

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

0 - 9/65.

Undersøkelser i forbindelse med vannforsyning for Kongsvinger kommune.

Delrapport III med konklusjon.

Saksbehandler: Cand.real. J.E.Sandal.

Rapporten avsluttet 18.oktober 1965.

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. DIGERN	3
2.1. Beskrivelse av nedbørfeltet	3
2.2. Beskrivelse av innsjøen	3
2.3. Hydrologi	4
2.4. Hydrografi	4
2.5. Termiske forhold	4
2.6. Oksygeninnhold	5
2.7. Kjemiske forhold	5
3. RESULTATER AV OZONFORSØKENE MED VANN FRA DIGERN	6
4. RESULTATENE AV KOAGULERINGSFORSØK MED VANN FRA DIGERN	6
5. SAMMENFATTENDE KONKLUSJON	8

T A B E L L E R:

1. Fysisk-kjemiske analyseresultater av vannprøver fra forskjellige dyp i Digern	10
2. Fellingsresultater med vann fra Digern	11

1. INNLEDNING.

Den foreliggende rapport danner avslutningen av ialt 3 rapporter som omhandler undersøkelser i forbindelse med vannforsyning for Kongsvinger kommune. Undersøkelsene er foretatt i tidsrommet april til september 1965 og kom i stand ved henvendelse fra ingeniørfirmaet Chr. F. Grøner. Programmet for undersøkelsene er omtalt detaljert i våre brev av 22/3-1965 og 2/4-1965. I denne rapport tas med en samlet konklusjon fra hele undersøkelsesperioden. Prinsipp og litteraturhenvisning for analysemetodene samt enhetene for analyse-resultatene ^{x)} i denne rapport er slik som i tabell 1 i vår rapport 0-9/65 "Undersøkelser i forbindelse med vannforsyning for Kongsvinger kommune. Delrapport I" av 3.mai 1965.

2. DIGERN.

2.1. Beskrivelse av nedbørfeltet.

Digern ligger i Vinger kommune i Hedmark fylke.

Berggrunnen i nedbørfeltet (fig.1) er bygd opp av eokambriske grunnfjellsbergarter - gneiser og gneisgranitter. Løsavsetningene består av et tynt lag bregrus. I området er det en hel del myrarealer, ellers er det i stor utstrekning bevokst med barskog. Dyrket mark og bebyggelse finnes i beskjeden utstrekning i området.

2.2. Beskrivelse av innsjøen.

Høsten 1965 ble Digern loddet opp med ekkolodd. Dette arbeidet ble utført av NIVA. Vertikale luftfotografier i målestokken 1: 15000 dannet kartgrunnlag for opploddingen. Det ble stukket ut kurser mellom karakteristiske punkter ved strendene. Disse ble plottet ned på kartet og avmerket på ekkogrammet. Profilene ble tegnet ved å kjøre mellom de avmerkede punkter med jevn fart. Disse profiler har tjent som grunnlag for opptegning av dybdekart. Dybdekartet er gjengitt i fig. 2. Areal- og magasinkurver er tegnet inn på fig. 3.

x) Med unntak for jern som i denne rapport er angitt i mikrogram/l.

De viktigste morfometriske data er følgende:

H.o.h. (N.G.O's kart):	243 m
Overflateareal:	2,54 km ²
Største dyp	63 m
Volum	47,16 mill.m ³
Middel dyp	18,6 m.

2.3. Hydrologi.

Nedbørfeltet til Digern er ca. 38,2 km². Den midlere avrenning i området er ifølge Norges vassdrags- og elektrisistetsvesen (1958) ca. 13 l/sek/km². Det midlere tilsig til Digern pr. døgn er følgelig ca. 43000 m³, og vannets teoretiske oppholdstid i Digern er ca. 3 år.

2.4. Hydrografi.

Fysisk-kjemisk analysemateriale ble innsamlet fra Digern den 5.april og 7.september 1965. Analyseresultatene fra første prøvetagning er fremstilt i tabell nr. 2 s.11 i Delrapport I mens resultatene fra siste prøvetagning står på s.10 i denne rapport.

2.5. Termiske forhold.

Som de fleste norske innsjøer gjennomløper Digern 4 forskjellige termiske perioder for året, nemlig vårsirkulasjonsperioden, sommerstagnasjonsperioden, høstsirkulasjonsperioden og vinterstagnasjonsperioden. De forskjellige perioders varighet er bl.a. avhengig av de klimatiske forhold og innsjøenes størrelse og beliggenhet. Vårfullsirkulasjonen i Digern, som tar til ved isløsningen (muligens i begynnelsen av mai), varer sannsynligvis i ca. 14 dager, mens høstfullsirkulasjonen varer noe lenger. Vinterstagnasjonsperioden varer i denne innsjøen fra tiden da isen legger seg om høsten til isløsningen om våren. I denne perioden er overflatevannet noe kaldere enn de dypere liggende vannmasser, men overalt i innsjøen er vannets temperatur lavere enn 4° C. Om sommeren er det etablert en stabil sjiktning med forholdsvis varmt vann i overflatelagene og kaldere vann i dypet.

Sommeren 1965 lå ifølge observasjonsmaterialet (tabell 1) sprangsjiktet i Digern i ca. 7 - 8 meters dyp. Temperaturene i de dypereliggende vannmasser lå i området 5 - 7°C.

2.6. Oksygeninnhold.

På begge observasjonsdager lå oksygenmetningen i de dypere vannmasser i området 70 - 80%. I overflatelagene var oksygenmetningen noe høyere, men overalt lavere enn 90%. Vannets forholdsvis lave oksygeninnhold skyldes nedbrytning av organisk materiale. Under sirkulasjonsperiodene tilføres vannmassene oksygen fra luften, og i disse tidsperioder er oksygeninnholdet høyest. Dekomponeringsprosessenes innvirkning på vannets oksygeninnhold er mest merkbar under stagnasjonsperiodene, og i slutten av disse perioder er vannets oksygeninnhold lavest.

2.7. Kjemiske forhold.

Følgende tabell viser middelerverdier for en del kjemiske komponenter på de to observasjonsdager.

Dato	pH	Spes. ledn. evne	Farge	Turb.	Perm. tall	Jern	Mangan	Total Ortho-hårdhet	Ortho-fosfat	Nitrat
5/4-65	5,83	22,1	38	0,2	6,3	0,126	0,024	4,1	3,5	80,0
7/9-65	5,83	22,4	35	0,5	5,6	0,114	<0,05	3,3	7,8	61,8

Vannet i Digern er surt og bløtt. Verdiene for farge og permanganattall er forholdsvis høye og viser at vannet er påvirket av humusstoffer. Turbiditeten er lav. Vannet inneholder en del jern som iallefall delvis er komplekst bundet til humusstoffene. Manganinnholdet er lavt. Innholdet av orthofosfater og nitrater er av størrelsesorden som man vanligvis finner i norske innsjøer av denne type.

3. RESULTATENE AV OZONFORSØKENE MED VANN FRA DIGERN.

Ozonforsøkene ble utført på samme måte som skissert i vår Delrapport I, side 7. Forsøkene ble utført på en vannporsjon som ble tatt på 19 m's dyp i Digern den 7/9-1965. Vannporsjonen ble transportert til vårt laboratorium i Oslo på plastkanner og ozoneringsforsøkene ble utført der.

Kvaliteten av råvannet i ozoneringsforsøkene fremgår av følgende tabell:

surhetsgrad, pH :	5,88
spes.ledn.evne :	22,5
farge:	36
turbiditet:	0,31
hardhet:	3,4
alkalitet:	1,8
jern:	104,0
mangan:	<0,05
aluminium:	0,14
perm.tall:	5,8

Nedenforstående tabell angir resultatene med forskjellige ozondoser:

Ozondose, mg O_3 /l	Farge på ozonert vann
0,52	31
1,6	23
2,0	18
3,3	17
4,1	15

Resultatene av ozonforsøkene er i hovedsaken i overensstemmelse med resultatene fra tidligere ozonforsøk (se vår Delrapport I side 8).

4. RESULTATENE AV KOAGULERINGSFORSØK MED VANN FRA DIGERN.

Koaguleringsforsøkene ble utført på råvann tatt fra 19 m dyp i Digern den 7/9-1965. Kvaliteten av råvannet var den samme som for råvannet i ozoneringsforsøkene (se avsnitt 3). Råvannsporsjonen ble transportert til vårt laboratorium i Oslo i plastbeholdere og koaguleringsforsøkene ble utført der. Selve forsøkene ble utført på samme måte som omtalt

i vår Delrapport I, side 4.

Resultatene av forsøkene fremgår av tabell 2.

Forsøksserien 1.1. - 1.6. ble gjennomført med alumdosering fra 30 - 50 mg/l og kalkdosering slik at pH lå i området 6,0 - 6,2. Etter filtrering var fargen og turbiditeten lav på filtratet, men dannelses-tiden for fnokkene var litt lenger enn i tidligere forsøksserier (se Delrapport I, side 5) ; selv ved relativt høy temperatur ($14,2^{\circ}\text{C}$). Resultatene av forsøksnr. 2.1. - 2.6. viste lang dannelsesetid for fnokkene og fargen og turbiditeten på filtrert vann var relativt høy, sammenlignet med det som ble oppnådd med samme doseringer og samme fellings-pH (5,54- 6,00) i tidligere forsøksserier. I forsøksnr. 3.1. - 3.6. og 4.1. - 4.6. oppnådde vi relativt lav farge og turbiditet på filtrert vann med en dannelsesetid for fnokkene som er mindre enn 10 min. i doseringområdet 25 - 30 mg alum/l og fellings-pH fra 6,23 - 6,50 når vanntemperaturen var $4 - 6^{\circ}\text{C}$. Resultatene av forsøksnr. 5.1. - 5.6. tydet på at når alum-kalk forholdet blir for lite, vil filtratets turbiditet og farge være høyt, samtidig som det tar lang tid innen fnokkene dannes.

I den følgende tabell er gjengitt noen analyseresultater på filtrerte vannprøver etter koagulering i det optimale område:

Forsøksnr.	Perm. tall	Jern	Mangan	Aluminium
1.2.	2,0	3,5	<0,05	0,04
1.5.	1,7	2,5	<0,05	0,03
3.6.	-	12,5	<0,05	0,08
4.3.	-	22,0	<0,05	0,14
4.6.	-	22,0	<0,05	0,08

Resultatene viser at felling og filtrering fører til markant reduksjon av vannets innhold av organiske stoffer og jern samtidig som aluminium-innholdet er lavt.

Gjennomgående var det vanskeligere å koagulere vann fra Digern med godt resultat i september enn i april 1965. Således ga samme alum- og kalkdosering gjennomgående litt høyere farge og turbiditet på filtratene med vann tatt i Digern i september sammenlignet med det som ble oppnådd på vann tatt i Digern i april.

5. SAMMENFATTENDE KONKLUSJON.

Digern.

Under stagnasjonsperiodene foregår et visst oksygenforbruk i de dypere-liggende vannmasser i Digern. Innsjøen er forholdsvis stor, og dyp, og volumet er stort i forhold til tilsigsvannmassene. Den forholdsvis lange oppholdstiden bevirker en viss nedbrytning av det organiske materiale som tilføres innsjøen. Oksygenforbruket vil ikke være til noe hinder for vannets brukbarhet som drikkevann. Et eventuelt drikkevannsinntak bør i denne lokalitet plasseres i ca. 30 meters dybde.

Ved tilstrekkelig beskyttelse av selve Digern og inntaksforholdene vil vannet kunne brukes uten annen behandling enn grovsiling og klorering. Bruk av vannet uten annen behandlingsmetode enn grovsiling og klorering vil gi et ferdigbehandlet vann som er korrosivt og dessuten noe brunfarget. Utfellinger av jern og humuslam vil foregå i rørledningsnett og bassenger m.v.

Rensetiltak for vannet fra Digern bør ta sikte på justering av vannets kjemiske egenskaper slik at det blir mindre korrosivt og mindre humusholdig. Partikkelmengden i vannet er liten, og partikler er små. Man vil derfor oppnå lite ved mikrosiling og sandfiltrering av vannet.

Fargereduksjonen kan oppnås ved ozonering, men må kombineres med alkalisering slik at vannet blir mindre korrosivt. Alkalisering av ozonert vann vil føre til en viss fargeøkning, og med kombinasjonen ozonering, alkalisering vil man neppe kunne reduseres vannets farge til mindre enn halvparten av råvannets innenfor rimelige ozondoser. Ozon vil desinfisere vannet, men etter kort tid vil man ikke finne restozon tilbake i vannet. For desinfeksjon av rørledningsnett m.v. er det derfor ønskelig at ozonering kombineres med klorering, klordi-oksydering eller kloraminering avhengig av vannets oppholdstid i

rørnett. Ozonering fjerner ikke humus fra vannet, og man kan derfor regne med at utfellinger i rørledningsnett m.v. kan foregå i samme grad med ozonert-alkalisert vann som i grovsilt- klorert råvann.

Kjemisk felling av vannet fra Digern vil resultere i markant farge-reduksjon av vannet idet jern og humuskomponenter fjernes. P.g.a. oksygenforbruk i Digerns dypere vannmasser bør forluftning foran koagulering vurderes. Koaguleringen kan utføres med aluminiumsulfat og kalk, og må utføres i kombinasjonen med sedimentering, sandfiltrering og klorering. Kjemisk felling av vann fra Digern kan foregå med moderate aluminiumsulfat- og kalkdoser, men optimale fellingsbetingelser oppnås bare i et relativt snevert pH-område. Dette bør taes hensyn til i en eventuell utforming av et teknisk anlegg, og vi vil anbefale at det avsettes plass for dosering av aktivert silica som hjelpekoagulant. Fellingen av vannet fra Digern går relativt langsomt. Fellingen foregår i et så lavt pH-område at det etter felling er nødvendig med justering av vannets kjemiske egenskaper (alkalisering) for å unngå korrosjon på rørledningsmaterialer.

Glomma.

Tilfredsstillende vann i bakteriologisk og kjemisk henseende fra Glomma kan man bare få ved at vannet fullrenses. I hovedsaken kan et fullrenseanlegg følge samme retningslinjer som skissert for Digerns vedkommende, men forluftning er unødvendig. Vannet i Glomma felles relativt glatt med moderate alum- kalkdoser. En viss alkalisering av vannet etter fullrensning er ønskelig. Det antas at kvalitetsvariasjonene i Glomma ikke er så store at de vil skape driftsmessige vanskeligheter ved et eventuelt fullrensningsanlegg.

Tabell 1.

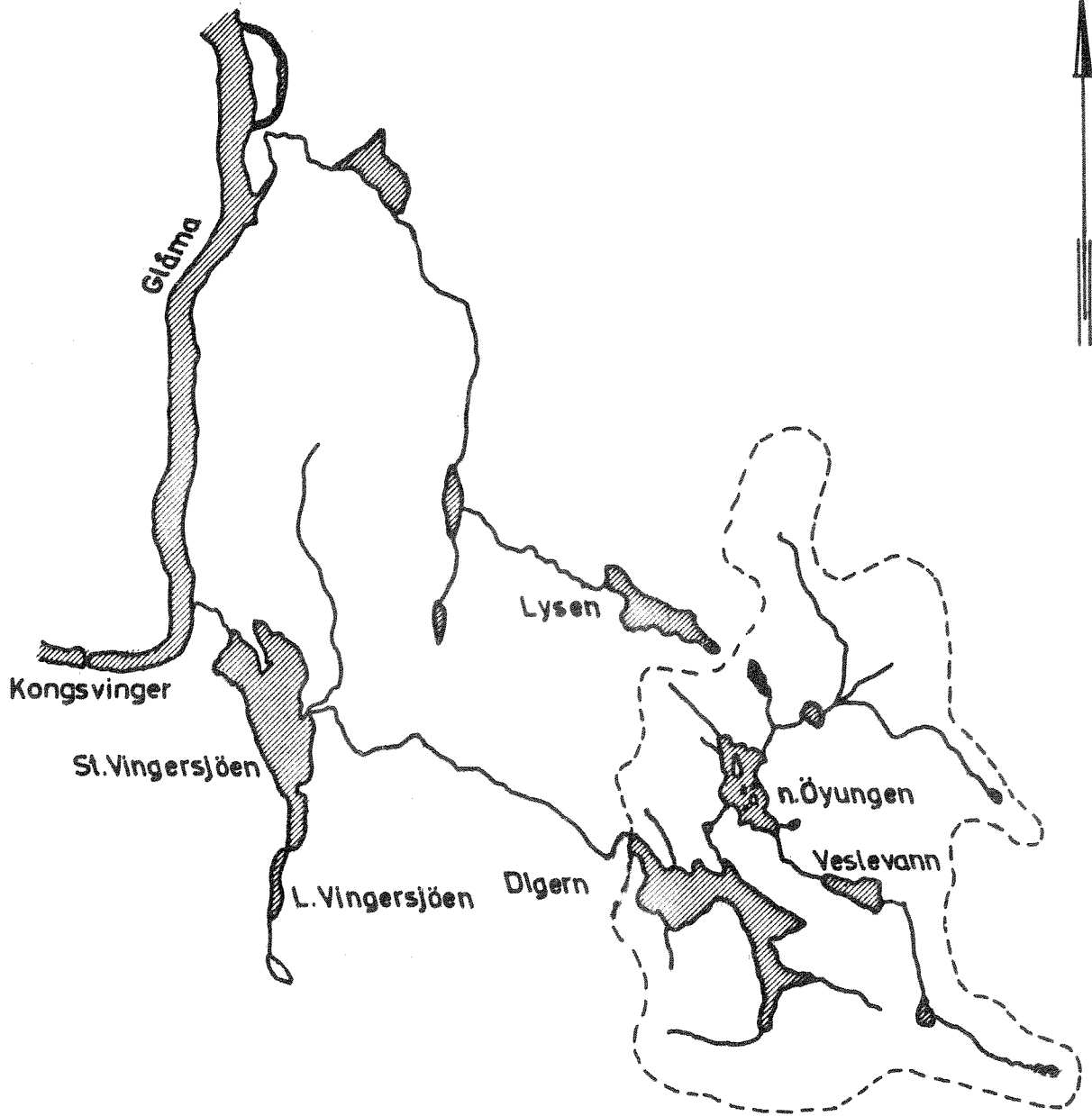
Fysisk-kjemiske analyseresultater av vannprøver fra forskjellige dyp i Digern.

m dyp	Temp. °C	Oksygen		pH	Spes. ledn. evne	Farge	Turbiditet	KMnO ₄	Mangan	Jern	Total hårdhet	Orto- PO ₄	Nitrat
			% metning										
1	14,40	8,92	90,2	6,15	21,7	38	0,6	6,0	0,06	82,0	3,5	15,5	45,0
4	14,36	8,75	88,4	6,17	21,5	38	1,2	5,5	<0,05	132	3,2	-	-
8	8,91	8,70	77,4	5,80	22,8	35	0,6	5,5	<0,05	88,0	3,0	-	-
9	7,60	8,92	77,2	5,71	22,8	32	0,3	5,5	<0,05	82,0	3,0	-	-
10	6,64	8,70	73,2	5,81	22,4	34	0,4	5,3	<0,05	93,0	3,4	-	-
11	6,34	9,32	77,9	5,79	23,0	36	0,3	5,9	<0,05	150	3,4	-	-
12	5,99	8,92	74,0	5,76	22,6	32	1,1	5,3	<0,05	115	3,1	3,5	60,0
16	5,50	8,83	72,2	5,74	22,0	34	0,3	5,3	<0,05	100	3,5	-	-
20	5,20	9,60	78,0	5,74	23,0	34	0,4	5,2	<0,05	114	3,5	-	-
25	5,11	8,85	71,6	5,72	22,5	34	0,3	5,5	<0,05	116	3,3	-	-
30	5,05	8,60	69,6	5,72	22,5	34	0,2	6,1	<0,05	180	3,8	4,5	77,5

Tabell 2.

Fellingsresultater med vann fra Digern.

Forsøks- nr.	Dosering mg/l		Etter koagulering og filtrering			Tid for første fnokk- dannelse min.	Temp. °C.
	alum	kalk	pH	Farge	Turb.		
1.1.	30	9	6,00	4,6	0,06	11	14,2
1.2.	35	11	6,15	3,0	0,06	7	14,2
1.3.	40	13	6,23	3,8	0,14	6	14,2
1.4.	45	14	6,12	3,0	0	9	14,2
1.5.	45	15	6,00	3,0	0	9	14,2
1.6.	50	15	6,00	3,8	0,06	15	14,2
2.1.	25	6	5,60	8,0	0,31	24	10,5
2.2.	25	7	5,77	8,8	0,31	22	10,5
2.3.	25	8	6,06	7,2	0,23	20	10,5
2.4.	30	7	5,54	8,8	0,40	31	10,5
2.5.	30	8	5,64	16,2	1,12	33	10,5
2.6.	30	9	5,90	8,8	0,31	23	10,5
3.1.	25	7	5,65	8,8	0,56	17	4 - 6
3.2.	25	7,5	-	-	-	16	4 - 6
3.3.	25	8	5,94	4,6	0,31	12	4 - 6
3.4.	30	9,5	5,95	4,6	0,31	12	4 - 6
3.5.	30	10	6,12	4,6	0,23	11	4 - 6
3.6.	30	10,5	6,23	4,6	0,23	9	4 - 6
4.1.	25	9	6,15	6,0	0,48	14	4 - 5
4.2.	25	10	6,15	3,8	0,31	11	4 - 5
4.3.	25	11	6,40	3,8	0,31	8	4 - 5
4.4.	30	11	6,29	5,4	0,31	10	4 - 5
4.5.	30	12	6,30	3,8	0,31	7	4 - 5
4.6.	30	13	6,50	3,0	0,23	6	4 - 5
5.1.	25	12	6,28	10,0	0,56	41	5,2
5.2.	25	13	6,50	20,8	1,20	41	5,2
5.3.	25	14	6,63	37,8	1,97	41	5,2
5.4.	30	14	6,59	5,4	0,23	33	5,2
5.5.	30	15	6,67	20,0	1,12	33	5,2
5.6.	30	16	6,82	35,8	1,88	33	5,2



M:1: 100 000

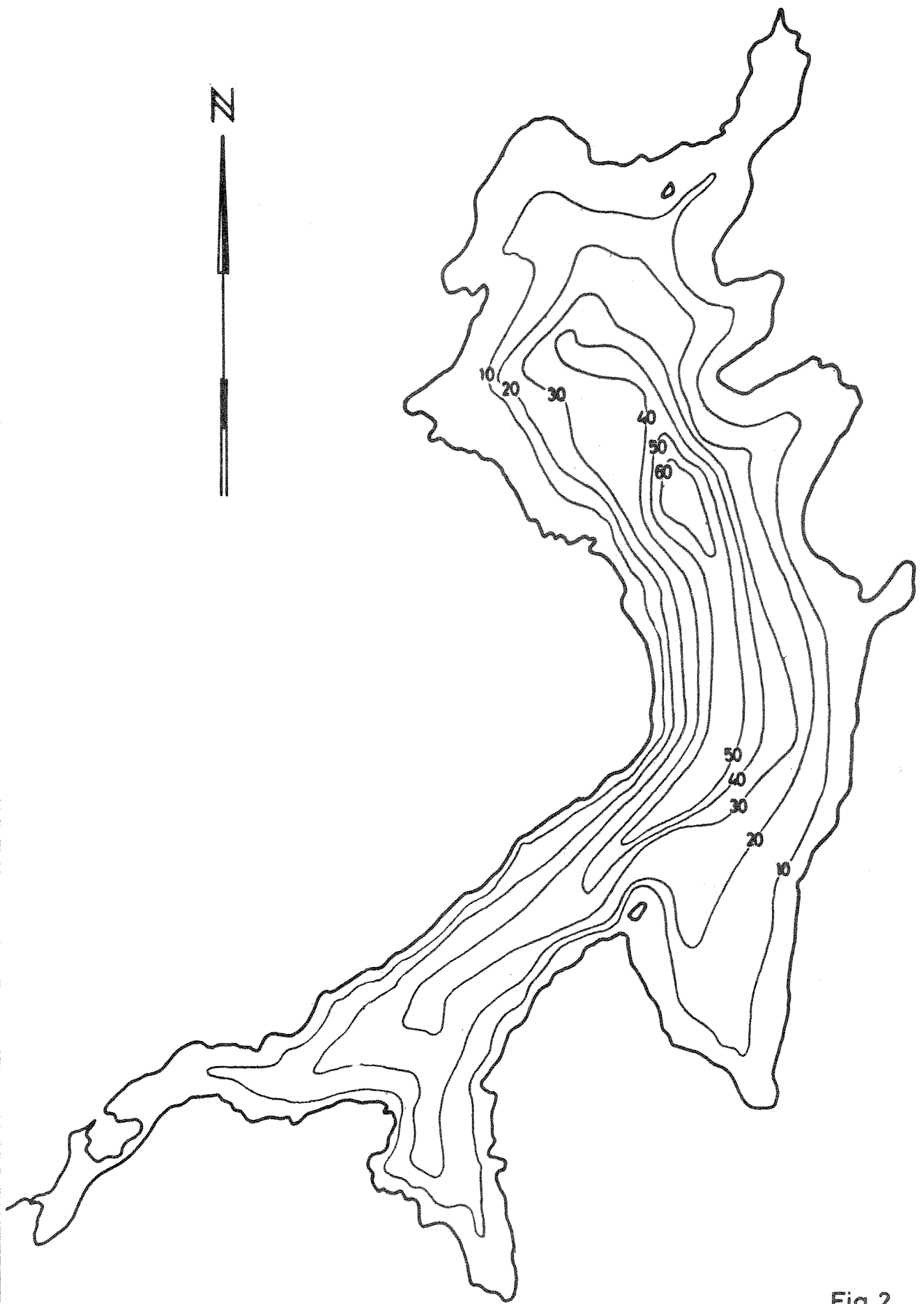
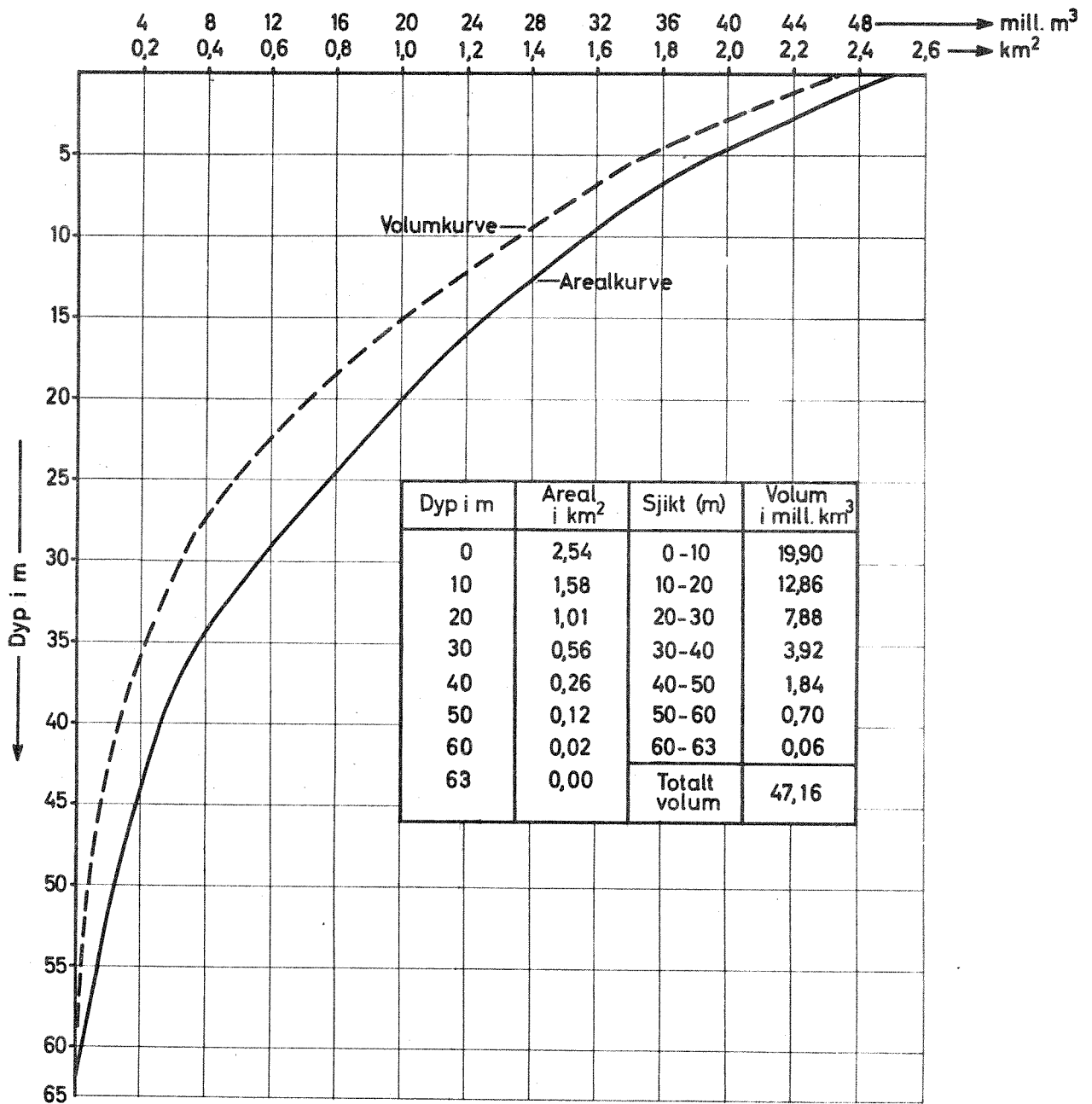


Fig. 2

**NORSK INSTITUTT FOR
VANNFORSKNING
BLINDERN**

Digern - dybdekart.

M= 1:15000
0-9/65 4737



J.E.S./L.N.B.