

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN.

O - 88/65.

En undersøkelse av Garsjø
som vannkilde for
Lier vannverk.

Utført i tidsrommet
oktober 1965 - mai 1966.

Saksbehandler: Cand.real. Hans Holtan.

Rapporten avsluttet september 1966.

INNHOLDSFORTEGNELSE:

Side:

| | |
|---------------------------------|---|
| INNLEDNING | 2 |
| MORFOMETRI OG HYDROLOGI | 2 |
| OBSERVASJONS- OG ANALYSEMETODER | 3 |
| HYDROGRAFI | 4 |
| BAKTERIOLOGISKE FORHOLD | 5 |
| KONKLUSJON | 5 |

TABELLFORTEGNELSE:

| | |
|---|----|
| 1. Morfometriske og hydrologiske data | 2 |
| 2. Middelerverdier av kjemiske analyseresultater | 5 |
| 3. Garsjø, Lier. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 4/10 1965 | 7 |
| 4. Garsjø, Lier. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 25/11 1965 | 8 |
| 5. Garsjø, Lier. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 29/3 1966 | 9 |
| 6. Garsjø, Lier. Fysisk-kjemiske analyseresultater, 24/5 1966 | 10 |
| 7. Garsjø, Lier. Bakteriologiske analyseresultater | 11 |

FIGURFORTEGNELSE:

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. Garsjø. Nedbørfelt | 12 |
| 2. Garsjø. Dybdekart | 13 |
| 3. Garsjø. Areal- og magasinkurve | 14 |

INNLEDNING

I brev av 15. september 1965, ble vi av siv.ing. Brynjulf Skagestad bedt om å foreta en fysisk-kjemisk undersøkelse av Garsjø i Lier. Som begrunnelse for undersøkelsen ble oppgitt at Lier kommune skulle foreta en omfattende utbygging av sitt vannverk med bl.a. det resultat at vanninntaket skulle flyttes fra Torstad (hvortil det ved en kanal blir ført vann fra Garsjø) til selve Garsjø. Undersøkelsen skulle gi bakgrunnsmateriale for bl.a. vurdering av inntaksdypet.

Garsjø ligger i et typisk iserodert landskap som i stor utstrekning er dekket med skog, dessuten finnes en del myr i nedbørfeltet, spesielt i innsjøens strandsone. På østsiden ligger 3 - 4 mindre gårdsbruk og ellers er det noen hytter i nedbørfeltet. Ved en eventuell regulering vil relativt store myrområder settes under vann. Nedbørfeltet er tegnet inn på fig. 1.

MORFOMETRI OG HYDROLOGI

Garsjø ble loddet opp av Lier kommune i 1950 og dybdekart foreligger i målestokk 1 : 2000 med 1 meters koteavstand. Dette kartet er gjengitt forminsket og med 5 meters koteavstand (fig. 2). Kartet er lagt til grunn for utarbeidelse av areal- og magasin-kurve, fig. 3. De viktigste morfometriske og hydrologiske data for Garsjø er gjengitt i tabell 1.

Tabell 1. Morfometriske og hydrologiske data.

| | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Høyde over havet | 380 m |
| Innsjøoverflate | 0,378 km ² |
| Største dybde | 36 m |
| Volum | 3,6 mill.m ³ |
| Middel dybde | 9,3 m |
| Nedbørfelt | 15,3 km ² |
| Midlere avrenning iflg. NVE ca. | 15 l/sek/km ² |
| |) : 19800 m ³ /døgn |
| Teoretisk oppholdstid ca. | 180 døgn. |

OBSERVASJONS- OG ANALYSEMETODER

I løpet av 1965 - 1966 ble det ialt 4 ganger samlet inn vannprøver fra Garsjø for fysisk-kjemisk analyse. Observasjonsdagene er valgt slik at lokalitetens 4 forskjellige årstider er dekket med observasjonsmateriale. Vannprøvene ble samlet inn fra forskjellige dyp hvor også vannets temperatur ble målt.

Temperaturen ble målt med Richter og Wiese vendetermometer som er nøyaktig innenfor $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$.

Oksygenbestemmelsen er utført ifølge Alsterbergs modifikasjon av Winklers metode.

pH og spes.ledningsevne er målt elektrometrisk. Den spesifikke ledningsevne er målt ved 20°C og er oppgitt i $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Farge. Fargemålingene ble utført med et fotoelektrisk kolorimeter (10 cm celler) som er kalibrert mot fargeoppløsninger i Hazens skala (platin-kobolt klorid-løsning).

Turbiditet. Denne faktor er bestemt ved lysspredningsmåling (Tyndall-effekt) med et fotoelektrisk kolorimeter som er kalibrert mot silica-suspensjoner.

KMnO₄-tallene er bestemt ifølge forskrifter fra Statens institutt for folkehelse, modifisert av NIVA og tilpasset NIVA's automatiske analysemetode. Prøven oppvarmes i surt kaliumpermanganatmiljø ved 90°C i 15 min. Fargereduksjonen (som forårsakes av organisk materiale) måles i kolorimeter med 15 mm kvarts-celle ved 520 m μ . Tallene er oppgitt i mg oksygen pr. liter, idet dette gir det letteste sammenlikningstall for å kunne vurdere innholdet av organiske stoffer i forhold til innhold av løst oksygen i vannet. Ved å multiplisere disse tallene med 12,5, fremkommer forbruk i ml av n/100 KMnO₄/l. Denne enheten har vært vanlig i Norge for drikkevannsanalyser.

Jern bestemmes ifølge NIVA's forskrifter for automatiske analysemetoder.

Prøven tilsettes thioglycolsyre for å overføre de komplekse jernforbindelser til ioneform. Fargen som fremkommer ved reaksjon med 2.4.6.-tupyridyl-s-triazine (TPTZ) ved pH 5,35 måles i kolorimeter med 15 mm kvarts-celle ved 590 m μ .

Mangan. Kolorimetrisk bestemmelse av kaliumpermanganat med et fotoelektrisk kolorimeter.

HYDROGRAFI

Resultater av de fysisk-kjemiske undersøkelser i Garsjø er gjengitt i tabellene 3, 4, 5 og 6.

Undersøkellesmaterialet viser forholdene i slutten av sommerstagnasjonsperioden eller delsirkulasjonsperioden om høsten (tabell 3), høstfullsirkulasjonsperioden (tabell 4), vinterstagnasjonsperioden (tabell 5) og straks før isløsningen om våren (tabell 6).

Temperaturobservasjonene viser bl.a. følgende:

1. Sprangsjiktet, som om sommeren er et skille mellom de relativt varme overflatevannmasser og de kaldere vannmasser i dypet, lå i 7 - 8 meters dybde. Stagnasjonsperioden varte sannsynligvis i vel 4 mndr.
2. Høstfullsirkulasjonsperioden varte i vel 1 mnd.
3. Vinterstagnasjonsperioden varte i ca. 6 mndr. (fra 25/11-65 - 25/5-66).
4. Vårfullsirkulasjonsperioden var sannsynligvis av kort varighet (1 - 2 uker).

De termiske perioders varighet kan variere fra år til år, og sannsynligvis er sommerstagnasjonsperioden normalt noe lengre enn det undersøkelsesmaterialet viser.

Oksygenforholdene. Ifølge analyseresultatene er det under stagnasjonsperiodene betydelig forbruk av oksygen i Garsjøens dypvannsmasser.

Både sommer- og vinterobservasjonene viser således en oksygenmetning i dypet på mellom 50 og 60%. I overflatelagene (epilimnion) var oksygenmetningen vel 80%. Under sirkulasjonsperiodene får vannmassene tilførsel av oksygen. Ved inngangen til vinterstagnasjonsperioden 1965 - 1966 var oksygenmetningen mellom 70 og 80% gjennom hele vannmassen.

Forbruket av oksygen i innsjøens dypvannsmasser henger sammen med nedbrytning av organisk materiale (i dette tilfelle humuskomponenter).

Kjemi. Middelerverdiene for de kjemiske analyseresultater er gjengitt i tabell 2.

Tabell 2. Middelerverdier av kjemiske analyseresultater.

| Dato | pH | Sp.ledn.ev. 20°C, $\mu\text{S}/\text{cm}$ | Farge mg Pt/1 | Turb. mg $\text{SiO}_2/1$ | KMnO_4 -tall mg O/1 | Jern μg Fe/1 | Mangan mg Mn/1 |
|----------------|------|--|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 4/10-65 | 6,68 | 39,8 | 35 | 0,6 | 5,5 | 133 | <0,05 |
| 25/11-65 | 6,86 | 38,6 | 34 | 0,5 | 5,9 | 102 | Ikke påvist |
| 29/3 -66 | 6,71 | 41,0 | 31 | 0,6 | 4,7 | 165 | " |
| 24/5 -66 | 6,57 | 37,4 | 37 | 0,6 | 4,6 | 128 | " |
| Års- middel | 6,69 | 39,2 | 34 | 0,6 | 5,2 | 133 | <0,05 |

Vannet var svakt surt, og det var liten variasjon i pH i undersøkelsesperioden. Den spesifikke ledningsevne, som er direkte proporsjonal med vannets innhold av oppløste salter, var lav. Fargepåvirkningen, samt verdiene for kjemisk oksygenforbruk var relativt høye og viser at vannet var en del påvirket av organisk materiale (humusstoffer). Vannet inneholder noe jern, men er lite påvirket av mangan.

Kleivdammens vannmasser (tabell 6) er noe mer påvirket av organisk materiale, ellers er de kjemiske forhold i samsvar med forholdene i Garsjø.

BAKTERIOLOGISKE FORHOLD

Vannmassenes bakteriologiske forhold (colitall og kimtall) ble undersøkt på alle observasjonsdager. Analyseresultatene som er gjengitt i tabell 7, viser at innsjøen er lite påvirket av bakteriologiske forurensninger. De høyeste verdier ble observert i overflatelagene den 4/10 1965, og skyldes sannsynligvis at tilsiget hadde vært større enn normalt.

KONKLUSJON

Garsjø er en typisk østlandsk humussjø og er noe påvirket av organisk materiale. Dette er bl.a. årsak til forbruk av oksygen i dyplagene under stagnasjonsperiodene. Hvis

innsjøen reguleres ytterligere vil forholdsvis store myrområder settes under vann, og resultatet vil sannsynligvis bli at vannets humusinnhold øker samtidig med at dypvannsmassenes oksygeninnhold i stagnasjonsperiodene avtar ytterligere.

Et eventuelt vanninntak i Garsjø bør plasseres under sprangsjiktet f.eks. i ca. 10 meters dybde. Inntaket bør imidlertid være fleksibelt, slik at man hvis forholdene skulle forverre seg, har mulighet for heving av inntaket til de øverste vannmasser.

Vannet er noe humuspåvirket, og er derfor vanskelig å rense uten ved kjemisk felningsanlegg (fullrensning). Vi antar at helsemyndighetene vil kreve at vannet desinfiseres med klor før det distribueres på ledningsnett.

Tabell 3.
Garsjø, Lier.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 4/10 1965.

| m dyp | Temp. °C | Oksygen | | pH | Sp. ledn. ev. 20°C, µS/cm | Farge mg Pt/l | Turbiditet mg SiO ₂ /l | MnO ₄ -tall mg O/l | Jern µg Fe/l | Mangan mg Mn/l |
|----------|-------------|----------------------|---------|------|------------------------------|------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|
| | | mg O ₂ /l | % Metn. | | | | | | | |
| 1 | 9,22 | 9,31 | 83,6 | 6,90 | 31,9 | 50 | 1,0 | 7,4 | 150 | Ikke påvist |
| 4 | 9,11 | 9,04 | 81,0 | 6,92 | 31,1 | 48 | 0,8 | 8,0 | 152 | " |
| 6 | 8,85 | | | | | | | | | |
| 7 | 8,00 | 8,09 | 70,5 | 6,79 | 33,6 | 47 | 1,0 | 6,9 | 144 | " |
| 8 | 6,68 | 6,77 | 57,2 | 6,65 | 37,8 | 31 | 0,5 | 6,4 | 94 | " |
| 12 | 4,59 | 6,37 | 50,8 | 6,60 | 41,2 | 27 | 0,4 | 4,3 | 94 | " |
| 16 | 4,11 | 6,11 | 48,3 | 6,60 | 43,2 | 27 | 0,4 | 4,3 | 124 | " |
| 20 | 4,00 | 5,72 | 45,0 | 6,60 | 44,2 | 27 | 0,4 | 4,3 | 133 | <0,05 |
| 25 | 3,92 | 5,53 | 43,4 | 6,59 | 44,8 | 29 | 0,4 | 4,7 | 125 | <0,05 |
| 30 | 3,92 | 5,56 | 39,7 | 6,56 | 45,1 | 31 | 0,8 | 4,4 | 145 | 0,06 |
| 33 | 3,95 | 4,80 | 37,8 | 6,60 | 45,3 | 31 | 0,6 | 4,3 | 164 | 0,08 |

Tabell 4.

Garsjø, Lier.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

Prøver tatt: 25/11 1965.

| m dyp | Temp. °C | Oksygen | | pH | Sp. ledn. ev. 20°C, µS/cm | Farge mg Pt/l | Turbiditet mg SiO ₂ /l | KMnO ₄ -tall mg O/l | Jern µg Fe/l | Mangan mg Mn/l |
|----------|-------------|----------------------|---------|------|------------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------|
| | | mg O ₂ /l | % Metn. | | | | | | | |
| 1 | 3,37 | 10,1 | 78,3 | 6,85 | 40,4 | 34 | 0,7 | 6,44 | 102 | Ikke påvist |
| 4 | 3,78 | 9,7 | 75,5 | 6,84 | 38,0 | 33 | 0,4 | 6,28 | 98 | " |
| 8 | 3,78 | 9,4 | 73,5 | 6,90 | 37,8 | 34 | 0,5 | 5,68 | 102 | " |
| 16 | 3,90 | 9,3 | 72,5 | 6,88 | 37,9 | 35 | 0,7 | 5,36 | 102 | " |
| 20 | 3,90 | 9,3 | 72,7 | 6,85 | 38,4 | 34 | 0,5 | 5,72 | 102 | " |
| 25 | 3,90 | 9,0 | 70,5 | 6,85 | 39,2 | 34 | 0,4 | 6,04 | 107 | " |

Tabell 5.

Garsjø, Lier.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

| m dyp | Temp. °C | Oksygen | | pH | Sp. ledn. ev. 20°C, $\mu\text{S}/\text{cm}$ | Farge mg Pt/l | Turbiditet mg SiO_2/l | KMnO_4 -tall mg O/l | Jern $\mu\text{g Fe/l}$ | Mangan mg Mn/l |
|----------|-------------|--------------------------|---------|------|--|------------------|--|---------------------------------|----------------------------|-------------------|
| | | mg O_2/l | % Metn. | | | | | | | |
| 1 | 1,41 | 9,9 | 72,7 | 6,72 | 38,6 | 31 | 0,7 | 5,08 | 280 | Ikke påvist |
| 4 | 3,57 | 8,7 | 67,5 | 6,75 | 39,0 | 29 | 0,5 | 4,76 | 90 | " |
| 8 | 3,71 | 8,5 | 66,8 | 6,72 | 39,8 | 31 | 0,3 | 5,10 | 155 | " |
| 12 | 3,79 | 8,0 | 62,5 | 6,71 | 41,0 | 30 | 0,6 | 4,08 | 120 | " |
| 16 | 3,81 | 7,8 | 61,1 | 6,70 | 41,8 | 31 | 0,5 | 4,84 | 110 | " |
| 20 | 3,81 | 7,1 | 55,3 | 6,88 | 42,0 | 31 | 0,6 | 4,98 | 100 | <0,05 |
| 28 | 3,92 | 2,2 | 17,3 | 6,49 | 45,0 | 34 | 0,8 | 4,24 | 300 | 0,540 |

Prøver tatt: 29/3 1966.

Tabell 6.

Garsjø, Lier.

Fysisk-kjemiske analyseresultater.

| m dyp | Temp. °C | Oksygen | | pH | Sp. ledn. ev. 20°C, $\mu\text{S}/\text{cm}$ | Farge mg Pt/1 | Turbiditet mg $\text{SiO}_2/1$ | KMnO_4 -tall mg O/1 | Jern $\mu\text{g Fe}/1$ | Mangan mg Mn/1 |
|----------|-------------|-------------------|---------|------|--|------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------|
| | | mg $\text{O}_2/1$ | % Metn. | | | | | | | |
| 1 | 1,93 | 11,10 | 82,5 | 6,45 | 26,0 | 44 | 1,0 | 4,9 | 135 | Ikke påvist |
| 4 | 2,12 | 11,14 | 83,3 | 6,50 | 25,5 | 44 | 0,6 | 4,9 | 115 | " |
| 8 | 3,10 | 8,16 | 62,7 | 6,65 | 38,0 | 36 | 0,4 | 4,8 | 103 | " |
| 12 | 3,73 | 7,34 | 57,3 | 6,62 | 41,6 | 31 | 0,4 | 4,7 | 105 | " |
| 16 | 3,73 | 6,88 | 53,7 | 6,60 | 42,9 | 34 | 0,5 | 4,7 | 118 | " |
| 20 | 3,78 | 6,79 | 53,3 | 6,55 | 44,0 | 34 | 0,5 | 4,3 | 125 | " |
| 25 | 3,79 | 6,05 | 47,4 | 6,60 | 34,5 | 34 | 0,7 | 4,5 | 150 | 0,07 |
| 29½ | 3,90 | 5,41 | 42,6 | 6,56 | 47,0 | 35 | 0,6 | 4,5 | 173 | 0,11 |

Kleivdammen:

| | | | | | | |
|------|------|----|-----|-----|----|-------------|
| 6,80 | 27,8 | 48 | 0,6 | 6,0 | 73 | Ikke påvist |
|------|------|----|-----|-----|----|-------------|

Tabell 7.

Garsjø, Lier.

Bakteriologiske analyseresultater.

(2 parallelle prøver fra samme dyp.)

| m dyp | 4/10 1965 | | 25/11 1965 | | 29/3 1966 | | 25/5 1966 | |
|----------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|
| | Coliforme bakterier pr. 100 ml | Kimtall pr. ml 20°C | Coliforme bakterier pr. 100 ml | Kimtall pr. ml 20°C | Coliforme bakterier pr. 100 ml | Kimtall pr. ml 20°C | Coliforme bakterier pr. 100 ml | Kimtall pr. ml 20°C |
| 1 | 8 - 9 | 198-156 | 0 - 0 | 19- 32 | 0 - 0 | 23- 22 | 1 - 0 | 147-232 |
| 4 | 8 - 5 | 76- 42 | 0 - 0 | 13- 16 | 0 - 0 | 1- 3 | 0 - 0 | 4- 10 |
| 8 | 1 - 3 | 17- 16 | 0 - 0 | 16- 26 | 1 - 2 | 4- 6 | 0 - 0 | 28- 49 |
| 12 | 0 - 0 | 8- 10 | 0 - 0 | 72- 80 | 1 - 1 | 4- 5 | 0 - 0 | 33- 79 |
| 16 | 0 - 0 | 16- 14 | 0 - 0 | | | | | |
| 20 | 2 - 1 | 15- 25 | | | | | | |
| 25 | 0 - 0 | 21- 25 | | | | | | |
| 28 | 0 - 0 | 28- 39 | | | | | | |
| 33 | 3 - 1 | 58- 57 | | | | | | |

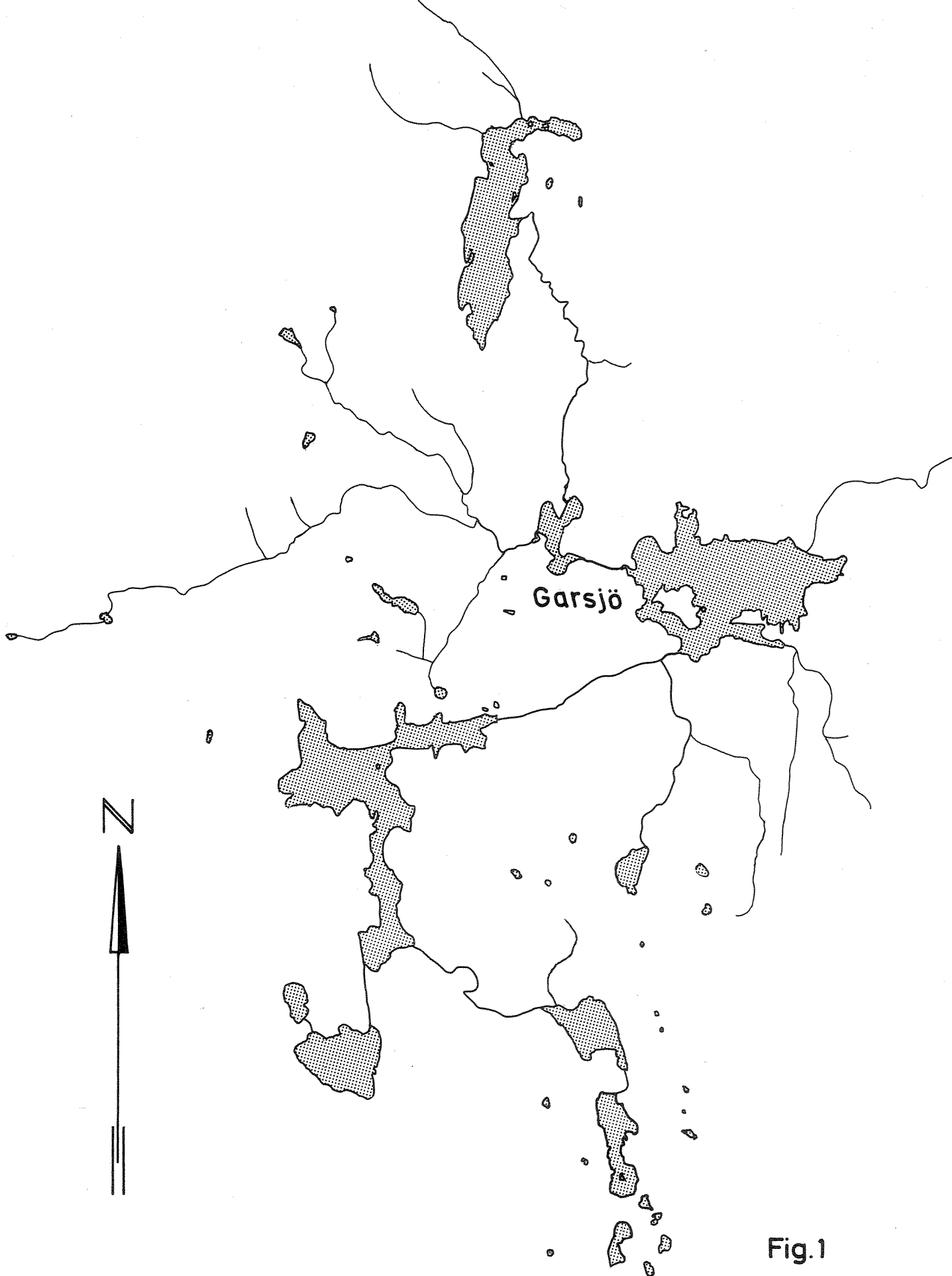


Fig.1

| | | |
|---|------------------------------|-------------|
| NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING BLINDERN | <u>Garsjö</u> Nedbörsfelt | M. 1:25 000 |
| | | 0-88/65 |

| | | | |
|--|--|---------------------|--------------|
| NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING BLINDERN | | Garsjø Dybdekart | M : 1 : 4000 |
| | | | 0-88/65 |

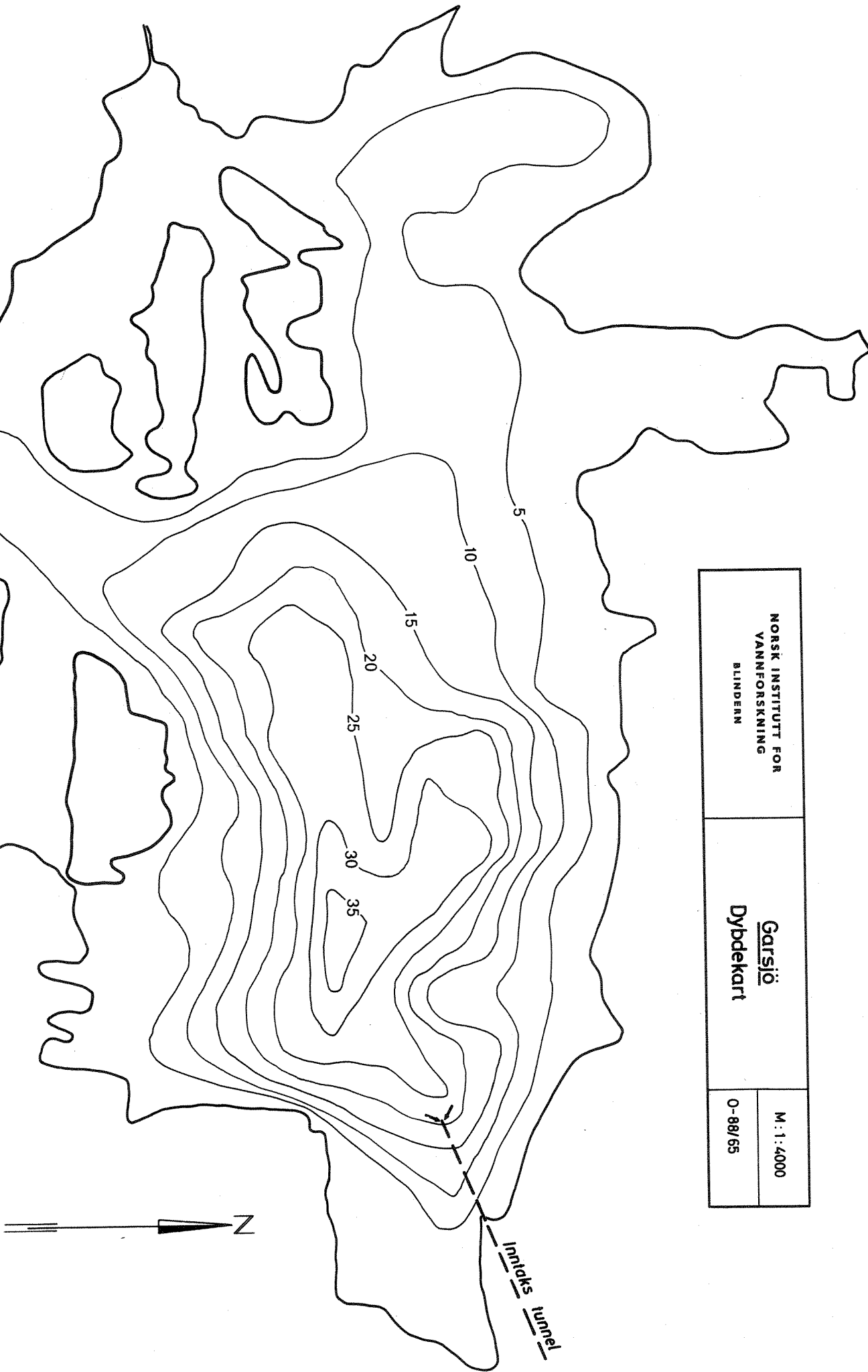


Fig. 2

