

Mikrobiologisk vannkvalitet i vanndistribusjonssystem

Hva foregår i drikkevannsbassengene
våre? Temperaturlagdeling, teoretisk
oppholdstid og vannkvalitet.

3.11.2022

VA-dagene Midt-Norge 2022

Paula Pellikainen

Bergen Vann



Agenda



- Mikrobiologisk vannkvalitet i distribusjonssystem
- Hva skjer i drikkevannsbassengene våre?
- Observasjoner fra mikrobiologisk kvalitet i fjellbasseng (bergsprengt drikkevannsmagasin)

Motivasjon for prosjektet

Mikrobiologisk vannkvalitet i distribusjonssystem

Enkeltfunn av indikatororganismer:

- x Ingen kjente driftsavvik
- x Ingen svikt i vannbehandling
- x Andre prøvepunkt ok
- x Usannsynlig med feil i analyse eller prøveuttak (etter intern gransking)
- x Ikke funn i omprøver
- x Har ikke grunnlag for å si så mye om hvorfor
- x Hva er risiko med spesielt fjellbasseng som har innlekking

Vi vet ikke nok om det som skjer på vanndistribusjonssystem

Kokevarsel i Bergen sør - opptil 40.000 personer rammet



Vannskandalen: I dette rommet var smittekilden som gjorde 2000 syke

ASKØY (VG) Dryppende vann og merker der vannet har stått preger det nå tomme fjellbassenget som trolig ble sprengt ut på 60-tallet. Her lå vannet som sendte over 60 til sykehus.

Ar JERNEIS REGISTRERT OG PAUL SEGVE AMUNDSEN (FOTO)
Oppdatert 25. juni 2018

Eksempel 1

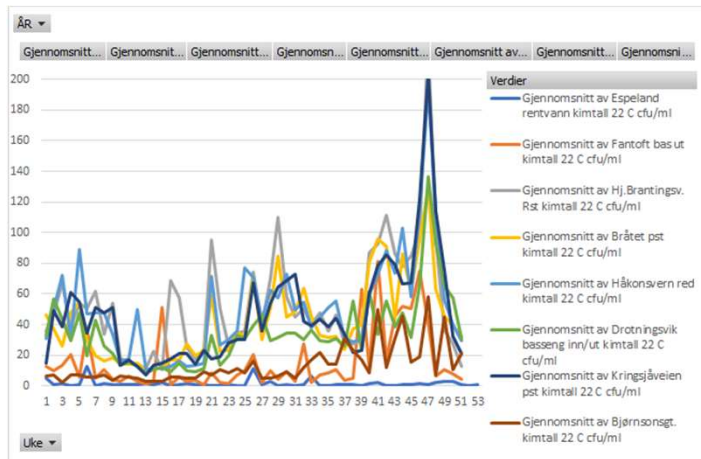
- 33 intestinale enterokokker påvist i rutineprøve fra 11.03.15.
- Bassenget får vann direkte fra Sædalen vba.
- Ingen funn på prøve ut fra behandlingsanlegget og prøvepunkt etter Natlandsfjellet basseng

Tiltak:

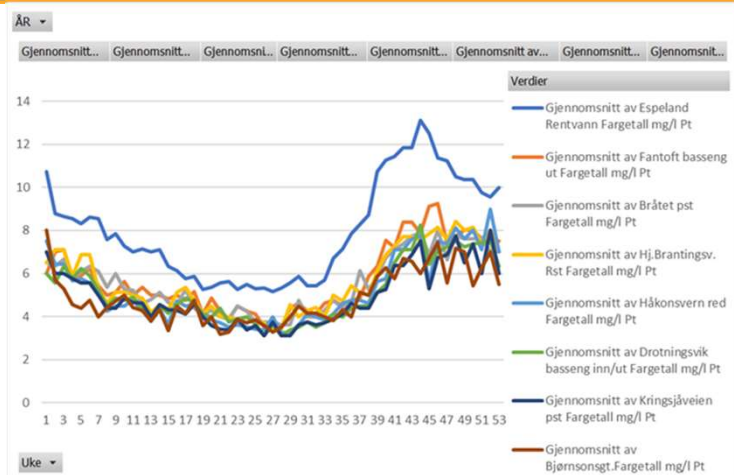
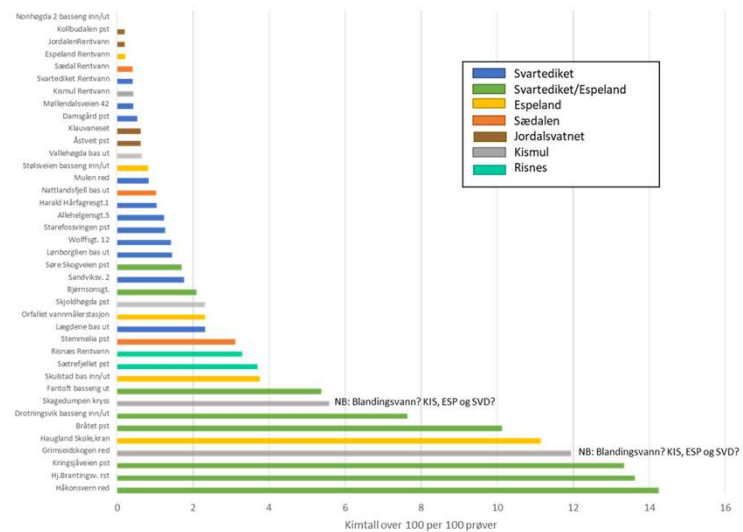
- Natlandsfjellet basseng stenges ute
- Utspyling på endeleddningene
- Kokevarsel til 1283 personer
- Omprøver
- Kontakt med sårbare abonnenter, 2 barnehager.
- Utplassering av vanntank til barnehagene
- Tømme og inspisere Natlandsfjellet basseng

Resultat:

- Omprøver ok
- Ikke funnet feil på bassenget



Kimtall – prosent høye prøver (>100)



Svakhet med kimtall

- Mindre enn 1% av alle bakterier er dyrkbare
- Ikke forbundet med helserisiko
- Lang analysetid (3 dager)
- Erfaring: uforutsigbar
- Kan si noe om vekst på nettet, men stilt spørsmål om nytteverdi



Flowcytometer

Fordeler

Måler 99% av mikrobielle celler over 0,1 μm

Mer informasjon om bakteriell aktivitet enn kimtall

Oppdage forandringer – kan si noe om karakteristikk

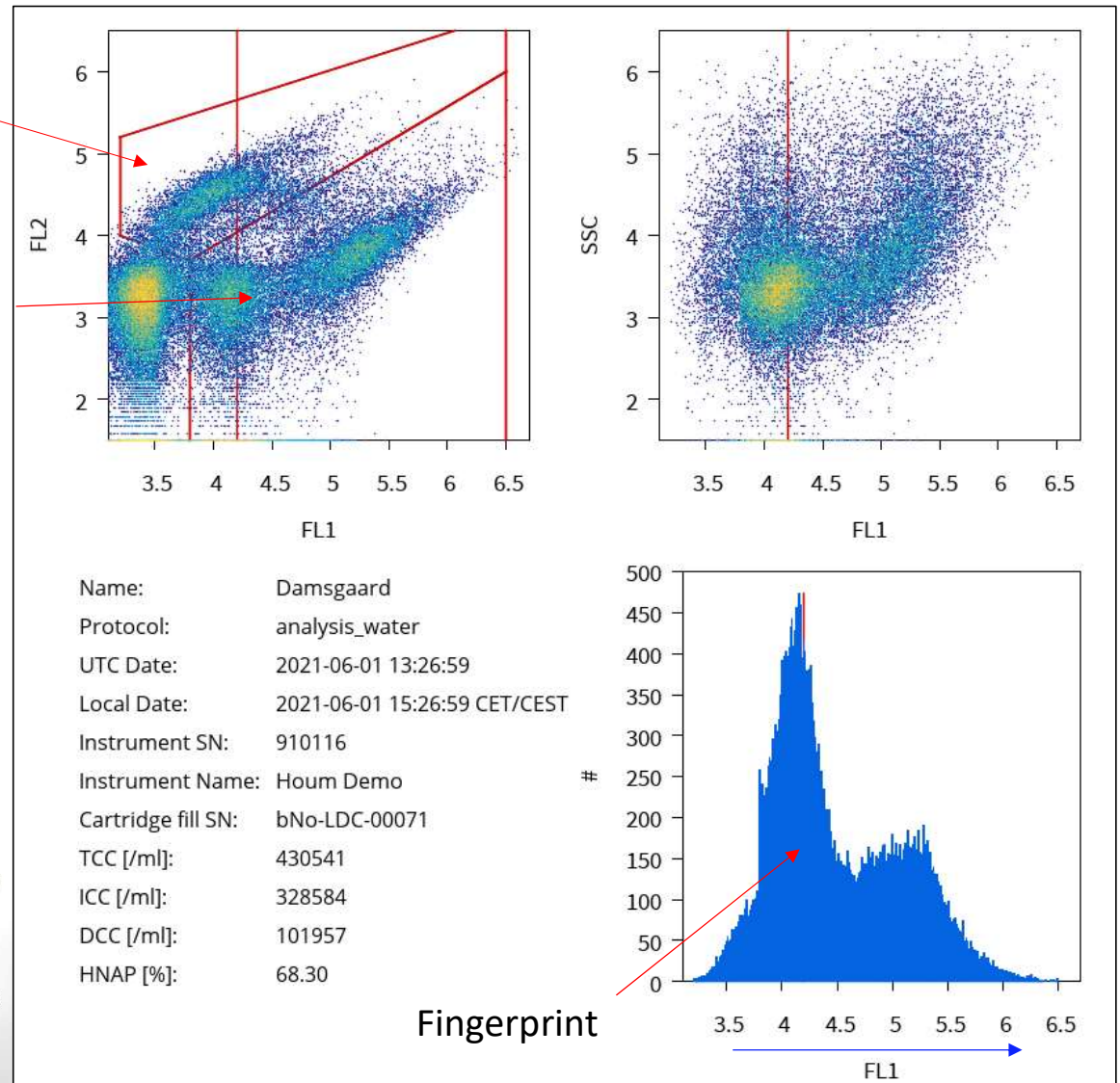
Semionline - Rask analyse (20 min)

Ødelagte celler

Intakte celler

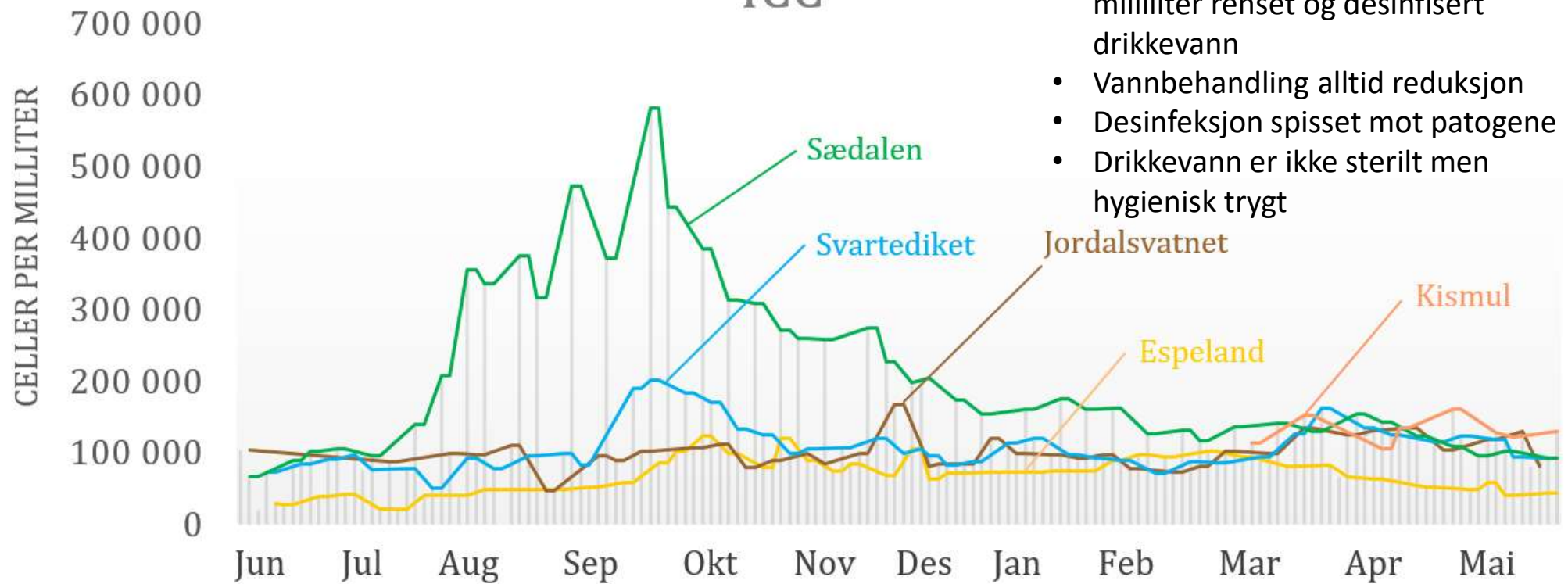


<https://www.houlm.no/>



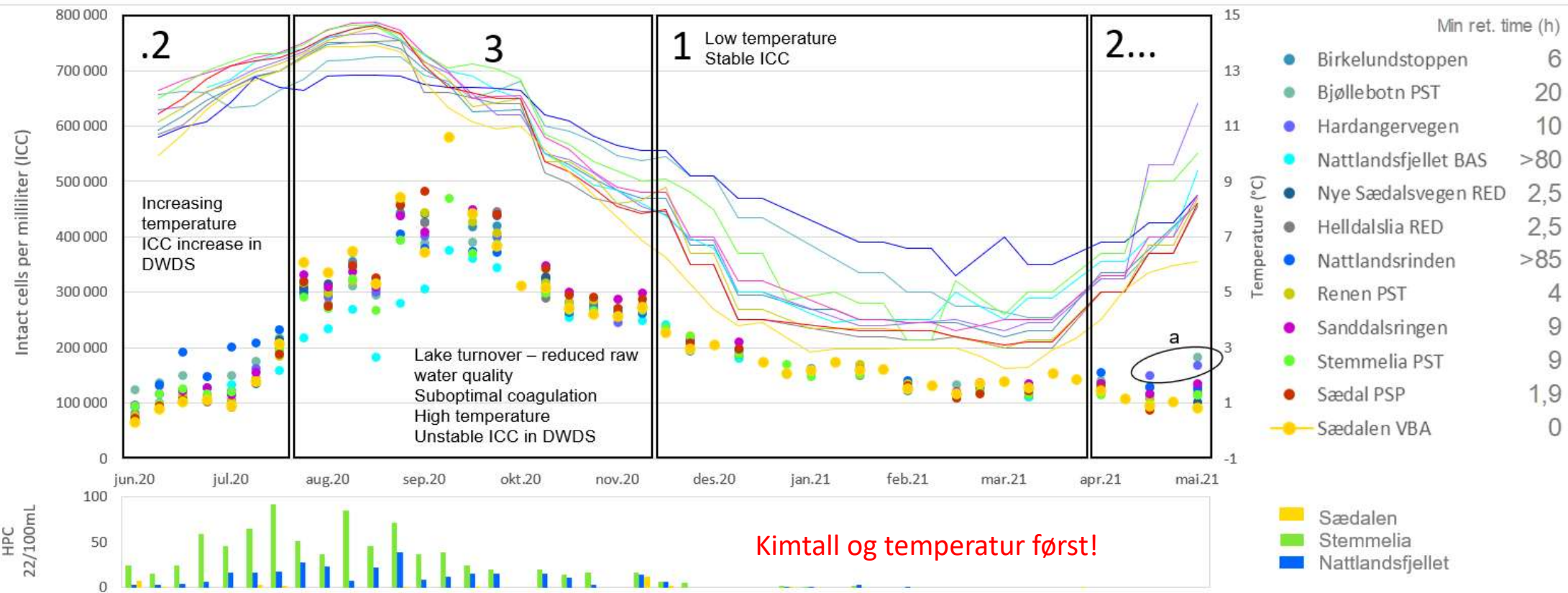
Økende størrelse, aktivitet, kompleksitet...

ICC

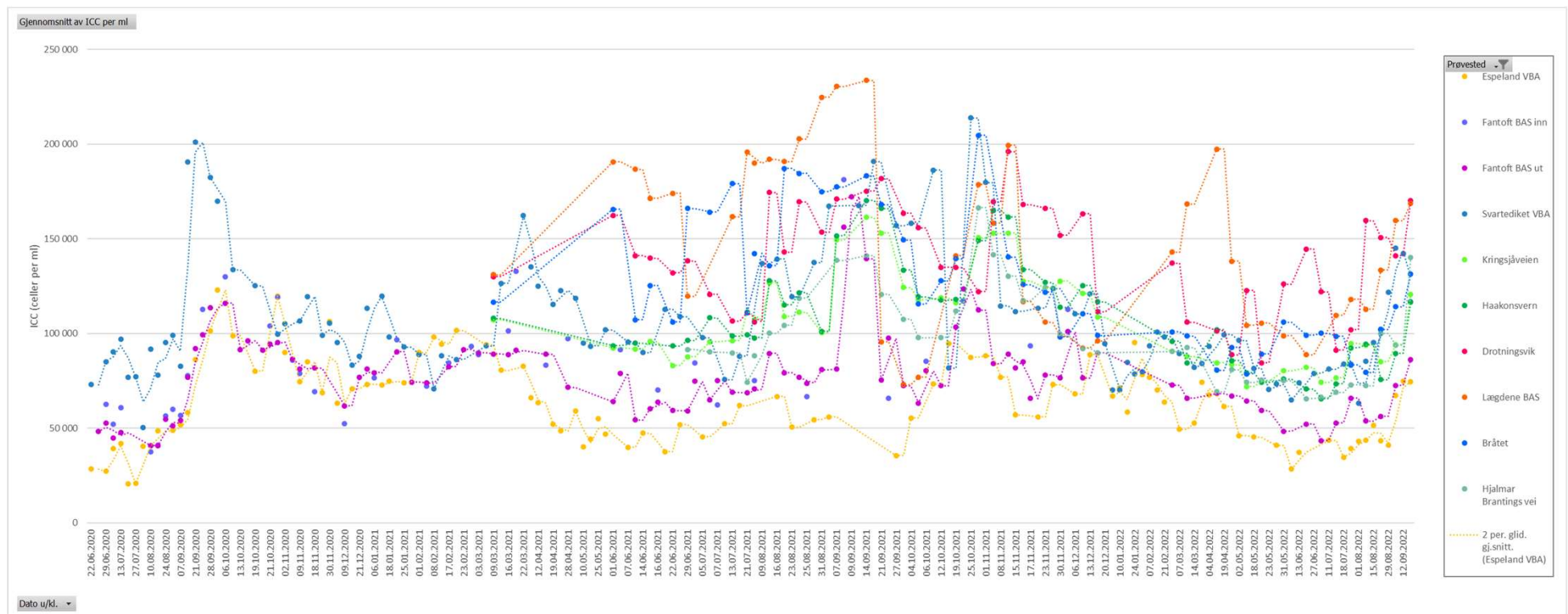


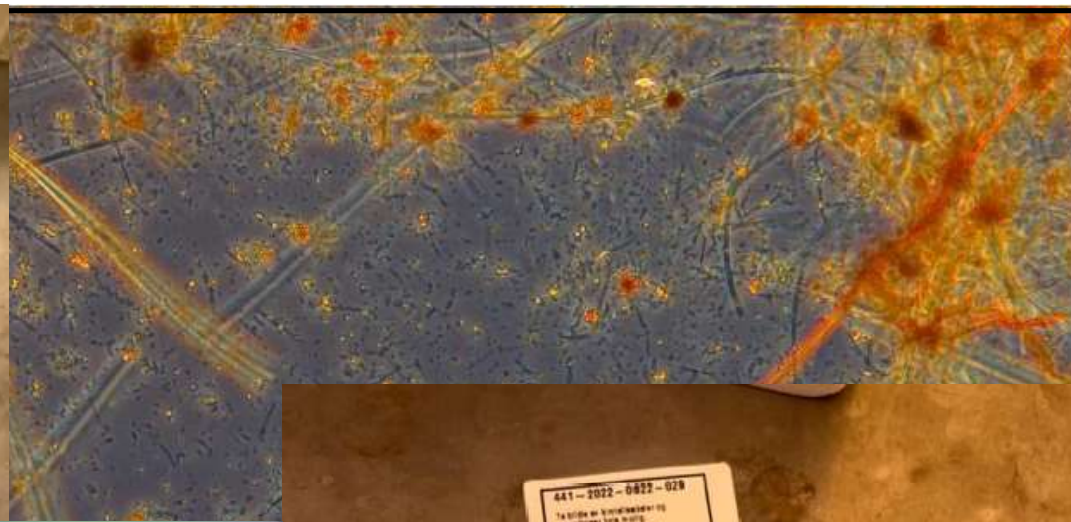
Sædalen distribusjonsnett

- Ser ikke betydelig vekst utover i nettet
- Cellene kommer fra VBA
- Kimtall og temperatur korrelerer



Vannkvalitet i sone vest målt med flowcytometri-endringer som vi ikke forstår





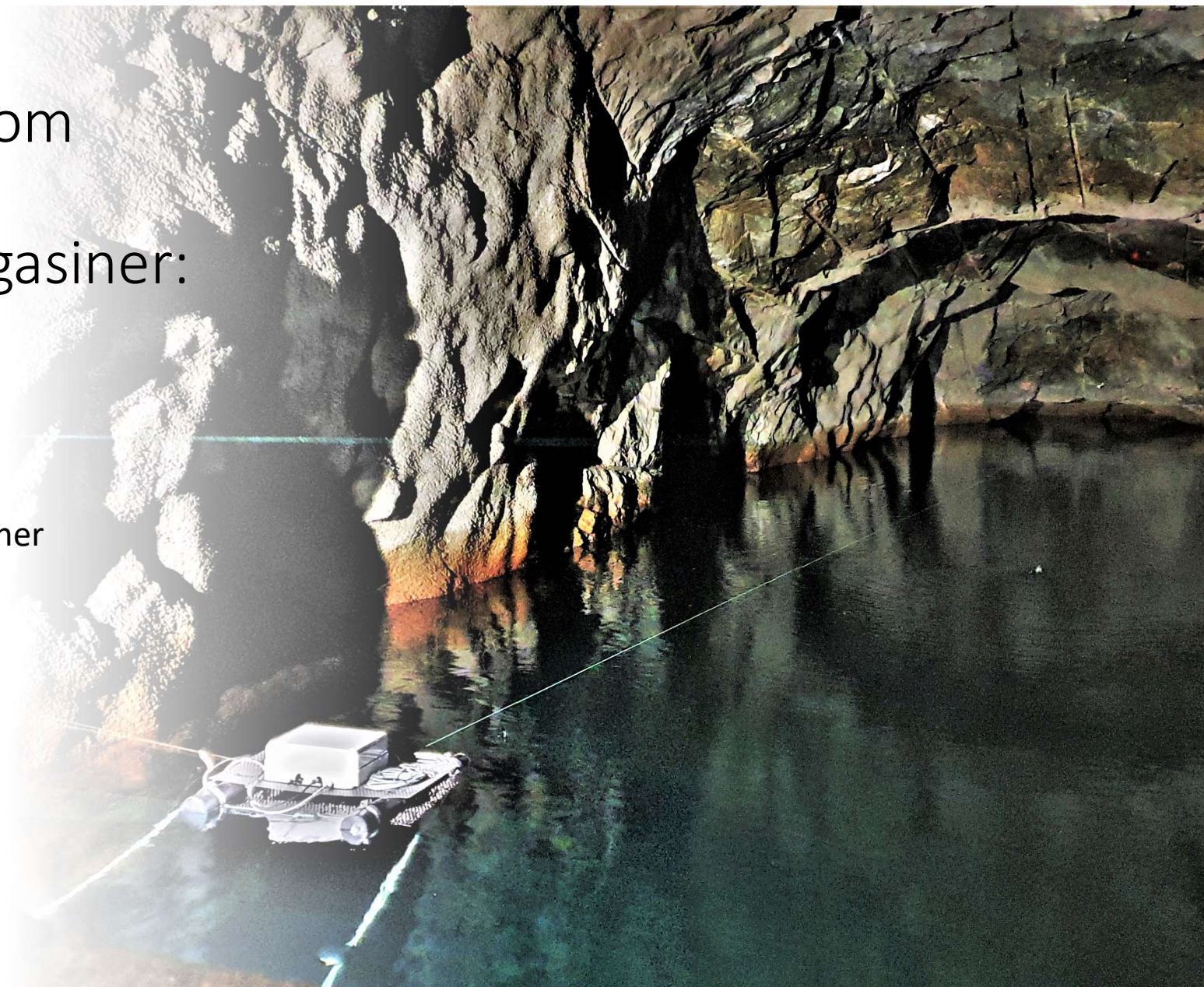
- Oppsummert

- Trygt, rensset, desinfisert drikkevann inneholder 100 000-600 000 bakterieceller/ml
- Celletall kan brukes for overvåkning av koagulering-filtrering
- Celletall og fringerprint i rentvann er det som vi også hovedsakelig finner i ledningsnett
- Men det er områder hvor celletall endrer seg (etter basseng) -økt fokus her
- Vi har også sett når vi har analysert forurensset vann at spesielt fingeravtrykk er betydelig annerledes
- Krever resursser (hoder)
- Data må sees i sammenheng med andre type data fra ledningsnett/prosess

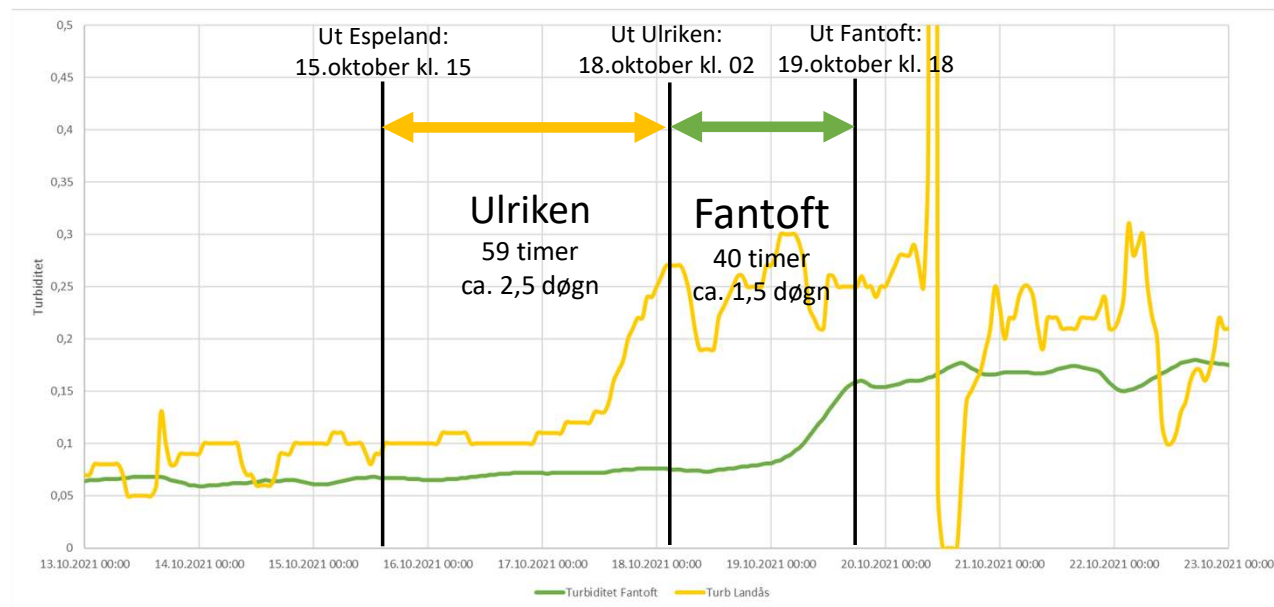
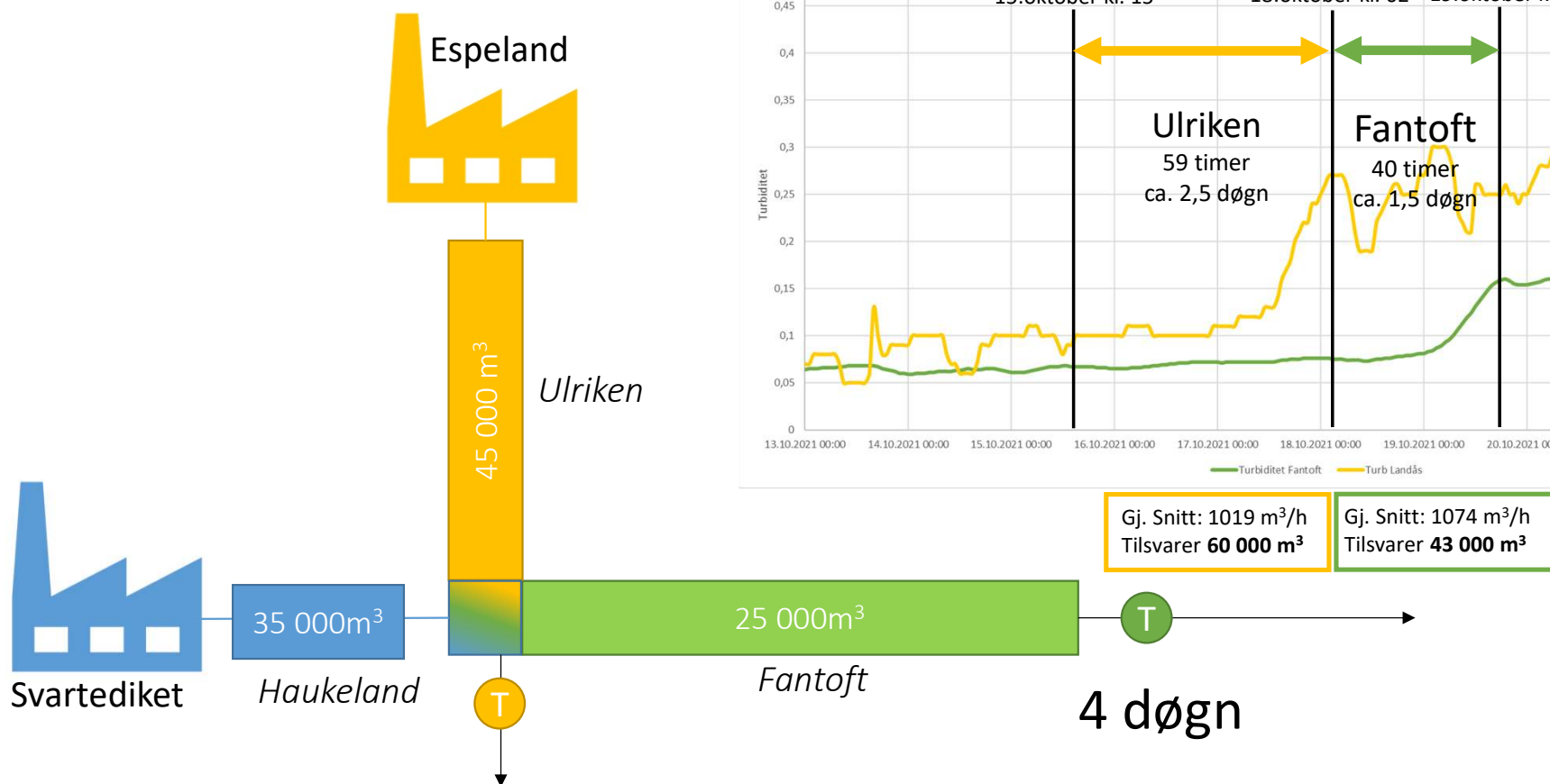


Hva har vi lært om våre drikkevannsmagasiner:

1. Magasinvolum
2. Temperaturlagdeling og oppholdstid
3. Ras i drikkevannsmagasiner

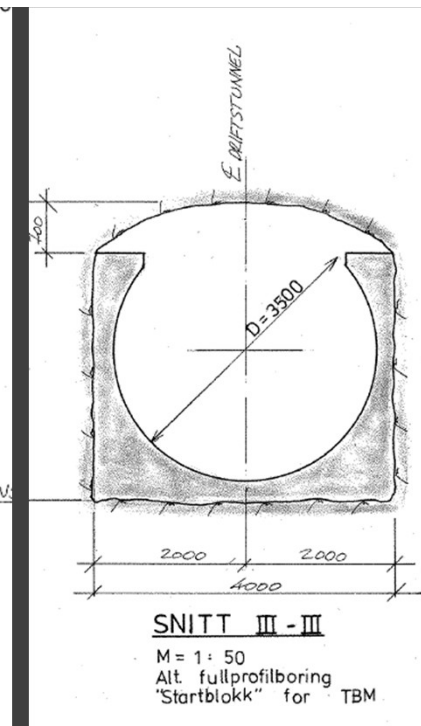
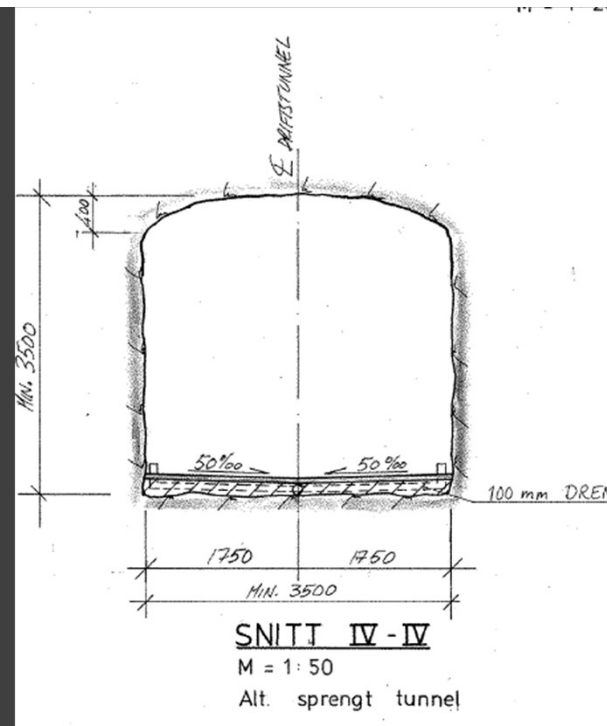


Observert oppholdstid-følge vannkvalitetsendringer gjennom system



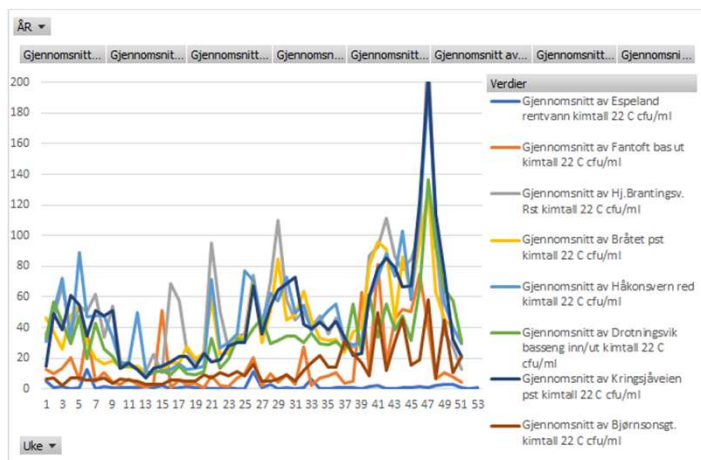
Magasinvolum Ulriken+Fantoft over 100 000 m³ i stedet for 70 000 m³

- Eksempel fra Fantoft viser over 70 % større volum enn oppgitt i prosjekt tegninger
- Bassengvolum vi bruker i dag er basert på prosjekt tegningene, som viser MINIMUM.
- Tunnelbredde er avhengig av borerigg som er brukt
- Tverrsnitt var bevist prosjektert mindre enn borerigg for å ha «gratis» volum

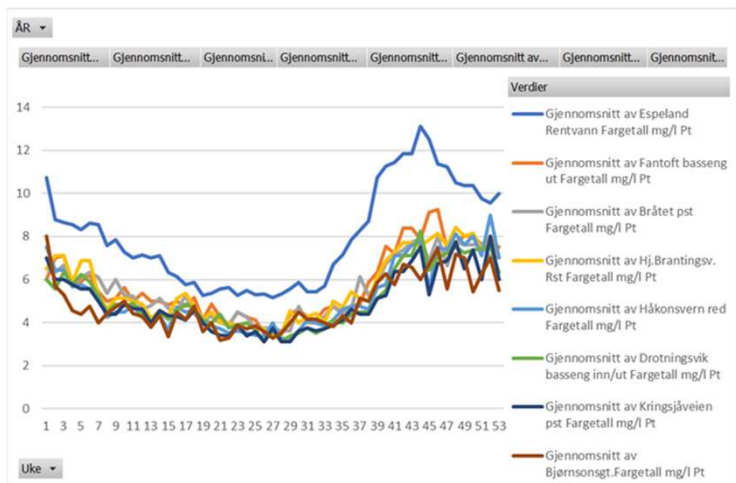
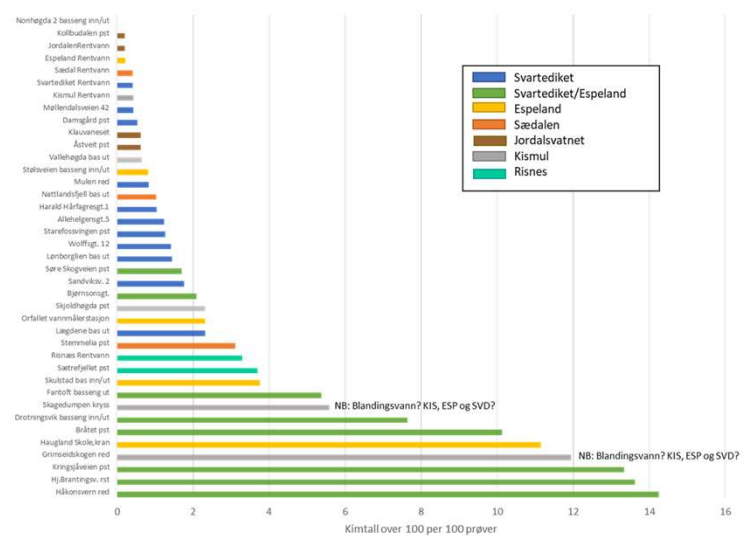


Temperaturlagdeling i bassenger

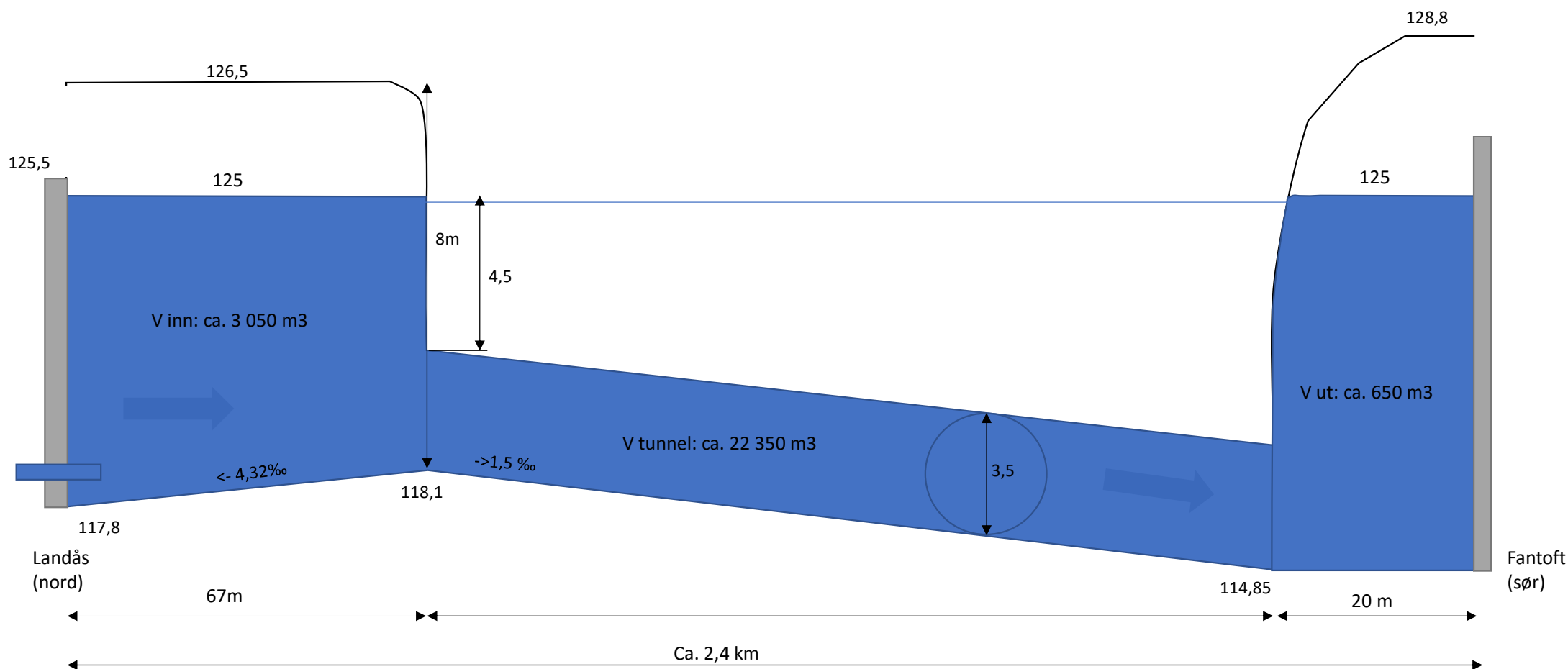




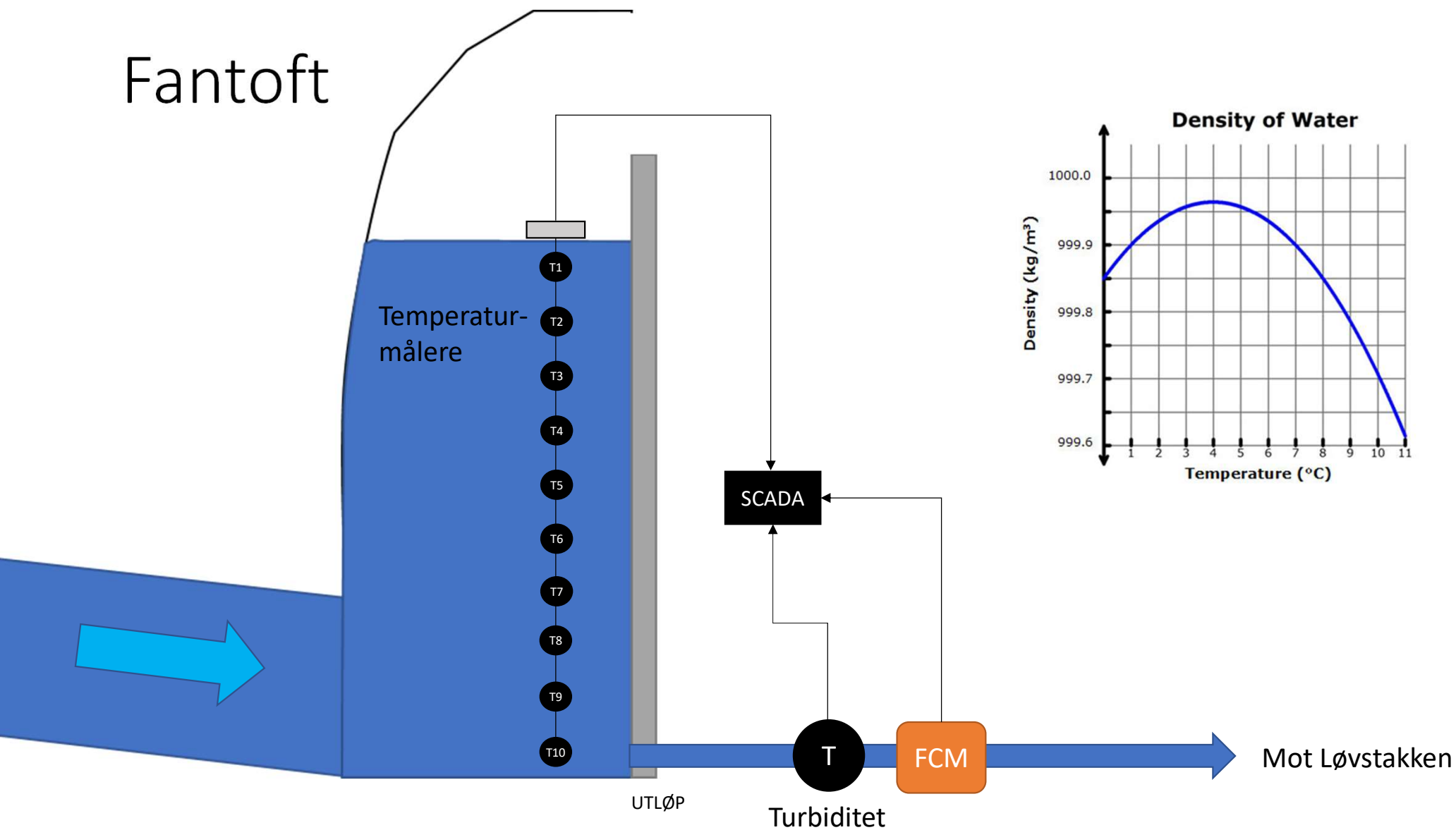
Kimtall – prosent høye prøver (>100)

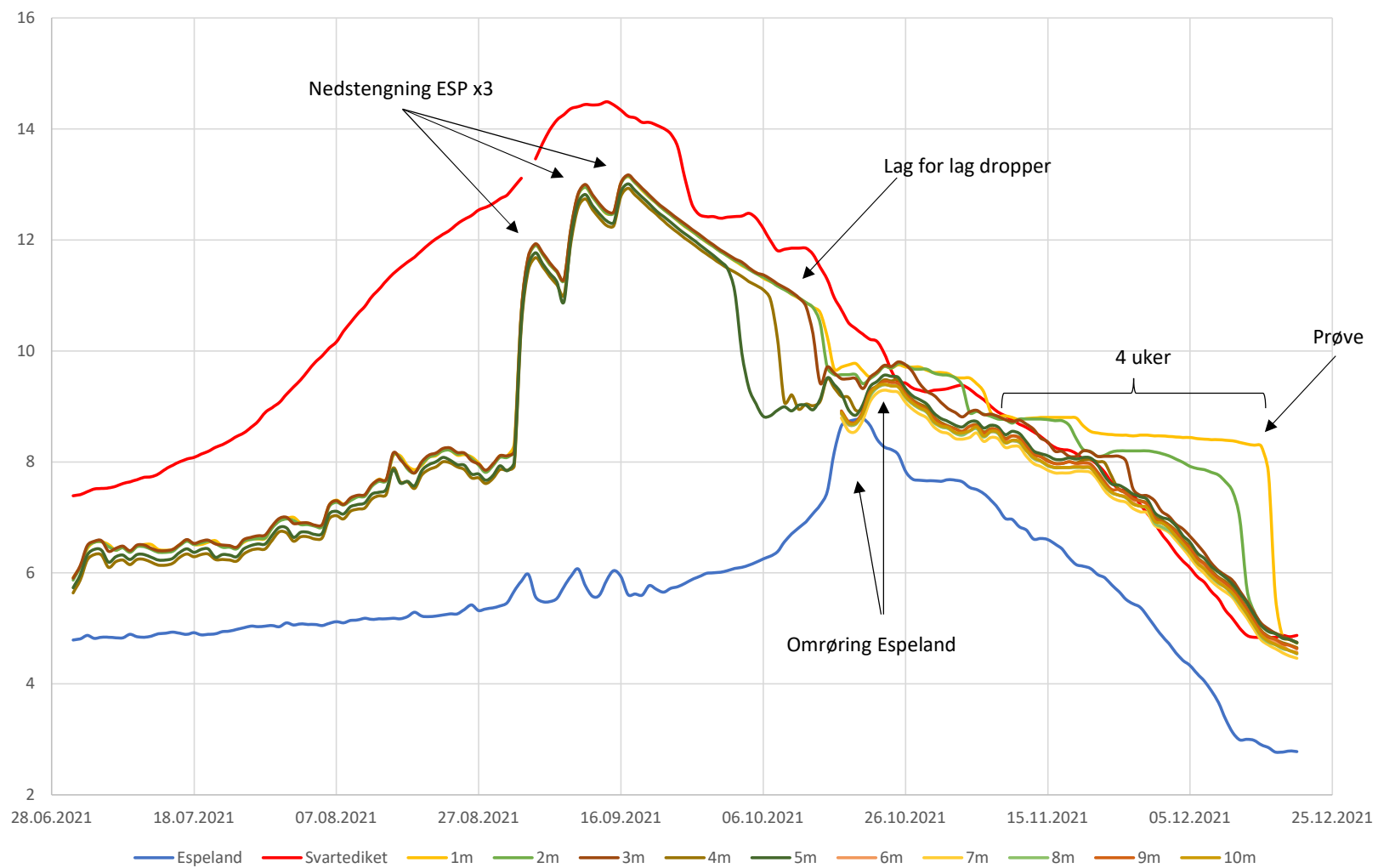


Fantoft

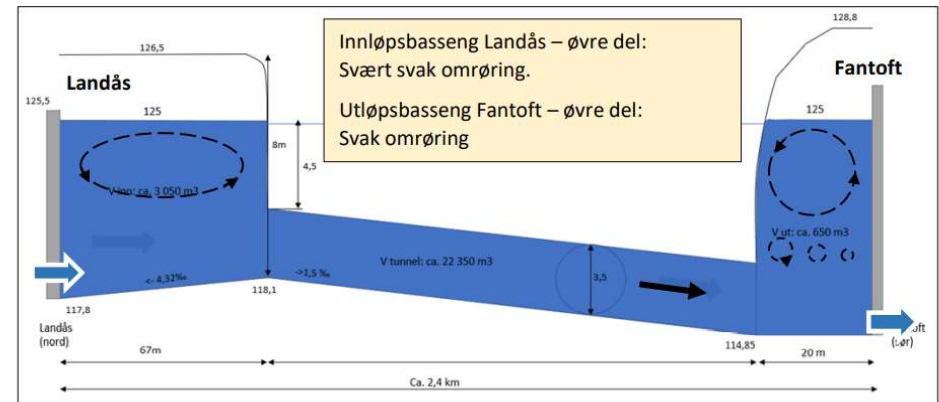


Fantoft



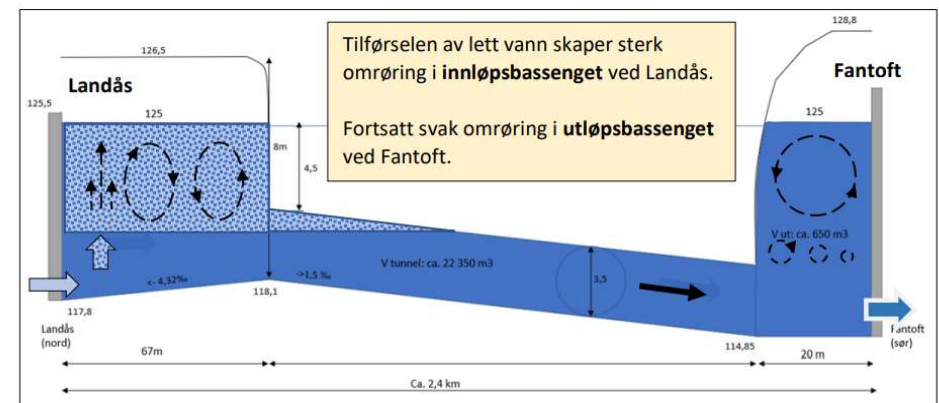


Fra kaldt vann til varmt vann del 1



Figur 3-2a

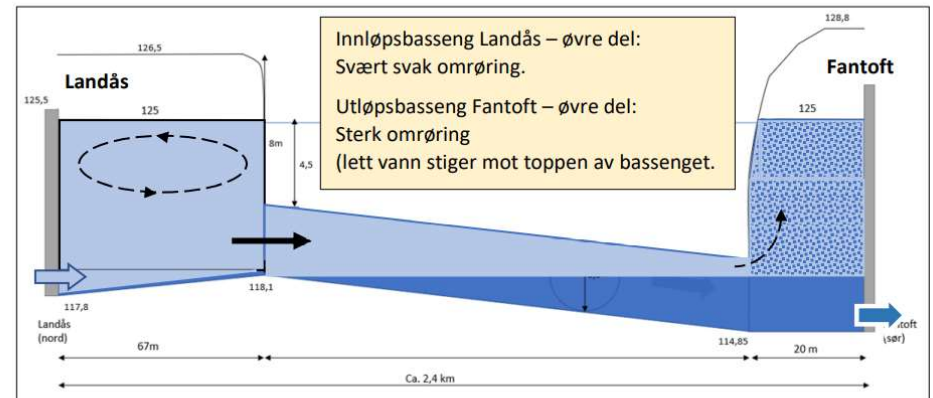
Overføringsanlegg Landås – Fantoft: Innkommende vann har samme temperatur og tetthet som vannet i overføringstunnelen.



Figur 3-2c

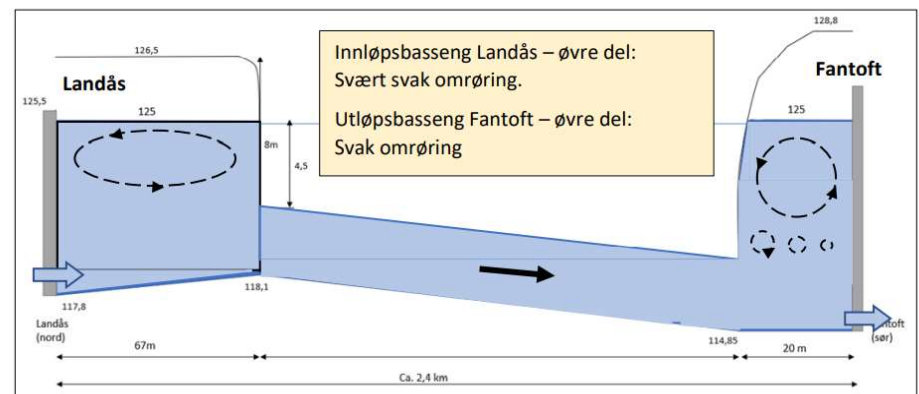
Overføringsanlegg Landås – Fantoft: Innkommende vann er varmere og lettere enn vannet i overføringstunnelen.

Fra kaldt vann til varmt del 2



Figur 3-2e

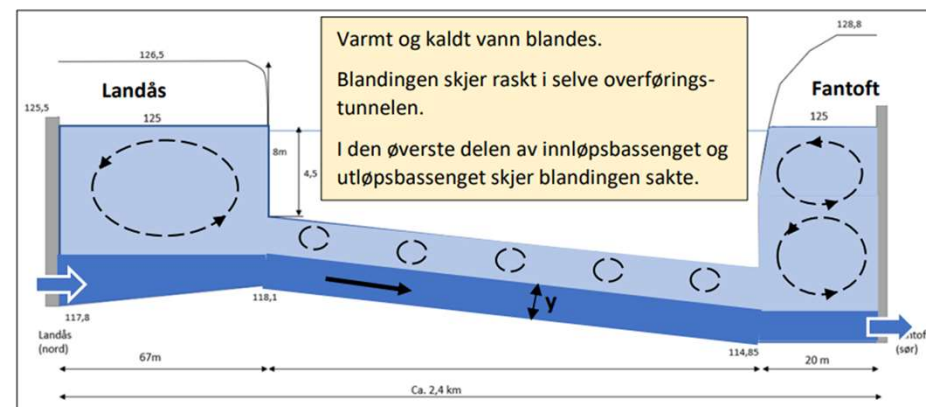
Overføringsanlegg Landås – Fantoft: Innkommende vann er varmere og lettere enn vannet i overføringstunnelen.



Figur 3-2f

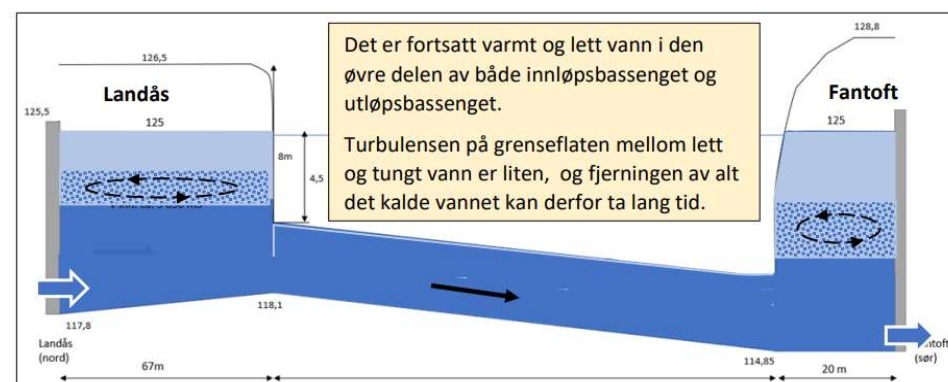
Overføringsanlegg Landås – Fantoft: Det varme og lette vannet har nå fortrenget alt det kalde og tunge vannet i overføringstunnelen.

Fra varmt vann til kaldt vann



Figur 3-3b

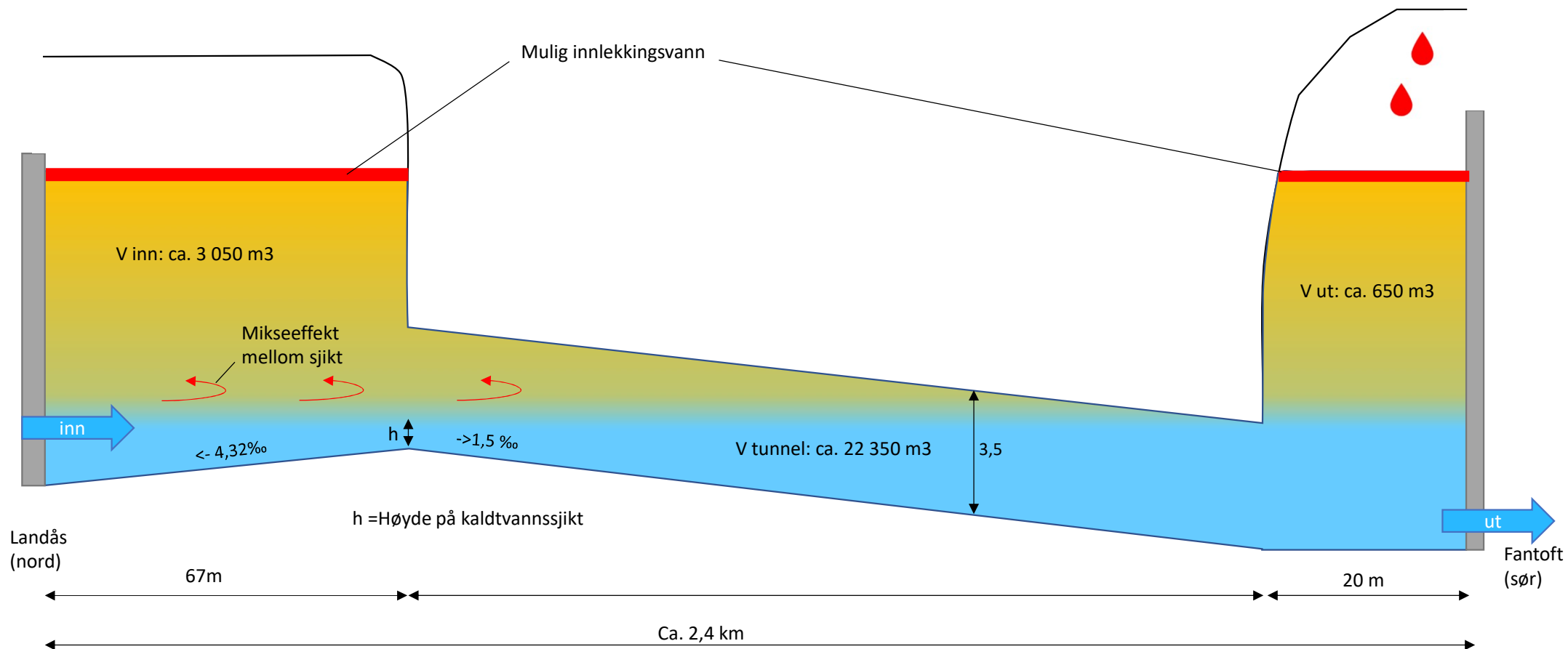
Innkommende vann er kaldere og tyngre enn vannet som er i overføringstunnelen opprinnelig.



Figur 3-3c

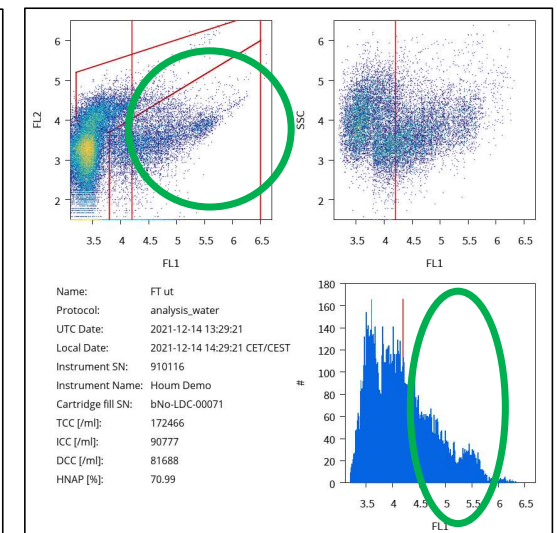
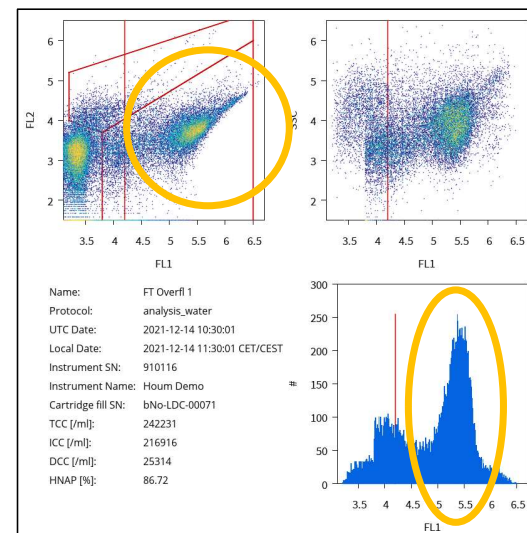
Innkommende vann er kaldere og tyngre enn vannet som er i overføringstunnelen opprinnelig.

Fantoft



Temperaturlagdeling

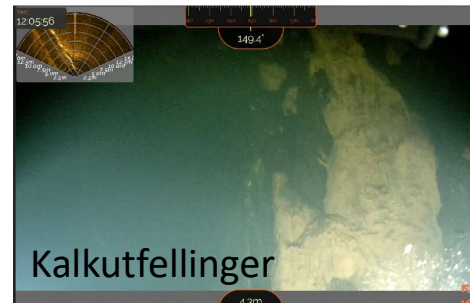
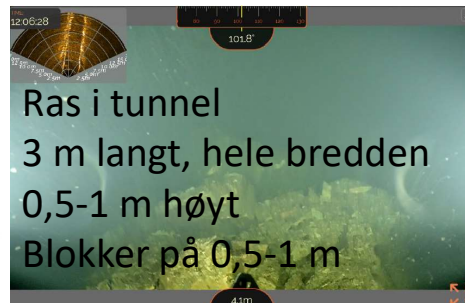
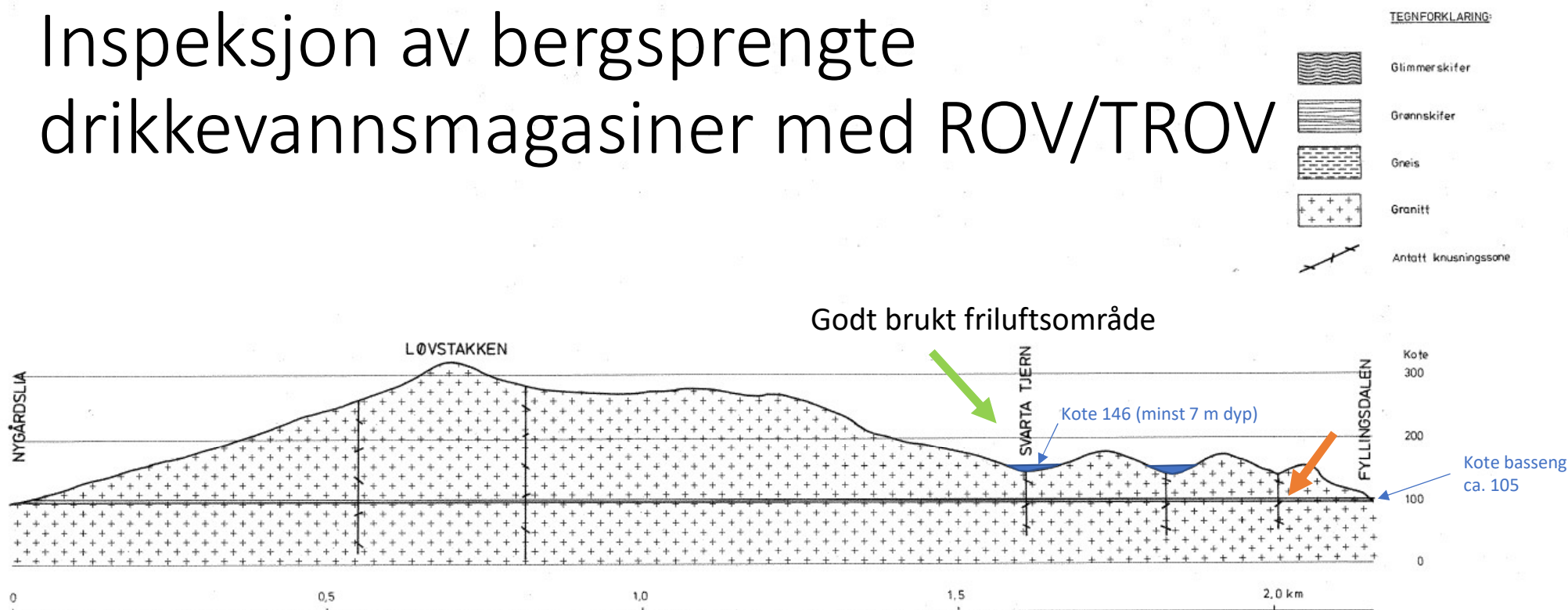
- Skjer ved store nok eller raske nok endringer i vanntemperatur
- Effekten er sterkere dersom det er flere råvannskilder med ulik temperatur i samme system
- Oppholdstid i overflatevann opptil 4 uker
- Dryppvann
- Vannkvalitet annerledes på toppen av bassenget enn ved utløp
- Drift av basseng bør endres for å hindre dette
- Risikobasert prøvetaking



A person wearing a yellow jacket, red life vest, and yellow helmet is seated in a blue inflatable boat. They are holding a long pole with a yellow and black rope attached. In the background, a white ROV is visible in the dark water, illuminated by its own lights. The surrounding environment is a dark, rocky underwater cave or tunnel.

Ras i bergsprengte drikkevannsmagasiner

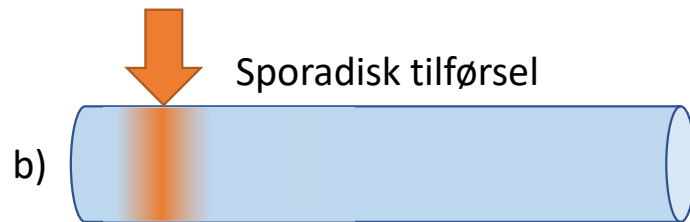
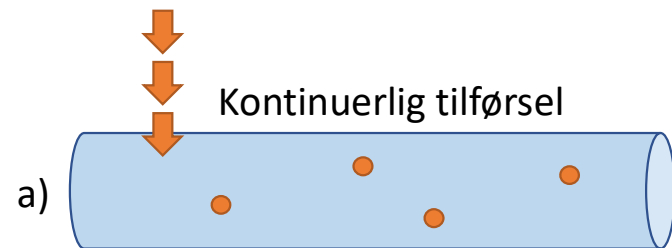
Inspeksjon av bergsprengte drikkevannsmagasiner med ROV/TROV



c			
b			
a			
Rev.	Dato	Sign.	
Oppdragsgeiver: BERGEN KOMMUNE			
Anlegg: HOVEDVANNFORSYNINGEN			
Sted: KIRKEVN - FJØSANGER, NYGÅRDSLIA - FYLLINGSDALEN			
FULLPROFIL ALTERNATIVET			Målestokk
Ingeniørgeologisk profil langs			Målt
tunneltrasé			Beregnet
			Tegn. RSK/AB 22/8-80
			Kfr.
A/s GEOTEAM			Tegn. nr. 4941 - 67
GEOTEAM: GEOLOGI, GEOTEKNIKK, INGENIØRPROJEKT			

Hvilke forurensninger oppdager vi?

Hendelser på nettet er oftest av forbigående og sporadisk karakter



Hendelser på nettet

Kan stort sett alltid skyldes teknisk feil

- Innsug av forurenset vann ved trykløst nett
- Tilførsel av fremmedvann fra abonnenter (tilsiktet/utisiktet)
- Tilførsler av fekal materiale i høydebasseng
- Lukt/smaksproblem
- Forringelse av vannkvalitet ved korrosjon
- Slamdannelse

Oppgave: Hvor mye bæsje må til?

- Ca. 100 000 000 *E. coli*-celler per gram bæsje (!)
- Spørsmål:

Funn av *E.coli* i vannprøve fra et basseng: 5 cfu/100 mL.

Bassenget har et volum på 1000 m³.

Hvor mange gram måkebæsje må til for å resultere i denne forurensingen?

- Svar:

Det trengs bare 0,5 g bæsje!

En måke bæsjer ca. 6 g per døgn.

(6 g ~ 1 teskje sukker)



<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Larus-fuscus-taxbox.jpg>

Risikobasert prøvetaking



- Økt hyppighet av prøvetaking ut fra basseng etter Askøy-hendelsen
 - Flere basseng stengt ut pga. funn av indikatorbakterie
- Prøvetaking etter for eksempel intens nedbør etter en tørkeperiode
- Overflateprøver og utløpsprøver
- Doble prøvesett for bakteriologisk analyse
- Forberede til ny prøvetaking, tiltak etter funn
 - Flere steder nye prøver bekreftet bakterie
 - Andre ikke

Dryppvann

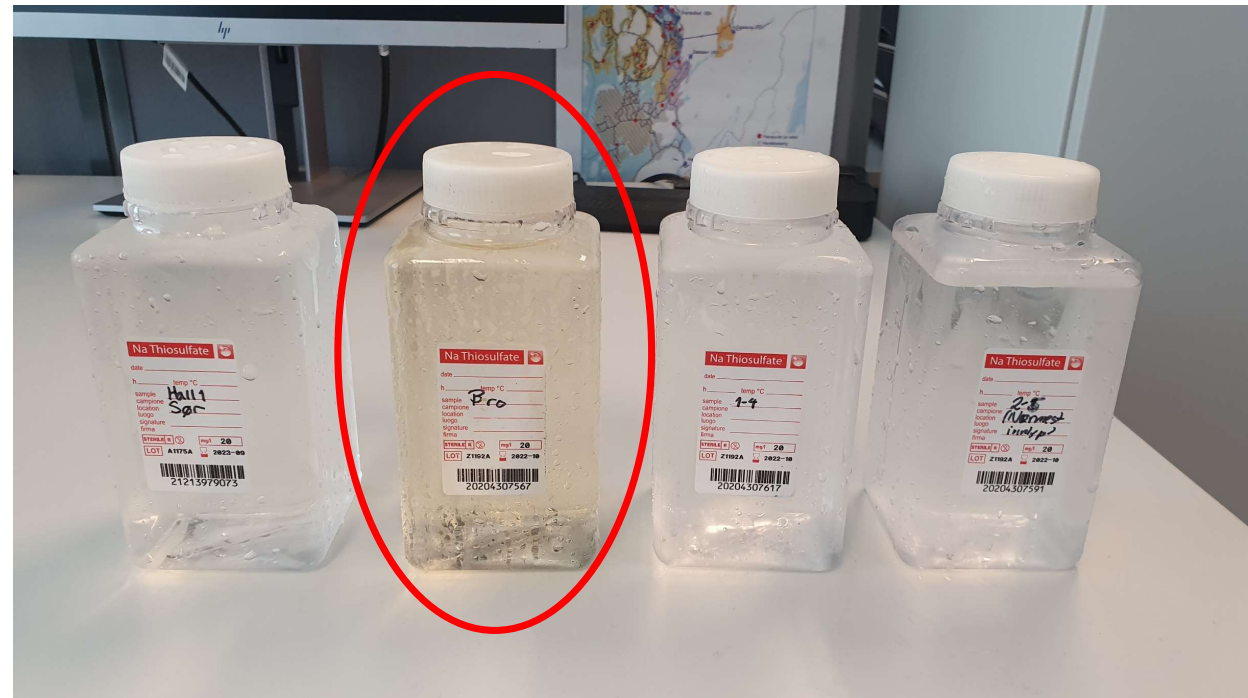
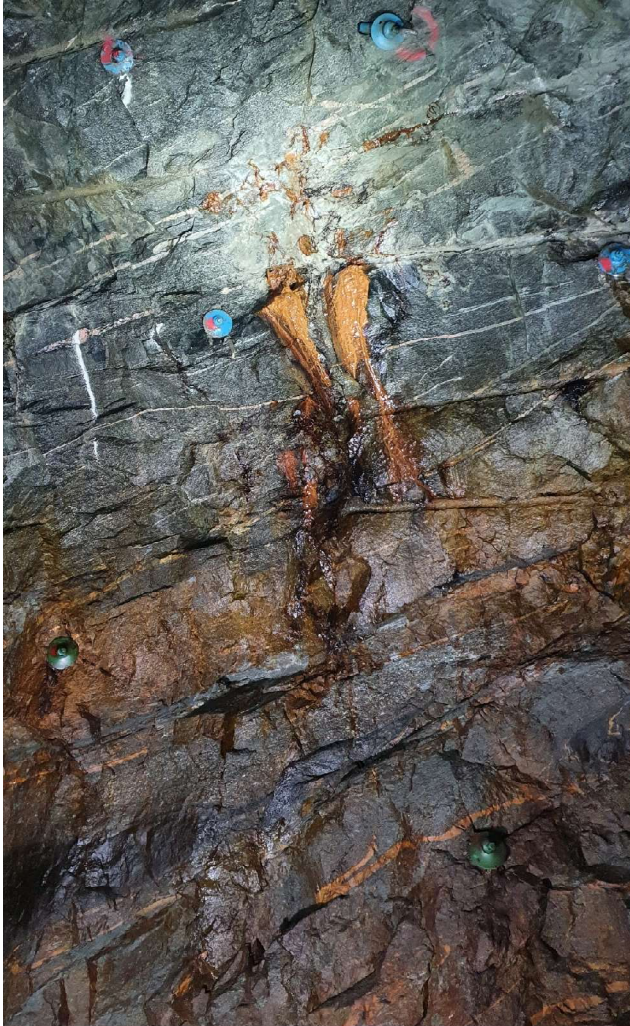


Ved prøvetaking av dryppvann har vi sett i flere steder at kvalitet i drypp kan variere veldig mye fra dag til dag,

Første dag –ingen funn
Andre dag funn

Ikke bestemme vannkvalitet i dryppvann basert på en enkel prøve

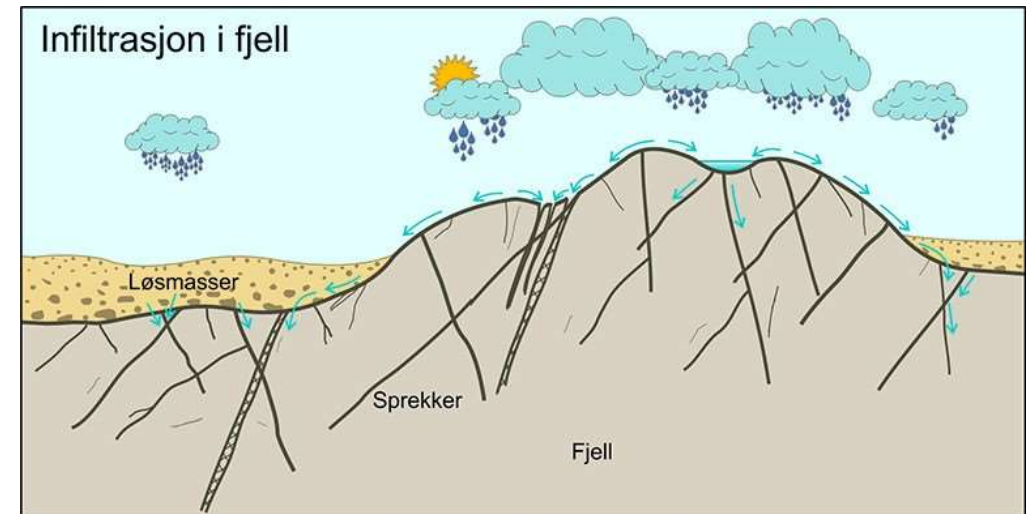
Dryppprøve bro



Vannledende sprekker-fjellsikring



Bilde: Urd Eriksen



Kilde: ngu.no

Lys i basseng

Etter nedtømming av høyre kammer (ingen rapport)

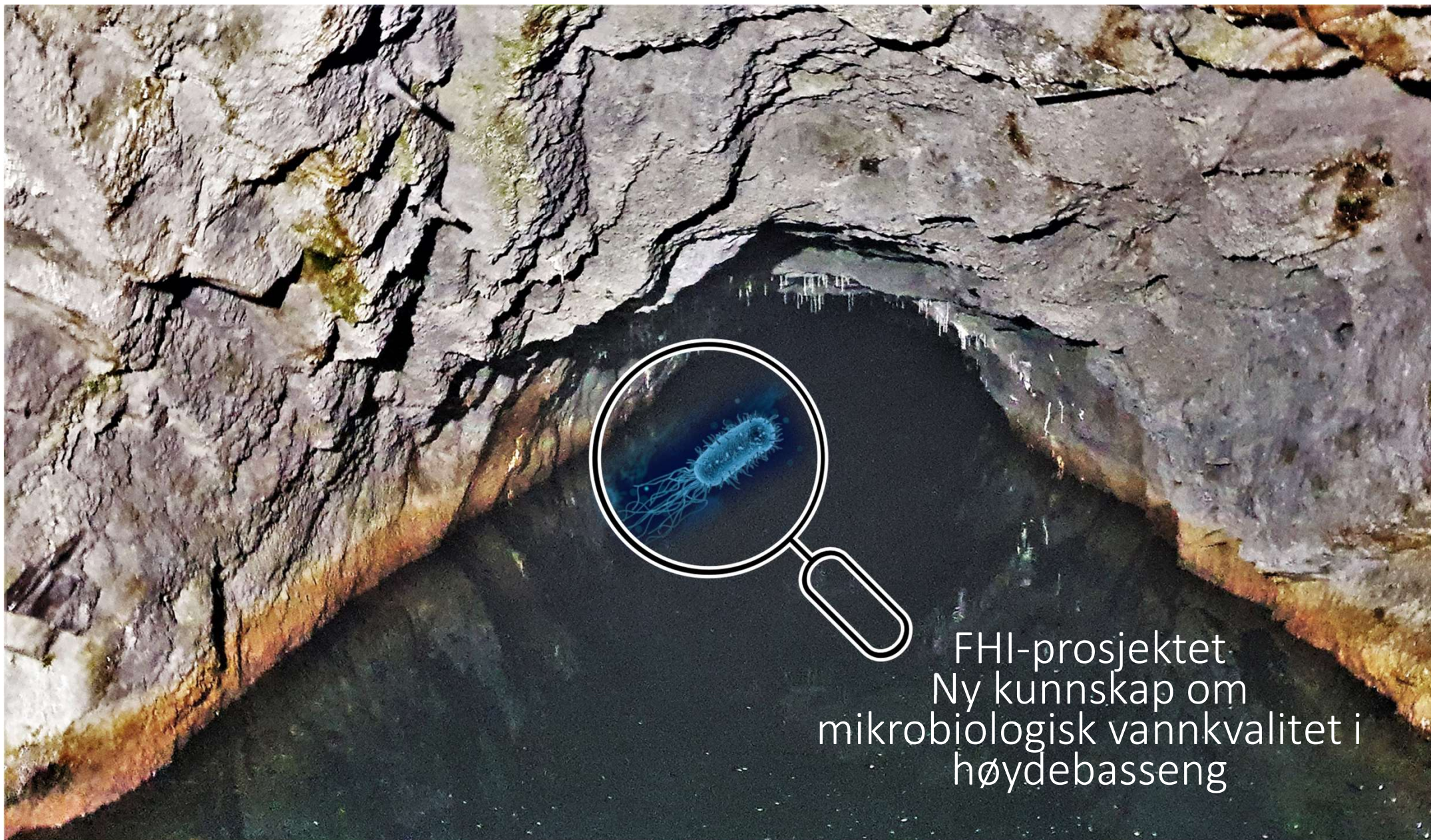
Befaring 02.10.2020

Observert store mengder alger og moselignende vekster på vegger og tak rundt lyskildene i kammeret. Moser og alger er avhengig av næringsstoffer for å vokse. Rent drikkevann fra vannbehandlingsanlegget inneholder lave verdier av næringsstoffer. Det bør undersøkes om algesporer og næringsstoffer blir tilført etter vannbehandling f. eks gjennom innlekkingsvann eller oppstår dette på grunn av rentvannskvalitet på Espeland VBA (ingen fargefjerning).



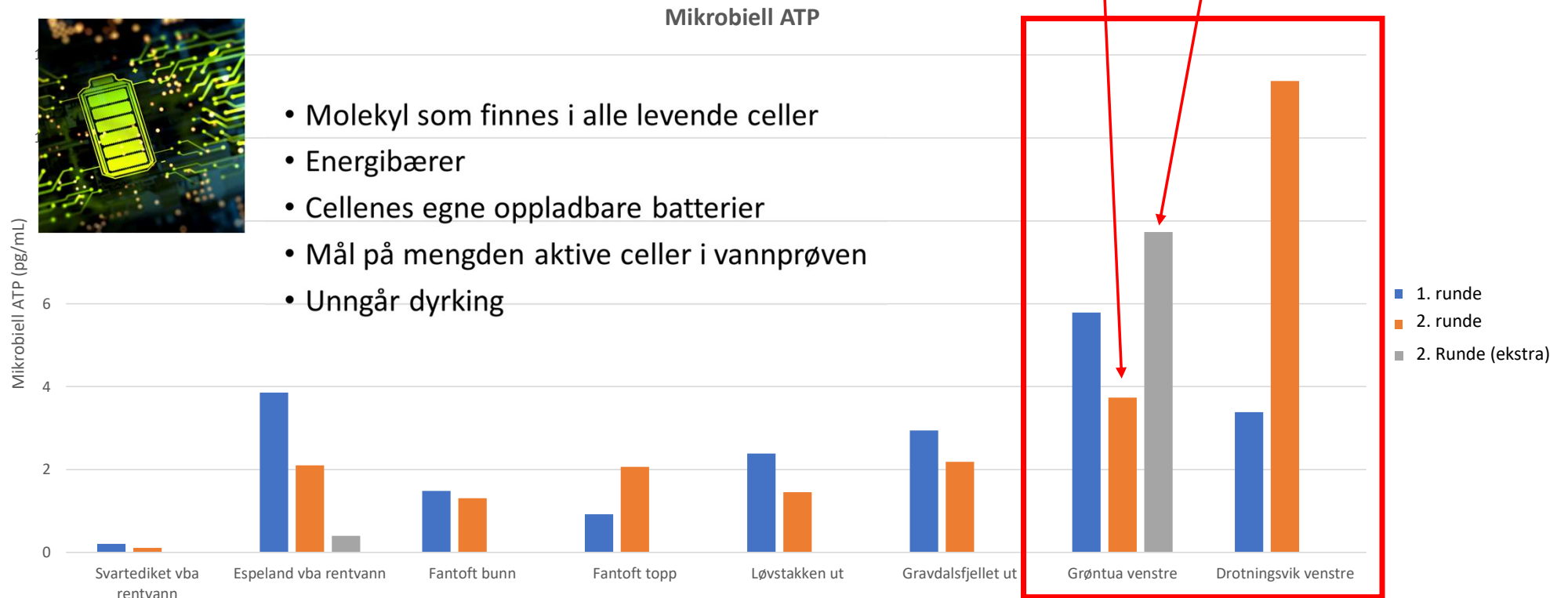
Figur 2: Alger og mose. Veksten konsentrert rundt lyskilder.



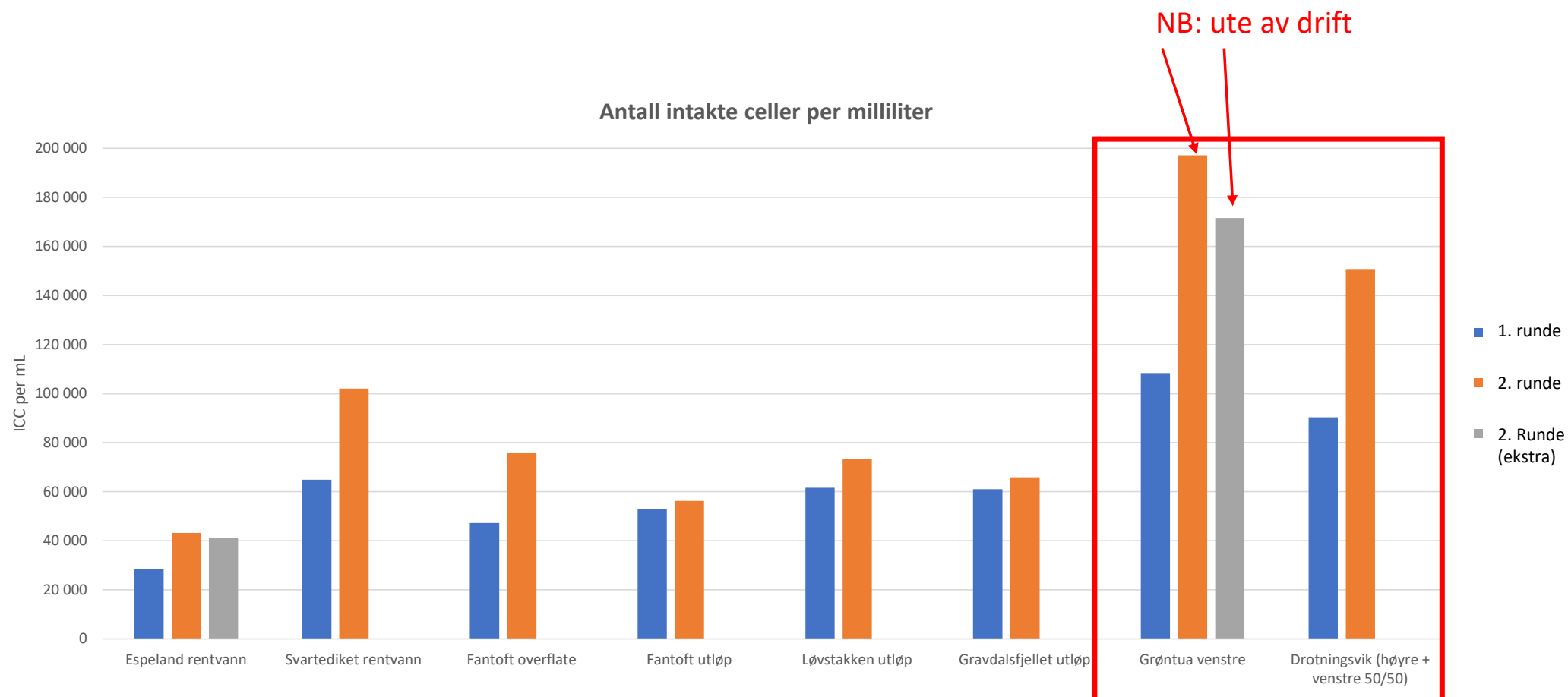


FHI-prosjektet
Ny kunnskap om
mikrobiologisk vannkvalitet i
høydebasseng

ATP - resultater

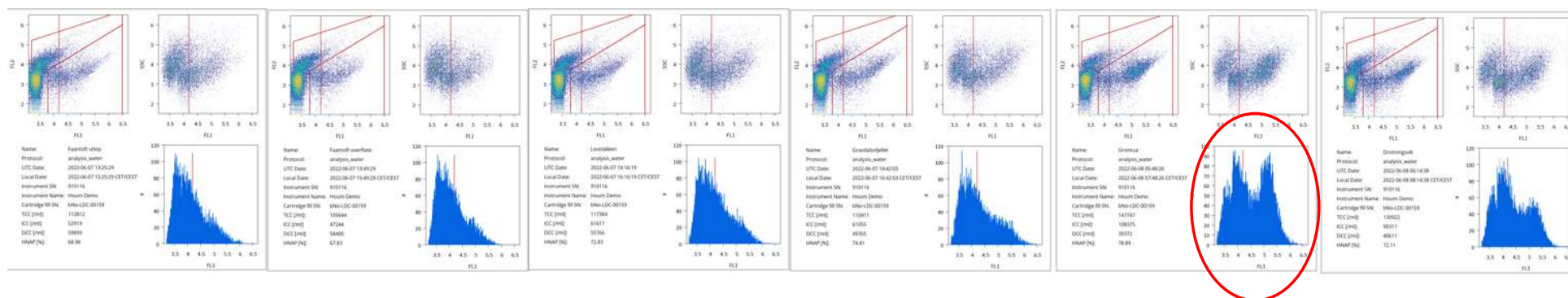


FCM – resultater

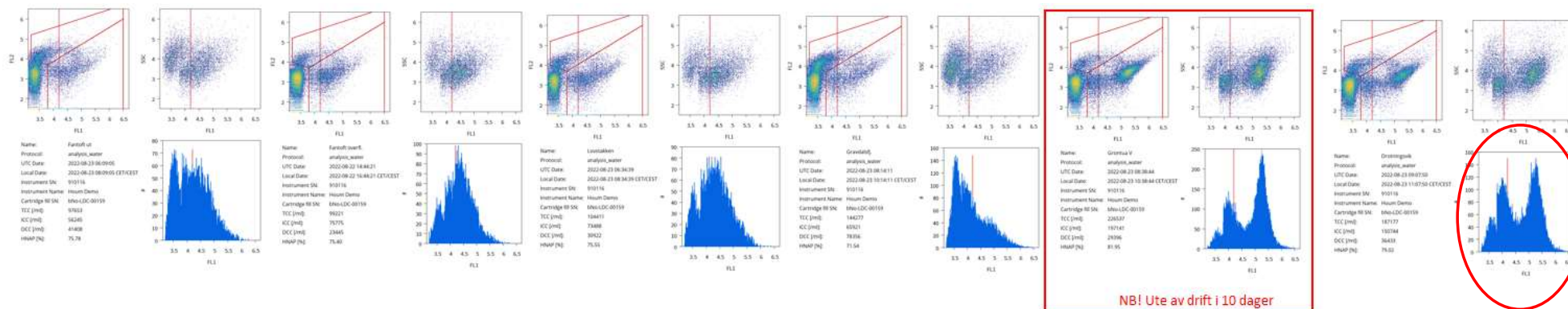


FCM – resultater

1. Prøvetakingsrunde (07.06.2022)



2. Prøvetakingsrunde (22.08.2022)



Oppsummert:

- Den som leter finner!
- Vannkvalitet kan brukes som «tracer» for å estimere volum i eldre bergsprengte drikkevannsmagasiner/ forstå dynamikk i vannforsyningssystem
- Vannkvalitetsmålingene (inkl. avanserte vannkvalitetsparametere) bør ses i sammenheng med annet data
- Temperaturlagdeling – mulighet for opphopning i overflaten
- Geologiprofil som viser svakhetssoner : bekreftet ras
- Drypprøver-variasjon fra dag til dag
- Kartlegging og risikovurdering, prioritering?

