

A close-up photograph of grey, angular crushed stones, likely used in construction or as aggregate. The stones are piled together, creating a textured surface. The image is partially obscured by a red diagonal shape that covers the top-left and bottom-right corners of the slide.

Utfylling av sprengstein i sjø og vassdrag

Partikkel morfologi og metallutlekking (M-2812)

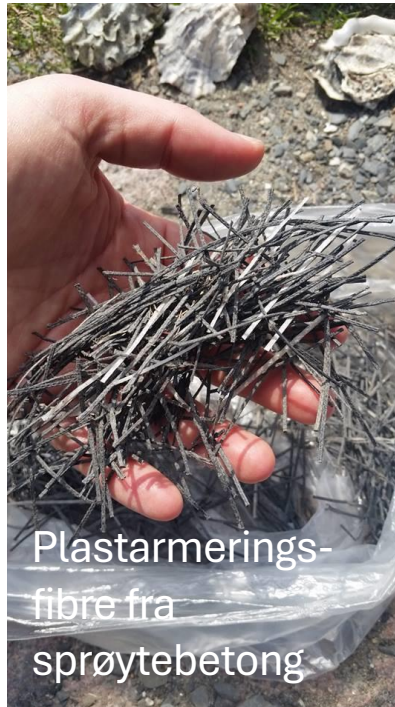
Christian Totland

Anne Deininger, Christian Sætre, Espen Eek, Erlend Skretting

Utfylling av sprengstein - risikoelementer

- Nitrogenavrenning $\xrightarrow[\text{Ammonium og nitrat}]{\text{Eutrofiering}}$
- Rester av sprøytebetong $\xrightarrow{\text{Høy pH}}$ Ammonium \downarrow Ammoniakk
- Plast $\xrightarrow[\text{plasthylser}]{\text{plastarmeringsfibre}}$

- Metallutlekking
- partikler



Hvordan skiller sprengsteinspartikler seg fra naturlig eroderte partikler?

Faktorer som påvirker partikkelegenskaper i sprengstein

1) Sprengningsteknikk

- Mer sprengstoff -> mer finstoff
- Tettere borehullavstand -> mer finstoff
- Tunnellstein: 1 – 3 kg sprengstoff per m³ fast fjell
- Dagsprengt: 0,5 kg sprengstein per m³ fast fjell



Sprengstein fra en tunnelsalve

I infrastrukturprosjekter er driveprosessen fokusert på kostnadseffektivitet, ikke potensial for gjenbruk av massene. Det benyttes derfor økt sprengstoffmengde og redusert hullavstand for å lage masser som er lettere å håndtere.

Faktorer som påvirker partikkelegenskaper i sprengstein

2) Bergegenskaper påvirker partikkelform og mengde finstoff

Mineralsammensetning

Asbestmineraler (amfibol og serpentiner)

Kan for eksempel forekomme i dioritt, olivin, gabbro, perioditt, grønnstein og glimmergneis/skifer.

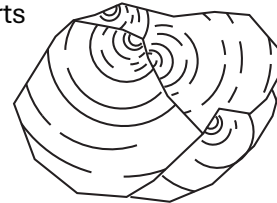
Deformasjonsegenskaper

Avgjør fragmentering under sprengning (tetthet, trykkfasthet, E-modul)



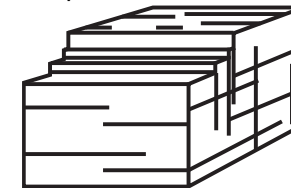
Kløv og bruddplan til mineralene kvarts, feltspat og glimmer.

Kvarts



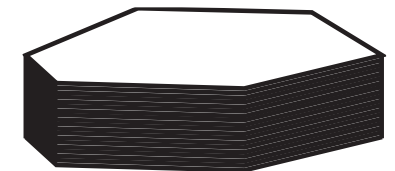
Ingen kløvplan, sprekker opp med konkoidalt (muslig) brudd uten veldefinert form.

Feltspat



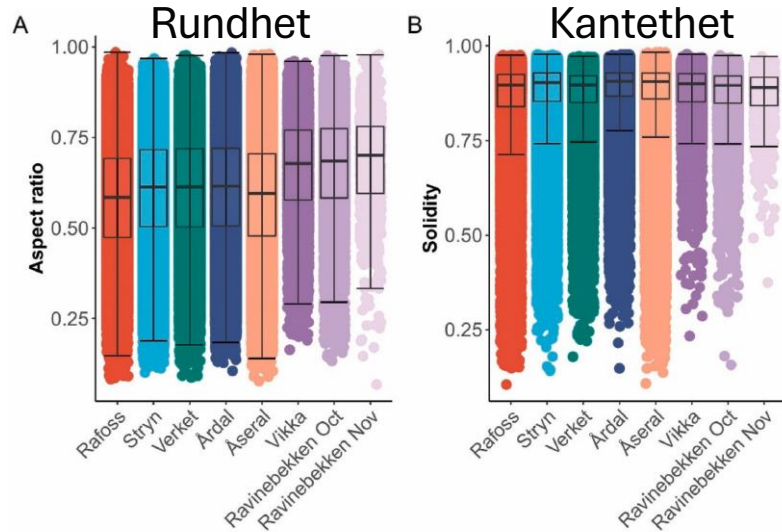
Feltspater har to kløvplan som står med en vinkel på omtrent 90° på hverandre.

Glimmer

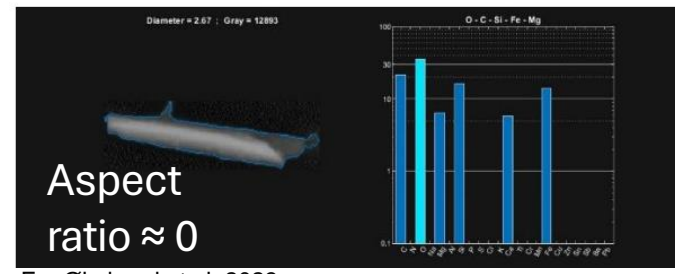
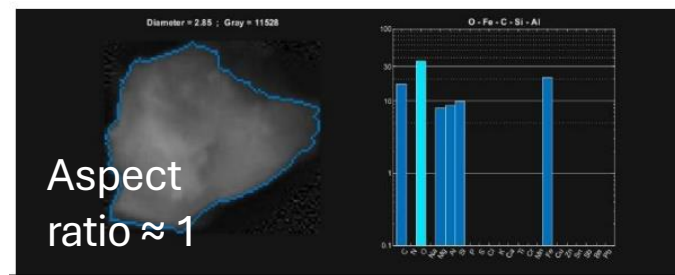
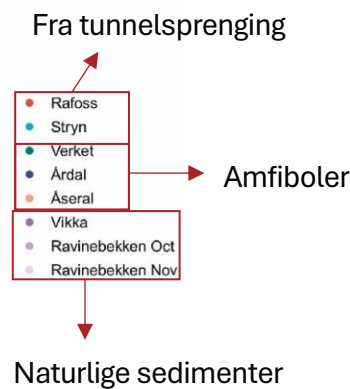


Glimmer: ett basalkløv gir opphav til korn med plateform.

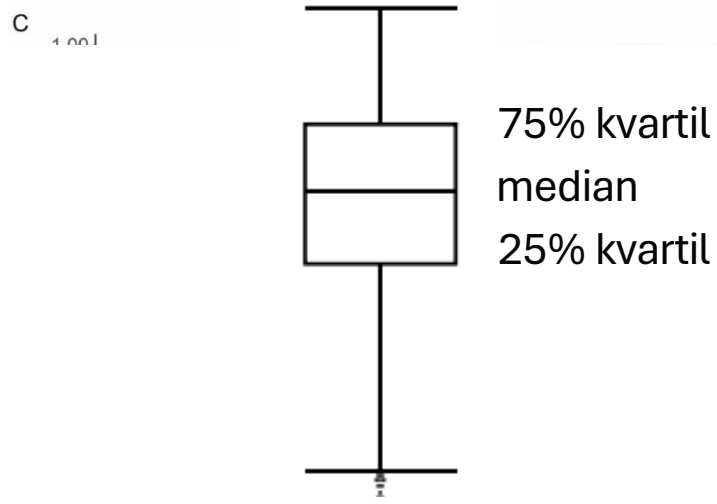
Partikkelmorfologi: Sprengstein vs. sediment



- Lav Solidity = ujevn overflate
- Høy solidity = jevn overflate



Fra Økelsrud et al. 2023



Partikkelmorfologi: Sprengstein vs. sediment

- Partikler fra sprengstein er i snitt noe mer avlang enn sedimentpartikler, men er like kantete
- Ikke funnet en klar sammenheng mellom mineralogi og partikkelmorfologi:
 - Til tross for 10-15 % amfibol i berg fra Årdal og Åseral ble det ikke produsert mer elongerte partikler.
 - Tidligere studier som viser skadelige effekter av asbestmineraler på fisk, har benyttet «rene» mineraler, som antagelig er mindre relevant for typiske norske bergarter

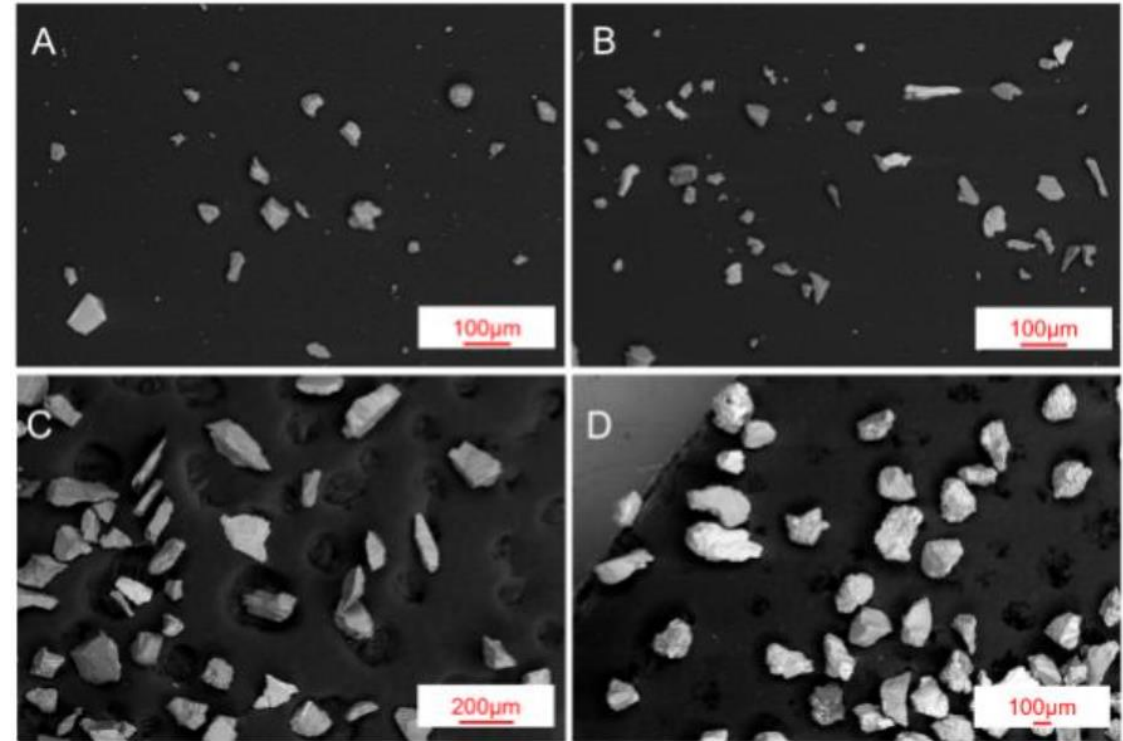
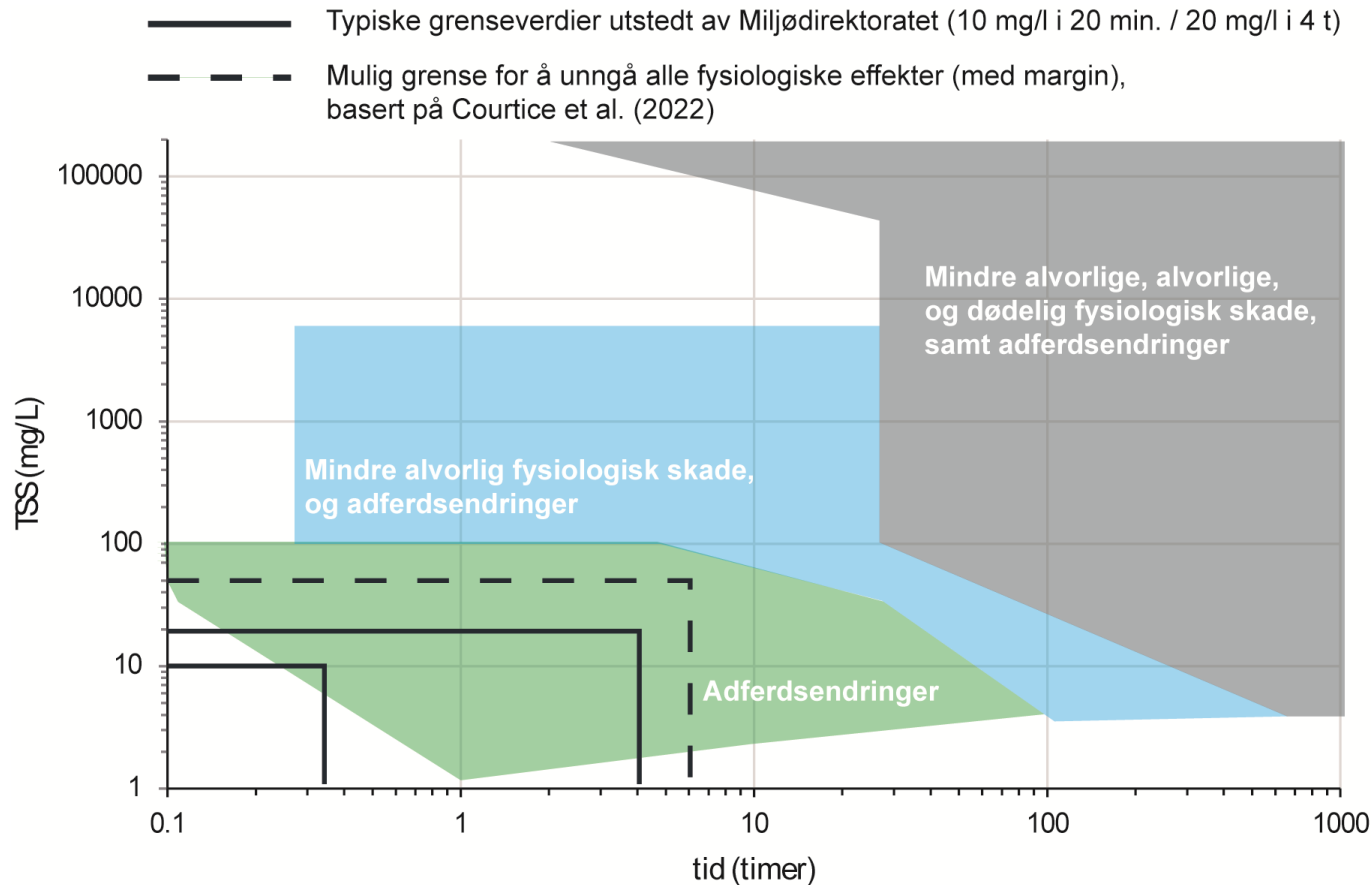


Figure S2. Environmental scanning electron microscopy (ESEM) images of drilled and blasted particles from tunnelling from Årdal 20-63 µm fraction (A), Verket 20-63 µm fraction (B), Rafoss 63-150 µm fraction (C) and Stryn 150-200 µm fraction (D).

Hva betyr dette for skadepotensialet?

Effekter av suspenderte partikler



Meta-studie
Basert på
202
testforsøk

Adferdsendringer:

Endret habitatpreferanse
Unngår område med høy turb.
Endret rovdyr-bytte dynamikk

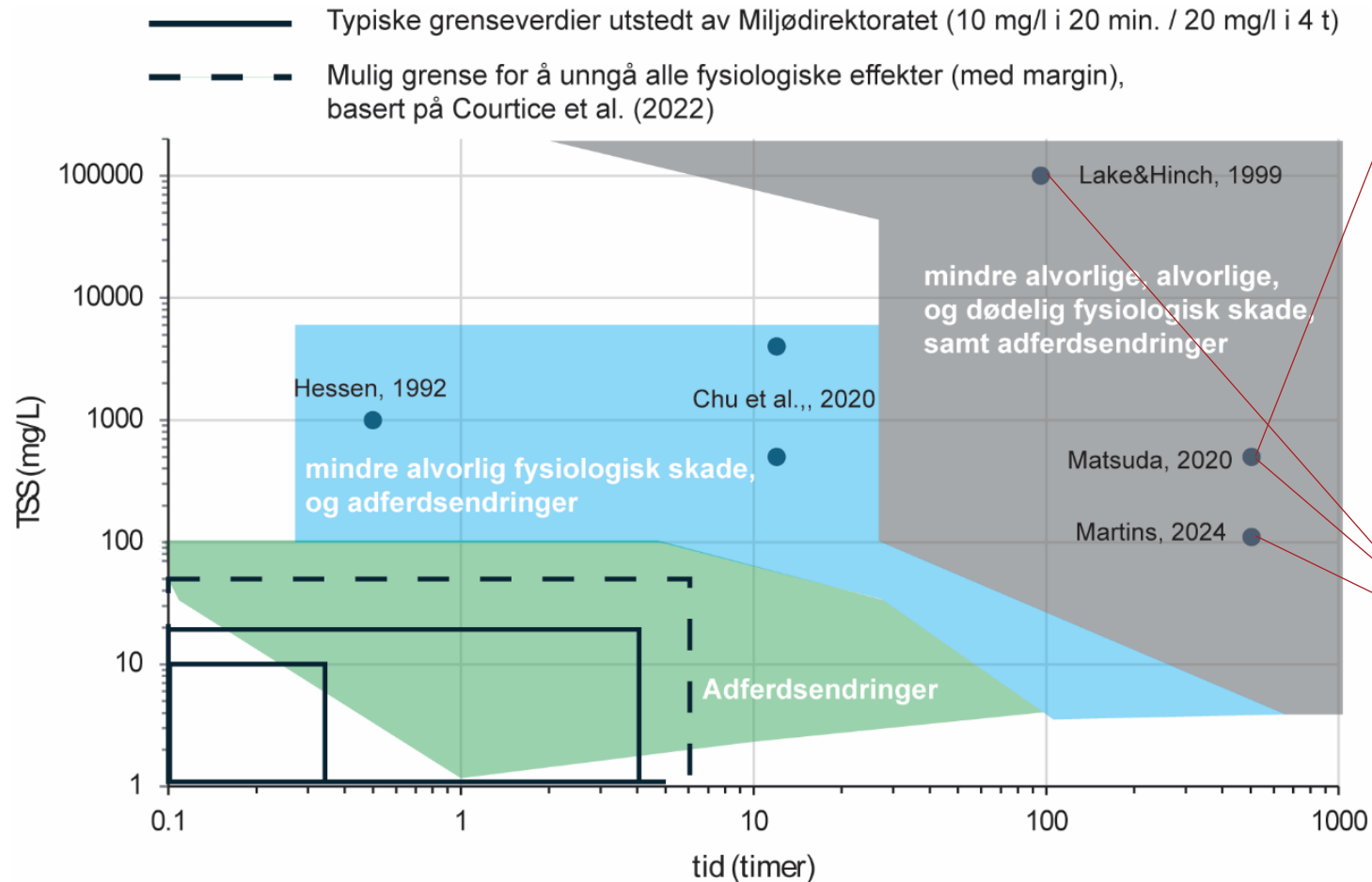
Mindre alvorlig fysiologisk skade

Kan gi langsiktig effekt på
overlevelse
Økt blodglukose
Økt respirasjon

Alvorlig fysiologisk skade

Effekt på overlevelse
Redusert vekst
Skade på gjeller

Effekter av suspenderte *sprengsteins*partikler



Adferdsendringer:

- Endret habitatpreferanse
- Unngår område med høy turb.
- Endret rovdyr-bytte dynamikk

Mindre alvorlig fysiologisk skade

- Kan gi langsiktig effekt på overlevelse
- Økt blodglukose
- Økt respirasjon

Alvorlig fysiologisk skade

- Effekt på overlevelse
- Redusert vekst
- Skade på gjeller

Sedimenteffekter

Basert på gjennomgått litteratur er det sannsynlig at nedslamming med sprengsteinspartikler ofte har en forbigående effekt på bunnfaunaen

- Det er likevel mange rapporter som viser betydelig påvirkning av nedslamming (>2 cm) , men langtidseffekten vurderes som oftest ikke.

Det vil være svært nyttig med flere feltundersøkelser i resipienter 1-5 år etter gjennomførte tiltak!

Metallutleking og risiko

Forhold som er førende for metallutlekking

- Hvordan er metallet bundet i steinen?
 - Ionisk bundne (adsorberte) metaller på steinoverflaten

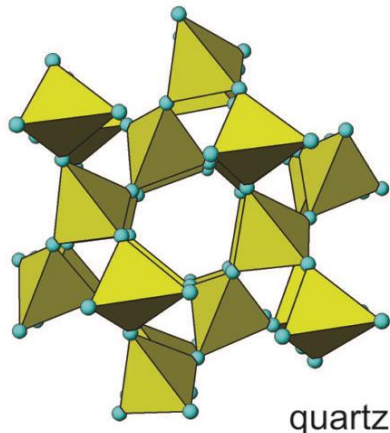
Utlekking er avhengig av:

Ionestykke

pH

DOC

- Kovalent bundne metaller i mineralstrukturen



Vil i praksis ikke lekke fra steinen

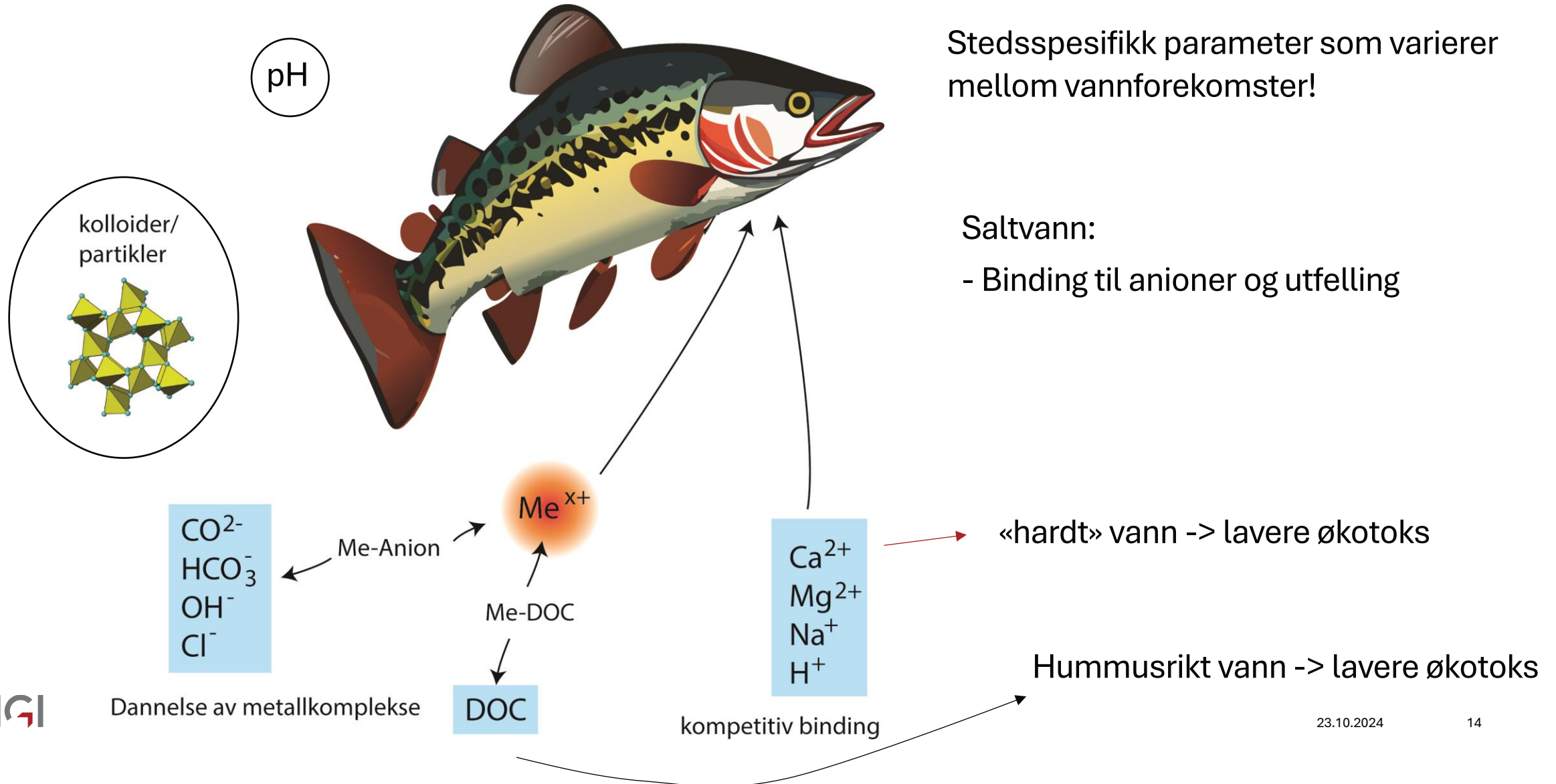
Likevekt oppnås typisk etter tusenvis av år (unntak for svartskifer)

Bergarter med høyere innhold av tungmetaller

- Typisk ingen korrelasjon mellom totalkonsentrasjon og utlekking (Norconsult, 2023)
- Utlekking skyldes ionisk bundne metaller på overflaten av steinen
 - Utlekking vil avta med tid (kan fanges opp av kolonnetester)
 - Utlekking avhengig av ionestyrke, pH og DOC!!!

Bergart	Mulig overskridende utlekking
Sedimentære bergarte Leirskifer og knollekalk)	Nikkel og krom
Magmatiske bergarter (gabbro)	Kadmuim, bly sink og kobber

Metaller og biotilgjengelighet/økotoksisitet



Stedsspesifikk parameter som varierer mellom vannforekomster!

Saltvann:

- Binding til anioner og utfelling

«hardt» vann -> lavere økotoks

Humusrikt vann -> lavere økotoks

Forhold som er førende for metallutlekking

- Hvordan er metallet bundet i steinen?
 - Ionisk bundne (adsorberte) metaller på steinoverflaten

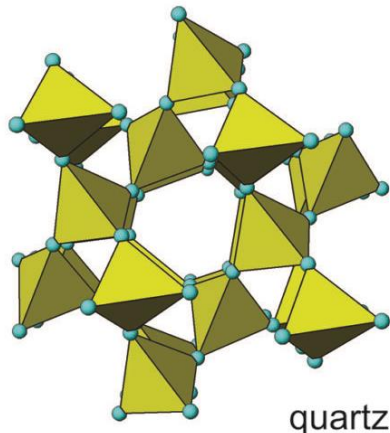
Utlekking er avhengig av:

Ionestykke

pH

DOC

- Kovalent bundne metaller i mineralstrukturen



Vil i praksis ikke lekke fra steinen

Likevekt oppnås typisk etter tusenvis av år (unntak for svartskifer)

NGI

På sikker grunn