

Iskontoret
ved NVE, Hydrologisk avd.

VANNTEMPÉRATURMÅLINGER i ELVER og INNSJØER

Innhold:	Side
Innledning	1
Temperaturgangen i innsjøer	2
Temperaturgangen i elver	3
Kjøleflate for å avkjøle vannet i en åpen elv 1°C	3
Kritiske strøm- og temperaturforhold i elver	4
Målesteder	5
Måleutstyr og anvendelighet	5
Kvikksølvtermometer	5
Elektriske termometer	6
Vendetermometer	6
Termografer	6
Utføring av vanntemperatur-målinger	7
Målinger i elver	7
Målinger i havet og i innsjøer	8
Målinger ved kraftstasjoner	9
Nullpunktskalibrering	10
Behandling av termometer	11

I n n l e d n i n g

Skal vanntemperaturobservasjoner kunne brukes til å forstå, forklare og slutte noe om årsaker til forskjellige foreteelser i et vassdrag, er det helt nødvendig at observasjonene og målingene er riktige, nøyaktige og representative.

Dette er ikke alltid så lett å oppnå. Det er så mange ting som spiller inn, f.eks.: kvaliteten og nøyaktigheten av termometret, måten målingen blir utført på, fliden og nøyaktigheten observatøren utviser og sist men ikke minst - stedet for målingene. Det viser seg at til mer alvorlig en prøver gå inn for - og til dypere en prøver trenge inn i måle-problemene, oppdager en hvor vanskelig det er mange ganger. Det er dessverre en kjennsgjerning at mange gamle observasjoner har liten verdi p.g.a. f.eks. dårlig og unøyaktig termometer eller andre mangler eller feil som ikke er blitt rettet. I framtida bør det være mulig å bedre kvaliteten av målingene ved å utnytte de erfaringene som er høstet inntil nå både med hensyn til passende termometer, valg av målested, bedre og riktigere instruks og større flid av observatørene. Til hjelp i dette arbeidet vil det i det følgende bli gitt en liten oversikt eller innføring i temperaturgangen i innsjøer gjennom året, avkjølingen og kritiske temperaturer i elver og ved kraftverksinntak, valg av målesteder, måleutstyr, utføring av vann-temperaturmålinger og behandling og nullpunktskalibrering av kvikksølv-termometer.

Temperaturgangen i innsjøer

Ferskvann har den merkelige, men gode egenskapen at det er tyngst ved ca + 4°C.

Dette fører til at når vannet i en innsjø blir avkjølt om høsten så synker overflatevannet ned etter hvert som det avkjøles til + 4°C og erstattes av nytt varmere vann som så avkjøles igjen. Denne prosessen fortsetter til hele vannmengden i sjøen er avkjølt til ca + 4°C. Fortsetter avkjølingen videre blir det avkjølte vannet lettere så det vil holde seg som et kaldere overflatelag. Når så vanntemperaturen her er kommet ned i 0°C vil overflatelaget fryse til is. I stille, kaldt vær kan en slik islegging gå fort, men vanligvis tar det forholdsvis lang tid fordi vind, bølger og strømminger rører om i vannet slik at også dypere lag blir videre avkjølt. Det er først og fremst vinden som er virksom til å senke temperaturen også i de dypere vannlagene. I innsjøer som ligger lunt og beskyttet mot vind vil en finne en vanntemperatur på ca + 4°C alt ved 10-30 m dybde, mens i andre sjøer som ligger mer åpne for vær og vind, rekker avkjølingen dypere ned så en finner + 4°C først på langt større dyp. I grunne og middels dype sjøer kan avkjølingen merkes helt til bunnen - i dype sjøer til 200-300 m. Se fig. 1. Om våren skjer en liknende prosess, men da i motsatt retning: kaldere vann blir skiftet ut med varmere. Se fig. 1.

I innsjøer med forholdsvis liten gjennomstrømning vil ikke temperaturen av vannlagene under isdekket forandre seg noe vesentlig gjennom vinteren. Varmetapet gjennom is- og snødekket resulterer stort sett bare i tykkere is.

I innsjøer med forholdsvis stor gjennomstrømning av kaldere vann, kan en gradvis utskifting av det varmere magasin vannet med det kaldere gjennomstrømningsvannet foregå etter hvert gjennom vinteren. Tempoet og størrelsen på denne utskiftingen er bl.a. avhengig av forholdet mellom magasin-volum og vassføring. Fig. 2. At en forholdsvis stor gjennomstrømning kan foregå uten noen særlig stor utskifting av vann, viser forholdene i Norefjord fig. 3. Her kommer vann på ca + 2°C fra kraftstasjonen Nore II inn i Norefjord. Det passerer en blandings- og bremsesone og den langsomme strømmen av blandingsvannet siger så inn i det vannlaget som har samme temperatur. Strømmen har da funnet sitt "rette" temperaturlag og følger dette stort sett uforandret gjennom hele sjøen.

Temperaturløp i elver

I en elv vil det på de fleste steder være så sterk omrøring at det ikke blir noen merkbar temperaturforskjell mellom vannet i overflaten og vannet ved bunnen. En temperaturmåling i en åpen elv gir altså ellevannets temperatur på vedkommende sted og denne temperaturen vil oftest variere med værforholdene på elvestrekningen ovenfor. Kommer elven fra en innsjø vil utløpstemperaturen være sterkt medbestemmende for vanntemperaturen på den nærmeste elvestrekningen. Her kan bemerkes at mens temperaturen i vannlagene av en innsjø forandrer seg lite gjennom vinteren, kan temperaturen i utløpsvannet forandre seg (synke) vesentlig etter som vannstanden i sjøen synker og overflatelagene gjør seg mer og mer gjeldende i avløpsvannet.

Når vinteren setter inn med lufttemp. under null, vil ellevannet bli mer og mer avkjølt jo lenger det kommer nedover vassdraget og når frysepunktet er nådd vil isproduksjon begynne i elven. Den åpne strekningen som ellevannet har passert er en effektiv kjøleflate.

Kjøleflaten, d.v.s. størrelsen av det åpne elvepartiet er avhengig av vassføring, begynnelsestemperatur, lufttemp., vind, skydekke og nedbør. Til hjelp for et raskt overslag kan følgende verdier - satt opp av dr. Olaf Devik - brukes:

Kjøleflate for å avkjøle vannet i en åpen elv 1°C

Middels kulde (ca -10°C)		Sterk kulde (ca -20°C)	
Vassføring m ³ /sek.	Kjøleflate i dekar	Vassføring m ³ /s	Kjøleflate i dekar
1	20	1	10
10	200	10	100
25	500	25	250
50	1000	50	500

Der hvor et sammenhengende isdekke har dannet seg, vil ellevannet under isen holde meget nær 0°C. På strykstrekninger kan det få litt overtemperatur - da fallenergien blir omsatt i varme (4,27 m fall gir 0,01° oppvarming).

K r i t i s k e s t r ø m - o g t e m p e r a t u r f o r h o l d i e l v e r

Et isdekke på en elv kan dannes på forskjellige måter,

1. Isen dannes av overflatevannet på stedet der isen blir liggende.
2. Isen kommer som sarr eller drivis og stopper mot isfronter og bygger gradvis opp et isdekke.
3. Der elva går i stryk, kan det dannes bunnis og isdammer, og det kan stues opp pakkis og sarr som fyller en stor del av elveleiet.

Den første måten opptrer fortrinnsvis på stille, langsomtflytende elveparti, der da isen fortrinnsvis vokser ut fra land og fra isfronter. De prosessene som er nevnt under punkt 2 og 3, foregår der strømhastigheten er større. Noen skarp grense mellom disse tre isleggings-prosessene er det imidlertid ikke.

Der elva er dyp og vannhastigheten liten - er det nok at overflatelaget blir avkjølt til 0°C - eller litt under - for at islegging skal kunne foregå. Vannet i dypere lag kan da være godt over 0°C . Men hvis strømhastigheten øker så øker også turbulensen i vannet, og for at overflatelaget skal kunne avkjøles til null - (eller helst litt under før isdannelse begynner) må også vannet i dypere lag være avkjølt til nærmere 0°C . En elvs evne til å holde en råk åpen eller til å tære på allerede dannet is vil derfor i sterk grad være avhengig av vannets hastighet. En tabell som viser forholdet mellom strømhastighet og vanntemperatur, er vist i det følgende:

Strømhastighet m/s	Kritisk vanntemperatur $^{\circ}\text{C}$
0,2-0,3	ca 0,20
ca 0,4	" 0,06
" 0,6	" 0,02
over 0,8	" 0,01

Hvis f.eks. strømhastigheten er ca 0,4 m/s vil en vanntemperatur over $0,06^{\circ}\text{C}$ greie holde en råk åpen eller tære på et allerede dannet isdekke, og med en hastighet på 0,6 m/s er en vanntemperatur på $0,02^{\circ}\text{C}$ nok til å hindre islegging eller til å tære på isen. En temperatur på $0,02^{\circ}\text{C}$ får vannet ved å passere et fall på bare ca 8 m.

En vannhastighet på 0,6 m/s er forresten en kritisk hastighet for den slags islegging som er nevnt under pkt. 2 ovf. selv om vanntemperaturen er under $0,02^{\circ}\text{C}$. Er hastigheten over 0,6 m/s vil sarr og isklumper dukke under en eventuell isfront og ikke stoppe mot denne som tilfelle er ved mindre hastigheter.

Målesteder:

Å finne gode og representative målesteder, er noe av det viktigste når det gjelder vanntemperaturmålinger i en elv, men samtidig ofte noe av det vanskeligste. Vanligvis bør følgende betingelser være oppfylte:

1. Vannet temperaturen blir målt i - bør være representativt for vannet i elva der temperaturen blir målt. Dvs. det bør være god turbulens i elva på målestedet og vannet det blir målt i, må ikke være lokalt påvirket av f.eks. landis eller grunnvann.
2. Drivende sarr og isnåler i vannet der en måler, bør unngås. Dersom slikt forekommer, vil temperaturen en måler praktisk talt være 0°C . Her bør det nevnes at det nok er både aktuelt og nødvendig å opprette målestasjoner på steder der det til sine tider forekommer sarr og drivis, men da er det viktig å notere dette i tillegg til måleresultatet.
3. Når det er noe spesielt en måler, f.eks. grunnvannstemperatur, så må en være sikker på at det virkelig er grunnvannstemperaturen en måler.

Av steder som i alminnelighet passer godt for vanntemperaturmålinger kan nevnes utløpet fra innsjøer, stilleflytende elveparti og kraftstasjoner. Da temperaturskiktningen som forekommer i stille eller stilleflytende vann til en viss grad kan bli beholdt et kort stykke nedover fra utløpet, må en passe på ikke å måle for nær de stille partiene, men velge målestedet etter at en fullstendig omrøring av vannmassene har funnet sted.

Måleutstyr og anvendelighet

Vanntemperaturen kan måles med flere slag termometer. De mest vanlige er kvikksølv - eller sprittermometer og nå i den siste tiden elektriske. Av hvert enkelt slag av disse igjen er det flere utførelser. I det følgende skal kort nevnes de mest vanlige termometer som Iskontolet ved NVE bruker idag:

Kvikksølvtermometer:

Nr.	Skala i $^{\circ}\text{C}$	Inndeling	Brukes i
1	-0,5 til + 2	1/100 $^{\circ}\text{C}$	Elver og sjøer
2	-1 til + 5,5	1/10 "	"
3	-15 " + 10	1/10 "	" og luft
4	-2 " + 25	2/10 "	"
5	-4 " + 30	1/10 " (vendetermometer)	Sjøer

Se fig. 4.

E l e k t r i s k e t e r m o m e t e r

Her er det bare ett slag som kan sies bli anvendt, nemlig det som bygger på forandringen i elektriske motstander ved forandring i temperatur. Motstandene som blir brukt er såkalte termistorer - som er svært ømfintlige for temperaturvariasjoner. Registreringsinstrumentet er en enkel Wheatston bru. Vanntemperaturmåling med termistorer blir vesentlig brukt til måling i sjøer og vatn.

V e n d e t e r m o m e t e r

Fig. 5 viser et vendetermometer. Under bruk blir dette senket ned med kvikksølvssäylen nederst. Termometret må være i denne stilling i den ønskede dybde til det har stilt seg inn, og så slippes et lodd nedover opphengingslinen så termometret vender seg (fig. 5). Når termometret vendes - slites kvikksølvstrengen av på et bestemt sted hvor det er en liten tagg eller en annen uregelmessighet i røret, og kvikksølvret renner ned i den andre enden av røret. Av lengden på den avbrutte kvikksølvstrengen kan temperaturen finnes. (Skalaen går motsatt av hva den pleier på termometre.) Avlesningen må korrigeres etter temperaturen i avlesningsøyeblikket som leses av på et ekstra, "normalt" termometer ved siden av.

T e r m o g r a f e r

For kontinuerlig måling av vanntemperaturer, kan brukes termografer som tegner ned temperaturkurven på et registreringspapir. Disse termografene kan være av to hovedtyper. 1. Mekaniske (kvikksølv eller sprit) eller 2. elektriske (motstandstermometer).

Begge typene faller nokså dyre og kan vanligvis heller ikke registrere så nøyaktige temperaturer som et godt og nøyaktig "manuelt" termometer.

U t f ø r i n g a v v a n n t e m p e r a t u r - m å l i n g e r

Valg av målested og nøyaktige og passende termometer er viktige ledd i strevet med å få gode, nøyaktige og representative vanntemperaturmålinger, men likevel er nok nøyaktigheten og fliden observatøren legger i utførelsen av målingene det langt viktigste. Det er viktig at observatøren får nøyaktig instruks om hvordan målingen skal tas - derfor er det nødvendig (eller i det minste ønskelig) at den som gir instruks selv vet en god del om vanntemperaturmålinger. Det er også godt at observatørene forstår grunnen til at målingene bør tas på den foreskrevne måte, for på den måten kan de lettere greie problem som kan dukke opp ved eventuelle forandringer av forholdene.

M å l i n g e r i e l v e r

Vanntemperaturen i en elv blir vanligvis målt på 3 forskjellige måter, nemlig: 1. Måling og avlesing mens termometret holdes ned i det strømmende elvevannet. 2. Termometret er montert i en beholder - (fig. 6) - som senkes ned i elva, fylles med vann og det hele tas opp for avlesing. 3. Termometret er montert i beholder - som under 2 - men står alltid i elva og tas opp bare for avlesing (fig. 6).

M å l e m e t o d e 1 kan brukes der adkomsten til vannet er lett, men det byr alltid på vanskeligheter med å få lest av på termometret fordi nedre del av det må holdes godt nedi vannet under avlesningen mens toppen av kvikksølvssäylen bør være over vannet, og siktelinjen fra øyet til øvre del av kvikksølvssäylen må være vinkelrett. Termometret må vise + grader før det stikkes ned i vannet ellers kan det få en iskappe rundt kvikksølvbeholderen og termometret vil da vise 0°C . Se fig. 7.

M å l e m e t o d e 2 er den absolutt mest brukte idag. Fordelen med den framfor metode 1 er flere f.eks.: Målingene kan tas uten at en behøver å komme helt ned til vannoverflaten - fra elvekanten, fra bruer, fra høye iskanter eller andre forhøyninger. Avlesningen er lettere og mer nøyaktig fordi beholderen med termometret kan tas opp - etter at den er fylt med vann - og holdes rett ut for øynene under avlesningen.

Instruks for målemetode 2: måling med termometer montert i beholder.

1. Termometret må vise + grader før det senkes ned i vannet.
2. Termometret tas opp, avleses, tømmes og senkes ned i vannet igjen flere ganger inntil de to siste avlesningene er like.
3. Solstråling på termometret og beholderen må unngås både mens disse to er i vannet og i lufta under avlesningen.
4. Synslinjen fra øyet til toppen av kvikksølvstrengen må være vinkelrett på termometersøylen. Fig. 7.
5. Termometret må heves raskt opp og leses av forttest mulig. Under sterk kulde kan det f.eks. være vanskelig å måle fra en høy bru - fordi vannet i beholderen avkjøles før en får lest av.

M å l e m e t o d e 3 er den sikreste og beste metode der den kan anvendes. Et rør eller en tut som er perforert i nedre del, monteres i det strømmende vannet - og termometret med beholder plasseres i dette. Fig. 6. Når vanntemperaturen skal måles, heises beholderen med termometret i opp, avleses og senkes ned igjen. Et slikt arrangement passer ypperlig ved utløpet av kraftstasjoner eller andre isfrie steder. Røret eller tuten bør være av tre, plast eller et annet stoff som leder varmen dårlig. Det bør kunne låses på toppen. Se ellers metode 2.

Alle kvikksølv- og sprittermometrene som Iskontolet bruker har $1/10^{\circ}$ skalainndeling bortsett fra det ene med skala -1 til $+2^{\circ}\text{C}$ der inndelingene er $1/100^{\circ}\text{C}$. Men selv der inndelingene er $1/10^{\circ}\text{C}$ er det mulig å lese av med større nøyaktighet ved en skjønnsmessig inndeling av intervallene mellom delestrekene ved avlesningen. Termometre med skala -2 - $+25^{\circ}\text{C}$ bør avleses med minst $5/100^{\circ}\text{C}$ nøyaktighet og termometre med skala -1 - $+5^{\circ}\text{C}$ bør forsøkt avlest med $1/100^{\circ}\text{C}$ nøyaktighet. I det siste tilfellet blir hundredelen usikker, men metoden gir tross alt den mest nøyaktige avlesning. I instruksene til observatørene skriver vi derfor: "Les alltid av 2 siffer bak komma". Se fig. 7.

M å l i n g e r i h a v e t o g i i n n s j ø e r

Til måling av vanntemperaturen i havet og i innsjøer er det i bruk flere måleinstrumenter. Av de første metodene til å måle vanntemperaturen i havet nedover i dybden kan nevnes:

1. Bruk av minimumstermometer.
2. Opphenting av vann og måling i dette.

Minimumstermometer ble brukt så lenge til en ble klar over at temperaturen ikke alltid minket nedover i havdypet. Opphenting av vann - enten ved å pumpe det opp eller ved å bruke en vannhenter som fylles ved de aktuelle dybder, kan være brukbart inntil ca 20 m.

Idag bruker havforskerne vesentlig bare bathytermografer og vendetermometer til måling av vanntemperaturen. Vanntemperaturmålinger i fjorder og sund - som blir utført av Iskontoret ved NVE, tas nå vesentlig med termistorer.

I innsjøer er også vendetermometret i bruk. Således bruker som tidligere nevnt Limnologisk Institutt ved Universitetet i Oslo utelukkende vendetermometer til sine undersøkelser iberegnet hovedfagsoppgavene i limnologi. Det samme gjelder Instituttet for Vannforskning. Iskontoret ved NVE begynte allerede i 1953 å bruke termistorer til temperaturmålinger i innsjøer, og de siste åtte år har kontoret vesentlig brukt termistorer til den slags målinger. Termometer montert i før nevnte beholder, kan brukes og blir tildels brukt til målinger på mindre dyp 1-5 m, og hvis ikke annet termometer er for hånden kan denne metode brukes ned til 20 m. Iskontoret har stasjonert noen få slike termometer til bruk for faste observatører ute i distriktene. Observasjonsdybden er sjelden mer enn 8-10 m og ligger for det meste mellom 1-5 m. Dette gjelder observasjoner både i ferskvann og saltvann. I saltvann måles også saltgehalten i det vannet som blir med opp i beholderen.

Målinger ved kraftstasjoner

Underkjølt vann, sarr eller isnåler fører ofte til vanskeligheter ved kraftstasjoner ved at f.eks. varegrindene ved inntaket tettes til av is. For å hindre, forebygge eller minske disse ulempene er det ofte nødvendig med store og kostbare tiltak, f.eks.: Sterk oppvarming av varegrindene og/eller holde en større eller mindre mannskapsstyrke klar for rensing og fjerning av is ved varegrindene. Det er derfor viktig å vite noenlunde nøyaktig tiden for når slike tiltak er nødvendig å sette i gang og en nøyaktig måling av vanntemperaturen ved inntaket kan være til stor hjelp for dette.

I praksis kan ofte slike målinger med fordel tas inne i kraftstasjonene ved at f.eks. et termometer festes til turbinrøret. Kvikksølvbeholderen på termometret må være i god kontakt med turbinrøret og god isolasjon ut mot lufta. Fordelen ved å ha termometret inne i stasjonen er at en lettere og bedre kan følge med i temperaturgangen i vannet.

Elektriske termometer (f.eks. termistorer) kan også med letthet brukes her, men disse faller betraktelig dyrere.

N u l l p u n k t s k a l i b r e r i n g

Som tidligere nevnt er det viktig å ha nøyaktige og korrekte termometer. Alle termometer som blir sendt ut fra Iskontolet blir kalibrerte og korreksjonene ført inn i en protokoll. Men fordi termometrene har en tendens til å forandre seg litt med tiden - eldes - er det nødvendig stadig å foreta kontroll - helst en gang for året. Fordi det er viktigst å ha den største nøyaktigheten omkring 0°C er det mest om å gjøre å kontrollere 0-punktet på termometret, og heldigvis er en nullpunktskalibrering svært lett å foreta særlig om vinteren, f.eks.: En bøtte fylles med godt sammenpakket snø og kaldt vann dusjes over til snøen er godt gjennom-bløtt, men ikke så mye at snøen flyter i vann. Termometret settes så ned i denne blandingen og pakkes godt til med snøsørpe helt opp til 0° merket. Temperaturen i denne blandingen skal være 0°C og avviket fra null, + eller -, som termometret viser, er derfor korreksjonen for dette termometret ved ca 0°C . Viser termometret over null, f.eks. $0,15^{\circ}$, så skal en i dette temperaturområde trekke $0,15^{\circ}$ fra det avleste. Viser et annet termometer under null, f.eks. $-0,20$, så skal en her legge til $0,20$ til det avleste. For å komme fram til sikre korreksjoner, bør termometret flyttes et par ganger i bøtta og avlesninger foretas på nytt. Har en hugget eller boret hull i et isdekke og vannet står opp i dette til overflaten, kan snø fylles i hullet og en nullgradersblanding lages der.

Ved alle avlesninger må en være svært nøye med at syns-linjen fra øyet til toppen av kvikksølvstrengen danner en rett vinkel med termometret.

B e h a n d l i n g a v t e r m o m e t e r

Alle termometer bør behandles med forsiktighet, men mest forsiktig må en være med de nøyaktige og fint registrerende med fin inndeling.

Kvikksølv-strengen i disse er svært tynn og har lett for å dele seg - særlig ved støt eller hurtige temperaturvariasjoner (temperaturfall).

Har kvikksølv-strengen delt seg, kan en forsøke å slynge eller slå denne sammen igjen på følgende måte:

Slynging: Grip om termometret og sleng handa ned slik at bevegelsen stopper med et skarpt rykk.

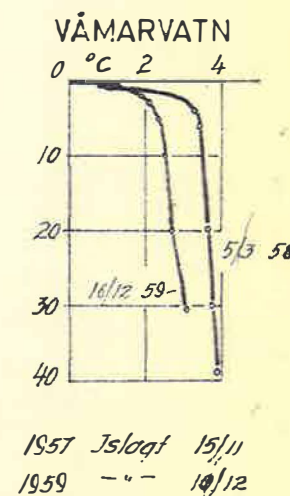
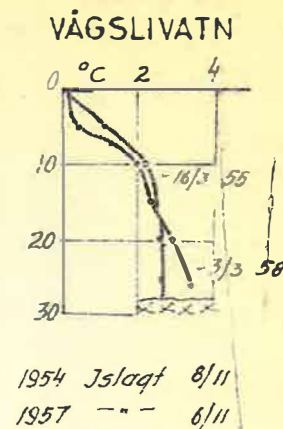
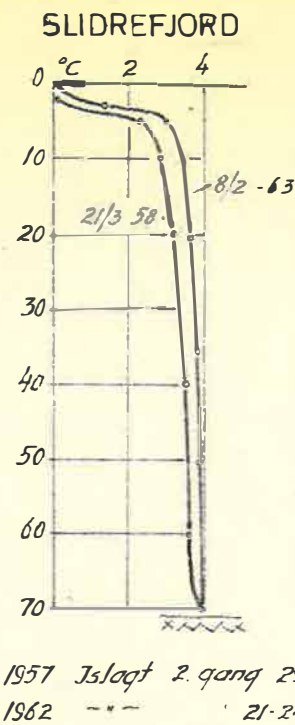
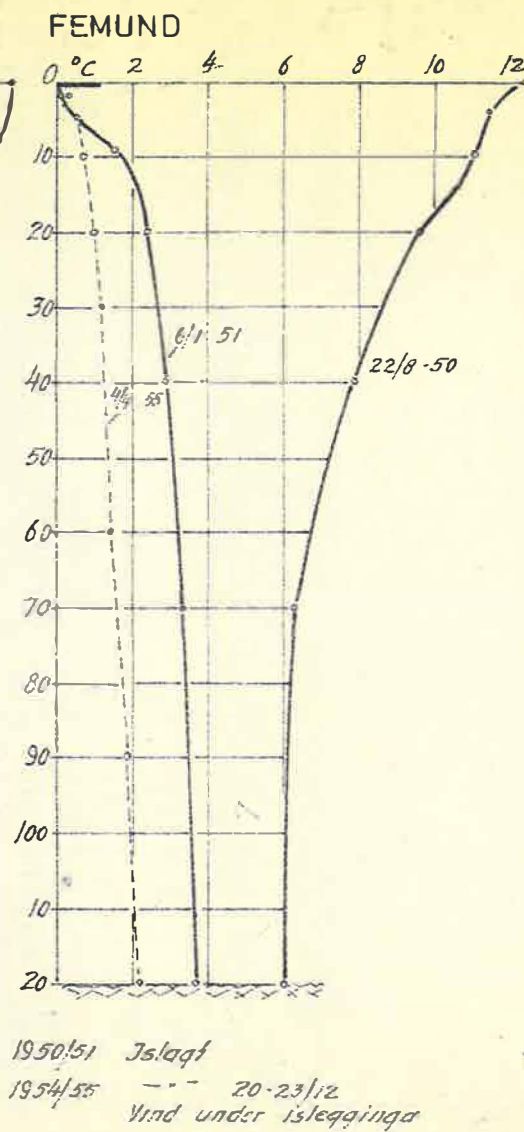
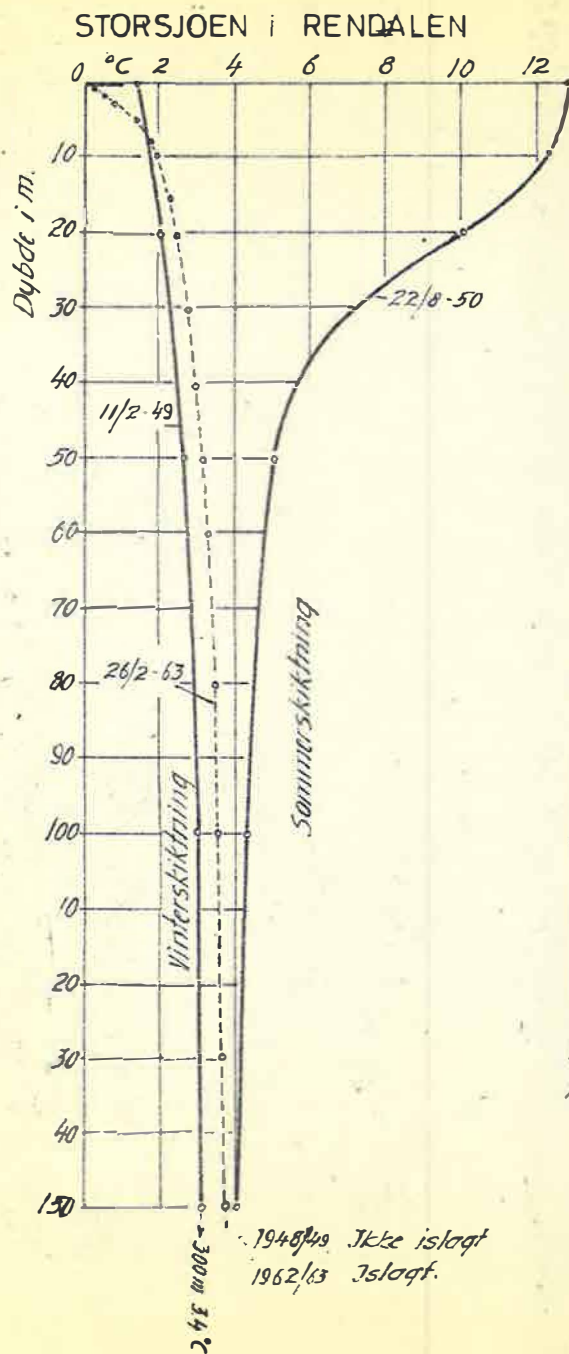
"Slåing": Grip om kvikksølvbeholderen på termometret med den ene handa og slå denne mot den andre handa.

Oppvarming for å forene kvikksølvstet igjen - anbefales ikke da det er svært lett å sprengre termometret.

Osla 1964.

Lene Røn

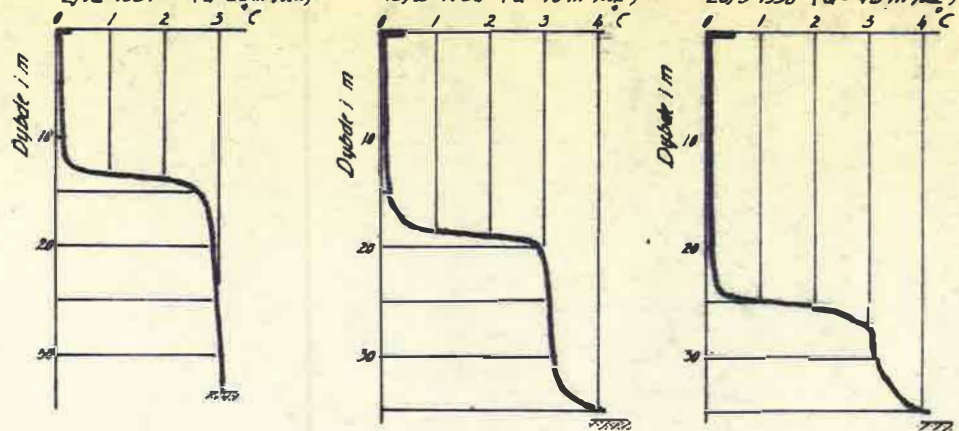
TEMPERATURFORHOLD I NORSKE INNSJØER.



TEMPERATURFORHOLD I HALLINGDALELV (Bramma) vinteren 1957-58

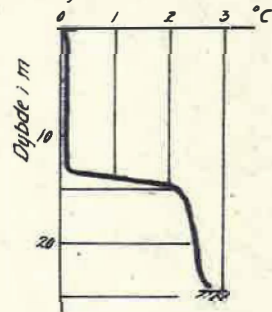
Reg. vassføring 28 - 46 m³/sek

VIKEN, ca 2 km nedf. Husemo, målepunkt 200 m fra v.br
2/12 1957 (Q=28 m³/sek) 15/2 1958 (Q=46 m³/sek)

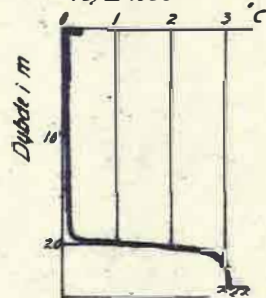


SANDVIKEN, ca 6 km nedf. Husemo, målepunkt 100 m fra v.br

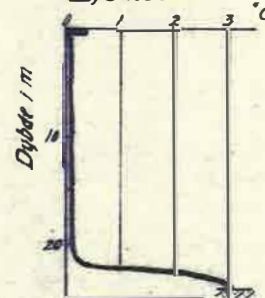
2/12 1957



16/2 1958

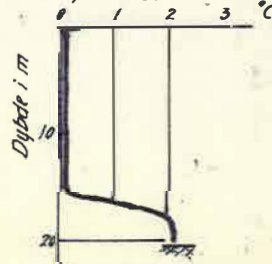


26/3 1958

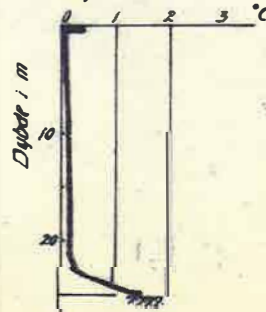


Mellom GEITSUND og BERGHEIM, ca 11 km nedf. Husemo, målepunkt 200 m fra v.br

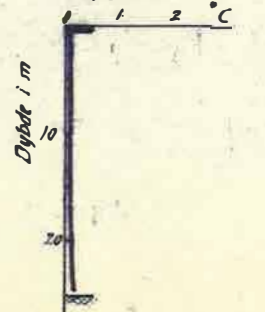
5/12 1957



18/2 1958



28/3 1958



Merknad:

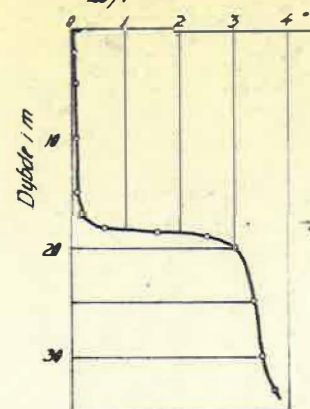
Temperaturer målt med termistor og spesiell målebru

TEMPERATURFORHOLD I HALLINGDALELV (Bramma) vinteren 1960-61

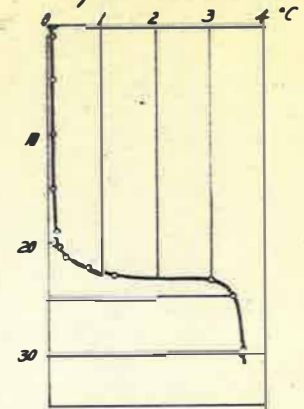
vinteren 1960-61

Reg. vassføring 46 - 60 m³/sek

VIKEN (Q=60 m³/sek)
28/1

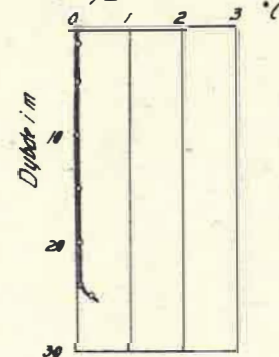


11/3 (Q=46 m³/sek)

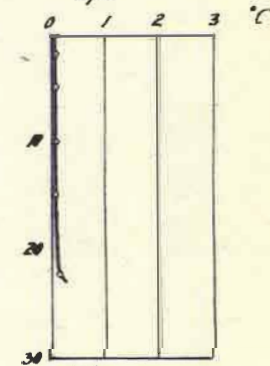


SANDVIKEN

1/2

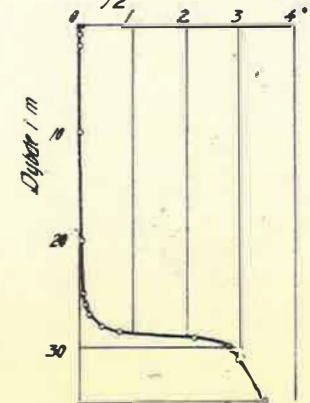


11/3



BERGHEIM, øst Bukkøyene

1/2



11/3

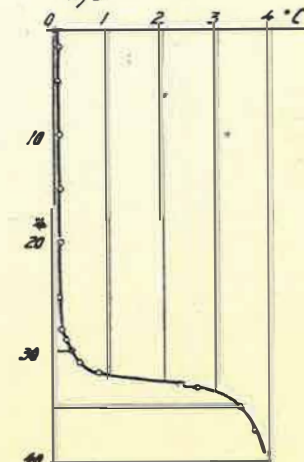


Fig. 3

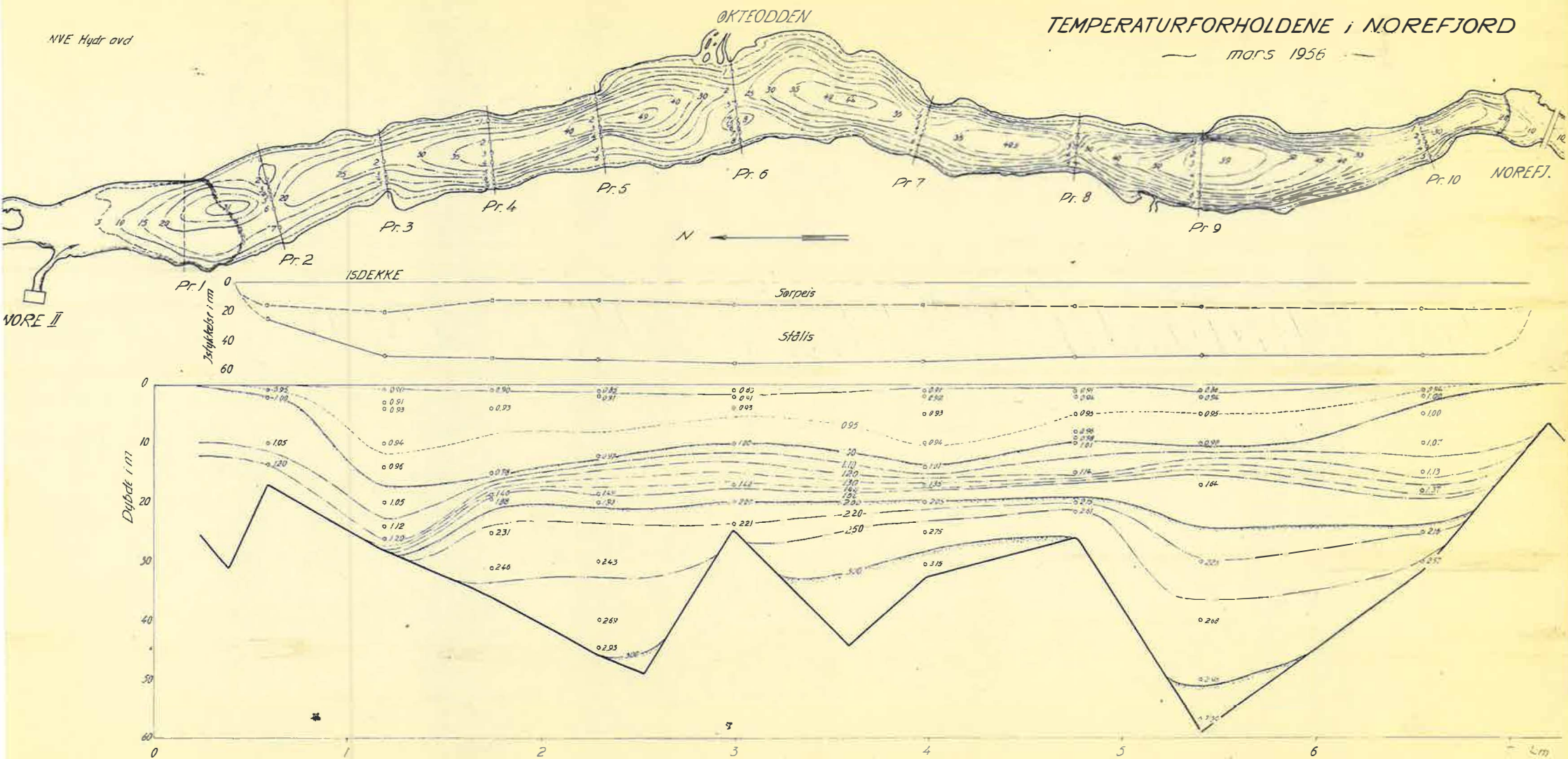
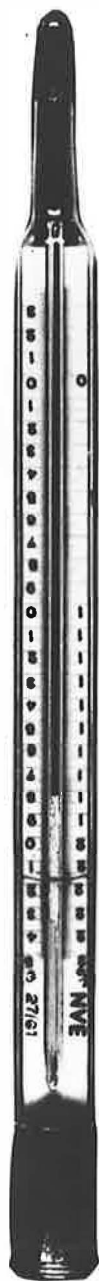
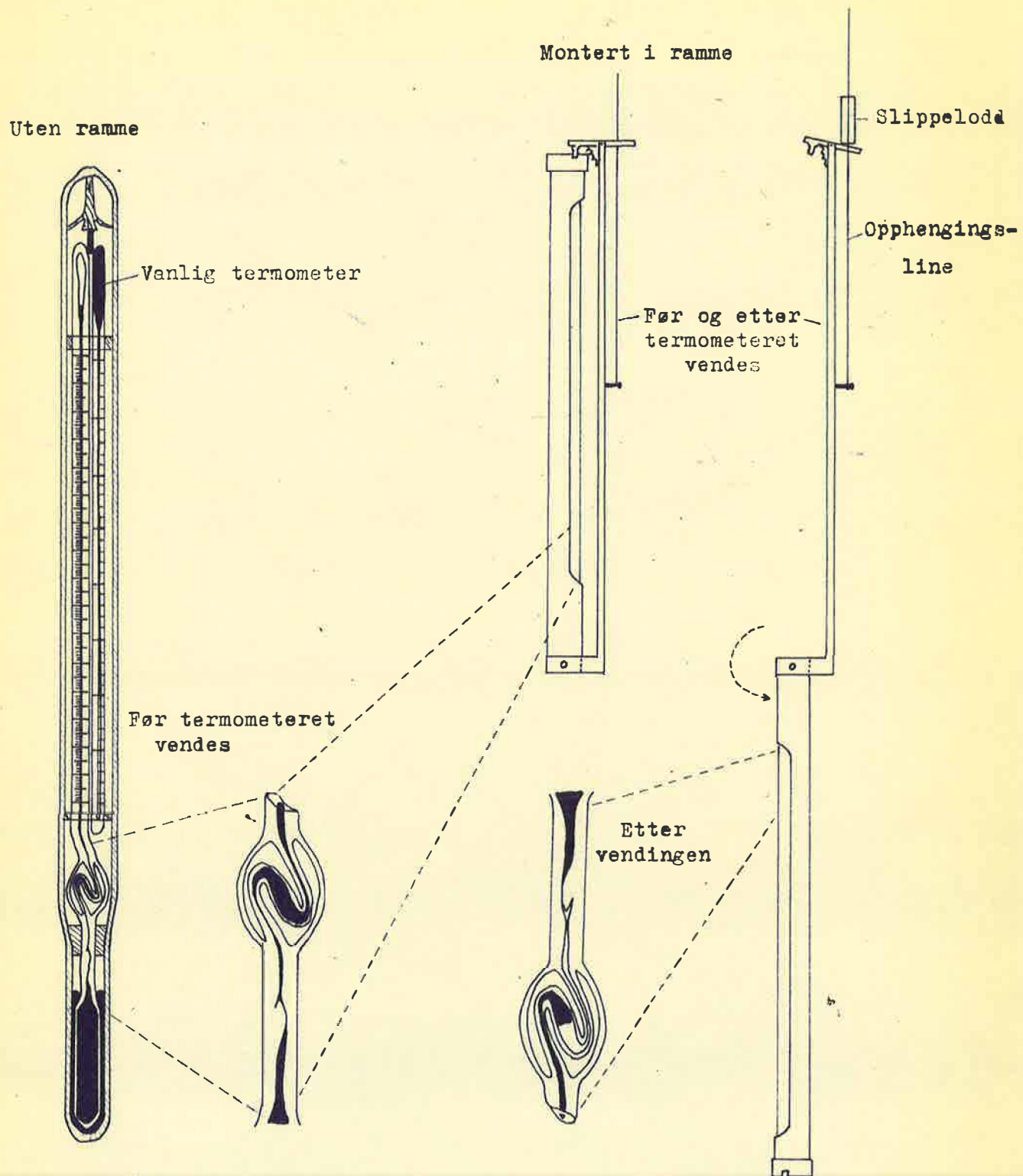
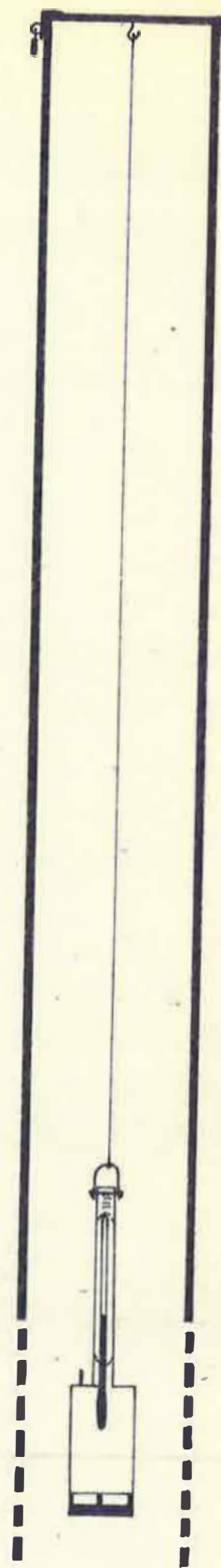
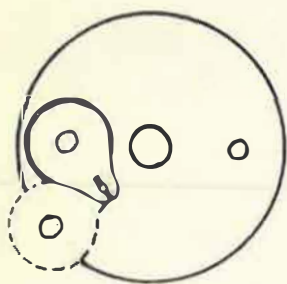
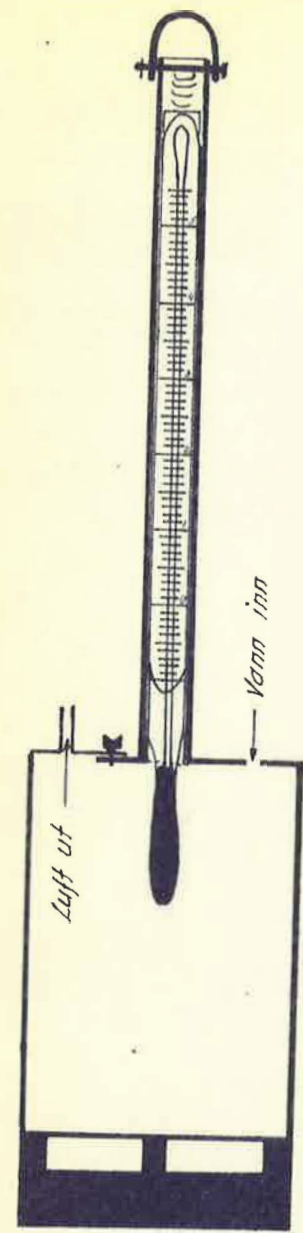


Fig 4.



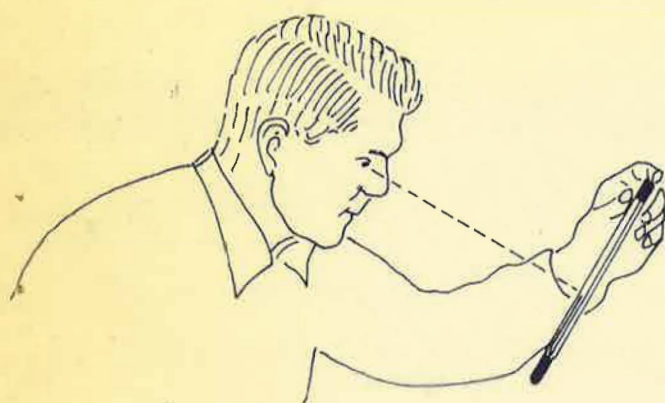
VENDETERMOMETER.



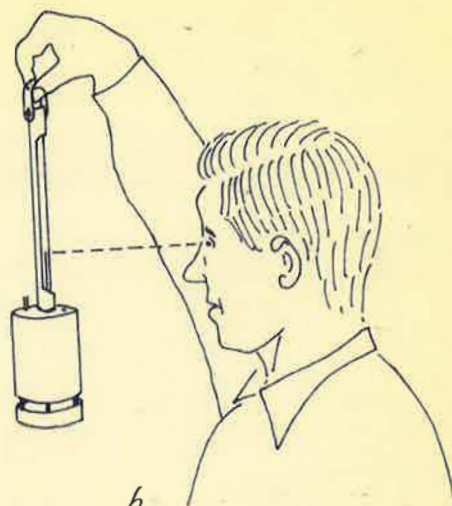


Perforert trerør.

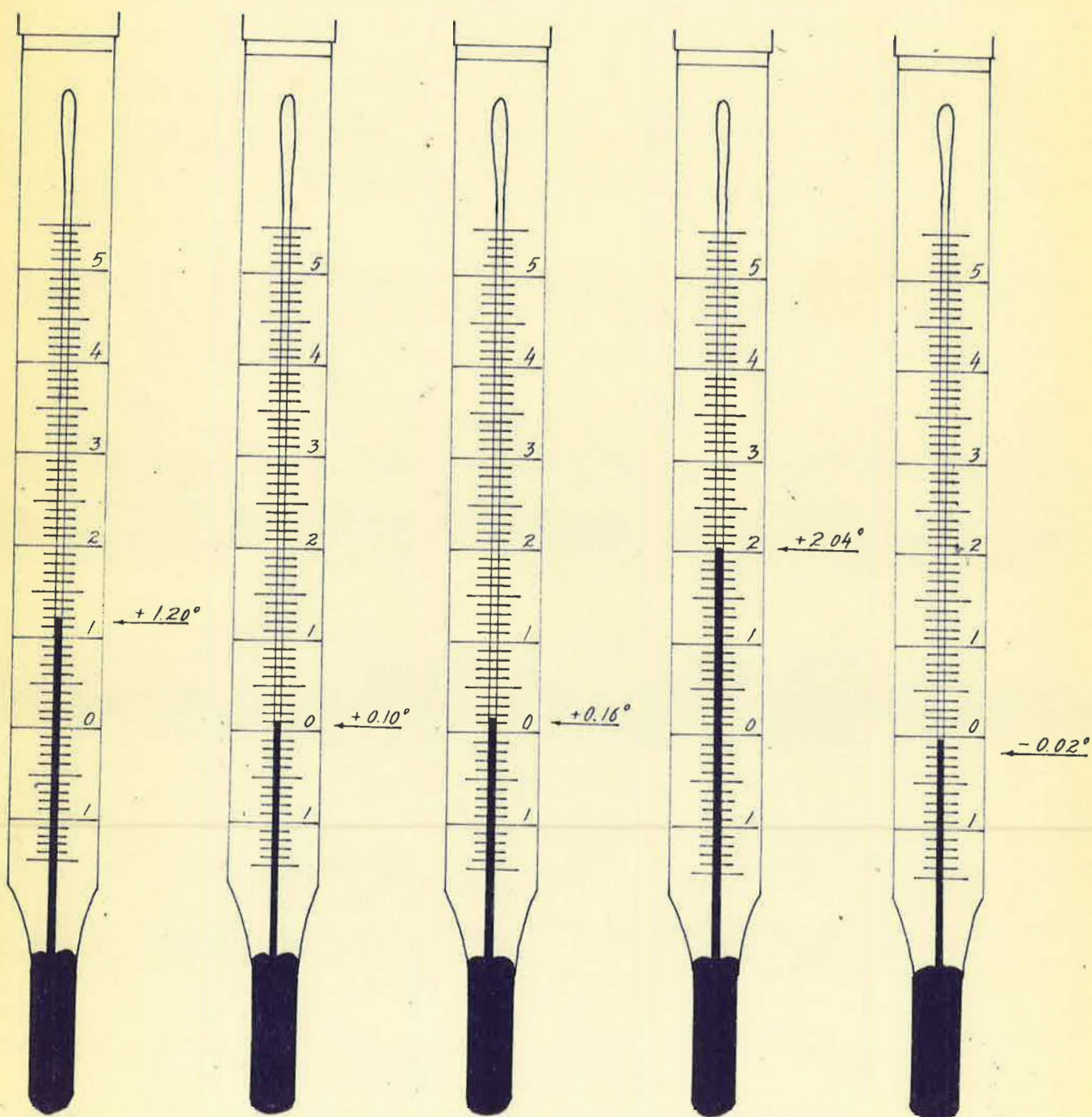
AVLESNING av TERMOMETER



a.



b.



Les alltid av to siffer bak komma.

INSTRUKS for VANNTEMPERATURMÅLINGER

Måling med termometer montert i beholder:

1. Termometret må vise varmegrader før det senkes ned i vannet.
2. Termometret tas opp, avleses, tømmes og senkes ned i vannet igjen flere ganger inntil de to siste avlesningene er like.
3. Solstråling på termometer og beholder må unngås både mens disse er i vannet og i lufta under avlesningen.
4. Synslinjen fra øyet til toppen av kvikksølvstrengen må være vinkelrett på termometersøylen. Se fig. 7 b.
5. Termometret må heves raskt opp og leses av forttest mulig. Under sterk kulde kan det f.eks. være vanskelig å måle fra en høy bru fordi vannet i beholderen avkjøles før en får avlest.
6. Ved avlesning av et termometer der avlesningen skal noteres f.eks. med hundredels nøyaktighet: Les av hundredelen først, så tidelen og til slutt de hele gradene. Se ellers fig. 7.c.

Måling med termometer uten beholder

1. Termometret må vise varmegrader før det stikkes ned i vannet.
2. Termometret må holdes godt ned i vannet - også under avlesningen, men toppen av kvikksølvstrengen bør være over vannet.
3. Solstråling på termometer og beholder må unngås både mens disse er i vannet og i lufta under avlesningen.
4. Synslinjen fra øyet til toppen av kvikksølvstrengen må være vinkelrett på termometersøylen. Fig. 7 a.
5. Ved avlesning av et termometer der avlesningen skal noteres f.eks. med hundredels nøyaktighet: Les av hundredelen først, så tidelen og til slutt de hele gradene. Se ellers fig. 7 c.