

Uttalelse til Tilleggsakjønnets

Isforholdene på Totak og Boddalsvann etter Tokke-reguleringens gjennomføring.

I. Totak.

1. Materiale.

Foruten tidligere fremlagt materiale fra NVE er det for Tilleggsakjønnets lagt frem en del nytt kurve- og kartmateriale, dessuten iskartering for Totak 1965-66, fotografier fra 1966, og et notat av 1.11.66 fra NVE om de nye hydrologiske forhold som følge av utbygging av Tokke 2 og 3 med tilhørende magasiner og overføringer.

Opplysninger om isforholdene for reguleringen ble gitt ved Underskjønnets befaring 4.-5. mars 1958 og ved Tilleggsakjønnets befaring 25.5.66, hvor også forklaringer om isforholdene i de siste vintre ble avgitt.

Om trafikkmuligheter foreligger det en oversikt utarbeidet av Iskontoret ved Hydrologisk avdeling NVE, se vedlegg 2, hvor observasjoner fra Totak ved Vå og Gardmo i årene 1951-60 er analysert.

Når det gjelder meteorologiske forhold kan vi henviser til det hefte, datert mars 1966, som Iskontoret utarbeidet for Bandak over avløps- og isforhold. Den analyse som er gitt i dette hefte av temperatur- og strømningsforhold i Bandak og i Deviks og Boes uttalelse av 16.3.66, er også av betydning for bedømmelsen av isforholdene på Totak når den hele regulering er gjennomført.

Til bruk for mine beregninger vedrørende samspillet mellom Totak og Våmarvatn har jeg fra NVE fått magasintabeller for begge magasiner og dessuten noen data for falltap i tunnellen mellom Totak og Våmarvatn, som var tilstrekkelige til å bestemme vannføringskurven for tunnellen med brukbar nøyaktighet.

2. Isforhold for reguleringen.

Totak er som dybdekartet (vedlegg1) viser meget dypt i det midtre parti over en strekning på ca. 11 km, hvor dypet går ned til 306 m. I den vestlige del er dybdene nokså ujevne, største dyp er 78 m. I svingen utenfor Araodden, vestenfor holmene hever bunnen seg fra 78 m til ca. 40 m, men så øker dybden

til 306 m mellom Tornodsvik og Haugvik. Det er også stort dyp utenfor inntaket til tunnelen til Våmarvatn. Det sørligste brede parti av Totak er betydelig grunnere, men i den indre delen er det et dypere parti som går inn mot Koldåsutløpet.

Under befaringen 5.3.1958 ble det på en rekke steder gitt den alminnelige karakteristik, at isen før reguleringen ikke la seg før tidligst ved juletider. Isveiene ble brukt mest i mars-april, når føret var blitt bra. Best var det når overvann og snesørpe var frosset til.

Disse forhold belyses også av oversiktstabellen vedlegg 2, hvor trafikken på isen utenfor Vå gir et godt bilde av isforholdene på Totaks midtparti.

3. Isforhold etter reguleringen ifølge observasjoner i 1965- og 1966.

De fremlagte iakttagelser av den indre delen av Totak ut til Nordjordet, utført av D. Gaupås, viser at i 1965 og 1966 var det overveiende usikre isforhold her.

Forklaringen for skjensretten over forholdene på vestsiden av Totak til tunnelinntaket til Våmarvatn, gikk ut på at det var blitt mer vanskelige og varierende isforhold, med isbrekk og overvann, og i mars ble det observert mange åthel på vestsiden av vannet. Arne Vå opplyste t.eks. at mens han før kunne kjøre ved til langt ut i april, måtte vedkjøring i 1965 stanses i midten av mars. Det var en alminnelig oppfatning at isen var blitt dårligst langs vestsiden.

I vedlegg 3 er ført opp notater som observatøren av vannstand ved Vå har gitt om isforholdene fra 1957/58 til 1965/66.

4. Strømningsforholdene i Totak etter at Tokke 2 og 3 er kommet i drift.

I overingeniør J. Sørensen's notat av 1.11.66 er det i avsnitt 4 gjort rede for de midlere verdier av gjennomstrømmingen i Totak som i tiden oktober - mai blir levert gjennom avløpstunnelen:

Fra Tokke 3	ca. 43,0 m ³ /s
Fra magasin Totak	" 14,0 "
Fra ureg. felt Totak	" 4,3 "
Fra Tunnel Hyljelikyl	
- Totak	" 25,2 "
	<hr/>
Sun	= 86,5 m ³ /s

På den annen side er det i avsnitt 1 i notatet opplyst at på dagtid i vinterperioden må en normalt regne med at Tokke 2 vil gå henimot full-lastet, 300 MW tilsvarende ca. 165 m³/s, da det er tatt spesielt sikte på å nytte verket for dekning av topplast først og fremst i Østlandsområdet.

Videre viser kartveiledning 35-1828 at vannføringen gjennom stasjonen Tokke 3 også har store variasjoner i vintertiden (og hertil kommer siden overføringen fra Biddalsvatn).

Det andre tilløpet til Totak kommer gjennom tunnelen fra Venemomagasinet med de variasjoner som der kan forekomme.

For å diskutere strømforholdene i Totak om vinteren er det nødvendig å presisere følgende:

1. Det uregulerte tilsig fra elver og bekker og fra nedbør som faller på Totaks flate skaffer ikke strømmer i selve Totak av noen betydning.
2. Avgjørende for strømmene i selve Totak er a) innstrømningen til Totak fra Tokke 3 og fra Venemo-tunnelen, og b) utstrømningen f r a Totak gjennom avløpstunnelen til Våmarvatn.
3. Utstrømningen b) fra Totak på et bestemt klokkeslett er utelukkende bestemt av falltapet gjennom tunnelen mellom Totak og Våmarvatn på dette tidspunkt.
4. Forskjell mellom innstrømning og utstrømning gir - sammen med tilsiget - forandring av vannstanden i Totak. Er innstrømningen større enn utstrømningene vil vannstanden stige og magasinet øker. Er utstrømningen størst vil vannstanden synke og magasinet avtar. Magasinstrømmene i selve Totak blir forskjellige i de to tilfeller, men for vintertiden har det overveiende interesse å drøfte det tilfelle at Totak-magasinet avtar.

For å illustrere virkningen av en døgnregulering på utstrømningen av Totak er det nedenfor gitt et overslag for et valgt eksempel, hvor Tokke 2 har gått jevnt med 86 m³/s. Så kjøres med full drift i ca. 10 timer, og deretter med redusert drift i ca. 14 timer. Vannstanden i Våmarvatn vil da synke ca. 1 m i den første perioden og stige ca. 1 m i den andre perioden. Det fremgår av overslaget at utstrømningen fra Totak i dette eksempel vil starte med 86 m³/s, øke til ca. 113 m³/s og deretter avta igjen til 86 m³/s.

Det er mulig å øke utstrømningen ennå mer fra Totak ved å kjøre Tokke 2 med topplast i lengere tidsrom enn i dette eksempel. Men da øker også falltapet og dermed avtar den nyttbare fallhøyde for Tokke 2. Ved en utstrømning fra Totak

på 165 m³/s vil falltapet være ca. 5 m, men da vil også Våmarvatns magasin være sterkt uttappet, og det vil ta tilsvarende lengere tid å fylle det igjen.

Eks. Overslagsregning.

Vi antar at Tokke 2 til å begynne med kjører jevnt med vannføring ca. 86 m³/s (se notat NVE) og at Totaks vannstand på et bestemt tidspunkt er f.eks. på kote 682,0 med magasin 68,0 mill. m³.

Da er falltapet 1,1 m i tunnelen til Våmarvatn, hvor altså vannstanden blir 680,90, med et magasin på 8,57 mill. m³.

Så økes vannforbruket i Tokke 2 til 165 m³/s. Til å begynne med fortsetter Totak å levere 86 m³/s, og Våmarvatns magasin leverer 165-86 = 79 m³/s. Men da falltapet etter hvert øker vil tilskuddet fra Totak også øke og tapningen fra Våmarvatn avta. Et overslag viser at etter ca. 10 timers full drift vil falltapet være økt med ca. 1 m, altså til ca. 2,1 m, hvilket svarer til at utstrømningen fra Totak da vil være ca. 113 m³/s og tapningen fra Våmarvatn 165-113 = ca. 52 m³/s. Våmarvatns magasin har da i alt avgitt ca. 2,4 mill. m³.

I de påfølgende ca. 14 timer må Våmarvatn motta 2,4 mill. m³, i gjennomsnitt ca. 48 m³/s. Utstrømningen fra Totak bestemmes av at falltapet skal reduseres fra 2 m til 1,1 m, og tilsvarende vil utstrømningen begynne med ca. 113 m³/s og avta til 86 m³/s, i gjennomsnitt ca. 100 m³/s.

Tokke 2 kan da disponere i gjennomsnitt ca. 100-48 = 52 m³/s.

I ovenstående eksempel er det regnet med at innstrømningen til Totak var konstant, lik middelveiden (se notat NVE). Hvis innstrømningen varierer, vil også magasinstrømningen variere, og strømfordelingen i Totak vil forandres noe. Hvis f.eks. innstrømningen i vestenden av Totak reduseres, så øker magasinstrømmen fra både vestre og østre del av Totak inn mot tunnelen til Våmarvatn.

(Men skal også ta i betraktning at enhver lokal forandring av vannføringen gjennom et vannverrsnitt på meget kort tid forplanter seg til andre strømtverrsnitt, nemlig med samme hastighet som i seiches -- skvalpesving^{ning}er -- hvor denne hastighet antakelig er 20-30 m/s i Totak).

Det vil fremgå av denne utredning at strømf forholdene i Totak henger nøye sammen med belastningen i kraftverkene ovenfor Totak, med belastningen i Tokke 2 og med vannstanden i Våmarvatn.

Videre vil strømmene ha en tendens til å avbøyes mot høyre på grunn av jordrotasjonen (og vannstrømmenes egen treghet), og dette får mest å si for den utgående strøm fra Tokke 3 og fra Venemo-tunnelen. Denne hovedstrømning vil derfor kunne merkes mest på sørsiden mellom Arabygda og tunnelinntaket til Våmarvatn, jfr. hovedstrømmen i Bandak fra Tokke 1, som beskrevet i Iskontorets hefte for Bandak. Forøvrig vil strømmenes forløp også avhenge av topografien under vannet langs stranden.

I vestredelen av Totak vil det utenfor Tokke 3 og utenfor Venemo-tunnelen bli

betydelige blandings- og bremsesoner. Både dybde og topografi i vestre delen er ujevne og først utenfor Araodden blir det Totaks hovedbasseng som gjør seg gjeldende. Her vil hovedstrømmingen som før nevnt være mer merkbar i et bredt område langs sydsiden enn ellers.

Isforholdene på Totak etter gjennomføringen av Tokkereguleringene og byggingen av Tokke 2 og 3.

Totaks egen regulering vil føre til overveiende synkende vannstand i vintertiden, med de vanskeligheter det blir langs land for oppkjørsel og nedkjørsel på grunn av isbrokk og enkelte steder også forbigående overvann. Etter at nå så å si hele vintervannføringen fra de regulerte Tokke-feltene blir ført gjennom Totak blir strømningsforholdene sterkt påvirket, slik som det er nærmere diskutert i foregående avsnitt.

I de senere år har vi fått et mere langående undersøkt materiale enn før, fra innsjøer med stor gjennomstrømming av regulert vannføring, således for Spirillen, Krøderen, Norefjord og Båndak. Det viser seg at den langsomme vortvling får mer og mer å si for isforholdene jo mere gjennomstrømmingen øker. Det henger dels sammen med den lokale strand- og bunntopografi, men særlig med det forhold at temperaturfordelingen i vannlagene under isen blir raskere forandret enn ved lav gjennomstrømming under uregulerte forhold. Jeg viser her til den analyse som ble gjennomført for avsnittet Dalen-Lauvik i Båndak, jfr. Deviks og Boes uttalelse av 16.3.1966.

Innflydelsen på temperaturfordelingen er mest virksom på ettervinteren og virker sammen med den økende solstråling til å øke risikoen for åthöl.

Av dybdekartet for Totak, vedlegg 1, vil man se at den indre delen av Totak, medregnet det brede sundet utanfor Araodden, både har ujevne strandlinjer og ujevne bunnforhold. Utløpene fra Tokke 3 og fra Venemotunellen har i de to siste vintre forårsaket store åpne eller usikre områder.

Etter erfaringene fra andre innsjøer er det å vente at denne direkte virkning vil strekke seg ca. 2 km utover, fortrinnsvis der hvor hovedstrømmen går. Da den har en tendens til å bøye av mot høyre på grunn av jordrotasjonen, vil stort sett sørsiden sannsynligvis merke dette mest, og jeg antar at man ikke kan regne med sikker istrafikk over til sørsiden på strekningen gjennom Arabygda ut til Rambergodden, hvor det dype hovedparti av Totak begynner.

Dette dype hovedparti vil bli minst påvirket av gjennomstrømmingen. Også her vil den langsomme hovedstrømming ha en tendens til å holde seg langs sørsiden, på

liknende måte som påvist i Bandak. Det er den økte risiko for åthöl på ettervinteren som her vil kunne ha innvirkning på brukstiden av isen. Det vil da også ha mye å si hvordan snøforholdene har vært i vinterens løp og om det har vært lindvær og overvann som fryser til solid is. Men alt i alt må det antas at isen på området langs sørsiden av Totak frem til tunnelinntaket til Våmarvatn vil bli oftere usikker for trafikk og at dette særlig vil gjelde utover i mars og i april.

Området utenfor inntaket til tunnellen til Våmarvatn vil være utsatt både for den store tilstrømning og for de betydelige variasjoner som døgnreguleringen av Tokke 2 vil forårsake, jfr. foregående avsnitt. Hertil kommer at den varierende magasinström fra den östre del av Totakmagasinet også i noen grad vil påvirke isforholdene i det nærmeste område öst for tunnellingntaket. Det vil være önskelig i kommende vinter å foreta både ismålinger og målinger av vanntemperatur i området omkring tunnelinntaket for at man kan merke av den del av området som bör betraktes som usikker.

Oslo, 28. november 1966.

Olaf Devik

3 vedlegg.

Olaf Devik.

Uttalelse til Tilleggsskjønnet.

II Om isforholdene på Bordsalsvatn etter overføringen
til Fjörsvatn.

Når Bordsalsvatn overføres til Fjörsvatn blir det nåværende utløp i hoveddammen erstattet av det nye inntak til overføringstunnelen til Fjörsvatn. På kartblad T.K. 334 a har jeg fått avmerket beliggenheten av dette inntak, det vil ligge i bukten mellom Smörviknubben og Smörvikneset, og det er dypt utenfor inntaket.

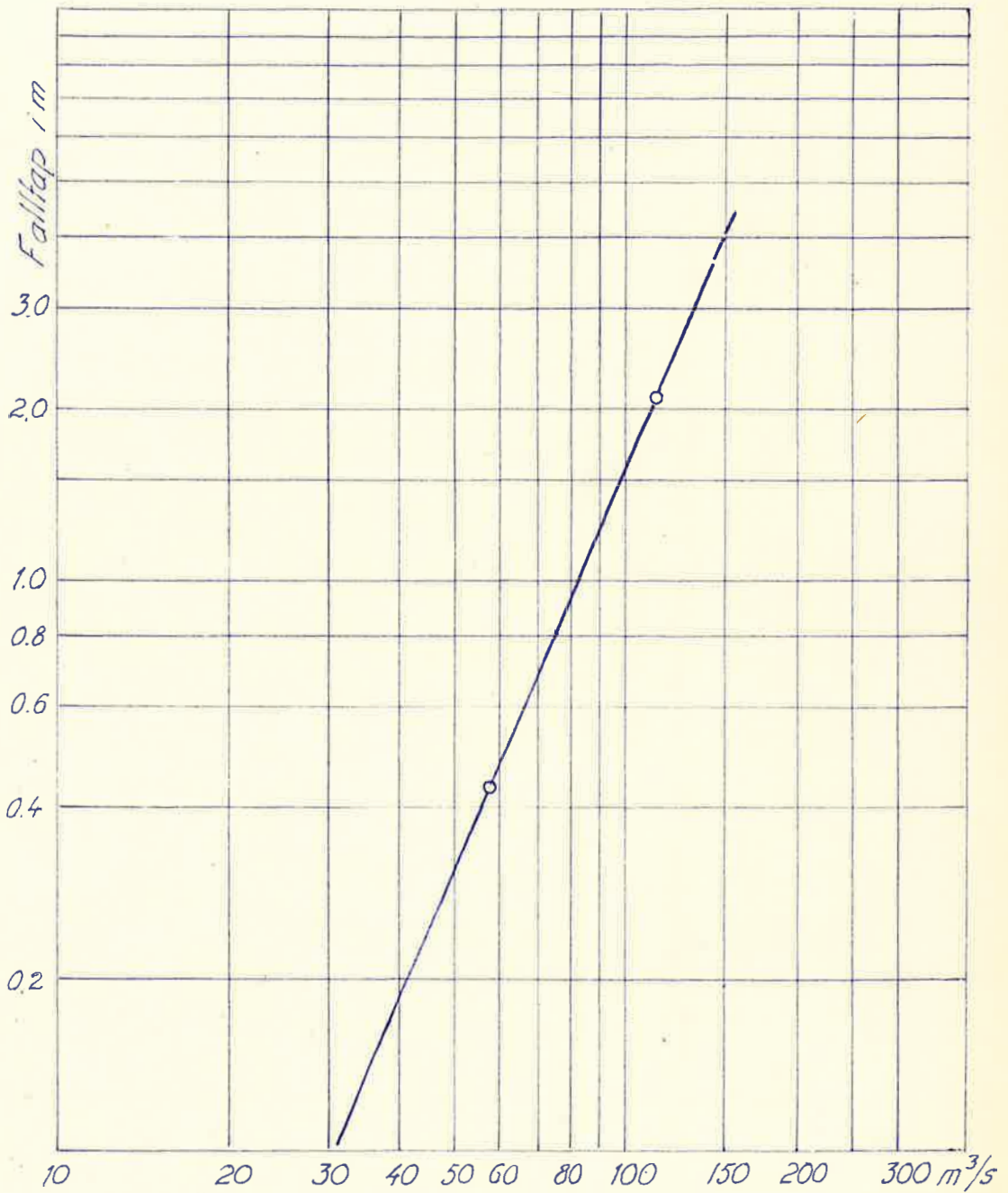
Dette vil forandre strømlinjen i østre halvdel av vannet : Det blir ingen strøm inn mot hoveddammen lenger, men strømmen som tapningen skapar vil gå inn mot det nye inntak. Utløpsretet her vil ikke bli stort. I det hele vil isforholdene ellers på Bordsalsvatn ikke bli merkbart annerledes enn de har vært da utløpet var gjennom hoveddammen. I viken innenfor hoveddammen blir det heller bedre når tunnelen kommer. I Smörvik-området blir det ingen forandring.

Jeg foretok en reisk oversiktsbefaring 16.9.66 og så da fra veien innover mot den fjellsiden hvor tunnelinntaket kommer til å bli.

Oslo, 28. november 1966.

Olaf Devik

FALLTAP TOTAK - VÅMARVATN



28/11 - 66 020

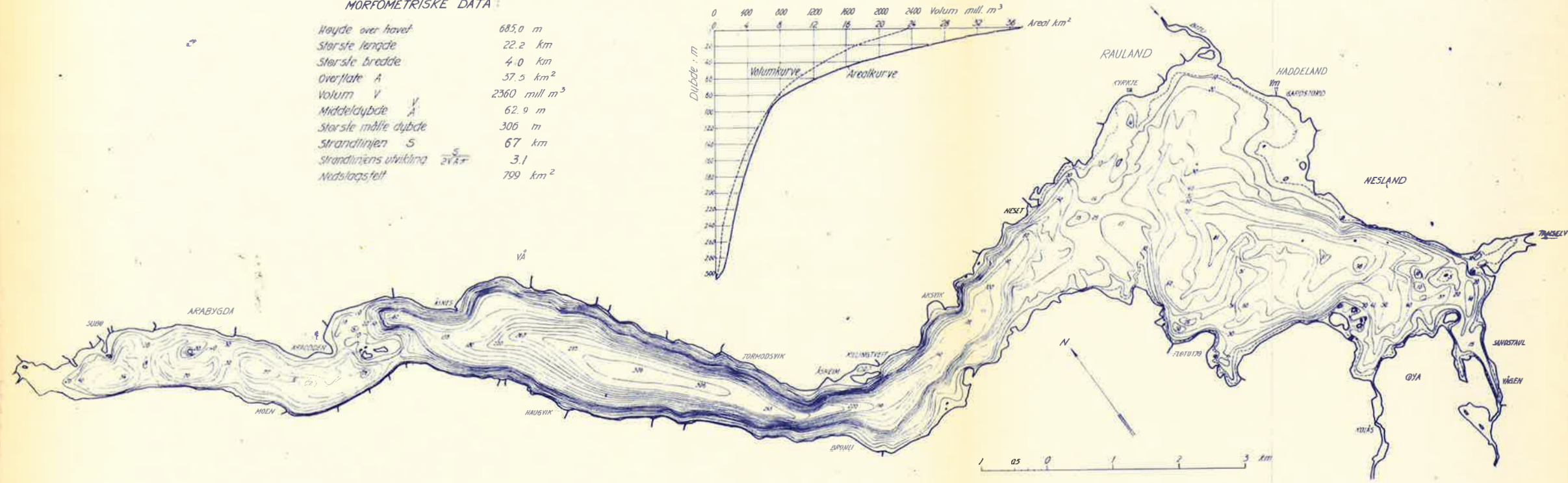
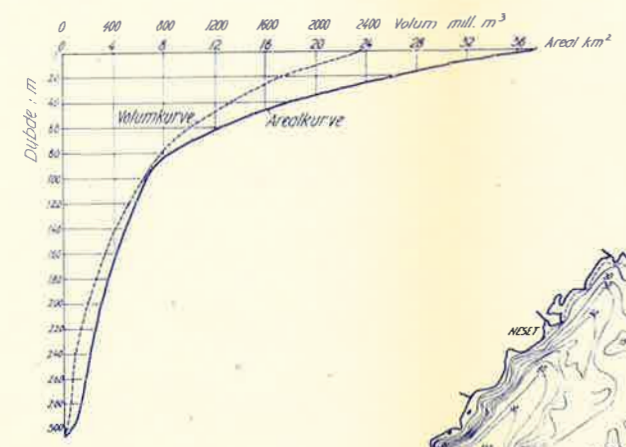
Dybdekart over TOTA K

Oppløddet 13-17 august 1957. Strandlinjen på kote 685 m o.h.

Ekvidistanse inn til 100 m dybde - 10 m, over 100 m dybde - 20 m

MORFOMETRISKE DATA:

Høyde over havet	685,0 m
Største lengde	22,2 km
Største bredde	4,0 km
Overflate A	57,5 km ²
Volum V	2360 mill m ³
Middeldybde $\frac{V}{A}$	62,9 m
Største målte dybde	306 m
Strandlinjen S	67 km
Strandlinjens utvikling $\frac{S}{\sqrt{A}}$	3,1
Nedslagsfelt	799 km ²



NVE Hydr. ovd.

Observatörens notater om isforholdene i Totak ved Vå.

- Vinteren 1957/58. jan.: Helt islagt 2/1. Gangbar is 15/1. P.g.a. snö og vann på isen er den ikke benyttet til kjøring.
- febr.: God is. Benyttet ekstra mye til kjøring både med hest og bil.
- mars: Ekstra god is. Stor trafikk med allslags kjøredskap.
- april: Overvann fra bekker ved land. Isen trafikert siste gang med bil 3/4, med hest 10/4.
- mai: Isen gangbar til 18/5. Isen løs fra land 16/5, full isløsning 22/9, måleprofilen delvis åpent 26/5 og helt 29/5.
- Vinteren 1958/59. jan.: Helt islagt 10/1. P.g.a. nedtapping av vannet 6 m er isforholdene svært ujamne med svakere isområder hvor nye holmer har dukket opp og lange land. Isen dekket av snö 12/1. Vann på isen 20/1. Gangbar is fra 20/1 og kjörbar is fra 25/1. Trafikken liten fordi forholdene ved land er vanskelige.
- febr.: P.g.a. nedtappet vann og stengt utløp blir det vann på isen ved land og svake isområder flere steder. Det er så å si umulig å komme ut på isen p.g.a. bratt lende og svak is ved land.
- mars: Svak is ved land og overvann p.g.a. litt stigning i vannstanden. Isen ikke benyttet til kjøring p.g.a. forholdene ved land.
- Vinteren 1959/60. jan.: Isdannelse 15/1. Helt islagt 28/1. Gangbar is 30/1.
- febr.: Isen dekket av snö 4/2. Vann på isen 20/2. Svakere isområder ved land. P.g.a. nedtappingen er det vanskelig å bruke isen inne ved land.
- mars: Vann på isen inne ved land p.g.a. variasjon i vannstanden. Trafikken mindre enn vanlig p.g.a. lav vannstand.

april: Vann på isen den 10/4 p.g.a. overvann fra
bekker og snösmeltning. Ellers samme merknader
som i foregående måned.

mai: 10/5 isen løs fra land, full islösning 17/5.
Måleprofilen delvis åpent 15/5 og helt 18/5.

Vinteren 1960/61. jan.: Isdannelse 4/1. Delvis islagt 6/1 og helt 8/1.
Isen gangbar 10/1 og kjörbar 20/1. Isen dekket
av snö 12/1. Usikker is ved land p.g.a. ned-
tapping.

febr.: Inne ved land er isen blitt dårlig og likeså
flere andre steder. Vann på isen 14/2 p.g.a.
mildvær. Ingen trafikk på isen i siste halvdel
av måneden da det er delvis åpent ved land.

mars: Trafikken fortsatt liten p.g.a. isforholdene
ved land. Isen kjört siste gang 10/3.

april: Langvarig mildvær har gjort isen løs og sprö.
Isen trafikert siste gang av gående 15/4.
Isen løs fra land 15/4, full islösning 26/4,
måleprofilen åpent delvis 26/4 og helt 28/4.

Vinteren 1961/62. jan.: Delvis islagt 23/1, helt 24/1. Isen dekket av
snö 27/1. Vann på isen 30/1. Svakere isområder
langs land.

febr.: Gangbar is 10/2, kjörbar 20/2. P.g.a. lav vann-
stand er opp- og nedkjörrel vanskelig.

Observasjoner mangler for resten av vinteren.

Vinteren 1962/63. des.: Isdannelse 24/12, islagt delvis 27/12 og helt
28/12. Gangbar is 31/12.

jan.: Isen mye brukt av biler. Opp- og nedkjörrel
vanskelig p.g.a. lav vannstand.

febr.: Ekstra lav vannstand som er til hinder for
trafikken.

mars: Sprekker ved land fordi det stadig tappes vann.

april: Vann og sörpe på isen. P.g.a. lav vannstand
er det liten trafikk på isen.

mai: Isen løs fra land 10/5, full islösning 20/5 og
måleprofilen helt åpent 25/5.

- Vinteren 1963/64. jan.: Isdannelse 10/1. Måleprofilen islagt delvis 14/1 og helt 17/1. Enkelte råker i måleområdet. Isen gangbar 19/1 og kjørbar 25/1. Usikker is langs land p.g.a. varierende vannstand.
- febr.: Svake isområder utenfor måleområdet. Isen dekket av snø 2/1.
- mars: Sprekker langs land p.g.a. lav vannstand.
- april: Råker flere steder. Vanskelig å komme ut på isen p.g.a. vannslipp fra Songavatn.
- mai: Full isløsning 8/5, isfritt 10/5.
- Vinteren 1964/65. jan.: Isdannelse 10/1, helt islagt 18/1. Isen dekket av snø 18/1. Isen nokså usikker flere steder. Gangbar is 25/1.
- febr.: Svak is langs land fordi vannstanden synker. Istykkelsen varierende. Kjørbar is fra 15/2.
- mars: Usikker is ved land p.g.a. tappingen.
- april: Svak is ved land. Isen antatt kjørbar til 20/4.
- mai: Isen løs fra land 8/5, full isløsning 18/5, måleprofilen åpent delvis 20/5 og helt 22/5.
- Vinteren 1965/66. des.: Måleprofilen islagt delvis 15/12 og helt 17/12. Enkelte råker i måleområdet. Isen dekket av snø 18/12. Vann på isen 18/12.
- jan.: Svak og ujevn is enkelte steder i måleområdet.
- febr.: Ingen trafikk p.g.a. sørpe og snø. Et svakt isområde på sydsiden litt øst for måleprofilen
- mars: En del sprekker langs land. Stor vanngjennomgang antakelig årsak til ujevn is.
- april: Isen går opp enkelte steder langs land.
- mai: Isen løs fra land 15/5. Måleprofilen åpent delvis 22/5 og helt 24/5.