

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

O - 206

INNVENDIG KORROSJON PÅ BETONGRØR
VED TRONDHEIM OG STRINDA FELLESVANNVERK

Saksbehandler: Cand.real. Hans Kristiansen
Rapporten avsluttet: Juli 1967.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. PROBLEMSTILLING OG MÅLSETTING	3
3. VANNVERK MED HOVEDLEDNING	4
4. PRØVETAKINGS- OG ANALYSEPROGRAM	5
5. RESULTATER	6
6. DISKUSJON AV RESULTATENE	6
7. BEREGNING AV KORROSJONSHASTIGHET	7
8. KONKLUSJON	8

TABELLFORTEGNELSE

1. Analysemetoder, enheter, litteratur	9
2. Analyse av pH, ledningsevne alkalitet og hårdhet fra Trondheim og Strinda fellesvannverks hovedledning i 1964	10
3. Analyse av pH, ledningsevne, alkalitet og hårdhet fra Trondheim og Strinda fellesvannverks hovedledning i 1965	11
4. Analyse av pH, ledningsevne, alkalitet og hårdhet fra Trondheim og Strinda fellesvannverks hovedledning i 1966	13
5. Analysedata av vann fra Trondheim og Strinda fellesvannverks hovedledning i 1965 og 1966.	15
6. Analysedata av vann fra Trondheim og Strinda fellesvannverks hovedledning utført av NIVA - 1966:1967	16

1. INNLEDNING

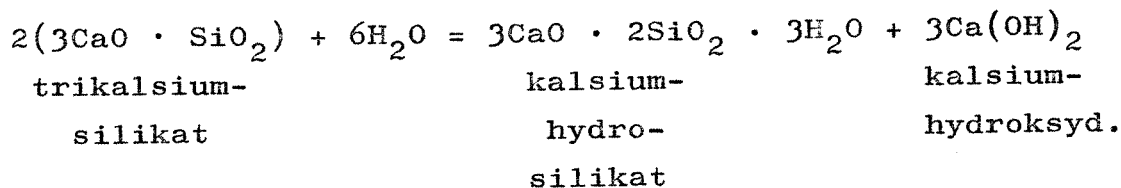
Trondheim og Strinda fellesvannverk tar vann fra Jonsvatnet. Vannet ledes frem til byen gjennom tunnel i fjell og deretter gjennom forspente betongrør.

Bløtt vann har en viss oppløsende innvirkning på betong. Når vannet passerer et betongrør vil betongens påvirkning av vannkvaliteten være direkte proposjonal med korrosjon på røret. For å skaffe seg erfaring for hvordan norske vanntyper innvirker på betongrør, ble det i brev av 5. mars 1964 til Trondheim og Strinda fellesvannverk og Byveterinæren i Trondheim foreslått et prøvetakings- og analyseprogram av vann fra tunnelen og betongledningen. Analysearbeidet skulle i det vesentlige utføres av Byveterinæren. Denne rapport omhandler resultatene av disse undersøkelser.

2. PROBLEMSTILLING OG MÅLSETTING

Hensikten med undersøkelsene er å finne ut hvordan bløtt vann virker på betongrør, og ut fra analysedata komme frem til i hvor stor grad rørmaterialet nedbrytes med tiden.

Hovedkomponenten i sement er trikalsiumsilikat som under herdingen reagerer med vann etter likningen:



Reaksjonen går ikke kvantitativt mot høyre, men innstiller seg på likevekt. Dersom vannet løser ut den frie kalk forskyves likevekten mot høyre, men samtidig vil noe av det dannede kalsiumhydrosilikat reagere videre til andre forbindelser. På denne måten vil sementlimet vaskes ut og betongen etterhvert nedbrytes.

Hvor hurtig nedbrytningen foregår avhenger i første rekke av hvor tett betongen er, det vil si i hvilken grad vannet kan trenge inn i porene på betongen. På den annen side kan det

foregå reaksjoner på overflaten som kan hindre en nedbrytning. Kalsiumhydroksyd reagerer med karbondioksyddinnholdet i vannet, og danner det tyngre oppløselige kalsiumkarbonat som vil utfelles og tette porene. Dessuten kan vi på overflaten få en beleggdannelse som vil bestå av uoppløselige silisiumforbindelser fra sementlimet og hernholdige forbindelser fra vannet.

Stoffene som utløses fra betongen, vil påvirke vannkvaliteten først og fremst ved at pH, elektrolytisk ledningsevne og kalsiuminnhold vil øke. I vanlig betong kan vi si at det bare er sementlimet som er oppløselig i vann. Sementen inneholder ca. 63 % CaO og ca. 21 % SiO₂, og all kalsium som utlutes fra betongen vil være oppløst i vannet. Ut fra den økning en bestemt vannmengde får i kalsiuminnhold ved å passere en bestemt rørledning kan man tilnærmet beregne hvor meget betongen ødelegges pr. tidsenhet.

3. VANNVERK MED HOVEDLEDNING

Vannverket ligger ved Nedre Jervan og tar vannet fra Jonsvatnet på ca. 30 m dyp. Undersøkelser av vannkvaliteten i Jonsvatnet er utført av Norsk institutt for vannforskning i 1957/1958 og 1960/1961.

Tabellen nedefor angir noen analyseresultater for kjemiske undersøkelser av vannet med variasjonsbredde og gjennomsnitt for en rekke målinger

Tabell 1 gir en oversikt over analysemetoder og enheter for resultatene.

Analyser (1960-1061) av vann fra Jonsvatnet.

	Variasjonsbredde	Middeltall
pH	6,6 - 7,3	7,0
El.ledningsevne v/20°C, µS/cm	44,5 - 55,8	47,2
Farge, mg Pt/l	3 - 19	9
Turbiditet, mg SiO ₂ /l	0,1 - 0,8	0,3
Permanganattall, mg O/l	1,8 - 3,3	2,1
Hårdhet, mg CaO/l	8,0 - 11,0	9,5
Alkalitet, ml N/10 HCl/l	2,0 - 3,2	2,8
Klorid, mg Cl/l	4,4 - 5,4	4,9

Råvannet får ingen annen behandling i vannverket enn at det siles og kloreres før det går ut på ledningsnett. Fra vannverket går vannet i tunnel frem til Vikelva. Tunnelen som er 3,9 m lang, ble tatt i bruk i november 1964. Før denne tid fra begynnelsen av 1964, lå vannverket midlertidig ved Vikelva og vannet ble tatt fra denne som kommer fra Litlevatnet. Fra Vikelva går vannet videre i en 1,1 km lang tunnel til Fortuna hvor betongledningen begynner.

Betongledningen er av typen "Sentab" med en diameter på 900 mm og fører frem til Bromstad; en strekning på 3,31 km. Her forgrenes hovedledningen. En betongledning, med diameter 600 mm og lengde 1,55 km, av typen "Bonna", fører frem til et høydebasseng på Kuhaugen. Ved Tunga ca. 700 m før Bromstad er det en avgreining til en bydel hvor forbruket er ca. 20 % av det totale.

Ingen av betongledningene har noe innvendig beskyttende belegg.

Figur 3 viser et kart hvor hovedledning med prøvetakingsstasjoner er inntegnet.

4. PRØVETAKINGS- OG ANALYSEPROGRAM

Vannprøver fra tunnel og betongledning ble tatt på følgende steder:

Stasjon 1. Jervan, i vannverket	Stasjon 5. Tunga
" 2. Vikelva	" 6. Kuhaugen
" 3. Fortuna	
" 4. Jakobsli	

Fra stasjonene 2, 3 og 4 ble de første prøver tatt i oktober 1964 og i november samme år ble det også tatt prøver fra stasjon 1. Betongledningen hadde da vært i drift nesten ett år.

Fra forsøks tidens begynnelse og til sommeren 1966 er det stort sett tatt en prøveserie hver måned. Etter den tid er det tatt tre prøveserier og den siste ble tatt i mars 1967. Prøvene er tatt av vannverkets folk, og analysearbeidet er utført av Byveterinæren i Trondheim. Vannprøven ble rutinemessig analysert på følgende komponenter:

surhetsgrad
spesifikk elektrolyttisk ledningsevne
hårdhet
alkalitet

Instituttet har dessuten fått tilsendt prøver for mere omfattende analyser.

5. RESULTATER

Analyseresultatene fra Byveterinæren i Trondheim med dato for prøvetakingen og temperaturene på vannet er ført opp i tabellene 2, 3 og 4. Resultatene av mere omfattende analyser er ført opp i tabell 5. Prøveserien datert 11. til 16. januar 1961 er analysert av Byveterinæren, de øvrige av NIVA. Analyseresultatene av vannprøver oppført i tabell 6 er også utført av NIVA.

6. DISKUSJON AV RESULTATENE

Temperaturen i forsøkestiden varierte mellom 2 og 5°C. Dette synes ikke å ha hatt noen innflytelse på resultatene.

På figur 1 er årsmiddelverdiene av hårdhetsbestemmelsene utført av Byveterinæren, fremstilt som funksjon av hovedledningens avstand fra Jervan. Figur 2 illustrerer resultatene av hårdhet- og kalsiumbestemmelser, utført av NIVA, som funksjon av avstanden fra Jervan. Av figurene ser vi hvordan kalkutløsningen har avtatt med årene, og kurven på figur 1 og 2 viser god overensstemmelse .

Tunnelen mellom stasjon 1 og 2 har betongbunn og økningen i hårdhet har skyldes kalkutløsning fra betongen. Mellom stasjon 2 og 3 er det også tunnel, men uten betong.

Variasjonene i hårdhet mellom 2 og 3 kan skyldes at vannmassene ikke blir tilstrekkelig blandet ved stasjon 3. Mellom stasjon 3 og 5 er det "Sentabrør". Analyseresultatene oppført i tabellene 4 og 6 viser en relativt liten økning i vannets hårdhet mellom disse stasjoner. Det høye kalsiuminnholdet i prøven fra stasjon 4 i mars 1967 kan skyldes spesielle forhold ved prøvetaking. Mellom stasjon 5 og 6 er det en bit Sentabrør (700 m)

og resten Bonnarør (1.550 m). På denne strekningen har hårdheten på vannet variert og det ble funnet til dels relativt gøye verdier; et forhold som skyldes at vannføringen inn til høydebassenget på Kuhaugen har variert og til dels vært meget lav. Vannet har derfor fått relativt lang oppholdstid og kalsium-innholdet har øket. Da prøven ble tatt i oktober 1966 var vannføringen 10 - 20 l/sek, og da prøven ble tatt mars/april 1967 - 180 l/sek.

Vannføringen i hovedledningen var da prøven ble tatt i mai 1955 ca. 160 l/sek, i januar 1966 ca. 280 l/sek og i mars 1967 ca. 300 l/sek.

7. BEREGNING AV KORROSJONSHASTIGHET

Når vannforbruket er 300 l/sek over en forholdsvis kort rørstrekning (2,61 km) kreves det meget nøyaktige vannanalyser for å kunne beregne korrosjonshastigheten noenlunde nøyaktig. En økning i vannets hårdhet fra stasjon 3 til 5 på 0,1 mg/l CaO, som er innenfor målefeilen for titrering av hårdhet med EDTA, tilsvarer en utløst mengde CaO fra rørveggen på 0,13 kg/m²/år. Resultatene av de to siste analyseserier, oppført i tabell 6, viser en gjennomsnittlig forskjell i kalsiuminnhold mellom de to nevnte stasjoner målt på atomabsorpsjonsspektrofotometer på 0,1 mg/l CaO. Bruker vi dette til å regne ut korrosjonshastighet på røret får vi 0,2 mm pr. år, men dette tall må tas med alle mulige forbehold idet det bygger på et alt for lite analysemateriale.

Størrelser til grunn for utregningen:

rørlengde:	2610 m
diameter:	900 mm
indre rørflate:	7380 m ²
vannføring:	0,3 m ³ /sek
CaO-innhold i rørmaterialet:	30 ‰
spesifikk vekt, betong:	2 kg/cm ³

8. KONKLUSJON

Undersøkelsene har vist at kalkutløsningen har avtatt med driftstiden. Utløsningen er imidlertid nå så lav (etter vel 3 års drift) at skal man ut fra vannanalyser kunne komme frem til et sikkert tallmessig uttrykk for korrosjonshastigheten, må man ta middelerverdier av en rekke enkeltresultater. Vi anser det derfor unødvendig med fortsatte undersøkelser.

HKr/hab

14/7-1967

TABELL 1

Analysemetoder, enheter, litteratur.

Komponent	Metode	Enhet	Litteratur
Surhetsgrad	Glasselektrode, Radiometer	pH	Forskrift for Radiometer-pH-meter
Spesifikk elektrolytisk ledningsevne	Phillips ledningsevne måleapparat	mikroohm ⁻¹ cm ⁻¹	Forskrift for apparatet
Alkalitet	Titrering med N/100 HCl til pH=4,0 glasselektrode	ml N/10 HCl eller mlekvl/l	Deutsche Einheitsverfahren 1957
Hårdhet	Kompleksometrisk titrering med EDTA	mg CaO/l	Deutsche Einheitsverfahren 1957
Farge	Kolorimetrisk på EE1-filterfotometer mot standard Pt-klorid oppløsning	mg Pt/l	Forskrift med apparatet
Turbiditet	Måling av Tyndall-effekt på Sigrist filterfotometer mot standard SiO ₂ -suspensjon	mg SiO ₂ /l	Forskrift med apparatet
Permanganattall	Oppvarming på vannbad 20 min. med sur N/100 KMnO ₄	mg O/l eller ml N/100 KMnO ₄ /l	Statens institutt for folkehelse
Kalsium	Atomabsorbsjonsspektrofotometer	mg CaO/l	Egen fremgangsmåte
Magnesium	Atomabsorbsjonsspektrofotometer	mg Mg O/l	Egen fremgangsmåte
Jern	Kolorimetrisk	mg Fe/l	Appr. Methods for Phys. & chem. Ex of Water 2 Ed. 1953
Mangan	Kolorimetrisk	mg Mn/l	Standard Methods 1955
Klorid	Titrimetrisk med AgNO ₃	mg Cl/l	Som for jern

TABELL 2

Analyse av pH, ledningsevne, alkalitet og hårdhet fra Trondheim og Strinda fellesvannverks hovedledning i 1964.

St.	Dato	Kl.	Temp. °C.	pH	Ledn. evne	Alkalitet me kv/l	Hårdhet
2	6/10	8.35		6,8	55,2	0,31	9,7
3	7/10	13.25		6,9	60,1	0,34	10,3
4	7/10	15.15		6,8	61,5	0,35	11,1
6x)	8/10	9.15		7,0	63,5	0,35	11,9
2	4/11	8.20	5,2	7,1	63,1	0,33	10,6
3	5/11	13.30		7,1	63,1	0,32	11,3
4	5/11	15.40	5,7	7,2	65,2	0,37	12,4
5	5/11	21.15	5,7	6,5	66,3	0,33	11,0
1	16/11	9.15	6,0	6,3	51,0	0,26	8,7
2	19/11	9.20	6,0	5,8	55,2	0,29	9,8
3	20/11	13.40	6,0	6,3	57,5	0,32	10,2
4	20/11	14.30	6,0	5,8	57,5	0,31	10,6
5	20/11	21.30	6,0	5,8	59,0	0,33	11,1
6	21/11	10.00	6,0	6,9	60,0	0,36	10,8
1	14/12	10.00	4,0	7,0	52,5	0,22	8,5
2	17/12	13.00	4,0	6,9	52,5	0,25	8,9
3	18/12	14.00	4,0	7,4	52,5	0,26	9,3
5	18/12	21.45	4,0	7,0	55,8	0,22	10,3
6	19/12	10.00	4,1	7,3	55,8	0,30	10,0
Middelverdier:							
1					51,8	2,4	8,6
2					56,5	3,0	9,8
3					58,3	3,1	10,3
4					61,4	3,4	11,4
5					60,4	2,9	10,8
6					59,8	3,4	10,9

x) Prøven tatt fra det gamle ledningsnett av støpejern.

TABELL 3

Analyse av pH, ledningsevne, alkalitet og hårdhet fra Trondheim og Strinda fellesvannverks hovedledning i 1965.

St.	Dato	Kl.	Temp °C.	pH	Ledn. evne	Alkalitet me kv/1	Hård- het
1	18/1			7,1	51,0	0,30	8,7
2	18/1			7,1	55,2	0,29	10,0
5	18/1			7,2	57,5	0,32	10,5
6	18/1			7,2	59,0	0,35	11,0
1	28/1	10.15	2,3	6,8	56,2	0,29	9,5
2	28/1	10.45	2,4	6,9	57,0	0,31	10,0
5	28/1	13.15	2,4	6,8	57,0	0,32	10,0
6	28/1	13.00	2,5	7,0	60,3	0,34	10,5
1	8/2			6,8	53,0	0,23	9,0
2	8/2			7,2	57,5	0,25	9,5
5	8/2			6,8	60,0	0,28	11,0
6	8/2			6,9	66,2	0,35	11,5
1	8/2	13.15	2,3	7,0	50,9	0,24	9,5
2	11/2	13.05	2,7	7,2	54,5	0,25	11,0
3	12/2	12.40	2,7	7,0	60,2	0,26	11,5
4	12/2	13.20	2,7	7,1	60,2	0,27	12,0
5	12/2	19.50	2,8	6,8	63,4	0,26	11,5
6	13/2	12.00	2,8	7,1	63,4	0,34	12,5
1	8/3	11.05	2,4	6,7	49,1	0,32	9,5
2	11/3	10.15	2,7	7,0	55,2	0,32	9,5
3	11/3	10.45	2,8	6,9	60,1	0,35	10,5
4	11/3	11.10	2,8	6,8	60,1	0,35	10,5
5	11/3	12.30	2,9	7,2	60,1	0,35	11,0
6	12/3	11.40	2,9	7,2	63,7	0,35	12,0
1	8/4	13.00	2,4	7,4	48,0	0,25	8,5
3	9/4	11.30	2,7	7,2	55,3	0,31	9,0
4	9/4	11.40	2,8	7,3	53,8	0,30	9,5
5	9/4	12.15	2,9	7,1	55,3	0,31	12,0
6	10/4	13.10	2,9	7,3	56,5	0,33	11,0

(tabell 3 fortsatt)

St.	Dato	Kl.	Temp. °C	pH	Ledn. evne	Alkalitet me kv/l	Hård- het
1	4/5	11.25	3,1	7,0	51,2	0,28	9,0
2	6/5	12.30	3,2	6,6	52,7	0,26	11,0
3	7/5	13.10	3,2	7,0	55,3	0,30	12,0
4	7/5	15.20	3,2	7,0	52,7	0,31	10,0
5	7/5	20.00	3,4	6,7	56,1	0,33	12,0
6	8/5	11.00	3,4	7,1	58,4	0,31	13,0
1	31/5	11.30	4,4	7,1	53,2	0,27	9,0
2	3/6	12.00	4,0	7,2	57,5	0,26	9,5
3	4/6	10.30	4,5	7,1	57,5	0,29	10,0
4	4/6	15.10	4,6	7,2	60,3	0,30	10,0
5	4/6	20.00	4,7	6,6	60,3	0,29	10,0
6	5/6	11.30	4,8	6,9	65,0	0,35	9,0
7				6,9	34,4	0,10	5,0
1	28/6	11.15	5,3	7,3	42,0	0,30	8,0
2	1/7	11.55	5,3	7,3	44,4	0,30	9,0
3	1/7	12.30	5,3	7,3	44,9	0,32	9,5
4	1/7	12.40	5,3	7,4	47,3	0,33	11,0
5	1/7	13,10	5,6	7,4	48,2	0,33	10,0
Middelverdier							
1					50,2	2,7	9,1
2					54,1	2,8	9,9
3					55,5	3,0	10,4
4					55,7	3,1	10,7
5					57,6	3,1	11,0
6					61,4	3,4	11,5

7 fra vannkummen Stigan

TABELL 4.

Analyse av pH, ledningsevne, alkalitet og hårdhet fra Trondheim og Strinda fellesvannverks hovedledning i 1966.

St.	Dato	Kl.	Temp °C	pH	Ledn. evne	Alkalitet me kv/l	Hård- het
3	21/1	13.12	3,9	7,2	54,7	0,24	9,0
4	21/1	15.30	3,9	7,1	55,2	0,25	10,8
5	21/1	21.00	4,0	7,2	54,3	0,25	9,4
6	22/1	09.30	1,6	6,9	56,2	0,23	9,1
1	14/2	09.00	3,8	7,1	52,2	0,24	8,6
2	17/2		4,0	7,2	58,1	0,26	9,0
3	18/2	13.00	3,8	7,2	53,9	0,25	8,9
4	18/2	15.30	3,8	7,2	53,9	0,24	8,4
5	18/2	21.00	3,8	7,1	53,9	0,25	9,0
6	19/2	09.15	3,8	7,2	55,2	0,26	9,3
1	14/3	08.45	3,7	7,1	53,0	0,24	9,5
2	17/3	08.10	4,0	7,1	53,0	0,22	9,2
3	18/3	13.00	3,8	7,1	54,3	0,25	9,8
4	18/3	15.30	3,9	7,2	53,4	0,23	10,2
5	18/3	21.00	3,9	7,0	54,7	0,24	10,4
6	19/3	09.15	3,9	7,2	56,2	0,26	10,5
1	11/4	08.00	3,8	7,0	50,2	0,25	9,25
2	14/4	09.00	4,1	7,05	50,6	0,24	9,7
3	15/4	13.00		7,1	53,0	0,25	10,45
4	15/4	15.30		7,1	52,2	0,26	10,35
5	15/4	21.00		7,1	52,2	0,25	10,75
6	16/4	09.30		6,9	53,4	0,27	10,75
9	13/4	07.10	2,7	7,1	149,2	1,25	40,9
1	9/5	09.30	4,1	7,0	50,6	0,24	9,8
2	12/5	08.30	4,1	7,0	53,0	0,25	10,4
3	13/5	13.00	3,9	7,1	53,4	0,27	10,4
4	13/5	15.30	3,9	7,2	53,8	0,27	10,6
5	13/5	21.00	4,0	6,8	53,8	0,25	11,0
6	14/5	09.00	4,2	7,1	56,6	0,29	10,9
8 x)	14/5	07.10	3,6	7,2	137,4	1,11	37,3

x) ikke Jonsv.ledning.

(tabell 4 fortsatt)

St.	Dato	Kl.	Temp °C	pH	Ledn. evne	Alkalitet me kv/l	Hård- het
1	5/7	08.50	5,1	7,0	48,4	0,26	9,7
2	7/7	08.30	5,2	7,1	56,2	0,32	9,6
3	8/7	13.00	5,0	7,0	52,2	0,26	9,7
4	8/7	15.30	5,1	6,6	52,2	0,26	9,7
5	8/7	21.00	5,2	7,0	53,0	0,29	9,9
6	9/7	09.00	5,2	7,0	52,6	0,28	9,8
8 x)				7,05	99,6	0,83	24,4
1	5/9	08.30	5,6	6,8	49,4	0,26	9,7
2	8/9	08.30	5,5	6,8	49,8	0,26	9,5
3	9/9	13.00	5,2	7,0	52,6	0,26	9,5
4	9/9	15.30	5,3	7,1	52,2	0,27	9,7
5	9/9	21.00	5,5	7,0	52,6	0,27	9,8
6	10/9	09.00	5,5	7,0	53,8	0,26	10,3
8 x)	10/9	07.15	8,3	7,3	109,0	0,97	27,4
1	10/10	08.15	6,2	6,6	48,7	0,26	9,0
2	13/10	09.45	6,6	7,0	51,7	0,29	10,0
3	14/10	13.00	6,3	7,0	52,6	0,29	10,3
4	14/10	15.30	6,4	7,0	54,3	0,31	10,5
5	14/10	21.00	6,5	6,9	55,2	0,28	10,5
6	15/10	10.15	6,5	7,5	57,6	0,33	11,8
8 x)	17/10	07.15	5,3	7,2	114,2	1,04	30,4
Middelverdier							
1					50,6	0,51	9,4
2					53,4	0,26	9,6
3					53,4	0,25	9,6
4					53,3	0,25	9,9
5					53,5	0,26	10,0
6					54,9	0,26	10,0

x) prøven fra Tømmerholdt.

TABELL 5

Analysedata av vann fra Trondheim og Strinda fellesvannverks hovedledning i 1965 og 1966.

St.	Dato	kl.	temp °C,	pH	Ledn. evne	Farge	Turb.	Alk.	Hård- het	Perm- tall	Fe	Mn	SiO ₂
	1965												
1	11/1	10.15	2,2	7,1	47,3	5		0,25	10	16			
2	14/1	10.00	2,6	7,1	52,9	5		0,25	10	15			
3	15/1	15.06	2,6	7,2	55,2	5		0,30	12	12			
4	15/1	22.40	2,7	6,9	57,7	5		0,28	12	9			
5	16/1	11.20	2,7	7,2	60,0	8		0,30	13	11			
	1965												
1	12/1		2,40	7,1	58,0	14		4,0	8,8	2,3	< 0,05	< 0,05	1,2
2	12/1		2,70	7,0	58,9	6		3,8	9,2	2,1	< 0,05	< 0,05	1,2
3	12/1		1,95	7,1	73,1	71		4,8	12,0	3,4	0,60	< 0,05	2,2
	1965												
1	18/5	11.35	3,8	7,3	50,0	13	0,1	3,9	10,1		< 0,05		1,4
2	20/5	10.45	3,8	7,3	53,3	10	0,4	4,1	11,0		< 0,05		1,5
3	21/5	11.45	3,8	7,4	54,8	11	0,5	4,4	10,9		< 0,05		1,5
4	21/5	13.30	3,9	7,4	55,0	10	0,1	4,4	11,5		< 0,05		1,5
5	21/5	20.30	3,9	7,1	55,0	9	0,1	4,4	11,6		< 0,05		1,5
6	22/5	11.10	4,0	7,9	58,4	18	1,5	4,8	12,4		< 0,25		1,6
	1966												
1	17/1	08.30	3,8	6,8	49,8	16	0,7	3,0	9,7		0,026		1,3
2	21/1	08.30	4,0	7,1	51,5	8	0,1	3,0	10,2		0,044		1,3
3	21/1	13.45	3,9	7,2	52,2	6	0,1	3,1	10,4		0,024		1,4
4	21/1	15.30	3,9	7,2	53,1	7	0,2	3,1	10,3		0,012		1,3
5	21/1	21.00	4,0	7,2	53,2	8	0,1	3,1	10,3		0,012		1,4
6	24/1	09.30	3,9	7,3	54,0	7	0,1	3,2	11,3		0,012		1,5

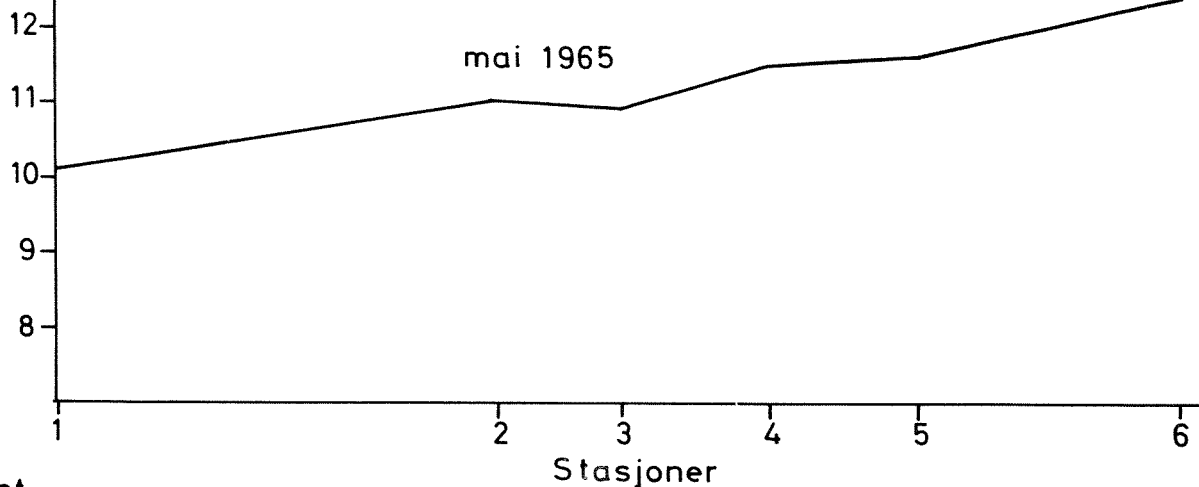
TABELL 6.

Analysedata av vann fra Trondheim og Strinda fellesvannverks
hovedledning utført av NIVA - 1966:1967.

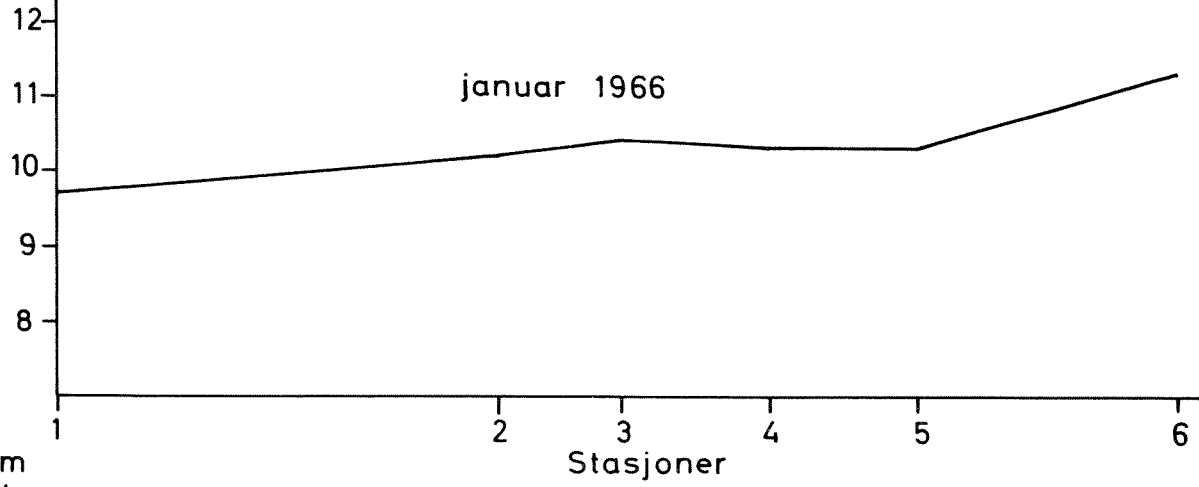
St.	Dato	l.	Temp.	pH	Ledn. evne	Alk.	Hård- het	CaO	MgO
	1966								
1	12/10	10.15	6,2	7,1	52,3	3,0	12,2	7,7	1,39
2	13/10	09.45	6,5	7,2	55,9	3,1	10,3	8,4	1,43
3	14/10	13.00	6,3	7,2	56,8	3,1	11,4	8,8	1,43
4	14/10	15.30	6,4	7,3	58,7	3,4	11,3	8,6	1,43
5	14/10	21.00	6,5	7,1	57,7	3,3	12,6	8,8	1,39
6	15/10	10.15	6,5	7,5	61,3	3,7	11,5	10,2	1,27
	1967								
1	28/3	11.15	1,9	6,9	50,5	4,2	11,8	7,4	1,43
2	30/3	09.00	2,1	7,3	52,5	5,4	12,6	7,7	1,41
3	31/3	12.30	2,0	7,3	52,8	5,2	12,1	7,7	1,50
4	31/3	15.30	2,1	7,2	60,5	6,2	15,3	9,3	1,59
5	1/4	08.35	2,2	7,3	53,8	3,8	11,6	7,9	1,41
6	1/4	10.30	2,2	7,3	54,0	4,0	12,0	8,4	1,41



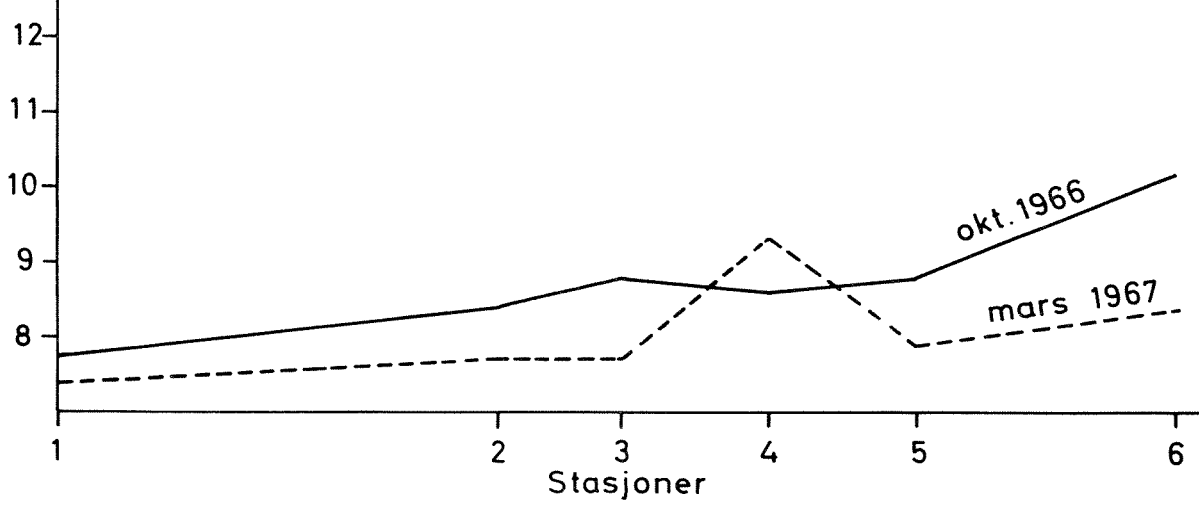
Hårdhet
mg CaO/l



Hårdhet
mg CaO/l



Kalsium
mgCaO/l

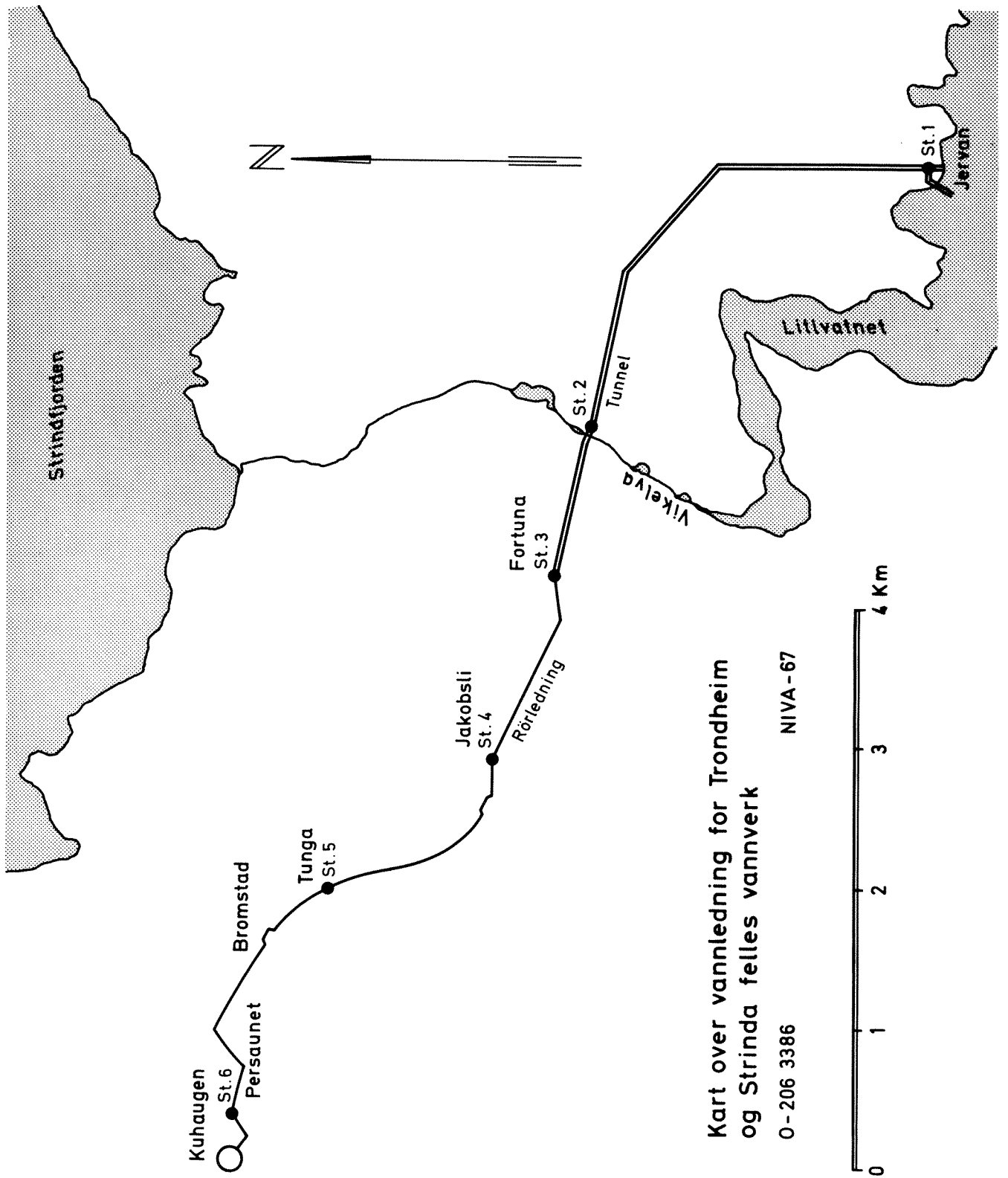


NORSK INSTITUTT FOR
VANNFORSKNING
BLINDERN

Hårdhet og kalsiuminnhold
som funksjon av avstanden
fra Jervan. Egne resultater.

Fig. 2

0-206 4948



Kart over vannledning for Trondheim
og Strinda felles vannverk

0 - 206 3386

NIVA -67

Fig. 3