

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN.

0 - 269.

Fysisk-kjemisk undersøkelse av
vannet ved Vang Vannverk.

Saksbehandler: Cand.real. J.E.Samdal

22. desember 1961.

I N N H O L D :

| | | | |
|------|--------------------------------------|------|---|
| 1. | INNLEDNING | side | 2 |
| 2. | TIDLIGERE UNDERSØKELSER | " | 2 |
| 3. | VÅRE UNDERSØKELSER OG RESULTATER | " | 3 |
| 3.1. | Vannets temperatur, pH og turbiditet | " | 4 |
| 3.2. | Elektrolyttisk ledningsevne | " | 5 |
| 3.3. | Vannets farge- og permanganat-tall | " | 5 |
| 4. | SAMMENDRAG OG KONKLUSJON | " | 6 |

T A B E L L E R :

| | | | |
|----|--|---|---------|
| 1. | Fysisk-kjemiske vannanalyser, analysert v/Statens institutt for folkehelse i tiden 1930 - 1936 | " | 8 |
| 2. | Fysisk-kjemiske vannanalyser, analysert v/ Statens institutt for folkehelse i tiden 1936 - 1939. | " | 9 og 10 |
| 3. | Dato, klokkeslett og værforhold ved prøvetakingene. Vannprøvenes turbiditet | " | 11 |

F I G U R E R :

| | | | |
|----|--|---|----|
| 1. | Vannets pH og temperatur i 1960 - 1961 | " | 12 |
| 2. | Vannets elektrolyttiske ledningsevne i 1960 - 1961 | " | 13 |
| 3. | Vannets farge- og permanganat-tall i 1960 - 1961 | " | 14 |

1. INNLEDNING.

Flakstadelv renner fra Nybusjøen og for det meste gjennom skogsterreng innen den når Akersviken i Mjøsa. Nedslagsfeltet er ca. 80 km² og består for en stor del av skogsterreng. Nybusjøen er regulert til ca. 400 000 m³.

Vang Vannverk (tidligere Hamar Vannverk) har sitt inntak i elven ved Vendkvern. I inntaket foretas en grovsiling av vannet som deretter passerer et døgnutjevningmagasin før videre distribuering til forbruker. Vannet blir for tiden ikke klorert. Til Vannverket er det knyttet ca. 500 abonnenter, og man anslår antall personer til 2000.

Målsettingen ved den foreliggende undersøkelse er en undersøkelse av vannets kvalitet i Nybusjøen, i elven ved inntaket og i fordelingsnettet. Hensikten med undersøkelsen er å fastslå vannets kvalitet med tanke på bygging av eventuelt renseanlegg.

2. TIDLIGERE UNDERSØKELSER.

Såvidt vi har bragt i erfaring er tidligere undersøkelser av vannet i Flakstadelv og ved Hamar Vannverk foretatt av Statens institutt for folkehelse (SIF). I Tabell 1 og 2 står oppført resultatene av fysisk-kjemiske vannanalyser som er utført av SIF i tiden 1930 til 1939. Tabell 1 viser at vannet i Flakstadelv varierer i mineralisk sammensetning. Hårdheten er liten og varierer med vannføringen. Tabell 2 viser resultater av kjemisk-fysiske vannanalyser på prøver fra inntak og fra ledningsnett. Vannets surhetsgrad, pH, ligger i området 6 - 7. Farge- og permanganat-tallet (et mål for oksyderbarheten av tilstedeværende organiske stoffer) er høyt og viser tilstedeværelse av humuskomponenter. Innholdet av jern og mangan er høyt i enkelte prøver. Vannet inneholder ofte en del grums, og smak av myr forekommer.

Hovedkonklusjonen av tidligere undersøkelser er at vannet kan være litt surt, men det har liten hardhet. Fargen og permanganat-tallet er høyt.

3. VÅRE UNDERSØKELSER OG RESULTATER.

Vannets farge og turbiditet (uklarhet) er viktigst for å bedømme dets kvalitet. Fargen, turbiditeten og innhold av jern og mangan forårsaker størst ulemper når vannet benyttes som bruksvann. Vannprøvene ble derfor analysert på farge, turbiditet og permanganat-tall. Tidligere undersøkelser viser at vannets mineralske sammensetning varierer. For å følge variasjonene ble vannprøvene analysert på pH og elektrolyttisk ledningsevne. Ved prøvetagningen ble vannets temperatur målt. Vannprøvene ble tatt på følgende steder:

- Stasjon 1: Nybusjøen (utløp).
- " 2: Vanninntaket v/Vendkvern.
- " 3: Ledningsnett.

Prøvetakingene ble utført av Vang Kommune v/kommuneingeniørkontoret. For st. 1 og 2 ble det i hele undersøkelsesperioden brukt samme prøvetakingssted. For st. 3 ble prøvene før 21/3-61 tatt i Åker Hageby. Etter den 21/3-61 ble prøvene tatt på Solvang.

Byveterinærlaboratoriet på Hamar har utført bestemmelser av pH, samt farge- og permanganat-tall på vannprøvene. Elektrolyttisk ledningsevne er dels bestemt av samme laboratorium, dels av Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Turbiditetsanalyser er i sin helhet utført ved NIVA. For alle analyser er det benyttet NIVA's analyseforskrifter.

Vi har fått oppgitt at vannføringen i Flakstadelv varierer sterkt som følge av nedbør og drenering i nedslagsfeltet. En eksakt korrelasjon mellom vannføring, nedbør og vannkvalitet i elven ville derfor antakelig være vanskelig å påvise. Vannføringsforholdene i elven og nedbørsforholdene i undersøkelsesperioden er således ikke tatt med i denne rapporten. Dato og klokkeslett for prøvetakingene, værforholdene samt vannets turbiditet i undersøkelsesperioden står oppført i Tabell 3. Fig. 1 viser vannets temperatur og pH i undersøkelsesperioden. I Fig. 2 er fremstilt vannets elektrolyttiske ledningsevne. Farge- og permanganat-tall for vannprøvene er vist i Fig. 3.

3.1. Vannets temperatur, pH og turbiditet.

Vannets temperatur ved st. 1 er konstant $0,5^{\circ}\text{C}$ fra 20/12-60 til 12/4-61. Fra og med 10/5-61, da Nybusjøen ble isfri, stiger temperaturen og når maksimal verdi ($18,0^{\circ}\text{C}$) den 7/6-61.¹⁾

Vannets pH ved st. 1 ligger i hele undersøkelsesperioden på den sure side av pH-skalaen. Laveste pH-verdier finner man like etter flomperioden (pH 4,9 den 16/5-61). Fra 24/5 stiger pH langsomt og når sin høyeste verdi 12/7-61 (pH 6,8).

Turbiditeten ved st. 1 er stort sett lav. Største verdi er $1,3 \text{ mg SiO}_2/1$ den 14/3-61. I perioder med mildvær, flom og nedbør, f.eks i siste del av prøvetakingsperioden, synes turbiditeten å ligge over $1 \text{ mg SiO}_2/1$.

Vannets temperatur ved st. 2 viser i tiden fra 20/12-60 til 12/4-61 konstant $0,5^{\circ}\text{C}$; i overensstemmelse med hva som ble funnet ved st. 1. Fra og med prøvetakingen 19/4-61 stiger temperaturen idet flommen er begynt. Høyeste temperatur ble målt 19/7-61 ($18,5^{\circ}\text{C}$).

Vannets pH ved st. 2 er stort sett høyere enn ved st. 1. Forholdet må henge sammen med at Flakstadelv passerer alkaliholdige bergarter fra Nybusjøen til Vendkvern. I tiden 20/12-60 til 19/4-61 viser pH liten variasjon (pH 6,6 - 6,9). Prøvetakingdagene 26/4-61 og 3/5-61 viser laveste pH, henholdsvis 5,7 og 5,9. Sannsynligvis henger forholdet sammen med at sure bestanddeler påvirker vannet i flomperioden. Fra 10/5-61 viser pH stigende tendens og når maksimalverdi (7,6) den 19/7-61.

Turbiditeten varierer mer ved st. 2 enn ved st. 1, fordi forandringer i vannkvalitet vanligvis gjør seg mer gjeldende i elv enn i innsjø. På prøvetakingdagene 19/4-61 og 26/4-61 er turbiditeten høy, fordi flomperioden er begynt. Høy turbiditet 12/7-61 henger sammen med regnværet i denne perioden.

Vannets temperatur ved st. 3 er gjennomgående betydelig høyere enn ved st. 1 og 2. I hele vinterperioden foregår det en oppvarming av vannet i rørsystemene.

¹⁾ Prøvetakingseskjemaet viser temp. $1,0^{\circ}\text{C}$ den 24/5-61. Vi har antatt at dette skal være $10,0^{\circ}\text{C}$.

Stort sett ligger vannets pH endel høyere ved st. 3 enn ved st. 1 og 2. Det er mulig dette har sammenheng med korrosjonsprosesser som foregår i rørsystemene. For prøvetakingene 12/7-61 og 19/7-61 var pH høyest (8,0).

I tiden fra 20/12-60 til 28/2-61 er turbiditetsverdiene lave. v/st Mildværet i mars og flomperioden fra 19/4 øker turbiditeten, og høyeste verdier ble målt den 19/4 og 26/4-61 (3,0 mg SiO_2 /l). Mot slutten av prøvetakingsperioden viste turbiditeten økende tendens; trolig som følge av regnværet.

3.2. Elektrolyttisk ledningsevne.

Ledningsevnen ved st. 1 er lav. I vårløsningen er ledningsevnen lavest; trolig som følge av fortykning. Ledningsevnen er relativt høy igjen i regnværsperioden mot slutten av prøvetakingsperioden. Forholdet kan tyde på tilførsel av mineralske stoffer ved nedskylling med regnvann.

Ved st. 2 er ledningsevnen stort sett høyere enn ved st. 1. Ledningsevnen varierer mer ved st. 2 enn ved st. 1. Ved st. 3 opptrer også relativt store variasjoner i ledningsevnen. Variasjonene i ledningsevne ved st. 2 og 3 henger sammen med at i elv vil forandringer i mineralsk sammensetting lett gjøre seg gjeldende etter nedbørs- og vannføringsforhold.

3.3. Vannets farge- og permanganat-tall.

For st. 1 er fargeverdiene særlig høye i hele perioden fra 20/12-60 og frem til 12/4-61. Fra denne dato og frem til prøvetakingen 5/7-61 er fargen høy, med stort sett konstant variasjonsbredde fra 75 mg Pt/l til 90 mg Pt/l. Mot slutten av prøvetakingsperioden stiger fargen igjen som følge av forutgående regnvær. Vannets permanganat-tall er, likesom fargetallet, høyt i den første del av prøvetakingsperioden og frem til 12/4-61. Forholdet mellom farge- og permanganat-tallet er ikke konstant; særlig gjelder dette tiden fra og med 10/5-61. Antakelig skyldes dette forskjellige kjemiske forhold. I perioden fra 10/5 og frem til 5/7-61 varierer permanganat-tallet sterkt med variasjonsbredde fra 6,3 til 28,5 mg O/l. På samme måte som fargetallet viser permanganat-tallet stigning mot slutten av prøvetakingsperioden.

Vannets farge ved st. 2 ligger tildels lavere enn ved st. 1. Bortsett fra en enkelt prøvetaking den 17/1-61, er fargen over 100 mg Pt/l bare for perioden fra 14/3 til 26/4-61; på tross av forutgående regnvar. Verdiene for permanganat-tallet ved st. 1 viser sterkt varierende mønster med høyeste verdi den 12/7-61 (33,6 mg O/l).

Prøvene fra st. 3 viser fargetall over 100 mg Pt/l i vårperioden, d.v.s. fra 21/3-61 til 26/4-61. Forholdet har god sammenheng med hva som ble funnet for st. 2.

I vårperioden er permanganat-tallene relativt høye ved st. 3. Fra slutten av mai og til 12/7-61 er fargen relativt lav, med laveste fargetall på 15 mg Pt/l den 15/7-61. Stigningen i fargetallet den 19/7-61 har sammenheng med tilsvarende øking av fargetallet ved st. 2.

4. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

Statens institutt for folkehelse har i årene 1930 til 1939 undersøkt vannet i Flakstadelv for Hamar Vannverk. Resultatene viser at vannet i elven varierer i kjemisk sammensetting. Stort sett er vannet surt og bløtt. Vannets farge- og permanganat-tall er høyt. Likeså er innhold av jern og mangan relativt høyt.

Undersøkelser utført av Norsk institutt for vannforskning i tiden 20/12-60 til 19/7-61 bekrefter i store trekk resultatene av de tidligere undersøkelser. NIVA's undersøkelser er utført på vannprøver fra Nybusjøens utløp (st. 1), fra vanninntaket ved Vendkvern (st. 2) og fra Vang Vannverks ledningsnett (st. 3).

Vannets temperatur ved st. 1 og 2 er konstant $0,5^{\circ}\text{C}$ på vintertiden og frem til midten av april. Vannprøvene fra st. 3 viser $3,0^{\circ}\text{C}$ som laveste temperatur, og det foregår derfor en oppvarming av vannet i ledningsnett.

Vannet ved st. 1 har lav pH, lav ledningsevne og lavt turbiditetstall. Farge- og permanganat-tallet er høyt.

Vannet ved st. 2 har høyere pH og høyere ledningsevne enn ved

st. 1. Sannsynligvis skyldes dette at Flakstadelv passerer områder som inneholder alkaliholdige bergarter. Fargetallet for vannet ved st. 2 er tildels lavere enn ved st. 1. Turbiditeten er, i alle fall i flomperioden, høyere enn ved st. 1. Fargetallet ved st. 2 er størst i tiden fra mars til april, d.v.s. i det tidsrom når elven er i flom.

Vannprøvene fra st. 3 har høyest pH og ledningsevne. Fargetallet er over 100 mg Pt/l i flomperioden. Turbiditetsverdiene i dette tidsrom er også relativt høye. Det samme er tilfelle med permanganat-tallene.

Hovedulempen med vannet er høyt farge- og permanganat-tall samt innholdet av jern og mangan. For å redusere fargetallet bør humuskomponentene fjernes. Vi foreslår derfor følgende prinsipielle retningslinjer for rensing av vannet:

1. Koagulering.
2. Flokkulering.
3. Sedimentering.
4. Filtrering.
5. Klorering.
6. Korrosjonsbeskyttelse ved kjemikalie-tilsetning.

Koagulering og flokkulering med etterfølgende sedimentering og filtrering kalles ofte for kjemisk felning eller fullrensing. Prosessen vil gjøre det mulig å fremstille godt bruksvann av vannet fra Flakstadelv, men det bør utføres koaguleringsforsøk i laboratorieskala for å få kjennskap til koaguleringsbetingelsene. Vannets kvalitetsvariasjoner vil få betydning for driften av et eventuelt teknisk renseanlegg. I den kalde årstid, når vannets temperatur er lav, vil prosessen foregå langsomt, og dette bør man ta spesielt hensyn til under utformingen av renseanlegget. Kloreringens plass i rekkefølgen av renseinstallasjoner bør bli nærmere undersøkt av hensyn til eventuelle begroingsfenomener og mulighetene for smaksulemper. Etter fullrensingen vil vannet sannsynligvis være korrosivt overfor jern, kopper og produkter laget på sementbasis. Betydningen av korrosjonsbeskyttelse bør sees i sammenheng med det nåværende rørnetts beskaffenhet og alder.

Tabell 1.

Fysisk-kjemiske vannanalyser på prøver fra Hamar Vannverk.
analysert ved Statens institutt for folkehelse. ¹⁾

i tiden 1930 - 1936.

| Dato: | 17/9-30 | 18/4-32 | 14/7-36 |
|----------------------------|---------|---------|---------|
| Gløderest, mg/l | 11,2 | 36,0 | - |
| Alkalitet, ml N/10 HCl/l | 0,8 | 3,8 | 2,4 |
| Total hårdhet, mg CaO/l | - | 13,2 | - |
| Temporær hårdhet, mg CaO/l | 2,2 | 10,6 | 6,7 |

¹⁾ omarbeidet ved NIVA fra foreliggende rapport.

Tabell 2.

Fysisk-kjemiske vannanalyser på prøver fra Hamar Vannverk 1936-39,
analysert ved Statens institutt for folkehelse.¹⁾

| J.nr. | Analyse- nr.: | Analyse- bevis, datert: | År: | Prøve- tagnings- sted: | pH 2) | Farge 3) | Perm. t. ml N/100mg KMnO ₄ /l 4) | Magnesium mg CaO/l | Kalsium mg CaO/l | Hårdhet mg CaO/l | Alkalitet ml N/10 HCl/l | Ammoniakk mg NH ₄ /l |
|--------------|------------------|-------------------------------|------|-------------------------------|------------|--------------|--|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 102/ 1936 | 32-33/ 1936 | 13/5- 1936 | 1936 | Inntak, bak silene | 6,1 | 120 + 20 | 181 | - | - | - | 1,1 | 0,05 |
| " | " | " | " | Kran i Furuly, Briskeby | 6,3 | 100 + 20 | 177 | - | - | - | 1,2 | - |
| 194/ 1936 | 98-99/ 1936 | 18/8- 1936 | " | Vanninn- tak | 6,1 | 125 + 120 | 268 | - | - | - | 2,4 | 0,15 |
| " | " | " | " | Prøve fra Furuly | - | 105 + 100 | 192 | - | - | - | 2,4 | - |
| 110/ 1937 | 56-57/ 1937 | 30/4- 1937 | 1937 | Prøve fra inntaket | 7,0 | 45 + 10 | 80,0 | - | - | - | - | - |
| " | " | " | " | Prøve fra brannst. | 7,0 7,1 | 40 + 10 | 77,0 | 2,7 | 11,5 | 14,2 | 4,9 | 0,22 |
| 140/ 1939 | 95/ 1939 | 19/5- 1939 | 1939 | Hamar Vannverk | - | - | - | 1,2 | 3,1 | 4,3 ⁵⁾ | 0,5 | - |

1) Omarbeidet ved NIVA fra foreliggende rapport.

2) Bestemt kolorimetrisk.

3) Første tall angir mg Ft/l, annet tall mg Cu/l.

4) Tallene divideres med 12,5 for å uttrykkes i mg O/l.

5) Herav 1,4 mg CaO/l er temporær hårdhet, resten er permanent hårdhet.

Tabell 2. (forts.)

0 - 269.

| Jern mg Fe/l | Mangan mg Mn/l | Nitrat ⁶⁾ mg NO ₃ /l | Sulfat | Klorid mg Cl/l | Tørrestoff mg/l | Gløderest mg/l | Anmerkninger: |
|-----------------|-------------------|---|------------|-------------------|--------------------|-------------------|--|
| 0,43 | 0,16 | 1 - 2 | Spor | upåv. | 43,2 | 18,3 | Opalescerende, uten lukt, men myrsmak. |
| 0,17 | 0,03 | 1 - 2 | - | " | - | - | Svakt opalescerende, ingen lukt el. sikkert merkbar, fremmed smak. |
| 0,44 | 0,07 | 1 - 2 | Svakt spor | 0,1 | - | - | Inneholdt grums av plantededetritus med utfelt jernhydroksyd, ingen lukt, men myrsmak. |
| 0,40 | - | - | - | - | - | - | Som prøve fra vanninntak. |
| 0,27 | - | - | - | - | - | - | Fnokker av plantededetritus. |
| 0,22 | 0,02 | ca. 2 | - | 0,9 | 55,2 | 41,2 | - " - " - " - |
| - | - | - | - | - | - | 14,2 | Vannet ikke helt klart. |

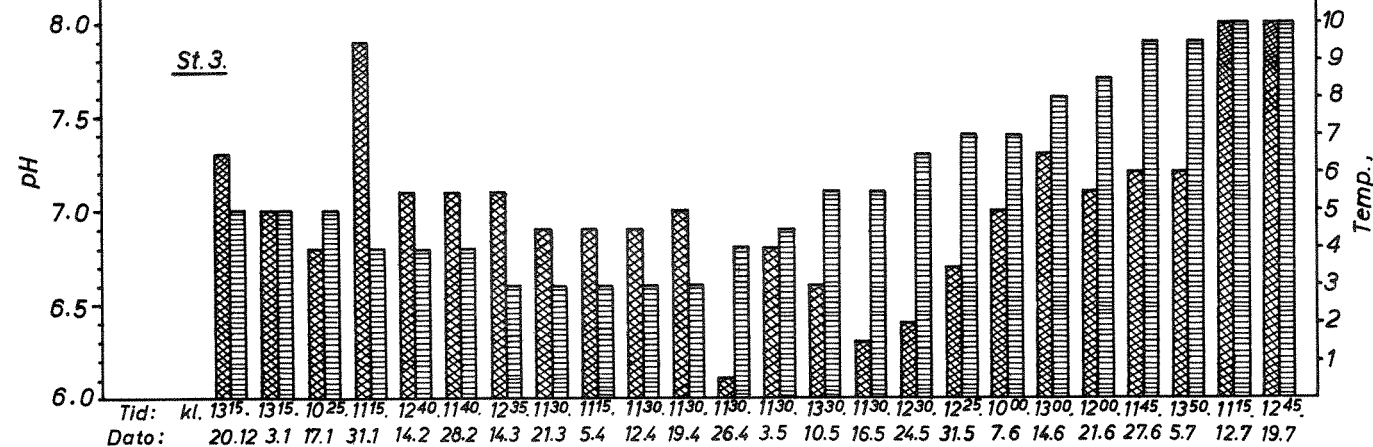
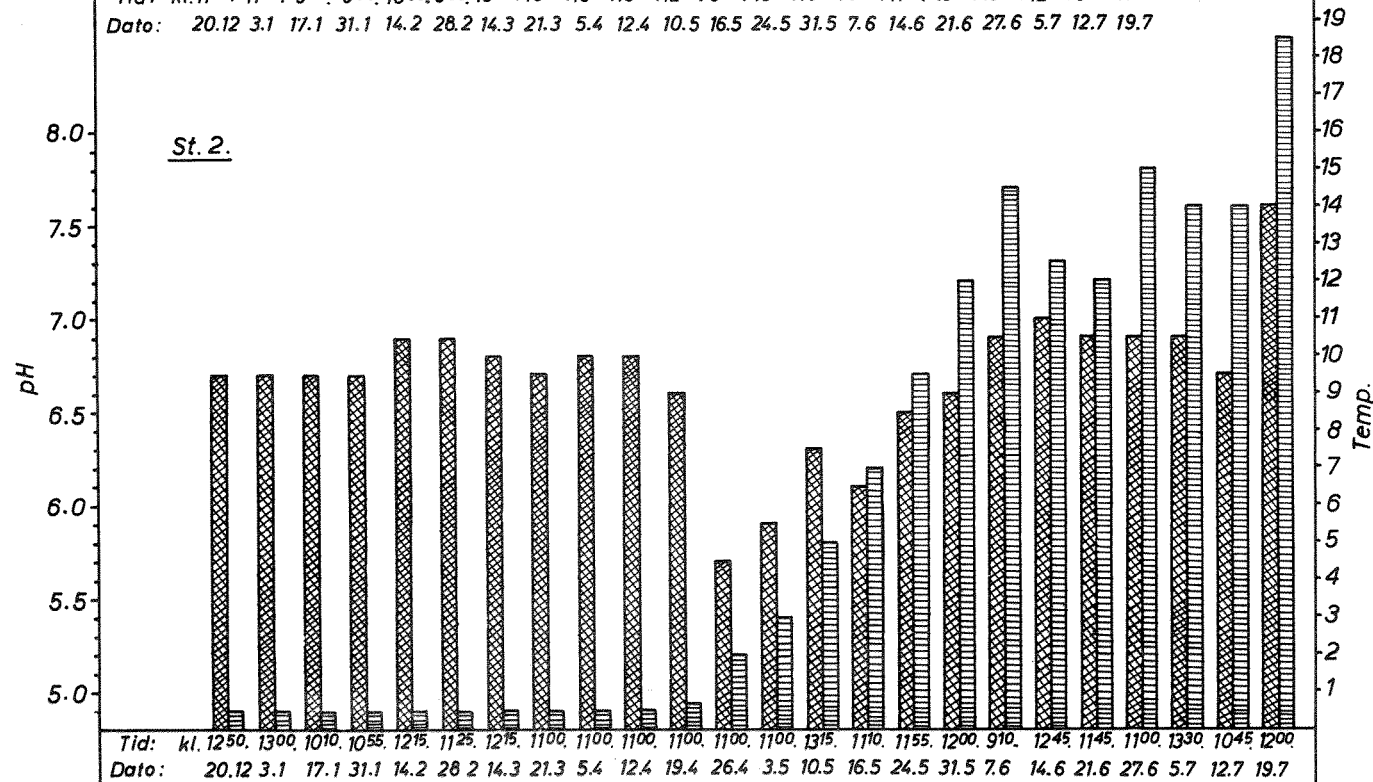
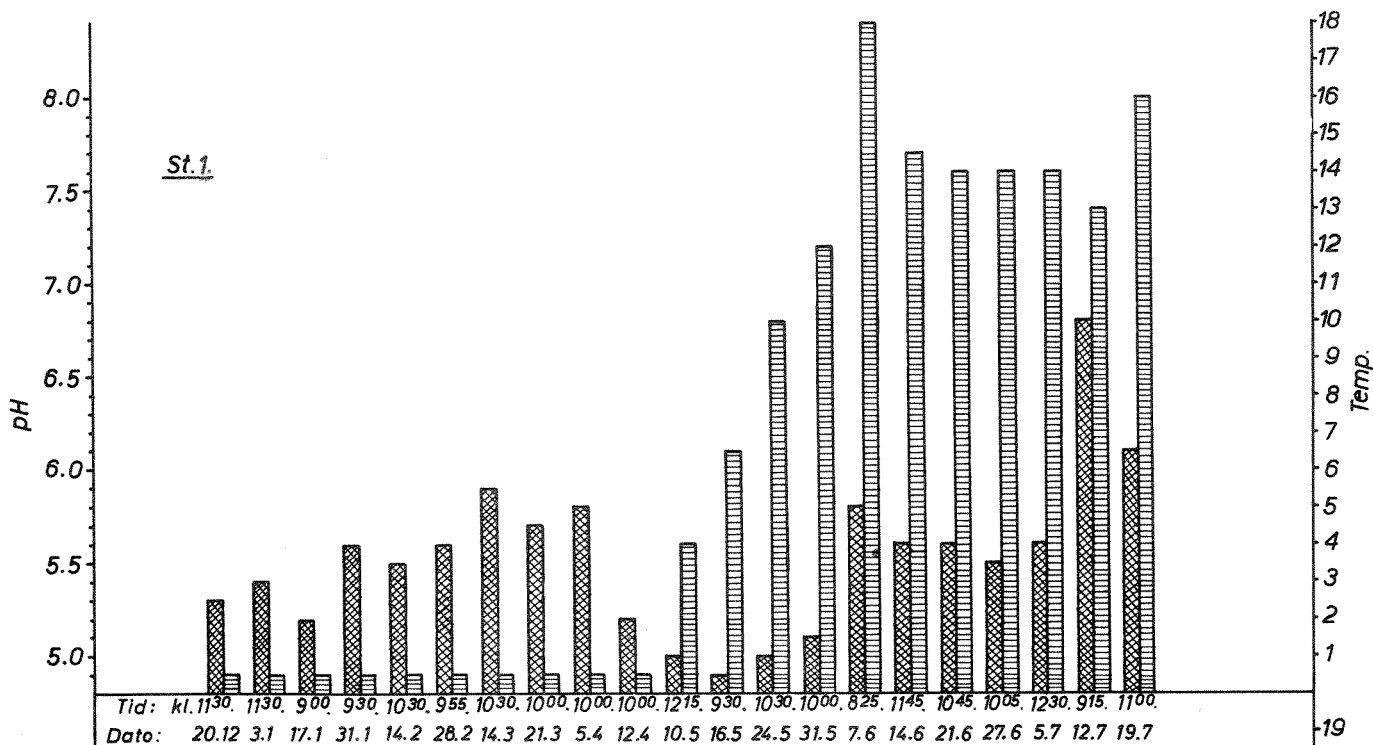
6) Nitritt ikke påvist ved siden av nitrat.

Tabell 3.

Dato, klokkeslett og værforhold ved prøvetakingene. Vannprøvenes turbiditet.

| Dato: | Kl.: | | | Anmerkninger: | Turbiditet, mg SiO ₂ /l | | |
|----------|-------|-------|-------|----------------------------------|------------------------------------|------|------|
| | St.1 | St.2 | St.3 | | St.1 | St.2 | St.3 |
| 20/12-60 | 11.30 | 12.50 | 13.15 | Sjøen islagt. Frost og snø forut | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| 3/1 -61 | 11.30 | 13.00 | 13.15 | " - " - " " " " | 0,5 | 0,5 | 0,4 |
| 17/1 -61 | 9.00 | 10.10 | 10.25 | " - " - " " " " | 0,9 | 2,7 | 0,5 |
| 31/1 -61 | 9.30 | 10.55 | 11.15 | " - " - " " " " | 0,7 | 0,4 | 0,5 |
| 14/2 -61 | 10.30 | 12.15 | 12.40 | " - " - " " " " | 0,9 | 0,3 | 0,3 |
| 28/2 -61 | 9.55 | 11.35 | 11.40 | " - " - Opphold, mildt | 0,7 | 0,4 | 0,3 |
| 14/3 -61 | 10.30 | 12.15 | 12.35 | " - " - " " " " forut | 1,3 | 1,1 | 1,0 |
| 21/3 -61 | 10.00 | 11.00 | 11.30 | " - " - Snø og godt vær | 0,9 | 0,8 | 1,6 |
| 5/4 -61 | 10.00 | 11.00 | 11.15 | " - " - Opphold, noe oppløsning | 0,8 | 0,8 | 0,9 |
| 12/4 -61 | 10.00 | 11.00 | 11.30 | " - " - Snøvær | 0,8 | 0,6 | 0,8 |
| 19/4 -61 | x) | 11.00 | 11.30 | " - " - Flommen begynt | x) | 5,6 | 3,0 |
| 26/4 -61 | x) | 11.00 | 11.30 | " - " - Flom | x) | 5,3 | 3,0 |
| 3/5 -61 | x) | 11.00 | 11.30 | Isfritt | x) | 1,5 | 0,9 |
| 10/5 -61 | 12.15 | 13.15 | 13.30 | " " " " | 1,0 | 1,1 | 1,7 |
| 16/5 -61 | 9.30 | 11.10 | 11.30 | " " " " Oppholdsvær | 1,1 | 0,8 | 0,7 |
| 24/5 -61 | 10.30 | 11.55 | 12.30 | " " " " " | 1,1 | 0,7 | 0,4 |
| 31/5 -61 | 10.00 | 12.00 | 12.25 | Flom, regnvær forut | 1,0 | 0,5 | 0,3 |
| 7/6 -61 | 8.25 | 9.10 | 10.00 | Sommervannstand, varmt | 1,0 | 0,3 | 0,5 |
| 14/6 -61 | 11.45 | 12.45 | 13.00 | " - " - nedbør forut | 0,9 | 0,4 | 0,3 |
| 21/6 -61 | 10.45 | 11.45 | 12.00 | " - " - oppholdsvær | 1,0 | 0,3 | 0,5 |
| 27/6 -61 | 10.15 | 11.00 | 11.45 | " - " - regn forut | 1,1 | 0,4 | 0,4 |
| 5/7 -61 | 12.30 | 13.30 | 13.50 | " - " - " " " | 1,2 | 0,6 | 0,6 |
| 12/7 -61 | 9.15 | 10.45 | 11.15 | " - " - kraftig regn forut | 1,1 | 2,2 | 0,8 |
| 19/7 -61 | 11.00 | 12.00 | 12.45 | " - " - " " " | 1,2 | 1,2 | 0,7 |

x) Ikke adkomst for prøvetakinger.

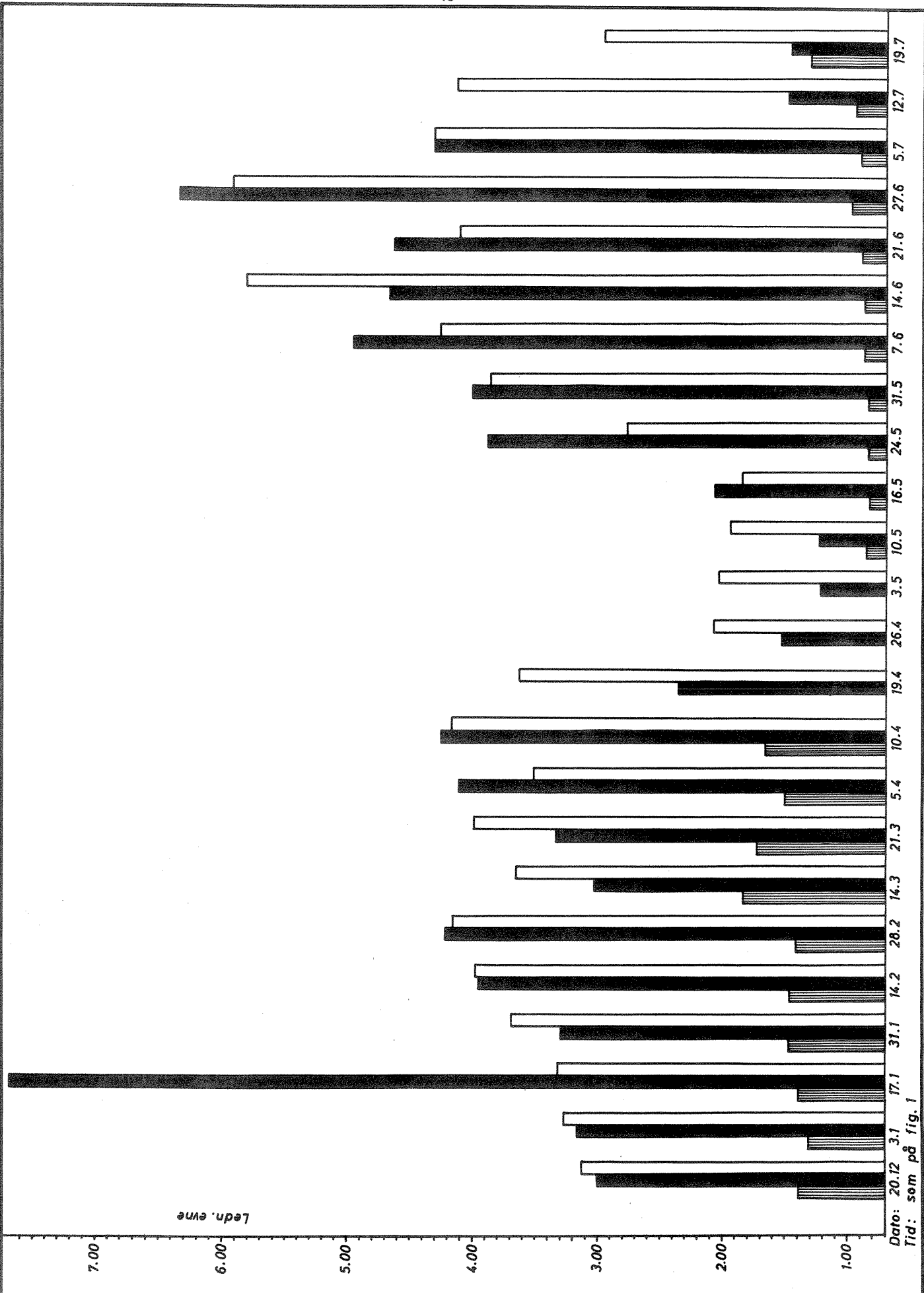


NORSK INSTITUTT FOR
VANNFORSKNING
BLINDERN

Vannets pH ■
og Temp. °C ▨
i 1960-1961.

Fig. 1.

Nr. 269-22.



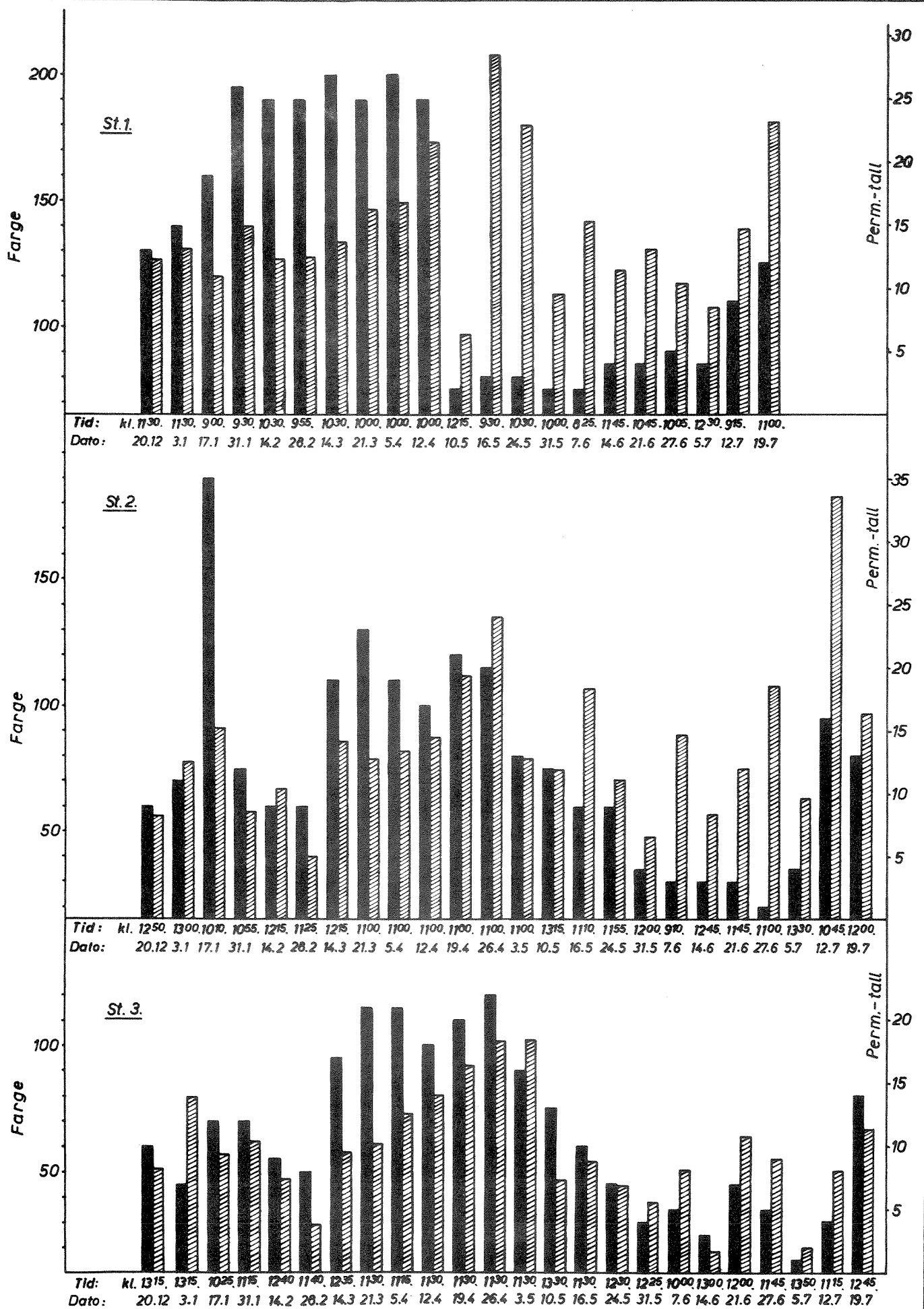
Dato: 20.12 3.1 17.1 31.1 14.2 28.2 14.3 21.3 5.4 10.4 19.4 26.4 3.5 10.5 16.5 24.5 31.5 7.6 14.6 21.6 27.6 5.7 12.7 19.7
 Tid: som på fig. 1

NORSK INSTITUTT FOR
 VANNFORSKNING
 BLINDERN

Vannets elektrolytiske ledningsevne, 20 °C, i 1960-1961. (ohm⁻¹·cm⁻¹).
 St. 1 St. 2 St. 3

Fig. 2.

Nr. 269-23.



NORSK INSTITUTT FOR
VANNFORSKNING
BLINDERN

Vannets farge, mg Pt/l, ■
og permanganat-tall, mg O/l, ▨
i 1960 - 1961.

Fig. 3.

Nr. 269-21