

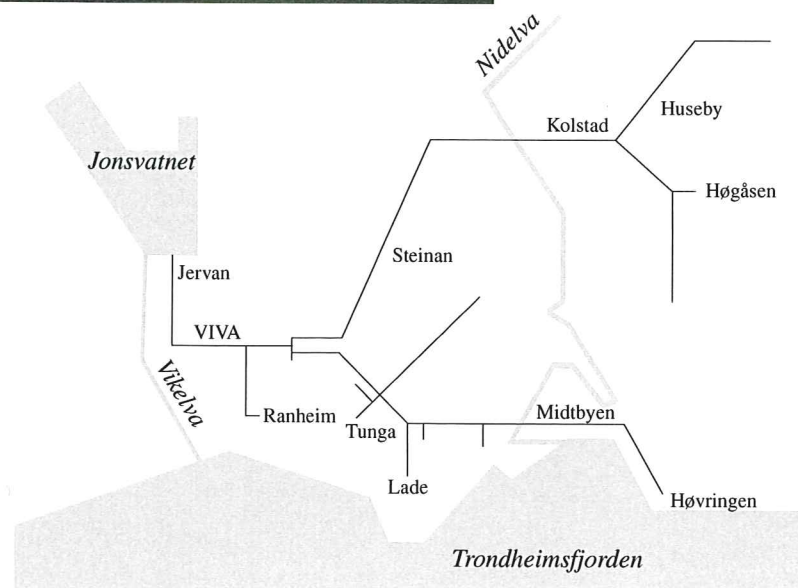
NIVA



RAPPORT LNR 4136-99

Begroing/beleggdannelse i vannforsyningsnettet til Trondheim kommune

Orienterende undersøkelser i 1999



Norsk institutt for vannforskning

Hovedkontor
Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen
Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen
Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen
Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva
9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

RAPPORT

Tittel Begroing/beleggdannelse i vannforsyningsnettet til Trondheim kommune. Orienterende undersøkelser i 1999	Løpenr. (for bestilling) 4136-99	Dato 15.11.1999
	Prosjektnr. Undernr. O-90100	Sider Pris 16
Forfatter(e) Olav Skulberg, Erik Wahl & Odd Atle Tveit	Fagområde Hydrobiologi	Distribusjon
	Geografisk område Trondheim	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Trondheim kommune	Oppdragsreferanse
---------------------------------------	-------------------

Sammendrag

Problemer med høye verdier av kimtall ($v/20^{\circ}\text{C}$, 200-300 pr. ml) i deler av vannforsyningsnettet til Trondheim kommune ble registrert i første halvår 1999. Orienterende undersøkelser for å belyse årsaker og virkninger i denne sammenheng ble utført i perioden april-juli. Begroing/beleggdannelse i vannforsyningsnettet ble analysert med biologiske og kjemiske metoder. Begroingssamfunnet var preget av jernbakterier (*Leptothrix* spp.), ciliater, zooflagellater og nematoder. Organismene som utviklet seg var til dels indikatorarter for rent vann. For en behandling/kontroll av den hygieniske tilstand i vannforsyningsnettet på kort og lang sikt, er det behov for å fremskaffe et praktisk egnet kunnskapsgrunnlag forankret i de stedegegne forhold ved Trondheim kommunes vannforsyning.

Fire norske emneord 1. Begroinger 2. Jernbakterier 3. Bakteriologisk vannkvalitet 4. Problemer/vannforsyningsnettet	Fire engelske emneord 1. Biofilms 2. Iron bacteria 3. Bacteriological quality 4. Interference/distributing system
---	---


Olav Skulberg
Prosjektleder


Svein Stene-Johansen
Forskningsleder


Bente Wathne
Forskningsjef

ISBN 82-577-3746-1

O-90100

**Begroing/beleggdannelse i vannforsyningsnettet til
Trondheim kommune.**

Orienterende undersøkelser i 1999

Trondheim bydrift
Næringsmiddelkontrollen i Trondheim
Norsk institutt for vannforskning

Forord

Problemer med høyt kimtall/begroing ble bragt i erfaring første halvår 1999 i deler av vannforsyningsnettet til Trondheim kommune. Dette dannet utgangspunktet for arbeidet som her rapporteres. På møtet hos Trondheim bydrift 28. april ble det avgjort å foreta noen innledende observasjoner og analyser for å belyse den mikrobiologiske situasjonen i vannforsyningssystemet med hensyn til beleggdannelse/begroing.

Gjennomføringen av oppgaven ble foretatt i et samarbeid mellom Trondheim bydrift, Næringsmiddelkontrollen i Trondheim og Norsk institutt for vannforskning. Faglige problemer har dessuten vært drøftet med Statens institutt for folkehelse, Norsk hydroteknisk laboratorium og Institutt for vassbygging.

Det rettes takk til alle samarbeidspartnere for interesse og positiv medvirkning i utførelsen av arbeidet med denne innledende undersøkelsen i 1999.

Oslo, 15. november 1999

Olav Skulberg

Innhold

Sammendrag	5
1. Bakgrunn	6
2. Problemstilling	6
3. Orienterende undersøkelse	7
3.1. Prøvetaking	7
3.2. Metoder	7
3.3. Resultater	8
4. Drøftelse av resultater	14
5. Konklusjon	15
6. Henvisninger	16

Sammendrag

- I første halvår 1999 ble det registrert høye kimtall ($v/20^{\circ}\text{C}$, 200-300 pr. ml) i prøver fra et avgrenset område av vannforsyningsnettet til Trondheim kommune. Dette medførte behov for å belyse den mikrobiologiske situasjon i vannforsyningssystemet.
- Det ble i perioden april - juli 1999 foretatt prøvetaking og materialinnsamling til biologiske og kjemiske undersøkelser av begroing/beleggdannelse i ledningsnettet. Laboratoriebearbeidingen foregikk ved Næringsmiddelkontrollen i Trondheim og ved Norsk institutt for vannforskning. Metodene som ble benyttet var de rutinemessige som er innarbeidet til formålet.
- De orienterende studier av begroingssamfunnet viste at vekst med jernbakterier av slekten *Leptothrix* var et fremtredende element. Forekomst av ciliater, zooflagellater og nematoder var påtakelig. Selv om det var en utstrakt biologisk aktivitet i ledningssystemet, var organismene som utviklet seg knyttet til næringsfattig vann, og omfattet til dels typiske indikatorarter for rent vann.
- Resultatene fra kimtallsbestemmelser ga holdepunkter for innhold i vannmassene av organisk stoff som er lett tilgjengelig for mikrobiologisk vekst. Fragmenter/organismer under nedbrytning i beleggdannelser på overflater i ledningsnettet indikerte at plankton fra Jonsvatnet utgjør en viktig næringskilde for begroingssamfunnet.
- Et arbeid med å fremskaffe et praktisk egnet kunnskapsgrunnlag - forankret i de stedegne betingelser - bør utføres for å kunne mestre kimtall/begroingsproblemer i Trondheim kommunes vannforsyningsnett på kort og lang sikt.

1. Bakgrunn

Trondheim vassverk har som en av sine målsettinger å levere godt vann til forbrukerne (uttrykt i Trondheims gjeldende hovedplan for vann). En forutsetning for å nå dette målet er bl.a. å kontrollere og begrense begroing i ledningsnett. Ukontrollert begroing vil på sikt kunne føre til at vannverket ikke blir i stand til å oppfylle drikkevannforskriftenes kvalitetskrav til vann (f.eks. krav til farge og lukt), og slik begroing er dessuten sterkt uønsket også av driftstekniske/økonomiske hensyn.

Begroing i ledningsnett kan neppe direkte bidra til vekst av sykdomsfremkallende mikroorganismer. Temperaturen på vann i Trondheim kommunes ledningsnett ligger aldri over 8°C, og i dette temperaturområdet vil de aktuelle sykdomsfremkallende mikroorganismene ikke kunne formere seg i så stor grad at det får helsemessig betydning for brukerne av vannet.

En av de rutinemessige overvåkingsmetodene for begroing i ledningsnett er den bakteriologiske analysen kimtall v/20°C og kimtall v/37°C (Souci & Quentin 1969) som utføres av Næringsmiddelkontrollen i Trondheim. Noen næringsmiddelindustrier og andre institusjoner, som har kommunal vannforsyning, foretar også egne, regelmessige vannprøver fra inntak og tappepunkt i sin bedrift.

På vårparten 1999 ble det påvist høye verdier for kimtall v/20°C på deler av ledningsnett. Det ble da satt i gang utvidet prøvetaking på nettet. Høye kimtallsverdier ble påvist allerede et par kilometer nedstrøms vannbehandlingsanlegget, men bare på en av to parallelle hovedledninger som forsyner byen med vann. Alle øvrige steder på nettet med påvist høye kimtallsverdier ble forsynt via denne hovedledningen. Flere av de store næringsmiddelbedriftene i Trondheim ligger i området som ble berørt av høye kimtallsverdier.

De nevnte forhold medførte behovet for et undersøkelsesarbeid som ble innledet til formålet. I tillegg til dette undersøkelsesarbeidet gjennomførte Trondheim bydrift rensepluggkjøring av ledningsnett ved næringsmiddelbedriftene på Tunga samt avstengning av en seksjon av den nevnte hovedledningen. Ingen av disse tiltakene viste noen umiddelbar effekt som kunne måles.

Et par uker etter at en hadde begynt å registrere unormalt høye kimtallsverdier i deler av ledningsnett, oppsto en hendelse der lukt og smak i en periode på 2-3 dager ble spredt rundt til store deler av vannforsyningsnett i Trondheim. Dette skyldes at bunnfelt slam i et silkammer ved Jonsvatnet ble virvlet opp slik at lukt- og smaksstoffer ble overført til drikkevannet. Bortsett fra sammenfall i tid, er det ikke funnet noe annet som knytter disse to hendelsene sammen.

2. Problemstilling

Praktiske og hygieniske forhold av uheldig karakter kan oppstå i drikkevannsforsyninger som følge av begroing/beleggdannelse i distribusjonssystemet. Oppkomst av slike avsetninger og tilsamminger - med de konsekvenser det innebærer - er et velkjent og vidt utbredt fenomen til alminnelig ulempe i vannforsyninger (Ormerod 1974, Efraimsen 1999, Lund 1999). For å opprettholde og kontrollere en hygienisk tilstand i et vannforsyningssystem, som er i samsvar med kvalitetskrav til drikkevann gitt i Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. (Sosial- og helsedepartementet 1995), fordres både inngående kunnskap om prosessene det gjelder, og praktisering av forholdsregler og driftsrutiner som er formålstjenlige (Statens institutt for folkehelse 1986, 1987).

Hensikten med undersøkelsen som ble foretatt i 1999 i vannforsyningsnettet til Trondheim kommune var å gjøre innledende observasjoner og analyser for å få holdepunkter om begroing/beleggdannelse - dens natur, forekomst og omfang. Det er videre behov for å fremskaffe et kunnskapsgrunnlag - forankret i stedege forhold - for å praktisere en effektiv behandling av problemene det dreier seg om på kort og lang sikt.

3. Orienterende undersøkelse

Arbeidet omfattet prøvetaking, laboratoriebearbeiding og resultat/databehandling. Spesiell prøvetaking ble foretatt for å kunne skaffe materiale til de biologiske og kjemiske analysene. Undersøkelser, som rutinemessig foretas av Trondheim bydrift og Næringsmiddelkontrollen i Trondheim, ble til dels foretatt i utvidet omfang for å fremskaffe nødvendige holdepunkter.

3.1. Prøvetaking

Bare prøvetaking som direkte angikk materialinnsamling til de biologiske/kjemiske undersøkelsene anføres her. Prøvetakingsstedene fremgår av kartskissen (FIGUR 1). Tidspunktene for observasjonene og prøvetype etc. var:

- 29. april og 28. juni, belegg fra innvendig overflate av hovedvannledning (900 mm, Sentab-rør).
- 27. mai og 14. juli, sestonprøver fra vannforsyningsnettet. Lokalteter: Jervan, VIVA¹, Tunga, Lade, Kolstad og Midtbyen.
- 27. mai, planktonprøve, Jonsvatnet.
- 27. mai og 14. juli, vannprøver til kjemiske analyser.
- 14. juli, materiale av kalksteinsmjøl (Fransefoss - 35440) fra marmorfilter på VIVA til undersøkelse.

Vannprøver og materiale ble transportert til NIVAs laboratorium i Oslo. Analysearbeidet ble påbegynt dagen etter prøvetakingen.

3.2. Metoder

Metodene ved prøvetakingen og laboratoriebearbeidingen var de rutinemessige som benyttes ved NIVA og Næringsmiddelkontrollen i Trondheim. Biologiske og kjemiske analyser av begroingsmaterialet fulgte en fremgangsmåte som er innarbeidet (NIVA 1993, Skulberg 1984).

En omtale av sestonobservasjonene kan være påkrevd. Seston er en fagbetegnelse på vannets innhold av partikler som lar seg sile ut ($>0,45 \mu\text{m}$, Sanni et al. 1984). Det består av organiske og uorganiske partikler og organismer. Den levende del av dette materialet betegnes bioseston. I et vannforsyningsnett vil seston som regel bestå av tre hovedbestanddeler (partikler som stammer fra råvannet, partikler - mineralske og organiske - som løsrives fra overflater og begroinger, organismer som utvikler seg i vannmassene under transporten).

¹ Vikeelvdalen Vannbehandlings-anlegg.

Sestonundersøkelsen ble utført ved mikroskopisk analyse basert på membranfiltrerte prøver (Skulberg 1978).

Prøver for bakteriologisk analyse ble tatt ut fra faste, kjente prøvetakingssteder, som for det meste er vanlige tappekraner. Det benyttes sterile én-gangs flasker tilsatt natriumtiosulfat (for inaktivering av evt. rest-klor i prøven). Prøveuttak utføres av fast, kvalifisert personell, og i samsvar med Norsk standard 4789. Prøvene fraktes til laboratoriet raskt (1-2 t) etter prøveuttak. Analysene foretas ved Næringsmiddelkontrollen i Trondheim, bakteriologisk laboratorium, som er akkreditert for denne analysen. Analysen utføres i henhold til Norsk standard 4791: Innstøping av 1 ml prøve i fast agar (Peptongjærekstraktagar-ferskvann, Merck®), inkubering v/20°C i 72 t, opptelling av alle kolonier.

3.3. Resultater

De fremkomne resultater er sammenstilt i tabeller og diagrammer:

- TABELL 1. Begroingssamfunnet i vannforsyningsnettet.
- TABELL 2. Observasjoner på sestonfiltre.
- TABELL 3. Kjemiske analyseresultater.
- TABELL 4. Organisk stoff og jerninnhold.

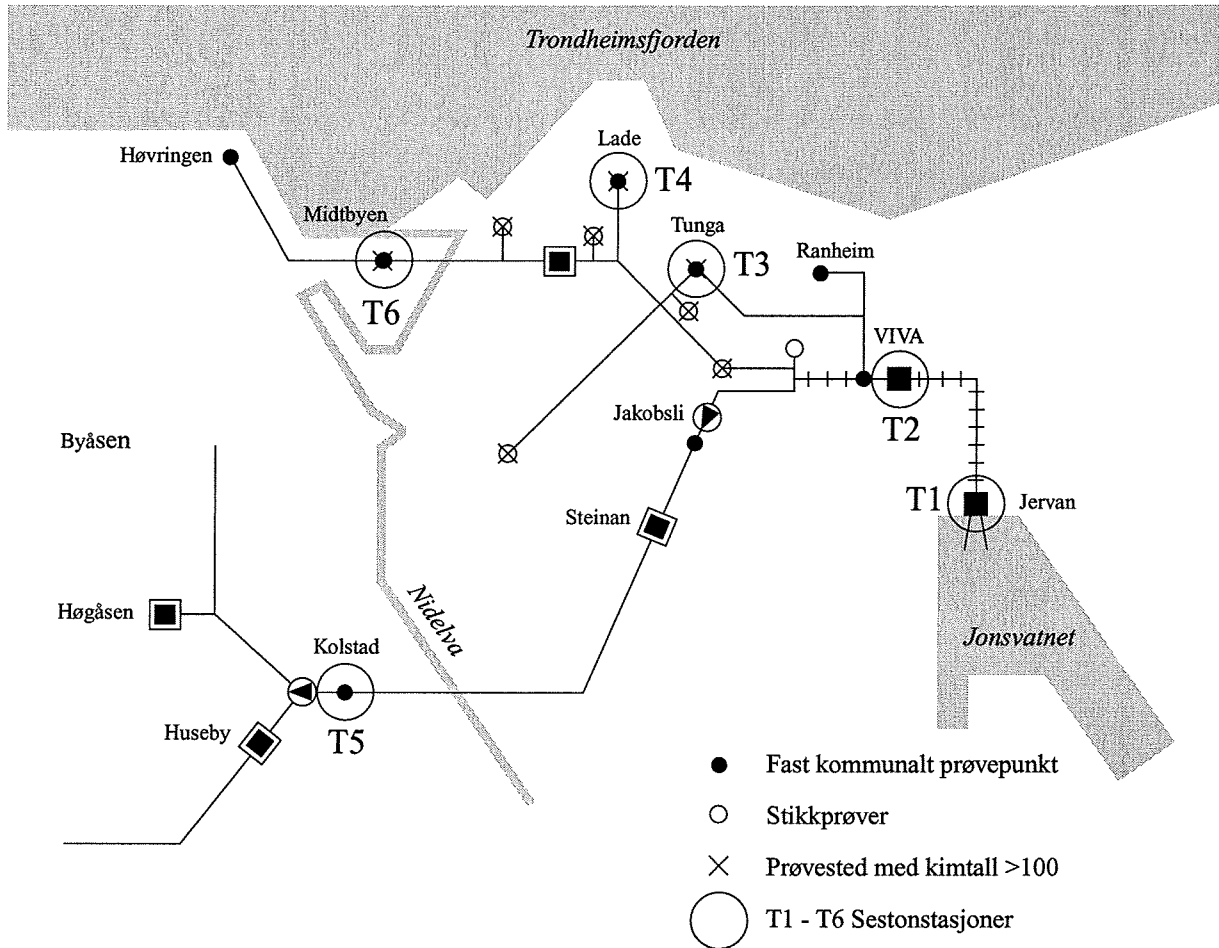
I tabellene er det benyttet disse angivelsene for lokalitetene hvor prøvene ble innsamlet (se FIGUR 1):

T1 Jervan, T2 VIVA, T3 Tunga, T4 Lade, T5 Kolstad, T6 Midtbyen.

I perioden februar - juni 1999 ble det registrert høye verdier for kimtall v/20°C i flere av prøvene tatt ut i Tunga-området og i noen av de andre områdene som forsynes via den samme 900 mm hovedvannledningen (både vannverkets prøver, prøver fra næringsmiddelbedrifter, og prøver tatt av Næringsmiddelkontrollen). Resultatene lå i området 100-300 pr ml. Prøver med høye kimtallsverdier stammet utelukkende fra dette bestemte, avgrensede området av ledningsnettet.

Normalverdier for kimtall v/20°C i vannprøver fra Trondheim kommunes nett har ellers ligget på omkring 10 pr. ml. Det ble ikke funnet hverken koliforme eller termotolerante koliforme bakterier i noen av prøvene fra ledningsnettet i den aktuelle perioden, og kimtall v/37°C viste også lave verdier (1-3 pr. ml) for samtlige prøver.

Faste prøvepunkt som tidvis viste høye kimtallsverdier i uke 1 - uke 32 er grafisk fremstilt i FIGUR 2. I perioden etter uke 32 ble det ikke påvist vedvarende høye kimtallsverdier noen steder i nettet. I FIGUR 3 er det vist et eksempel på regional variasjon i forekomst av høye kimtall basert på resultatene av bakteriologiske bestemmelser i uke 9. (Høye kimtallsverdier ved Steinan høydebasseng skyldes sannsynligvis uheldig prøvepunkt - spyleslange med henstandsvann.)



FIGUR 1. Vannforsyningsystemet med prøvetakingssteder.

TABELL 1. Begroingsamfunn i vannforsyningsnettet.
 Prøver fra hovedvannledningen (900 mm) innsamlet 29.04. ved Jakobsli
 pumpestasjon og 28.06. ved Tungakrysset. Materialet besto av brunfarget, slimaktig
 substans fra innvendig belegg i vannledning. Prøvene ble undersøkt i frisk tilstand ved
 mikroskopisk analyse.

Organismer	Relativ forekomst*	
	29. april	28. juni
Eubacteria		
<i>Hyphomicrobium cf. vulgare</i>	1	1
<i>Pseudomonas cf. aeruginosa</i>	2	
Chlamydobacteria		
<i>Leptothrix discophora</i>	4	3
<i>Leptothrix ochracea</i>	3	1
Protozoa		
<i>Euplotes patella</i>	3	1
<i>Mastigamoeba invertens</i>	2	2
Metazoa		
<i>Monohystera</i> sp.	3	1
VARIA		
(fragmenter/organismer under nedbryting)		
Chrysophyceae		
Skjell av <i>Synura</i> sp.	1	
Cyster av <i>Ochromonas</i> sp.	1	
Lorica av <i>Dinobryon divergens</i>	1	2
Bacillariophyceae		
Centrales	3	4
Pennales	3	3
Euglenophyta		
Lorica av <i>Trachelomonas</i> sp.	3	1
Rotatoria		
<i>Keratella</i> sp.	2	1
<i>Notholca</i> sp.	1	1
Crustacea		
Phyllopoda	1	1
Copepoda	1	1
Pollen	2	

* Vurdering av kvantitet

1 Sporadisk 4 Mye
 2 Lite 5 Dominant
 3 Vanlig

TABELL 2. Observasjoner på sestonfiltere.
Mengdemessig forekomst av partikler.

Prøvested	27. mai	14. juli	Partiklenes natur: Humuspartikler med utfelt jern Begroingsorganismer Planktonfragmenter Mineralpartikler Detritus
T1 Jervan	+++	+++	
T2 VIVA	++	+	
T3 Tunga	++	++	
T4 Lade	++	++	
T5 Kolstad	++++	++++	
T6 Midtbyen		++	

+ → ++++ Økende tetthet på filteret

TABELL 3. Kjemiske analyseresultater.
Prøvetaking 27. mai 1999.

Analyse	Enhet	T1	T2	T3	T4	T5
Farge	mg Pt/l	13,9	13,5	14,1	13,9	14,1
Jern	µg/l Fe	13	8	11	7	32*
Kond.	mS/m	5,71	12,2	12,3	12,4	12,6
Mangan	µg/l Mn	3,6	0,9	1,4	0,9	1,8
TC/GFF ¹⁾	µg/l C	172	37,2	36,9	36,5	36,9
TN/GFF ²⁾	µg/l N	26,0	7,5	7,4	6,8	6,7

¹⁾ Totalt organisk karbon på filter, forbrenningsmetode (1800 °C).

²⁾ Totalt organisk nitrogen på filter, forbrenningsmetode (1800 °C).

* Se anmerkning under TABELL 4.

Ekstraanalyse for lokalitet Lade.

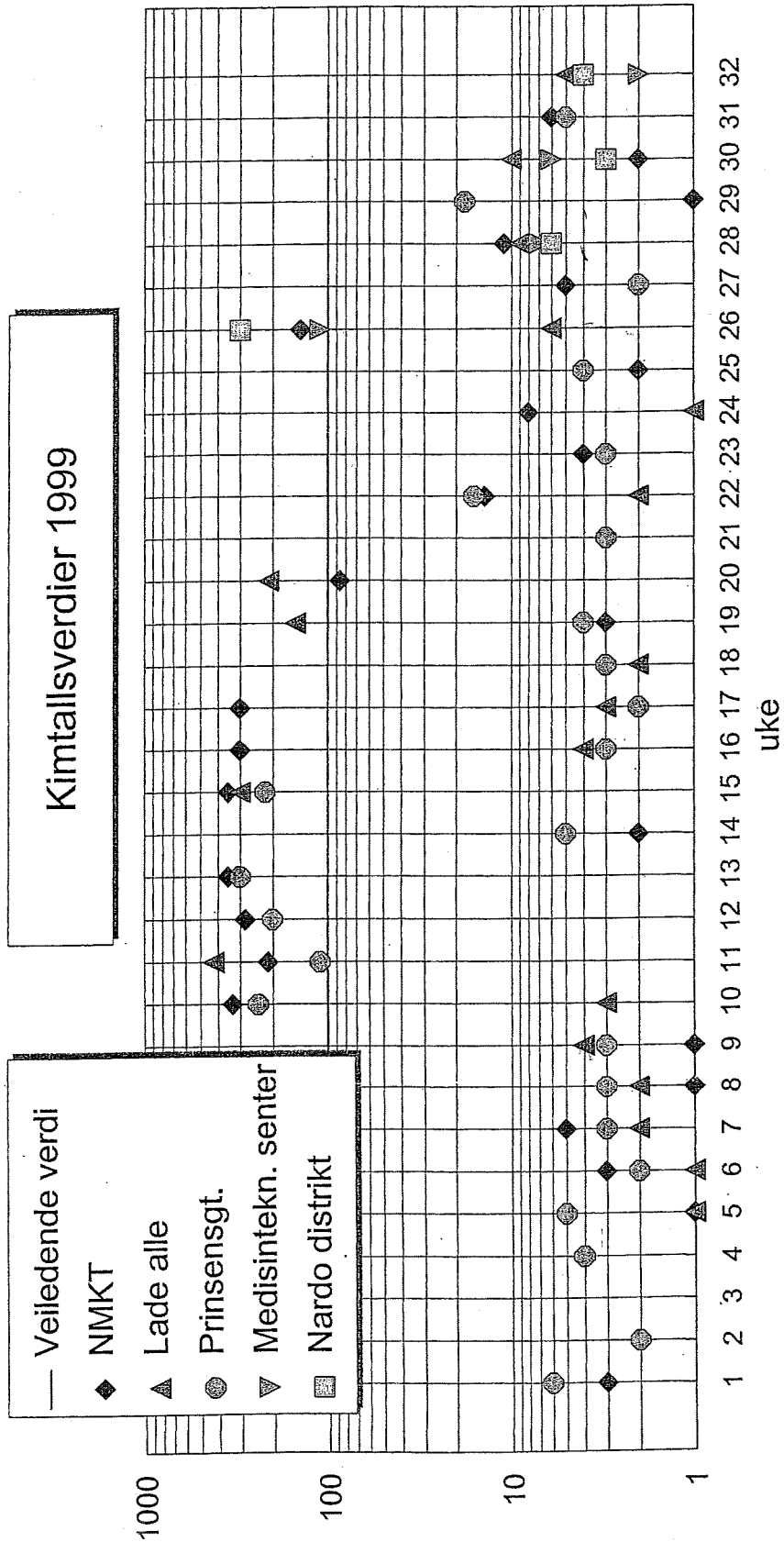
Analyse	Enhet	T4
Kond.	mS/m	12,1
Surhet	pH	7,56
TOC	mg/l C	2,7
Tot-N/l	µg/l N	325

TABELL 4. Organisk stoff og jerninnhold.
Prøvetaking 14. juli 1999.

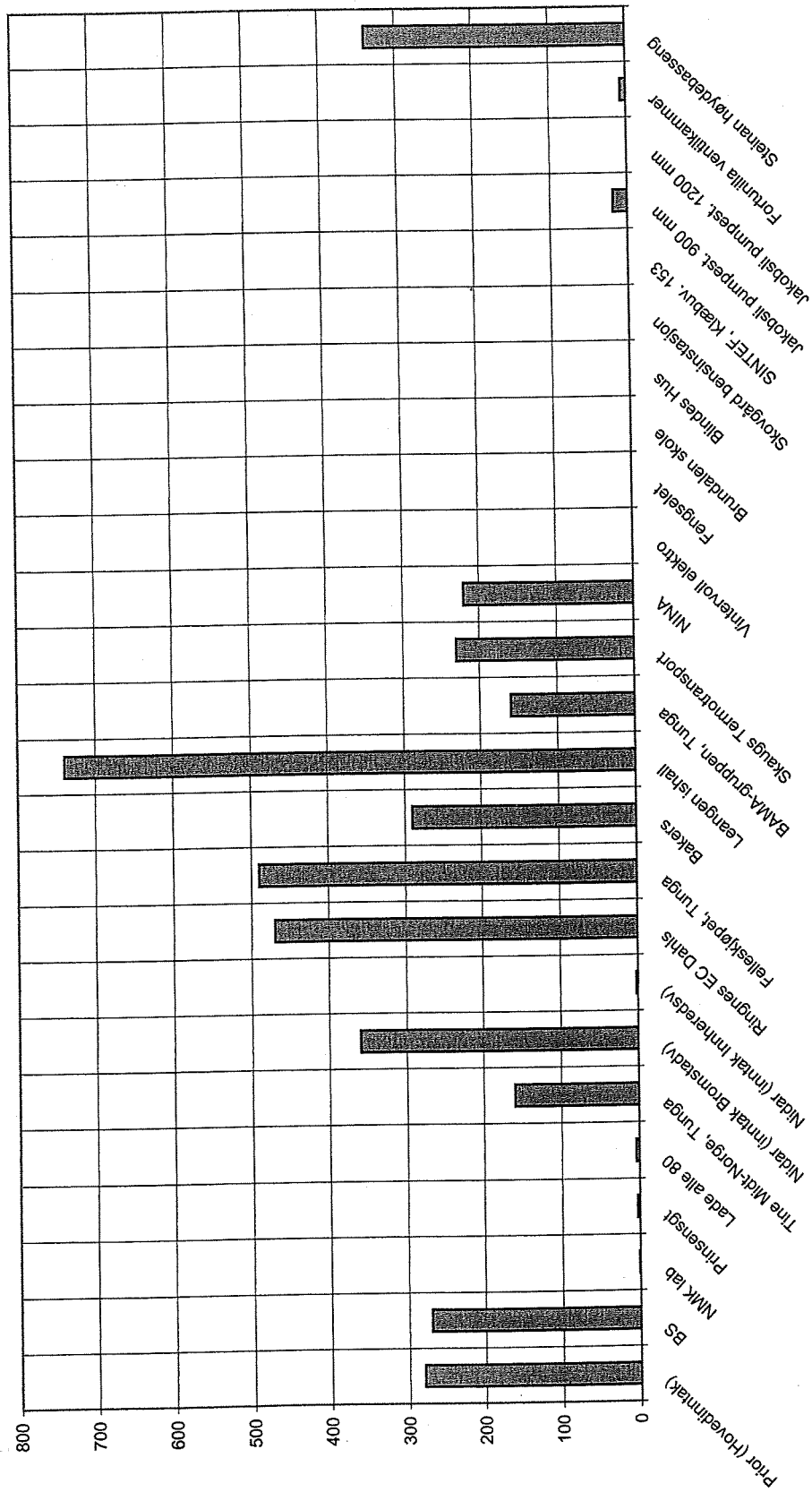
Analyse	Enhet	T1	T2	T3	T4	T5	T6
TOC	mg/l C	2,5	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5
COD/KMnO ₄	mg /l O	2,5	2,6	2,5	2,4	2,4	2,7
Jern	µg/l Fe	9	6	9	8	53*	10

* Det høye jerninnholdet i prøvene fra Kolstad pumpestasjon (T5) skyldes sannsynligvis uheldig prøvepunkt med påvirkning fra stor støpejernsarmatur (henstandsvann).

FIGUR 2. Kimtallsverdier for prøvetakingsstedene i Tunga-området. Resultater for perioden uke 1 - uke 32. Kimtall pr. ml, 20°C.



FIGUR 3. Regional forekomst av høye kintall i uke 9, 1999, Tunga-området. Kintall pr. ml, 20°C.



4. Drøftelse av resultater

De innledende observasjoner og analyser som ble foretatt i 1999 har vist at det er under utvikling begroing/beleggdannelse i betydelig omfang i ledningsnettet til Trondheims vannforsyning.

Undersøkelsene av materialet fra innvendige overflater av hovedvannledningen (rørdimensjon 900 mm) innsamlet 29. april og 28. juni ga holdepunkter om forholdene. Den brunfargede, slimaktige substansen besto av levende og dødt materiale. Størst mengdemessig betydning hadde jern-humusforbindelser og mineralske partikler. Det var en forholdsvis stor andel av sand (partikkelstørrelse opp til 500 µm) og leirmineraler (partikkelstørrelse opp til 38 µm, med hovedmengde <1 µm). I TABELL 1 er det vist observasjoner i materialet av levende organismer og organiske bestanddeler under nedbryting. Denne biologiske komponent av beleggdannelsen stammer til dels fra transportert materiale fra Jonsvatnet, til dels fra organismeutvikling i rørsystemet (TABELL 2).

Begroingssamfunnet var preget av vekst med jernbakterier (arter av slekten *Leptothrix*) som fremtredende element. Ciliater - *Euplotes patella* - og zooflagellater - *Mastigamoeba cf. invertens* var typiske protozoer. Tilstedeværelsen av nematoder - *Monohystera* sp. - var påtakelig. Analyse av beleggdannelsen viste at forholdet mellom mengder av Mn og Fe var som 1:4. Dette harmonerer med at *Leptothrix discophora* hadde størst forekomst blant jernbakteriene (Beger 1952). Innslaget med fragmenter/organismer under nedbryting (oppført under Varia i TABELL 1) indikerte at plankton fra Jonsvatnet utgjør en viktig næringskilde til organismeutviklingen i ledningsnettet. Dette gir også resultatene av de kjemiske analysene holdepunkter for (TABELL 3, f.eks. lokalitet Lade). Selv om det er en utstrakt biologisk aktivitet i ledningssystemet, er organismene som utvikler seg knyttet til næringsfattig vann, og de omfatter til dels typiske indikatorer for rent vann.

De påviste, til dels høye kimtallsverdiene (FIGUR 2 og 3) gjennom første halvår 1999 utgjør i og for seg ikke noe direkte helseproblem. Verdiene gir holdepunkter for tilstedeværelse av lett nedbrytbart organisk stoff i vannmassene, som dermed er lett tilgjengelig for mikrobiologisk vekst. Men fekale indikatorbakterier ble ikke påvist i ledningsnettet, og det antas at sykdomsfremkallende mikroorganismer ikke er til stede eller kan formere seg i vannforsyningsnettet ved de rådende temperaturforhold.

Betydelig begroing i ledningsnettet vil imidlertid kunne utgjøre et "gjemmested" for eventuelle sykdomsframkallende mikroorganismer som har funnet veien inn i ledningsnettet (f.eks. gjennom svikt i desinfeksjon eller forurensning/innlekking på ledningsnettet). Vannverket har klorering, og klorrest vil normalt ha en viss desinfiserende effekt også på ledningsnettet. Begroing vil imidlertid redusere denne effekten, både fordi mikroorganismene "gjemmer" seg i det organiske materialet, og dermed er beskyttet for klor, men også fordi organisk materiale oksideres av klor og dermed "forbruker" klor. Næringsmiddelkontrollen i Trondheim konkluderte likevel med at episodene med høye kimtallsverdier i 1999 ikke medførte noen vesentlig helserisiko under de rådende forhold.

For større næringsmiddelbedrifter som omfattes av et særskilt EØS-basert regelverk (bl.a. meieri, slakteri- og kjøttindustri m.m.), stiller myndighetene krav overfor bedriften til kvalitet på vann som brukes, dvs. oppfylning av drikkevannsforskriftens kvalitetskrav. I tillegg til myndighetenes krav, er mange av disse bedriftene i et stadig mer konkurranseutsatt marked også utsatt for sterke krav fra kjøperne av sine produkter. I denne sammenheng er det alvorlig for bedriften dersom kravene til vannkvalitet ikke innfris, selv om ikke forholdet medfører helserisiko. På denne bakgrunn er det sterkt uønsket for disse bedriftene dersom vannverket leverer vann med kimtallsverdier høyere enn drikkevannsforskriftens veiledende verdi (100 pr. ml).

Funn av høye kimtallsverdier over et visst tidsrom er imidlertid primært et varsel om pågående begroing i ledningsnett. Begroingsutviklingen bør følges opp med utfyllende undersøkelser for å kartlegge årsaksforhold, og for å fremskaffe et kunnskapsgrunnlag til en praktisk behandling/kontroll med den videre hygieniske tilstand i vannforsyningen til Trondheim kommune.

5. Konklusjon

- Det er en sammensatt prosess bak begroing/beleggdannelse som foregår i vannforsyningssystemet til Trondheim kommune. Utfelling av jern-manganforbindelser knyttet til biologisk aktivitet er fremtredende. Avsetninger av mineralpartikler (bl.a. filtersand/marmor), organisk materiale (humusstoffer) og planktonfragmenter (bl.a. kiselalger) indikerer svakheter med den rensetekniske behandlingen av råvannet.
- Selv om det er en utstrakt biologisk aktivitet i ledningssystemet, er mikroorganismene som utvikler seg knyttet til næringsfattige miljøbetingelser og omfatter til dels typiske indikatorarter for rent vann.
- Påvisning av høye kimtallsverdier over et visst tidsrom - som observert i 1999 - er primært et varsel om pågående begroing i ledningsnett. Den mikroskopiske analysen av organismesamfunnet som begroingen utgjør, viste tilstedeværelse av bl.a. jernbakterier, protozoer og nematoder i forekomster som til dels er uhygieniske.
- Så langt er det ikke funnet årsaker som forklarer at det i uke 10 begynte å bli målt unormalt høye kimtallsverdier i deler av nettet som forsynes via en bestemt hovedledning. Det er heller ingen kjente faktorer som foreløpig kan forklare at kimtallverdiene fra uke 27 gikk tilbake til et normalt lavt nivå.
- Det er behov for å følge utviklingen i vannforsyningssystemet og kartlegge årsaksforholdet til utviklingen av mikroorganismer. Praktiske tiltak for å kontrollere begroing/beleggdannelse er avhengig av kunnskap om de rådende biologiske faktorer i samspillet med det fysiske og kjemiske miljøet som gjør seg gjeldende i distribusjonssystemet.
- I situasjoner - slik som erfart i 1999 - med påvisning av til dels høye kimtallsverdier, men der fagmyndighetene vurderer vannet som helsemessig trygt, er informasjon til brukerne av vannet svært viktig. Det må gis faglig korrekt informasjon, både til allmennheten og til spesielle brukere, som f.eks. næringsmiddelindustri, og på en slik måte at det ikke skaper unødig usikkerhet om vannets helsemessige trygghet.
- Det er behov for å få utført arbeid med å fremskaffe et faglig egnet grunnlag - forankret i stedegne betingelser - til å gjøre forholdsregler/tiltak som på kort og lang sikt innebærer mestring av kimtall/begroingsproblemer i Trondheim kommunes vannforsyningsnett.

6. Henvisninger

- Beger, H. (1952): Leitfaden der Trink- und Brauchwasserbiologie. Piscator Verlag, Stuttgart. 328 pp.
- Efraimsen, H. (1999): Jern- og manganoksiderende bakterier i drikkevannsledninger. Konsekvenser for dannelse av biofilm/slam. Vann 34(2): 399-405.
- Lund, V. (1999): Gjenvekst av potensielt sykdomsfremkallende mikroorganismer i norske drikkevannsledninger - hvor stort er problemet og hva vet vi om årsakene. Vann 34(2): 417-426.
- Norsk institutt for vannforskning (1993): Anvendelse av prinsipper for de kjemiske analysemetodene som benyttes ved NIVA. ISBN 82-577-2360-6.
- Ormerod, K. (1974): Problemer med slam og dyr i distribusjonsnett for vann. Temarapport. Norsk institutt for vannforskning, Oslo 57 pp.
- Sanni, S.; Hongve, D. & Skogheim, O.K. (1984): Seston og sedimenter. I: Vassdragsundersøkelser - en metodebok i limnologi. Red. K. Vennerød. Norsk Limnologforening, Universitetsforlaget, Oslo. pp. 225-243.
- Skulberg, O.M. (1978): Sestonobservasjoner ved vassdragsundersøkelser. Fauna 31: 48-54.
- Skulberg, O.M. (1984): Begroing. I: Vassdragsundersøkelser - en metodebok i limnologi. Red. K. Vennerød. Norsk Limnologforening, Universitetsforlaget, Oslo. pp. 167-179.
- Sosial- og helsedepartementet (1995): Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. Nr. 68. 1-9/95. Oslo, 1. februar 1995. 38 pp.
- Souci, S.W. & Quentin, K.E. (1969): Wasser und Boden. Handbuch der Lebensmittelchemie, Band VIII/Teil 2. Springer Verlag, Berlin. pp. 1130-1139.
- Statens institutt for folkehelse (1986): Rengjøring av drikkevannsledninger og basseng. Spyling og desinfeksjon. C2. ISBN 82-7364-011-6. 12 pp.
- Statens institutt for folkehelse (1987): Kvalitetsnormer for drikkevann. G2. ISBN 82-7364-013-2. 72 pp.