realitet

## Tiltak

- Vannkvalitet har blitt bedre
- text
  - Kanalisering og bekkelukking fortsetter
  - Ensidig flomsikring, = forbygning og =kraftutbygging
  - Lite vassdragsrestauring på Vestlandet (i motsetning til Oslo, Trondheim, Drammen, Mandal...)
  - Større flommer
  - Ønske om mer kraftutbygging
  - Påvirkning fra oppdrett unntatt regelverket

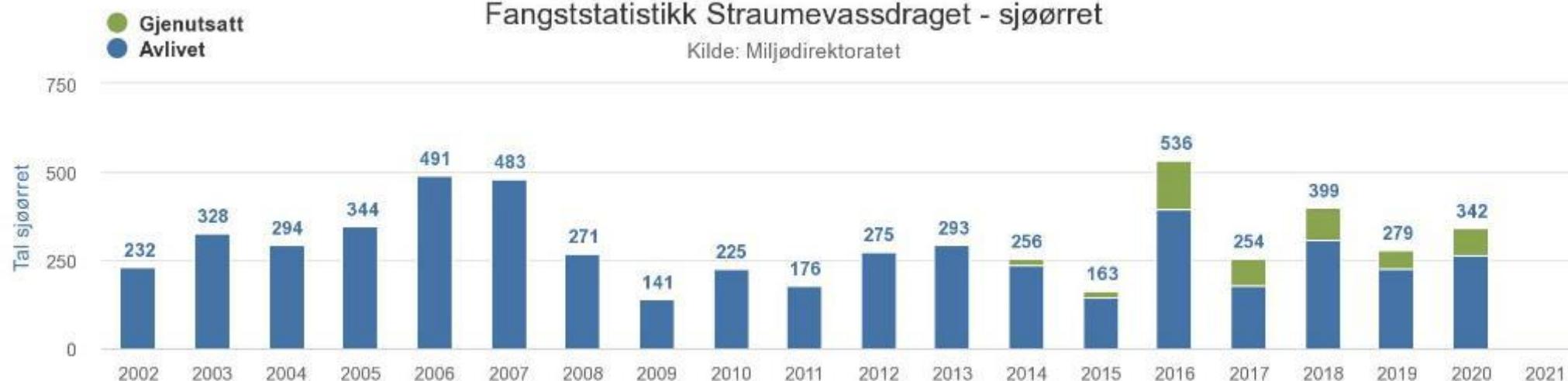
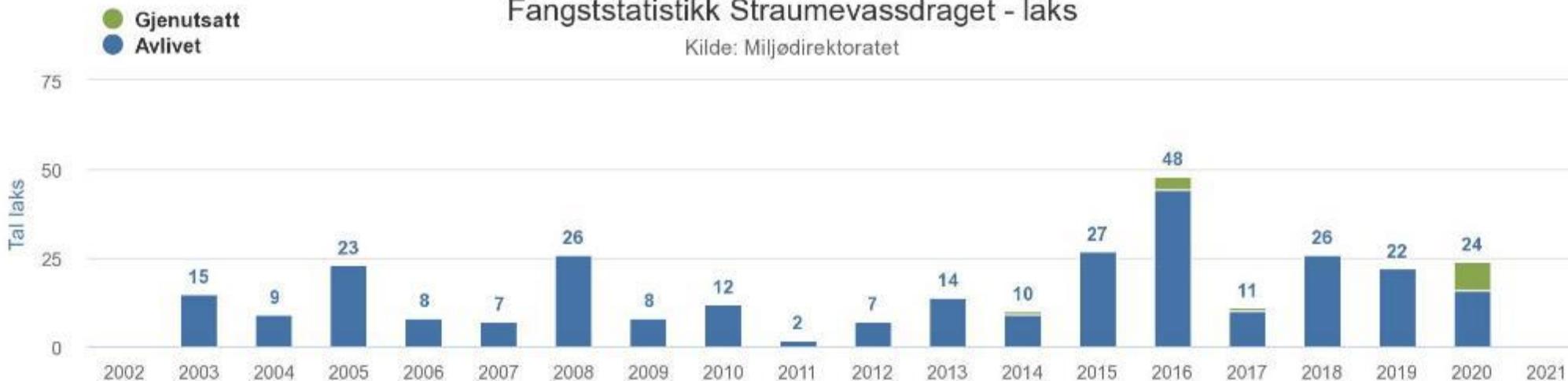


Figur 2.14. Bemerk svært avslidende utvikling i fangst av laks til høyre av Vestlandet og øst Hordaland i fjord og fjordelv i perioden 1983-2015. Danskere sørget med hovedsaklig gjennom million innenfor av denne verdi fra 1980-tallet. Den røde linjen er nedtegnet basert på ARDEA (1,0,0) trekkdausjonsverdi (SE-verdi = 0,57).



# Straumevassdraget

- text



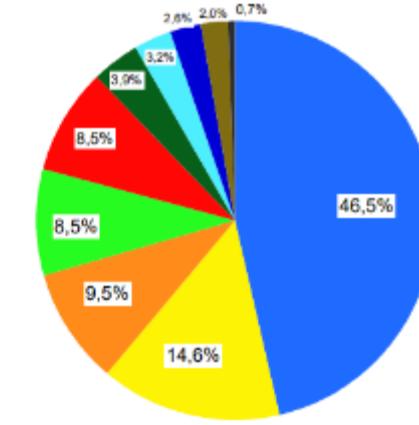
# Tiltak



# Tiltak

## Lakselus

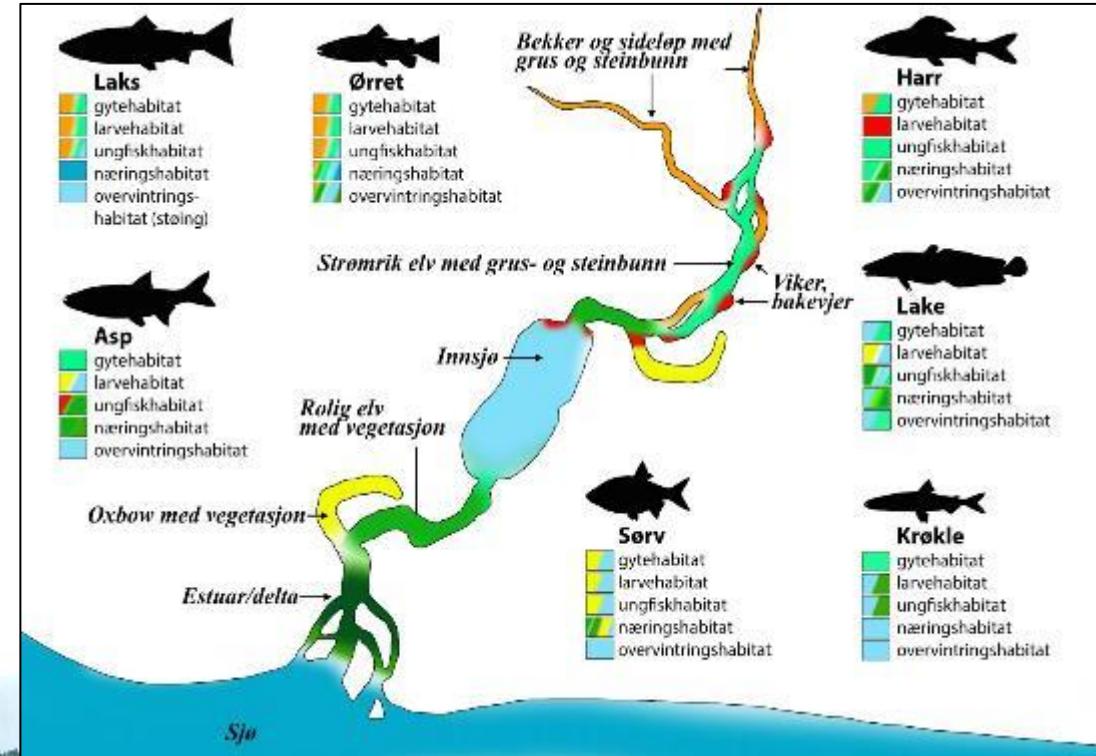
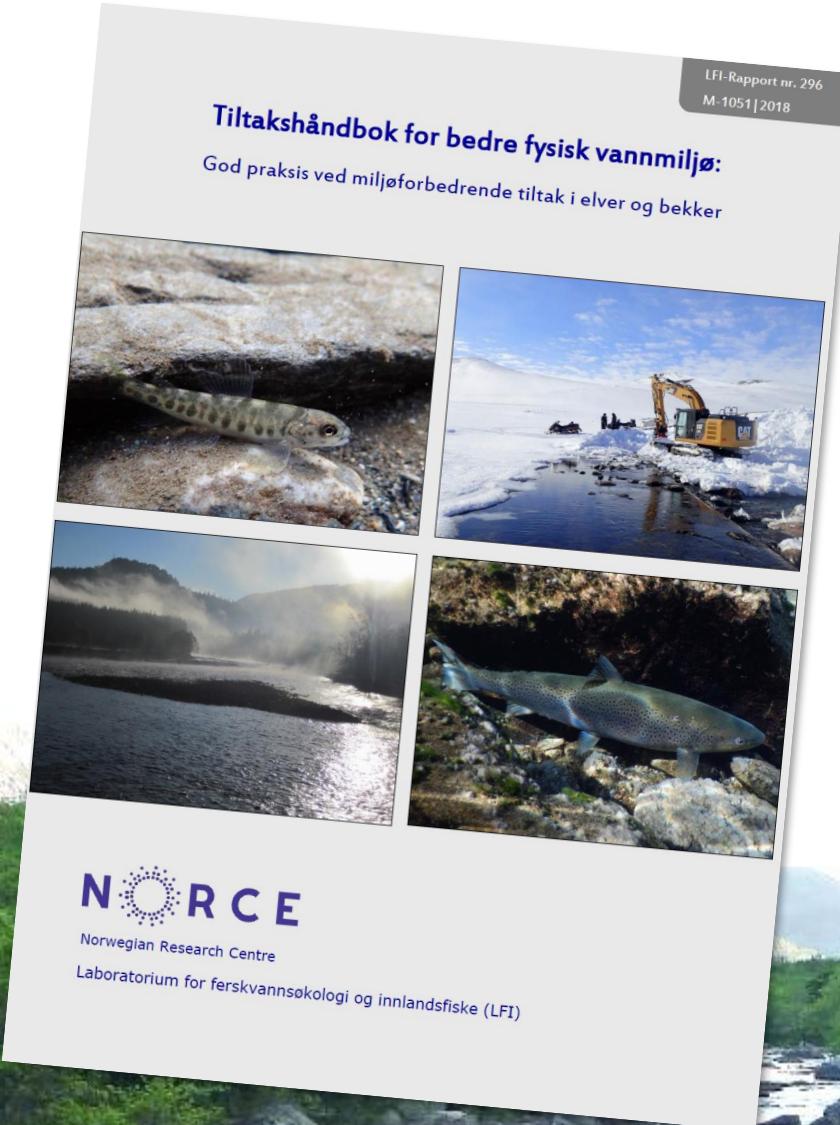
- Utslippsløyve totalmengde luselarver, ikke grenseverdier per o.fisk
- Naturmangfoldloven med kvalitetsnorm villaks og vannforskriften
- Tilpasser biomasse
- Lukkete anlegg
- Brakklegging
- Traffiklyssystemet – gult og rødt



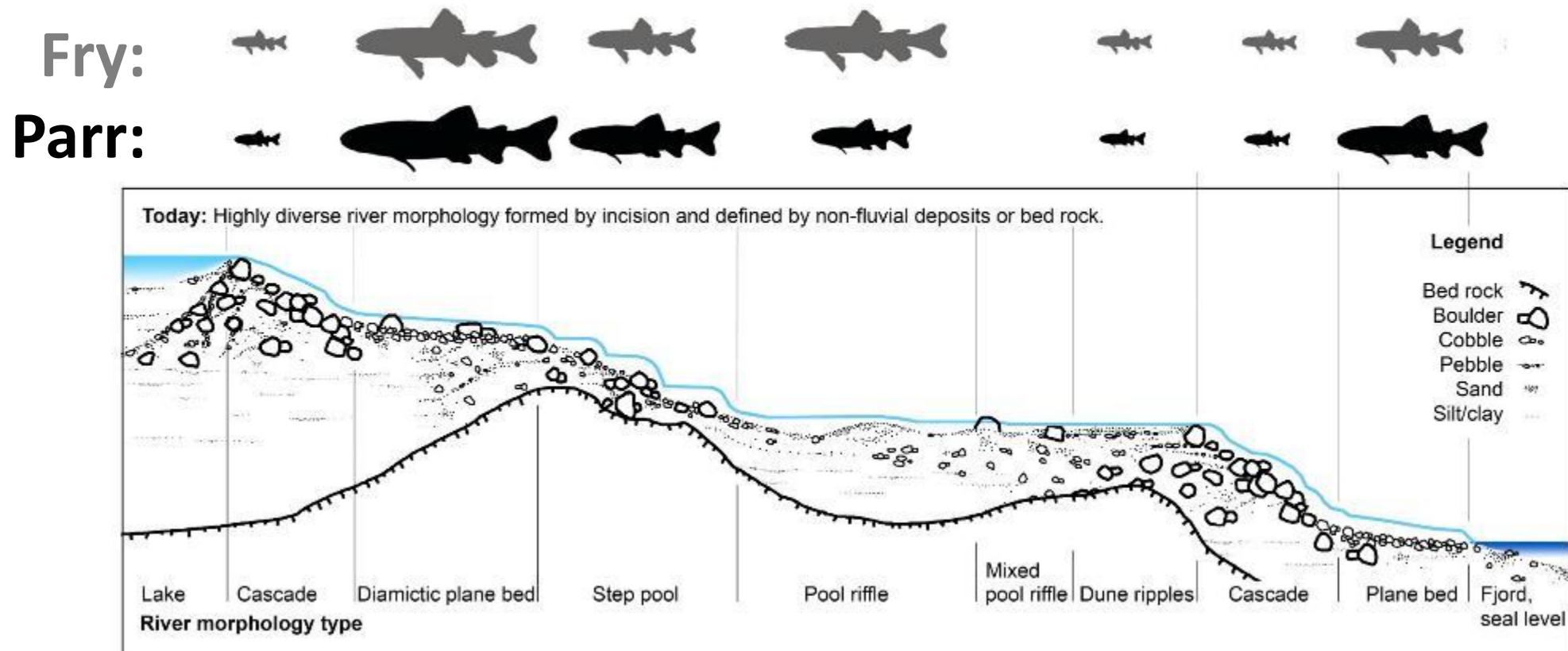
Figur 2. Effekt av ulike påvirkningsut fra hvor stor negativ effekt hver påvirking har vurder til å ha på bestandsstørrelser hos sjøørret. Effekten er beregnet ut fra prosentandel hver enkelt påvirking utgjorde av totalsummen i klassifiseringsystemet. Totalt ble 1251 russdrag med sjøørret vurdert.



# Tiltak i ferskvann



# Atlantic salmonid density and population structure depend on reach morphology:



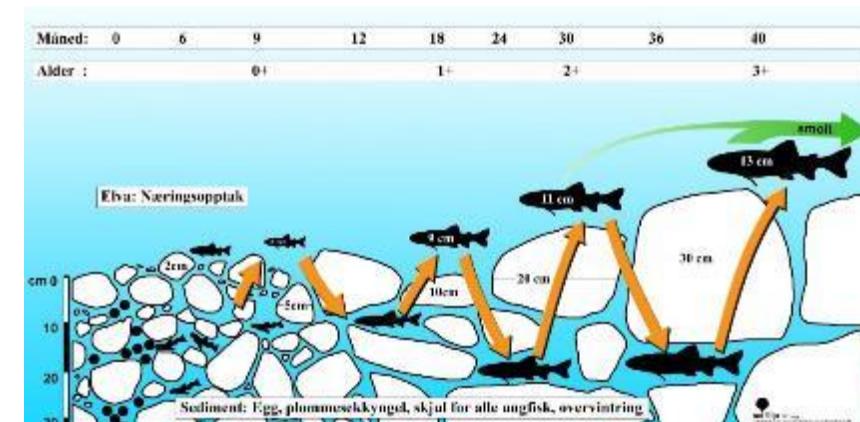
Skjematisk lengdeprofil	Bilde	Beskrivelse
		Kaskade (fossestryk) Typisk gradient: 0,065-0,3 Dominerende substrat: fjell eller blokk Typisk kulpengde: 1 elvebredd
		Trinn-kulp type Typisk gradient: 0,03-0,065 Dominerende substrat: blokk og rullestein Typisk kulpengde: 1-4 ganger elvebredd
		Variert stryk Typisk gradient: 0,15-0,03 Dominerende substrat: både grus, rullestein og blokk Ingen typisk kulpengde
		Jevnt stryk Typisk gradient: 0,015-0,03 Dominerende substrat: rullestein og grus Ingen typisk kulpengde
		Blandet kulp-stryk type Typisk gradient: 0,005-0,015 Dominerende substrat: grus med innslag av rullestein og blokker Typisk kulpengde: 5-7 ganger elvebredd
		Kulp-stryk type Typisk gradient: 0,003-0,015 Dominerende substrat: grus (6,4 -0,4 cm) Typisk kulpengde: 5-7 ganger elvebredd
		Finsediment type Typisk gradient: < 0,003-0,005 Dominerende substrat: finkrus, sand eller fineste Typisk kulpengde: 5-7 ganger elvebredd

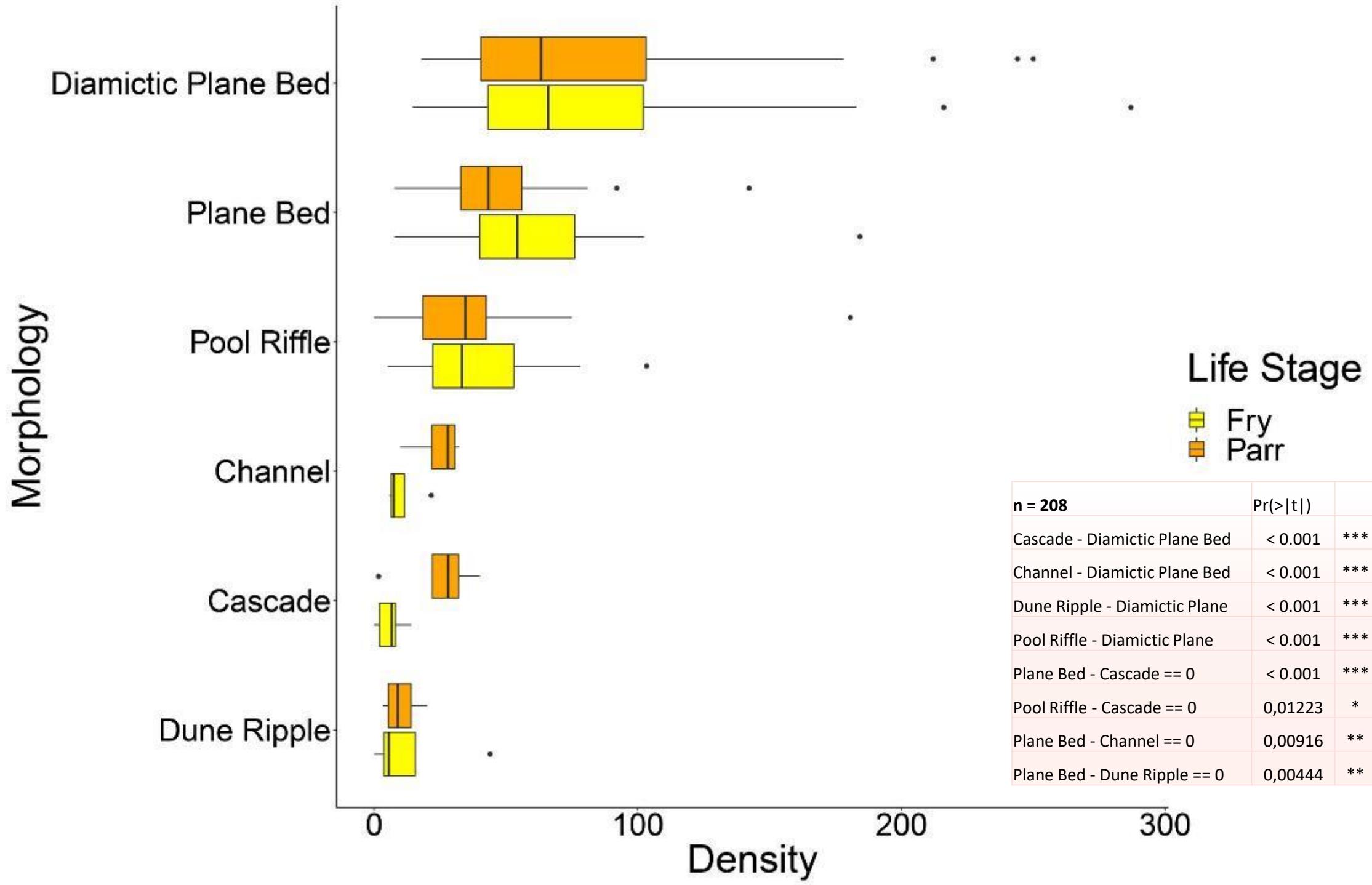
# Elvemorfologi



Morfologiske typer på reach scale, typisk 10-100 ganger elvebredde

- Gradient
- Sediment
- Vannføring
- Ofte massbegrenset
- Innsjøer
- Stor variasjon i morfologi





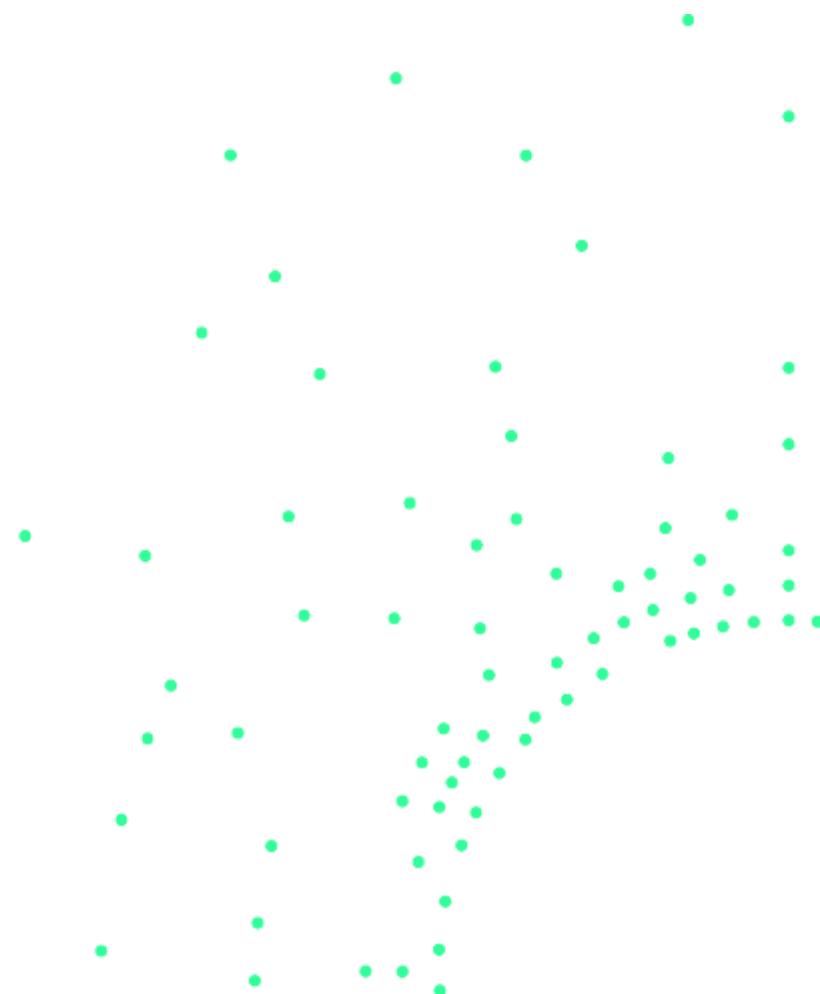
## Eksempler for tiltak for sjøaure i Aurlandsvassdraget



## Involvering av lokal kunnskap

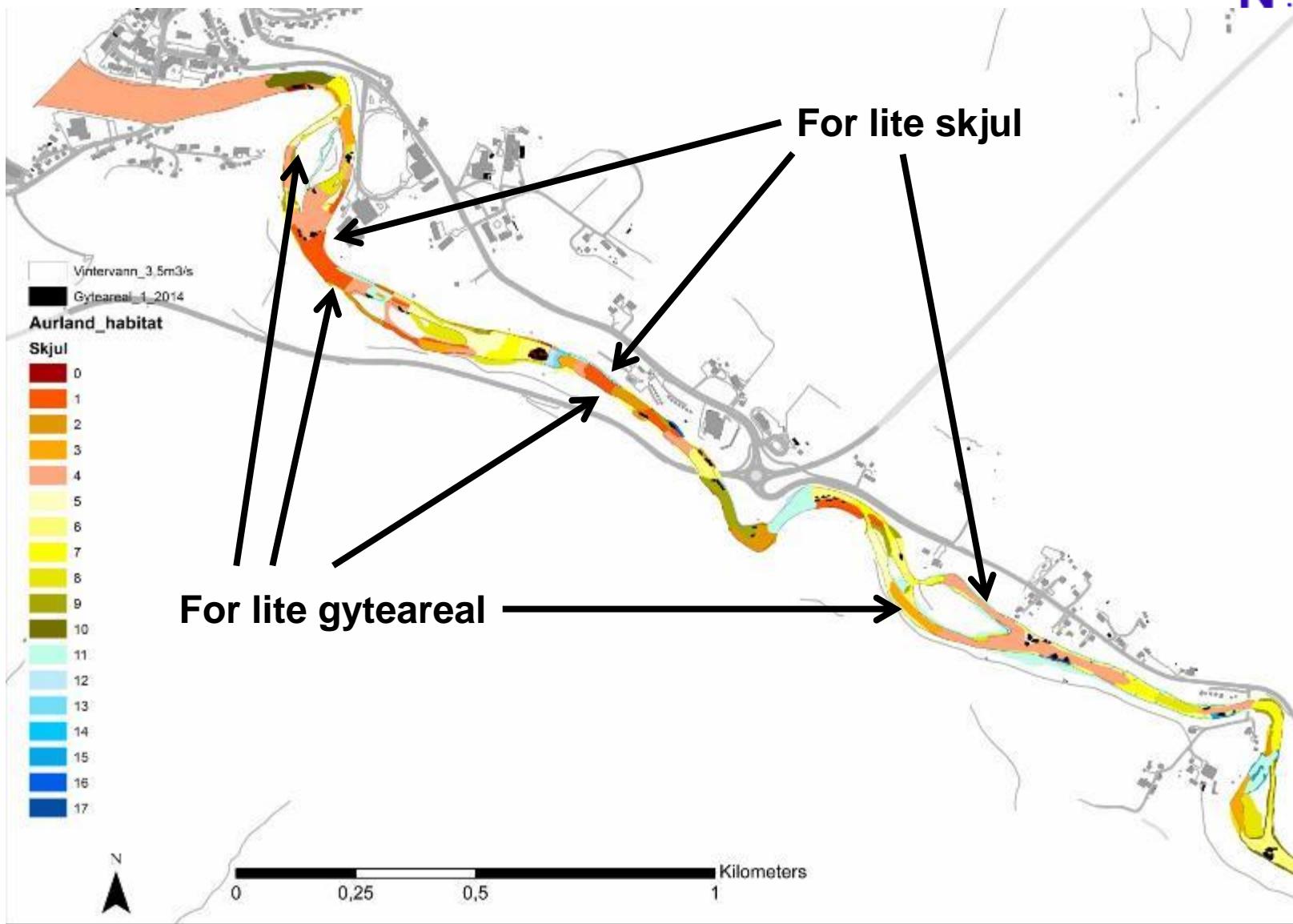


NORCE



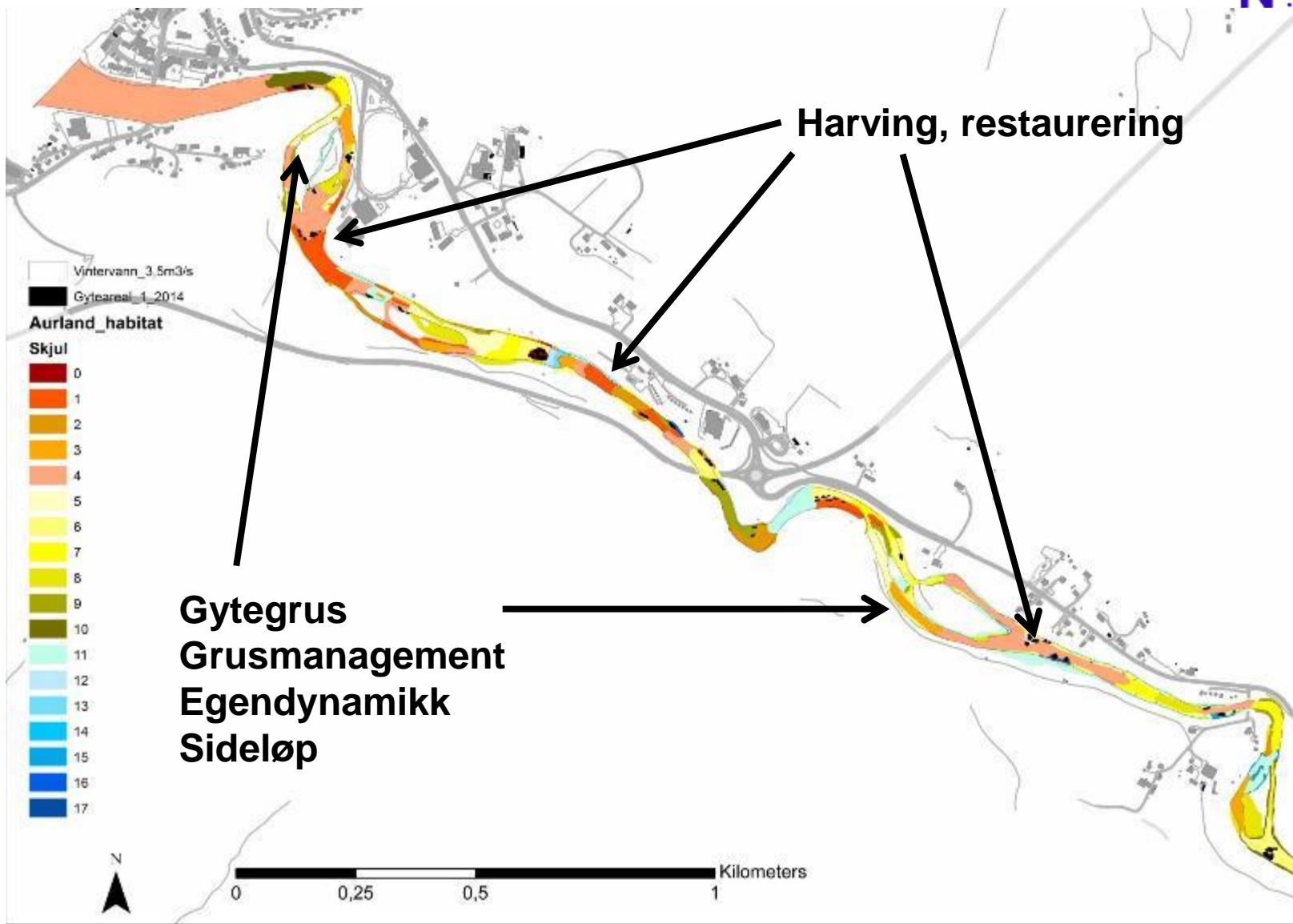
# Eksempel Aurlandselva - Diagnose

NORCE



# Eksempel Aurlandselva - Tiltak

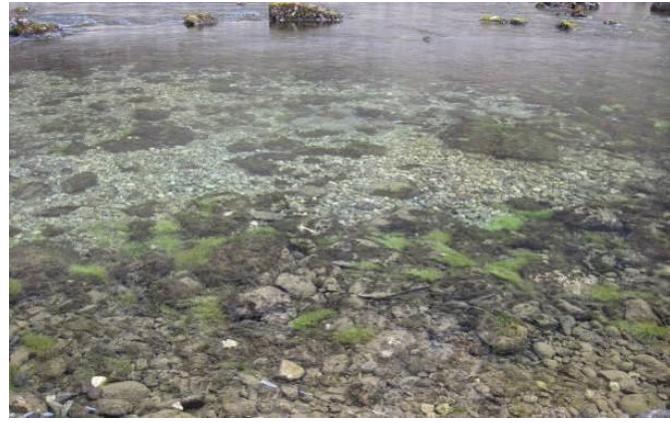
NORCE



# Tiltak - Gytegrus ca. 1250 m<sup>3</sup> siden 2009



Figur 1 Bunnsubstrat 200 m nedenfor demningen 2009, før grus ble lagt ut (armeringslag).



Figur 2 Samme sted 2012, 2 år etter grusutlegg i 2010



Figur 3 Grusutlegging ved Skaim 2010

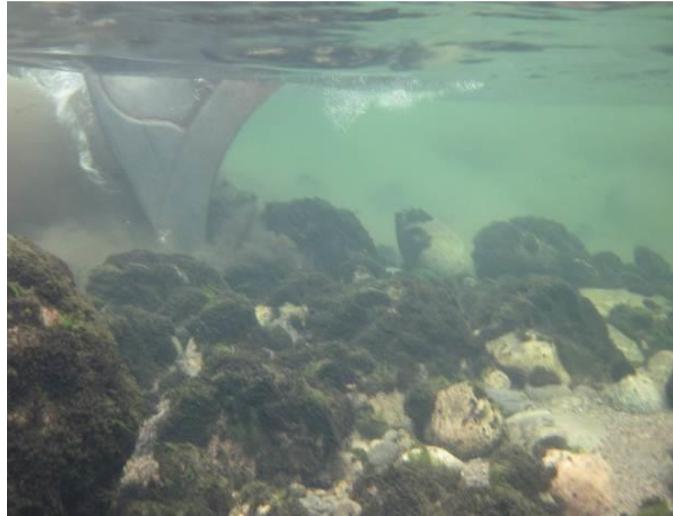


Figur 4 Dykker har utvalgt et egnet sted for grusutlegget og anviser gravemaskinføreren

# Tiltak - Ripping ca. 80.000 m<sup>2</sup> siden 2009 – 33 % av elvearealet



Figur 1 Harving av pakket og fast bunnsstrat (armeringslag) ndf. E 16 bro 2011.



Figur 2 Harvingen sett under vann.  
Gravemaskinen mistet tenner i skuffen  
grunnet det harde armeringslaget.



Figur 3 Pakket og fast bunnsstrat med få hulrom. Steinene kunne ikke snus med løpebrett (gravelboard).



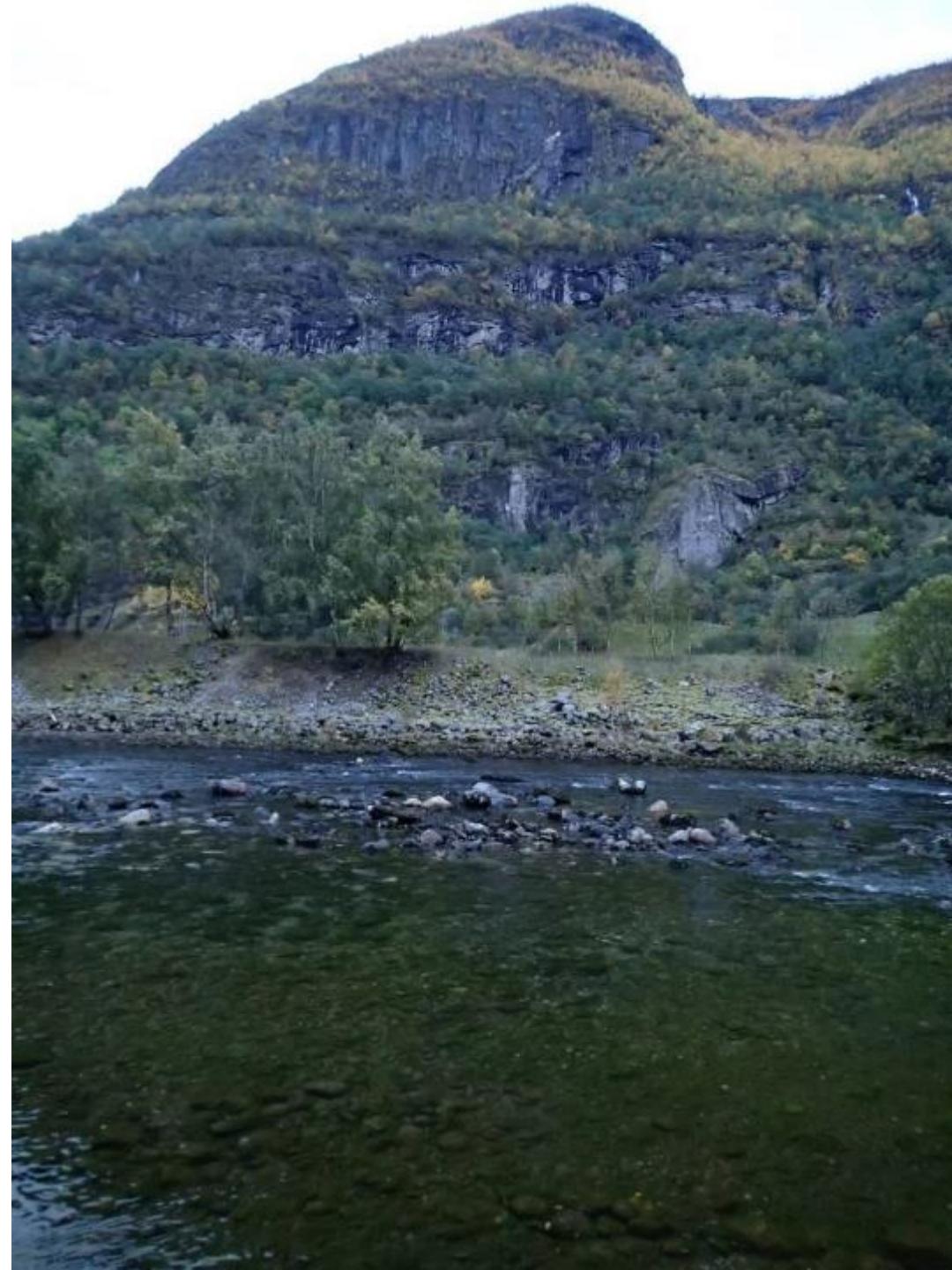
Figur 4 Samme substratet etter harving –  
masse nye hulrom tilgjengelig for fisk.

# Tiltak - Ripping ca. 80.000 m<sup>2</sup> siden 2009

NORCE



CE



CE



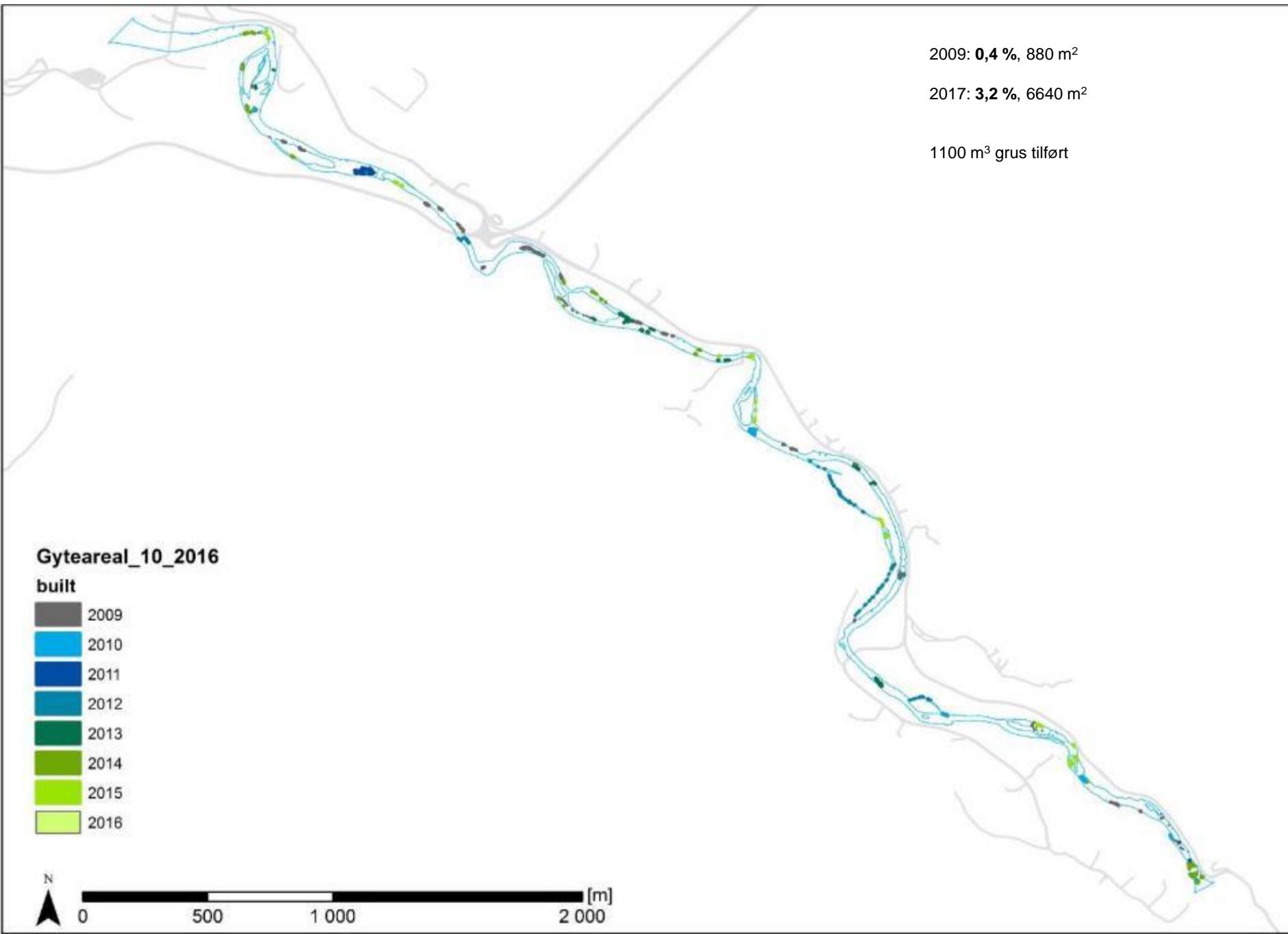
# Tiltak Vassbygdelva: Naturlige prosesser.

Flommen 2014 leverte substratet vi trengte



# Tiltak - Resultater

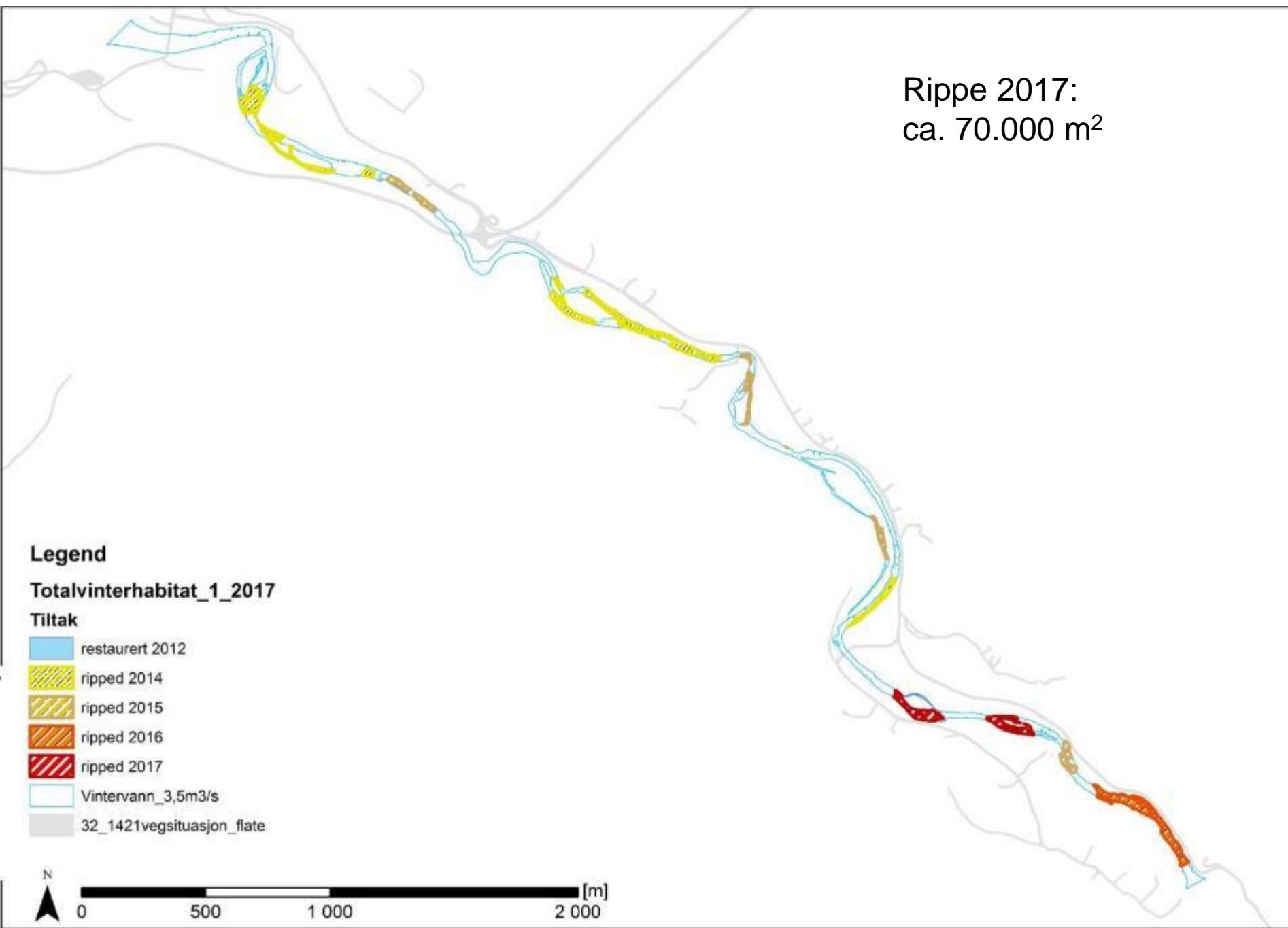
C E



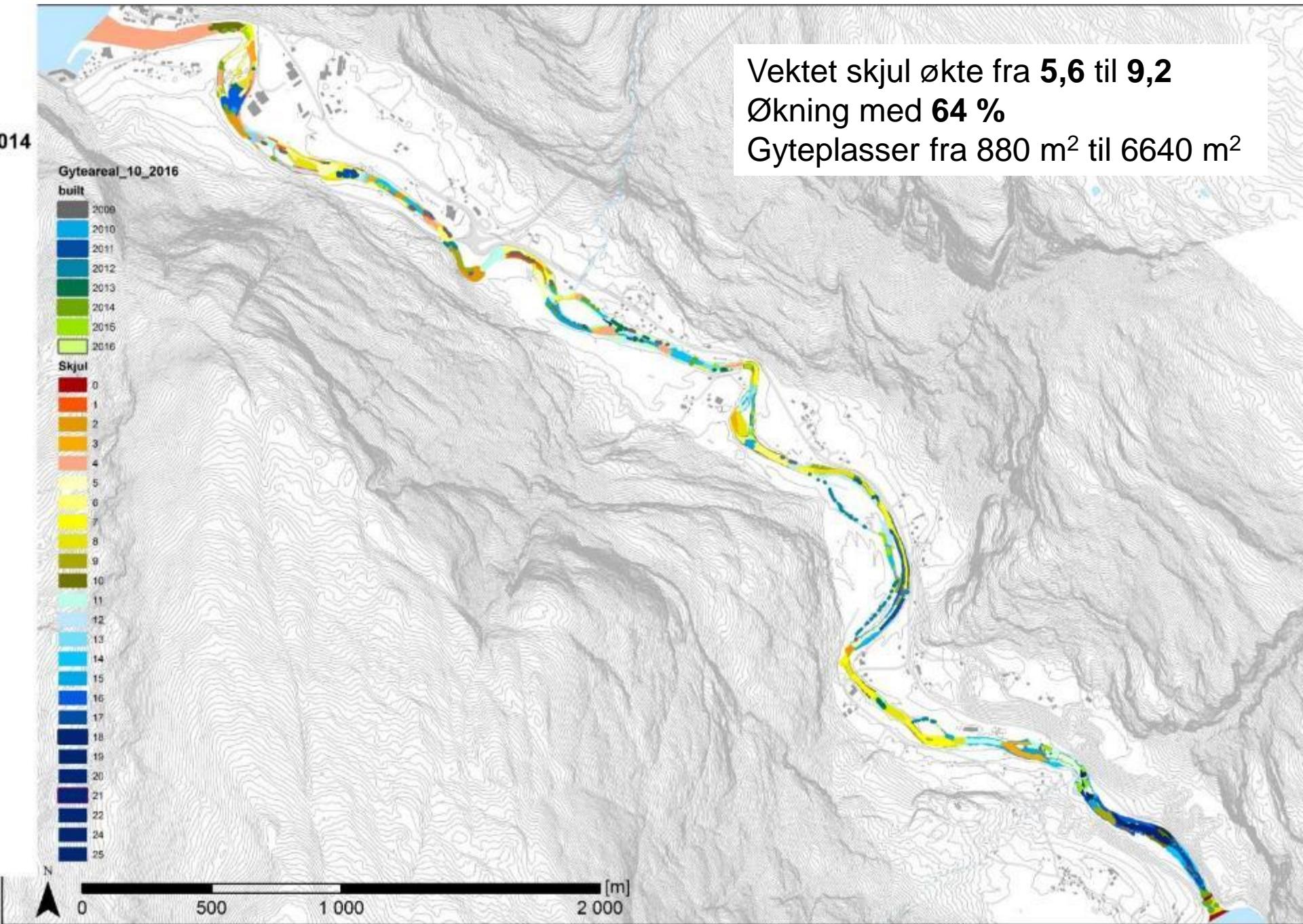
# Tiltak - Resultater

C E

Rippe 2017:  
ca. 70.000 m<sup>2</sup>

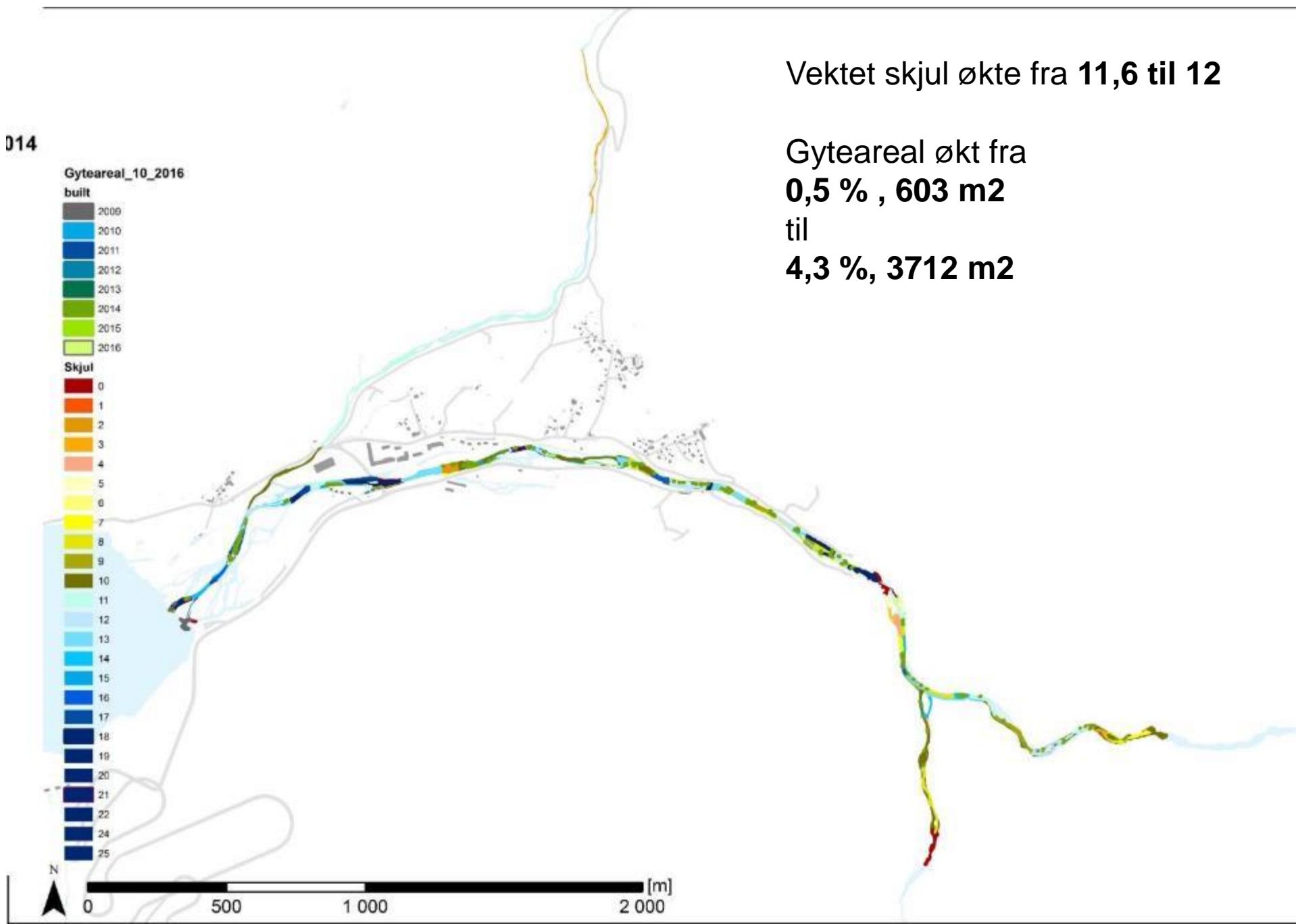


# Tiltak - Resultater Aurlandselva



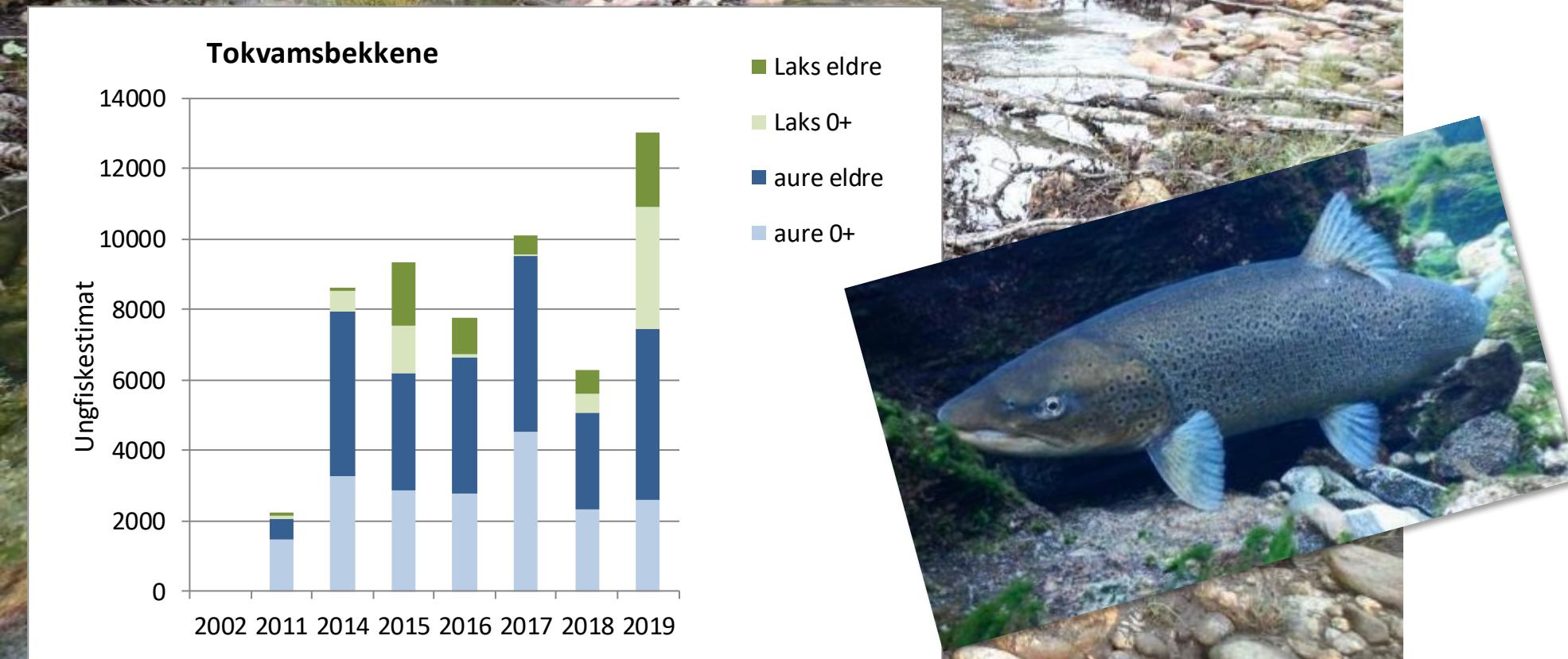
# Tiltak - Resultater Vassbygdelva

R C E



# Tiltak - Resultater sidebekker

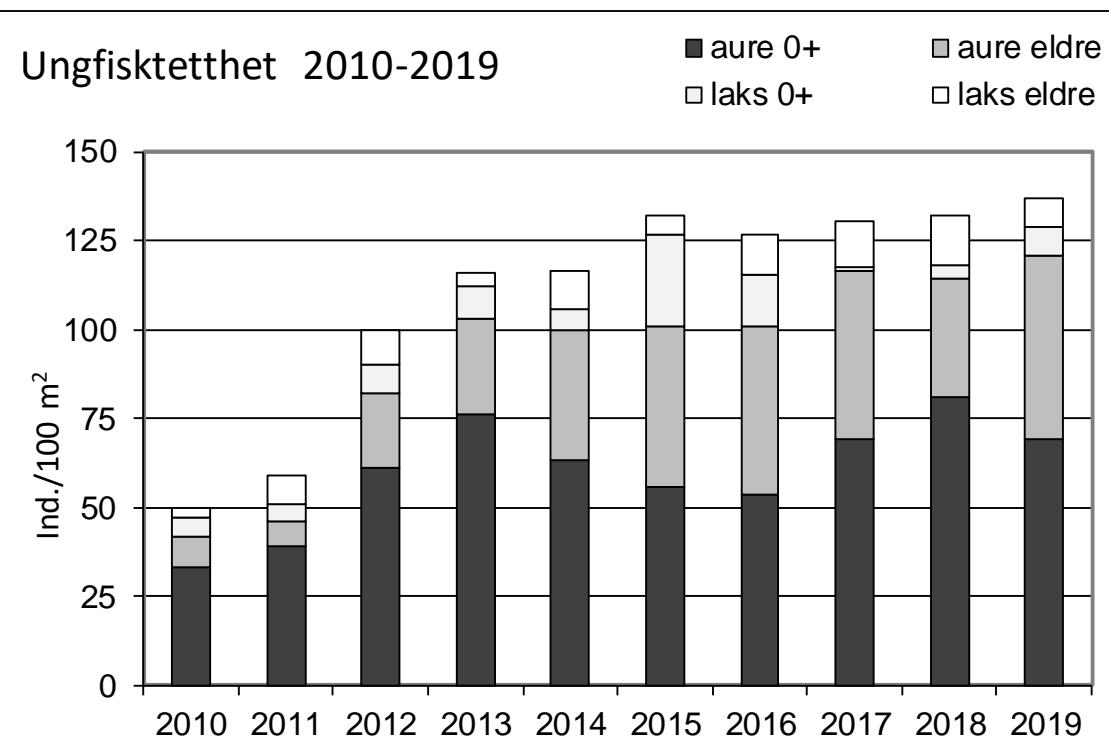
Fra null til 10.000 ungfisk i Tokvamsbekken



# Restaurering gyteplasser Aurland (1100 m<sup>3</sup>)

NORCE

- Mye gyting på arealene,
- Økning av ungfisktetthet



2018: 9 år gammel gytepllass



# Ungfisk på rippet areal

C E

- Ripping i Aurlandselva
- 10-50 cm korndiameter dominerende
- 2014 arealene har fortsatt mye skjul, lavere ved Lundeborg
- Ca. 1-4 NOK/m<sup>2</sup>
- Levetid forventet 5-15 år (foreløpige tall).

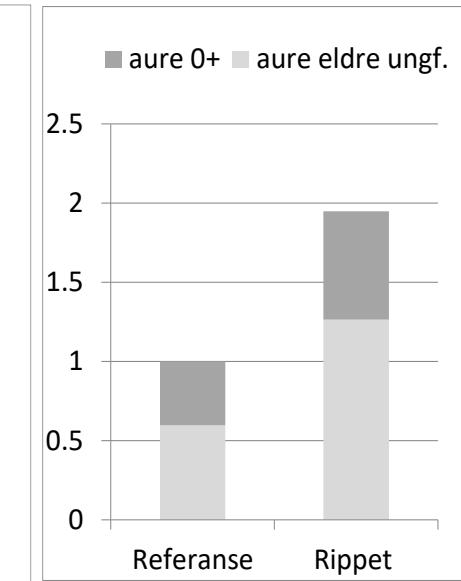
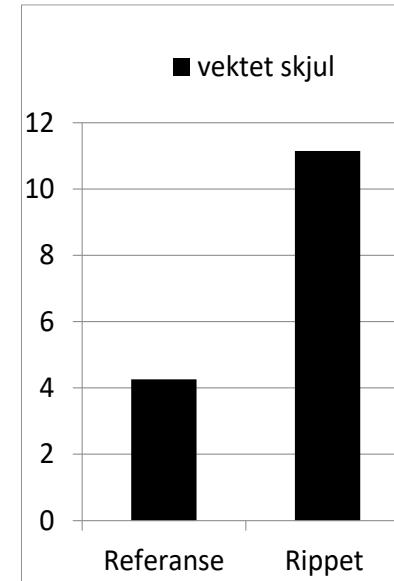


Fig. 1 Bildet til venstre viser urippet referanseområde, til høyre rippet elvebunn. Figuren til venstre viser at det finnes betydelig mere skjul på rippet områder (basert på 57 punktmålinger på rippet areal og 57 på referanseområdet). Figuren til høyre viser antall ungfisk fanget med punkt-el-fiske (n =114). Fangstareal per punkt ligger ved ca. 1-2 m<sup>2</sup>.

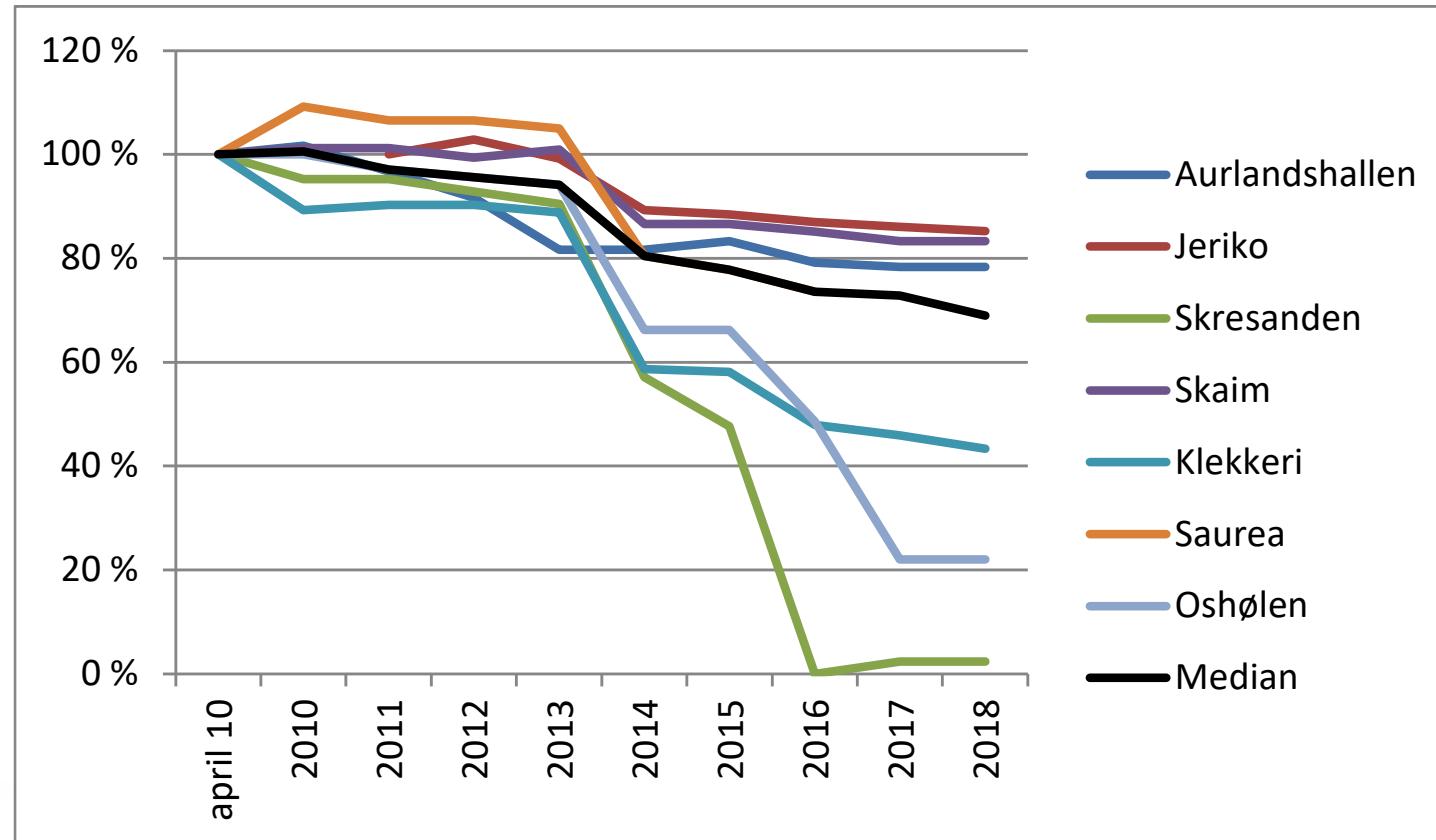
C E



# Levetid gyteplasser Aurland – utvikling areal

NORCE

- 6640 m<sup>2</sup> gyteareal skapt 2010-2016
- Ca. 100-150 NOK/m<sup>2</sup>
- Forventet levetid 13-18 år (foreløpige tall).
- Utvikling gyteareal på 7 forsøksstasjoner:



# Apeltunelva i Bergen

Fra dårlig til god tilstand for fisk

2009-2016

**LAGUNEN  
STORSENTER**

STEINERSKOLEN PÅ SKOOLD



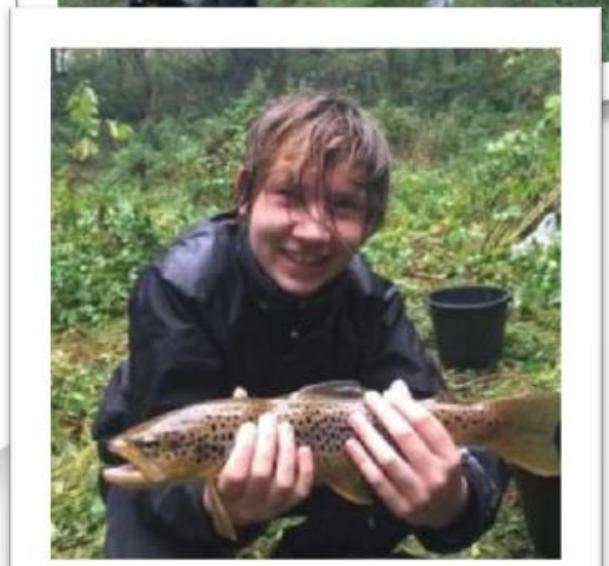
BERGEN KOMMUNE



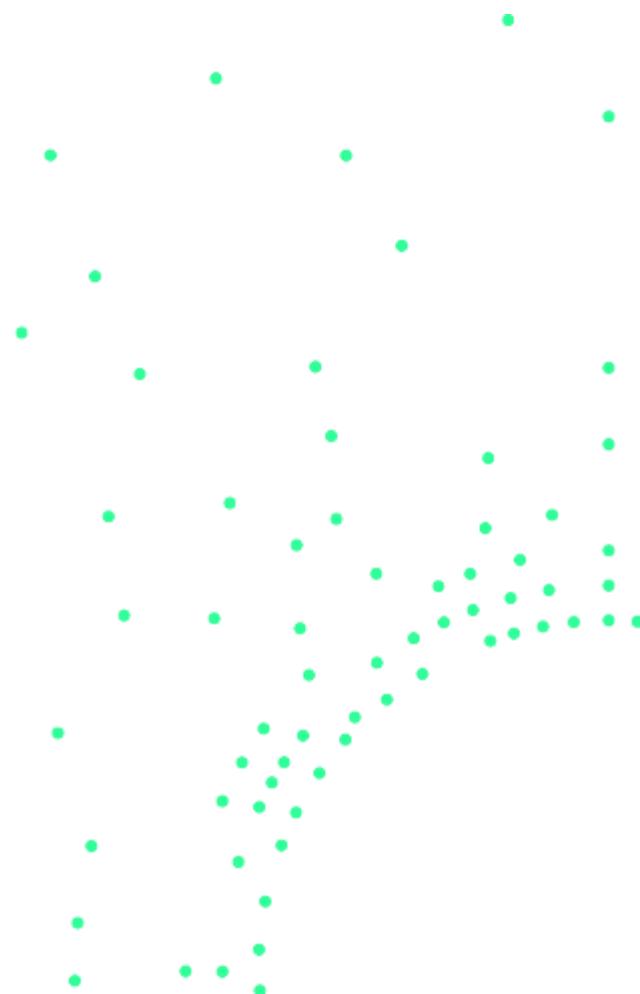
Statens vegvesen



Laboratorium for forskningssekologi og innlandefiske (LFI)



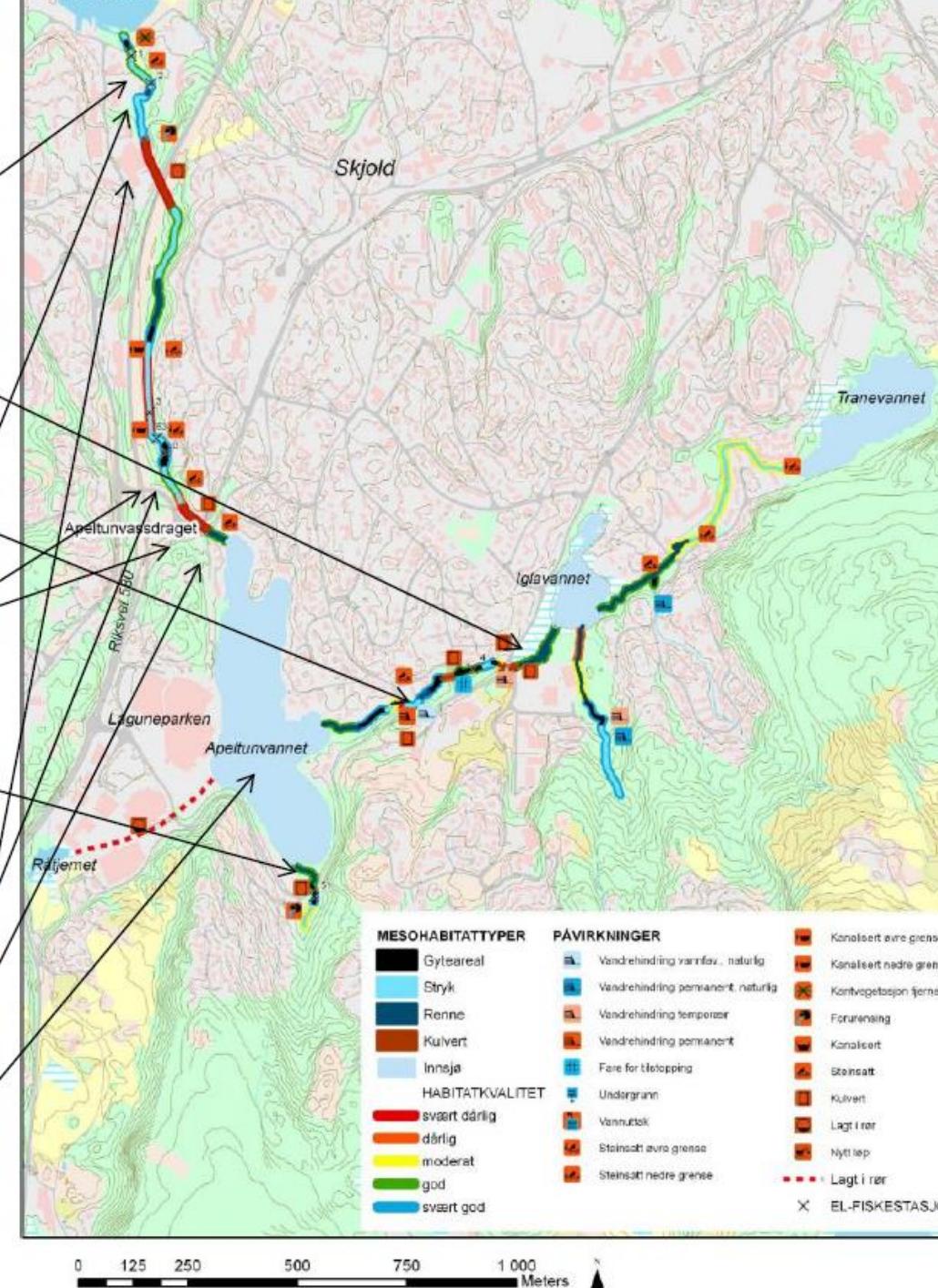
NORCE



# Gjennomførte tiltak

(utvalg)

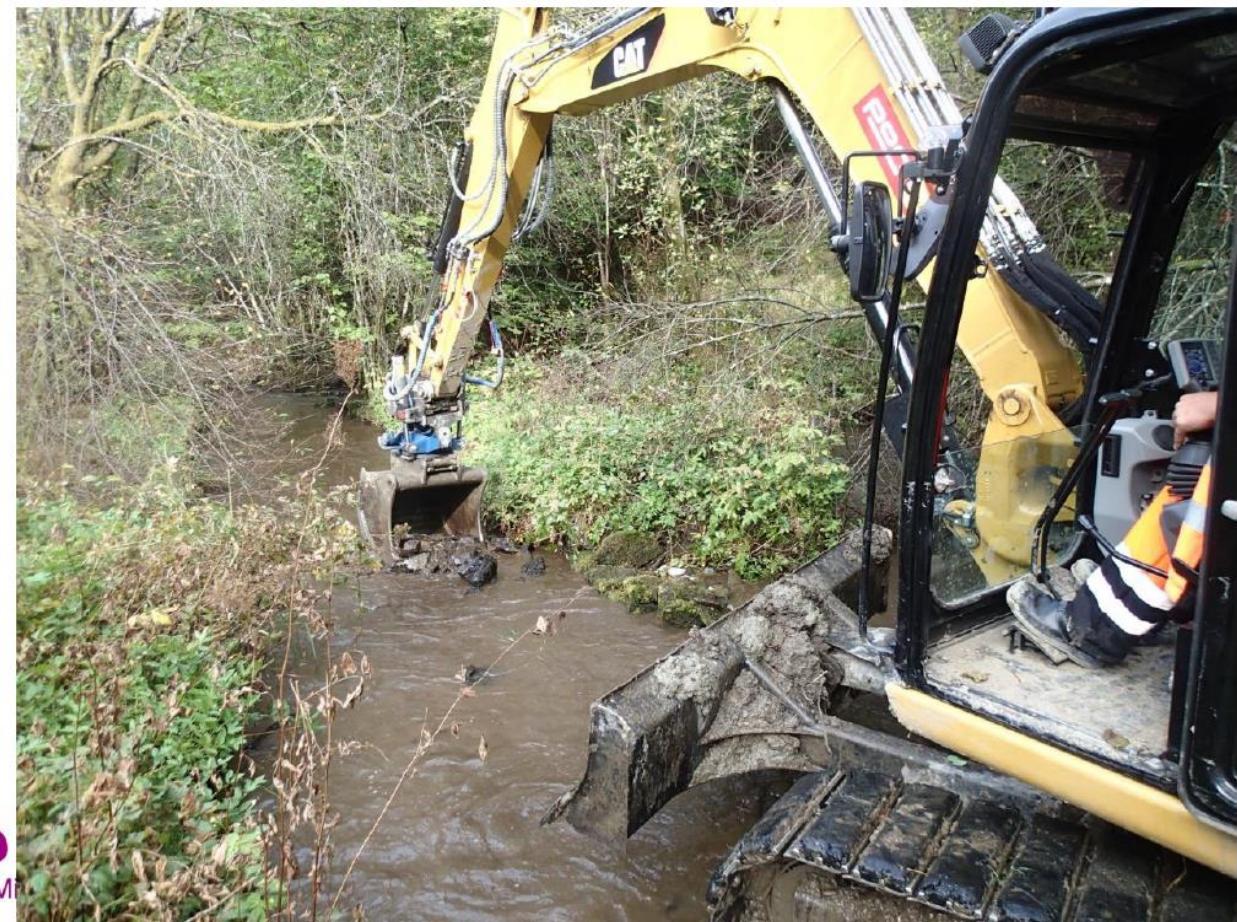
- Fiskepassasje Steinerskolen (2009)
- Fiskepassasje Apeltun Skole (2011)
- Fiskepassasje Osbanekulvert (2015)
- Restaurering av gyteplasser (2009-2015)
- Restaurering av Krohnåsbekken (2009)
- Forbedring av skjul i elvbunnen (2009-2015)
- Fiskeoppsyn og info om fiske
- Bedring av vannkvalitet (2015)



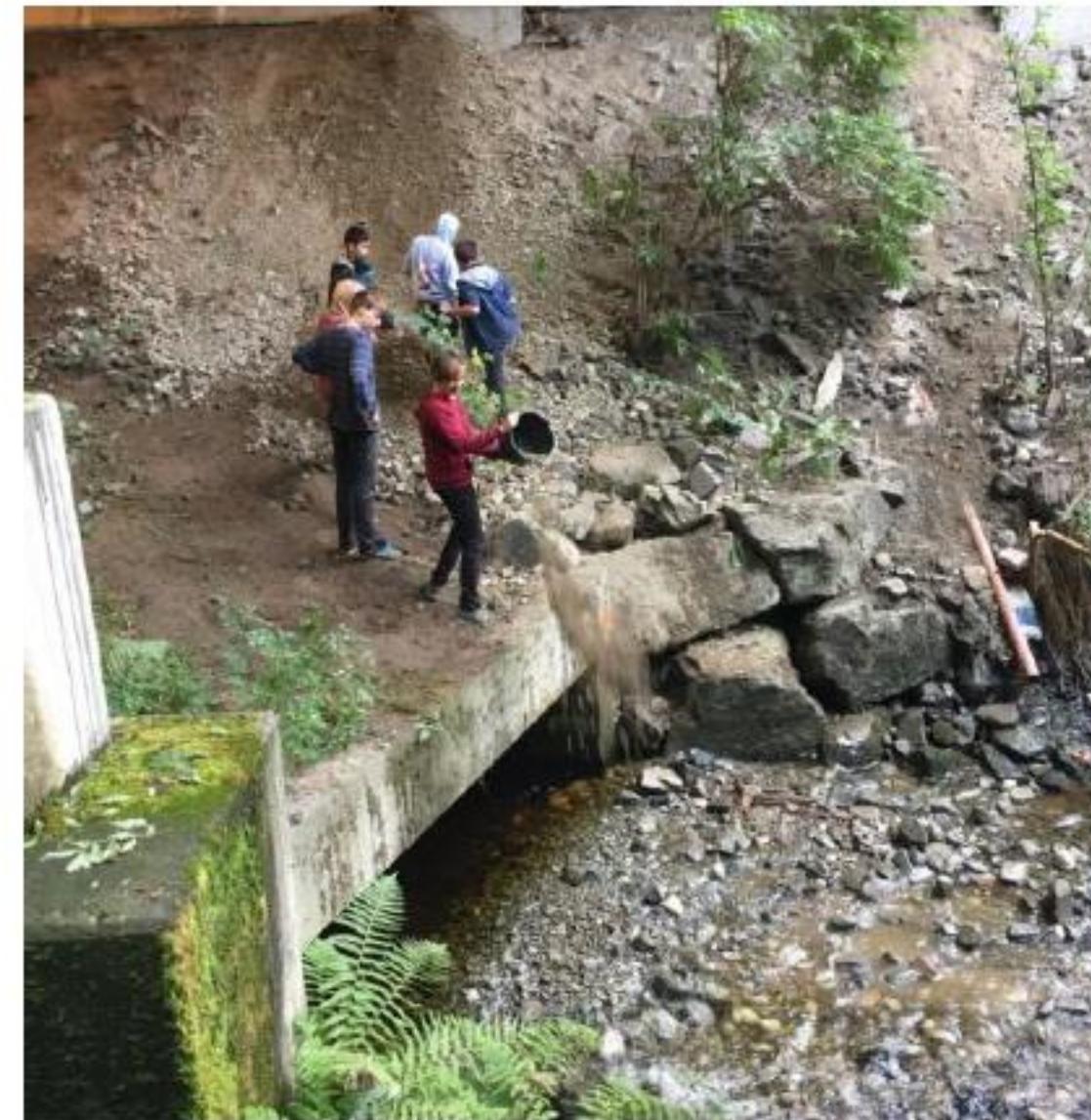
Fiskepassasje Osbanekulvert 2015

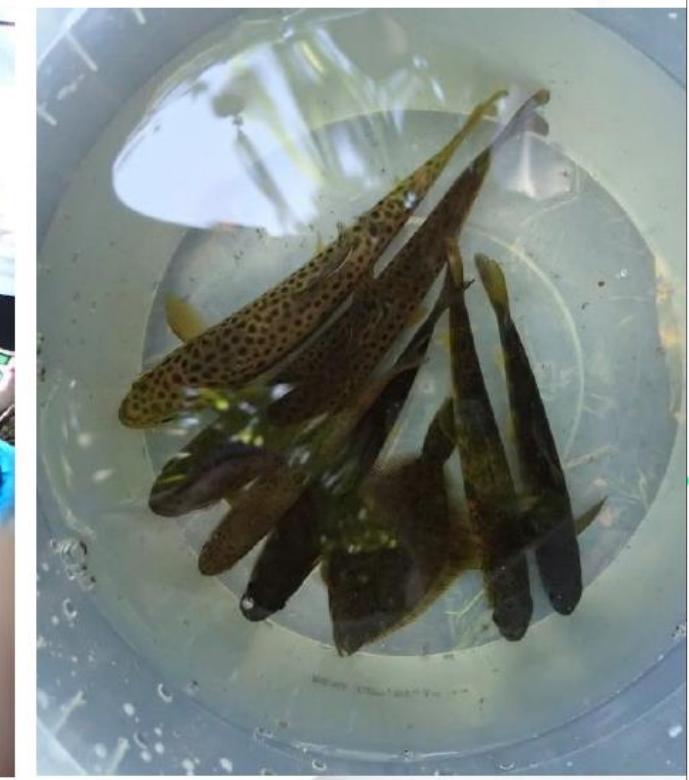


Rensing sediment 2015



# Gytegrus 2014



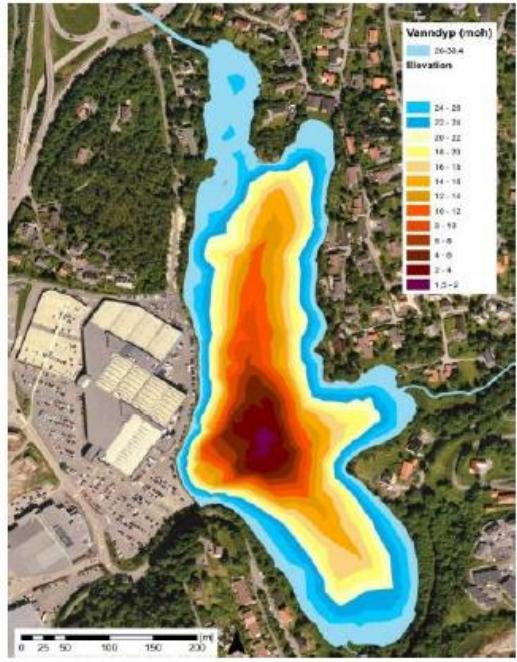


NORCE

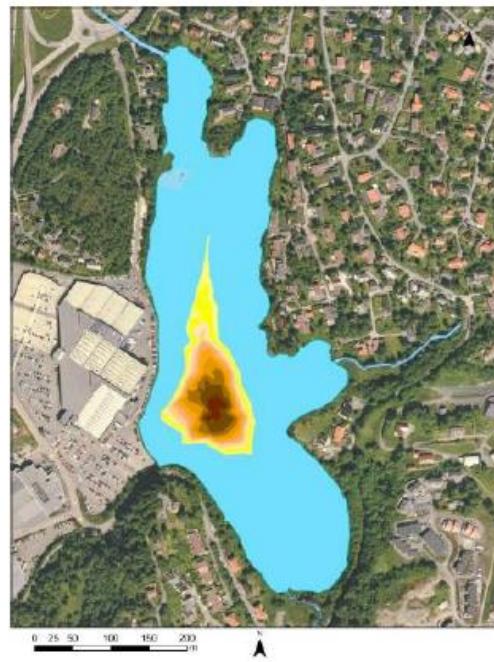
# Rensing Apeltunvannet

NORCE

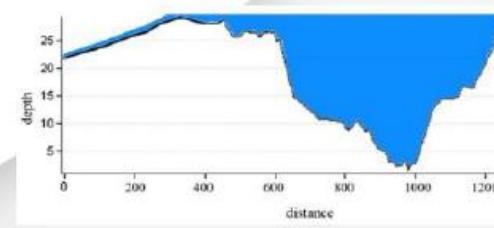
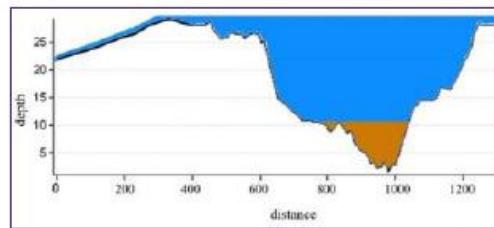
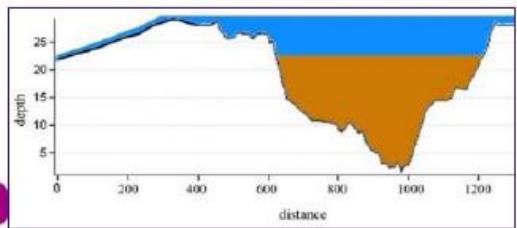
2013



2015

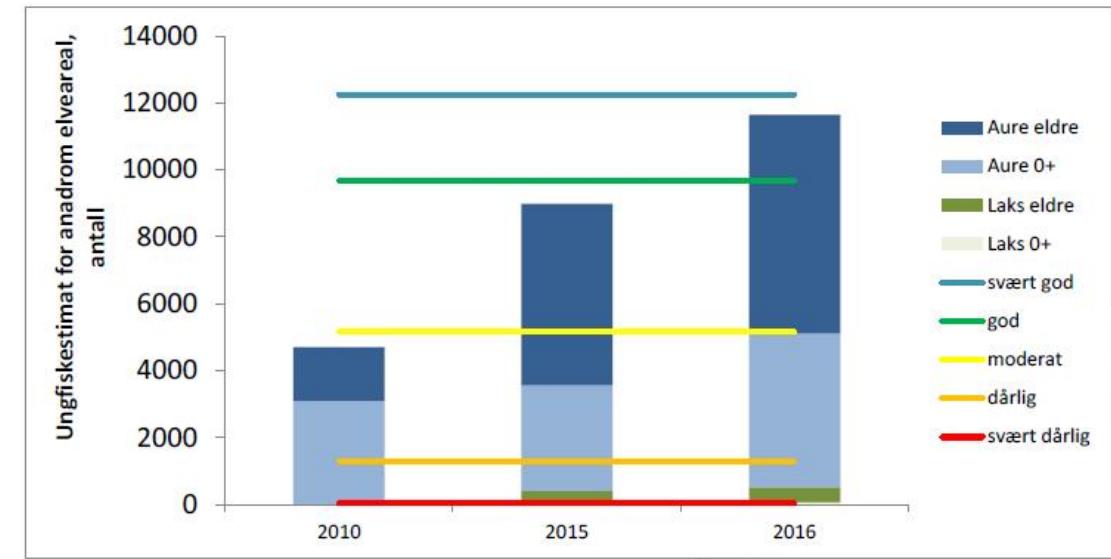


2016



# Ungfisk på anadrom elveareal

- God tilstand fisk
- > 300-400 gytefisk fra 2014





- Kartleggig – Diagnose – Tiltaksanalyse/planlegging
- 1. Prøv restaurering, inkl. tilhørende fluviale prosesser
- 2. Hvis 1) ikke lar seg realisere sats på habitattiltak og fiskepassasjer , inkl. drift og vedlikehold.

## To måter å stabilisere elvebunnen

Kulp Stryk type delvis blandet med blokker

Tradisjonell syvdeterskel med låst elvebunn og finsedimentakkumulering

Naturtypisk brekk med nedgravde stein og buner bygget opp av enkeltstein.  
Massetransport mulig. Justerbar oppstuings-effekt.

Leitbild: Blandet kulp stryk type



## Tre måter å «erosjonssikre»

Tradisjonell plastring med glatte flater.  
I kulp stryk type endres morfologien fullstendig



Tilbakesatt erosjonssikring med mer naturtypiske  
elvebredder og elveseng. Kan være kompromiss i  
varierte stryk



Egendynamisk utvikling innenfor gitte grenser.



## Flytte en elv - Forsåndåna i Ryfylke

- Sammen med Forsand Sandkompani og konsulentselskap Dr. Olav Olsen, Naturvernforbundet og NJFF Rogaland
- Naturtypisk elvemorfologi med : Trinn-kulp-sekvens, variert stryk, kulp-stryk-type
- Egendynamisk utvikling innenfor gitte grenser.



# Kanaler i jordbruksområder

## Problematikk

- Gravd ut i jord (mangel på naturlig elvesubstrat)
- Utrettet
- Mangel på kantvegetasjon



# Kanaler i jordbruksområder

Hva bør man gjøre

- Tilføre substrat og variasjon
- Reetablere kantvegetasjon



# Kanaler i jordbruksområder

Hva bør man passe på - ikke gjøre

- Utvide grøft uten å sikre seg mot erosjon
- Påse at substrat legges på egnete steder
- Ta hensyn til nedstrømsliggende områder, sedimentasjon



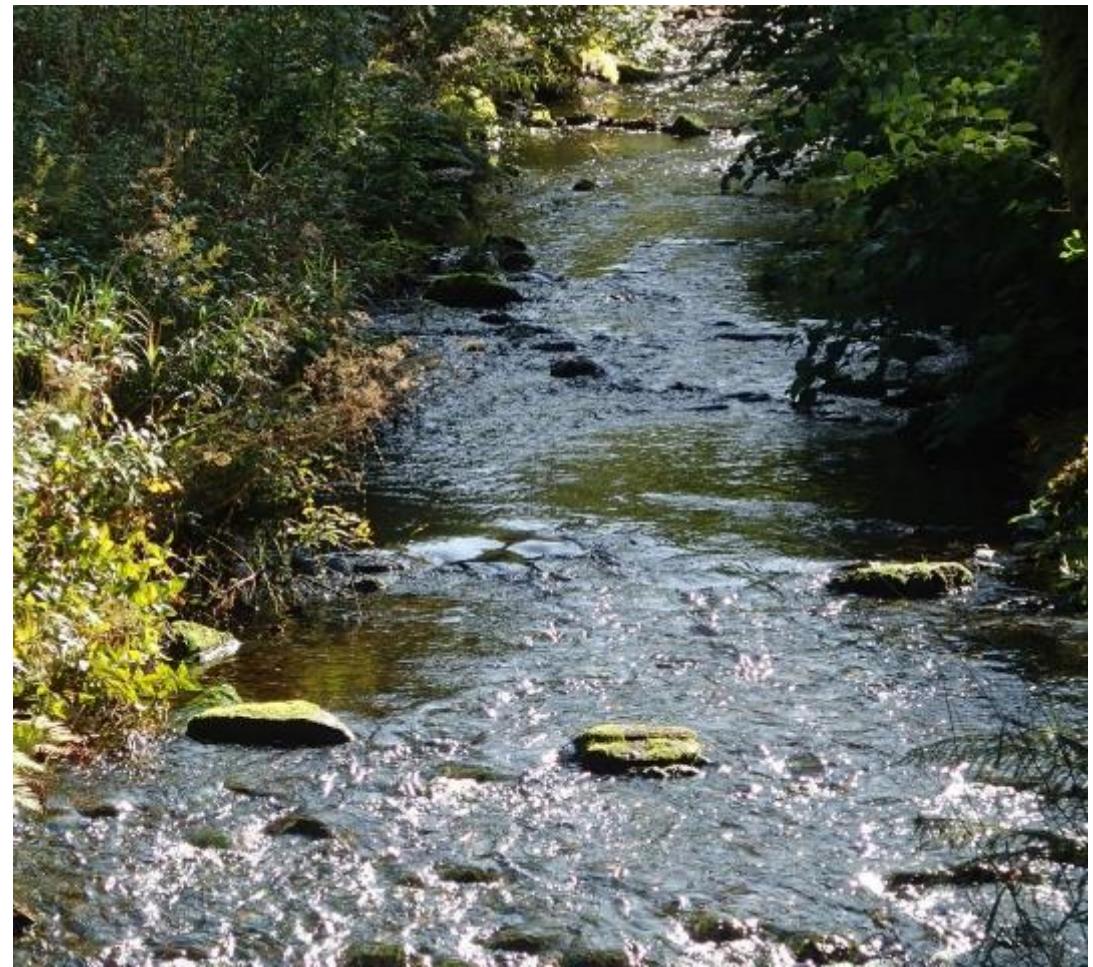
## Sammendrag - tiltak

- Kunnskap og god praksis
- Naturlig referanse, Leitbild-konsept
- Kartlegging – Diagnose – Tiltak
- Restaurering før habitattiltak
- Vedlikehold
- Overvåking

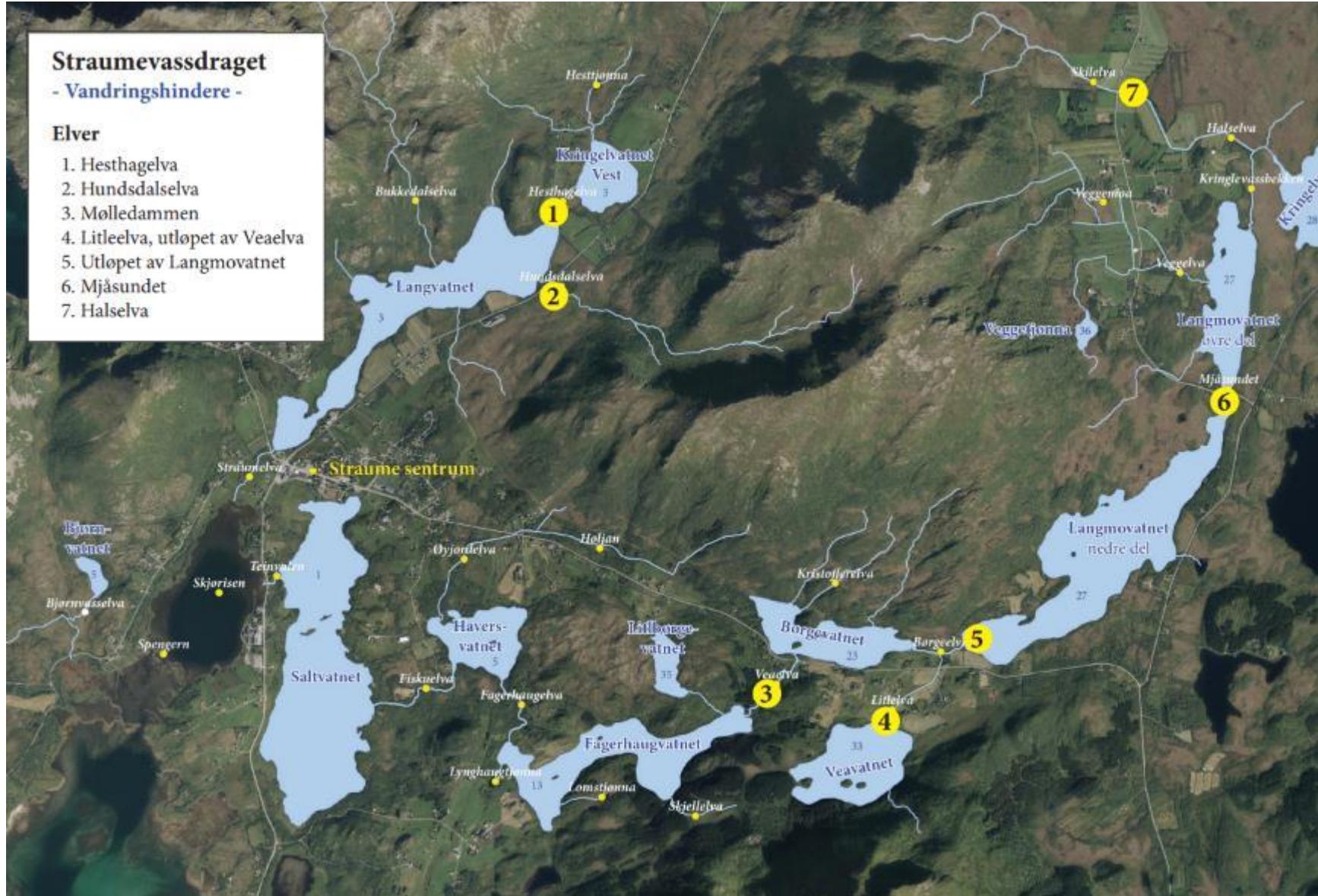


# Handling

Vi har de elvene vi fortjener.



# Straumevassdraget



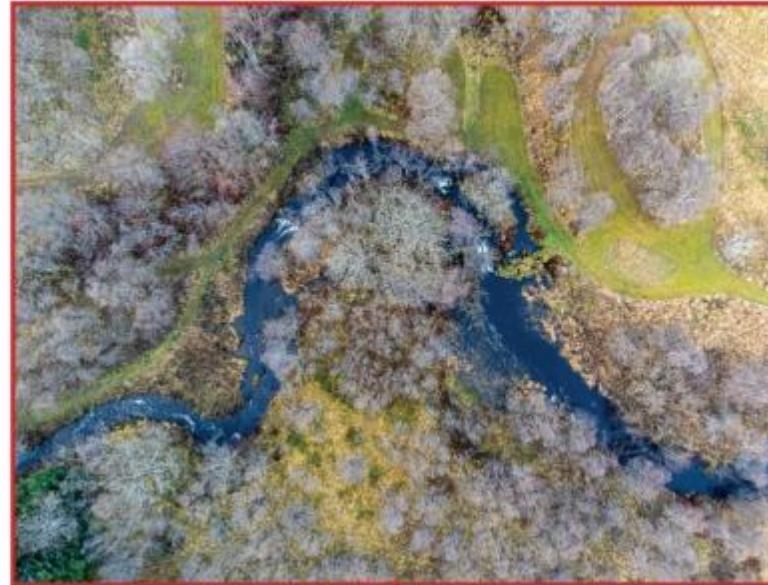
# Straumevassdraget

## 3. Mølledammen

33 W 481354 7618607

Dammen har en «lekkasje» som kan være et vandringshinder. Lekkasjen foreslås redusert ved å samle utlaststein noe tettere, samt å samle steinene som har rast inn i Mølledammen litt tettere, uten å endre nivå på dammen. Dette må gjøres forsiktig for ikke å påvirke elvemuslingen nedstrøms. De nærmeste muslingene rett etter Mølledamm-demningen bør flyttes litt lengre nedstrøms.

Side-utløpet "plastres" ved å samle steinene sammen med mindre stein uten å endre nivå på dammen. Dette for å bedre vandringsmulighetene for fisken i hovedutløpet fra Mølledammen ved lavere vannstander. Det må også tas hensyn til at demningen kan håndtere flom uten at den bryter sammen. Imidlertid bør det være mulighet for at vannet har en viss sildring gjennom dammen, dette sørger for en jevnere gjennomgang av vannet for hele dammen og ikke bare midtdelen. Dette kan være viktig for å hindre nedslamming. Samtidig så er det behov for å øke vanndypet ved tørke slik at man har nok volum til å hindre for høy varme eller uttørking.



## 2. Hundsdalselva

33 W 480056 7620787

En av de minst berørte elvene i vassdraget, men fylkesveien krysser elva nederst nede ved vannet. Det er trivelig bare mulig for fisk å passere det vandri. Må utbedres med terskler p



## 4. Litleelva, utløpselva fra Veavannet

33 W 482233 7618620

Rør gennom fylkesveien som ligger for høgt, så høgt at det er sannsynlig at det fungerer som en barriere og sjøørretten kommer seg trivelig ikke opp gjennom røra.

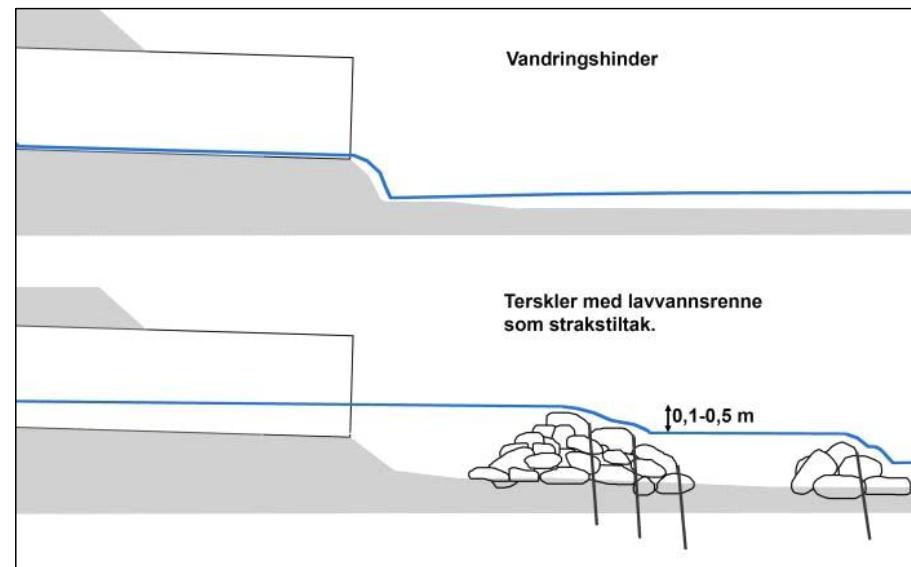
Her må det bygges terskler for å sikre vandringsfor fisk.



**Gunstig profil i oppvandringskorridoren,  
passerbar ved forskjellige vannføringer**



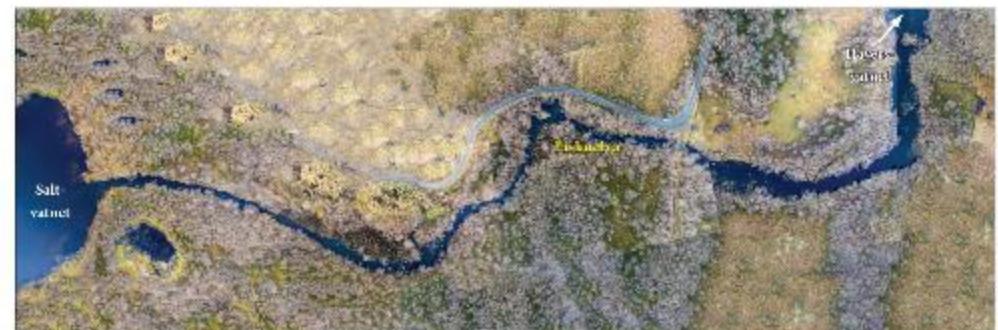
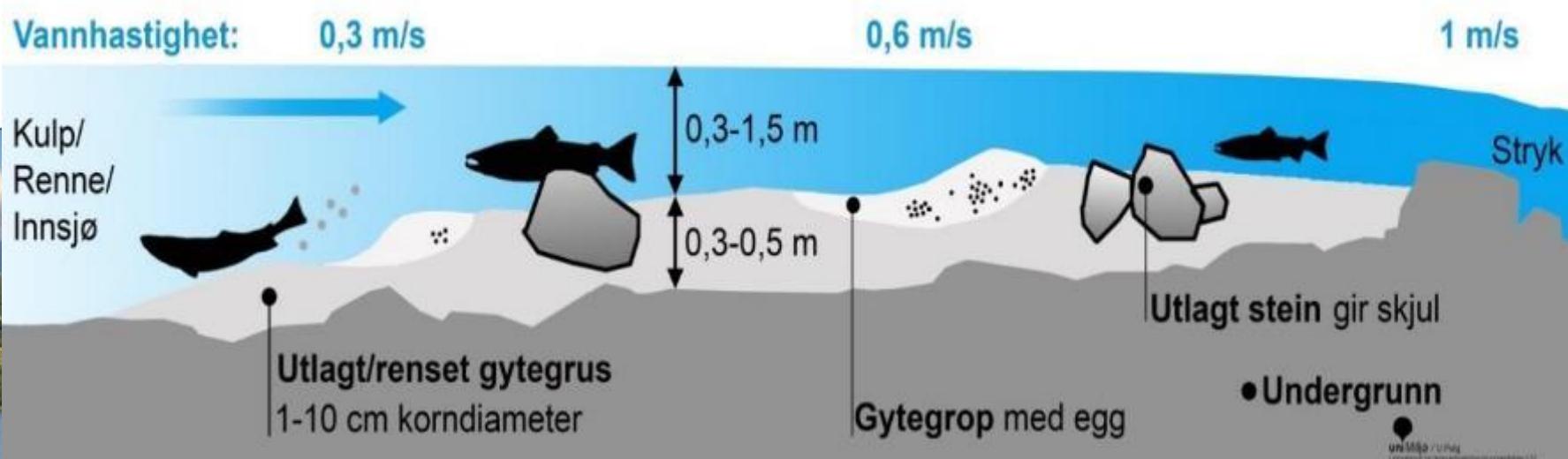
Figur 1. Beliggenhet av tersklene nedenfor kulvert



Figur 2. Prinsipptegning for fiskepassasje ved kulverter. Stolper trengs ikke i Hundsdalselva, avstand mellom terskler minst 4 m. Stolper til stabilisering av terskler (strek) trengs mest sannsynlig ikke i tersklene beskrevet i dokumentet her.

**Ugunstig profil, ikke passerbar  
ved middel og lav vannføring**

# Grusutlegg



**6. Fiskuelva**

- VannforekomstID: 185-278-R
- Vannkategori: Elv
- Vassdragsnummer: 185
- Elvelengde km: 0.6
- Nedbørfelt (REGINE): 185.62

