

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

O - 49/71

UNDERSØKELSE AV KJØLEVANNNSFORHOLD FOR TERMISKE KRAFTVERK

BUNNEFJORDEN

Saksbehandler: Cand.real. Hans Kristiansen

Blindern, 17/11-1971

INNHOLDSFORTEGNELSE

Side:

|    |   |   |
|----|---|---|
| 1. | INNLEDNING                                    | 3 |
| 2. | PRØVETAKING                                   | 3 |
| 3. | ANALYSERESULTATER OG DISKUSJON AV RESULTATENE | 3 |
| 4. | FORTSATTE UNDERSØKELSER                       | 5 |

TABELL

|                   |   |
|-------------------|---|
| Analyseresultater | 6 |
|-------------------|---|

FIGUR

|                     |   |
|---------------------|---|
| Kart over Oslofjord | 8 |
|---------------------|---|

## 1. INNLEDNING

Norsk institutt for vannforskning fikk den 2. juli 1971, forespørsel pr. telefon fra Statskraftverkene ved overingeniør Storebø om å foreta en undersøkelse av vannet i Bunnefjorden med hensyn til dets anvendbarhet som kjølemiddel i kjernekraftverk. Undersøkelsen gjelder korrosivitet, mulighet for begroing og innhold av mekaniske forurensninger.

Vårt brev av 16. september 1971 inneholder et program for prøvetaking og analyse av vannet.

Liknende undersøkelser er igang for alternative byggesteder ved ytre Oslofjord og Langesundsfjorden.

Sjøvann kan inneholde stoffer, som kan forårsake korrosjon, i så små konsentrasjoner at de ikke lar seg påvise ved vanlige analysemetoder. Tilstedeværelsen av slike stoffer lar seg påvise ved bestemmelse av korrosjonsindeks etter standardisert metode. Disse bestemmelser er utført av Skipsteknisk Forskningsinstitutt, og resultatene finnes i rapport SFI 45.205 av 19. oktober 1971.

## 2. PRØVETAKING

Posisjonsplasseringen for innhenting av vannprøver til kjemisk analyse og bestemmelse av korrosjonsindeks er avmerket på figur 1. Prøvene ble tatt 9. august 1971.

## 3. ANALYSERESULTATER OG DISKUSJON AV RESULTATENE

På vannet ble følgende analyse-komponenter bestemt:

- Saltinnhold (salinitet)
- Temperatur
- Oksygen, eventuelt sulfid
- Surhetsgrad, pH
- Turbiditet
- Ammonium

Ortofosfater  
Nitrater  
Kimtall (12 m, 20 m, 30 m)  
Olje (0 og 20 m)

Resultatene er ført opp i tabell.

Temperaturmålingene viser at det er bare de øverste lag av vannmassene som får høy temperatur om sommeren. Undersøkelsen av "Oslofjorden og dens Forurensningsproblemer" i tiden 1962 - 1965 har vist at overflatevannet har temperaturmaksimum i juli-august med middeltemperatur  $17,4^{\circ}\text{C}$  og minimum nær  $2^{\circ}\text{C}$  i mars. Målingene ble utført i rute Dp på kartet.

Saliniteten viser også en sesongmessig variasjon. Ifølge de nevnte undersøkelser er den lavest i overflaten om sommeren, ca.  $20^{\circ}/\text{oo}$  (juni-juli) og øker mot dypet. Under ca. 20 m er saliniteten forholdsvis konstant hele året, ( $30 - 33,7^{\circ}/\text{oo}$ ).

Oksygeninnholdet varierer med dybden. Resultatene i tabellen viser at det forekommer vekselvis lag med oksygenrikt og lag med oksygenfattig vann. Samme erfaring ble gjort under Oslofjordundersøkelsene.

pH - verdien er høyest i overflaten. Dette skyldes algevekst i overflate-lagene, fordi veksten i sollys forbruker karbondioksyd og avgir oksygen. I dypere lag av vannmassene i Bunnefjorden er pH-verdien noe lavere enn normalt for sjøvann. Turbiditet er jevnt over høyere enn i ytre Oslofjord og Langesundsfjorden. En statistisk gjennomgåelse av resultatene fra Oslofjordundersøkelsen har vist at det er nøye sammenheng mellom turbiditet og næringssaltinnhold. Det er derfor grunn til å anta at turbiditeten i det vesentlige skyldes algevekst.

Innhold av næringsalter (nitrater og fosfater) i vannet i Bunnefjorden varierer både med hensyn til dypet og med hensyn til årstiden. I den produktive periode er næringssaltinnholdet i overflatelagene lavt fordi det forbrukes etterhvert, og forholdsvis høyt i dyplagene. I den kaldeste årstid er innhold av næringsalter mere jevnt fordelt i hele vannmassen.

Ammoniuminnholdet i vannet ble ikke analysert under Oslofjordsundersøkelsen. Resultatene av denne undersøkelse i 1971 viser at ammoniuminnholdet er lavt og forholdsvis jevnt fordelt i alle dyp. Innholdet av de øvrige næringsalter svarer til hva som ble funnet under Oslofjordsundersøkelsen på samme årstid.

Oljeinnholdet som er bestemt inkluderer også olje i alge- og planktonmateriale. Innholdet av mineralolje som forurensning er derfor lavere enn oppgitt i tabellen. Bakterieinnholdet bestemt som kimtall er forholdsvis lavt.

#### 4. FORTSATTE UNDERSØKELSER

Vannmassene i Bunnefjorden kan deles inn i et øvre lag og et bunnlag. Grensesjiktet mellom disse vannlag ligger på 60 - 80 meters dyp. Ferskvanntilførselen til hele indre Oslofjord er ca.  $25 \text{ m}^3$  pr. sekund. Ferskvannet blander seg med sjøvann og den totale vannmengde ut fra Oslofjorden kan i middel anslås til ca.  $100 \text{ m}^3$  pr. sekund. Tilsvarende kan man derfor regne med en strøm av friskt sjøvann inn på ca.  $75 \text{ m}^3$  pr. sekund. Denne sjøvannsstrømmingen, sammen med andre mekanismer, fører til en viss fornying av vannet også i Bunnefjorden, over 60 - 80 meters dyp.

Oslofjordsundersøkelsene viste at oksygeninnholdet i de øvre lag av vannet i Bunnefjorden varierer med årstiden: maksimum om våren og minimum om høsten. Variasjonen er størst i 12-meters sjiktet, men det har aldri i undersøkelsesperioden vært helt fritt for oksygen i noe sjikt over 60 - 80 m.

Vannet i Bunnefjordens bunnlag skiftes bare helt ut periodevis avhengig av meteorologiske og hydrologiske forhold. Slike perioder kan inntreffe fra hvert annet til hvert femte år. I bunnlagene får man først sulfidutvikling når vannet er mer enn to til tre år gammelt.

Et eventuelt uttak av kjølevann fra Bunnefjorden vil forårsake en tilsvarende strøm av sjøvann inn til fjorden. Selv om kjølevannet tas fra vannmassene over 60 - 80 meters dypet, så vil det forårsake en total forandring av forholdene i alle dyp. Man vil antagelig fortsatt få en periodevis utskiftning av bunnvannet, men med langt hyppigere perioder.

En analyse av vannet under nåværende forhold vil derfor være forskjellig fra det man vil finne etter at uttak av kjølevann kommer istand.

Under Oslofjordsundersøkelsen er det utført en rekke analyser på vannprøver fra flere steder og dyp. En gjentakelse av disse analyseparametre vil neppe frembringe noe nytt til bedømmelse av eventuelle korrosjonsproblemer. Ammoniuminnhold, kimtall og korrosjonsindeks ble imidlertid ikke bestemt under Oslofjordsundersøkelsen.

For å videreføre korrosjonsundersøkelsene av vannet i Bunnefjorden, vil vi foreslå at ammoniuminnhold og kimtall blir bestemt og at det samtidig blir tatt prøver for bestemmelse av korrosjonsindeks. Prøvene tas bare fra to posisjoner, EP-1 og BN-1 ned til 70 meter. Dybdeintervaller som angitt i vårt brev av 16. september 1971. Prøver for bestemmelse av kimtall tas som tidligere. Undersøkelsen bør gjentas minst fire ganger til, to ganger i vinter og to ganger på våren og forsommeren.

Blindern, 17. november 1971

HK/win

ANALYSEDATA FOR VANNPRØVER FRA BUNNEFJORDEN

| Dato | Sta-<br>sjon | Dyp<br>i m | Temp.<br>°C | Salinitet<br>°/oo | Tetthet<br>( $\frac{g}{cm^3} - 1$ )10 <sup>3</sup> | Oksygen<br>mg O <sub>2</sub> /l<br>% metn. | pH  | Turbiditet<br>J.T.U. | Ammonium<br>mg N/l | Nitrat<br>mg N/l | O-fosfat<br>mg P/l | Olje<br>mg/l | Kintall<br>pr. ml |
|------|--------------|------------|-------------|-------------------|--|--|-----|----------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------|-------------------|
| 9/8  | FP 3         | 0          | >16         | 23,831            | 17,2   | 8,0  | 8,3 | 1,5                  | 0,010              | <0,010           | 0,003              | 0,7          |                   |
|      |              | 4          | 16,1        | 23,886            | 17,2   | 7,9  | 8,2 | 1,0                  | 0,014              | <0,010           | 0,005              |              |                   |
|      |              | 8          | 15,1        | 25,132            | 18,4   | 6,1  | 8,0 | 1,2                  | 0,022              | <0,010           | 0,009              |              |                   |
|      |              | 12         | 13,7        | 26,023            | 19,4   | 3,9  | 7,5 | 0,9                  | 0,016              | 0,070            | 0,051              |              | 170               |
|      |              | 20         | 7,6         | 31,622            | 24,7   | 0,4  | 7,4 | 0,6                  | <0,010             | 0,250            | 0,170              | 2,2          | 57                |
|      |              | 30         | 7,0         | 32,953            | 25,8   | 1,0  | 7,5 | 0,6                  | <0,010             | 0,210            | 0,120              |              | 67                |
| 9/8  | EP 1         | 0          | >16         | 23,983            | 17,3   | 8,2  | 8,3 | 1,0                  | 0,014              | <0,010           | 0,002              | 2,7          |                   |
|      |              | 4          | 16,3        | 28,736            | 21,0   | 1,1  | 8,3 | 0,9                  | <0,010             | <0,010           | <0,002             |              |                   |
|      |              | 8          | 15,3        | 24,930            | 18,2   | 6,6  | 8,1 | 0,6                  | 0,017              | <0,010           | 0,004              |              |                   |
|      |              | 12         | 9,9         | 24,348            | 18,6   | 7,6  | 7,5 | 0,6                  | 0,016              | 0,030            | 0,042              |              | 57                |
|      |              | 20         | 7,4         | 31,583            | 24,6   | 0,9  | 7,4 | 0,5                  | <0,010             | 0,330            | 0,120              | 0,7          | 44                |
|      |              | 30         | 7,3         | 33,124            | 25,8   | 0,7  | 7,4 | 0,4                  | <0,010             | 0,250            | 0,120              |              | 67                |
|      |              | 40         | 7,0         | 33,455            | 26,2   | 1,5  | 7,5 | 0,4                  | <0,010             | 0,220            | 0,085              |              |                   |
|      |              | 50         | 6,8         | 33,630            | 26,4   | 2,4  | 7,6 | 0,7                  | <0,010             | 0,210            | 0,110              |              |                   |
|      |              | 60         | 6,7         | 33,572            | 26,3   | 3,0  | 7,6 | 0,4                  | <0,010             | 0,220            | 0,085              |              |                   |
|      |              | 80         | 6,6         | 33,537            | 26,4   | 2,4  | 7,8 | 0,4                  | <0,010             | 0,220            | 0,084              |              |                   |
|      |              | 100        | -           | 33,665            | -  | 0,8  | -   | -                    | -                  | -                | -                  |              |                   |
|      |              | 125        | 6,0         | 33,673            | 26,6   | 0,7  | 7,5 | 1,2                  | 0,018              | 0,120            | 0,180              |              |                   |
| 9/8  | BW 1         | 0          | >16         | 22,729            | 16,5   | 8,8  | 8,5 | 1,8                  | 0,012              | <0,010           | 0,002              | 1,2          | 130               |
|      |              | 4          | >16         | 22,988            | 16,2   | 8,9  | 8,5 | 1,2                  | 0,016              | <0,010           | 0,002              |              | 300               |
|      |              | 8          | 15,9        | 24,818            | 18,1   | 7,1  | 8,2 | 0,7                  | 0,014              | <0,010           | 0,003              |              | 130               |
|      |              | 12         | 10,9        | 27,373            | 20,8   | 3,4  | 7,7 | 0,5                  | 0,018              | <0,010           | 0,017              |              |                   |
|      |              | 20         | 7,6         | 31,263            | 24,3   | 1,0  | 7,4 | 0,6                  | <0,010             | 0,310            | 0,120              |              |                   |
|      |              | 30         | 7,1         | 33,011            | 25,8   | 1,3  | 7,5 | 0,6                  | <0,010             | 0,240            | 0,110              |              |                   |
|      |              | 40         | 6,9         | 33,404            | 26,1   | 1,1  | 7,4 | 0,5                  | <0,010             | 0,230            | 0,110              |              |                   |
|      |              | 50         | 6,7         | 33,521            | 26,3   | 1,4  | 7,5 | 0,6                  | <0,010             | 0,210            | 0,110              |              |                   |
|      |              | 60         | 6,7         | 33,521            | 26,3   | 1,6  | 7,5 | 0,5                  | 0,011              | 0,210            | 0,110              |              |                   |
|      |              | 70         | 6,8         | 33,505            | 26,3   | 1,6  | 7,6 | 0,4                  | 0,010              | 0,210            | 0,110              |              |                   |

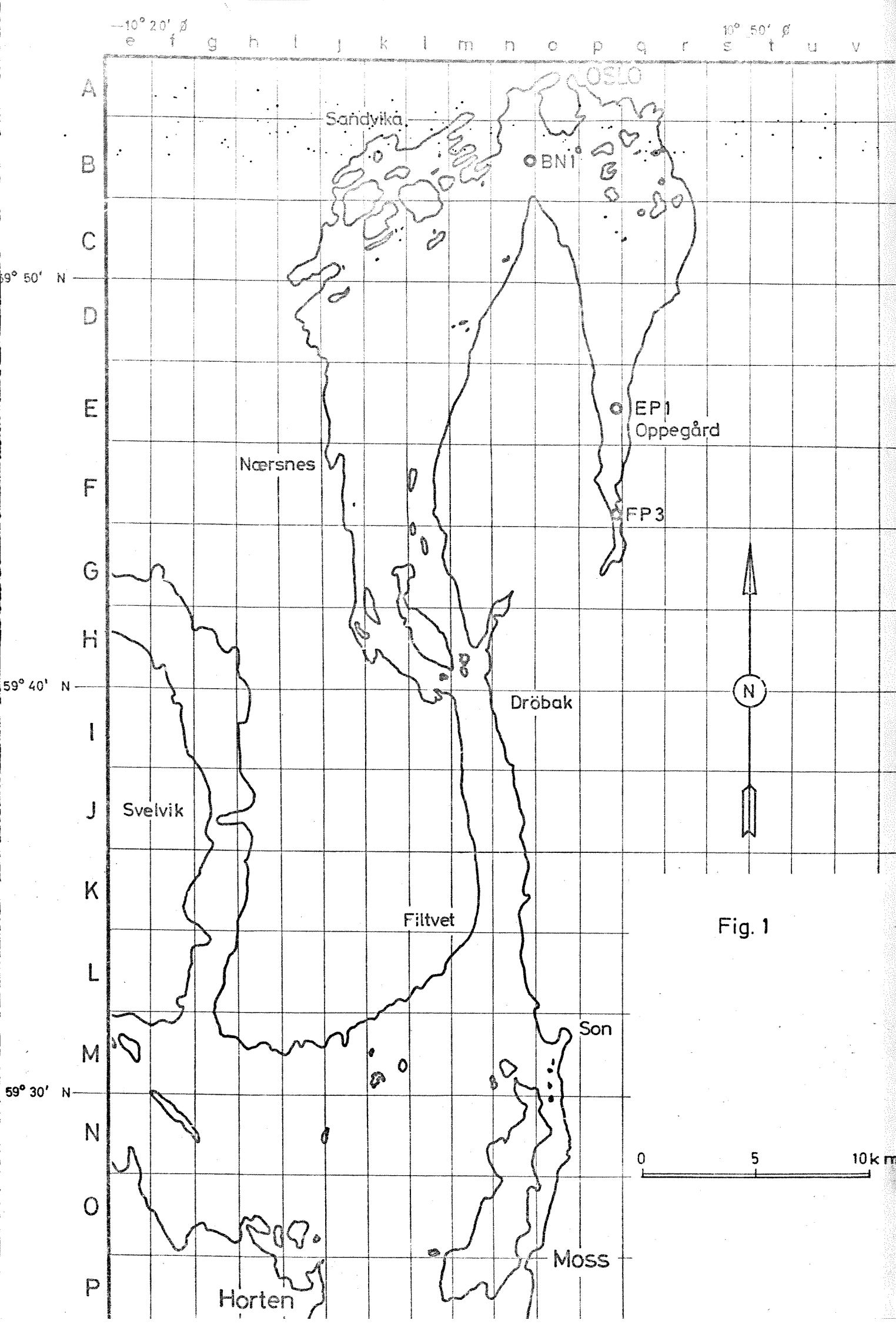


Fig. 1