



# **VA-DAGENE I MIDT-NORGE**

## **2016**

### **SPYLING**

27.10.16 HELL

AV KNUT FREDRIK ODLO

NORCONSULT AS

# HVA VI SKAL INN PÅ:

- Hva skaper misfarging og partikler i vannledningsnett
- Parametere og enkle målinger av eventuelle problem
- Innledende undersøkelser/tilstandsvurderinger av ledningsnett.
- Nettmodell - hydrauliske beregninger
- RPM - analyse
- Spylemetoder
- Spyleprogrammet i Lillehammer
- Vannhastigheter for tilfredsstillende spyling
- Spyleplan

- Stadig økende krav til spyleplaner og rutiner fra Mattilsynet
- Sikkerhet ved:
  - Ledningsbrudd
  - Innsug
  - Sårbare abonnenter
- Naturlig begroing av ledningsnett
  - Store dimensjoner → Lav vannhastighet
  - Rustdannelse → Knoller → Økt ruhet
- Spyleplaner forenkler hverdagen til driftspersonell, og de lærer vannforsyningsnettene å kjenne:
  - Sluser
  - Reduksjonsventiler
  - Begroing av ledningsstrek.

I følge KIWA Water Research i Nederland sin forskningsartikkel vedrørende partikkelutvikling «Processes Involved in the Generation of Discoloured Water» heter det at misfarging av drikkevann kan bare forekomme hvis det finnes en kilde eller et stoff bestående av partikler (partikulært stoff), samtidig som det er hydrauliske forhold som tilrettelegger for sedimentering og tilfeldig resuspensjon.

(P.G.G. Slaats, 2003)

- Mangan
- Jern
- Biofilm (biologisk begroing)
- Korrosjon (rustknoller)

# Parametere (Formazin Turbidity Unit)

- Mange parametere for måling av turbiditet, men som i hovedsak betyr det samme.
- Turbiditet er et enkelt mål, som ikke krever avansert analyse.
- Formazine =  $C_2H_4N_2$
- **1 FNU = 1 FTU = 1 NTU = 1 TU/F = 0,25 EBC**
- standard-formazin-solution = 4000 FNU
- FNU = formazine nephelometric unit
- FTU = formazine turbidity unit
- NTU = nephelometric turbidity unit
- TU/F= turbidity units formazin
- EBC = European Brewery Convention
- ingredients: Hexamethylentetramine + Hydrazinsulfate

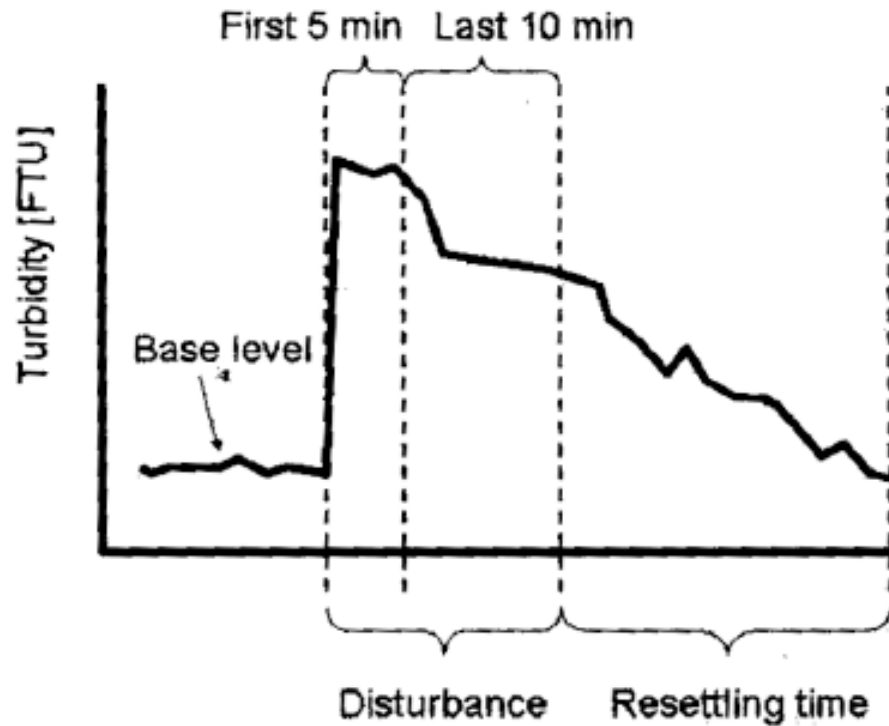
- Hva er problemet?
  - Bruksmessige konsekvenser
  - Udelikat misfarging
    - Bekymrede abonnenter
  - Vekst av mikroorganismer?
  - Sand og jord i ledningsnettet grunnet slurv under installasjon.
  - Oksidasjon og sedimentering av oppløst jern, mangan og kalsium.
  - Rustdannelse
- Hvordan bedømme om det er behov for renhold/spyling av vannforsyningsnettet?
  - Nettmodell
  - Reproduserbare metoder for avklaring av tilstand.
  - Rangere behov for spyling/systematisering
  - Sårbarhet ved hydrauliske forstyrrelser

- Analyserer strømningsretninger.
- Enklere å bestemme normale vannhastigheter.
- Oppholdstid i ledningsnettet.
- Modellere hastighetsøkninger RPM-analyse.
- Modellere spyling.
- Hydraulisk kontroll av ledningsnettet, gitt korrekte forutsetninger.
  - Stengte sluser
  - Dårlige reduksjonsventiler

- RPM-metoden ble utviklet i Nederland for å kunne rangere å bedømme områder og ledninger. Dette er en metode som avklarer sårbarheten for misfarging ved hydrauliske forstyrrelser.
- Utstyr:
  - Tappepunkt
  - Styrt væskestrøm i en bestemt rute med ventilmanøvreringer
  - Vannmåler
  - Turbidimeter
- Empirisk bestemt hastighetsøkning på 0,35 m/s over normal vannhastighet.
- 15 minutters hydraulisk forstyrrelse
- Store nok skjærspenninger uten å skape problemer
- Turbiditet logges under hele forsøket
- Resultater settes sammen i tabell og rangering utføres.



# RPM - kurve



- Karaktersystem må vurderes fra kommune til kommune, men det gir klare indikasjoner.

|                          | 0        | 1          | 2         | 3       |
|--------------------------|----------|------------|-----------|---------|
| Absolute max first 5 min | <3 FTU   | 3 – 10 FTU | 10-40 FTU | >40 FTU |
| Average first 5 min      | <3 FTU   | 3 – 10 FTU | 10-40 FTU | >40 FTU |
| Absolute max last 10 min | <3 FTU   | 3 – 10 FTU | 10-40 FTU | >40 FTU |
| Average max last 10 min  | <3 FTU   | 3 – 10 FTU | 10-40 FTU | >40 FTU |
| Time to clear            | < 5 min. | 5-15 min   | 15-60 min | >60 min |

- Målingene må bedømmes, men generelt vil en ledning med karakter over 9 være sårbar.

# Vannmålerriegg med turbidimeter



# Vannmålerriegg med turbidimeter





# Turbidimeter



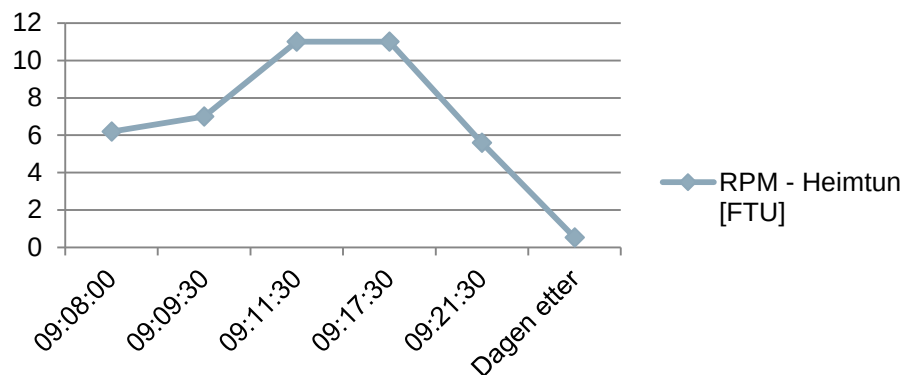
- Primært to typer spyling:
  - Styrte Spyling
  - Konvensjonell spyling
- Styrte Spyling
  - Ventilmanøvrering for å lede væskestrømmen i en bestemt rute
  - Kjent tappepunkt (hydrant, brannventil, påkobling ledig flens)
  - Enkelt å få ønsket spylehastighet
    - Tappet mengde gir hastigheten i ledningen ( $Q=v \cdot A$ )
  - Krever hydraulisk kontroll og oversikt over eventuelt avstengte områder
    - Varsling
- Konvensjonell spyling:
  - Kun åpning av kjent tappepunkt uten ventilmanøvreringer
  - Fri strømning mot tappepunktet
  - Tilnærmet lik en brannsituasjon

- Tema grunnet abonnentklager og visuelle observasjoner
- Kunnskap om mangankonsentrasjoner
- Innledende vurderinger med RPM-analyse:
  - Teori: Vi tok for oss tre ulike hydrauliske situasjoner:
    - Pumpeledning
    - Ringsystem
    - Blindledning
  - Antok at det i pumpeledning var lav turbiditet grunnet stadige endringer i vannhastigheter
  - Høy begroing i ringsystem og endeledning grunnet statiske forhold.

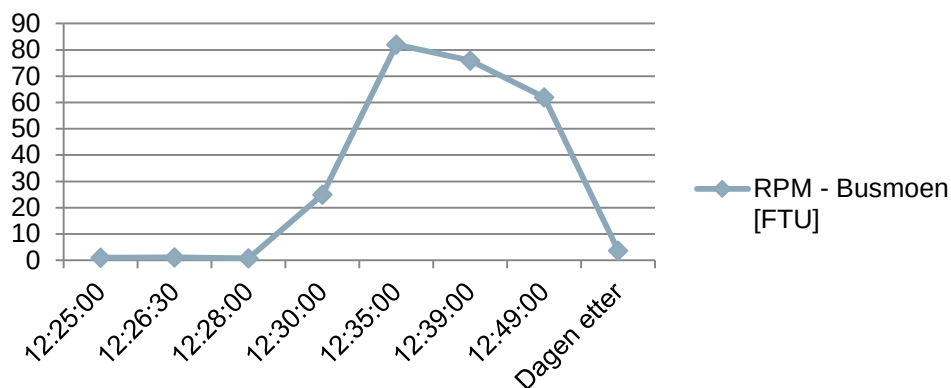
Det viste seg at selv om det er kontinuerlige endringer i hastighet og strømningsretning i pumpeledningen, var turbiditeten over forskriftens krav om  $FTU < 4$

# RPM for innledende vurderinger

## RPM - Heimtun [FTU]



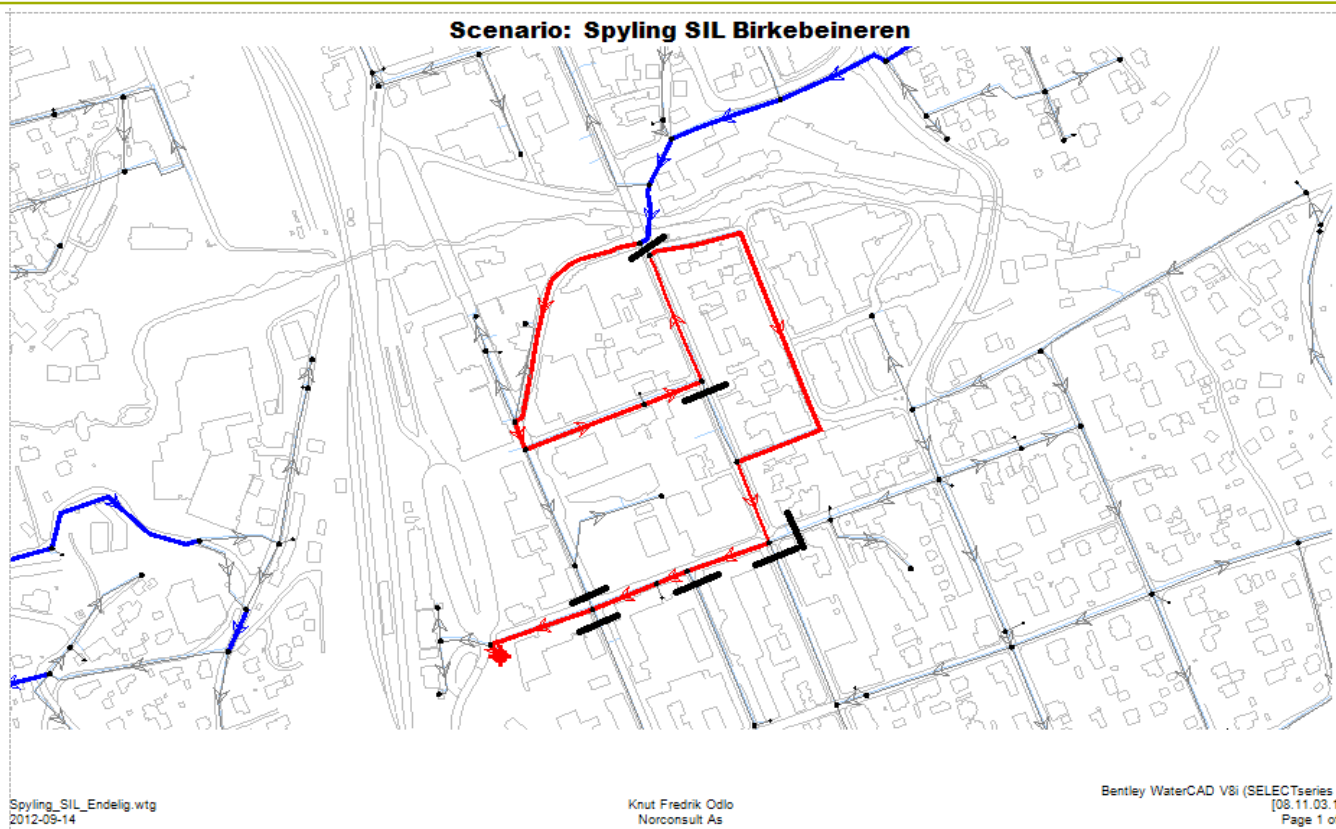
## RPM - Busmoen [FTU]





| Minimum spylehastighet [m/s] | Forbedring av vannkvalitet                                                                  |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,9                          | - Fjerner silt og sedimentering                                                             |
| 1,5                          | - Tilfredstiller spyling<br>- Fjerner biofilm og løse partikler<br>- Løsrivelse av begroing |
| 3,7                          | - Fjerner sand fra store lavbrekk                                                           |

- Gjorde forsøk med lavere vannhastighet enn 1,5 m/s:
  - Misfarging vedvarte under hastighetsøkning opp til 1,5 m/s
  - Hastighet opp mot 2,5 m/s ga løsrivelse av rustknoller.
    - Vanskelig å gjennomføre grunnet store uttak, som kan medfører betydelige trykktap.



| 1              | 2                         | 3                   | 4                        | 5                  | 6                           | 7                           | 8                              | 9                   | 10             | 11        |
|----------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------|-----------|
| Spylepunkt     | Strekning som skal spyles | Vannhastighet [m/s] | Uttak i spylepunkt [l/s] | Avstengte ventiler | Trykktap i ledning [m.v.s.] | Trykk i spylepunkt [m.v.s.] | Trykktap i spylepunkt [m.v.s.] | Spyletid [minutter] | Ventiler åpnes | Merknad   |
| Jernbanegt (4) | DN 150<br>1057m           | 1,5                 | 26,5                     | 6                  | 26,5                        | 59,5                        | 20                             | 36                  | 6              | Nattestid |

Takk for meg

Spørsmål/diskusjon?