



Utfordringer med svarte leirskifere: Mellomlagring og naturlige blandmasser

Frøydis Meen Wærsted, Halldis Fjermestad, Christian Totland, Marion Børresen, Gøril Aasen Slinde, Caroline Berge Hansen, Elisabeth Tønnessen, Per Hagelia, Lars Erstad og Gunvor Baardvik

Geoteknikkdagen, 25.11.2022



Alt er mulig under bakken. Gjør vi det på den smarteste måten?
«Under Oslo» er et forskningsprosjekt som skal sette lys på blant annet innovasjon, bærekraft og økonomi knyttet til bygging under bakken.

- Intro til WP1 svartskifer:
<https://www.youtube.com/watch?v=K2zfMXKUSQk>
- Film om resultater fra WP1:
<https://www.youtube.com/watch?v=-6XQImCgGsE>



UNDER OSLO

Illustrasjon: Statens vegvesen/Aas-Jakobsen

NGI

WP1:
Svartskifer

WP2: Oppfølging
av poretrykk og
injeksjon

WP3: Helhetlig
planlegging

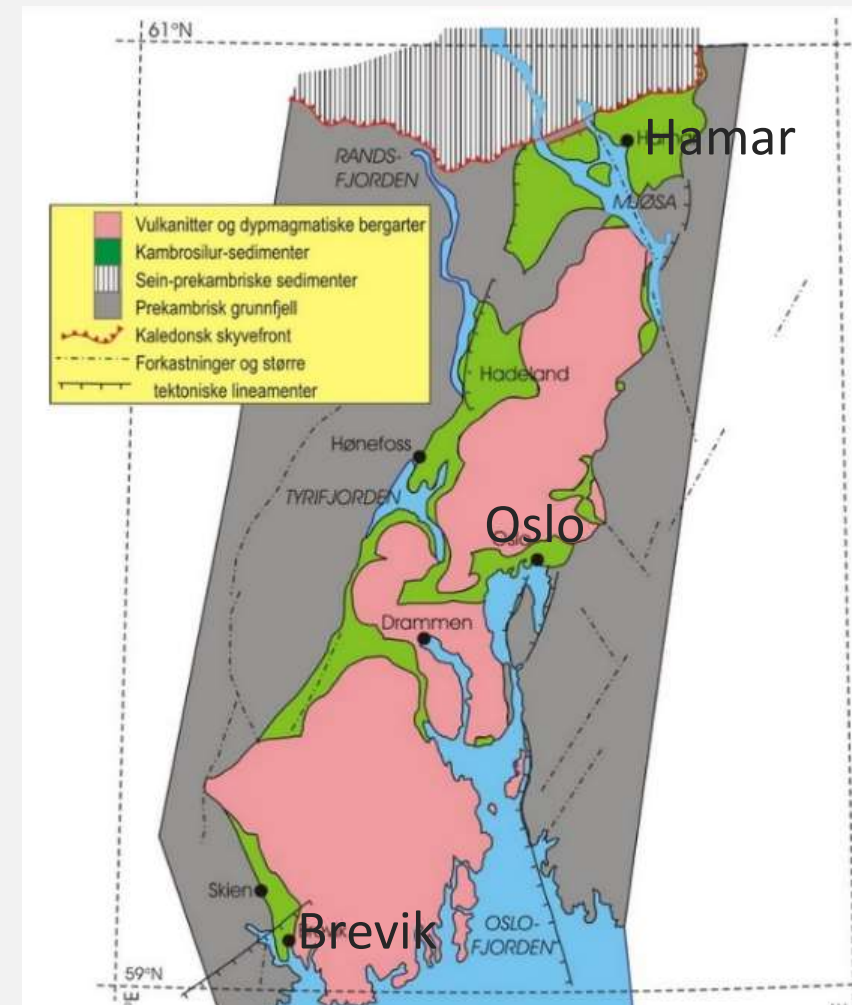
WP4: Bærekraftig
miljøpåvirkning
av grunnarbeider

Hva er problematisk med svarte leirskifre?

➤ Forurensningsforskriften § 2-3a:

«grunn som danner syre eller andre stoffer som kan medføre forurensning i kontakt med vann og/eller luft, regnes som forurenset grunn dersom ikke annet blir dokumentert»

➔ Dette gjelder ikke uforstyrret grunn



Syredannelse

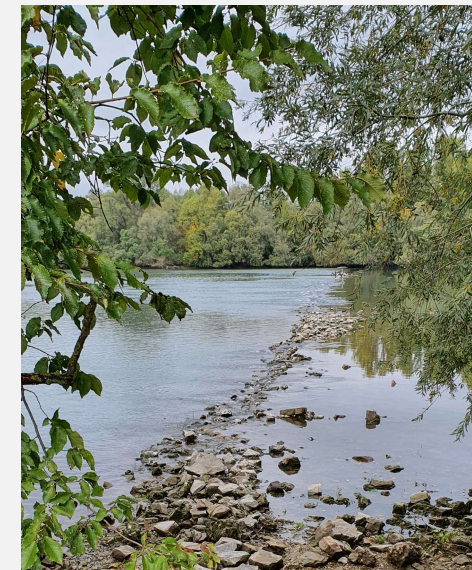
- Svarte leirskifre inneholder sulfider som reagerer med luft og vann og produserer svovelsyre
 - Sur avrenning med høyt innhold av tungmetaller og radionuklider (uran)
- Bestandighet av konstruksjoner med sur avrenning
- Svelling

Vi har jobbet med

- Naturlige «blandmasser»
- Mellomlagring



Foto: Erik Endre

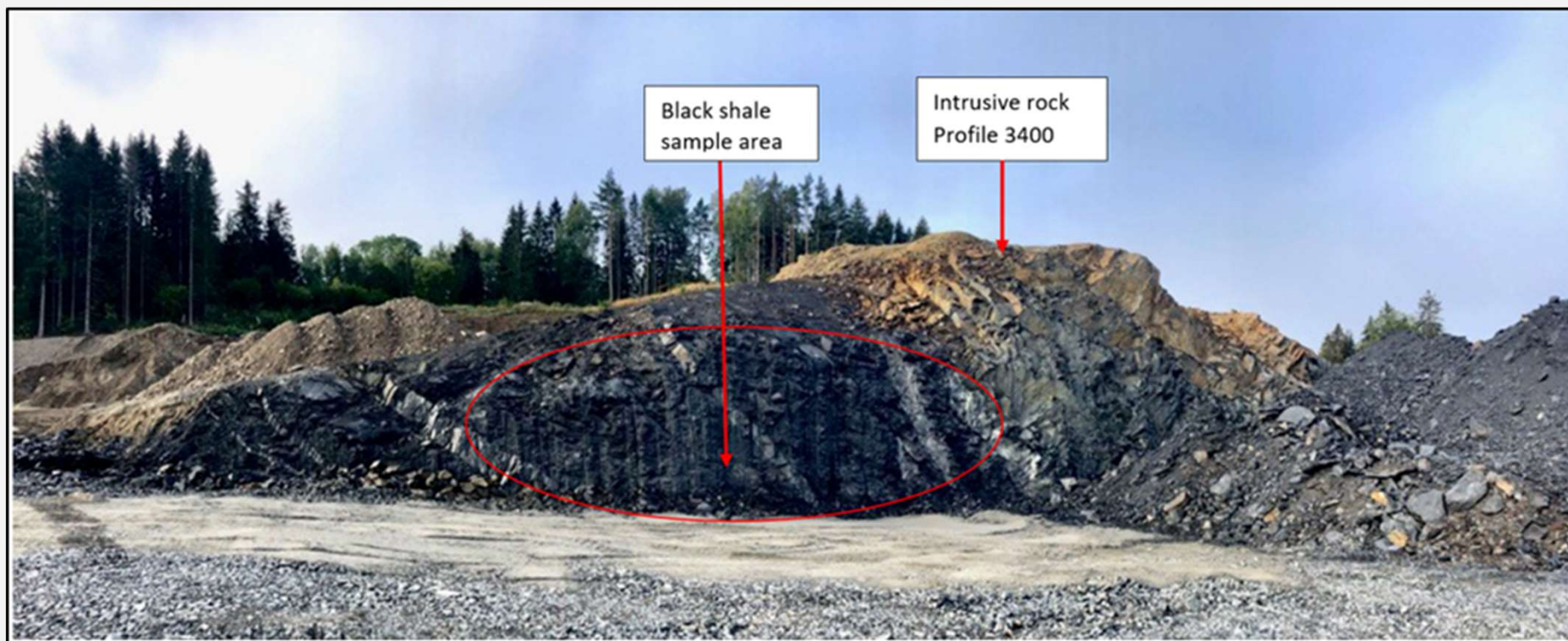


Mellomlagring

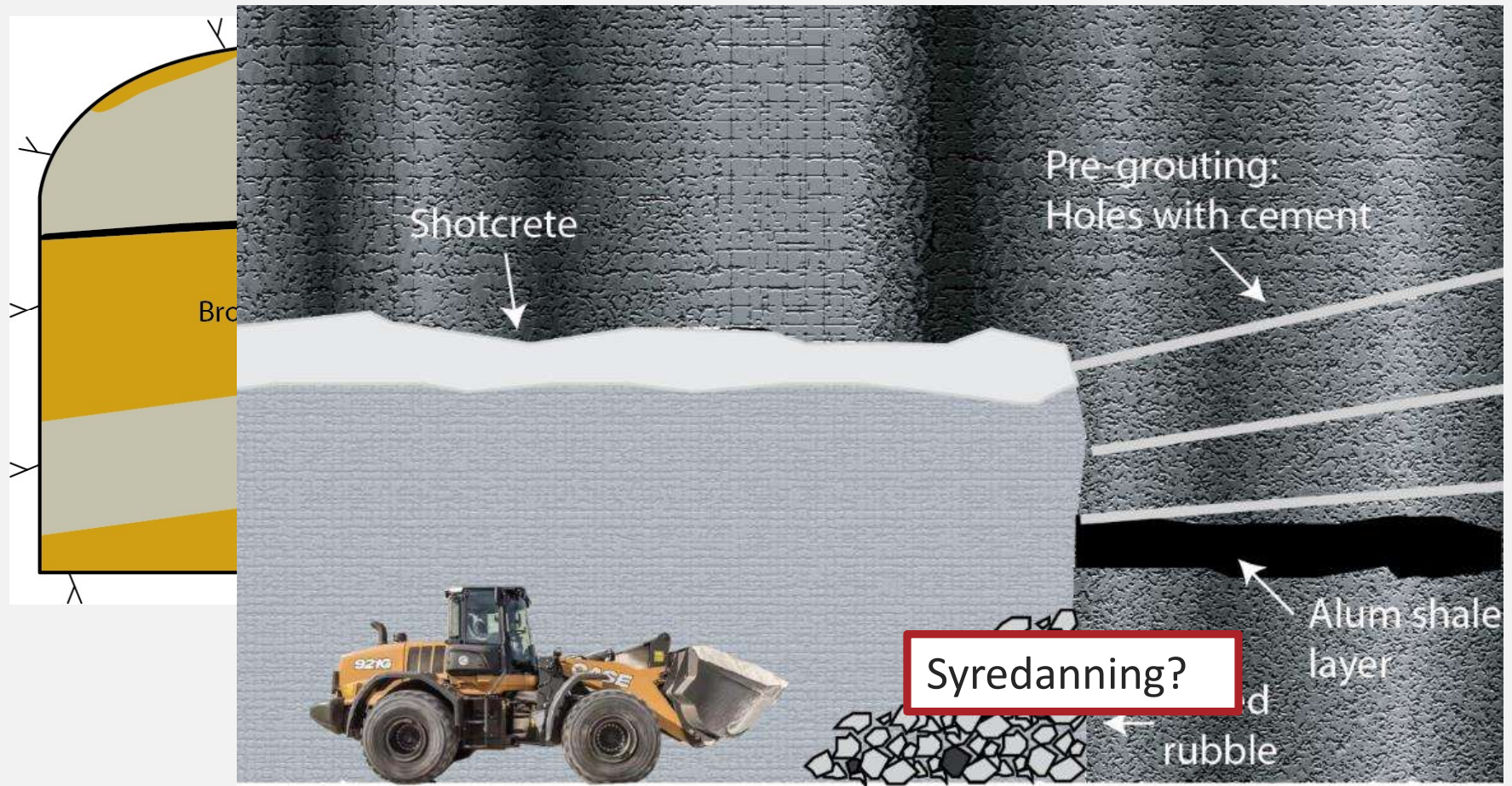
- ↗ Kan være behov for mellomlagring av skifer i anleggsfasen
- ↗ Legg ulike typer masser hver for seg
- ↗ Tidligere anbefaling: Maksimalt i åtte uker for frisk skifer
- ↗ Forvitret skifer bør ikke mellomlagres



En skjæring i svartskifer på Jevnaker



Naturlige blandmasser



Hvordan er syredannelse fra naturlige blandmasser?

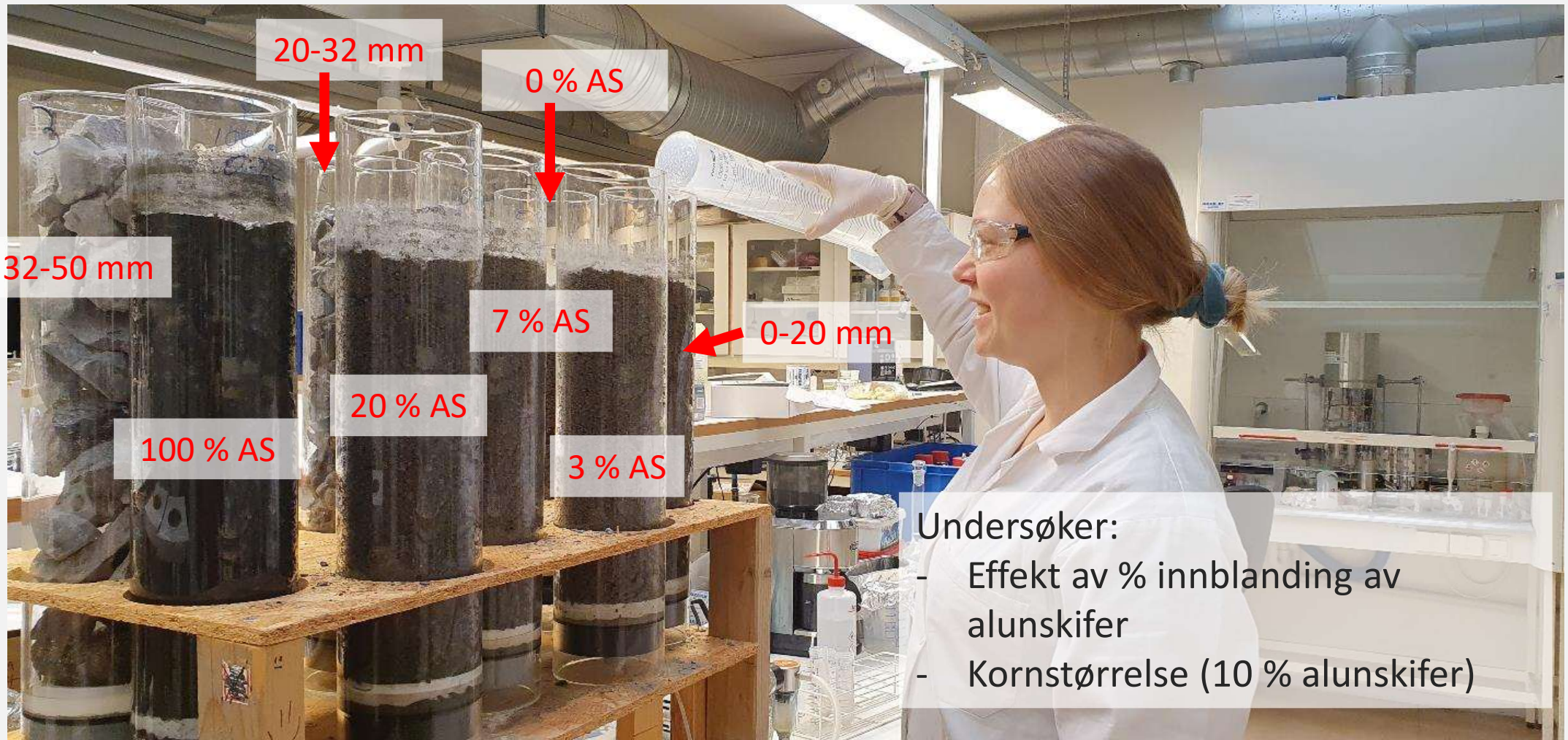
Alunskifer (E16 Kleggerud/Jevnaker, Skanska)



Kolonneforsøk på NGIs miljølab



Kolonneforsøk på NGIs miljølab



Kontainerforsøk SVV

Startet i 2014/2015

Prøvetatt 2014-2016

Flyttet til NGI okt. 2020

- ↗ 2 x Alunskifer fra skjæring (A1, A3)
- ↗ 2 x Alunskifer fra tunnel (AT1, AT2)
- ↗ 1 x Galgebergskifer (G2)



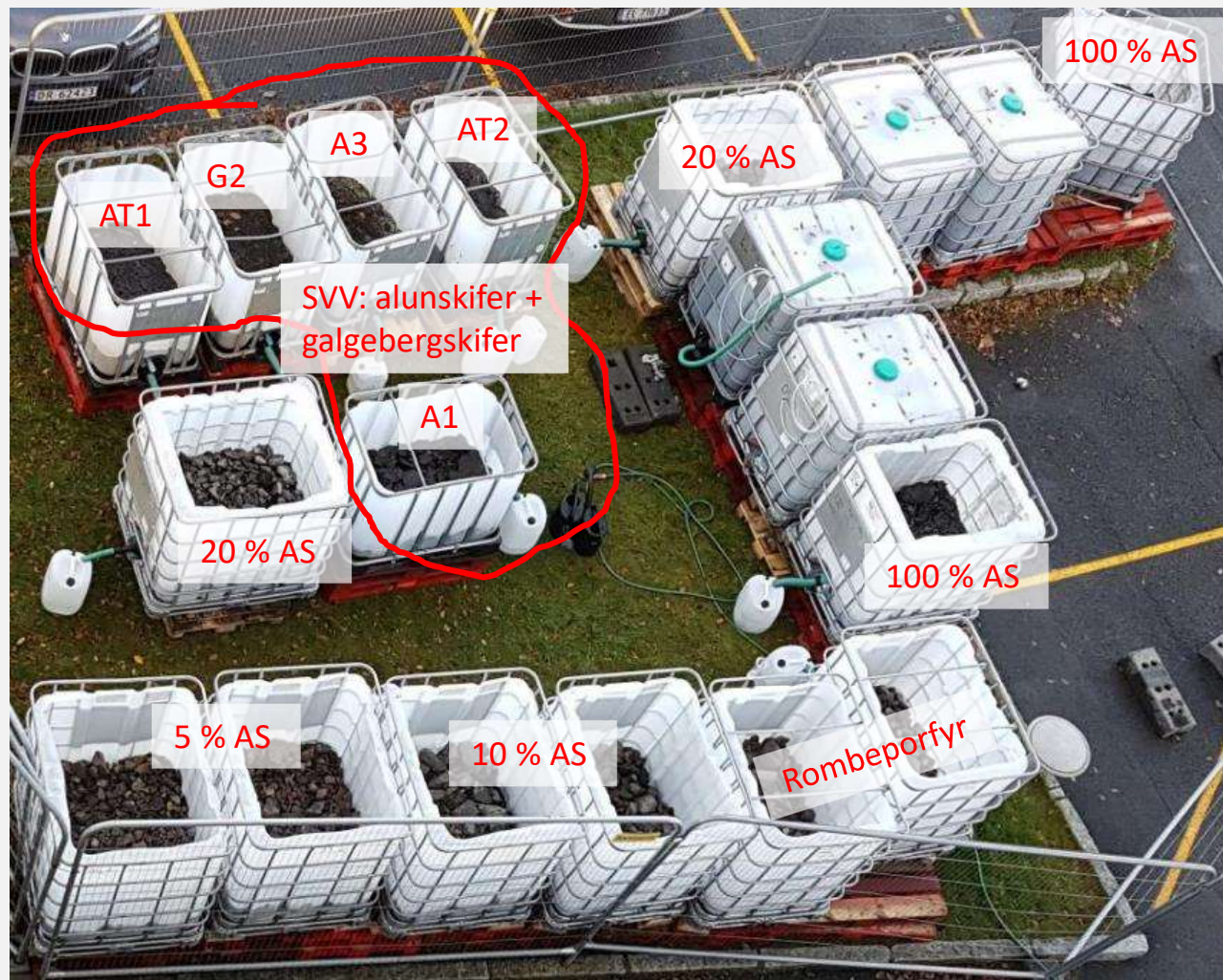
Kontainerforsøk

Mellomlagring: ren skifer

- Rv4 på Gran (SVV)
- Kleggerud (Skanska)

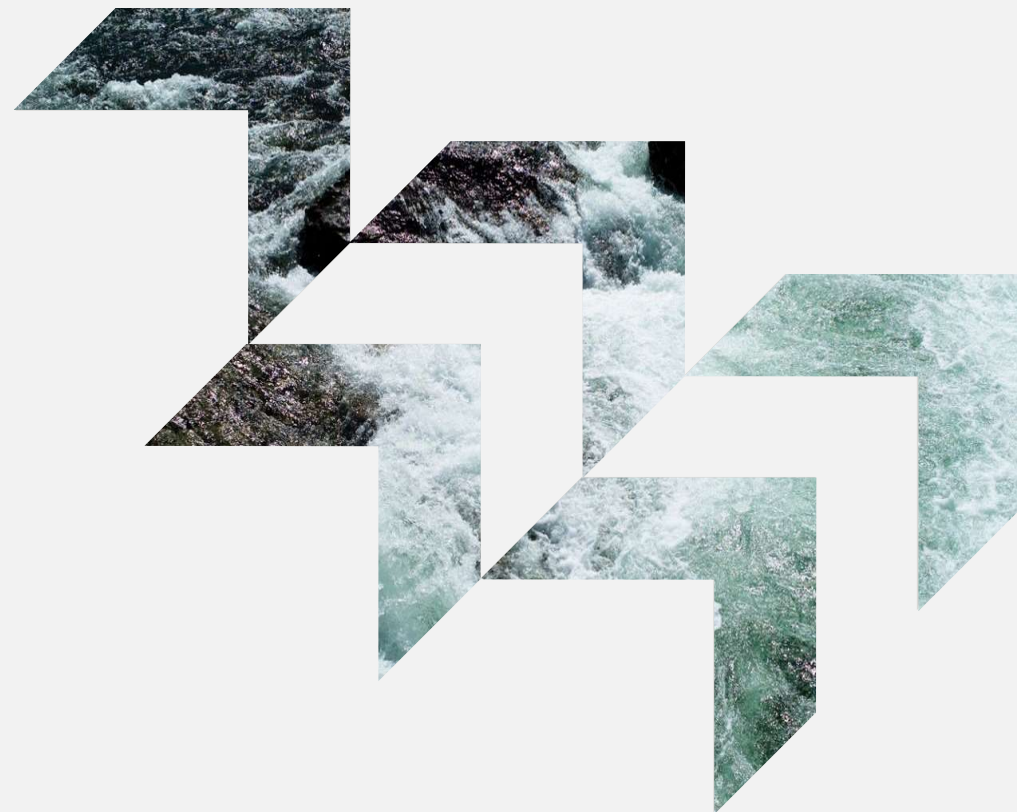
Blandmasser: Kleggerud skifer og rombeporfyr

Går til 2028 (SFI earthresQue)



NOAH Testcelle – skifer fra Oslo sentrum



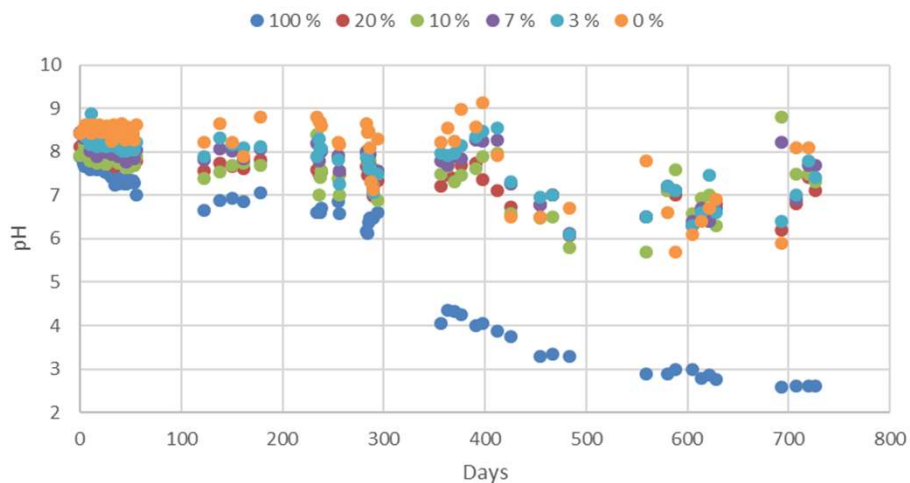


Blandmasser

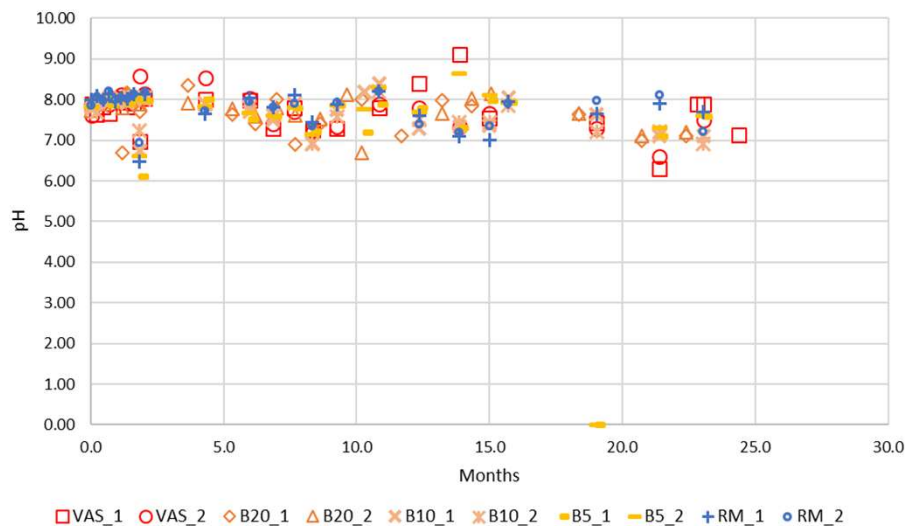
Effekt av % innblanding

pH

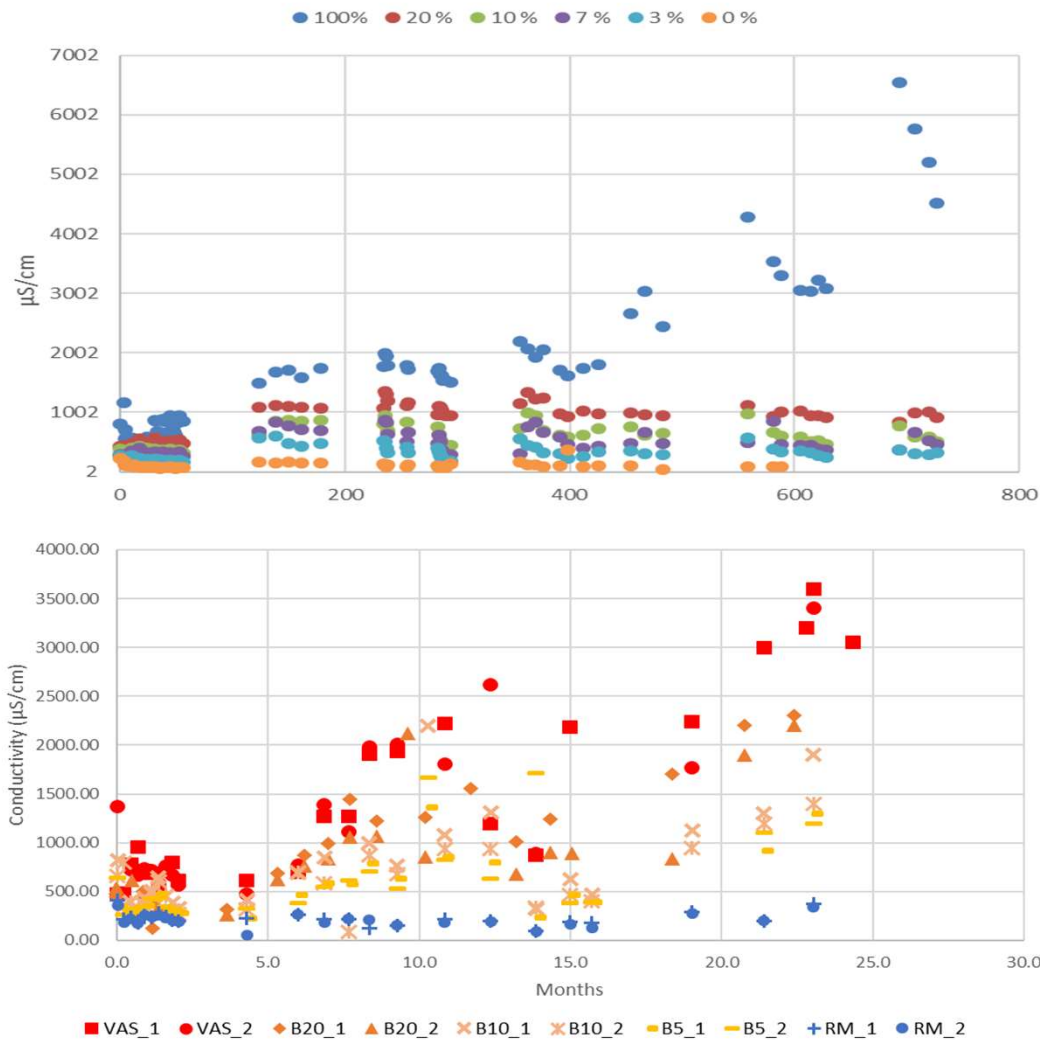
Kolonner



Kontainere

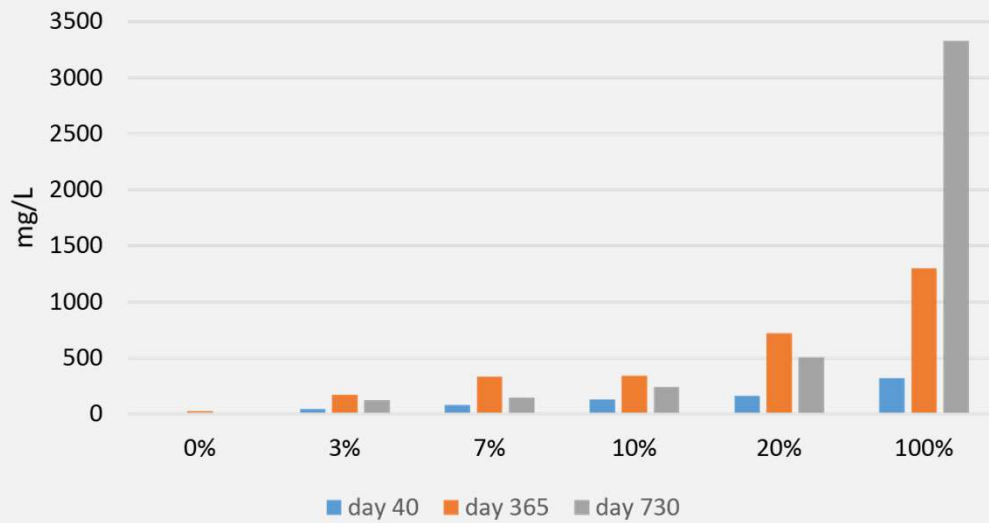


Ledningsevne

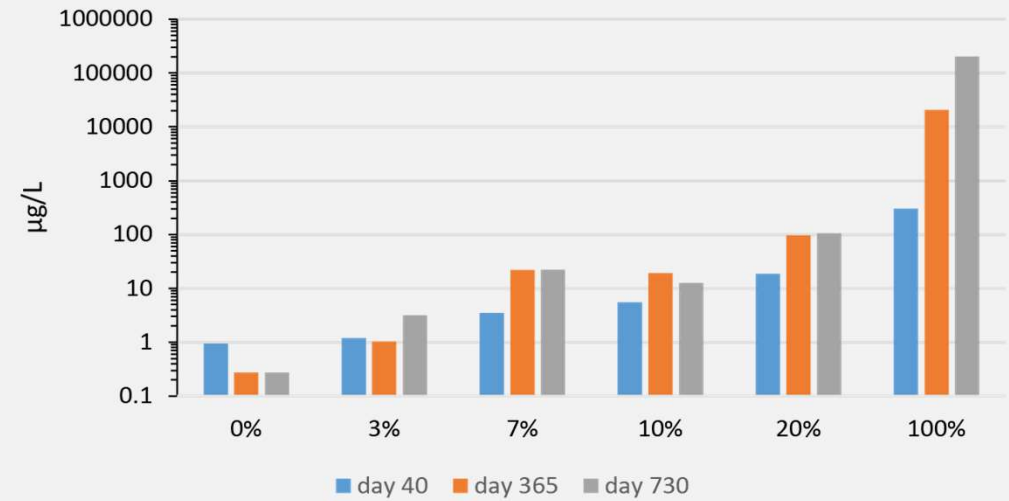


Effekt av % innblanding

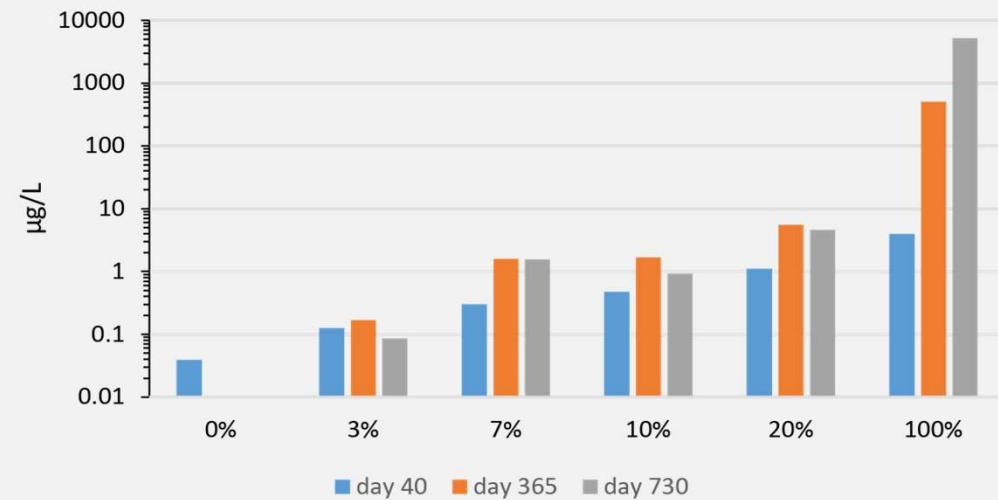
Sulphate - percentage of alum shale

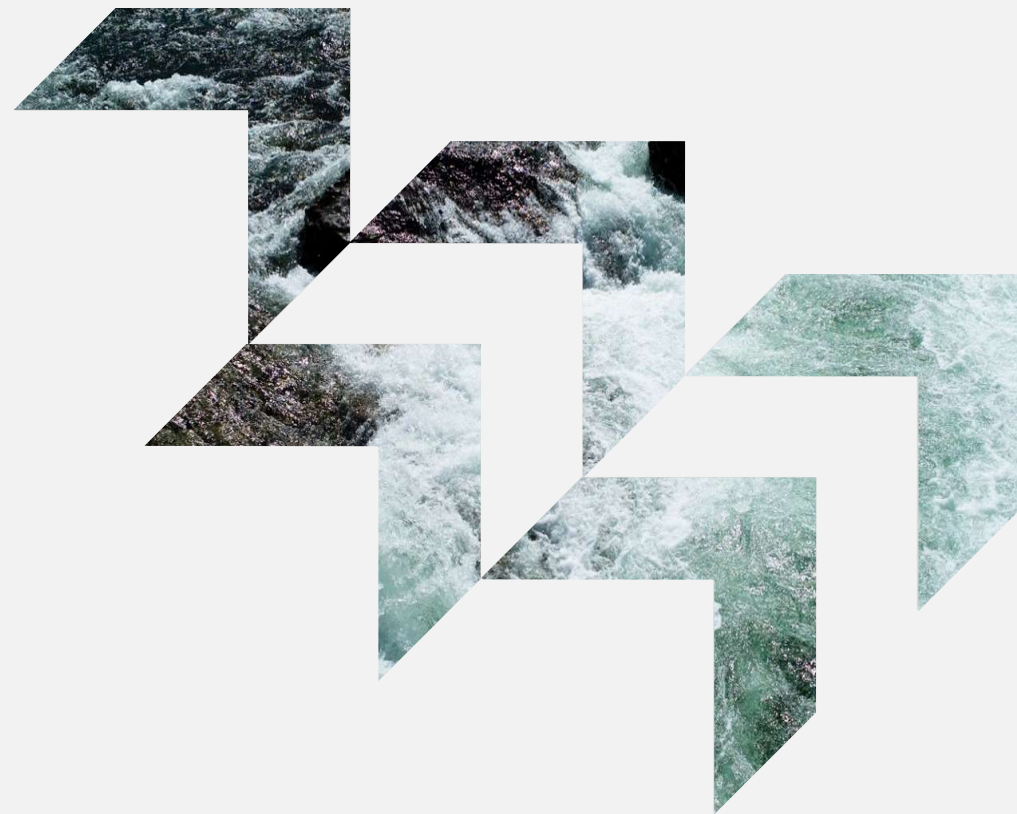


Zn - percentage of alum shale



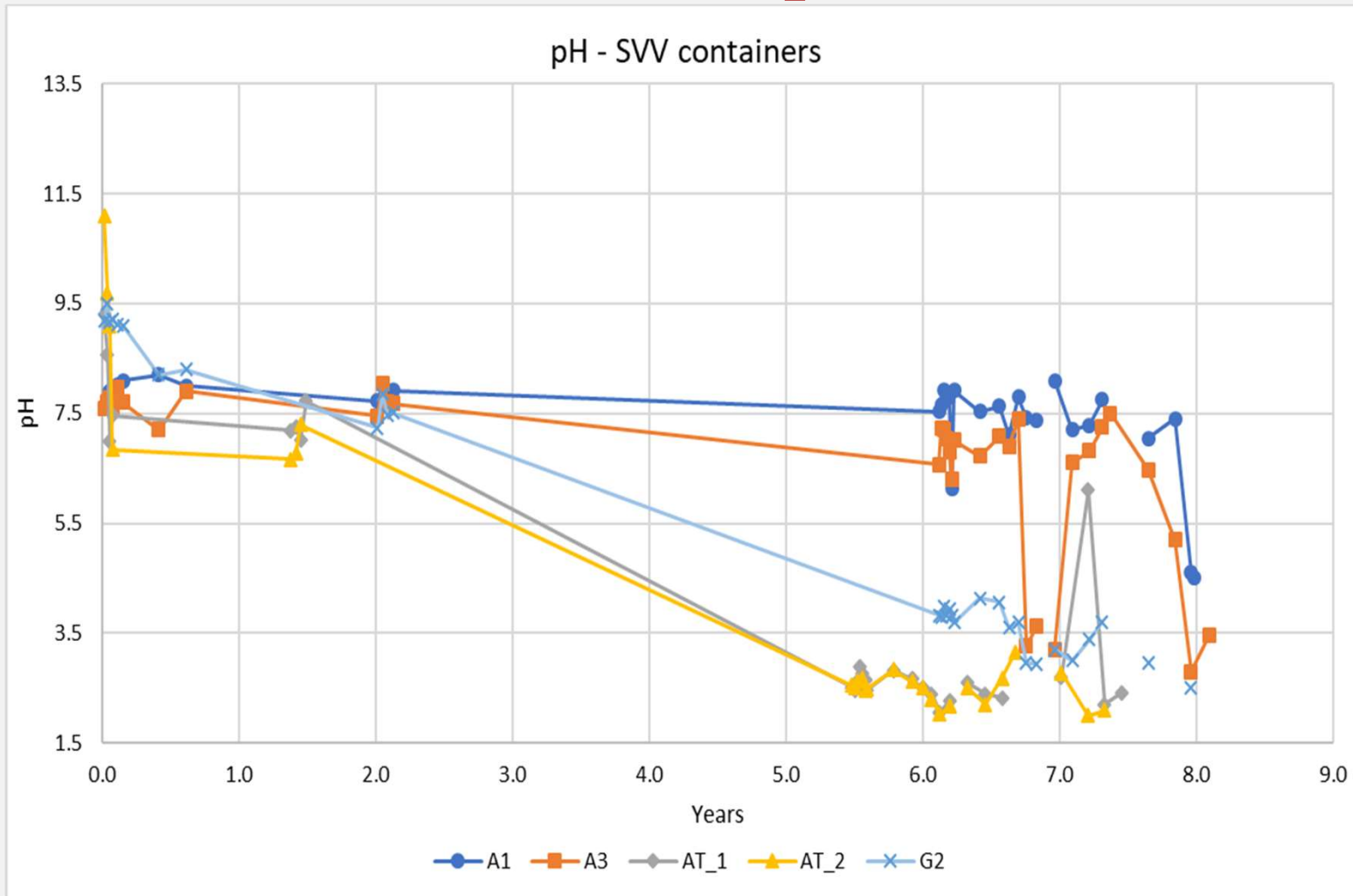
Cd - percentage of alum shale





Mellomlagring

SVV kontainere - pH



pH nedgang:

Galgebergskifer: 2-6 år

Alunskifer tunnel: 1,5-5,5 år

Alunskifer skjæring: 2-7 år
– sesongvariasjon!

Alunskifer skjæring store steiner: 8 år





	% utlekt fra øverste 5 cm
Arsen	35
Bly	19
Kadmium	98
Kobolt	97
Krom	23
Kopper	67
Zinc	95
Uran	67

AT1: pH = 2,4

Mellomlagring: Analyse av eksisterende data

Hva	Skifer	pH senkning
Kontainerforsøk NGI	Alunskifer, Kleggerud/Jevnaker	> 2 år
Testcelle NOAH	Alunskifer, Oslo	ca. 14 måneder
Kont		> 2 år
Kont		Ca. 8 år
Kont		1,5 - 5,5 år
Kont		2 år - 6 år
Kolonreforsøk NGI*	Alunskifer, Kleggerud	Ca. 10 måneder
Kolonreforsøk NOAH*	Alunskifer, Oslo	Ca. 10 måneder

pH synker etter > 1 år

→ 6 mnd mellomlagring er trygt m.t.p. pH senkning

→ inkludert mellomlagring på deponi

OBS: Man vil ofte trenge utslippstillatelse fra miljømyndigheter og Direktoratet for strålevern

Slide 21

GB7

Lurer på om du ikke skal si noe om denne på mandag - vi har ikke spurt SVV ennå om vår framstilling er riktig, og det er ikke samme masse vi har kjørt for som du si at vi også har sett på dette med basis i tall fra NOAH LAngøya og SVV, og at langvarig mellomlagring under ugunstige forhold gir en dokumentert temperaturøkning, og at det i et tilfelle har oppstått selvantenning etter mellomlagring uten tildekking i 2 til 2,5 år. Det ser ut til at andel skifer også kan ha b

Gunvor Baardvik, 2021-01-09

Konklusjoner

- ↗ Mellomlagring
 - Ny anbefaling på maks. 6 mnd for frisk skifer
 - Kortest mulig – det er uansett utlekking av metaller og radionuklider
 - Lokal geologi og kalkinnhold viktig
- ↗ Blandmasser
 - Andel alunskifer viktig for utlekking
 - For tidlig å si noe om % alunskifer og pH senkning
- ↗ Resultater vil fortsette å komme fram til 2028
- ↗ Mer forskning trengs...

NGI

RAPPORT

Håndtering av potensielt syredannende svartskifer

FAGRAPPORT TIL MILJØDIREKTORATET

DOK.NR. 20200680-01-R
REV.NR. 0 / 2021-12-13
M-2105|2021

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI/NO

NGI

UNDER OSLO

earthresQue

Må vi ta ut syredannende berg?

Kan vi påvirke planleggingen i en tidligere fase for å unngå syredannende berg?

Deponiplass er en begrensa ressurs....

Takk for materialer, data og bistand!

NOAH

Statens Vegvesen

Skanska

Medforfattere

