



TRONDHEIM KOMMUNE  
Tråanten tjielte

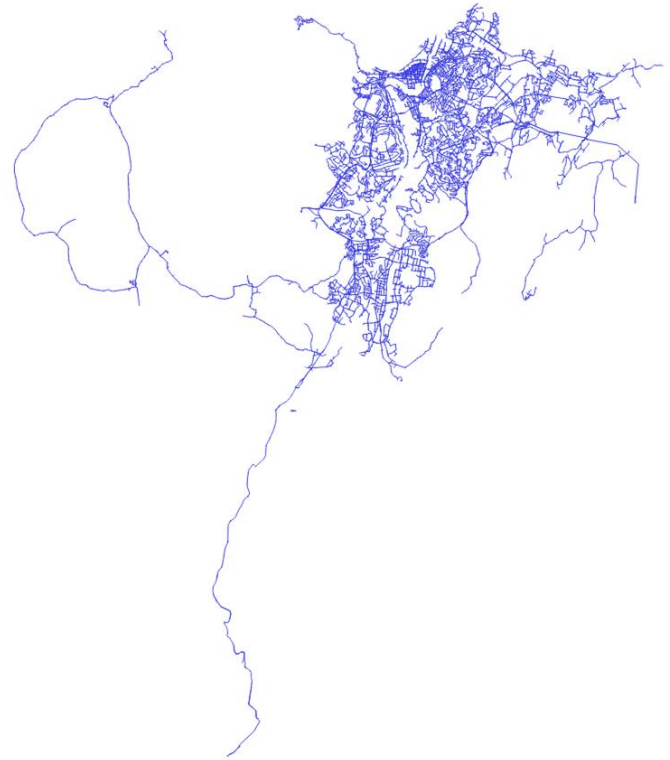
# Overvåking av biostabilitet og beleggdannelse i vannettet til Trondheim kommune

Karen Hernes Buan (Trondheim Bydrift) & Noemi Ambauen (Kommunalteknikk)

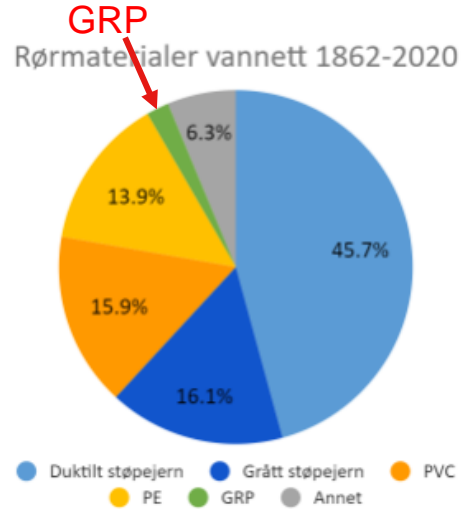
16.10.2023

# Vannett Trondheim Kommune

- Kommunale ledningsnett ca. 930 km
- Private ledningsnett i samme størrelsesorden
- 99 % av befolkningen tilknyttet (2021)  
(ca. 205 000 innbyggere)

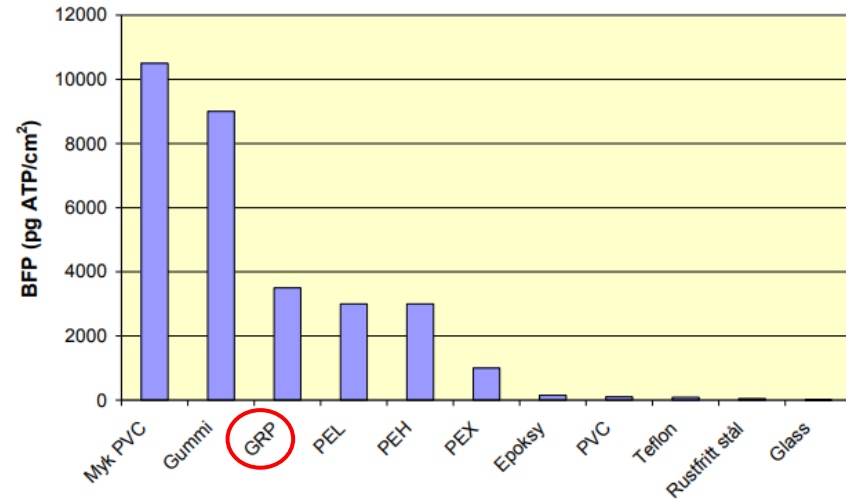


# Fordeling ledningsmaterialer TK



Fordeling av ledningsmaterialer i hele det kommunale vannforsyningsnett

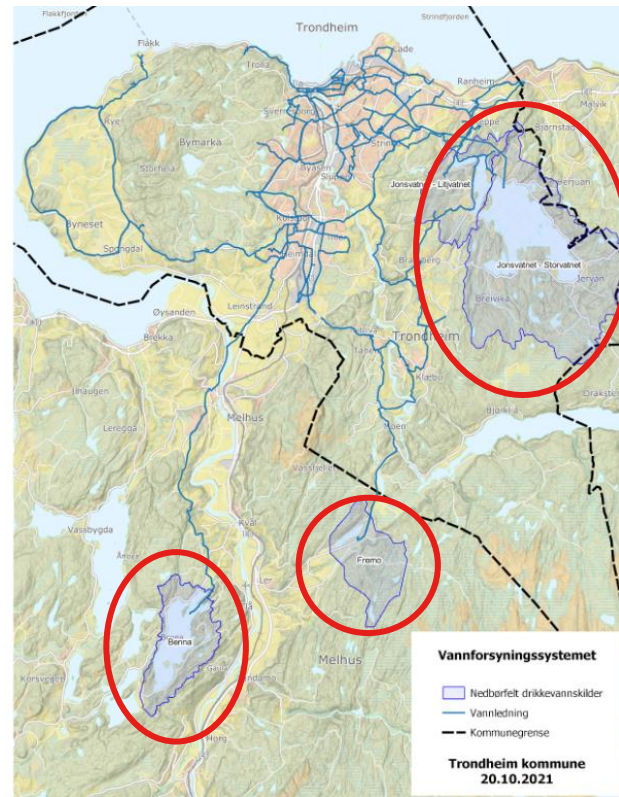
## Potensiale for begroing



# Vannkilder

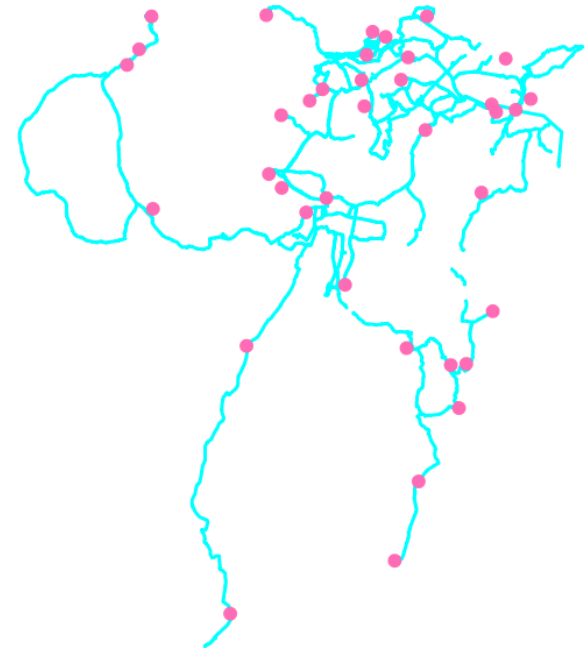
- Vannkilder:
  - Hovedvannkilde: Jonsvatnet
  - Reservevannkilde: Benna (Melhus kommune)
  - (Klæbu: Fremo grunnvannskilde)
- Råvannskvalitet [2022]:

Parameter	Jonsvatnet	Benna	Fremo
Fargetall [Pt/l]	16	5	0.5
Turbiditet [ftu]	0.28	0.37	0.1
pH [-]	7.3	7.6	8.0
TOC [mg/l]	3	2	1.3
Kimtall 22 [cfu/ml]	22	55	2
UVT [%]	79.3	91.2	98



# Vannett Trondheim Kommune

- 38 Prøvetakingspunkter på nettet
  - 13 høydebassenger
  - 25 videre prøvetakingspunkter
- Parameter:
  - E.coli
  - Fargetall
  - intestinale enterokokker
  - Kimtall 22
  - koliforme bakterier
  - konduktivitet
  - pH
- Hyppighet prøvetaking: annenhver uke



# Indikatorer for biostabilitet i ledningsnett

Prøvested 2022	Fargetal [Pt/l]	Turbiditet [FTU]	Kimtal [CFU/mL]	TOC [mg/L]
VIVA VBA	16 ± 1	0.18 ± 0.07	18 ± 26	3 ± 1
Fortuna PST	16 ± 1	0.18 ± 0.02	1 ± 1	
Kolstad PST	17 ± 1	0.13 ± 0.02	36 ± 17	
Høgåsen HB	17 ± 1	0.13 ± 0.02	6 ± 8	3 ± 1
Grostadaunet HB	17 ± 1	0.15 ± 0.05	28 ± 35	
Flakk	15 ± 0	0.18 ± 0.2	11 ± 7	3 ± 0

- Gjennomsnittet 2022
- Variasjon i kimtall 22 - ingen unormal endring, under tiltaksgrense (100 cfu/ml)
- Stabile verdier på tvers av nettet – god biostabilitet i ledningsnett?



# Vannkvalitet og Beleggdannelsespotensial ved Vannverk i Trondheim

- SINTEF rapport 2020 i samarbeid med Bergen kommune
- **Spørsmål:**
  - Hva består rørbelegget av?
  - Hvilke mekanismer styrer beleggdannelsen?
  - Hvordan kan vi best kontrollere den?
  - Hva driver beleggdannelsen?
    - mikrobiologien, kjemien eller begge deler?
    - substrat (BDOC) eller metallene som bør fjernes?
    - Kan nye analysemetoder gi oss svar?



# Analyser og metoder

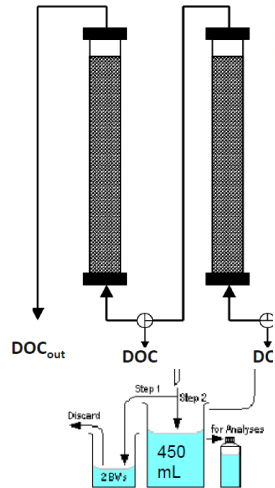
1. Vannprøver NOM, BDOC, ATP
2. Belegg på BFM rørbiter
3. Begroingsstudier



# Vannprøver NOM, BDOC, ATP

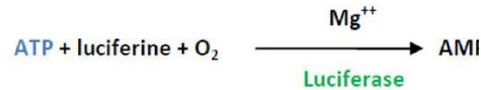
## BDOC-k

→ DOC degrada

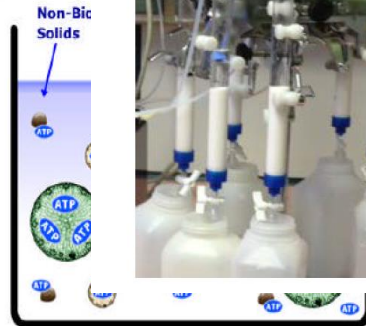


## Adenosin trifosfat

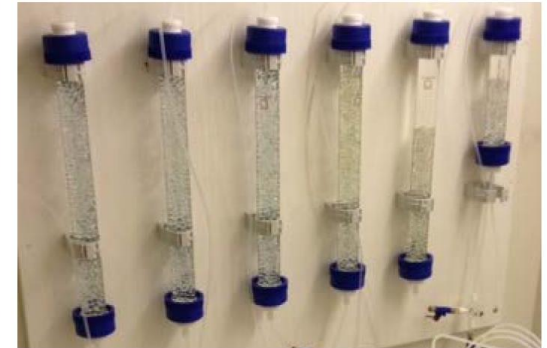
ATP-metry is based on bioluminescence principle: in molecules emit photons of light that will be measured by thanks to patented ATP-standard solution and transform



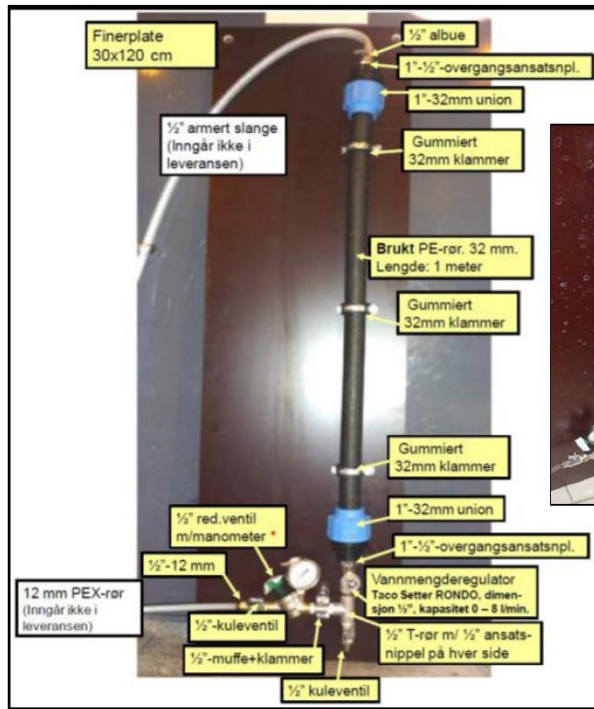
Total ATP = Cellulær ATP (living cells) + Extracellulær ATP (dead)



## NOM-fraksjonering og BDOC-oppsett



# Belegg på BFM rørbitter



## Prøver av BFM-Rørbitter I tillegg til vannprøvene



### BioFilm Monitor (BFM)

- Raw water, treated and distributed water
- Inside biofilm & precipitates removed
- TOC, ATP, Me, mould analyzed
- Amounts per cm<sup>2</sup> pipe wall calculated



## Metaller:

- Fe
- Mn
- Zn
- Pb
- Sn
- Cu
- Sr
- Al
- Ca

## Andre parameter:

- ATP
- TOC

# Begroingsanalyser



- Mikroskopering underveis i utviklingen av biofilmen
- Kvantifisering av biofilmmenge til slutt med MTT-fargeteknikk
- Analysene ble kjørt i 30 dager før kvantifisering
- Bilder tatt med mikroskop underveis

# Prøvesteder vannett Trondheim



Råvann: Benna

Råvann: VIVA

VIVA ren: etter klor / UV

Benna ren: etter UV / klor

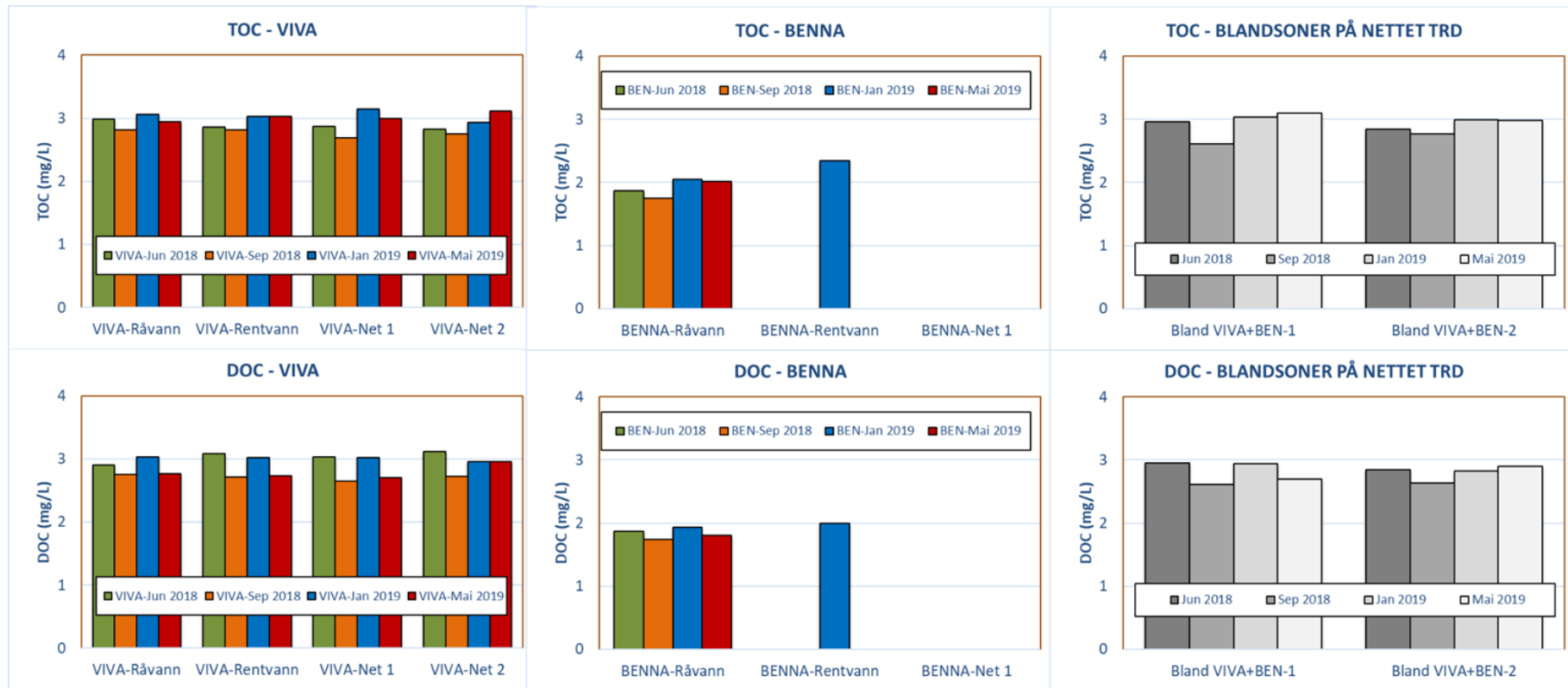
Nett 1: etter klor / UV (VIVA)

Nett 2: Grostadaunet HB

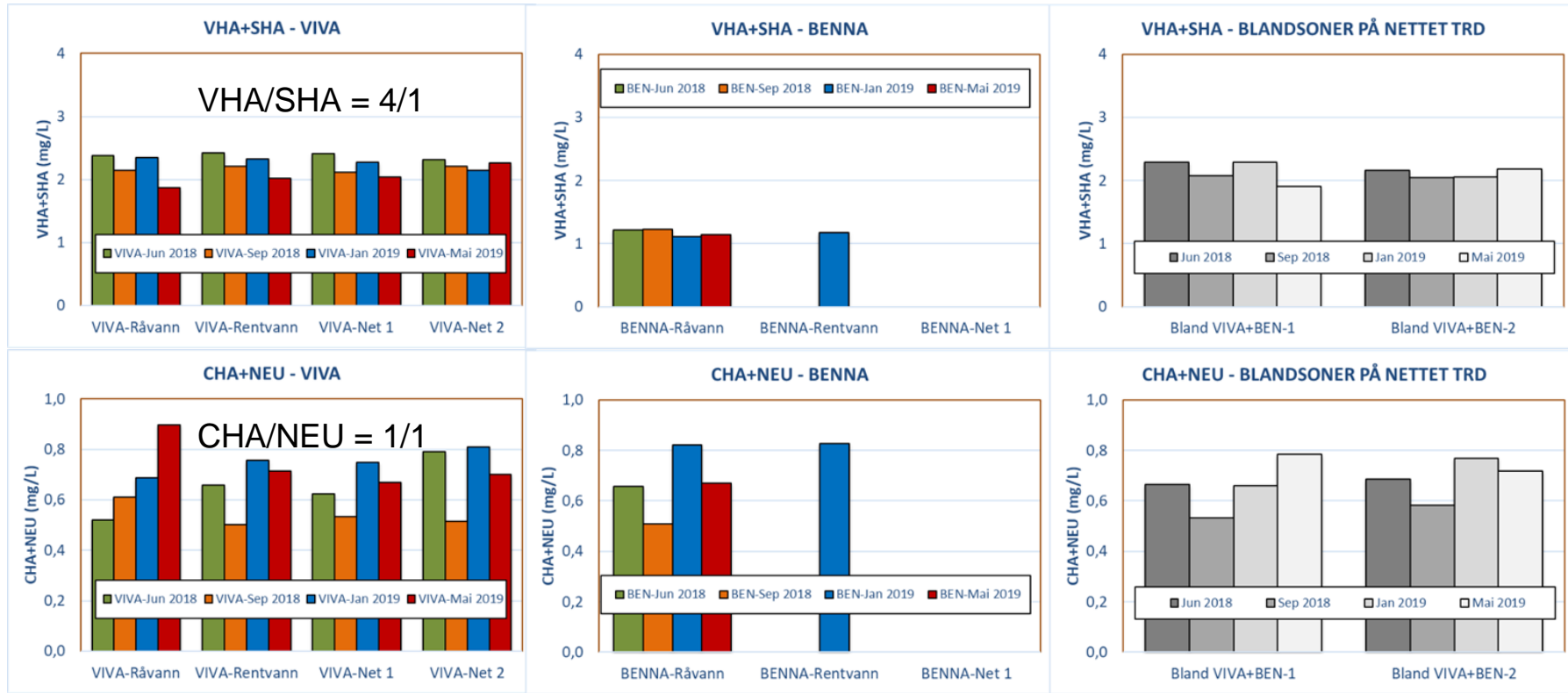
Bland 1: Kolstad PST

Bland 2: Kolstad PST

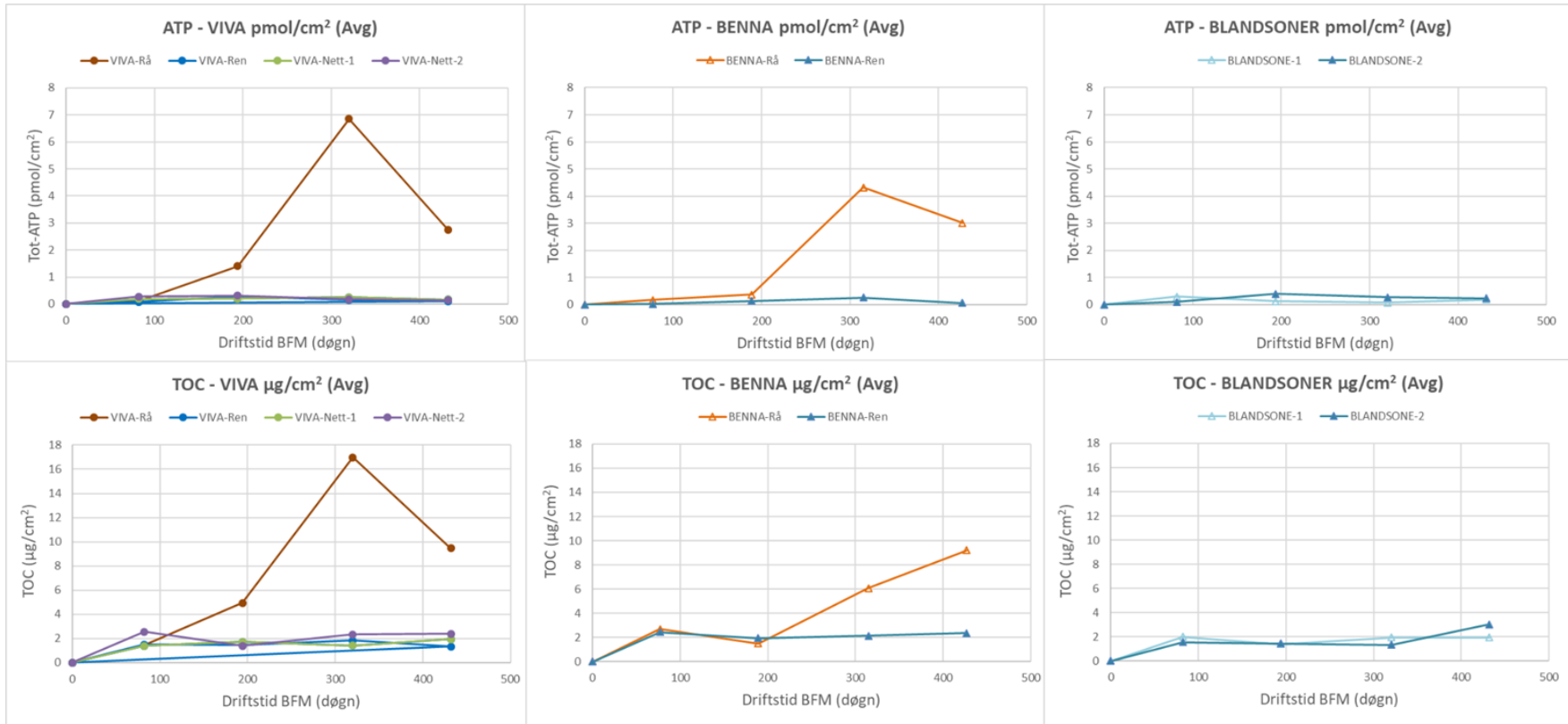
# Vannprøver - TOC & DOC



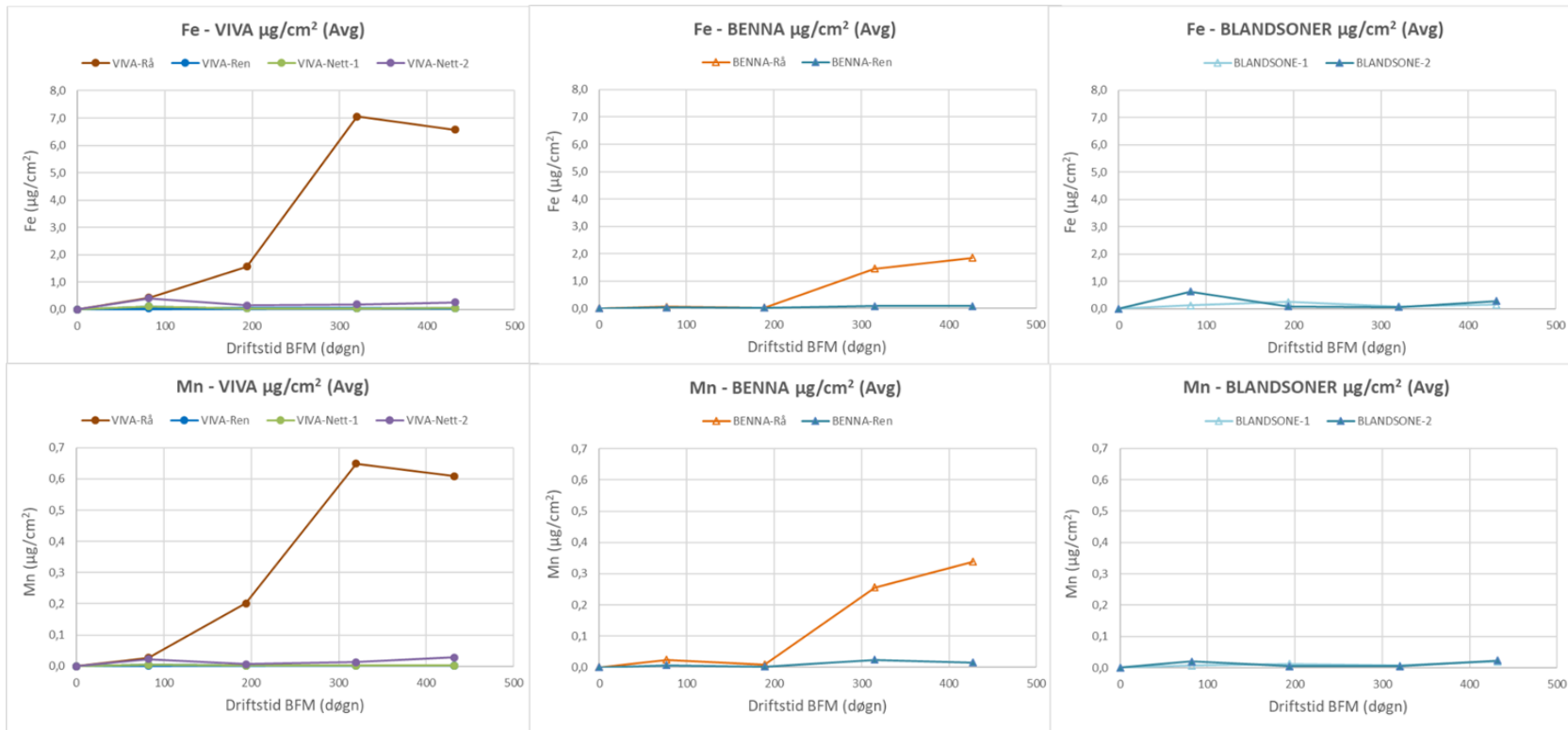
# Vannprøver - NOM fraksjoner



# BFM-belegg: ATP & TOC



# BFM-belegg: Metaller (noen eksempler)

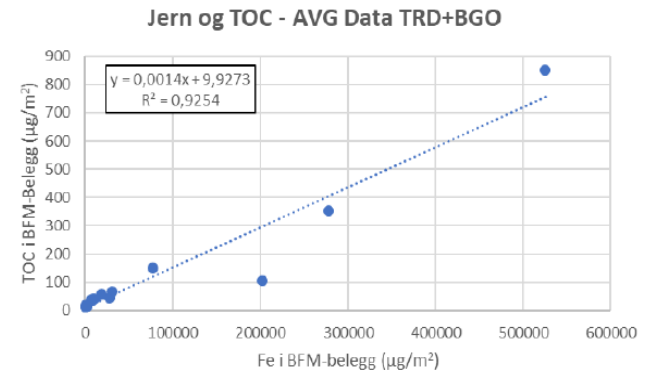
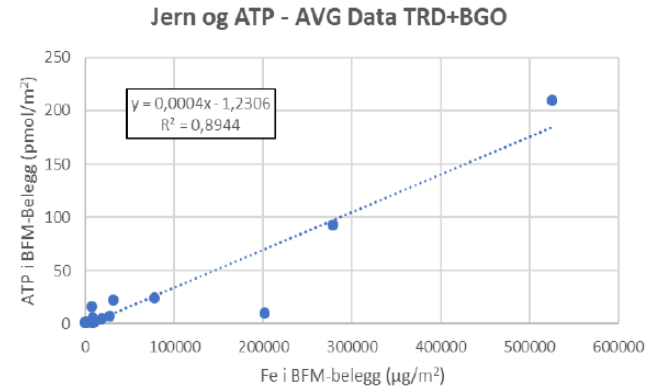


Vannkvalitet og Begroing/Beleggdannelse – BGO og TRD, Sluttrapport, 10. Feb 2020



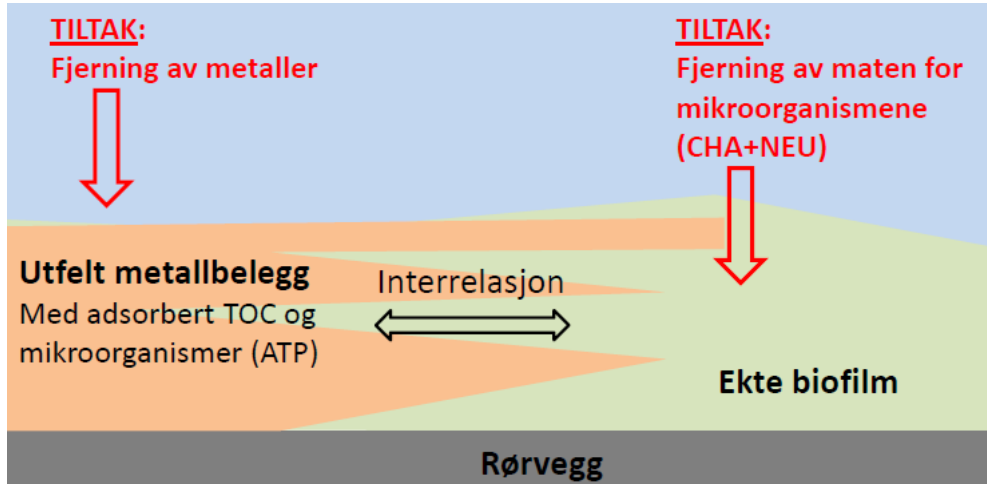
# BFM-belegg: Korrelasjon Fe mot ATP & TOC

- Data fra både Bergen og Trondheim
- God korrelasjon også for andre målte metaller (Al, Mn, mm)



Vannkvalitet og Begroing/Beleggdannelse – BGO og TRD, Sluttrapport, 10. Feb 2020

# Beleggdannelse i rør: Mekanismer og tiltak



- Kartlegging av rådende mekanismer
- Adsorberende metallbelegg og/eller substratkontrollert biofilmdannelse
- Grunnlag for optimale tiltak

## Konklusjon beleggdannelses potensial i Trondheim kommune (1)

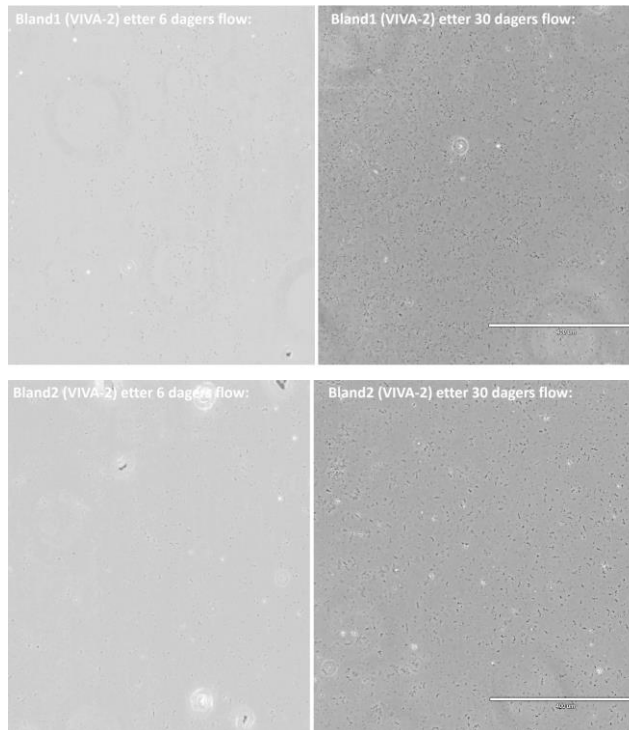
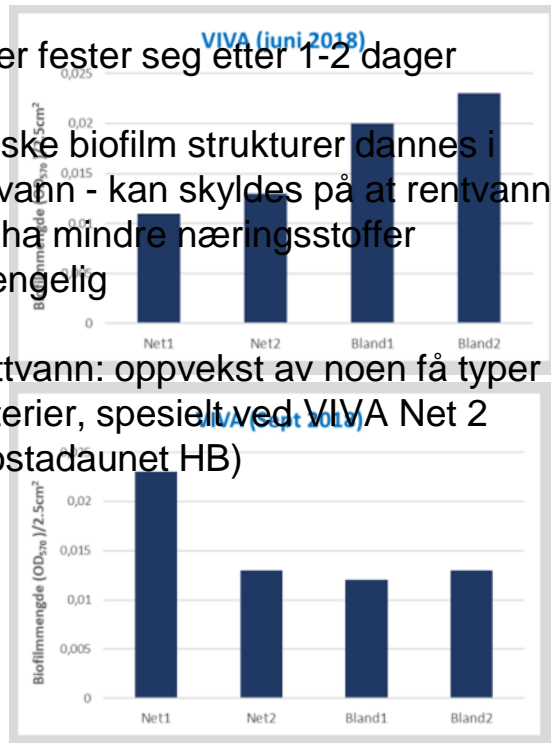
- Belegget i BFM inneholder metaller, ATP og TOC – og gjenspeiler vannkvaliteten og effekten av vannbehandling ved at mengden belegg og dannelseshastigheten er betydelig større for råvann enn rentvann. Men også blandsoner på nettet kan ha mer belegg og raskere beleggdannelse enn rentvann ut av VBA.
- Resultatene kan indikere at metallbelegg dannes først, med etterfølgende adsorpsjon av mikroorganismer (ATP)
- Mye belegg løsner etter ca 400 døgn under rådende betingelser ( $Q=0.1-0.2$  L/s), men noen stoffer slipper tidligere
- Belegg som løsner vil tilføre vannet betydelige mengder ATP, TOC og Me – med redusert fysisk/kjemisk og mikrobiologisk/hygienisk vannkvalitet

## Konklusjon beleggdannelses potensial i Trondheim kommune (2)

- Resultatene underbygger behovet for en diskusjon om beleggdannelsesmekanismer og driftsstrategier: Bør man fokusere på fjerning av substrat (BDOC) og/eller beleggdannende metaller for å kontrollere biofilm/belegg på ledningsnettet?
- Resultatene for rørbeleggenes dannelseshastighet og slippfrekvenser kan også utgjøre supplerende basis for risikobasert prøvetaking, og for spyleplaner for ledningsnett: Hvor bør man spyle – og når?

# Begroingsanalyser - resultater

- Celler fester seg etter 1-2 dager
- Typiske biofilm strukturer dannes i rentvann - kan skyldes på at rentvann kan ha mindre næringsstoffer tilgjengelig
- I nettvann: oppvekst av noen få typer bakterier, spesielt ved VIVA Net 2 (Grostdaunet HB)



Takk for oppmerksomheten!