



Statens vegvesen

Vannmiljø og samferdsel – utfordringer og løsninger 29.11.2023

## Partikkelforurensning i utbyggingsprosjekter



Lene Sørli Heier  
[lene.sorlie.heier@vegvesen.no](mailto:lene.sorlie.heier@vegvesen.no)

Foto: Lene Sørli Heier

# Takk til

- Statens vegvesen
  - Even Stensrud
  - Øyvind Thiem
  - Idar Reistad
  - Finn Sverre Karlsen
  - Gina Granheim
  - Frank Jørgensen
  - Lene Jacobsen
- NIVA
  - Emelie Forsman
  - Samantha Martins
  - Sondre Meland
  - Mfl.
- NMBU
  - Hans-Christian Teien
  - Dag Anders Brede
  - Vilde Pedersen
  - mfl



# Kilder



Foto: Jan Fredrik Eliassen, SVV



Foto: Øyvind Ellingsen, SVV



Foto: Lene S.Heier



Foto: Knut Opørde, SVV

## Grenseverdier til utslipp

- Suspendert stoff/turbiditet

## Krav til morfologi (ikke utslipp av nåleformede partikler)

## Krav til utførelse

- Vasking av sprengstein
- Tidsbegrensing for arbeider

Effekt av naturlig eroderte partikler  
Effekt av sprengstein partikler

Toksisitetstudier – sjelden data på morfologi, mineralogi eller kjemi

Behov for økt kunnskap

# Partikler fra sprengstein – Kilder, mobilitet og biologisk effekt

## FoU prosjekter i Statens vegvesen for å øke kunnskapsgrunnlaget

MILGRO: Miljøgeologisk riktig planlegging og bygging

[MilGRO – Miljøgeologisk riktig planlegging og bygging | Statens vegvesen](#)

Nedføringsløsninger for deponering på store dyp

Flokkulering av sprengte partikler i marine miljø

Utvikling av målebøye for turbiditet og strøm

Karakterisering av partikler, opptak og effekter på fisk

# Studier partikkelforurensning – karakterisering og biologisk effekter



Statens vegvesen

- Samarbeidsprosjekt med NIVA og NMBU
- PhD Emelie Forsman
- Erfarings sammenstilling – NIBIO
- Masteroppgaver
- Fellesprosjektet Arna-Stanghelle (FAS)

Karakterisering av partikler

Effekt på laks ferskvann

Effekt på laks marint

Feltforsøk ørret siltgardin

Effekt sedimentering på ørret egg

Erfaring før- under og etter anlegg



## FAGFELLEVURDERTE ARTIKLER

### Avrenning av partikler i anleggsprosjekter – betydning for fisk og vannmiljø

Av Roger Roseth, Lene Sarlie Heier, Arne Heggland, Øistein Preus Hveding, Johanna Skrutvold, Yvonne Rognan og Håvard Kjerfve

Roger Roseth (M.Sc) er seniorforsker ved Norsk institutt for bioaknometri (NIBIO).  
Lene Sarlie Heier (Ph.D) er sjettingenior hos Statens vegvesen.  
Arne Heggland (M.Sc) er sjettingenior hos Statens vegvesen.  
Øistein Preus Hveding (M.Sc) er seniorrådgiver hos Norconsult.  
Johanna Skrutvold (M.Sc) er forsker ved NIBIO.  
Yvonne Rognan (M.Sc) er forsker ved NIBIO.  
Håvard Kjerfve (M.Sc) er seniorrådgiver miljø InterCity hos Jernbaneverket.

#### Summary

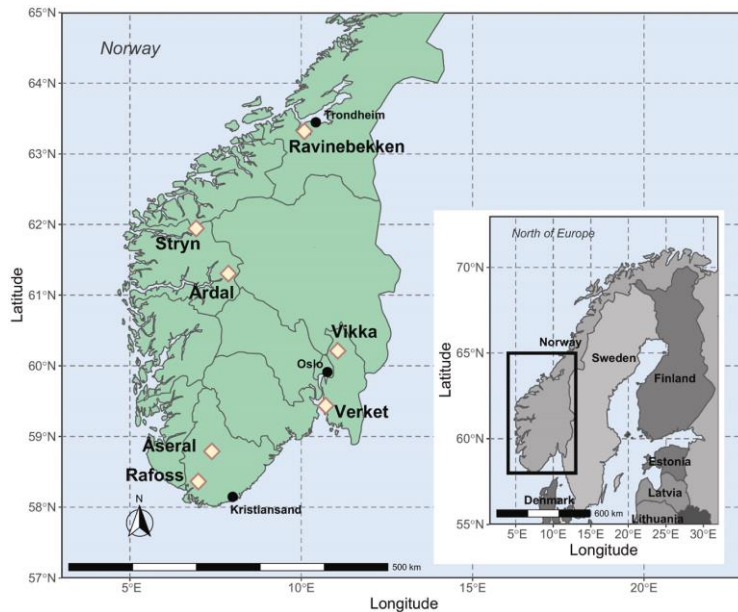
Particle run-off from construction sites: effects on fish and aquatic environment. Construction sites may affect nearby water recipients by increased runoff of suspended material, and increased turbidity may influence the stream biology. The objective of the present paper was to investigate how trout and benthic invertebrates were affected in four different construction projects in southern Norway. The results indicate no negative effects on population levels. In several streams we found trout density to increase during and after construction. The macroinvertebrate community seemed unaffected by short term exposure to high particle loads during the construction period. Long term exposure effects have not been considered in this study. These

#### Sammendrag

Bygging av store samferdselsprosjekter kan gi øyeblikkelig avrenning av partikler til vanndrag, både naturlige og anleggskapite. Utløp av partikler kan medføre biologiske effekter for fisk og andre vannlevende organismer. Formålet med denne sammenstillingen var å undersøke hvordan tetthet av ørret og bunndyrfauna ble påvirket av økte partikkelkonsentrasjoner ved fire ulike anleggsprosjekter i Vestfold og Telemark. Undersøkelserne indikerer at økte partikkelkonsentrasjoner ikke ga vesentlige negative effekter på tetthet av ungdomskull og sammensetningen av bunndyrfaunafinnet. Herav de bekken viste økende tetthet av ørretunger, både under og rett etter anleggsløst. For bunndyr var det små endringer i ASPT indekset, men med større variasjon for

# Hvordan ser partikler fra sprengstein ut?

- Granitt-gneis
- Mineralogi, kjemi og morfologi og størrelse
- Metoder
  - ICP-MS, micro-X-ray fluorescence, X-ray diffraction, environmental scanning electron microscope interfaced with energy dispersive X-ray, stereo microscope, dynamic image analysis and coulter counter



## Geochemical and morphological characterization of particles originating from tunnel construction

Emelie Forsman<sup>a,b,\*</sup>, Lene Sørlie Heier<sup>c</sup>, Hans-Christian Teien<sup>d</sup>, Ole Christian Lind<sup>d</sup>, Per Hagelia<sup>c</sup>, Sondre Meland<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Norwegian Institute for Water Research, Oslo, Norway

<sup>b</sup> Norwegian University of Life Sciences, Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management, Ås, Norway

<sup>c</sup> Norwegian Public Roads Administration, Construction, Lillehammer, Norway

<sup>d</sup> Norwegian University of Life Sciences, Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management, Centre of Environmental Radioactivity, Ås, Norway

### ARTICLE INFO

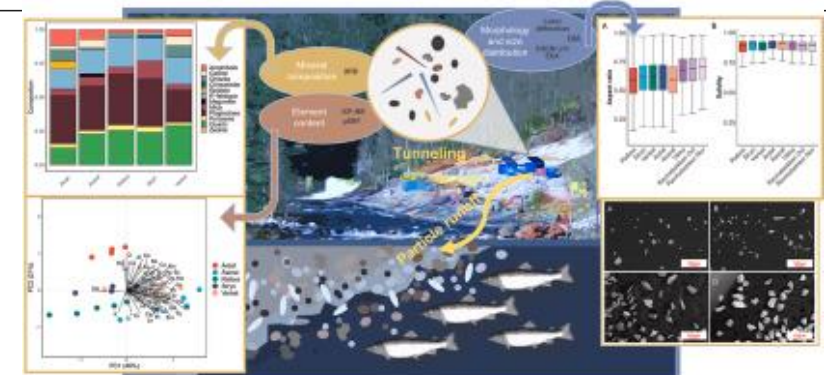
Handling Editor: Aijie Wang

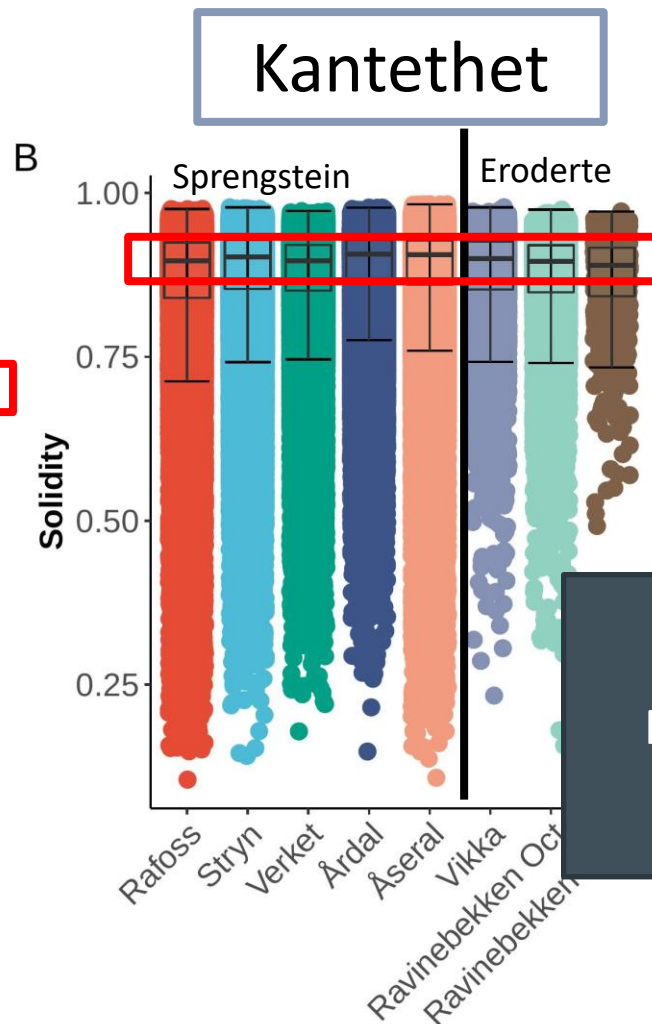
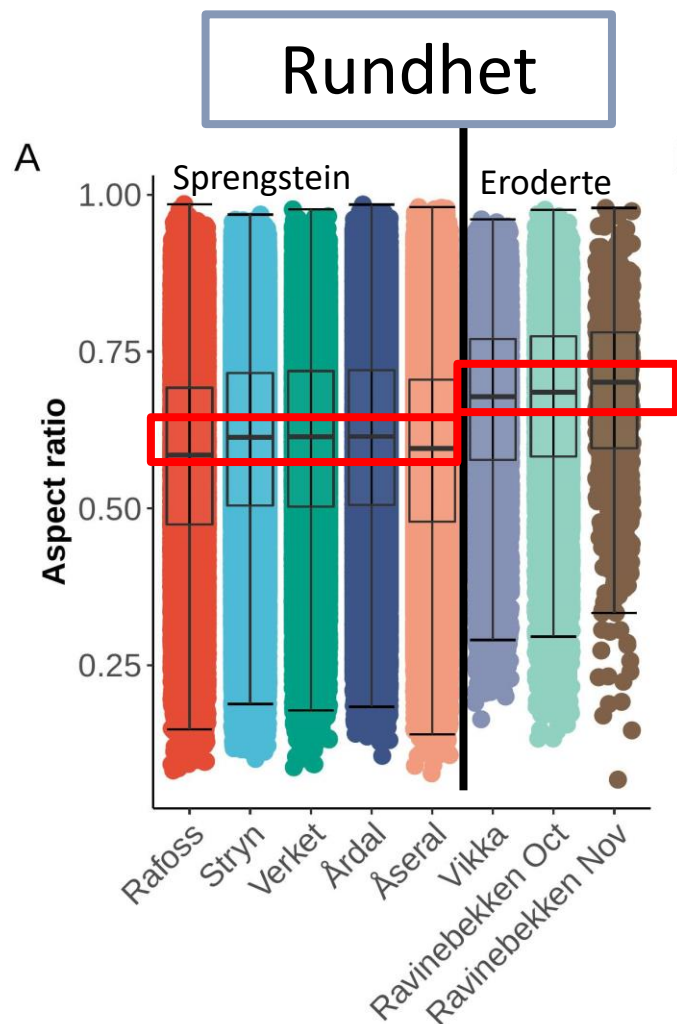
#### Keywords:

Tunnel drilling and blasting  
Shape analysis  
Particle analysis  
Granite-gneiss terrain

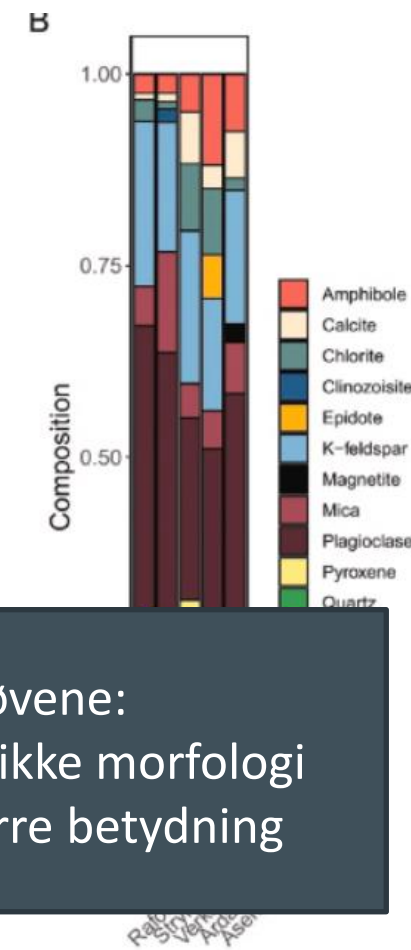
### ABSTRACT

Rock particles from drilling and blasting during tunnel construction (DB particles) are released to the aquatic environment where they may cause negative toxicological and ecological effects. However, there exists little research on the difference in morphology and structure of these particles. Despite this DB particles are assumed to be sharper and more angular than naturally eroded particles (NE particles), and in consequence cause greater mechanical abrasion to biota. Moreover, morphology of DB particles is assumed to depend on geology, thus depending on where construction takes place different morphologies may be emitted. The objectives in the current study were to investigate the morphological differences between DB and NE particles, and the influence of mineral and elemental content on DB particles. Particle geochemistry and morphology were characterized by inductively coupled plasma mass spectrometry, micro-X-ray fluorescence, X-ray diffraction, environmental scanning electron microscope interfaced with energy dispersive X-ray, stereo microscope, dynamic image analysis and coulter counter. DB particles (61–91% < 63 µm) collected from five different tunnel construction locations in Norway were 8–15% more elongated (lower aspect ratio) than NE particles from river water and sediments, although their angularity was similar (solidity; diff 0.3–0.8%). Despite distinct mineral and elemental characteristics between tunnel construction locations, DB morphology was not explained by geochemical content since only 2–2.1% of the variance was explained. This suggests that particle formation mechanisms during drilling and blasting are more influential of morphology than mineralogy, when working in granite-gneiss terrain. When tunnelling in granite-gneiss terrain, particles with greater elongation than natural particles may enter aquatic systems.





For disse prøvene:  
 Mineralogi forklarte ikke morfologi  
 Anlegg aktivitet større betydning

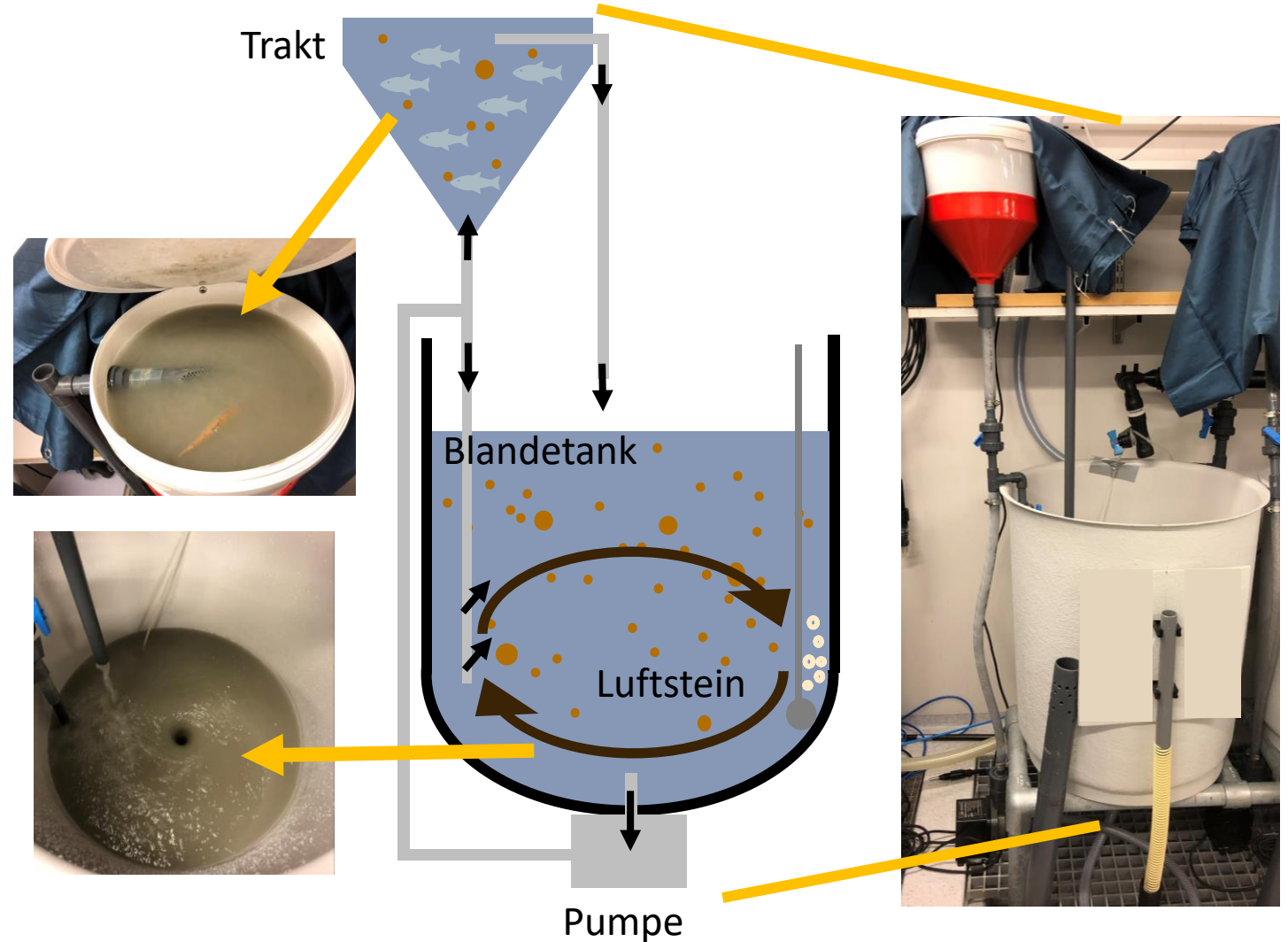


n=740 103

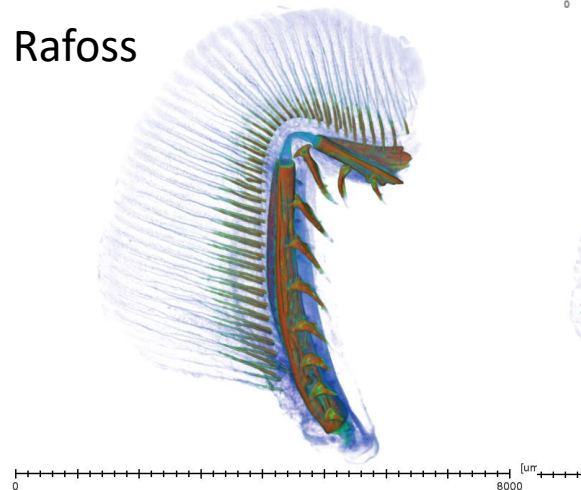
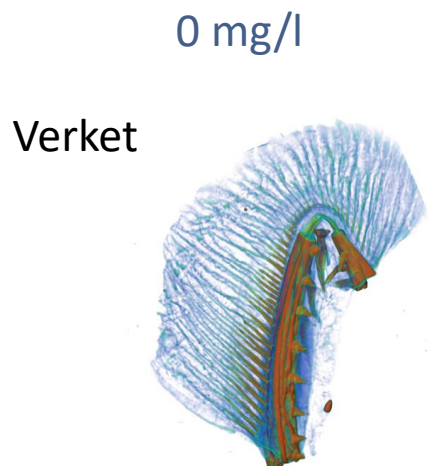


# Effekt av sprengstein partikler på laks, ferskvann

- 192 timer eksponering
- <math><400 \mu\text{m}</math> (80% <math><63 \mu\text{m}</math>)
- 0- 2800 (5000) mg SS/L

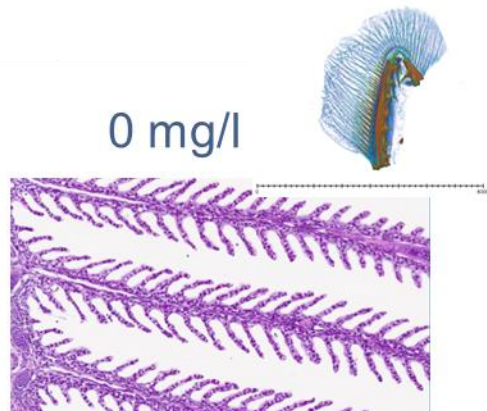


# Partikler på gjeller



Verket

0 mg/l

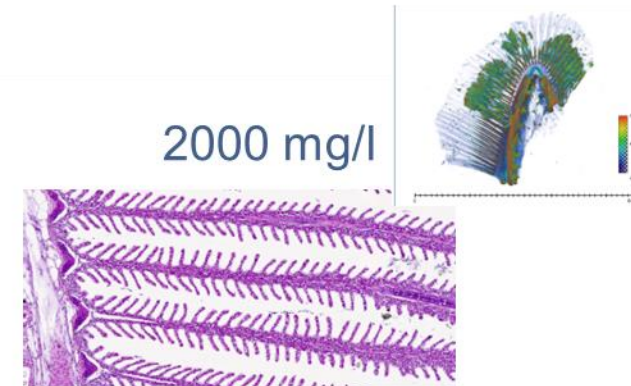


Rafoss

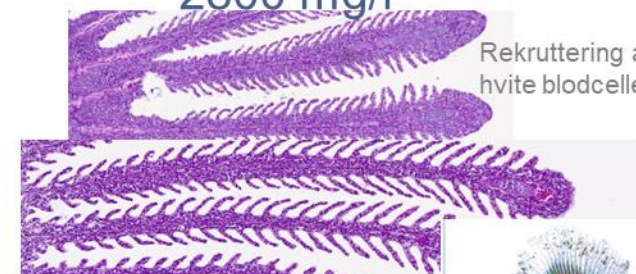
0 mg/l



2000 mg/l

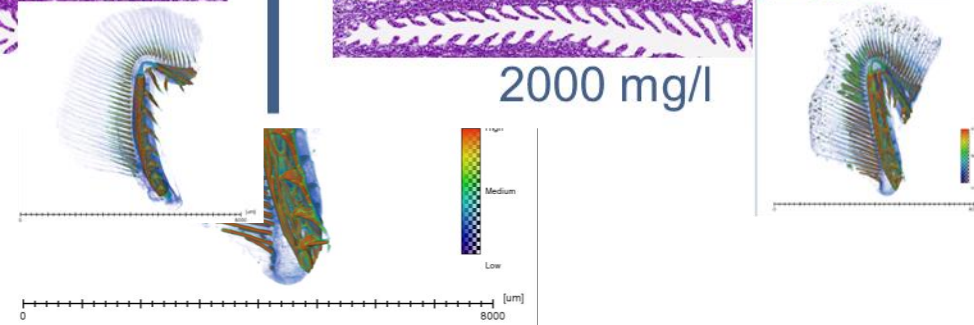


2800 mg/l



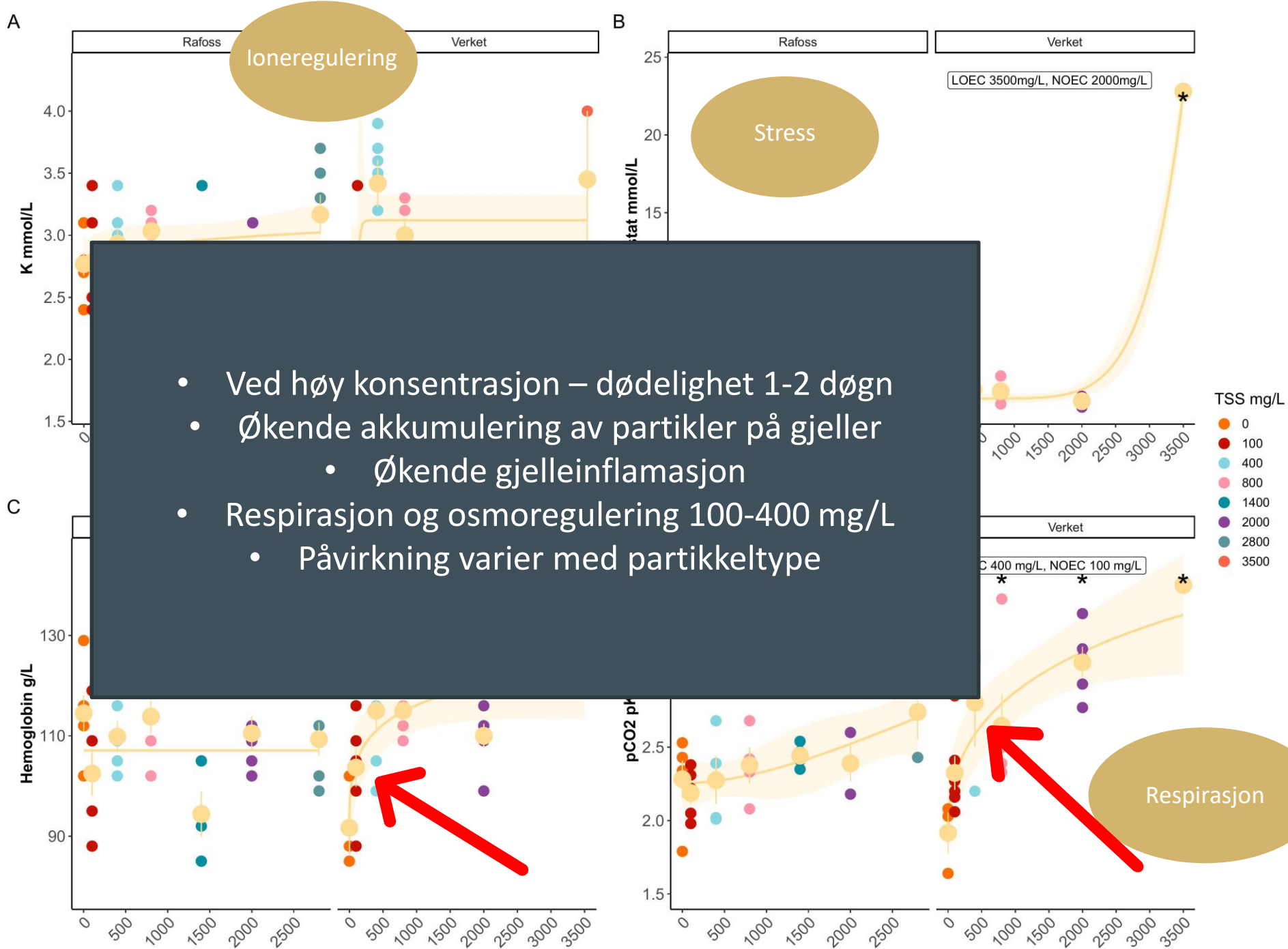
Rekruttering av hvite blodceller

2000 mg/l



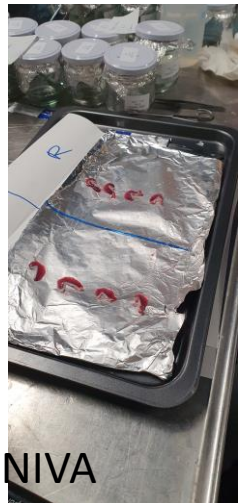


Forsman et al.,  
in prep.



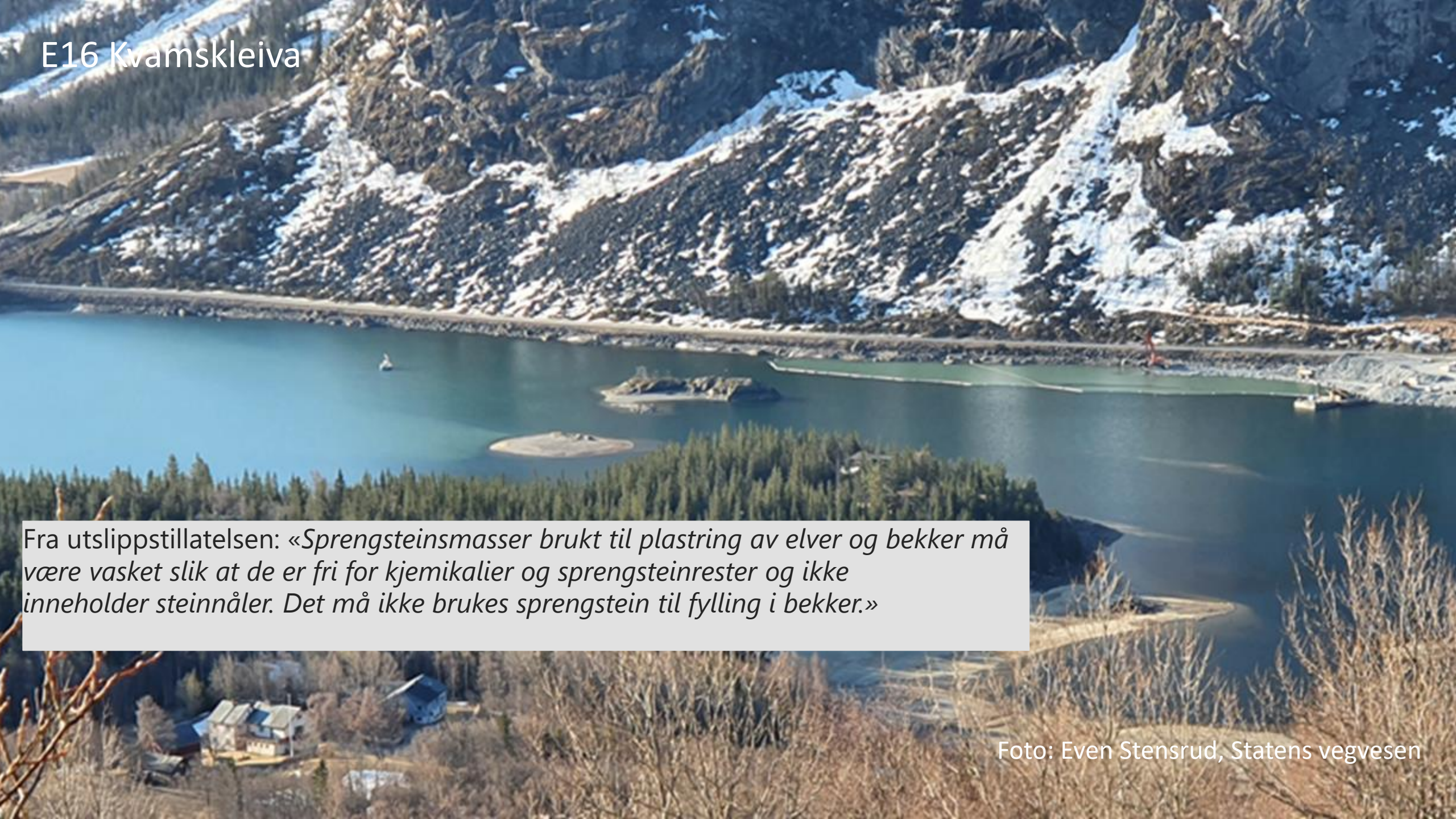
# Eksponeringsforsøk laks post-smolt Atlantisk laks

- Utførende NIVA
- Eksponering: 4, 40 og 400 mg SS/L, 21 dager+7 dager
- Endepunkt; histologi, osmoseregulering, stress mm
- On Day 7, some fish exposed to the highest concentration (400 mg/L) had their gallbladder inflamed
- On Day 14, many fish exposed to the highest concentration had their gallbladder inflamed and presented deformities in the caudal fin
- On Day 14, growth in C3 is significantly reduced compared to fish exposed to NEP
- By Day 14, glucose levels and liver somatic index (LSI) are not affected by the concentration of particles



Foto; Samantha Martins, NIVA

## E16 Kvamskleiva



Fra utslippstillatelsen: «Sprengsteinsmasser brukt til plastring av elver og bekker må være vasket slik at de er fri for kjemikalier og sprengsteinrester og ikke inneholder steinnåler. Det må ikke brukes sprengstein til fylling i bekker.»

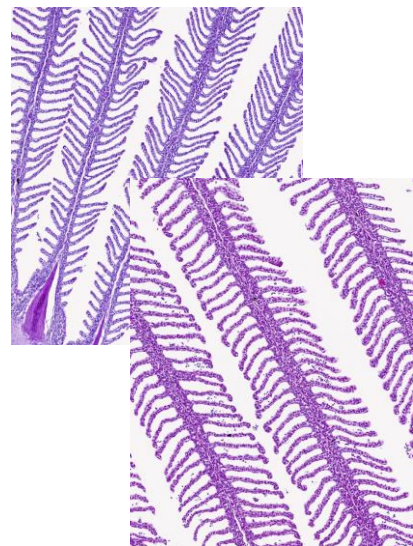
Foto: Even Stensrud, Statens vegvesen

# E16 Kvamskleiva

*Innenfor siltgardin*



*Utenfor siltgardin  
(referansestasjon)*



- Erosjonsikring med sprengstein
- *Resultatet indikerer at innslaget av sprengsteinpartikler utgjør en liten andel av den totale partikkelmengden på stasjon nedstrøms sikringsarbeid. Resultater både fra bekken og et forsøk på utlekking av nitrogen og metaller fra sprengstein, viser at konsentrasjonene avtar raskt nedstrøms, og utgjør liten risiko for toksiske effekter på fisk og bunndyr*
- *Det var ingen tydelige effekter på fisk målt som hemoglobinverdier (proxy for oksygenopptak), avsetning av partikler på gjeller eller histopatologiske endringer på gjeller*



EKSTERN RAPPORT NR. 19 / 2023

Sprengsteinpartikler i sikringsanlegg  
– effekter på vannkvalitet, bunndyr og fisk

SKREVET AV NIVA

[NVE Ekstern rapport 19/2023 :  
Sprengsteinpartikler i sikringsanlegg –  
effekter på vannkvalitet, bunndyr og fisk](#)

Øke kunnskapsgrunnlaget for  
bedre miljørisikovurderinger  
og riktige krav til rett tid på  
rett sted

Takk for oppmerksomheten