



Webinarserie

kl. 11.00-12.00

Lær mer om blågrønne
og naturbaserte løsninger
for klima og miljø

NATURBASERT SONE

NIVA

(foto: Ulrich Pulg / NORCE)

Inviterte foredragsholdere fra forskning og forvaltning m.fl.

Ca. en gang i måneden,
torsdager kl.11.00-11:45

**Oversikt, påmelding,
presentasjoner og ressurser:**
<https://www.niva.no/nbs>

Forslag til tema eller andre
innspill: nbs@niva.no

#naturbasertsone



Foto: Ulrich Pulg/NORCE

Fremtidens flommer

- Historisk mye flom i Europa de siste 30 årene
- Varmere og våtere vær
- Vårflommen kommer tidligere en før
- Mer flom i byene enn tidligere

Blöschl, G., Kiss, A., Viglione, A. et al. Current European flood-rich period exceptional compared with past 500 years. *Nature* 583, 560–566 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2478-3>



Foto: T. Bjørnstad

Naturbasert klimatilpasning – hvordan rigge oss for fremtidens flommer?

Ulrich Pulgh

NORCE, LFI Bergen



Naturbasert klimatilpasning – hvordan rigge oss for fremtidens flommer?



Pulg, U., Hauer, C., Floedl, P., Stranzl S., Olsen E. E., Postler, C., Lennox J. R.

NORCE LFI Bergen. ulrich.pulg@uni.no



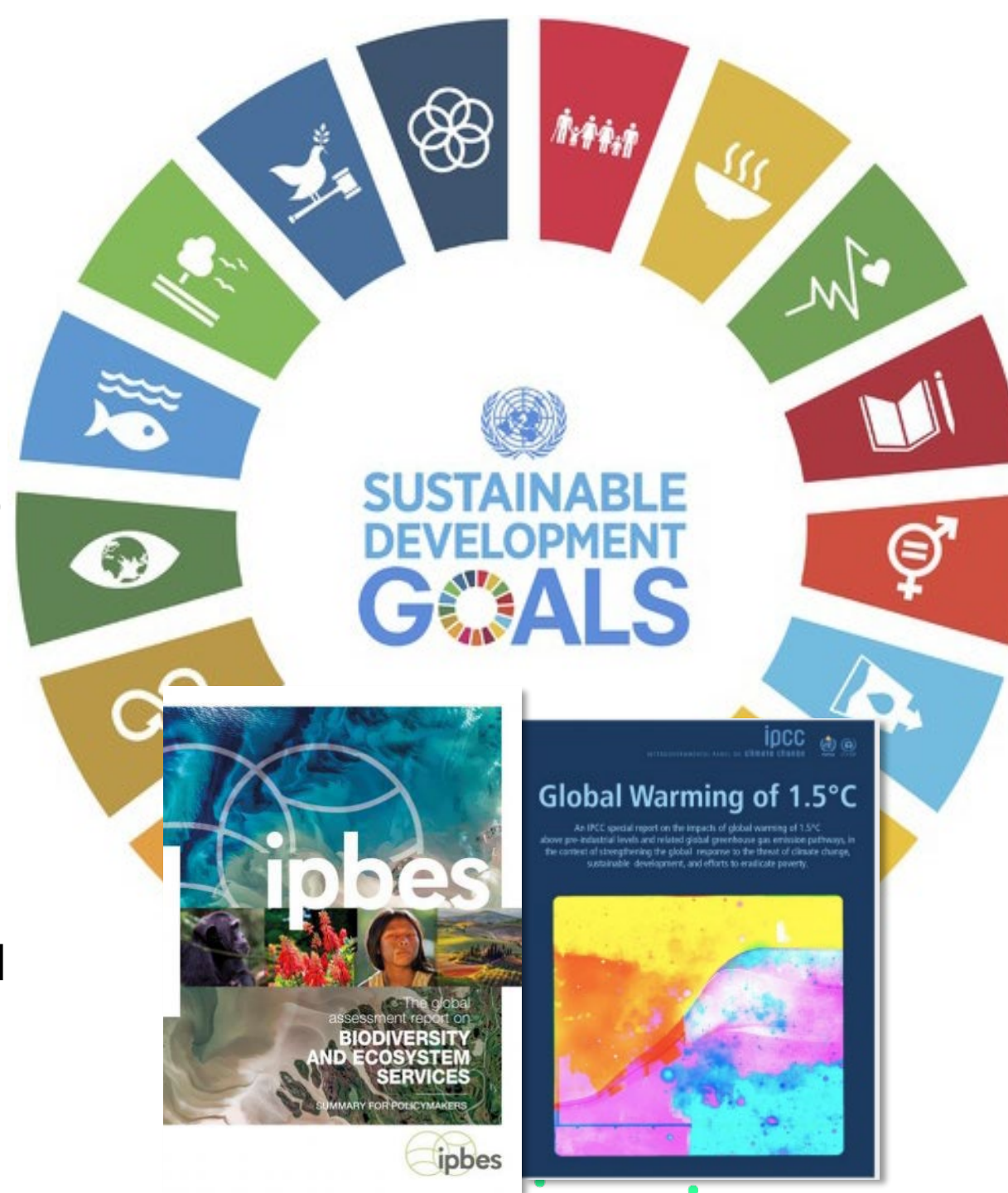
Bakgrunn

- Klima- og naturkrise
- Behov for **klimatilpasning** (NVE: 86 milliarder kr)
&
- **Bedre økologisk tilstand**

FLOM & MILJØ

NVE, Statsforvalter & Fylkeskommune Vestland

NORCE LFI med BOKU Wien

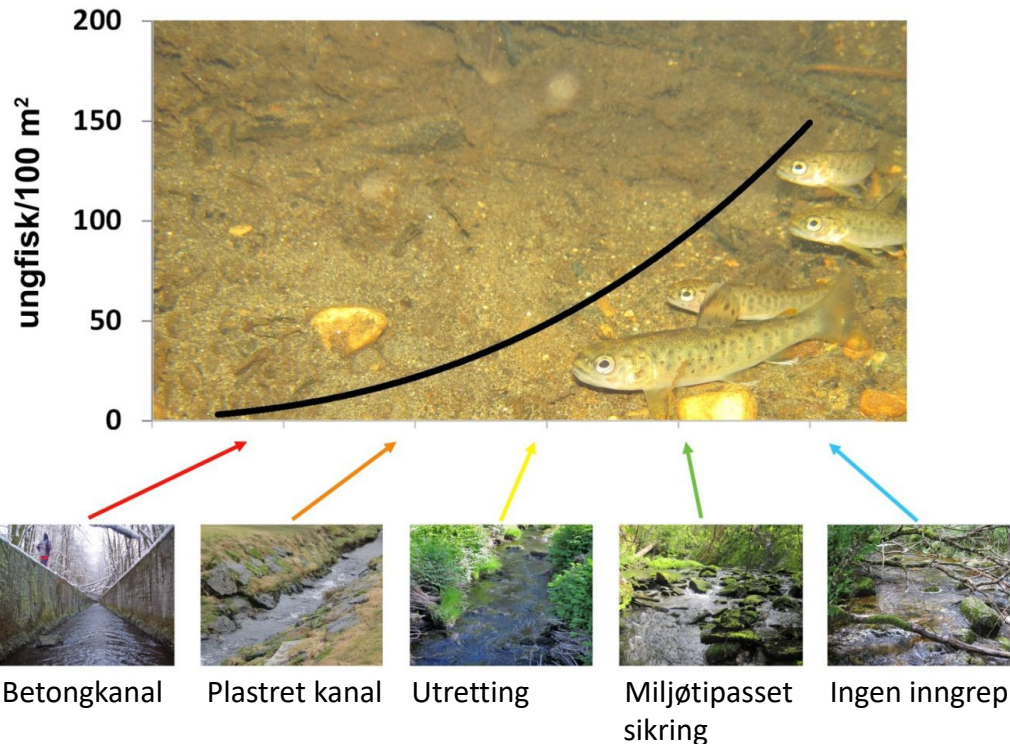


Er tradisjonell flomsikring så farlig for miljøet?

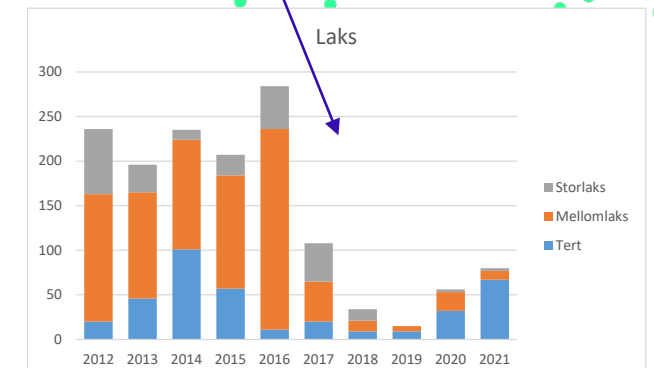
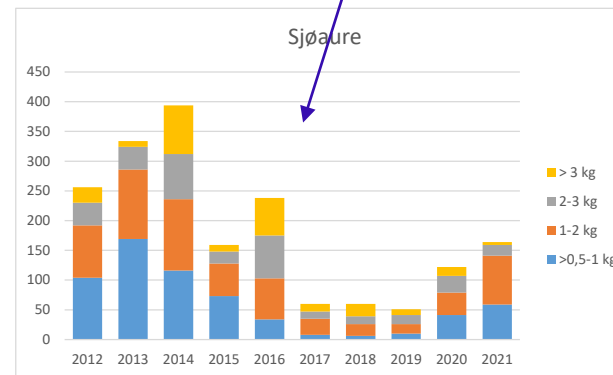
- Kanalisering, erosjonssikring, avskjæring av flomsletter og oppdemming er blant hoveddrivere for nedgang i biologisk mangfold og fiskeproduksjon i vassdrag



Fisk er avhengig av naturlig fysisk habitat



Bestandsnedgang pga. flomsikring



Fokus i dag

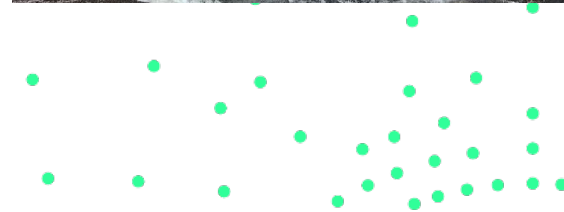
- Vassdrag og flomrisikohåndtering
- Naturbaserte løsninger - Hva er de ? Og hva er de ikke?

«Naturbaserte løsninger er tiltak til å bevare, bærekraftig forvalte eller restaurere naturlige eller endrete økosystemer. De rettes mot samfunnsmessige utfordringer på en effektiv og etterjusterbar måte og sikrer både velvære til mennesker og biodiversitet».

For å skille fra ingeniørbiologi eller bredden av tiltak i hage- og landskapsarkitektur tilføyes i henhold til (Sowińska-Świerkosz and García 2022): *Naturbaserte løsninger er inspirert av og bidrar til en utvikling mot en naturlig referansetilstand*

<https://www.iucn.org/commissions/commission-ecosystem-management/our-work/nature-based-solutions>

Sowińska-Świerkosz, Barbara, and Joan García. 2022. 'What are Nature-based solutions (NBS)? Setting core ideas for concept clarification', *Nature-Based Solutions*, 2: 100009.



Regnbed, skjeveland.no

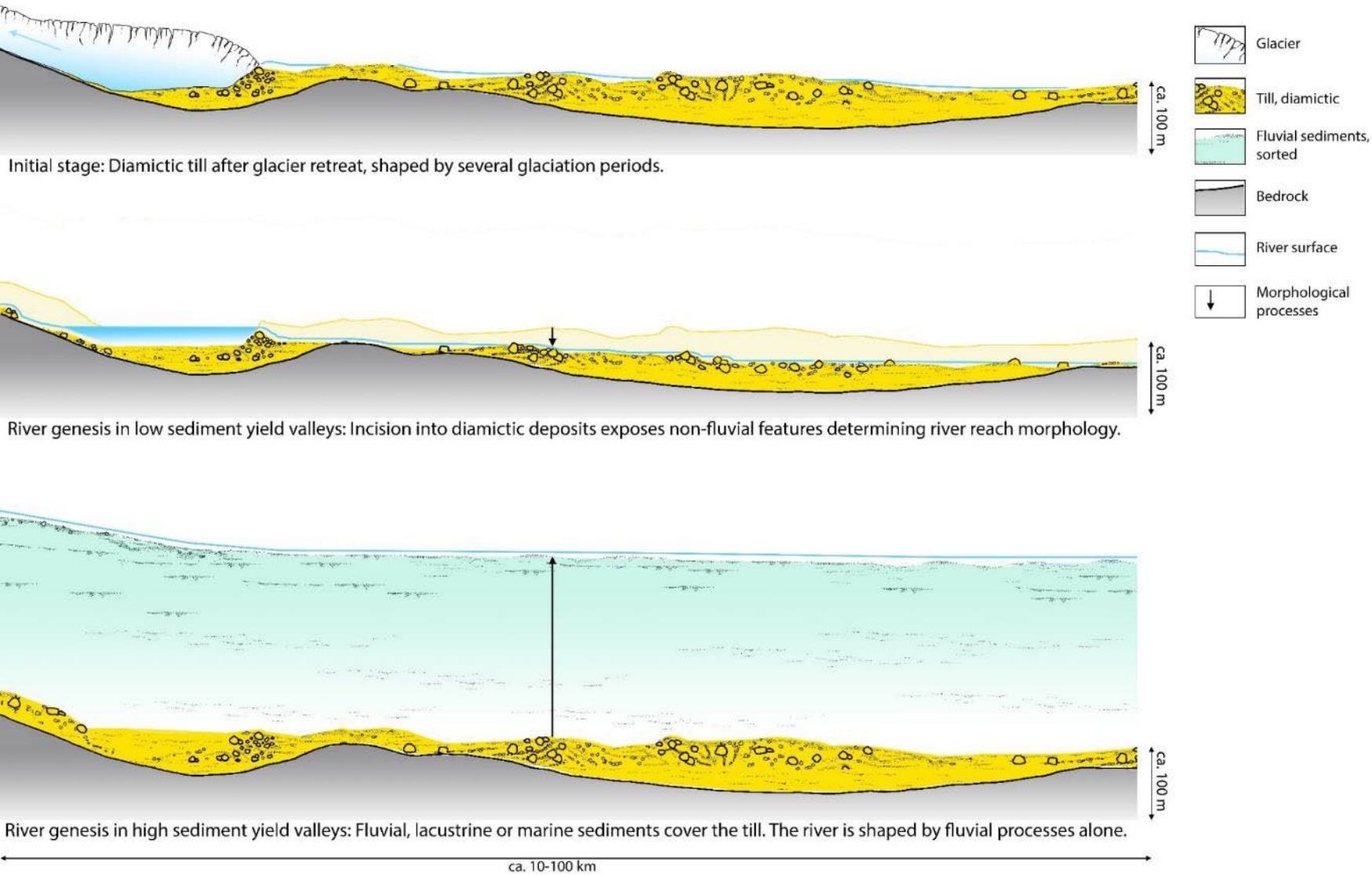


Grunnlag for naturbaserte løsninger i vassdrag:

Hva er naturlige elver og hvordan ble de dannet?



Elvegenese i post-glasiale landskap: Masse- versus transportbegrensing



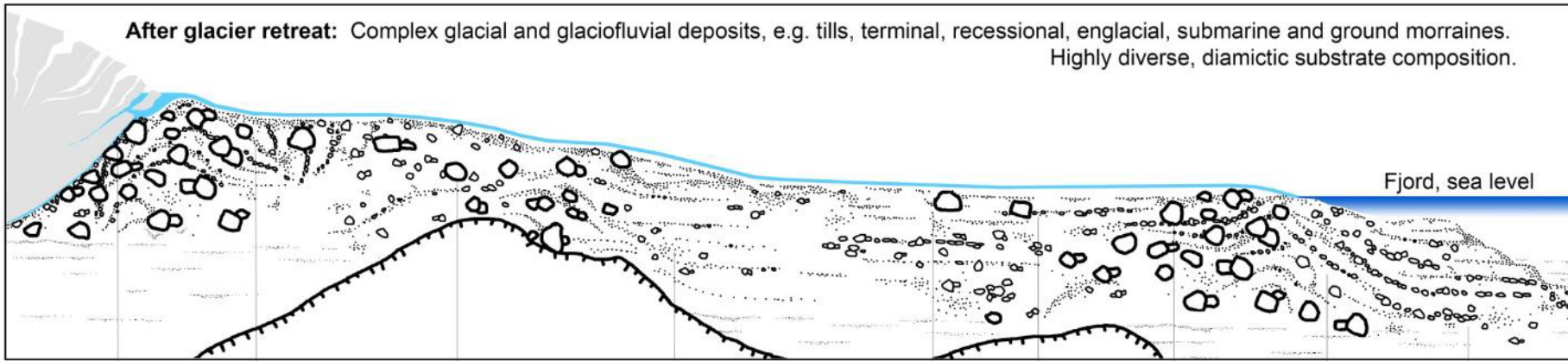
Breene etterlater lite sortert materiale

1. Massebegrensete elver skjære seg inn i avsetningene

2. Transportbegrensede elver medfører fluviale sedimenter

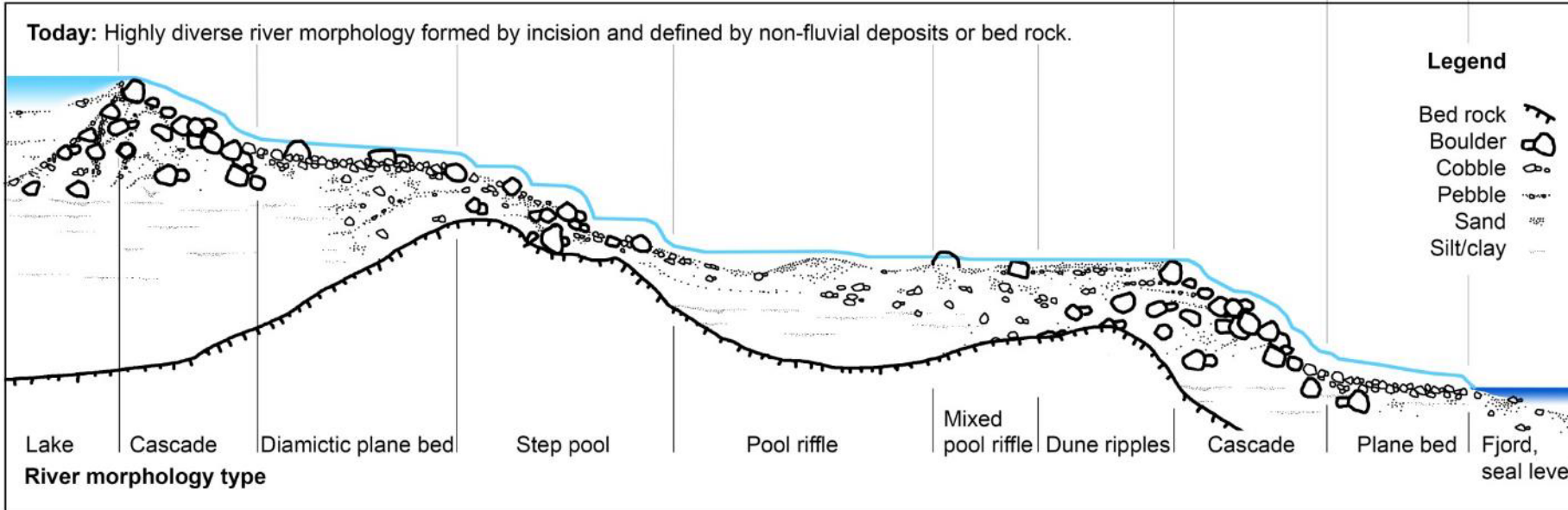
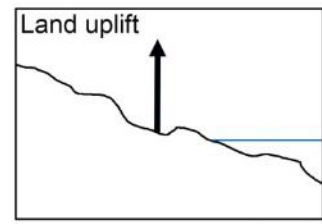
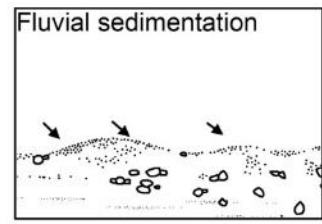
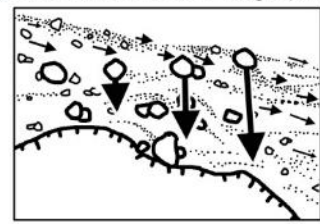
Hauer & Pulg 2018: The non-fluvial nature of Western Norwegian rivers. *Catena* 171.

Polvi (2021)

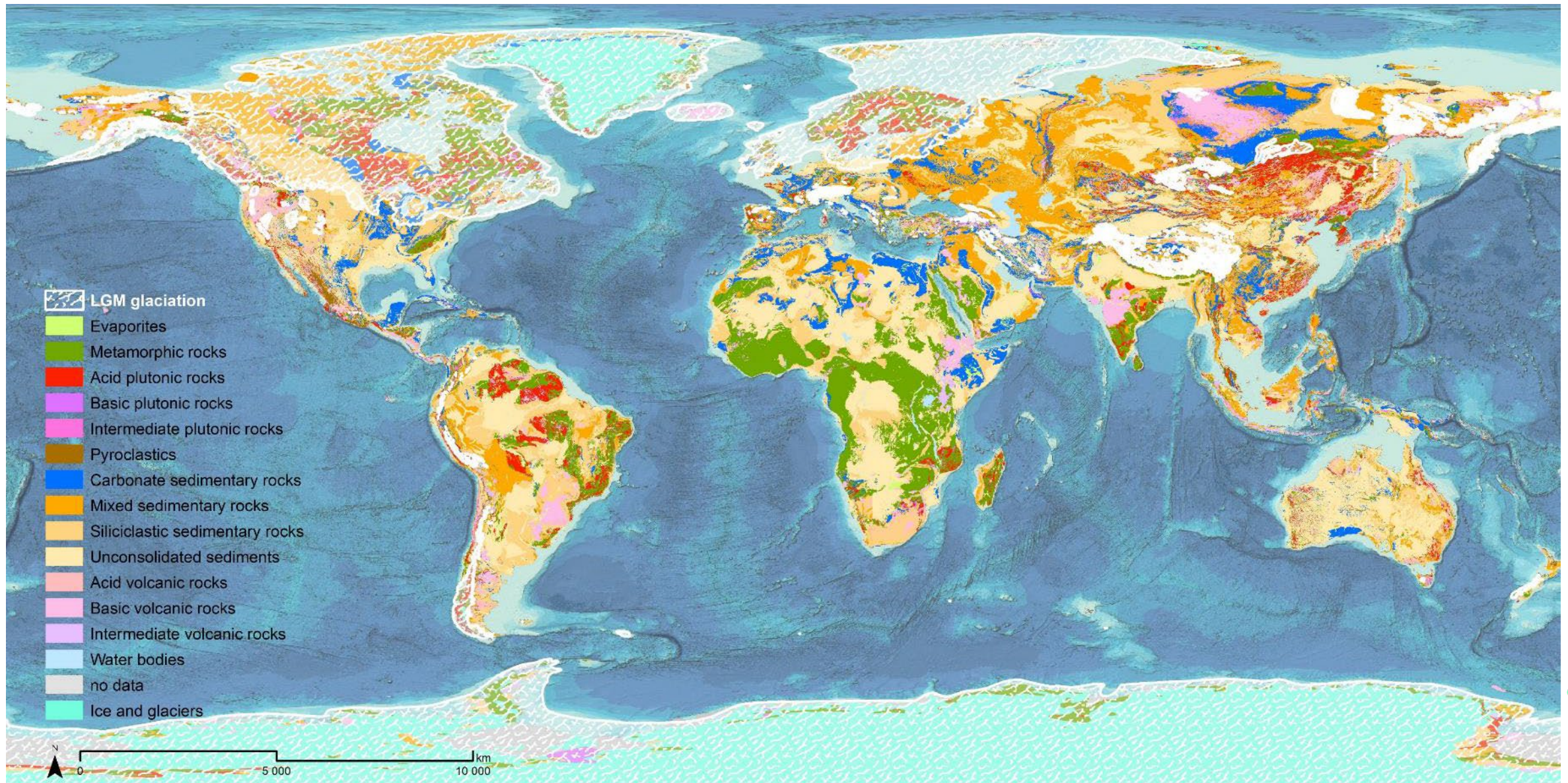


Geomorphological processes:

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

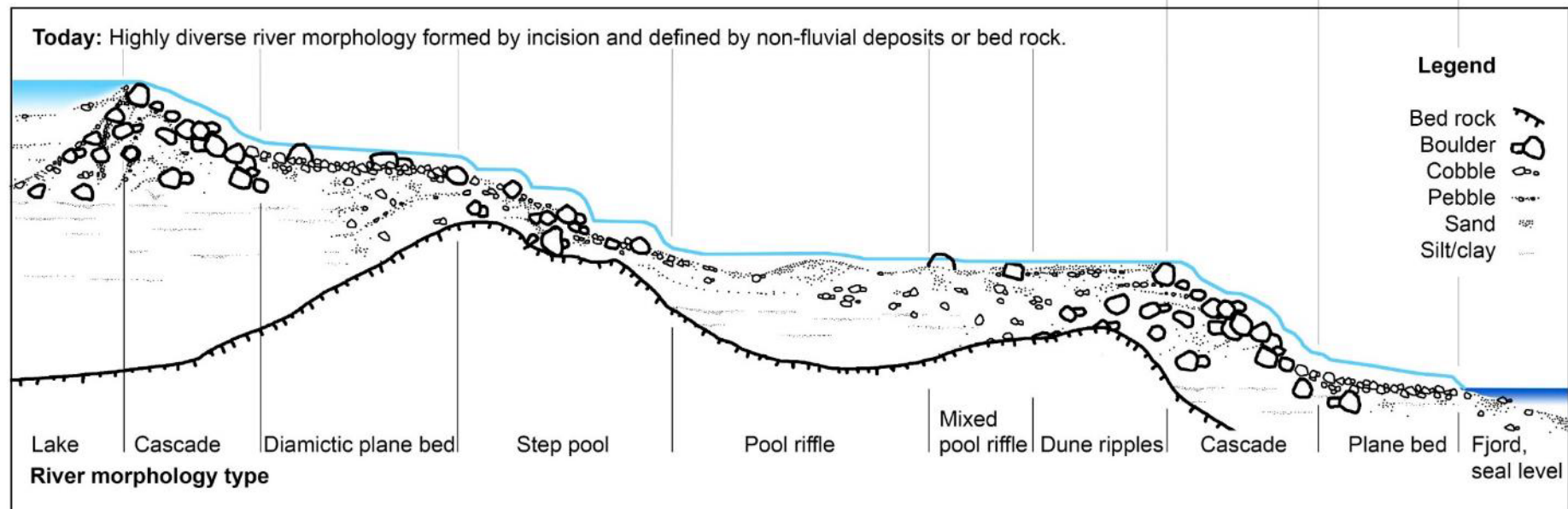
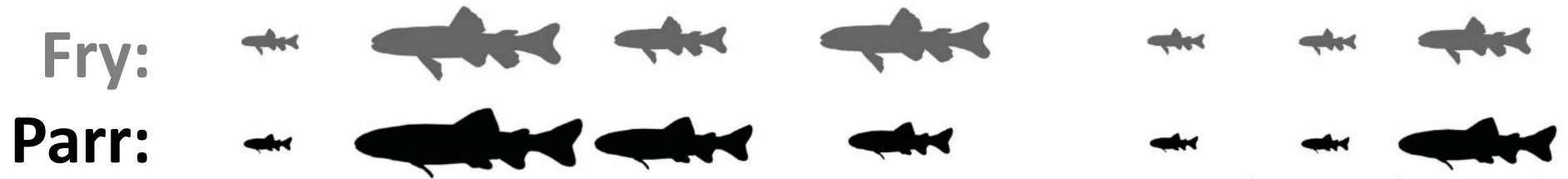


Hauer & Pulg 2018: The non-fluvial nature of Western Norwegian rivers. Catena 171.



Hauer & Pulg: Buried and forgotten—The non-fluvial characteristics of postglacial rivers. *River Res Applic.* 2021; 37: 123– 127. <https://doi.org/10.1002/rra.3596>

Ørret og laksetettheter, fiskesamfunn, habitattyper og vandringsmuligheter varierer mellom elvetyper:



Finstad et al. 2007

Teichert et al 2011

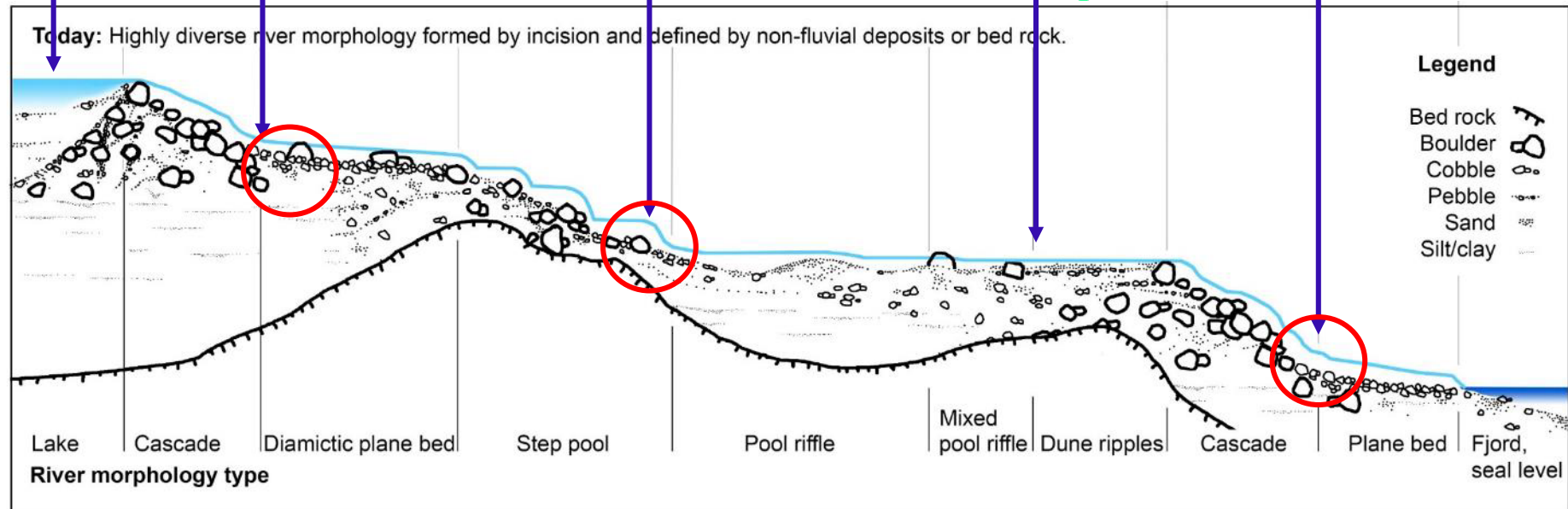
Foldvik et al. 2017

Pulg et al. 2011

Pulg et al. 2019

Flomskaderisiko varierer mellom elvetyper

Oversvømmelse Erosjon Erosjon Oversvømmelse Erosjon



Hauer et al. 2021

Pulg et al. 2020

2014-flommen i Flåmselva and Opo

Morfodynamikk med erosjon der stabile ikke-fluviale elvestrekninger treffer på fluviale og glasifluviale



Erosjonsrisiko og morfodynamikk

- Undervurdert i flomrisikoanalyser
- Både oversvømmelse (flomsone) og morfodynamikk bør inkluderes

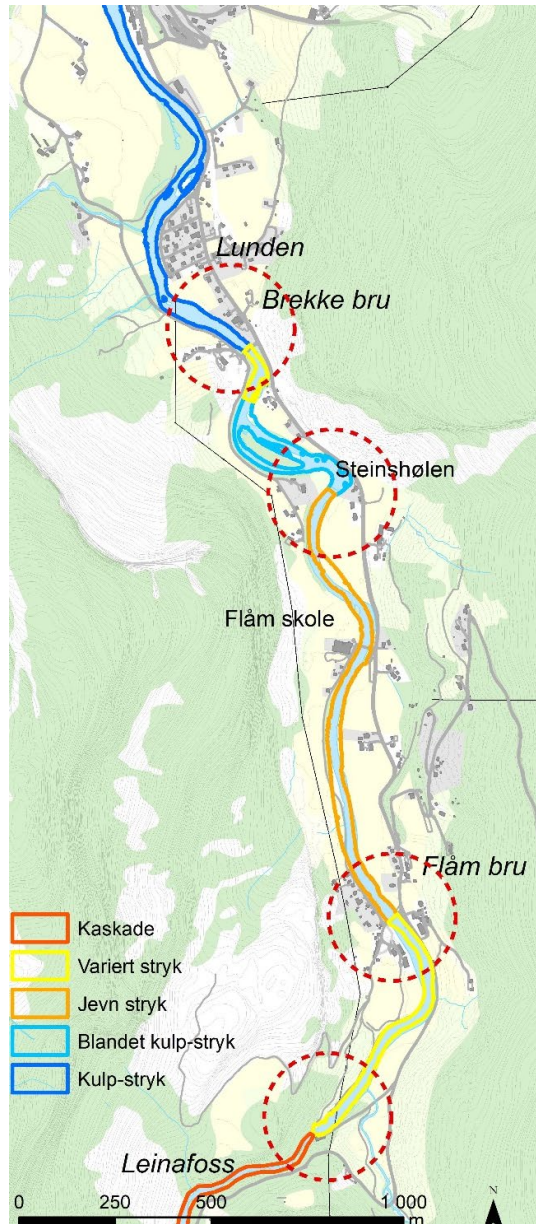
Ny modell til predikering av morfodynamikk ved flom

Flow & Froude nr. + geomorfologi

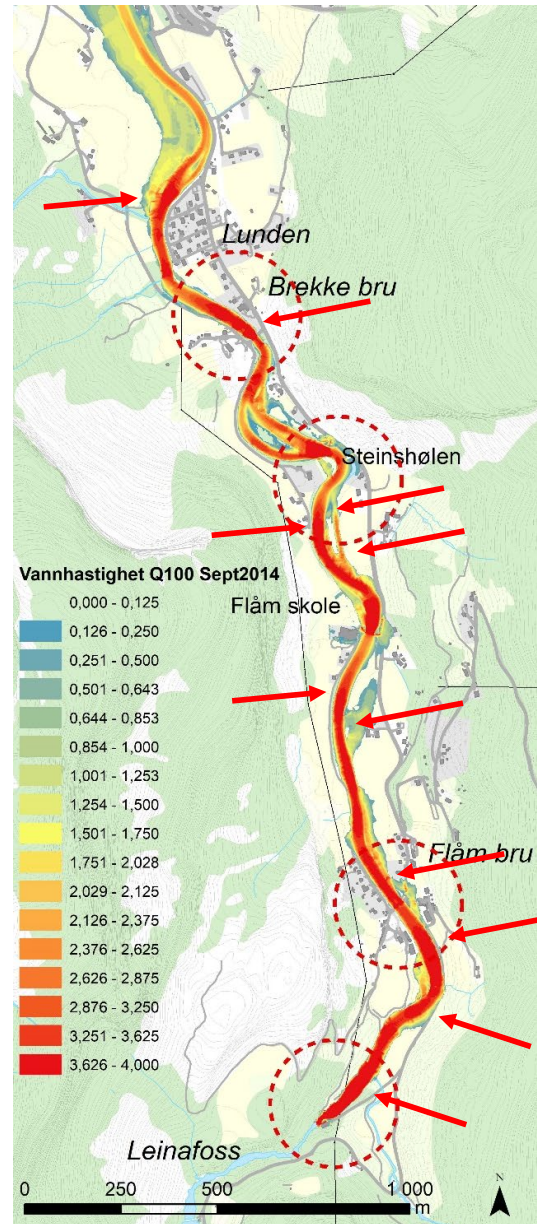
Hauer et al (2021) CRITICAL FLOWS IN SEMI-ALLUVIAL CHANNELS DURING EXTRAORDINARILY HIGH DISCHARGES: IMPLICATIONS FOR FLOOD RISK MANAGEMENT



Flåmselva: Analyse elvetyper



Hydr. modell



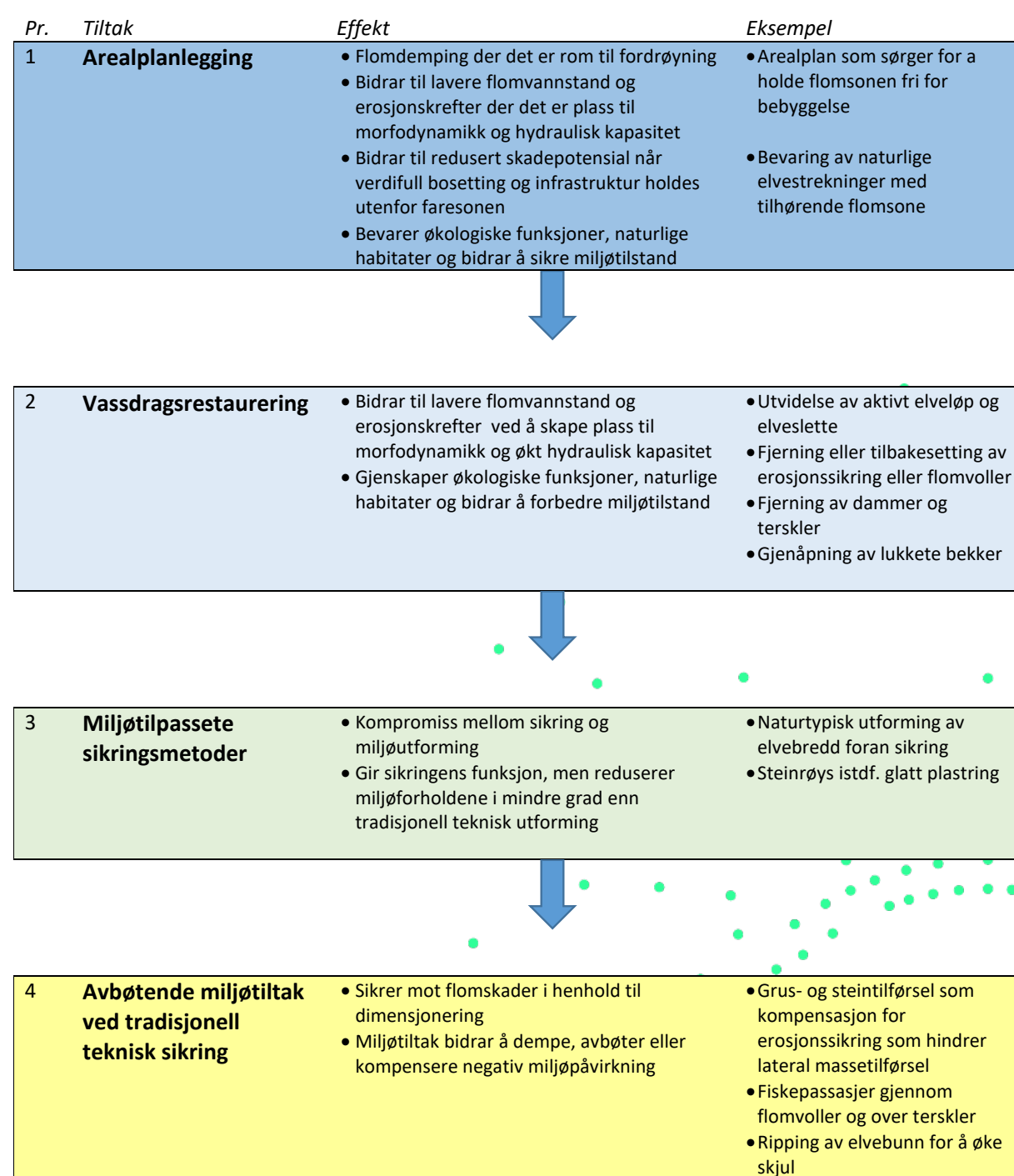
Morfodynamikk i 2014-flommen



Figur 1. Analyse av risiko for morfodynamikk og erosjon for Flåmselva basert på elveseng fra september 2014, før flommen. På venstre basert på elvetyper (sirkler gjenspeiler høy risiko), i midten basert på hydraulisk modell og elvetyper (Q100, piler indikerer høy risiko). På høyre vises den reelle

Naturbasert klimatilpasning

Flomrisikohåndtering i vassdrag



Naturbasert klimatilpasning

1. **Arealplanlegging** med bevaring av naturlige vassdragsdeler, våtmark og elvesletter

2. Vassdragsrestaurering

Økt energiomvandling på definerte steder og økt hydraulisk kapasitet

3. Miljøtilpassete sikringsmetoder etter naturlige forbilder

- Tilbaketrekking av erosjonssikring
- Naturtypisk steinutlegg
- Miljøtilpasset ordna steinlag
- Kantvegetasjon
- Faskiner
- Fordrøyning i elvesletter og våtmark

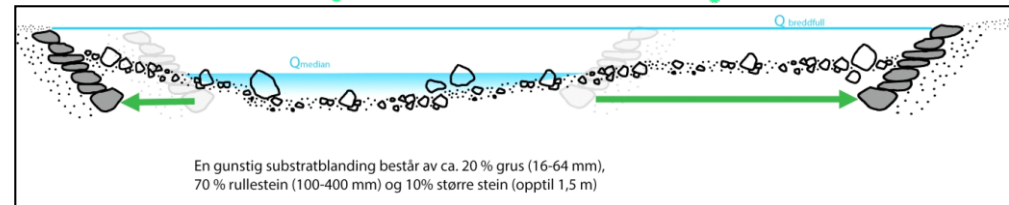
Elveresaurering med naturlige prosesser



Naturtypisk steinutlegg foran sikring



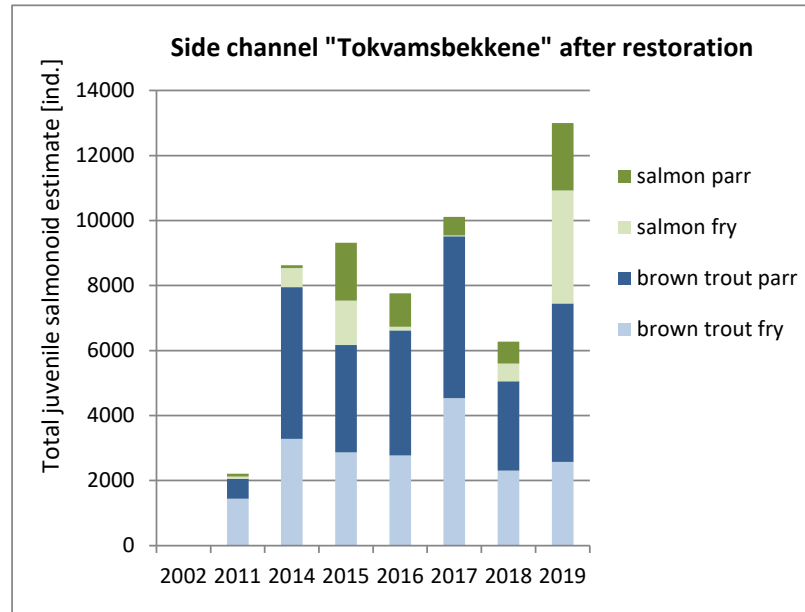
Tilbaketrekking av sikring



En gunstig substratblanding består av ca. 20 % grus (16-64 mm), 70 % rullestein (100-400 mm) og 10% større stein (opptil 1,5 m)

4. Avbøtende eller kompensierende miljøtiltak, der teknisk flomsikring trengs.

- Sedimentforvaltning
- Gytegrusutlegg
- Fiskepassasjer
- Tilkobling og restaurering av sideløp



Eksempler

Nausta – tradisjonell bosettingsmønster

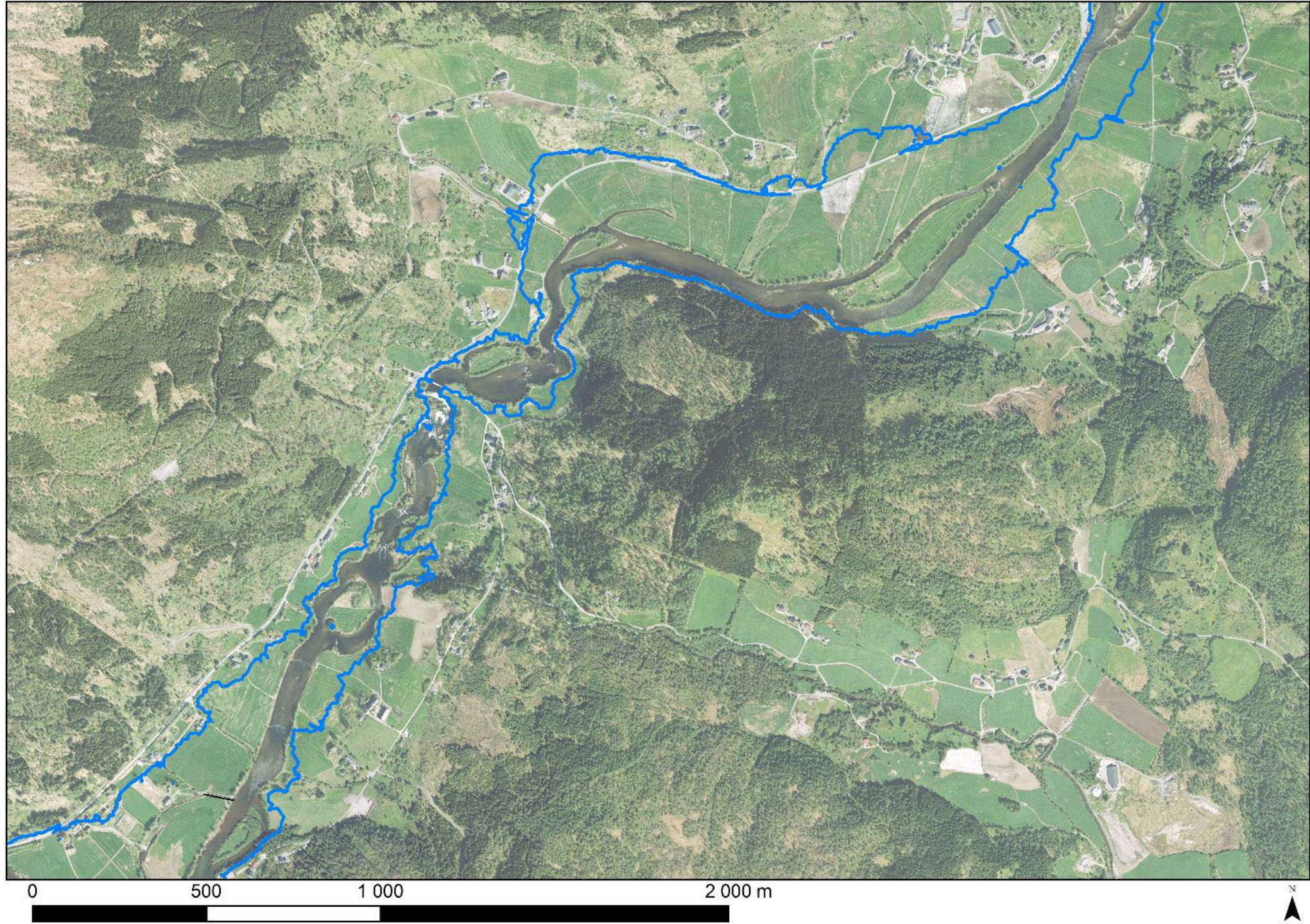


- Arealplanlegging
- Elveslette ble nesten fullstendig holdt fri for bebyggelse
- Vernet vassdrag
- Nasjonalt laksevasdrag



**Eksempler
Nausta**

200års flom



Eksempler

Nausta – tradisjonell bosettingsmønster



Fungerer det?

- Lite risiko for skade på bosetting ved 200 års flom
- Isgang
- Mange andre inngrep, utretting, skog og landbruk, sedimentregime
- Behov for sedimentforvaltning



Eksempler
Flåmselva – en kompromiss

Flom 2014

247 m³/s

Q₅₀₋₁₀₀



- Elven ble lagt tilbake i gamle kanaliserte seng etter flommen
- Erosjonspotensial
 - Var 30 % redusert etter flommen med utvidet tverrsnitt
- Etterpå ca. like stor som før igjen – men sterkere plastring.
- Fare ved overtopping og svikt av plastringen
- Fare ved økte flommer og klimaendring



Hauer et al (2021) CRITICAL FLOWS IN SEMI-ALLUVIAL CHANNELS DURING EXTRAORDINARILY HIGH DISCHARGES: IMPLICATIONS FOR FLOOD RISK MANAGEMENT

- Elven ble lagt tilbake i gamle kanaliserte seng etter flommen

Miljøtiltak:

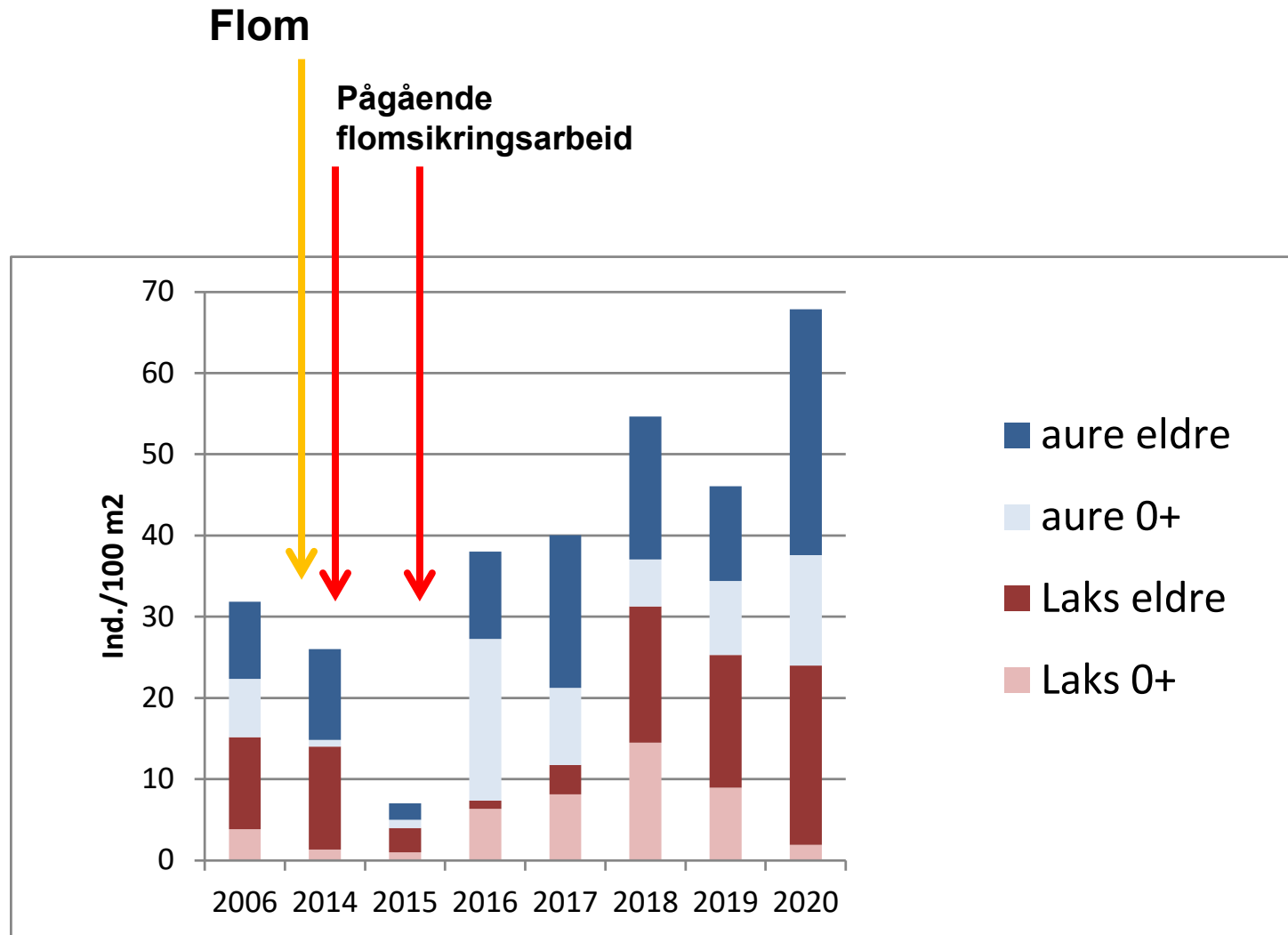
- Delvis utvidet tverrsnitt
- Erosjonssikring trukket til side med steinutlegg foran.
- Kantvegetasjon (ikke ferdig etablert)



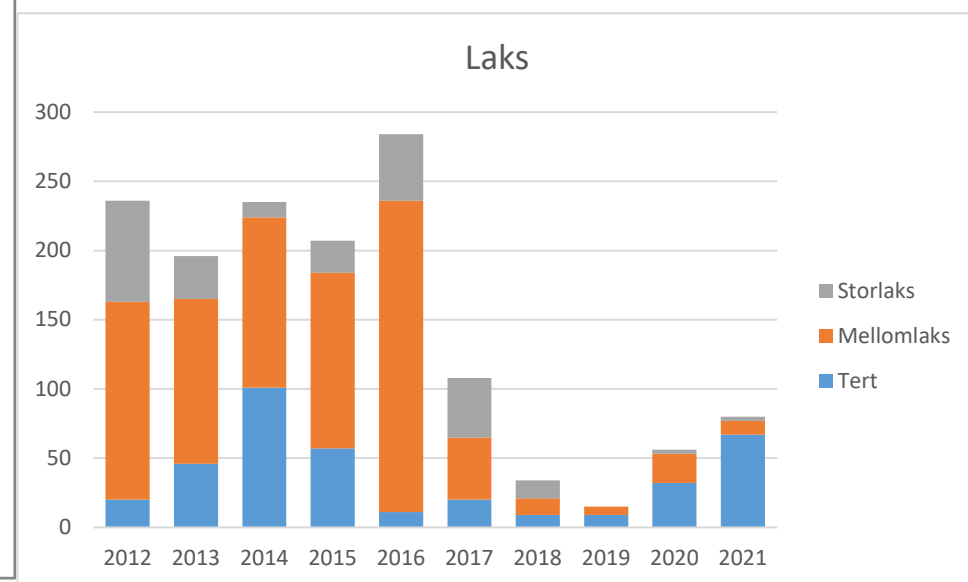
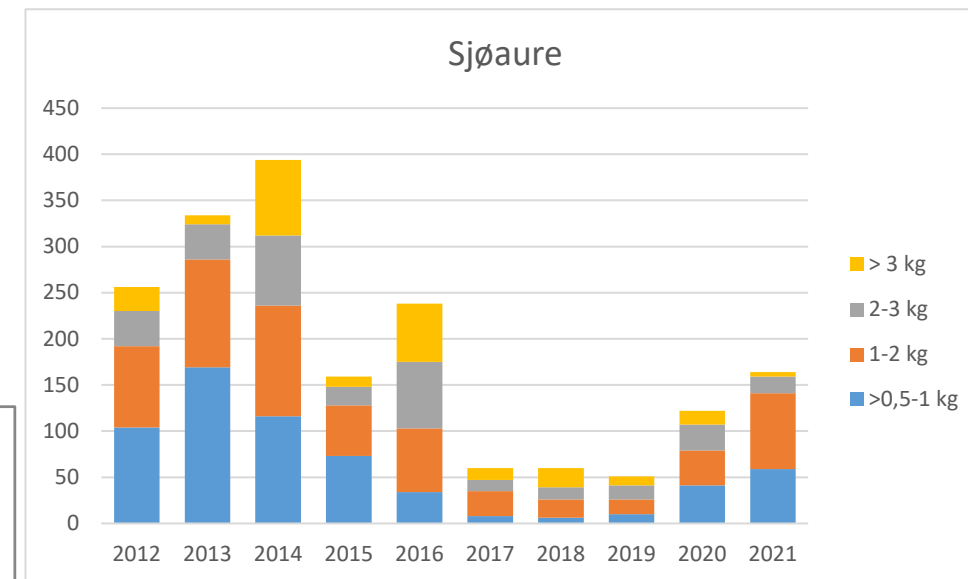
Miljøtiltak
Naturtypisk substrat med
steinblokker,
rullestein og grus



Fisk i Flåmselva



↑
Miljøtiltak
 Naturtypisk substrat med
 steinblokker, rullestein og grus



Gytefisk laks og sjøaure (ind.) 2012-21

Eksempler

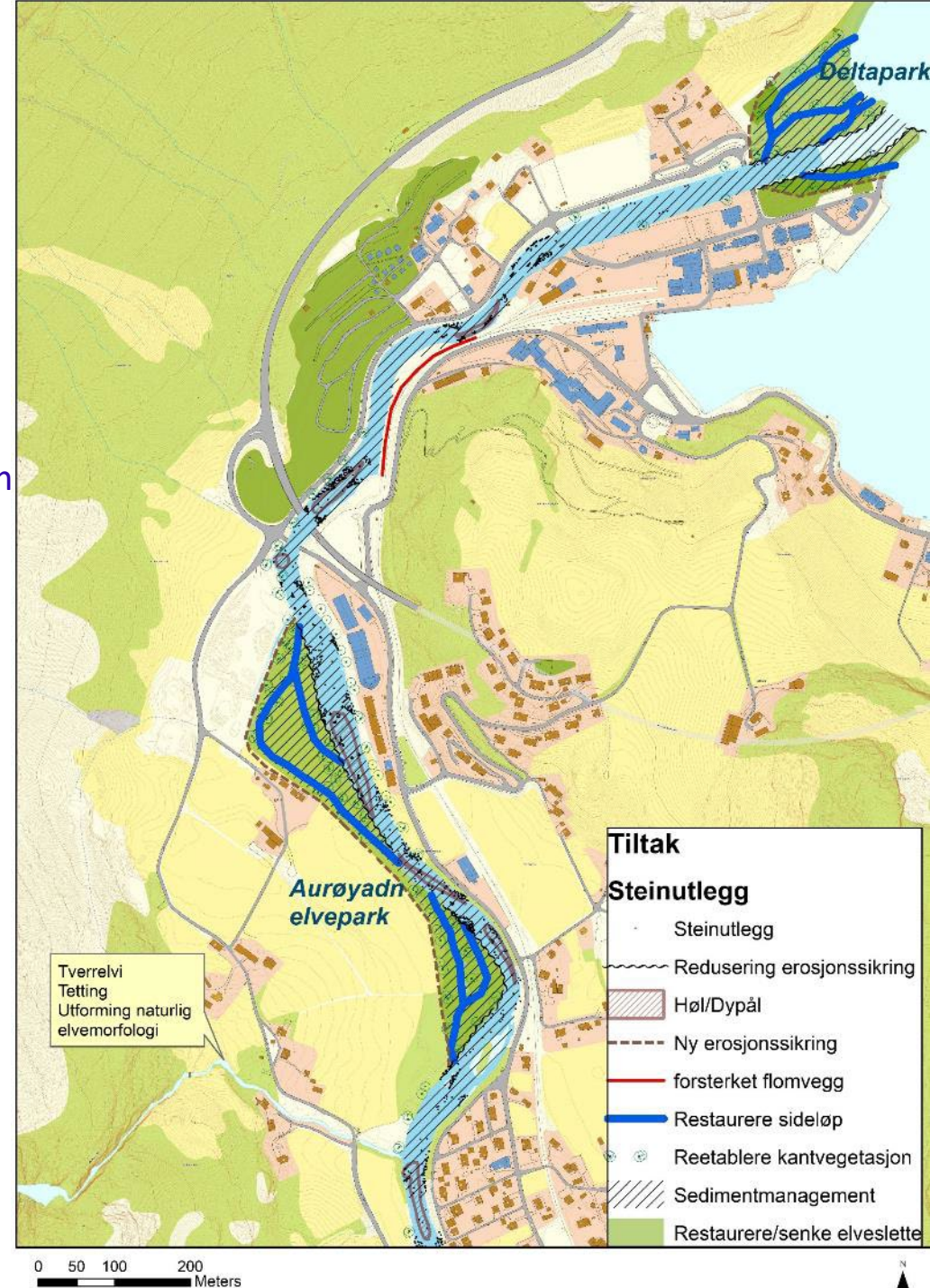
Flåmselva – en kompromiss

Fungerer det?

- Med flommene inntil nå
- Miljømessig på vei opp
- Ved Q200 + klimapåslag 20 % eller 40 %: Lignende problematikk som ved siste flom
- Morfodynamikk med erosjonsfare

Mulige løsninger

- Utvide elva på utsatte områder
- Naturtypisk morfologi (bifurcation) med utvidet hydraulisk kapasitet og energiomvandling
- Plass til sedimenter
- Bedre sikring nedenfor stabile elvetyper



Eksempler

Aurlandselva - kraftregulert

Flomrisikohåndtering

- Magasinering
- Erosjonssikring

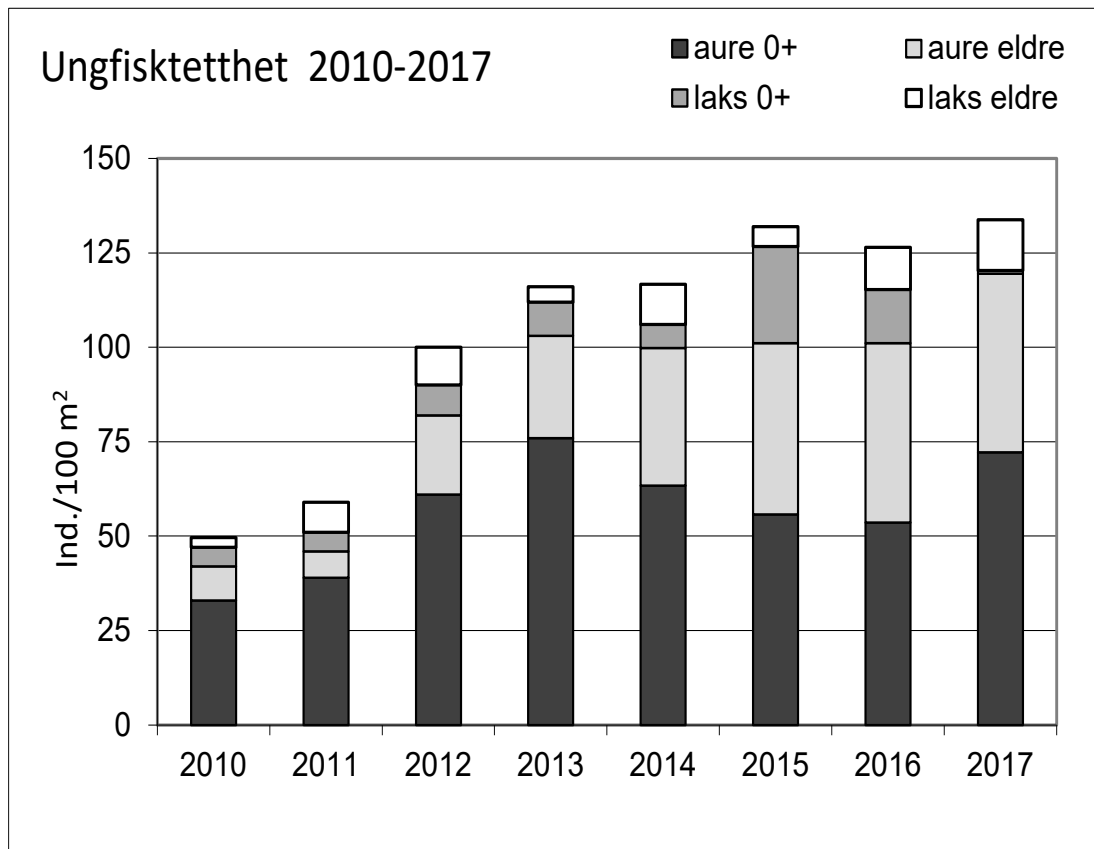
- Miljøeffekter

- Avbøtende tiltak



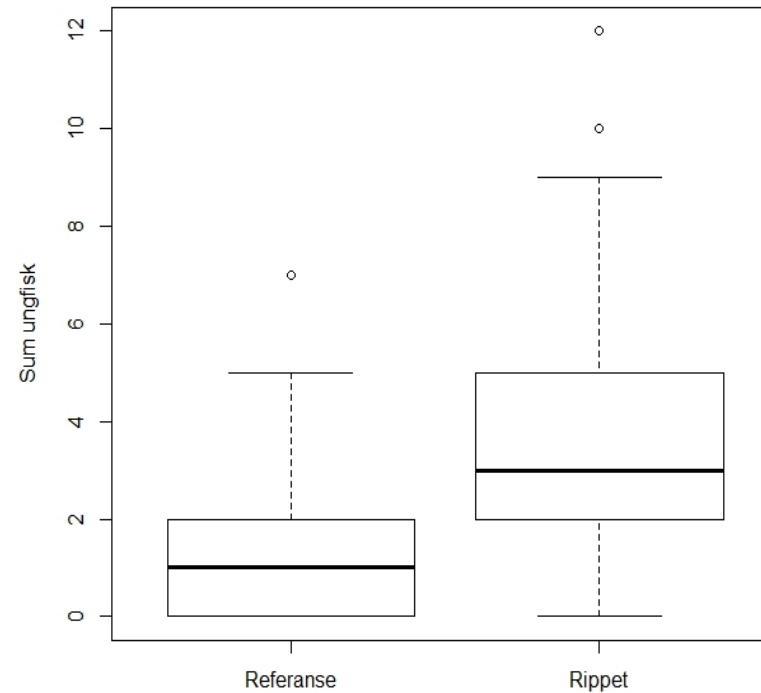
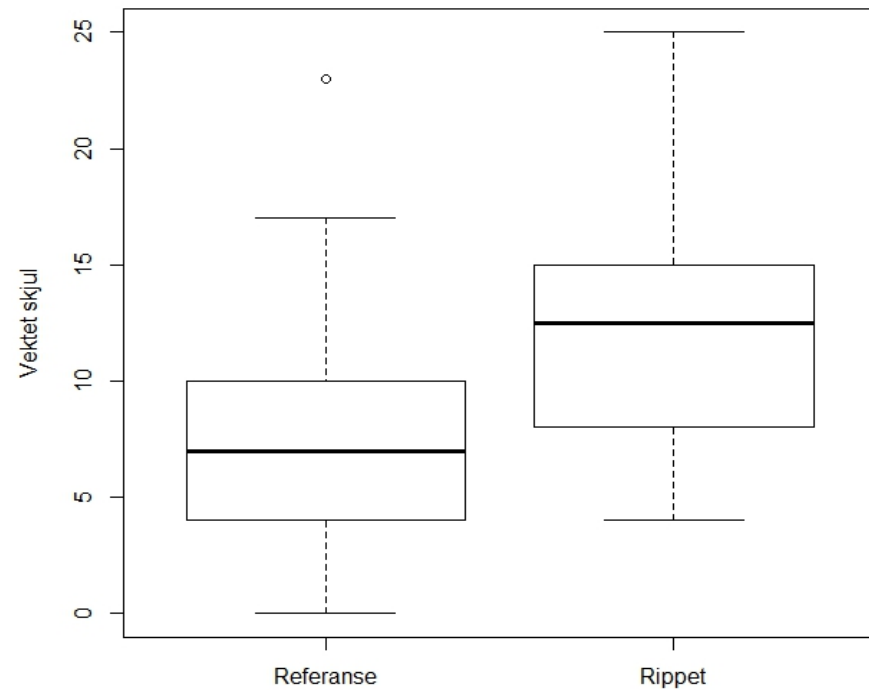
Gytegrusutlegg (1200 m³)

- Mye gyting på arealene, økning av ungfisk
- Levetid > 10 år

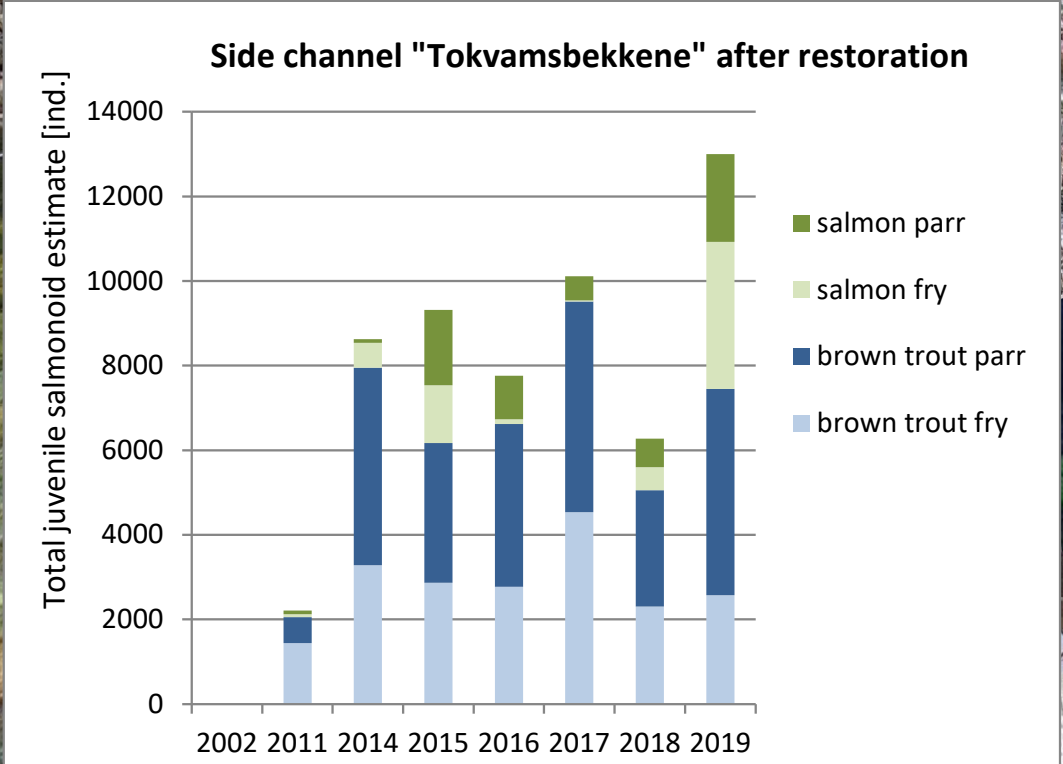
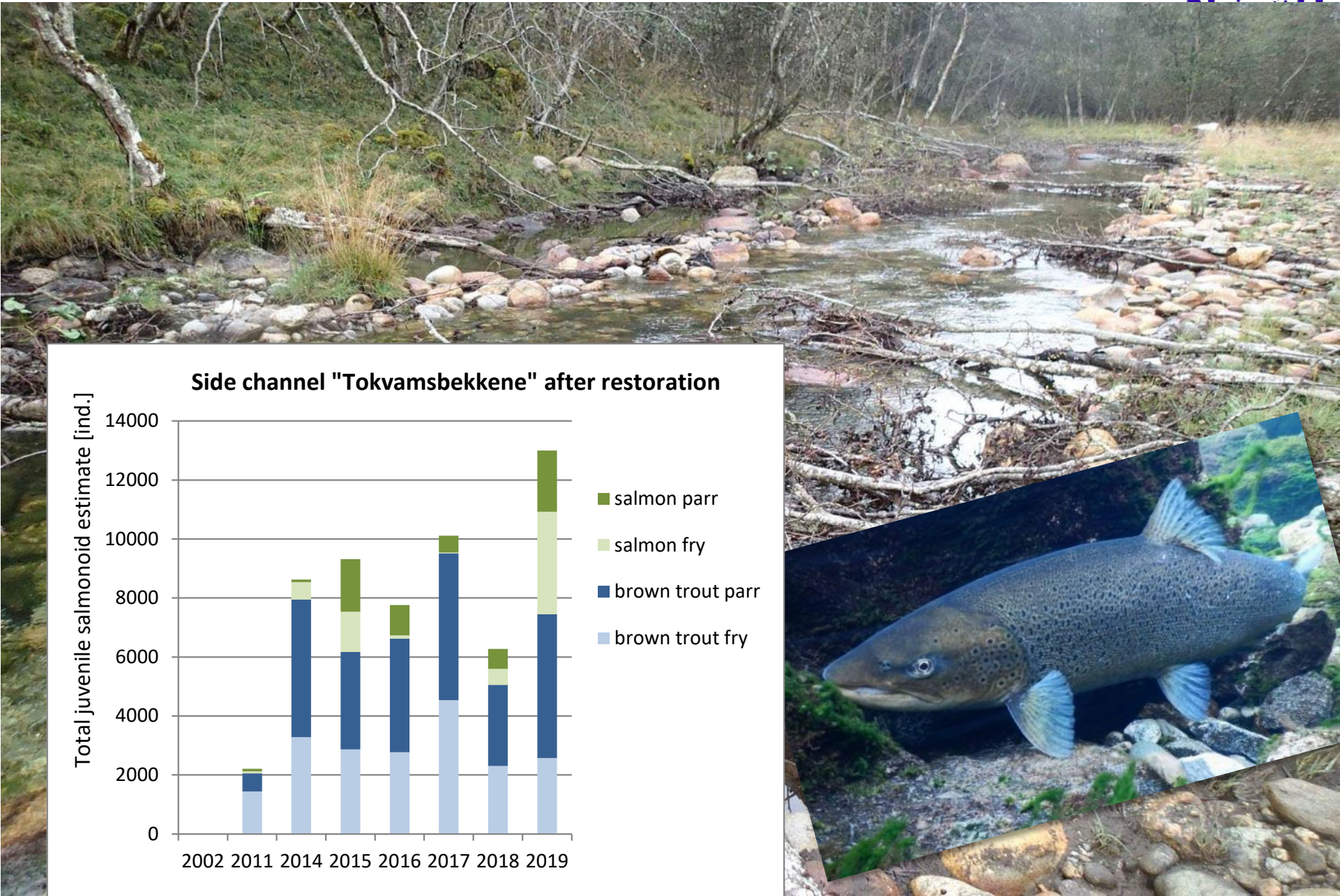


Ripping av elvebunn til kompensasjon for tapte flommer

- 10-50 cm korndiameter dominerende
- 2014 arealene har fortsatt mye skjul
- Ca. 1-4 NOK/m²
- Ca. 0.2 NOK/m²/år
- Ca. dobbelt så mye ungfisk på rippet areal



Tiltak - Restaurering av sideløp



Eksempler Aurlandselva

Fungerer det?

- 200 årsflom fra ca. 650 m³/s (uregulert) til 380 m³/s (døgnmiddel)
- Men miljøeffekter
- Habitattiltak med vedlikeholdsbehov
- Restaureringsbehov (redusert areal)
- Ungfisktettheter med nivå som upåvirkete elver - men redusert habitat



Sammendrag og diskusjon

- Naturbaserte løsninger kan gi begge deler: bedre miljøtilstand og bedre flomsikring
 - Inkluder både oversvømmelses- og erosjonsrisiko
 - Sats på prosessbasert forståelse
1. Arealplanlegging og bevaring
 2. Vassdragsrestaurering
 3. Miljøvennlige sikringer etter naturlige forbilder
 4. Avbøtende tiltak med vedlikehold



Velkommen til neste
#naturbasertsone



Live på Forskningsdagene!
Torsdag 29. September
kl.08.30 på Oslofjordmuseet
(og strømming)

**Oslofjordens blå skoger –
folkeforskning og restaurering for
å ta vare på fjorden vår**

Kristina Kvile, NIVA
Norith Eckbo, SABIMA

**Mer info: niva.no/nbs
Kontakt: nbs@niva.no**

Takk for i dag!

The NIVA logo is displayed in white, stylized, bold letters against the dark background of the underwater scene.

© Eduardo Infantes