

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

O-237

Innvendig korrosjon på betong- og  
asbestsementrør  
ved

Interkommunalt Vannverk i 1960 - 1963

Saksbehandler: Cand. real. J. E. Samdal

Rapporten avsluttet 1. november 1964.

INNHold

	Side
1. INNLEDNING	6
2. PROBLEMSTILLING OG MÅLSETTING	6
3. VANNVERKETS OG HOVEDLEDNINGENES TEKNISKE UTFORMING	7
4. METODIKK	7
4.1. Prøvetaking og prøvetakingsstasjoner	7
4.2. Analysemetoder	8
4.3. Databehandling	8
5. RÅVANNSKILDEN OG TIDLIGERE UNDERSØKELSER	9
6. RESULTATER	9
6.1. Råvannets uorganiske ionsammensetning	10
6.2. Vannets generelle kjemiske kvalitet ved st. 1-7	10
6.3. Forholdene ved st. 1- 3	11
6.3.1. Vannets temperatur	11
6.3.2. Klordosering og restklormengde ved Langevatn	11
6.3.3. Vannets pH, ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 1 - 3	11
6.4. Forholdene ved st. 4 - 8	13
6.4.1. Restklormengde ved st. 6	13
6.4.2. Vannets pH, ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 4 - 8	13
6.5. Overføringsledningen Selstjern-Langevatn	14
6.6. Marmorprover	14
6.7. Vannets silisiuminnhold	14
6.8. Slamanalyser	14
6.8.1. Slamprobe tatt fra basseng på Tjensvoll	14
6.8.2. Slamprover tatt fra rørvegg ved st. 5 22.11.62 og 28.6.63	15
7. KALKUTLØSNINGEN FRA BETONGRØRENE	15
8. KONKLUSJON. FORSLAG TIL PRAKTISKE TILTAK	18

<u>TABELLER.</u>	Side
1. Prøvetakingsdato og klokkeslett for prøvetakingene.	19
2. Prinsipp og litteraturhenvisning for analysemetodene samt enhetene for analyseresultatene.	20
3. Råvannets ionsammensetning.	22
4. Vannets kjemiske kvalitet med hensyn til farge, turbiditet, permanganattall, sulfat, klorid, hårdhet og magnesium ved st. 1 - 7.	23
5. Analyseresultatene for blandprøve fra Langev. (Overflate og 9 m dyp den 22.11.63 kl.11). Oksygenanalyser fra st. 2 og 7 den 23.1. og 31.10.62.	25
6. Vannets temperatur, klordosering og restklormengde.	26
7. Vannets pH, ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 1 - 3.	32
8. Aritmetisk årsmiddel ( $\bar{X}$ ) og standardavvik( $\pm S$ ) for pH, lednings-34 evne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 1 - 8.	34
9. Vannets pH, ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 4 - 7.	36
10. Variasjonskoeffisientene for pH, ledn.evne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 1 - 8.	40
11. Analyseresultater for pH, ledn.evne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 8 (Klepp).	41
12. Analyseresultatene for vannprøver tatt på overføringsledningen Selstjern - Langevatn 1960 - 61.	42
13. Analyseresultatene etter marmorprøver.	43
14. Vannets silisiuminnhold.	44
15. Analyseresultater for slamprøver tatt ved st. 5 og 7.	45

16. Kalkutløsningen i mg CaO/l og som utløsningskoeffisient i g/m.h. ved alle stasjonsavsnitt. 46
17. Tid (h) mellom prøvetakinger (A) ved forskjellige stasjonsavsnitt og vannets reelle oppholdstider (h) (B). 47

	FIGURER.	Side
Fig. 1.	Beliggenhet av prøvetakingsstasjonene.	48
" 2.	Skjematisk fremstilling av årsmidlene for pH, lednings- evne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 4 - 7.	49
" 3.	Differansen i kalsiumoksydinnhold ved st. 7 og st.1-3.	50
" 4.	Utløsningskoeffisienten ved forskjellige stasjons- avsnitt.	51
" 5.	Utløsningskoeffisienten for strekningen Langevatn- Tjensvoll i 1960 - 1963.	52

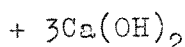
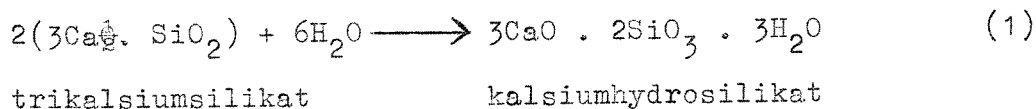
Innvendig korrosjon på betong- og asbestsementrør ved Interkommunalt Vannverk i 1960 - 1963.

1. INNLEDNING.

Denne rapporten omhandler resultatene av undersøkelser foretatt i tiden juli 1960 - desember 1963. Undersøkelsene kom istand etter henvendelse fra Interkommunalt Vannverk (I.V.) ved driftsbestyrer Bernt Svihus. Provetakingene og undersøkelsene av vannprøvene var til å begynne med av rent orienterende art. Man visste fra litteraturen og fra erfaringer ved andre vannverk at vanntyper tilsvarende I.V.'s råvann fra Langevatn har tærende innvirkning på ubehandlede betong- og asbestsement-rør. Resultatene av de innledende og orienterende analyser førte til et undersøkelsesprogram med mer regelmessig prøvetaking. Takket være god assistanse fra I.V. med prøvetaking m.v. har vi hatt de beste muligheter for å foreta våre undersøkelser. Undersøkelsene vil fortsette i begrenset omfang i 1964.

2. PROBLEMSTILLING OG MÅLSETTING.

Når kalk-aggressivt vann er i kontakt med betong foregår det en utløsning av kalk fra betongens sementlim. Hovedbestanddelen av sementlimet er trikalsiumsilikat som ved herdingen reagerer med vann etter denne likningen:



kalsiumhydroksyd

Kalsiumhydrosilikatet og kalsiumhydroksyd dannes i betongens porer. Når vann med sur karakter trenger inn i porene vil det oppløse kalsiumhydroksyd (base) og reaksjonen, som likningen uttrykker, går mot høyre. Utløsningen kan føre til ulemper av to slag: materialforringelse av betongen og kvalitetsforandring av vannet. Målet for undersøkelsene har vært å fastslå størrelsen av utløsningen og dernest,

på grunnlag av de fremkomne resultater, eventuelt å fremkomme med praktiske forslag slik at utløsningen kan bli redusert mest mulig.

### 3. VANNVERKETS OG HOVEDLEDNINGENES TEKNISKE UTFORMING.

Her skal bare gis en grovskissering av hvorledes vannverket og hovedledningene er lagt opp. Se forøvrig ("Felles-vannverk for Nord-Jæren," 1960)

Vanninntaket er plassert nær bunnen av Langevatn, i noen avstand fra damplaten i innsjøens nord-vestre del. Vannet tas inn på ca. 9 meters dyp i forhold til høyeste regulerte vannstand, passerer en varegrind for grovsiling og blir deretter silt og klorert. Vannet graviterer så i 900mm betongrør (Premorør) til et utjevningsbasseng i betong på Lundefjell. Fra Lundefjell renner vannet videre til magasiner av betong på Tjensvoll. Fra Åsland (8,0 km fra Langevatn) taes vann ut fra betongledningen og føres i 400 mm asbestsementrør (Eternitt) til Klepp.

### 4. METODIKK.

Undersøkelsesmetodikken ble lagt opp slik at prøvetakingene og bestemmelse av de forskjellige komponenter i drikkevannet skulle beskrive vannets tæring på betongrørene. I noen tilfeller ble det foretatt mere omfattende analyser for å beskrive vannets generelle kvalitet.

#### 4.1. Prøvetaking og prøvetakingssstasjoner.

Prøvetakingen ble oftest utført én gang i måneden. Vannprøvene ble tatt på plastflasker (polyetylen) med skrukork. Flaskene ble skylt innvendig med prøvetakingsvannet før selve prøven ble tatt. Prøvene ble avsendt fra Stavanger til Oslo for kjemisk undersøkelse på selve prøvetakingsdagen, slik at lagringstiden for prøvene var kortest mulig innen kjemisk analyse ble foretatt. Marmorprøvene ble tatt på konvensjonell måte ved bruk av glassflaske med glasspropp. De enkelte prøver ble tatt ved tidspunkter som var avpasset i forhold til vannets hastighet i rørene, slik at prøvene på en prøvetakingsdag ble tatt fra omtrent samme vannmasse.

Figur 1 viser beliggenheten av prøvetakingsstasjonene, og tabell 1 angir dato og klokkeslett for prøvetakingene. I hovedsaken ble samme prøvetakingsstasjoner opprettholdt gjennom hele undersøkelsesperioden, og prøvene fra hver stasjon ble tatt på samme sted og fra samme tappekran. Dette gjelder ikke for prøvene fra Langevatn. Her ble det tatt prøver fra overflaten (St.1), fra 6 - 9 m dyp (St.2), og fra grovsilt og klorert vann (St.3.) For st.8 (Klepp st.) er det bare tatt prøver i slutten av undersøkelsesperioden, fordi asbestsementledningen til Klepp ikke var ferdig til bruk da undersøkelsene tok til.

#### 4.2. Analysetoder.

Tabell 2 angir prinsipp, litteraturhenvisning for analysetodene samt enhetene for analyseresultatene.

#### 4.3. Databehandling.

I avsnitt 6 har vi bearbeidet analyseresultatene etter statistiske metoder. Tallmaterialets aritmetiske middel eller sentralverdi  $\bar{x}$  er her gitt ved uttrykket:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum x_i \quad (2)$$

der N er antall observasjoner og  $x_i$  enkeltobservasjoner. Videre er standardavviket s som er et uttrykk for tallmaterialets spredning omkring sentralverdien, gitt ved uttrykket:

$$s = \sqrt{\frac{1}{N} \sum x_i^2 - \bar{x}^2} \quad (3)$$

Variasjonskoeffisienten  $C_v$  er gitt ved:

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (4)$$

I enkelte tilfeller har vi sammenliknet to middeltall ved Student's t-test og uttrykket:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{N_1 s_1^2 + N_2 s_2^2}{N_1 + N_2}}} \sqrt{\frac{N_1 \cdot N_2 (N_1 + N_2 - 2)}{N_1 + N_2}} \quad (5)$$



Student's t-test har bare vært foretatt i de tilfeller der variansene  $s_1^2$  og  $s_2^2$  har samme størrelsesorden etter verdien av F-testen:

$$F = \frac{s_1^2 \cdot N_1(N_2-1)}{s_2^2 \cdot N_2(N_1-1)} \quad (6)$$

## 5. RÅVANNSKILDEN OG TIDLIGERE UNDERSØKELSER.

Vannverket får sitt vann fra Figgjofeltet, som består av Storevatnsfeltet, Selstjernfeltet og Langevatnsfeltet. Bergartene i dette området er vesentlig gneiser og granitter. Vegetasjonen i feltet består for en vesentlig del av gress og lyng n.v., mens skogbevoksningen er liten. Nedborfeltets geologi og vegetasjon er derfor slik at avrenningsvannet er bløtt og surt, men lite humusholdig. Såvidt vi vet har ikke innsjøene i nedborfeltet vært undersøkt limnologisk før feltet ble tatt i bruk som drikkevann, og man har liten eller ingen kjennskap til den eventuelle innvirkning som oppdenninger n.v. kan ha hatt på vannkvaliteten. En kjemisk-limnologisk undersøkelse av Langevatn ble utført av oss den 29. juni 1962 (se NIVA-rapport "Undersøkelse av Langevatn". Nov. 1962). Disse limnologiske undersøkelser viste at innsjøens sprangsjikt lå i 16 - 18 m dyp. Oksygenforholdene var gode i alle dyp. I bunnlagene foregikk det inidertid en viss dekomponering av organisk stoff under oksygenforbruk, og produksjon av sure bestanddeler som senket pH. Ledningsevnen var lav og indikerte lavt innhold av mineralske substanser. Dette er i god overensstemmelse med tallene for hårdhet som også var lave. Videre var farge-, permanganat- og turbiditetstallene lave. Forholdet viste at vannet i Langevatn bare inneholdt små mengder av organiske komponenter (humus) og svevepartikler. Innholdet av jern og mangan var for de fleste prøver 0,05 mg/l. I kjemisk henseende må derfor vannet fra Langevatn karakteriseres som utmerket. Bakteriologisk sett var også vannet av god kvalitet.

## 6. RESULTATER.

Resultatene av undersøkelsene er oppført i kurver og tabeller.

### 6.1. Råvannets uorganiske ionsammensetning.

Analyseresultatene står i tabell 3. (Se også tabell 5). Konsentrasjonene av uorganiske ioner i vannet er så små at vanlige kjemiske analysemetoder ofte ikke uten videre kan anvendes. Vi anriket derfor de forekommende uorganiske ioner på en kationutbytter og en anionutbytter. Ved hjelp av denne teknikken og den senere behandling av ionutbytterne var det mulig å analysere oppløsninger som inneholdt 173 ganger mer uorganiske ioner enn det som opprinnelig var tilstede i råvannet. Anrikningen av ionene på ionutbytterne ble foretatt ved Langevatn den 22/11 1962 på en råvannsprøve som ble tatt i overflaten like ved demningen. På prøvetakingsdagen var det is på Langevatn. Man ser fra tabell 3 at natrium, magnesium og kalsium er dominerende kationer mens klorider, sulfater og silikater dominerer blant anionene. Summen av kationer og anioner er i bra overensstemmelse med hverandre. Beregnet ledningsevne ut fra ionanalysene er i god overensstemmelse med ledningsevnen målt i Langevatn (se tabell 5 og avsnitt 6.3.3.).

### 6.2 Vannets generelle kjemiske kvalitet ved st. 1 - 7

I 1960 - 62 ble det tatt en del prøver og utført analyser med sikte på en generell beskrivelse av vannets kvalitet i kjemisk henseende. Resultatene av disse analysene står i tabell 4 og 5. Aritmetisk middel for forskjellige analysekomponenter ut fra tabell 4 er fremstilt nedenfor:

St.	1	2	3	4	5	6	7
Farge	9	6	6	10	7	7	16
Turbiditet	0,6	0,8	0,6	1,4	0,9	0,7	2,4
Pern.tall	0,83	0,99	0,80	0,93	0,88	0,85	0,92
Sulfat	-	3	-	3	3	4	2
Klorid	-	6,5	-	6,8	6,9	6,5	6,9
Hårdhet	-	3,9	-	4,1	4,9	6,5	6,9
Magnesium	-	1,3	-	1,5	1,6	1,3	1,3

Fargen og turbiditeten viser en stigende tendens mellom st. 6 og 7. Permanganattallet stiger inidlertid ikke nevneverdig i retning fra

st. 6 til st. 7, og vi har derfor antatt at stigningen i farge og turbiditet skyldes prøvetakingen og uorganisk slamdannelse som senere ble påvist ved Tjønsvold. Mens hårdheten stiger fra st. 1 til st. 7, tiltar ikke innhold av sulfat, klorid og magnesium.

### 6.3. Forholdene ved st. 1 - 3.

I den første prøvetakingstid ble det bare tatt prøver fra Langevatn på 6 - 9 m dyp. Etterhånden ble det klart at det var ønskelig med prøver både fra Langevatnets overflate og fra Langevatn etter klorering. Dette er bakgrunnen for at prøveprogrammet ble utvidet slik at det ble tatt prøver fra i alt 3 steder ved Langevatn.

6.3.1. Vannets temperatur. Temperaturen av råvannet ved Langevatn (st. 3) i tiden 1/8-60 til 30/12-63 står i tabell 6. Vanntemperaturen er avhengig av årstidene, med varmt vann om sommeren og kaldt vann om vinteren. Dette skyldes inntakets anordning som er slik at det tappes vann fra epilimnion i Langevatn. Temperaturnålingene er utført av vannverkets egne folk.

6.3.2. Klordosering og restklormengde ved Langevatn. Vannet kloreres med klogass ved Langevatn, og tabell 6 viser klordoseringsmengder og restklormengder i tiden 1/8-60 til 31/12-63. I visse perioder var klordoseringen ved Langevatn relativt høy i forhold til vannets kjemiske kvalitet og det var til enkelte tider betydelige mengder restklor i vannet ved Langevatn (unmiddelt etter klorering). Restklormengdene er bestemt av vannverkets folk.

6.3.3. Vannets pH, ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 1 - 3. Analyseresultatene står i tabell 7. Kvalitetsforandringene av vannet idet det passerer betongledningen fra Langevatn sees best med disse analyseresultater som bakgrunn. Sammenlikning av resultatene fra st. 1, 2 og 3 med resultatene fra st. 4 - 8 har interesse, men innbyrdes sammenlikning av analyseresultatene for st. 1, 2 og 3 er også av betydning. Slike sammenlikninger utføres best ved å betrakte

tallmaterialets aritmetiske middel og dets standardavvik. I tabell 8 er sammenstillet aritmetiske årsmiddeltall og standardavvik for pH, ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold ved alle stasjoner. I sammenstillingen nedenfor er vist aritmetiske middeltall for analysekomponentene ved st. 1 - 3.

St.		1960	1961	1962	1963	60 - 63
1	pH	-	-	6,04	5,84	5,94
	Ledn.	-	-	3,29	3,27	3,28
	Alk.	-	-	0,44	1,03	0,7
	Kalsium	-	-	1,40	1,48	1,44
2	pH	6,38	6,35	6,05	5,87	6,13
	Ledn.	3,61	3,30	3,25	3,07	3,27
	Alk.	0,89	0,50	0,44	0,98	0,67
	Kalsium	2,02	1,69	1,52	1,40	1,60
1-2	pH	-	-	6,05	5,85	6,00
	Ledn.	-	-	3,28	3,17	3,28
	Alk.	-	-	0,44	1,01	0,69
	Kalsium	-	-	1,46	1,44	1,52
3	pH	-	-	5,63	5,56	5,59
	Ledn.	-	-	3,34	3,11	3,23
	Alk.	-	-	0,40	0,92	0,65
	Kalsium	-	-	1,40	1,38	1,39

Det fremgår av tabellen at middeltallene for alle analysekomponenter ved st. 1 og 2 ligger nær hverandre. Det samme er tilfelle med ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 1 - 2 sammenliknet med st. 3. Vannets pH ligger betydelig lavere ved st. 3 enn ved st. 1 på grunn av kloreringen.

Analyseresultatenes variasjon ved st. 1 - 3 fremgår av variasjonskoeffisientene i tabell 10. Koeffisientene for hele undersøkelsesperioden viser at variasjonene med hensyn til pH, alkalitet og kalsium ved st. 1 og 2 er av samme størrelsesorden. Ledningsevnen ved st. 2 viser mindre variasjon enn ved st. 1, og variasjonen er av samme størrelsesorden som ved st. 3. Vannets pH ved st. 3 varierer relativt

lite. Variasjonene i alkalitet og kalsiuminnhold er av samme størrelsesorden ved alle stasjonene. Statistisk har vi kunnet påvise (Student's t-test) at vannet ved st. 1 og 2 representerer samme vannmasse med hensyn til pH, alkalitet og kalsiuminnhold.

#### 6.4. Forholdene ved st. 4 - 8.

Stasjonene 4, 5, 6 og 7 ligger på betongrørledningen til Stavanger, mens st. 8 er på asbestsementledningen ved Klepp st.

6.4.1. Restklormengde ved st. 6. I tabell 6 står oppført noen resultater av restkloranalyser. Resultatene viser at den doserte klormengde ved Langevatn praktisk talt er oppbrukt ved Forus.

#### 6.4.2. Vannets pH, ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st.4-8.

Analyseresultatene står i tabell 9 (st. 4 - 7) og tabell 11(st.8). Aritmetiske middeltall og standardavvikene for hvert år og for hele undersøkelsesperioden er oppført i tabell 8, mens tabell 10 angir variasjonskoeffisientene. På samme måte som ved st. 1 - 3 er det best å studere tallmaterialet fra st. 4 - 7 ved hjelp av aritmetiske middeltall og variasjonskoeffisientene. Fig. 2 er en fremstilling av årsmidlene for pH, ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 4 - 7. Figuren viser økningen for hver parameter i retning fra st. 4 til 7, og avtakingen for hver parameter fra 1960 til 1963. Særlig klart kommer disse forhold frem av verdiene for kalsiuminnholdet.

Når det gjelder tallmaterialets spredning ved st. 4 - 7 er forholdene ikke så klare som for årsmidlene, og det er vanskelig å peke på tendenser i spredningen. For kalsium ser det ut til (1960-1963) at det er en stigning i variasjonskoeffisienten fra st. 4 til st. 7, med unntak av st. 6, som har lavere variasjonskoeffisient enn st. 5 og 7, muligens som følge av utjevningmagasinet på Lundefjell.

Vannledningen til Klepp ble tatt i bruk i januar 1962. Undersøkelsene tok til høsten samme år, og det foreligger derfor analyseresultater fra vel ett år. Resultatene fra tabell 11 viser at pH, ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold øker betraktelig på grunn av kalkutløsning fra rørledningen. Kalkutløsningen er større enn for betongledningen^ fra Langevatn i første driftsår, og i løpet av 1963 ser det ikke ut til at utløsningen avtar. Variasjonene i tabell 11 skyldes først og fremst varierende vannføring i ledningen.

#### 6.5. Overføringsledningen Selstjern - Langevatn.

I undersøkelsesperioden ble det tatt en del vannprøver fra betongledningen mellom Selstjern og Langevatn. Analyseresultatene står i tabell 12. Utløsningen av alkaliske bestanddeler fra rørledningen resulterer i temmelig høye verdier for pH, ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold, alt avhengig av vannets oppholdstid i rørledningen. I enkelte tilfeller forekommer høye farge- og turbiditetstall, et forhold som antakelig skyldes suspenderte, mineralske partikler som vaskes ut fra overføringsledningen.

#### 6.6. Marmorprøver.

Marmorprøveanalyser av vannet er bare utført i begrenset utstrekning, og resultatene av analysene står i tabell 13. Økningen av pH, alkalitet, hårdhet og kalsium etter marmortilsetning kan tas som et mål for vannets aggressivitet overfor betong. Det er interessant å legge merke til at vannet ved st. 8 praktisk talt ikke forandres etter marmortilsetning. Dette skyldes at vannet er så alkalisert at det ikke oppløser marmor.

#### 6.7. Vannets silisiuminnhold.

Analyseresultatene for endel silisiumanalyser på vannprøver står i tabell 14. Se også tabell 12. Vannet ved st. 8 har betydelig høyere silisiuminnhold enn ved st. 1 - 7. Økningen av silisiuminnholdet ved st. 1 - 7 er imidlertid mindre enn det man måtte vente etter kalsiumhydroksilikatets sammensetning i sementen (se avsnitt 2, likn.(1)). Dette skyldes antakelig at en del silisiumdioksyd ikke går i oppløsning, men blir igjen som et tynt slamlag av vannholdig silisiumdioksyd på innsiden av rørveggen (se 6.8.2).

#### 6.8. Slamanalyser.

Analyser av slam fra ledningsnettene ble utført på 3 slamprøver i undersøkelsesperioden.

6.8.1. Slamprøve tatt fra basseng på Tjensvoll. Fra I.V. fikk vi 18/2-61 oversendt en gråhvit slamprøve som var tatt i bassenget på Tjensvoll. Tilsammen ble det funnet ca. 15 l av slammet i grå-hvite, linseformede hauger på bunnen av bassenget. Slammet ble funnet i den halvdel av bassenget som hadde vært i drift den siste  $1\frac{1}{2}$  måned. I den

andre bassenghalvdel, som ikke hadde hatt nevneverdig gjennomstrømming i samme tidsrom, ble det ikke funnet noe tilsvarende slam.

Da slammene ble funnet, var det ca. 6 måneder siden bassenget ble rengjort. Månedlig strømmer det ca. 900 000 m<sup>3</sup> vann gjennom bassenget som er ca. 10 000 m<sup>3</sup>. Ved tidligere tømming og rengjøring av bassenget har man ikke funnet noe slam, bortsett fra en del sand fra den første driftstid da siler og silkammer ikke var i bruk ved Langevatn.

Analyseresultatene (tabell 15) viser at slammene hovedsakelig besto av kalsium og magnesiumkarbonat med noe jern og sulfat. Det er overveiende sannsynlig at slammene skrives fra betongrørene, men det er vanskelig å forklare hvorfor man tidligere ikke har funnet slam ved Tjensvoll. Slammets tørrstoff i % av våtvekt var 12%. Ved glødning avtok slammene ikke nevneverdig i vekt og inneholdt således lite forglødbare substanser (organisk stoff m.v.).

6.8.2. Slamprøver tatt fra rørvegg ved st.5 (22/11-62 og 28/6-63) Innvendig rørvegg ved st. 5 ble første gang inspisert den 22/11-1962. Betongrørene var dekket innvendig med et tynt, slimaktig, svart belegg som inneholdt jern.

Ny prøve av slammene fra innvendig rørvegg ved Lundefjell ble tatt for nærmere undersøkelse den 28/6-1963. Resultatene av analysen står i tabell 15. Innhold av jern og silisium dominerer, men det fins også tilstedeværende kalsium, magnesium og mangan samt diverse oksyder. Sannsynligvis består slammene av et vannholdig silikatbelegg som blir liggende igjen på rørvæggen når kalsiumhydroksyd utløses fra betongen. Innholdet av jern og mangan kan antakelig bare forklares ved at disse tungmetaller avgis fra vannet til silikatbelegget på rørvæggen.

## 7. KALKUTLØSNINGEN FRA BETONGRØRENE.

I tabell 16 er sammenstillt årsmidlene for utløst kalkmengde fra rørene for samtlige stasjonsavsnitt. Fig. 3 viser differansen mellom kalsiumoksydinnholdet ved Tjensvoll (st. 7) og Langevatn (st. 1 - 3). I grove trekk viser figuren at kalkutløsningen avtar med tiden, og det ser ut til at utløsningen er noe større om sommeren enn ellers. Det er mulig at større kalkutløsning om sommeren skyldes en temperatureffekt (utfra (1), s.1). Større kalkutløsning om sommeren kan teoretisk henge sammen med at det da foreligger relativt høye restklormengder ved Langevatn. Klorering av vannet ved Langevatn fører til dannelsen av syrer

som underklorsyrlig og saltsyre, slik at man prinsipielt måtte vente en økt kalkutløsning som følge av kloreringen. Imidlertid er restklor-mengdene så lave at man heller ikke ut fra kloreringen fullt ut kan forklare den tiltakende kalkutløsning om sommeren. Selv om variasjonene i kalkutløsningen fra prøvetaking til prøvetaking og fra år til år er interessante vil man neppe forstå kalkutløsningens kjemi ved å betrakte disse variasjonene nærmere. Bedre innblikk i kalkutløsningsmekanismen får man ved å studere årsmidlet for kalkutløsning ved hver stasjon.

Man foretar best en sammenlikning av kalkutløsningen ved å ta hensyn til at det er forskjellig rørevstand mellom de forskjellige prøvetakings-stasjonene. Vi har derfor innført utløsningskoeffisienten som er definert som gram kalsiumoksyd utløst pr. løpemeter betongrør og time. (Utløsn.koef. = g CaO/m<sup>3</sup>.vannføring: m betongrør.) Verdiene for utløsningskoeffisienten står også i tabell 16. I figur 4 er utløsningskoeffisientene for hvert stasjonsavsnitt fremstilt grafisk. Det fremgår av figuren at utløsningskoeffisienten avtar mellom stasjon 4 og 5. For samtlige år (1960-1963) øker utløsningskoeffisienten fra st. 5 til 6. For året 1960 øker også utløsningskoeffisienten etter st. 6, men for 1961 er den tilnærmet konstant mellom st. 6 og 7. I 1962 avtar koeffisienten mellom st. 6 og 7, mens den for 1963 viser en svak økning. Økningen av utløsningskoeffisienten ved st. 6 må antakelig henge sammen med at det er en betydelig kalkutløsning fra utjevningmagasinene på Lundefjell. For å gi et mer riktig bilde av forholdene bør det ved beregninger av utløsningskoeffisientene tas hensyn til uttappingene på betongledningen. Det er vanskelig å fastslå årsaken til kurvenes forskjellige utseende i figur 4. I tabell 17 har vi oppført tiden mellom de forskjellige prøvetakinger og tiden for vannets reelle oppholdstid når årsmiddeltallet for vannføring ved Langevatn legges til grunn. Gjennomgående er det betydelige forskjeller mellom tidene for prøvetakingen og vannets reelle oppholdstid, men det er liten grunn til å tro at disse forskjeller kan forklare kurvemønsteret i figur 4.

I figur 5 har vi i et log-logsystem fremstilt utløsningskoeffisientene i tiden 1960 - 1963 for hele rørlengden fra Langevatn til Tjensvoll. På grunnlag av kurvens rettlinjethet har vi bestemt dens likning til

$$\log y = 0,122 - 1,22 \cdot \log x, \quad (7)$$



der  $y$  er utlutningskoeffisienten og  $x$  er antall driftsår etter 1960. Herav beregnes eksempelvis at etter 40 driftsår vil utløsningskoeffisienten være  $1,48 \cdot 10^{-3}$  g pr. m og time. ): tilnærmet 5,2 kg kalsiumoksyd vil bli utløst pr. løpende meter betongrør for hele perioden. I virkeligheten vil kalkutløsningen fra betongrørene være noe mindre fordi beregningene innbefatter utløsningen fra beholderne på Lundefjell.

8. KONKLUSJON. FORSLAG TIL PRAKTISKE TILTAK.

Korrosjonen på I.V.'s betongrør fører til at vannets pH, alkalitet og kalsiuminnhold øker. I de første driftsår var kalkutløsningen fra betongrørene betydelig, men etter  $3\frac{1}{2}$  års drift viser undersøkelsene at kalkutløsningen er betydelig redusert, selv om en påvisbar utløsning fremdeles finner sted. Korrosjonen på betongrørene har ført til at rørene innvendig dekkes med en silisium-dioksydhinne som inneholder jern og mangan fra vannet. Det er sannsynlig at denne hinne i en viss utstrekning beskytter rørene mot videre angrep. Asbest-sementrøret fra Åsland til Klepp avgir også betydelige mengder kalk til vannet, og foreløpig (inntil 31/12-63) har vi ikke kunnet påvise at kalkutløsningen her har avtatt nevneverdig. For vanlig bruk er den kvalitetsforandring som vannet gjennomgår idet betongrørene passerer uten betydning. For asbestsementrørene er økningen av vannets pH større enn det som regnes som ønskelig for drikkevann.

Resultater av undersøkelsene 1960 - 1963 viser at en betydelig kalkutløsning foregår fra utjevningmagasinene på Lundefjell. Størrelsen av korrosjonen etter et visst antall driftsår kan bestemmes tilnærmet ved hjelp av en logaritmisk likning. Resultatene viser at korrosjonen på betong- og asbestsementrørene sannsynligvis kan reduseres ved at vannet fra Langevatn alkaliseres, f.eks. med hydratkalk. Vi vil derfor foreslå at slik kalktilsetning ved Langevatn kommer istand forsøksvis over en viss periode for nærmere å fastslå om slik tilsetning av hydratkalk er ønskelig. En viss heving av vannets surhetsgrad (til pH 7 - 8,5) er antakelig også ønskelig for å redusere vannets korrosjon på kopperrør i husinnstallasjoner. Sannsynligvis vil kalkutløsningen ikke føre til nevneverdig svekkelse av betongrørene etter et rimelig antall driftsår, men betongteknologer bør ta endelig standpunkt til dette spørsmål.

Tabell 1.

Prøvetakingsdato og klokkeslett for prøvetakingene.

		Stasjon:							
År	Dato	1	2	3	4	5	6	7	8
1960	6/7	-	8.30	-	8.30	12.00	-	18.00	-
	30/8	-	7.00	-	9.00	12.00	15.00	18.00	-
	27/9	-	-	-	-	-	-	-	-
	25/10	-	-	-	-	-	-	-	-
	29/11	-	7.30	-	8.30	12.00	15.00	18.00	-
	27/12	-	7.00	-	8.30	12.00	15.00	18.00	-
1961	31/1	-	7.00	-	-	12.00	15.00	18.00	-
	28/2	-	7.00	-	8.30	12.00	15.00	18.00	-
	28/3	-	7.00	-	8.30	12.00	15.00	18.00	-
	25/4	-	7.00	-	8.30	12.00	15.00	18.00	-
	30/5	-	7.00	-	8.30	12.00	15.00	18.00	-
	23/6	-	7.00	-	8.30	12.00	15.00	18.00	-
	1/8	-	7.00	-	8.30	12.00	15.00	18.00	-
	29/8	-	-	-	-	-	-	-	-
	26/9	-	7.00	-	8.30	12.00	15.00	18.00	-
	31/10	-	7.00	-	9.30	12.00	15.00	17.30	-
1962	28/11	7.00	7.00	7.00	8.30	12.00	15.00	17.30	-
	27/12	7.00	7.00	7.00	9.00	12.00	15.00	18.00	-
	30/1	7.00	7.00	7.00	9.00	12.00	15.00	17.30	-
	27/2	7.00	7.00	7.00	9.00	12.00	-	17.30	-
	27/3	7.00	7.00	7.00	8.30	12.00	15.00	17.30	-
	24/4	7.00	7.00	7.00	9.00	12.00	15.00	17.30	-
1963	29/5	7.00	7.00	7.00	8.30	12.00	15.00	17.30	-
	26/6	7.00	7.00	7.00	9.00	12.00	15.00	17.30	-
	29/1	7.00	7.00	7.00	8.30	12.00	15.00	17.30	10.00
	26/2	-	7.00	7.00	8.30	12.00	15.00	17.00	10.00
	26/3	7.00	7.00	7.00	8.30	11.30	14.30	17.00	10.30
	26/4	7.00	7.00	7.00	8.30	12.00	14.30	17.00	10.00
	21/5	7.00	7.00	-	8.30	12.00	15.00	17.00	11.00
	18/6	7.00	7.00	7.00	7.00	12.00	15.00	18.30	10.00
	25/7	7.00	7.00	7.00	8.30	12.00	15.00	17.00	13.00
	27/8	7.00	7.00	7.00	9.00	12.00	14.30	17.00	10.00
	2/10	7.00	7.00	7.00	8.30	12.00	14.30	17.00	10.00
	29/10	7.00	7.00	7.00	8.30	12.00	15.00	17.00	10.00
	26/11	7.00	7.00	7.00	-	-	15.00	17.00	11.00
	27/12	7.00	7.00	7.00	9.00	12.00	15.00	17.00	11.00

Tabell 2.

Prinsipp og litteraturhenvisning for analysemetodene samt enhetene for analyseresultatene.

Analysekomponent	Prinsipp	Litteraturhenvisning for analysemetodene	Enhet
Surhetsgrad	Elektrometrisk m/glasselektrode	Bruksanvisning for radiometer pH-meter 22+23	pH
Spes. ledningsevne	Whatstones bro ved 20.0°C	Bruksanvisn. fo: Philips ledningsevne måleapparat	.10 <sup>-5</sup> ohm <sup>-1</sup> . cm <sup>-1</sup>
Alkalitet	Titring med N/100 HCl til pH 4.0 (pH-meter)	Deutsche Einheitsverfahren 1957	ml N/100 HCl/l
Kalsium	Kompleksometr. titr. med EDTA	- " -	mg CaO/l
Magnesium	- " - " " "	- " -	mg MgO/l
Hårdhet	- " - " " "	- " -	" CaO/l
Klorid	Titrimetrisk	Appr. Methods for the phys. & chem. Ex. of Water. 2 Ed. 1953	mg Cl/l
Sulfat	Absorptiometrisk som BaSO <sub>4</sub>	Standard Methods 1960	mg SO <sub>4</sub> /l
Permanganattall	Opphetning på vannbad i 20 min. med sur N/100 KMnO	Statens institutt for folkehelse	mg O/l
Turbiditet	Lysspredningsmåling med Sigris Photo-meter k librent mot silica -suspensjon	Bruksanvisning for Sigris Photometer	mg SiO <sub>2</sub> /l
Farge	Absorptiometrisk med EEL-photometer og x) 10 cm lange kuvetter. 435 m på ufiltrerte prøver	Bruksanvisning for EEL-photo-meter	mg Pt/l
Marmorprøver	Risting av vannprøve i lukket flaske med marmorpulver	Dansk Standard 245	mg CaCO <sub>3</sub> /l

x) Kalibrert mot pt-oppløsninger

Tabell 2. (forts.)

Analysekomponent	Prinsipp	Lit.henvisning for analysemetode	Enhet
Natrium	Flammefotometrisk	Sentralinst.for ind.forskning	mg Na/l
Kalium	"	" " "	mg K/l
Jern	Kolorimetrisk	Appr.Methods for the Phys.& chem.Ex.of Water. 2 Ed.1953	mg Fe/l
Mangan	"	Standard Methods 1960	mg Mn/l
Fluorid	"	Sentralinst.for ind.forskning	mg F/l
Nitrat	"	Analytica chimica Acta Vol.12 p 464 1955	mg NO <sub>3</sub> /l
Silikat	"	Standard Methods 1960	mg SiO <sub>2</sub> /l

Tabell 5.  
Råvannets ionnsammensetning. 1)

Kjemisk komponent	Kjemisk tegn	mg/l	Konsentrasjon		Beregnet el. ledn.evne ut fra konsentrasjonsverdiene
			Mikroekvivalenter/l kationer	Anioner	
Natrium	Na	3,82	166	-	0,76
Kalium	K	0,36	9,2	-	0,062
Kalsium	Ca	0,72	36	-	0,19
Magnesium	Mg	0,69	56,8	-	0,27
Jern	Fe	0,02	1,1	-	0,006
Mangan	Mn	-	-	-	-
Hydroksonium-ion	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	-	2,5	-	0,082
Klorid	Cl	6,20	-	175	1,19
Sulfat	SO <sub>4</sub>	3,16	-	65,3	0,47
Fosfat	PO <sub>4</sub>	0,0002	-	-	-
Fluorid	F	0,06	-	3,2	0,015
Nitrat	NO <sub>3</sub>	0,07	-	1,1	0,007
Silikat	SiO <sub>2</sub>	1,2	-	40	0,22
$\Sigma$		-	271,6	285,1	3,27

1) For analyseresultatene av råvannsprøve se Tabell 5.

Tabell 4.

Vannets kjemiske kvalitet med hensyn til farge, turbiditet, permanganattall, sulfat, klorid, hårdhet, magnesium ved st. 1 - 7.

Ar	Dato	Stasjon 1						Stasjon 2						Stasjon 3						Stasjon 4					
		Langev. overfl.						Langevatn (6 - 9 m)						Langev. klorert						Kum 46					
		Farge	Turbiditet	Perm. tall	Farge	Turbiditet	Perm. tall	Sulfat	Klorid	Hårdhet	Magnesium	Farge	Turbiditet	Perm. tall	Farge	Turbiditet	Perm. tall	Turbiditet	Perm. tall	Sulfat	Klorid	Hårdhet	Magnesium		
1960	6/7	-	-	-	4	1,1	1,0	2,0	6,7	3,5	1,5	-	-	-	9	1,3	0,89	0,5	7,4	3,7	1,2				
"	30/8	-	-	-	2	1,1	1,1	2,0	6,3	3,7	1,7	-	-	-	2	0,68	1,1	<1	6,6	4,9	1,1				
"	27/9	-	-	-	8	0,60	1,4	5,6	6,2	3,8	1,1	-	-	-	9	1,4	0,94	7,9	6,4	4,4	1,4				
"	25/10	-	-	-	5	0,90	-	-	-	5,0	1,0	-	-	-	11	1,1	-	-	-	3,8	2,0				
"	29/11	-	-	-	6	0,68	0,75	-	-	4,0	1,1	-	-	-	12	1,6	0,79	-	-	4,7	1,7				
"	27/12	-	-	-	39	0,81	0,75	-	-	3,8	-	-	-	-	18	1,2	0,60	-	-	3,8	-				
1961	31/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0				
"	28/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
"	28/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,79			
"	25/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2			
"	30/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,93			
"	27/6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5			
"	1/8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4			
"	29/8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,3			
"	26/9	-	-	-	7	0,49	-	-	-	3,2	-	-	-	-	11	1,8	-	-	-	3,5	-	-			
1962	29/1	-	-	-	7	0,64	0,71	-	-	-	-	1,20	0,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
"	30/1	8	0,55	0,83	8	0,51	0,88	-	-	-	-	0,60	0,80	12	1,8	0,80	-	-	-	-	-	-	-		





Tabell 5.

Analyseresultatene for blandprøve fra Langev. (Overflate og 9 m dyp den 22.11.63 kl.11). Oksygenanalyser fra st. 2 og 7 den 23.1. og 31.10.62.

pH	6,25
El. ledn. evne	3,30
Farge	8
Turbiditet	1,1
Asiditet	2,2
Sulfat	3
Alkalitet	1,5
Kalium	1,3
Permanganattall	0,8
Hårdhet	2,4
Silisium	0,9
Jern	0,05
Mangan	<0,05
Klorid	7,3

Oksygen.

St.	Dato	Kl.	Temp. °C	mg O <sub>2</sub> /l	% metning
2	23/1 -62	13.30	2,2	12,4	94,5
7	23/1 -62	17.00	2,4	13,0	93,3
2	31/10-62	-	-	10,6	-
7	31/10-62	-	-	10,6	-

Tabell 6.

Vannets temperatur, klordosering og restklormengde.

1960/ 61 Dato	Klordose g/m <sup>3</sup>	Vanntemp. °C	Restklor			
			v/Langev		v/Forus	
			g/m <sup>3</sup>	% av dosering	g/m <sup>3</sup>	
1/8	0,5	17	0,1-	20		
8/8	0,5	18	0,1-	20		
15/8	0,5	17	0,1	20		
22/8	0,5	16	0,1	20		
29/8	0,5	16	0,1	20		
5/9	0,5	15½	0,1+	20		
12/9	0,5	15½	0,1	20		
19/9	0,5	14	0,1	20		
26/9	0,5	13½	0,1+	20		
3/10	0,5	11½	0,2	40		
10/10	0,6	11	0,2	33,3		
17/10	0,6	10	0,2	33,3		
24/10	0,6	7½	0,2	33,3		
31/10	0,6	7	0,2	33,3		
7/11	0,6	5½	0,2+	33,3		
14/11	0,6	5	0,2+	33,3		
21/11	0,6	3½	0,2+	33,3		
28/11	0,6	4½	0,2	33,3		
5/12	0,6	4	0,2+	33,3		
12/12	0,6	3½	0,3	50		
19/12	0,6	3½	0,3	50		
26/12	0,6	3½	0,2-	33,3		
31/12	0,6	2	0,2	33,3		
9/1	0,6	3	0,2	33,3		
16/1	0,6	3	0,2+	33,3		
23/1	0,6	3	0,2-	33,3		
29/1	0,6	3	0,2+	33,3		
6/2	0,6	3	0,2+	33,3		
13/2	0,6	3	0,2	33,3		
20/2	0,6	3	0,2	33,3		
27/2	0,6	3	0,2+	33,3		
6/3	0,6	3½	0,3-	50		

Tabell 6 (forts. )

1961 Dato	Klordose g/m <sup>3</sup>	Vanntemp. °C	Restklor		
			v/Langev.		v/Forus
			g/m <sup>3</sup>	% av dosering	g/m <sup>3</sup>
13/3	0,6	5	0,2+	33,3	
20/3	0,6	5½	0,2	33,3	
27/3	0,6	5	0,2	33,3	
3/4	0,6	4	0,2-	33,3	
10/4	0,6	4	0,2+	33,3	
17/4	0,6	5½	0,2-	33,3	
24/4	0,6	7	0,2-	33,3	
1/5	0,6	7	0,2-	33,3	
8/5	0,6	7	0,2+	33,3	
15/5	0,6	8½	0,2-	33,3	
22/5	0,6	10	0,2+	33,3	
29/5	0,6	10½	0,3-	50	
5/6	0,7	11½	0,4	57,1	
12/6	0,7	14	0,4-	57,1	
19/6	0,8	13	0,4+	50	
26/6	0,8	13	0,4+	50	
4/7	0,8	14	0,2- 0,4+	25-50	
10/7	0,8	13½	0,4	50	
17/7	0,8	14	0,4	50	
24/7	0,8	14½	0,4	50	
31/7	0,8	14½	0,4	50	
7/8	0,8	15	0,4	50	
14/8	0,8	15	0,4	50	
21/8	0,8	14½	0,4	50	
28/8	0,8	14½	0,4	50	
4/9	0,8	15	0,4	50	
11/9	0,8	14½	0,4+	50	
18/9	0,8	14	0,4+	50	
25/9	0,8	13	0,4	50	
2/10	0,8	13	0,4	50	
9/10	0,8	12	0,4	50	
16/10	0,8	12	0,4+	50	
23/10	0,8	10	0,4+		
30/10	0,8	9	0,4+	50	

Tabell 6 (forts.)

1961/ 62 Dato	Klordose g/m <sup>3</sup>	Vanntemp. °C	Restklor			
			v/Langev.		v/Forus	
			g/m <sup>3</sup>	% av dosering	g/m <sup>3</sup>	% av dosering
6/11	0,8	8	0,5	62,5		
13/11	0,8	7	0,5	62,5		
20/11	0,8	6½	0,4+	50		
27/11	0,8	5½	0,5	62,5		
4/12	0,8	4	0,4+	50		
11/12	0,8	3	0,5	62,5		
18/12	0,8	3	0,5	62,5		
25/12	0,7	3	0,4-	57,1		
31/12	0,7	2½	0,4	57,1		
8/1	0,7	2½	0,4	57,1		
15/1	0,7	2½	0,4	57,1		
22/1	0,6	3	0,4-	66,6		
29/1	0,2-	2½	0,1-	50		
5/2	0,2-	2	0,1-	50		
12/2	0,2-	2	0,1-	50		
19/2	0,2-	2	0,1-	50		
26/2	0,2-	2½	0,1-	50		
5/3	0,2-	2½	0,05	25		
12/3	0,2-	2½	0,05	25		
19/3	0,2-	2½	0,05	25		
26/3	0,2-	2½	0,05	25	0,020	10
2/4	0,2-	2½	0,05	25	0,030	15
9/4	0,2-	3	0,05	25	0,020	10
16/4	0,2-	4	0,05-	25	0,020	10
23/4	0,2-	5	0,05	25	0,010	5
30/4	0,2-	6	0,05	25	0,030	15
7/5	0,2-	7	0,05	25	0,020	10
14/5	0,3	7½	0,10	33,3	0,020	6,67
21/5	0,3	9	0,10	33,3	0,010	3,33
28/5	0,3	9½	0,10	33,3	0,010	3,33
4/6	0,3	9½	0,10	33,3	0,010	3,33
11/6	0,3	11	0,10	33,3	0,010	3,33
18/6	0,3	12½	0,10	33,3	0,006	2

Tabell 6 (forts.)

			Restklor.			
1962			v/Langev.		v/Forus	
Dato	Klอร์ดose g/m <sup>3</sup>	Vanntemp. C	g/m <sup>3</sup>	% av dosering	g/m <sup>3</sup>	% av dosering
25/6	0,5	13	0,30+	60	0,08	1,6
2/7	0,5	13	0,30+	60	0,08	1,6
9/7	0,6	14	0,40	66,6	0,08	1,33
16/7	0,6	15	0,40-	66,6	0,010	1,67
23/7	0,6	15	0,30+	50	0,005	0,83
30/7	0,6	15½	0,30	50	0,003	0,50
6/8	0,6	15½	0,30+	50	0,003	0,50
13/8	0,6	14	0,30+	50	0,025	4,17
20/8	0,6	14	0,30+	50	0,020	3,33
27/8	0,6	14	0,30+	50	0,015	2,5
3/9	0,6	13½	0,30+	50	0,020	3,33
10/9	0,6	13	0,30	50	0,025	4,17
17/9	0,6	12	0,30	50	0,025	4,17
24/9	0,6	12	0,30	50	0,010	1,67
1/10	0,6	11½	0,30	50	0,050	8,33
8/10	0,6	11	0,30+	50	0,025	4,17
15/10	0,5	11	0,20	40	0,045	9
22/10	0,4	10	0,20-	50	0,060	15
29/10	0,3	9	0,10	33,3	0,055	18,33
5/11	0,2	8	0,05+	25	0,030	15
12/11	0,2	7	0,04	20	0,035	17,5
19/11	0,2	4½	0,07	35	0,030	15
26/11	0,2	4	0,08	40	0,050	25
3/12	0,15	4½	0,03	20	0,025	16,67
10/12	0,15	4	0,03	20	0,025	16,67
17/12	0,15	4	0,05	33,3	0,015	10
28/12	0,15	2	0,05	33,3	0,010	6,67

Tabell 6 (forts.)

1963 Dato	Klordose g/m <sup>3</sup>	Vanntemperatur		Restklor			
				v/Langev.		v/Forus	
		Langev.	Forus	g/m <sup>3</sup>	% av dosering	g/m <sup>3</sup>	% av dosering
4/1	0,15	2,5	2,0	0,06	40	0,020	13,3
8/1	0,15	2,5	2,0	0,06	40	0,015	10
16/1	0,15	2,0	2,0	0,05	33,3	0,015	10
22/1	0,15	2,0	2,0	0,04	26,7	0,018	12
30/1	0,15	2,0	2,0	0,05	33,3	0,018	12
5/2	0,15	2,0	2,0	0,05	33,3	0,018	12
12/2	0,15	2,0	2,0	0,05	33,3	0,018	12
19/2	0,15	2,0	2,0	0,04	26,7	0,018	12
26/2	0,15	2,0	2,0	0,05	33,3	0,020	13,3
6/3	0,15	2,0	2,0	0,05	33,3	0,015	10
12/3	0,15	2,5	2,0	0,03	20		
19/3	0,15	2,5	2,5	0,04	26,7	0,018	12
26/3	0,15	3,0	3,0	0,04	26,7	0,011	7,3
2/4	0,20	3,0	2,7	0,04	20	0,020	10
9/4	0,20	3,0		0,04	20		
16/4	0,20	3,0	2,7	0,05	25	0,020	10
23/4	0,25	4,0	4,5	0,07	28	0,018	7,2
30/4	0,25	5,0	5,5	0,07	28	0,010	4
7/5	0,25	6,0	6,3	0,07	28	0,010	4
14/5	0,30	7,5	7,0	0,10	33,3	0,005	1,8
21/5	0,40	7,0	7,0	0,15	37,5	0,025	6,3
28/5	0,40	8,0	8,0	0,15	37,5	0,040	10
4/6	0,40	11,5	12,0	0,17	40,25	0,025	6,3
12/6	0,40	12,5	13,0	0,15	37,5	0,030	7,5
18/6	0,40	15,0	15,0	0,15	37,5	0,032	8
25/6	0,40	15,5		0,15	37,5		
1/7	0,40	15,5	15,0	0,15	37,5	0,027	6,8
3/7	0,40	15,5	15,3	0,15	37,5	0,015	3,8
16/7	0,50	15,5	15,0	0,15	30	0,015	3
23/7	0,50	15,0	15,0	0,10	20	0,020	4
30/7	0,50	15,0	15,0	0,20	40	0,023	4,6
6/8	0,40	15,0	15,0	0,14	35	0,015	3,8

Tabell 6 (forts.).

1963 Dato	Klordose g/m <sup>3</sup>	Vanntemperatur		Restklor			
				v/Langev.		v/Forus	
		Langev.	Forus	g/m <sup>3</sup>	% av dosering	g/m <sup>3</sup>	% av dosering
15/8	0,40	16,5	16,0	0,14	35	0,022	5,5
26/8	0,40	15,5	15,5	0,14	35	0,025	6,3
2/9	0,30	15,0	15,0	0,08	26,7	0,015	5
10/9	0,30	14,5	14,0	0,07	23,3	0,018	6
17/9	0,30	14,0	13,7	0,08	26,7	0,018	6
24/9	0,30	13,5	13,3	0,08	26,7	0,022	7,3
1/10	0,30	11,5	11,0	0,08	26,7	0,020	6,6
8/10	0,30	10,0	10,0	0,08	26,7	0,020	6,6
16/10	0,30	9,5	9,3	0,08	26,7	0,018	6
22/10	0,30	9,5	9,3	0,08	26,7	0,020	6,6
30/10	0,30	9,0	9,0	0,08	26,7	0,040	13,3
6/11	0,20	8,0	9,0	0,04	20	0,012	6
12/11	0,20	7,0	7,0	0,04	20	0,015	7,5
19/11	0,20	6,5	6,0	0,04	20	0,017	8,5
26/11	0,20	5,0	5,0	0,04	20	0,020	10
3/12	0,20	5,0	5,0	0,04	20	0,021	10,5
10/12	0,20	4,0	4,0	0,04	20	0,020	10
18/12	0,20	4,0	4,0	0,04	20	0,025	12,5
25/12	0,20	4,0		0,04	20		
30/12	0,20	4,0	3,7	0,05	20	0,025	12,5

Tabell 7.

Vannets pH, ledningsevne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 1 - 3.

Dato	St. 1			St. 2			St. 3			
	Langevatn (øverflåte)			Langevatn (6-9 m)			Langevatn (etter klorering)			
	pH	Ledn. evne	Alkalitet Kalsium	pH	Ledn. evne	Alkalitet Kalsium	pH	Ledn. evne	Alkalitet Kalsium	
1960.										
6/7	-	-	-	5,7	3,85	0,42	2,0	-	-	-
30/8	-	-	-	6,4	3,55	0,55	2,0	-	-	-
27/9	-	-	-	6,4	3,60	0,55	2,3	-	-	-
25/10	-	-	-	7,2	3,56	1,4	1,8	-	-	-
29/11	-	-	-	6,4	3,62	1,8	2,0	-	-	-
27/12	-	-	-	6,3	3,46	0,66	-	-	-	-
1961.										
31/1	-	-	-	6,8	3,65	0,83	2,3	-	-	-
28/2	-	-	-	6,0	3,39	0,35	2,6	-	-	-
25/4	-	-	-	6,5	3,26	0,87	1,7	-	-	-
30/5	-	-	-	6,4	3,36	0,37	1,9	-	-	-
27/6	-	-	-	6,6	3,37	0,72	1,8	-	-	-
1/8	-	-	-	6,5	3,23	0,32	1,1	-	-	-
29/8	-	-	-	6,5	3,13	0,41	1,7	-	-	-
26/9	-	-	-	6,1	3,42	0,34	1,8	-	-	-
31/10	-	-	-	6,3	3,17	0,36	1,6	-	-	-
28/11	6,0	3,19	0,41	6,0	3,19	0,38	1,1	-	-	-
27/12	6,0	3,40	0,48	6,0	3,18	0,45	1,1	-	-	-



Tabell 7 (forts.)

Dato	St. 1					St. 2					St. 3				
	Langevatn (overflate)					Langevatn (6-9 m)					Langevatn (etter klørring).				
	pH	Ledn. evne	Alkalitet	Kalsium		pH	Ledn. evne	Alkalitet	Kalsium		pH	Ledn. evne	Alkalitet	Kalsium	
1962.															
29/1 <sup>1)</sup>	-	-	-	-	5,9 <sup>1)</sup>	3,20 <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/1	6,1	3,18	0,32	1,4	6,1	3,18	0,02	1,4	1,4	5,8	3,08	0,32	1,8	1,8	
27/2	6,0	3,51	0,32	2,0	5,9	3,27	0,30	2,0	2,1	5,7	3,52	0,30	2,0	2,0	
27/3	6,1	3,40	0,25	1,8	5,9	3,18	0,25	1,8	1,7	5,8	3,27	0,25	1,6	1,6	
3/4	-	-	-	-	6,5	3,30	0,48	-	1,8	6,2	3,23	0,39	1,6	1,6	
24/4	5,9	3,20	0,25	1,6	5,8	3,14	0,25	1,6	1,6	5,6	3,24	0,25	1,6	1,6	
29/5	5,7	3,20	0,45	1,2	6,0	3,18	0,45	1,2	1,5	5,5	3,28	0,48	1,4	1,4	
26/6	6,1	3,26	0,61	1,1	6,1	3,27	0,68	1,1	0,8	5,3	3,49	0,50	1,1	1,1	
31/7	6,1	3,31	0,48	1,1	6,2	3,28	0,41	1,1	1,9	5,4	3,55	0,34	1,4	1,4	
28/8	6,4	3,32	0,48	0,9	6,4	3,46	0,44	0,9	1,1	5,6	3,49	0,26	0,8	0,8	
25/9	6,3	3,32	0,47	1,5	6,3	3,27	0,52	1,5	1,6	5,6	3,47	0,52	1,1	1,1	
30/10	6,3	3,26	0,80	1,5	6,0	3,27	0,76	1,5	1,5	5,7	3,38	0,71	1,3	1,3	
27/11	5,6	3,16	0,38	1,3	5,7	3,30	0,43	1,3	1,4	5,5	3,28	0,38	1,3	1,3	
18/12	6,2	3,35	0,43	1,4	6,0	3,24	0,38	1,4	1,4	5,8	3,31	0,43	1,2	1,2	

1) Ikke tatt med i stat. bearbeidelse.

Tabell 8.

Aritmetisk årsmiddel ( $\bar{X}$ ) og standardavvik ( $\pm S$ ) for pH, ledn.evne, alkalitet og kalsiuminnhold ved st. 1 - 8.

År	pH			Ledn. evne			Alkalitet			Kalsium		
	N	$\bar{X}$	$\pm S$	N	$\bar{X}$	$\pm S$	N	$\bar{X}$	$\pm S$	N	$\bar{X}$	$\pm S$
St. 1. Langev. (O.fl.)	- - 12 11 23	- - 6,04 5,84 5,94	- - 0,25 0,33 0,29	- - 12 11 23	- - 3,29 3,27 3,28	- - 0,00 0,56 0,36	- - 12 11 23	- - 0,44 1,03 0,73	- - 0,15 1,24 0,35	- - 12 11 23	- - 1,40 1,48 1,44	- - 0,30 0,54 0,43
St. 2. Langev. (6 - 9 m)	6 12 14 12 44	6,38 6,35 6,05 5,87 6,13	0,42 0,26 0,22 0,14 0,33	6 12 14 11 43	3,61 3,30 3,25 3,07 3,27	0,12 0,14 0,08 0,11 0,20	6 12 13 12 43	0,89 0,50 0,44 0,98 0,67	0,52 0,17 0,15 0,28 0,37	5 12 13 12 42	2,02 1,59 1,52 1,40 1,60	0,16 0,44 0,32 0,40 0,42
St. 3. Langev. etter klorering.	- - 13 12 25	- - 5,63 5,56 5,59	- - 0,22 0,17 0,18	- - 13 11 24	- - 3,34 3,11 3,23	- - 0,13 0,08 0,17	- - 13 12 25	- - 0,40 0,92 0,65	- - 0,13 0,25 0,33	- - 13 12 25	- - 1,40 1,38 1,39	- - 0,31 0,50 0,41
St. 4 Kum 46.	6 12 12 12 42	6,07 5,75 5,59 5,92 5,80	0,32 0,29 0,27 0,22 0,32	6 12 12 11 41	3,73 3,48 3,31 3,08 3,36	0,12 0,10 0,33 0,06 0,29	6 12 12 12 42	0,78 0,37 0,44 1,01 0,63	0,49 0,10 0,12 0,27 0,37	5 11 12 12 40	2,64 1,85 1,57 1,49 1,76	0,27 0,54 0,58 0,42 0,61

Tabell 18 (forts.)

År	pH			Ledn. evne			Alkalitet			Kalsium		
	N	$\bar{X}$	$\pm S$	N	$\bar{X}$	$\pm S$	N	$\bar{X}$	$\pm S$	N	$\bar{X}$	$\pm S$
St. 5. Lunde- fjell	6	7,28	0,62	6	3,94	0,19	6	1,13	0,37	5	3,40	0,71
	12	6,53	0,17	12	3,50	0,15	12	0,54	0,15	11	2,26	0,54
	12	6,19	0,20	12	3,36	0,11	12	0,52	0,17	12	1,78	0,20
	11	6,10	0,48	11	3,16	0,13	12	1,03	0,29	12	1,58	0,40
	41	6,43	0,58	41	3,43	0,28	42	0,76	0,36	40	2,05	0,80
St. 6. Kum 10 Forus	5	6,84	0,33	5	4,23	0,25	5	1,66	0,32	4	4,23	1,16
	12	6,54	0,59	12	3,80	0,18	12	0,81	0,18	11	3,15	0,47
	12	6,73	0,39	12	3,55	0,13	12	0,69	0,24	12	2,43	0,73
	12	6,99	0,67	11	3,34	0,11	12	1,19	0,32	12	1,94	0,30
	41	6,76	0,57	40	3,65	0,32	41	0,99	0,41	39	2,67	0,94
St. 7. Tjensvoll	6	8,33	1,66	6	4,72	0,61	6	1,85	0,39	5	5,78	1,06
	12	7,74	0,92	12	3,94	0,24	12	0,95	0,22	12	3,80	0,73
	13	7,18	0,71	13	3,66	0,16	12	0,84	0,22	12	2,74	0,88
	12	7,20	0,73	12	3,36	0,14	12	1,26	0,35	12	2,27	0,39
	43	7,51	0,26	43	3,80	0,51	42	1,13	0,44	41	3,28	1,34
St. 8. Klepp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	10,2	0,27	3	8,62	4,62	3	5,33	3,78	3	14,0	10,3
	12	10,3	0,73	12	9,94	3,40	12	5,20	1,62	12	12,6	4,48
	15	10,3	0,21	15	9,67	3,70	15	5,23	2,20	15	12,8	6,16



Tabell 9 (forts.).

Dato	St. 4				St. 5				St. 6				St. 7			
	Kum 4G				Lundefjell				Kum 10				Tjensvoll			
År	pH	Ledn.	Alk.	Kal-sium	pH	Ledn.	Alk.	Kal-sium	pH	Ledn.	Alk.	Kal-sium	pH	Ledn.	Alk.	Kal-sium
1961																
31/1	5,95	3,57	0,53	2,3	6,65	3,60	0,66	2,7	6,54	3,88	0,90	3,4	7,29	4,02	0,99	4,1
28/2	5,60	3,53	0,31	2,7	6,21	3,63	0,44	3,0	6,29	3,79	0,66	3,5	6,74	3,84	0,74	4,4
28/3	5,96	3,40	0,48	2,3	6,90	3,47	0,79	2,6	5,79	3,79	1,09	3,5	8,16	3,95	1,22	3,8
25/4	5,86	3,31	0,52	2,1	7,04	3,40	0,85	2,6	8,05	3,64	1,05	3,5	9,06	3,83	1,22	4,3
30/5	5,82	3,56	0,35	2,3	6,53	3,67	0,54	3,0	6,50	3,98	0,81	4,0	8,58	4,21	1,00	5,1
27/6	5,80	3,64	0,45	1,70	6,70	3,66	0,63	2,10	7,32	3,94	0,99	3,15	7,78	4,24	1,30	4,67
1/8	6,45	3,62	0,32	0,80	7,10	3,74	0,50	1,50	6,80	4,19	0,96	2,40	7,85	4,30	1,08	2,80
29/8	5,40	3,46	0,28	-	6,48	3,43	0,44	-	6,35	3,80	0,78	-	9,25	4,00	0,92	3,50
26/9	5,54	3,42	0,25	1,8	6,35	3,24	0,40	2,3	6,31	3,82	0,69	3,4	8,26	4,08	0,85	3,8
31/10	5,75	3,43	0,25	1,5	6,36	3,48	0,40	1,9	6,32	3,64	0,63	2,6	6,95	3,75	0,81	3,4
28/11	5,35	3,38	0,32	1,68	5,96	3,36	0,41	1,73	6,10	3,56	0,61	2,8	6,51	3,60	0,57	3,05
27/12	5,56	3,43	0,36	1,1	5,71	3,30	0,41	1,5	6,05	3,51	0,50	2,4	6,50	3,48	0,66	2,7

Tabell 9 (forts.)

Dato	St. 4					St. 5					St. 6					St. 7									
	Kum 46					Lundefjell					Kum 10					Tjensvoll									
	pH	Ledn.	Alk.	Kal- sium		pH	Ledn.	Alk.	Kal- sium		pH	Ledn.	Alk.	Kal- sium		pH	Ledn.	Alk.	Kal- sium		pH	Ledn.	Alk.	Kal- sium	
29/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,71	3,71	-	-	-	6,71	3,71	-	-
30/1	5,80	2,29	0,50	3,0	6,30	3,30	0,34	2,4	2,4	6,46	3,44	0,45	2,8	2,8	6,71	3,68	0,86	3,0	3,0						
27/2	6,00	3,42	0,32	2,0	6,30	3,24	0,39	2,5	2,5	6,06	3,62	0,55	2,9	2,9	6,90	3,51	0,66	3,3	3,3						
27/3	6,10	3,23	0,32	1,6	6,14	3,29	0,39	1,9	1,9	6,56	3,44	0,48	2,2	2,2	6,80	3,48	0,66	2,9	2,9						
24/4	5,69	3,18	0,30	1,6	6,27	3,26	0,41	1,8	1,8	6,78	3,42	0,57	2,5	2,5	7,26	3,51	0,73	2,6	2,6						
29/5	5,40	3,34	0,49	1,9	6,34	3,27	0,54	2,3	2,3	6,90	3,38	0,89	2,6	2,6	7,10	3,60	1,00	3,3	3,3						
26/6	5,20	3,42	0,52	1,0	6,33	3,50	0,66	2,2	2,2	7,20	3,67	0,98	2,6	2,6	8,30	3,84	1,04	2,7	2,7						
31/7	5,30	3,62	0,39	1,9	6,50	3,56	0,91	2,5	2,5	7,05	3,79	1,14	4,3	4,3	9,10	4,05	1,20	5,0	5,0						
28/8	5,36	3,55	0,31	0,60	6,21	3,49	0,40	0,40	0,40	6,98	3,73	0,53	2,5	2,5	7,15	3,79	0,83	2,9	2,9						
25/9	5,46	3,53	0,52	1,1	6,14	3,43	0,52	1,1	1,1	6,50	3,60	0,61	1,3	1,3	6,96	3,72	0,85	1,8	1,8						
30/10	5,58	3,36	0,71	1,5	6,09	3,36	0,76	1,5	1,5	7,31	3,58	1,09	1,8	1,8	7,18	3,66	1,18	1,8	1,8						
27/11	5,42	3,46	0,43	1,3	5,76	3,28	0,47	1,4	1,4	6,91	3,48	0,47	1,8	1,8	6,84	3,55	0,47	1,8	1,8						
18/12	5,78	3,31	0,47	1,3	5,80	3,32	0,47	1,3	1,3	6,08	3,46	0,57	1,8	1,8	6,32	3,49	0,62	1,8	1,8						

Tabell 9 (forts.)

1963 Dato	St. 4				St. 5				St. 6				St. 7			
	Kum 46				Lundefjell				Kum 10.				Tjensvoll			
	pH	Ledn.	Alk.	Kalsium	pH	Ledn.	Alk.	Kalsium	pH	Ledn.	Alk.	Kalsium	pH	Ledn.	Alk.	Kalsium
29/1	5,84	3,18	0,47	1,9	6,70	3,47	0,47	1,9	6,60	3,3	0,57	2,0	6,60	3,38	0,57	2,8
26/2	6,48	3,10	0,47	1,4	5,80	3,27	0,47	1,5	6,24	3,38	0,57	1,8	6,39	3,38	0,57	1,9
26/3	5,86	3,10	0,91	1,1	5,92	3,17	0,84	1,4	6,50	3,51	1,01	1,3	6,65	3,42	1,07	2,0
30/4	5,94	2,99	1,02	1,5	6,12	3,01	1,03	1,8	6,55	3,13	1,15	1,0	6,64	32,0	1,25	2,2
21/5	5,80	3,09	1,34	1,4	4,94	3,10	1,36	1,5	7,59	3,44	1,60	2,2	7,34	3,47	1,49	2,4
18/6	6,13	3,12	1,13	1,2	6,69	3,22	1,24	1,5	6,87	3,39	1,30	1,8	8,03	3,52	1,53	1,0
25/7	6,00	3,01	1,30	0,8	6,64	3,20	1,38	1,0	8,64	3,39	1,50	1,2	9,06	3,12	1,78	2,0
27/8	5,86	3,09	1,13	1,0	6,24	3,15	1,20	1,0	7,55	3,41	1,40	1,8	7,47	3,50	1,58	1,8
2/10	6,05	3,10	1,04	1,7	6,16	3,10	1,08	1,6	6,45	3,26	1,21	2,2	6,73	3,38	1,38	2,4
29/10	5,66	3,02	1,11	1,7	6,97	3,08	1,04	1,5	7,44	3,31	1,41	2,4	7,16	3,5	1,30	2,5
26/11	5,74	-	1,14	1,8	-	-	1,14	1,6	6,35	-	1,20	1,9	7,55	3,2	1,27	2,3
17/12	5,70	3,0	1,07	2,4	5,90	3,0	1,1	2,6	7,06	3,18	1,17	1,2	6,70	3,2	1,29	3,1

Tabell 10.

Variasjonskoeffisientene for pH, ledn.evne, alkalitet og kalsiuminnhold ved St. 1 - 8.

	pH										Le ln.									
	60	61	62	63	60 - 63	60	61	62	63	60 - 63	60	61	62	63	60 - 63					
St. 1	-	-	4,14	5,65	4,88	-	-	0,00	17,1	10,8	-	-	0,00	17,1	10,8					
St. 2	6,58	4,09	3,64	2,39	5,39	3,33	4,24	2,46	3,59	6,12	4,24	4,24	2,46	3,59	6,12					
St. 3	-	-	3,91	2,34	3,22	-	-	3,89	2,57	4,95	-	-	3,89	2,57	4,95					
St. 4	5,27	5,04	4,83	3,72	5,52	3,22	2,88	9,97	1,95	8,63	2,88	2,88	9,97	1,95	8,63					
St. 5	8,52	2,60	3,23	7,87	9,03	4,83	4,29	3,28	4,11	8,16	4,29	4,29	3,28	4,11	8,16					
St. 6	4,83	9,02	5,79	9,58	8,42	5,90	4,74	3,66	3,30	8,77	4,74	4,74	3,66	3,30	8,77					
St. 7	19,9	11,9	9,89	10,1	3,46	12,9	6,09	4,37	4,16	13,4	6,09	6,09	4,37	4,16	13,4					
St. 8	-	-	2,65	7,06	3,46	-	-	53,60	34,2	38,3	-	-	53,60	34,2	38,3					

	Alkalitet										Kalsium									
	60	61	62	63	60 - 63	60	61	62	63	60 - 63	60	61	62	63	60 - 63					
St. 1	-	-	34,1	23,4	47,9	-	-	21,43	36,45	29,9	-	-	21,43	36,45	29,9					
St. 2	58,2	38,3	34,4	28,6	55,4	7,92	26,0	21,01	28,57	26,3	26,0	26,0	21,01	28,57	26,3					
St. 3	-	-	33,0	27,3	51,1	-	-	22,14	36,36	29,5	-	-	22,14	36,36	29,5					
St. 4	61,5	27,2	27,3	26,6	58,3	10,2	29,3	37,02	28,16	34,8	29,3	29,3	37,02	28,16	34,8					
St. 5	32,9	27,8	32,6	28,2	47,5	20,9	23,9	11,27	25,39	39,0	23,9	23,9	11,27	25,39	39,0					
St. 6	19,3	22,3	34,6	27,0	41,5	27,5	14,9	30,10	15,45	35,3	14,9	14,9	30,10	15,45	35,3					
St. 7	20,0	23,2	26,1	28,0	38,8	18,3	19,2	32,10	17,20	40,8	19,2	19,2	32,10	17,20	40,8					
St. 8	-	-	70,9	31,1	42,1	-	-	73,57	35,51	47,8	-	-	73,57	35,51	47,8					



Tabell 11.

Analyseresultater for pH, ledn.evne, alk. og kalsiuminnhold ved st. 8 (Klepp).

Dato	År	pH	Ledn.evne	Alk.	Kalsium
30/10	1962	10,2	5,63	3,1	6,8
27/11	"	9,8	5,08	2,3	6,6
18/12	"	10,5	15,20	10,7	28,6
29/1	1963	10,8	16,20	8,0	21,8
26/2	"	10,4	9,28	4,6	13,6
26/3	"	10,6	9,50	4,8	14,0
30/4	"	10,8	11,30	6,0	12,2
21/5	"	10,7	13,00	6,5	17,6
18/6	"	10,6	11,50	6,0	11,8
25/7	"	10,7	11,70	6,1	10,8
27/8	"	10,6	10,70	5,9	10,4
2 /10	"	10,0	5,30	2,9	8,0
29/10	"	9,9	4,85	2,7	7,4
26/11	"	8,1	4,39	2,7	5,9
17/12	"	10,6	11,50	6,4	17,9

Tabell 12.

Analyseresultatene for vannprover tatt på overforingsledningen Sølstjern - Langevatn

1960 - 61.

År	Dato	Kl.	Henst. tid, h	pH	Ledn. evne	Farge	Turb.	Pern. tall	Klorid	Sulfat	Kal- sium	Magn.	Hård- het	Alk.	Silisiur
1960	30/8	14.00	70	10,5	8,85	9	1,1	1,7	5,5	6,1	15,3	1,4	17,0	4,4	3,5
"	27/9	-	98	10,9	17,7	14	0,8	1,2	6,6	5	26,0	0,79	27,3	8,5	3,5
"	25/10	-	-	10,3	7,14	108	10,4	-	-	-	12,3	2,2	14,5	5,1	5 0
"	29/11	6.00	-	6,1	3,00	44	6,2	1,5	-	-	2,2	0,72	3,5	1,8	-
"	27/12	8.00	140	10,5	8,76	12	0,9	0,9	-	-	-	-	14,5	4,4	-
1961	30/1	13.00	-	7,4	3,25	-	-	-	-	-	2,4	1,5	-	1,0	-
"	28/3	9.00	-	7,4	3,04	-	-	-	-	-	2,2	1,2	-	0,92	-
"	25/4	10.00	-	6,5	2,82	-	-	-	-	-	1,4	1,1	-	0,57	-
"	30/5	-	Overf. pågår.	7,1	3,08	-	-	-	-	-	1,4	1,0	-	0,44	-

Tabell 13.

Analyseresultatene etter marmorprøver.

Dato	År	St.	Kl.	Uten marmor				Med marmor			
				pH	Alk.	Hårdhet	Kalsium	pH	Alk.	Hårdhet	Kalsium
22/11	1962	2	-	6,5	1,0	3,2	-	9,1	3,6	12,3	-
"	"	5	-	6,5	1,0	3,4	-	9,5	3,7	11,5	-
"	"	7	-	6,9	1,6	3,8	-	9,3	3,6	10,3	-
13/2	1963	2	8.00	6,6	0,38	3,8	1,2	7,0	3,1	10,7	-
"	"	7	16.00	6,6	0,76	3,6	1,8	8,9	3,3	11,0	-
"	"	8	12.00	10,5	6,0	18,0	17,0	10,4	5,6	17,0	-

Tabell 14.

Vennets silisiuminnhold.

		mg SiO <sub>2</sub> /l									
Dato/år	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10	St. 11
6/7 1960	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-
30/8 "	-	2	-	-	2	2	2	-	-	-	-
27/9 "	-	2	-	-	2	2	2	-	-	-	-
25/10 "	-	1	-	1	1	2	2	-	-	-	-
19/12 1962	-	-	-	-	1,2	-	-	2,2	-	-	-
29/1 1963	-	-	-	-	1,3	-	-	4,0	-	-	-
26/2 "	-	-	-	-	1,0	-	-	2,5	-	-	-
26/3 "	-	-	-	-	1,6	-	-	4,0	-	-	-
28/4 "	-	-	-	-	-	1,3	-	6,0	-	-	-
27/8 "	0,87	0,82	0,78	0,80	0,81	0,85	0,86	3,6	-	-	-
2/10 "	0,65	0,60	0,58	0,60	0,60	0,60	0,63	1,6	-	-	-
29/10 "	0,60	0,62	0,60	0,60	0,59	0,59	0,60	1,5	-	-	-
26/11 "	0,90	0,94	0,96	1,0	0,91	0,92	0,93	1,7	-	-	-
17/12 "	1,4	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	3,6	-	-	-

Tabell 15.  
Analyseresultater for slamprover tatt ved st. 5 og 7.

Kvalitativt		Kvantitativt		Kvantitativt		Kvantitativt	
pos.	svakt pos	Substans	Jern som Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% av gløderest	Substans	Jern som Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% av gløderest
Silisium		Jern som Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,6		Jern som Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,6	
Natrium		Kalsium som CaCO <sub>3</sub>	5,7		Kalsium som CaCO <sub>3</sub>	71,6	
Aluminium		Magnesium som Mg O	2,3		Magnesium som Mg O	9,5	
Kalium		Mangan som MnO <sub>2</sub>	2,3		Sulfat som CaSO <sub>4</sub>	3,8	
Jern		Oksyder (diverse)	2,6		Tils.	89,5	
Kalsium		Silisium som SiO <sub>2</sub>	38,4		Ulost rest	10,5	
Magnesium		-	-		-	-	
Sulfater		-	-		-	-	
Karbonater og bikarbonater		-	-		-	-	
Syreuløselig rest	Små mengder sandkorn	-	-		-	-	

Slamprøve fra st. 5 (Lundefjell)

Slamprøve fra st. 7 (Tjensvoll). 1)

1) Kval. prøve. Silisium: neg. Natrium: pos. Aluminium: pos. Kalium: neg. Karbonater: pos.

Tabell 16.

Kalkutløsningen i mg CaO/l og som utløsningskoeffisient i g/m.h ved alle stasjonsavsnitt.

År	mg CaO/l						g CaO/m.h				m avstand	
	1960	1961	1962	1963	60 - 63	1960	1961	1962	1963	60 - 63		
St. avsnitt												
3-4	1,19	0,40	0,17	0,11	0,37	0,65	0,21	0,10	0,078	0,21	3050	
4-5	0,76	0,41	0,11	0,09	0,29	0,14	0,066	0,040	0,020	0,055	9560	
5-6	0,83	0,89	0,65	0,36	0,62	0,14	0,15	0,12	0,081	0,12	9580	
6-7	1,55	0,65	0,31	0,33	0,61	0,380	0,15	0,083	0,11	0,16	6770	
Vannføring Langevann m <sup>3</sup> /h	1660	1562	1810	2156	1791	1,31	0,57	0,35	0,28	0,55	Σ	
Vannføring Langevann m <sup>3</sup> /fradrag for Klepp- forbruket m <sup>3</sup> /h	-	-	1762	2087	1767							

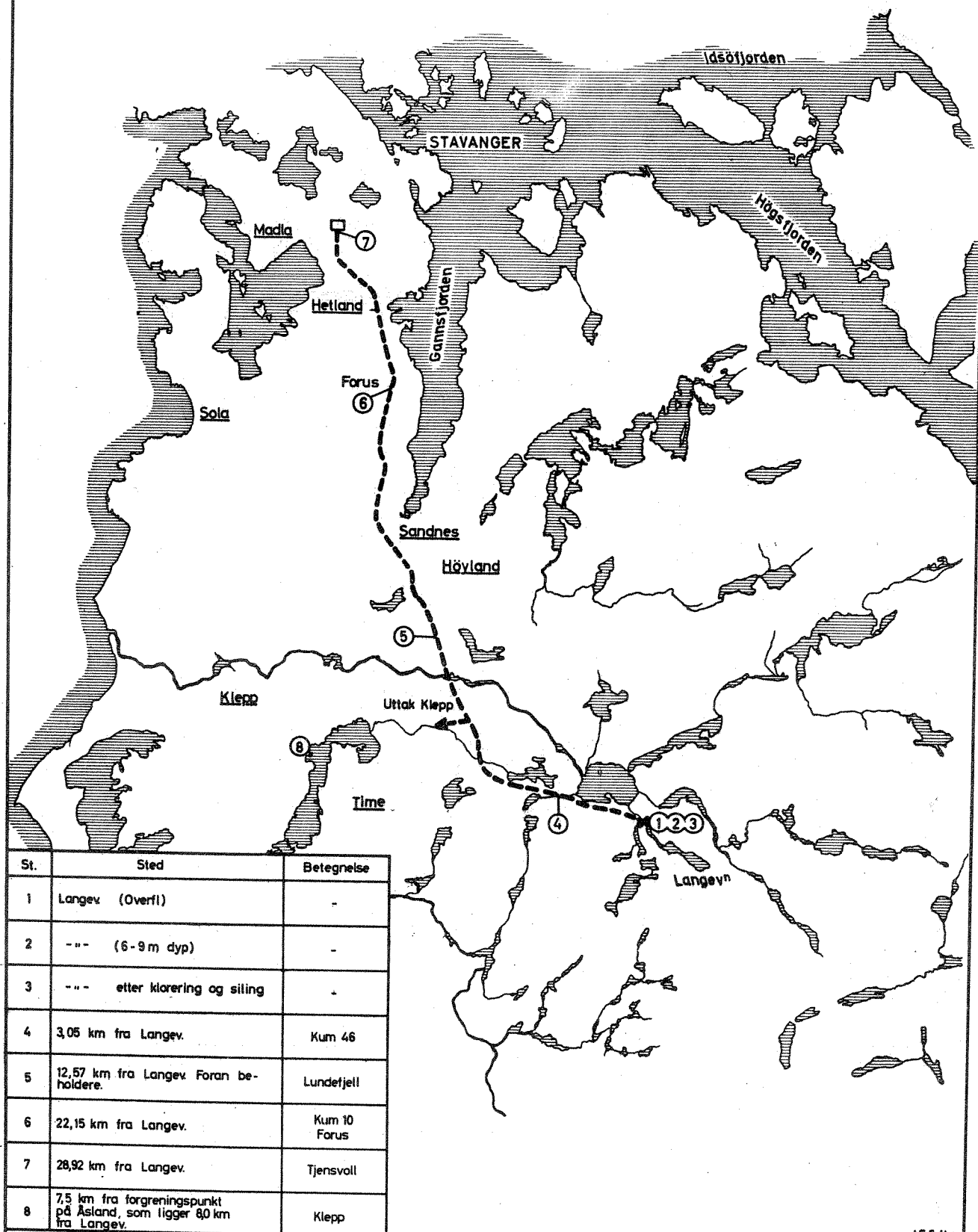
Tabell 17.

Tid (h) mellom prøvetakinger (A) ved forskjellige stasjonsavsnitt og vannets reelle oppholdstider(h) (B)<sup>1)</sup>.

St. av- År	Stasjonsavsnitt													
	3 - 4		4 - 5		5 - 6 <sup>2)</sup>		6 - 7		7 - 8		3 - 7			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
1960	1,5	1,2	3,4	3,6	3,0	(3,7) 6,4	3,0	2,6	-	-	10,5	(11,1) 13,8		
1961	1,7	1,3	3,3	3,5	3,0	(3,9) 6,8	2,9	2,8	-	-	10,9	(11,8) 14,8		
1962	1,7	1,1	3,4	3,3	3,0	(3,4) 5,9	2,6	2,4	-	-	10,6	(10,2) 12,6		
1963	1,6	0,89	3,5	2,8	2,9	(2,8) 4,9	2,3	2,0	-	-	10,2	(8,5) 12,7		
60/63	1,6	1,1	3,4	3,4	3,0	(3,4) 5,9	2,7	2,4	-	-	10,6	(10,2) 12,7		

1) Tallene i parentes angir oppholdstid når bassenget på Lundefjell ikke tas med i beregningene.

2) For 1962 - 63 ikke tatt hensyn til uttapping til Klepp.



J.E.S./l.r.

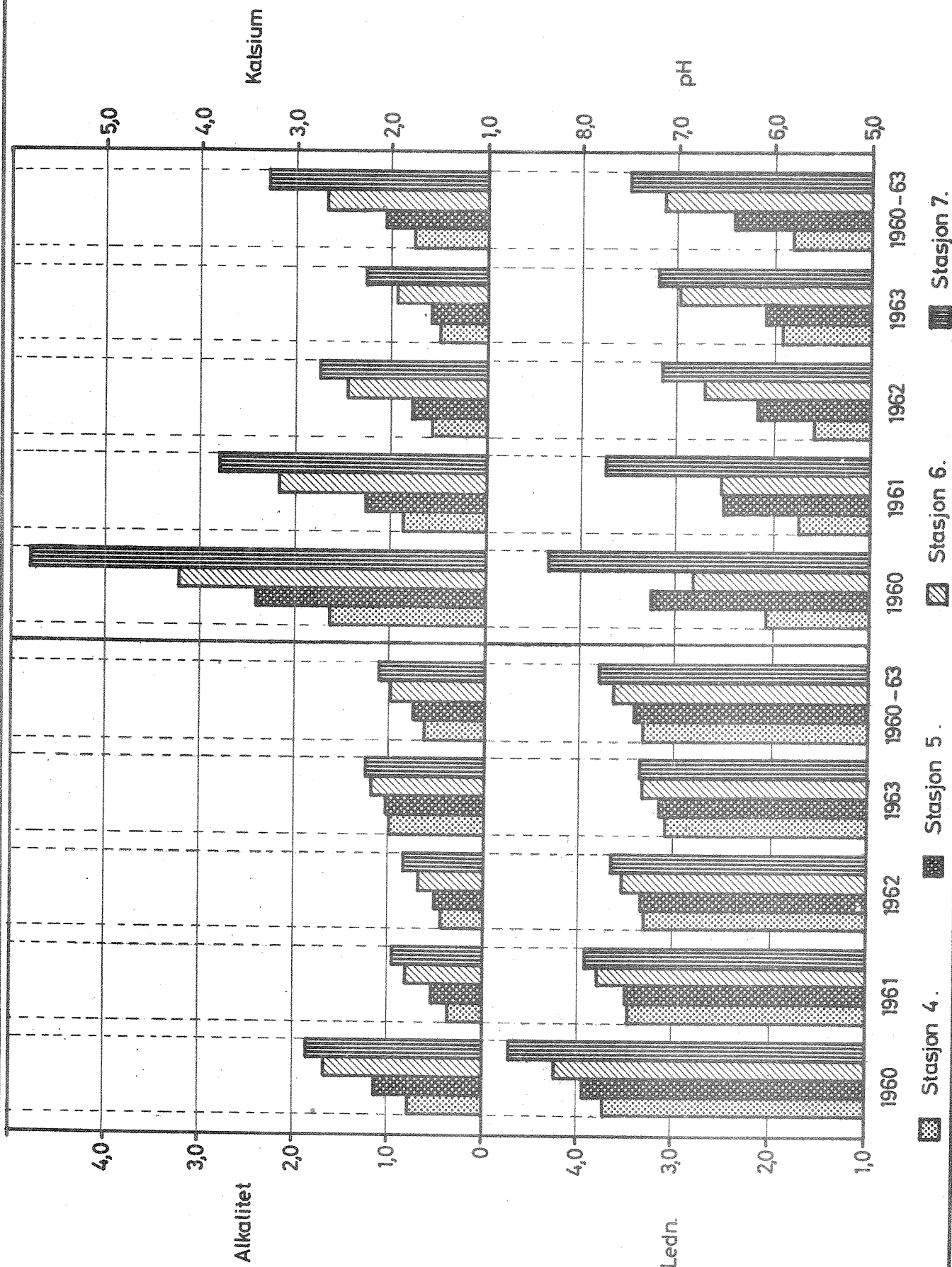
NORSK INSTITUTT FOR  
VANNFORSKNING  
BLINDERN

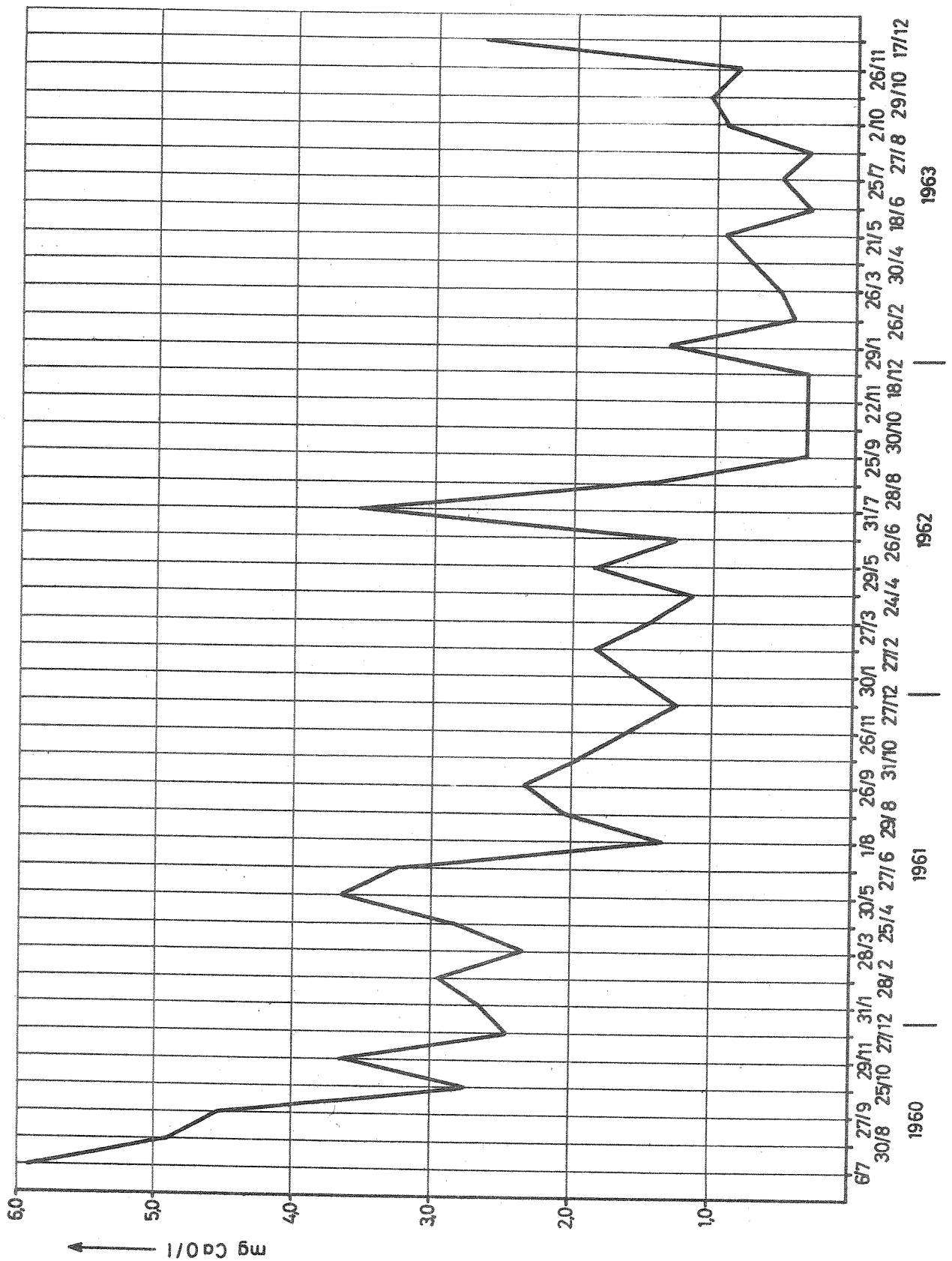
Beliggenhet av prøvetakingsstasjonene

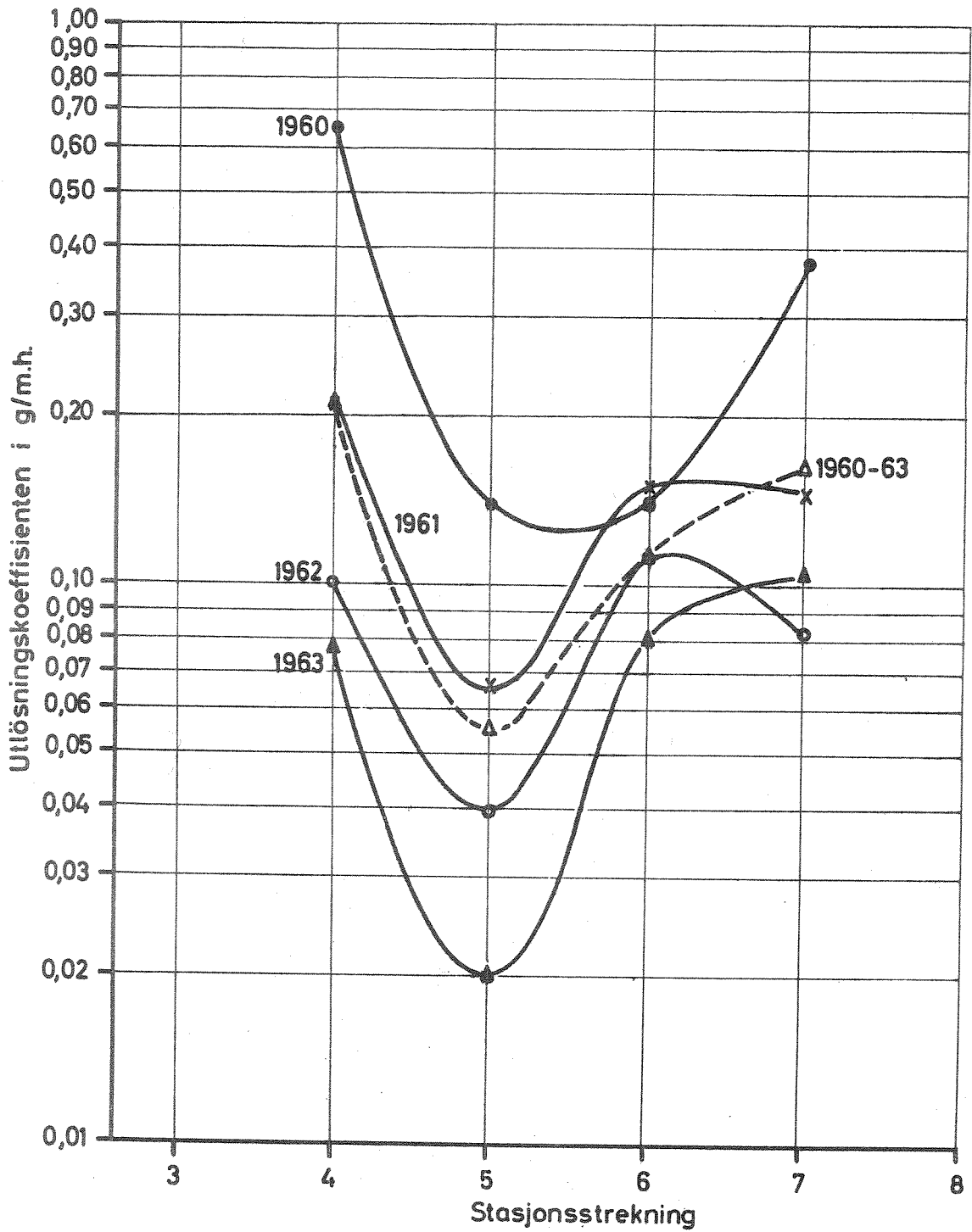
Fig. 1

O-237 2174









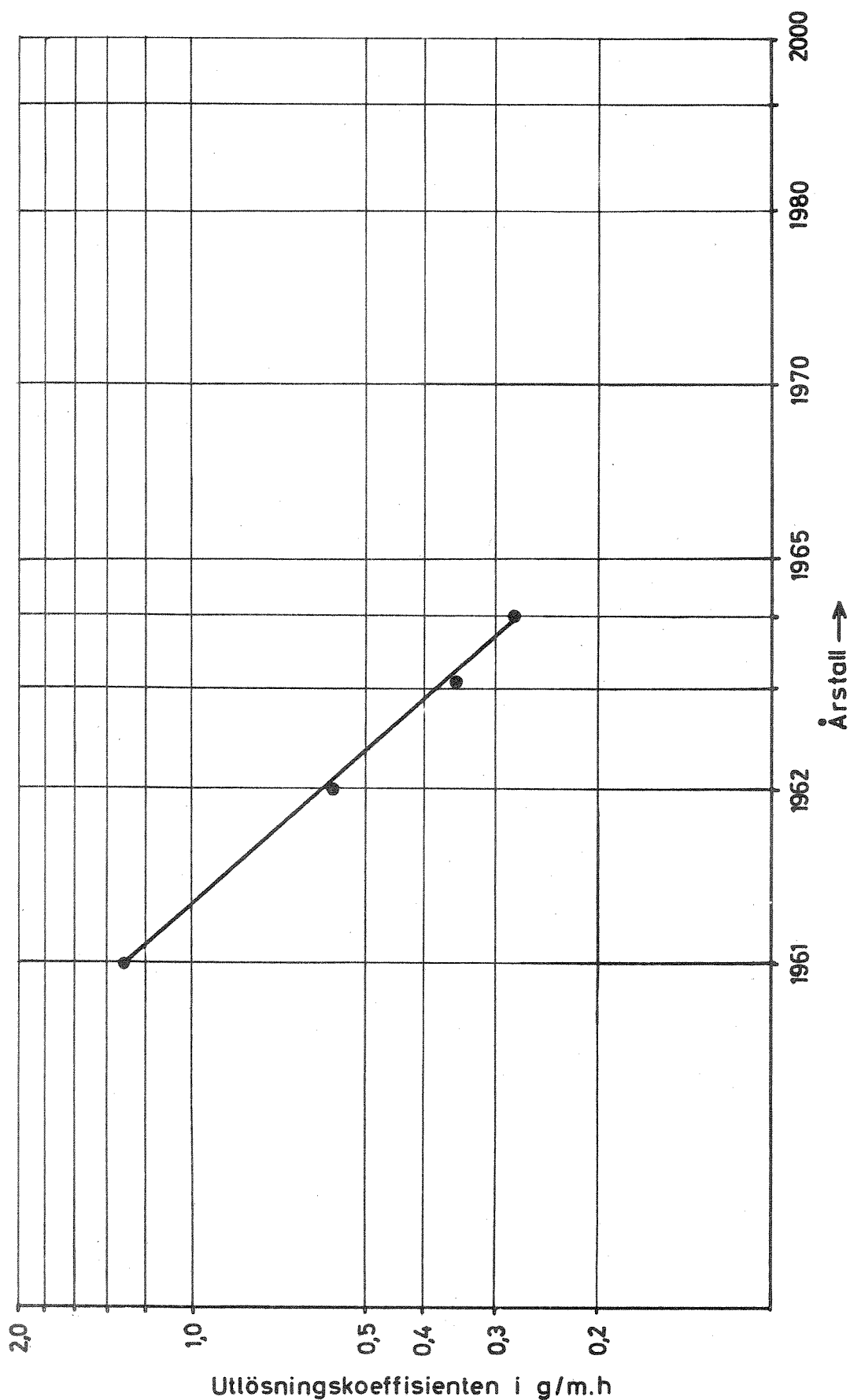
J.E.S./b.d.

NORSK INSTITUTT FOR  
VANNFORSKNING  
BLINDERN

Utløsningskoeffisienten for  
forskjellige stasjonsavsnitt.

Fig. 4

O-237  
4522



JES./b.d.

**NORSK INSTITUTT FOR  
VANNFORSKNING  
BLINDERN**

Utløsningskoeffisienten for strekningen  
Langev.-Tjensvoll i 1960 - 1963.

Fig. 5

0-237 4525