NORGES VASSDRAGS- OG ELEKTRISITETSVESEN
VASSDRAGSDIREKTORATET
HYDROLOGISK AVDELING

TEMPERATURFORHOLD I ALTAELVA VED ET ØVRE OG NEDRE INNTAK I VIR'DNEJAV'RI

OPPDRAGSRAPPORT
5 - 82

OPPDRAGSRAPPORT 5-82

Rapportens tittel:	Dato: 1982-12-15
TEMPERATURFORHOLD I ALTAELVA VED ET ØVRE OG NEDRE INNTAK I VIR'DNEJAV'RI	Rapporten er: Åpen Opplag: 50

Saksbehandler/Forfatter:	Ansvarlig:
Randi Pytte Asvall Iskontoret	S. Roen

Oppdragsgiver:

STATSKRAFTVERKENE

SAMMENDRAG

Vir'dnejav'rimagasinet er eneste magasin i reguleringen. Temperaturen på vannet her vil ha stor innflytelse på vanntemperaturen i Altaelva nedenfor kraftstasjonen. For å undersøke hvordan et øvre uttak til kraftstasjonen kan påvirke temperaturen på driftsvannet ble det ved Vassdrags- og havnelaboratoriet bygget en fysisk modell av deler av magasinet. Resultatene herfra er benyttet til å beregne temperaturen på driftsvann tatt fra et øvre og nedre inntak ved aktuelle temperatursjiktninger i Vir'dnejav'ri. Det avhenger av driftsvassføringen og sjiktningen i Vir'dnejav'ri hvor store forskjeller det blir. Systematiske målinger av temperaturforholdene i Vir'dnejav'ri for årene 1979-1981 er foretatt, og en har vurdert virkningen av reguleringen på forholdene i Vir'dnejav'ri. Dette er sammen med resultatene av modellforsøkene benyttet til å beregne temperaturen på driftsvannet fra Sav'co kraftverk i en "varm" sommer, en "kald" sommer og om vinteren.

I en "varm" sommer med sterk sjiktning i Vir'dnejav'ri blir det ingen temperaturforskjell på øvre og nedre uttak ved vassføringer tilsvarende øvre kvartil, men temperaturen ved Sav'co blir 3-4°C lavere enn under uregulerte forhold. Ved mediane vassføringer blir temperaturen ved Sav'co ved øvre uttak opp til 2-3°C lavere og ved nedre uttak opp til 6°C lavere enn under uregulerte forhold. Ved vassføringer tilsvarende nedre kvartil er det enda noe større forskjell ved de to uttakene, og varigheten er ca 1 mnd. lenger. I kalde somre blir det neppe merkbare forskjeller ved de to uttak.

Om vinteren vil det bli noe kaldere vann fra et øvre uttak i begynnelsen av tappeperioden, men temperaturen senere blir høyere enn om dyputtak var benyttet hele tiden. Det blir liten forskjell på total varmemengde tilført vassdraget nedenfor ved de to alternativer.

Hyppigheten av de forskjellige situasjoner er vurdert og en antar at det mellom 25 og 50% av årene ikke oppnås noe vesentlig ved å lage to uttak. Variasjonene vil utjevnes noe nedover vassdraget, men endringer større enn 1-2°C om sommeren antas å bli merkbare helt til fjorden. Om vinteren antas vannet å være avkjølt til 0°C i Gabo-Sandia området.

Undersøkelser av temperaturgradienter til ca 50 cm dyp i elvebunnen viser tilnærmet isoterme forhold ved Gargia og Sav'co, mens årsamplituden dempes noe ved Gabo. Dette skyldes forskjellige bunnforhold.

ISBN 82-554-0347-7

FORORD

I forbindelse med planleggingen av Alta-utbyggingen har Iskontoret foretatt undersøkelser av vanntemperatur- og isforhold i vassdraget og mulige virkninger av en utbygging på disse forholdene. Resultatene er gjengitt i rapport 2-76 fra Hydrologisk avdeling: "Vanntemperatur- og isforhold i Altavassdraget. Vurdering av mulige virkninger av Alta-utbyggingen på vanntemperatur- og isforhold i vassdraget".

Den temperaturreduksjon i Altaelva om sommeren som reguleringen vil medføre, ble fra fiskerihold ansett som uheldig. For å bøte på dette ble det i konsesjonsbestemmelsene medtatt at Direktoratet for Vilt- og Ferskvannsfisk kunne pålegge utbyggeren å bygge et øvre inntak nær overflaten i Vir'dnejav'ri dersom dette ville redusere ulempene av utbyggingen på fiskeforholdene. For å undersøke effekten av et øvre inntak på temperaturforholdene ble det av Iskontoret satt i gang ytterligere temperaturundersøkelser i vassdraget, og i 1978 ble det av VHL laget en fysisk modell for å undersøke temperaturen i driftsvannet ved å benytte et øvre og et nedre inntak ved gitte vassførings- og temperaturforhold. På dette tidspunkt var interessen konsentrert om forholdene om sommeren.

I slutten av 1979 ble det så fra fiskerihold reist spørsmål om ikke også den høyere vanntemperatur reguleringen medførte om vinteren ville være uheldig for fisken, spesielt for klekkingen. Det ble da satt i gang registrering av vanntemperatur og temperatur i elvebunnen ned til ca 50 cm dyp på 3 fiskeplasser i elva.

På grunnlag av disse nyere undersøkelser har så Iskontoret i foreliggende rapport vurdert vanntemperaturen i Altaelva etter utbygging ved bruk av et øvre og et nedre inntak til kraftstasjonen. Dessuten har en kommentert resultatene av temperaturmålingene i elvebunnen. Rapporten skal gi Direktoratet for Vilt- og Ferskvannsfisk grunnlag for å avgjøre om et øvre inntak i Vir'dnejav'ri skal bygges.

Oslo, desember 1982

S. Roen

S. Roen

INNHOLD

		Side
1.	INNLEDNING	3
2.	VIR'DNEJAV'RIMAGASINET	3
3.	FYSISK MODELLFORSØK FOR Å UNDERSØKE VIRKNINGEN AV ET UTTAK NÆR OVERFLATEN FOR Å TAPPE VARMT OVERFLATEVANN TIL ALTAELVA	6
4.	TEMPERATURFORHOLD I VIR'DNEJAV'RI	10
4.1	Nåværende forhold	10
4.1.1	Temperatursjiktning i Vir'dnejav'ri	10
4.1.2	Innløps- og utløpstemperaturen i Vir'dnejav'ri	13
4.2	Virkninger av reguleringen	15
5.	TEMPERATUR PÅ DRIFTSVANNET I SAV'CO KRAFTVERK VED BRUK AV HENHOLDSVIS ET ØVRE OG ET NEDRE INNTAK	16
5.1	Generelt	16
5.2	"Varm" sommer	16
5.3	"Kald" sommer	20
5.4	Vinter	20
5.5	Hyppigheten av de forskjellige situasjoner	25
6.	TEMPERATURUTVIKLINGEN NEDOVER VASSDRAGET ETTER REGULERING	25
6.1	Sommerforhold	25
6.2	Vinterforhold	28
7.	TEMPERATURFORHOLD I ELVEBUNNEN	29
8.	LITTERATUR	31

1. INNLEDNING

I innsjøer vil vanntemperaturen variere mindre over året i dypet enn i overflaten, og under ellers like forhold blir forskjellen større jo dypere innsjøen er. Når innsjøen utnyttes som et magasin til et kraftverk og driftsvannet tappes like under laveste regulerte vannstand, som hittil har vært vanlig ved kraftverkutbygging, vil driftsvannet få en lavere temperatur om sommeren og en høyere temperatur om vinteren enn utløpsvannet fra innsjøen har under uregulerte forhold. Temperaturen i avløpsvannet fra kraftverket, sammenliknet med temperaturen i elvevannet på tilsvarende sted før utbygging, reduseres ytterligere om sommeren ved at falloppvarmingen og varmeutvekslingen med atmosfæren uteblir når vannet føres i tunnel. Disse temperaturendringene er vurdert for Altaelva i forbindelse med Alta-utbyggingen (Asvall, 1976).

Endringene i vanntemperatur i Altaelva som følge av reguleringen vil særlig variere med årstiden, de meteorologiske og hydrologiske forhold, driftsvassføringen, og temperatursjiktningen i magasinet. Med et vanninntak under LRV i magasinet, som forutsatt i konsesjonssøknaden (NVE, 1976), er temperaturen nedenfor utløpet av Sav'co kraftstasjon vurdert til å bli 1° - $1,5^{o}C$ lavere enn nå om sommeren når det ikke lenger er overløp i Vir'dnejav'ri, og vassføringen i Altaelv ifølge konsesjonsbestemmelsene er tilnærmet uendret. Ved overløp blir forskjellen mindre. Under oppfyllingen av magasinet er temperaturen ved Sav'co antatt å reduseres tilsvarende falloppvarmingen, altså ca $0,4^{o}C$. Det er videre antatt at vanntemperaturen om vinteren vil bli bare deler av en grad høyere enn uten regulering umiddelbart nedenfor utløpet av kraftstasjonen.

Disse vurderinger bygger på meget begrensete opplysninger om temperaturforholdene i Vir'dnejav'ri, som er avgjørende for vanntemperaturforholdene etter regulering. Det var til da ikke observert sjiktning av betydning i Vir'dnejav'ri noen del av året. Senere, dvs etter 1975, er det foretatt en rekke temperaturmålinger i Vir'dnejav'ri, og disse viser at det både sommer og vinter kan være betydelig sterkere temperatursjiktning enn tidligere antatt. Dette medfører at temperaturforskjellene ved Sav'co før og etter regulering også kan bli betydelig større enn tidligere antatt deler av året i en del år.

2. VIR'DNEJAV'RIMAGASINET

Den nåværende innsjøen Vir'dnejav'ri vil bli eneste magasin i reguleringen. Dybdekart for Vir'dnejav'ri er vist i fig 1. Innsjøen er lang og smal, vel 0,5 km på det bredeste og ca 11 km lang. Vir'dnejav'ri har nå en normalvannstand på 250 m o h, men vannstanden varierer flere meter i løpet av året, spesielt kan sommervannstandene være høye. Bunntopografien er meget ujevn og det er mange grunne partier i vatnet (fig 3).

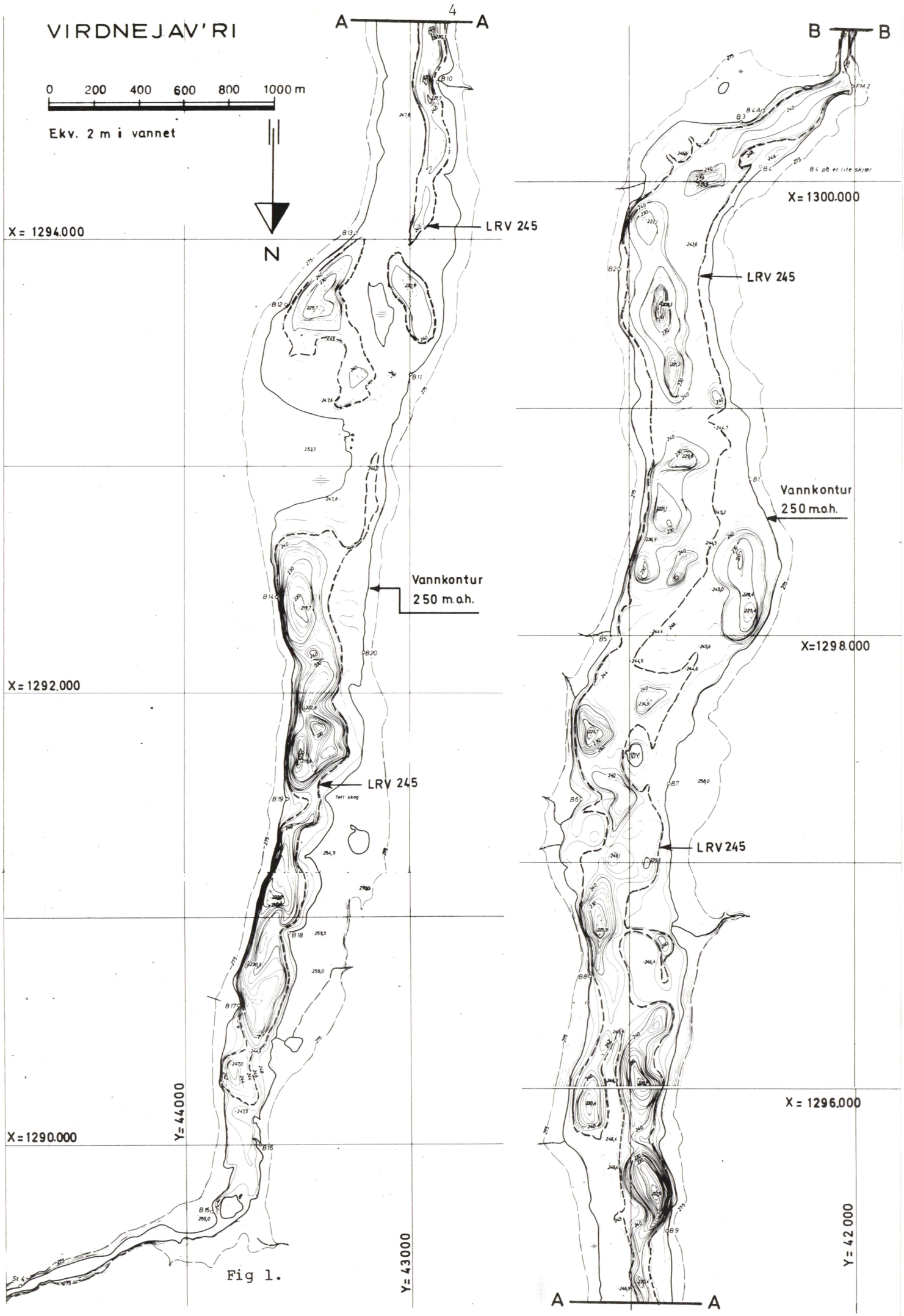

VIRDNEJAV'RI
0 200 400 600 800 1000 m
Ekv. 2 m i vannet
N
A
A
B
B
LRV 245
Vannkontur
250 m.o.h.
X = 1294.000
X = 1292.000
X = 1290.000
X = 1300.000
X = 1298.000
X = 1296.000
Y = 44000
Y = 43000
Y = 42 000

Fig 1.

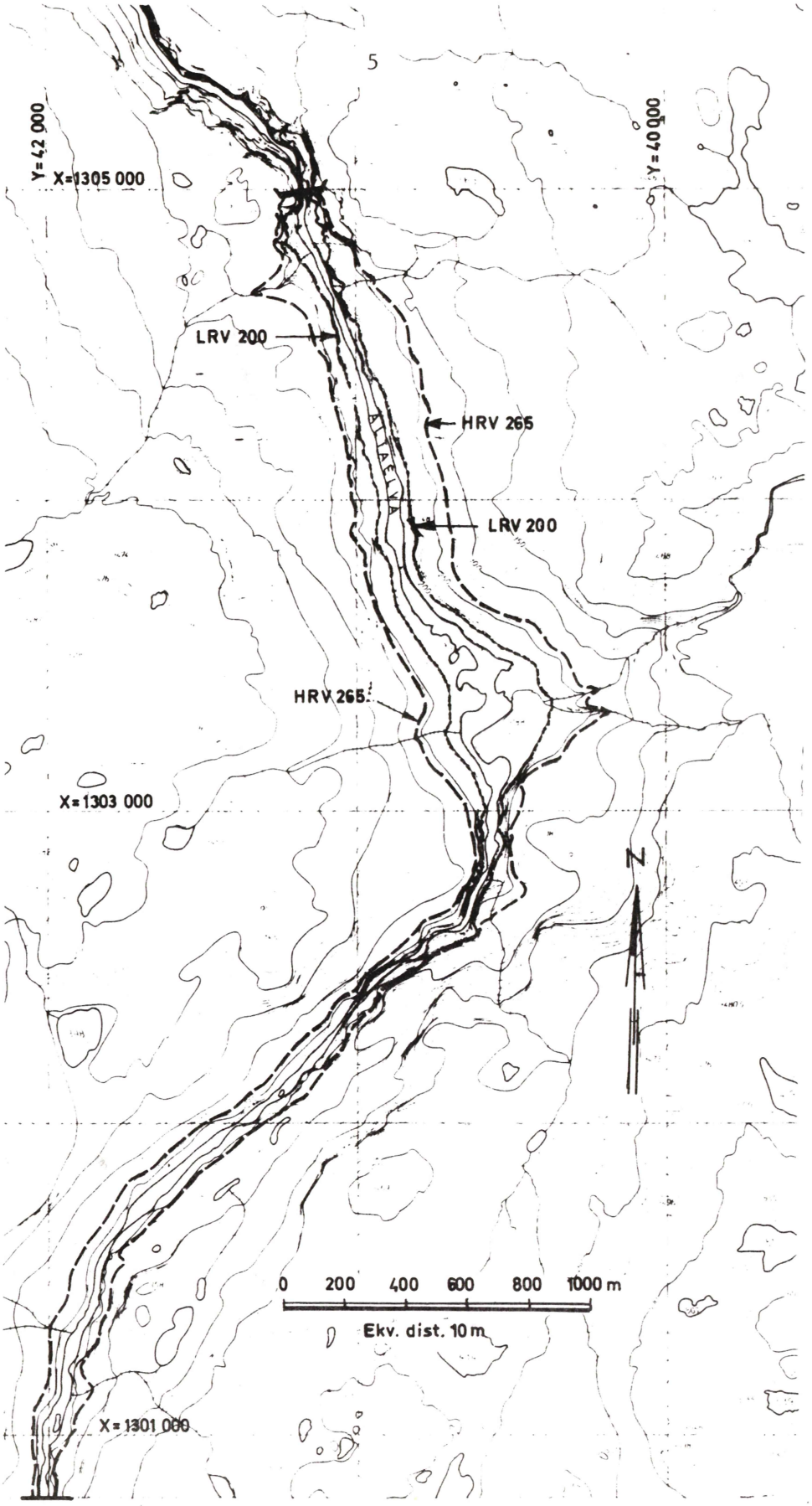


Fig 2.

Fig 1. Dybdekart over Vir'dnejav'rimagasinet fra utløpet av Ladnatjav'ri til den naturlige terskelen. Normalvannstanden, høyeste og laveste regulerte vannstand er inntegnet.

Fig 2. Kart over delmagasinet mellom den naturlige terskelen i Vir'dnejav'ri og dammen. Høyeste og laveste regulerte vannstand er inntegnet.

Det alt vesentlige av tilsiget kommer gjennom Vir'dneguoi'ka som er elva fra innsjøen ovenfor, Ladnatjav'ri. Elva renner her i en trang og til dels canyonformet dal og den går i stryk hele strekningen på ca 1,5 km fra Ladnatjav'ri, som har en normalvannstand på 265 m o h, og ned til Vir'dnejav'ri. Fra utløpet av Vir'dnejav'ri går det en meget trang og bratt canyon ned til selve Altadalen. På ca 9 km faller elva nesten 170 m.

Vir'dnejav'ri er planlagt demmet opp til en HRV på 265 m av en dam bygget ca 5 km nedstrøms nåværende utløp. Dammen vil bli 110 m høy. Ved fullt magasin vil det bli et sammenhengende vannspeil fra Ladnatjav'ri til dammen (fig 1, 2). Dette innebærer at dalføret mellom Ladnatjav'ri og Vir'dnejav'ri, Vir'dneguoi'ka, vil demmes ned. Videre vil det dannes et kunstig delmagasin nedenfor den naturlige terskelen i Vir'dnejav'ri som fyller opp den smale canyon fra Vir'dnejav'ris nåværende utløp til dammen (fig 2). LRV er planlagt til 245 m i det nåværende Vir'dnejav'ri og til 200 m i det kunstige delmagasinet. Dette innebærer at det må foretas en del kanalisering i den nåværende Vir'dnejav'ri-innsjøen. Totalt vil dette gi et magasinvolum på ca $135 \cdot 10^6$ m^3 hvorav ca $35 \cdot 10^6$ m^3 vil ligge mellom det nåværende utløp og dammen, altså i det kunstige delmagasinet i Sav'co-canyonen.

3. FYSISK MODELLFORSØK FOR Å UNDERSØKE VIRKNINGEN AV ET UTTAK NÆR OVERFLATEN FOR Å TAPPE VARMT OVERFLATEVANN TIL ALTAELVA

Når det er en temperaturmessig lagdeling i en innsjø, vil det være mulig å trekke ut vann fra innsjøen med forskjellig temperatur ved å variere den vertikale beliggenhet av utløpet fra innsjøen. Dette kalles selektiv uttapping av vann. I Vir'dnejav'ri er det imidlertid begrensninger for hva som kan oppnås på grunn av den terskelen som nå ligger ved det naturlige utløpet og den smale canyon nedstrøms det naturlige utløpet.

For å undersøke dette nærmere ble det i 1979 av VHL bygget en fysisk modell av det nåværende utløp i Vir'dnejav'ri, deler av nedre del av Vir'dnejav'ri og deler av canyonen nedenfor Vir'dnejav'ris utløp. I modellen ble det undersøkt hvordan et inntak nær HRV i det fremtidige Vir'dnejav'rimagasinet kunne bidra til å heve temperaturen på det vannet som går gjennom kraftverket om sommeren sammenliknet med driftsvassføring tatt fra et tradisjonelt inntak under LRV. Modellen dekket et lengdeavsnitt i magasinet på ca 3/4 km.

Resultatene av arbeidet finnes i VHL's rapport "En vurdering av muligheten til å tappe varmt overflatevann gjennom et ekstra inntak nær overflaten i Vir'dnejav'rimagasinet" (Thendrup et al. 1978). Rapportens konklusjon er medtatt i det følgende, men for en nærmere studering av modellforsøket henvises til VHL's rapport.

Da modellarbeidet ble utført var det først og fremst sommertemperaturene i Altaelva som fra fiskerihold var ansett å være interessante, og da spesielt tiden juli-august. Det er i konsesjons-

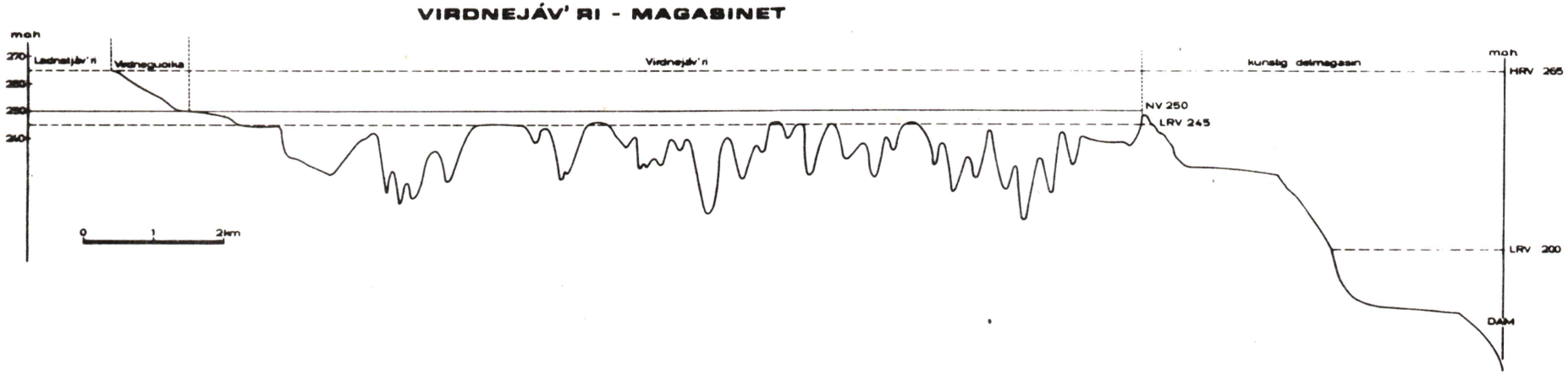


Fig 3. På grunnlag av dybdekartet (fig 1) er tegnet profil langs dypålen i Vir'dnejav'ri. Profilet er utvidet til hele det planlagte Vir'dnejav'rimagasinet etter topografiske kart fra området. Videre er de planlagte reguleringsgrenser inntegnet.

betingelsene allerede bestemt at vassføringen på denne tiden ikke skal avvike mer enn 10% fra uregulert vassføring. Dette medfører at magasinet i denne perioden er tilnærmet fullt, og på denne bakgrunn ble det valgt en vannstand på ca 265 m for modellforsøket.

På grunnlag av de da eksisterende temperaturmålinger i Vir'dnejav'ri ble det valgt tre forskjellige tetthetsprofiler som en skulle søke å modellere (fig 4). Det var for alle profiler 16°C i overflaten og henholdsvis 6°C, 8°C og 12°C på 20 m dyp. Ved hjelp av saltblandinger ble det laget tetthetsfordelinger i modellen som skulle tilsvare de antatte naturlige temperaturfordelinger. For hvert tetthetsprofil skulle det kjøres med driftsvassføringer på henholdsvis 40, 60 og 90 m^3/s for både øvre og nedre inntak. På grunn av laboratoriemessige forhold var det ikke mulig å holde nøyaktig samme tetthetsfordeling ved alle tre vassføringer og ved uttak oppe og nede. Betydningen av dette er diskutert i VHL's rapport. En del av de oppnådde tetthetsfordelinger er vist i fig 4.

Sammenfatning av VHL's resultater er gjengitt i fig 5. For nærmere forklaring henvises til VHL's rapport. Figuren viser imidlertid at det er en systematisk avhengighet mellom temperaturen i avløps-

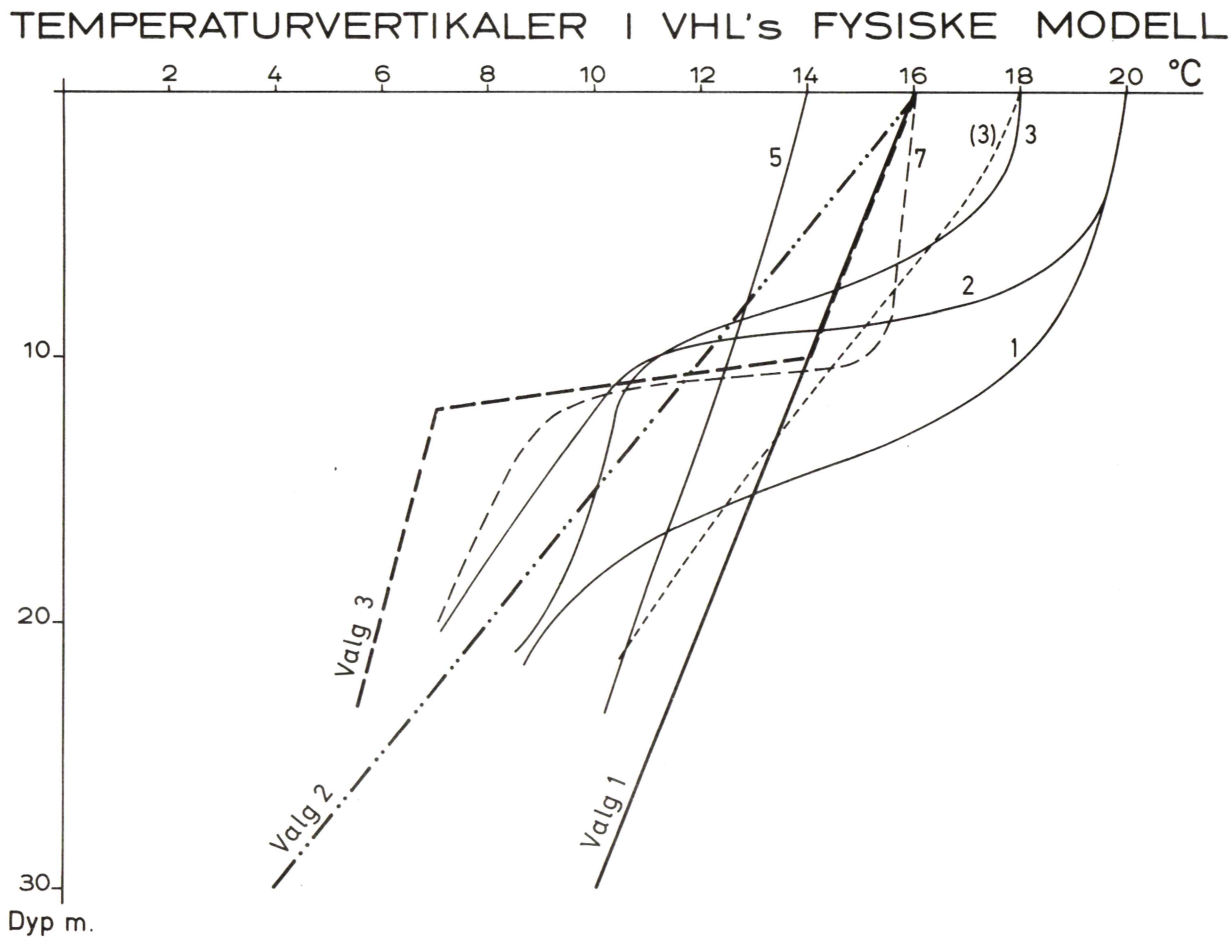


Fig 4. Med tykk strek (valg 1, valg 2, valg 3) er tegnet de temperaturvertikaler en søkte å modellere i VHL's fysiske modell. Med tynnere streker er tegnet et utvalg av tetthetsvertikaler som ble modellert. Nummeret på kurvene angir VHL's forsøksnr.

vannet ved et øvre og nedre uttak, uttrykt ved tetthetsforskjellen mellom overflatevannet og det vannet som trekkes ut, og temperaturgradienten i Vir'dnejav'ri, sprangsjiktets beliggenhet og driftsvassføringens størrelse. En konklusjon synes å være at den vertikale beliggenheten av sprangsjiktet er viktigere enn hvor skarpt dette sprangsjiktet er.

Som nevnt oppnådde en ikke i laboratorieforsøket akkurat de tetthetsvariasjoner som tilsvarer de ønskede temperatursjiktninger. VHL har derfor benyttet resultatene sammenfattet i fig 5 og beregnet temperaturforskjellene ved uttak oppe og nede ved de ønskede temperaturprofiler. Resultatene av dette er gjengitt i tabell 1.

Tabell 1.

	Lagdeling		Q	T °C		ΔT
	T_o °C	T_{20} °C	m^3/s	oppe	nede	°C
Valg 3	16	12	40	15.0	9.5	5.5
			60	14.0	10.5	3.5
			90	12.5	12.0	0.5
Valg 2	16	8	40	14.5	9.5	5.0
			60	13.5	10.0	3.5
			90	12.5	12.5	-
Valg 1	16	6	40	14.5	12.5	2.0
			60	14.0	13.0	1.0
			90	14.0	14.0	-

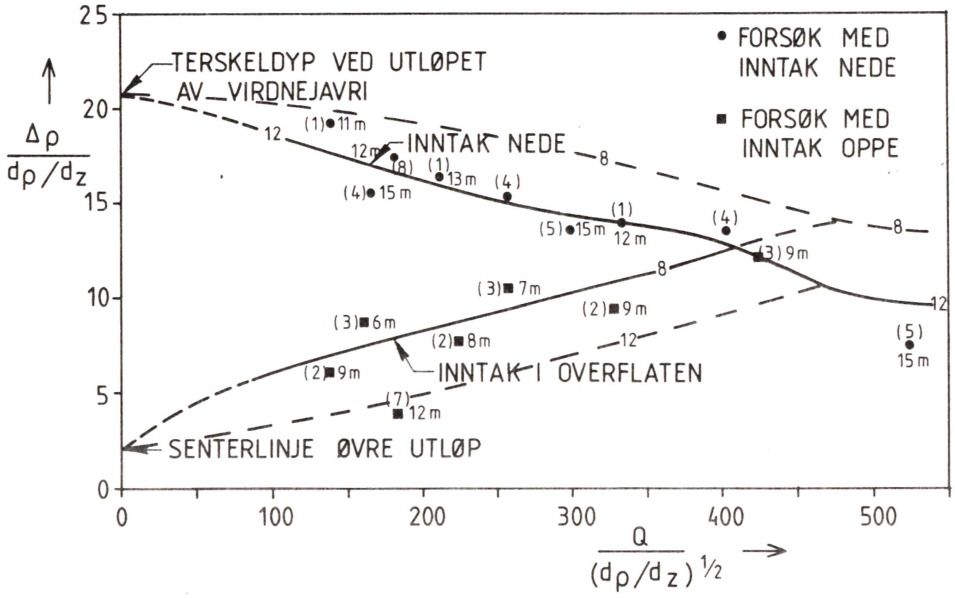


Fig 5. Sammenfatning av VHL's modellforsøk. Ordinaten angir det dypet som har samme tetthet som det vann som trekkes ut ved utløpet. De enkelte forsøksresultater er angitt med punkter i diagrammet, nummerert i parentes angir forsøksnr i VHL's modellforsøk, videre er sprangsjiktsdyp for hvert enkelt forsøk angitt. Det er vist isolinjer for sprangsjikt i henholdsvis 8 m og 12 m.

Resultatene av modellforsøkene viste at det spesielt ved lave driftsvassføringer og sterke temperatursjiktninger vil være en betydelig forskjell på temperaturen i vann tappet gjennom et øvre inntak i forhold til et nedre. Forskjeller opp til 5,5°C ble funnet. Ved driftsvassføringer på 90 m^3/s ble det konstatert forskjell på temperaturen for øvre og nedre inntak bare ved den sterkeste av de valgte temperatursjiktningene. Som påpekt av VHL er bare 500 m av det 5 km lange delmagasinet nedenfor terskelen i Vir'dnejav'ri tatt med i modellen. Dette medfører at de virkelige temperaturforskjellene kan bli noe mindre enn de beregnete. Her vil bl a vind- og strømforholdene i delmagasinet være av betydning.

4. TEMPERATURFORHOLD I VIR'DNEJAV'RI

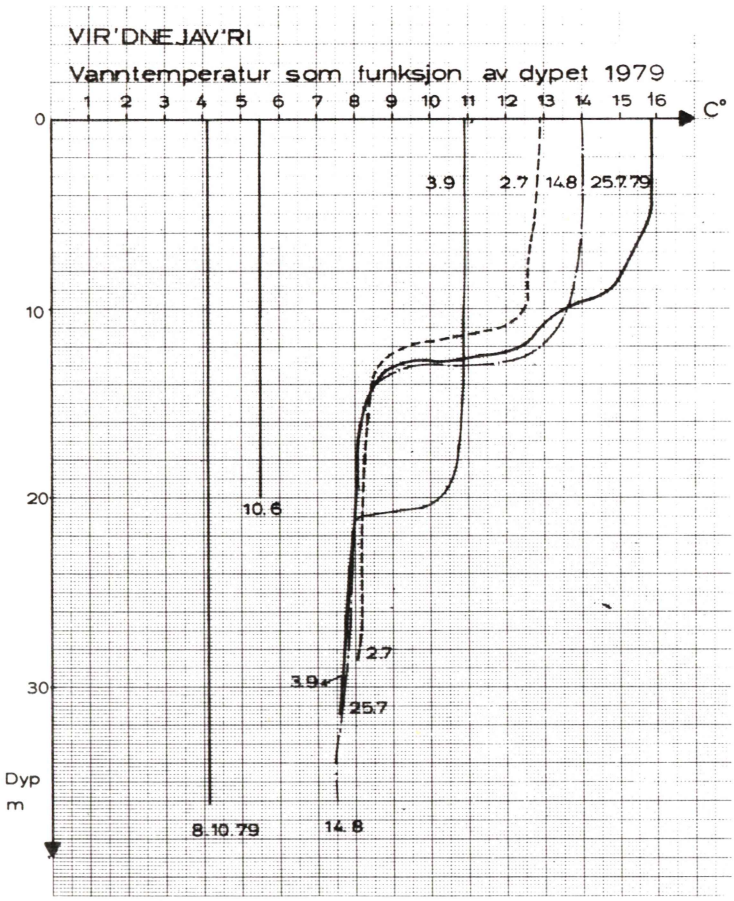
4.1 Nåværende forhold

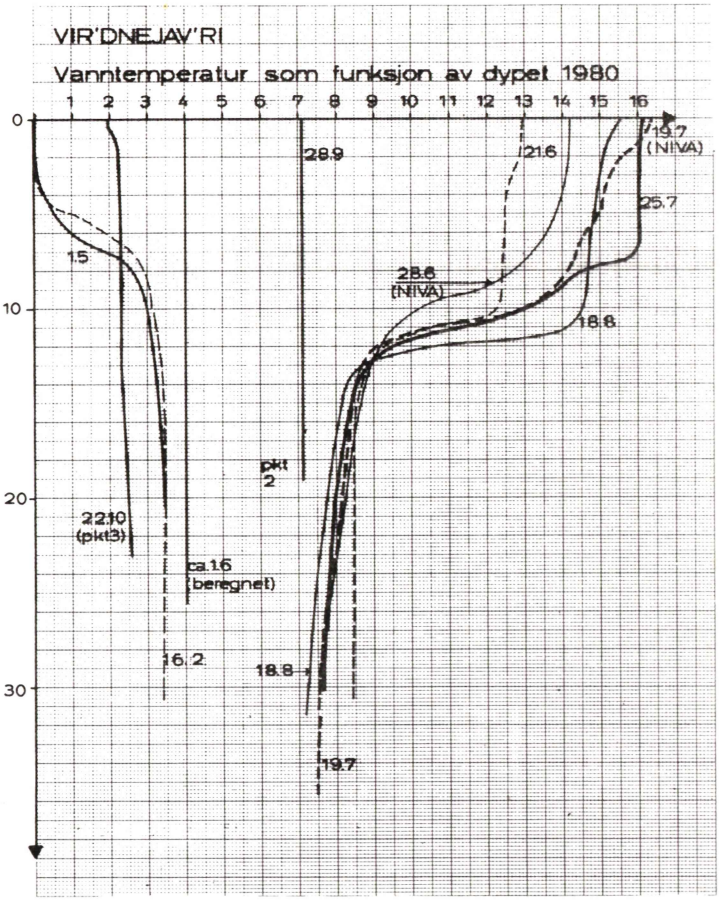
4.1.1 Temperatursjiktning i Vir'dnejav'ri

Temperaturvertikaler er målt sporadisk i Vir'dnejav'ri i perioden 1976-78 og fra 1979 mer systematisk med målinger av vanntemperaturen ca en gang i måneden om sommeren i årene 1979 og 1980, noe sjeldnere om vintrene og sommeren 1981. Resultatene av målingene årene 1979-81 er vist i fig 6 og fig 7.

Temperaturgangen somrene 1979 og 1980 viser store likheter. Det ble begge år utviklet et markert sprangsjikt i løpet av juni med forholdsvis isotermt vann over og under sprangsjiktet. Sprangsjiktet viste tendens til noe fordypning utover sommeren. Tersklene ser ut til å hindre eller forsinke fordypning av sprangsjiktet, spesielt i øvre del av innsjøen. Generelt ligger sprangsjiktet dypest i det nedre bassenget og omtalen av forholdene er heretter knyttet til dette bassenget. Sprangsjiktet lå her gjennomgående på ca 10-12 m dyp. De høyeste temperaturer ble oppnådd i siste del av juli og første del av august, overflatetemperaturen var da omkring 16°C, sprangsjiktet lå på ca 12 m og temperaturen under sprangsjiktet var omkring 8°C. Etter denne tid sank temperaturen over sprangsjiktet raskt. I 1979 har det vært stor omrøring omkring månedskiftet august-september, og temperaturen i de øvre ca 20 m var ca 11°C, mens temperaturen under sprangsjiktet fortsatt var omkring 8°C. I begynnelsen av oktober var vannet tilnærmet isotermt begge årene, og høstfullsirkulasjonen med 4°C gjennom det hele ble avsluttet omkring midten av måneden.

Sommeren 1981 var det annerledes. Det ble ikke utviklet noe sprangsjikt i Vir'dnejav'ri. Temperaturen steg til bortimot 11°C omkring midten av juli for så etter hvert å synke igjen. Høstsirkulasjon inntraff omtrent samtidig som de to foregående år. De få målinger som foreligger fra 1976 tyder på at det heller ikke denne sommeren ble utviklet temperatursjiktning i Vir'dnejav'ri, eller at den var svak og av kort varighet.





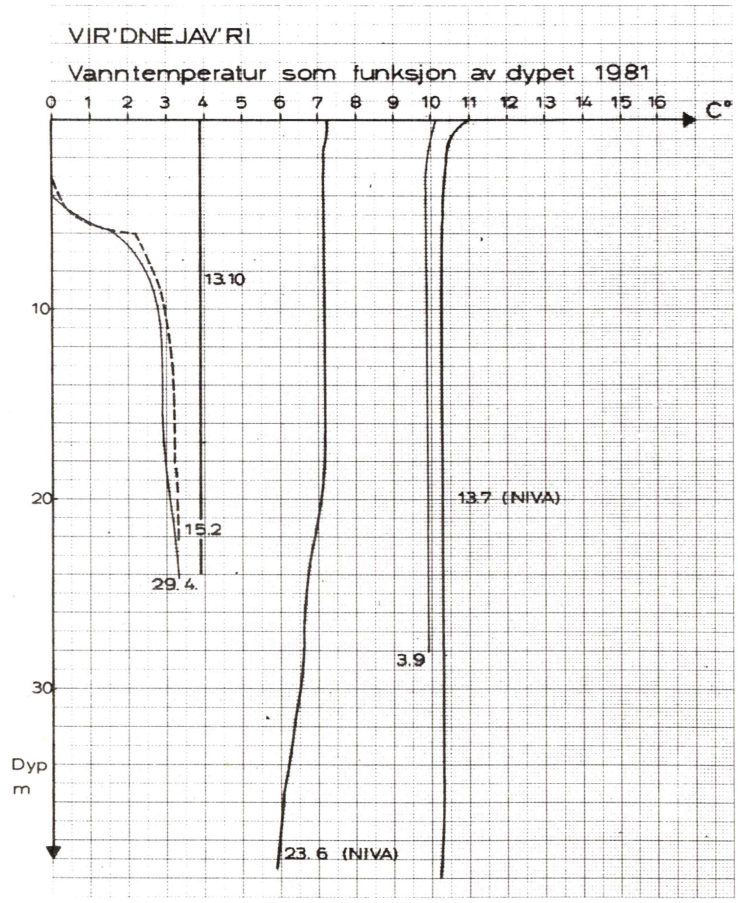


Fig 6. Målte temperaturvertikaler i nedre basseng i Vir'dnejav'ri i årene 1979, 1980 og 1981. I årene 1979 og 1980 ble det utviklet et markert sprangsjikt om sommeren i 10-20 m dyp, mens det i 1981 ikke ble observert tegn til sprangsjiktutvikling.

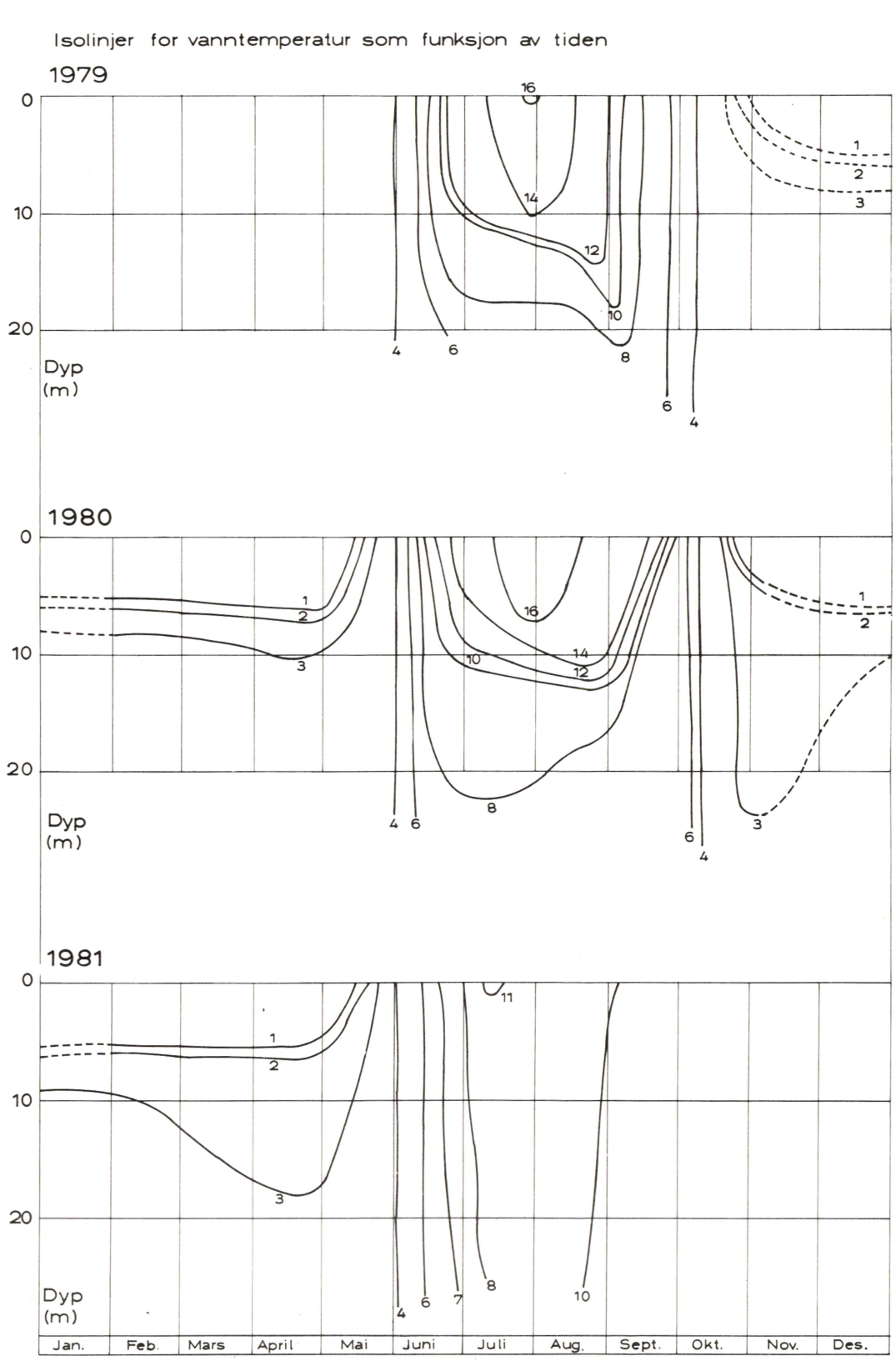


Fig 7. Isolinjer for vanntemperatur som funksjon av tiden i årene 1979, 1980 og 1981. Linjene er stiplet i perioder det er mangelfullt med målinger.

Islegging fant sted siste uke i oktober alle 3 år og en må regne med at Vir'dnejav'ri vanligvis islegges i siste del av oktober eller begynnelsen av november. Både vinteren 1979-80 og 1980-81 ble det utviklet et sprangsjikt på ca 6 m med vann nær 0°C ned til ca 4 m og vann omkring 3°C i dypet. Umiddelbart før islegging, i oktober 1980 ble det målt mellom 2°C og 2,7°C i hele vertikalen. På grunn av allerede delvis islagt innsjø er imidlertid målingen utført noe lenger sør enn de øvrige målingene.

Av stor betydning for temperaturutviklingen i innsjøer er vindforholdene og varmeutvekslingen med atmosfæren. Flere meteorologiske parametre har betydning for varmeutvekslingen med atmosfæren, og lufttemperaturen er den lettest tilgjengelige av disse parametre og den som en alltid må regne med. Ser en på temperaturforholdene ved den meteorologiske stasjonen, Solovomi, i nærheten av Vir'dnejav'ri, fremgår det at det somrene 1979 og 1980 var månedsmiddeltemperaturer betydelig over det normale. I perioden mai-september var månedsmiddeltemperaturene mellom 0° og 1,3°C høyere enn normalt i 1979 og mellom 0,1° og 3,2°C høyere enn normalt i 1980. I 1981 var lufttemperaturen i de tilsvarende månedene mellom 0,1°C høyere enn normalt og 3,1°C lavere enn normalt (tabell 2).

Tabell 2.

SOLOVOMI - LUFTTEMPERATUR
Månedsmiddeltemp (t) og avvik fra normalen (Δt)

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Normal (1931-60)		12,6	13,0	-10,1	-3,9	1,6	8,1	12,3	9,9	4,7	-2,0	- 7,1	-10,5
1979	t	-17,5	-14,1	- 9,3	-4,1	1,9	9,4	13,1	10,4	4,7	-4,5	- 7,7	- 8,8
	Δt	- 4,9	- 1,1	0,8	0,2	0,3	1,3	0,8	0,5	0,0	-2,5	- 0,6	1,7
1980	t	-15,3	-15,4	-11,4	-1,7	2,2	11,3	12,4	10,5	5,6	-3,5	-12,0	-15,3
	Δt	- 2,7	- 2,4	- 1,3	2,6	0,6	3,2	0,1	0,6	0,9	-1,5	- 4,9	- 4,8
1981	t	-16,4	-15,0	-15,0	-4,3	1,7	5,0	11,4	8,9	4,4	-1,5	- 8,5	-17,6
	Δt	- 3,8	- 2,0	- 4,9	0,0	0,1	-3,1	- 0,9	- 1,0	-0,3	0,5	- 1,4	- 7,1

4.1.2 Innløps- og utløpstemperaturen i Vir'dnejav'ri

For å kunne sammenlikne varmeutvekslingen på strekningen Vir'dneguoi'ka - Sav'co før og etter utbygging ble det sommeren 1979 montert temperaturloggere i Vir'dneguoi'ka, like nedenfor utløpet av Ladnatjav'ri, og ved Sav'co i Altaelva. Loggeren i Vir'dneguoi'ka vil registrere innløpstemperaturen til det nye magasinet og loggeren ved Sav'co vanntemperaturen i Altaelva nedenfor utløpet av kraftstasjonen. Innløpstemperaturen til det nåværende Vir'dnejav'ri er noe høyere om sommeren og lavere høst og vår enn temperaturen som registreres av loggeren ved Vir'dneguoi'ka pga falloppvarming og varmeutveksling med omgivelsene gjennom selve Vir'dneguoi'ka, men forskjellene er små. Under nåværende forhold er det tilsvarende noe temperaturforskjell mellom utløpet av Vir'dnejav'ri og Sav'co. Høst, vinter og vår fører avkjølingen på denne

strekningen til at vanntemperaturen størstedelen av perioden er nær 0°C ved Sav'co. Parallelle målinger av overflatetemperaturen i Vir'dnejav'ri og temperaturen ved Sav'co om sommeren viser ubetydelige forskjeller.

Loggeren ved Vir'dneguoi'ka ble ødelagt ved hærverk allerede kort tid etter at den var satt opp, og loggeren ved Sav'co ble på liknende måte ødelagt samme høst. Fra sommeren 1979 foreligger derfor målinger bare ved Sav'co for juli og deler av august. Nytt utstyr ble montert begge steder i juli 1980. I august ble imidlertid målingene ved Vir'dneguoi'ka avbrutt pga at følerledningen var kuttet av uvedkommende.

I juli og fra september foreligger målinger fra begge målesteder (fig 8). Målingene i juli 1980 viser bare små temperaturforskjeller mellom Sav'co og Vir'dneguoi'ka. Temperaturforskjellen er sjelden større enn 0,5°C, og spesielt på stigende vanntemperatur er vannet varmest ved Sav'co. Det er noe større døgnvariasjon ved Sav'co enn ved Vir'dneguoi'ka. Falloppvarmingen er ca 0,5°C på denne strekningen, det øvrige er varmeutveksling med atmosfæren samt varmeutveksling i Vir'dnejav'ri.

Utover høsten er det ubetydelig temperaturforskjell ved de to målesteder. Når vannet er avkjølt til 1-2°C svinger vanntemperaturen ved Sav'co langt mer med lufttemperaturen enn vanntemperaturen ved Vir'dneguoi'ka. Dette er i perioder når lufttemperaturen kan variere mye og varmeutveksling med omgivelsene foregår mellom utløpet av Vir'dnejav'ri og Sav'co mens utløpstemperaturen fra Ladnatjav'ri er langt mer stabil.

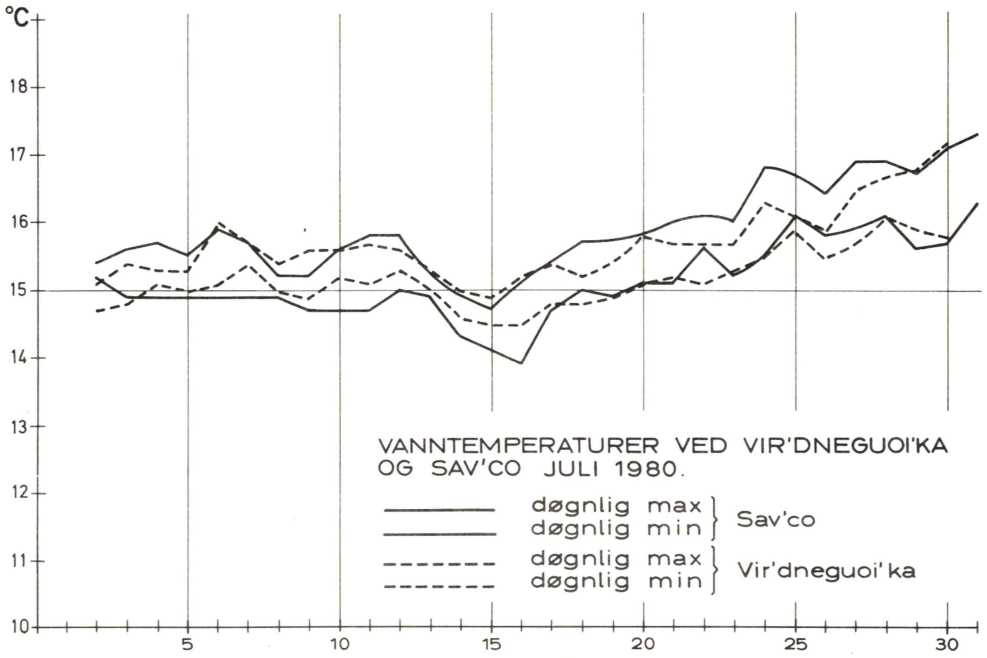


Fig 8. I juli 1980 foreligger resultater av loggerdata fra Vir'dneguoi'ka og Sav'co. Døgnlig maksimum og minimum er plottet med hel strek for Sav'co og stiplet for Vir'dneguoi'ka. Det fremgår at det er forholdsvis liten forskjell på temperaturene på disse to stedene på denne tiden.

4.2 Virkninger av reguleringen

En moderat oppdemning av en innsjø vil normalt ikke endre temperaturforholdene i innsjøen vesentlig. En må imidlertid regne med noe lengre tid for oppvarming av innsjøen og maksimumstemperaturene kan derfor bli litt lavere etter oppdemningen. Videre vil det enkelte steder være forhold ved gjennomstrømmingen og topografien som må tas hensyn til i vurdering av temperaturen. I Vir'dnejav'ri økes vannarealet, spesielt lengden av det sammenhengende vannspeilet, og en må regne med at vindomrøringen får noe større betydning for temperaturforholdene etter reguleringen enn før. Tilsiget til magasinet endres imidlertid ikke, verken med hensyn til mengde eller temperatur. På grunn av de restriksjoner som er lagt på manøvreringen av magasinet endres heller ikke avløpet fra magasinet, og derfor ikke gjennomstrømningen om sommeren etter at magasinet er fylt opp til tappingen kan begynne 1. september. Ved vassføringer tilsvarende øvre kvartil vil magasinet være fullt omkring 20. mai, ved median vassføringsforhold omkring 1. juni og ved vassføringer tilsvarende nedre kvartil omkring 15. juni.

Om sommeren må en i selve Vir'dnejav'ri regne med et noe dypere sprangsjikt etter regulering enn nå. Temperaturen over sprangsjiktet vil trolig ikke bli merkbart endret. Det dypere sprangsjikt skyldes delvis større effekt av vind og delvis at terskelnivåene i Vir'dnejav'ri blir liggende dypere og ikke hindrer utviklingen av et sprangsjikt slik som det ser ut til at tersklene kan gjøre under nåværende forhold.

Også om vinteren vil sprangsjiktet kunne bli noe dypere enn nå. Dette har sammenheng med sterkere avkjøling som følge av større vindpåvirkning i tiden før islegging. Dette kan gi tendens til noe senere islegging, men det ventes ikke vesentlige endringer i vinterforholdene.

Benyttelsen av et øvre eller et nedre inntak vil ha betydning for hvorfra vannet trekkes ut av det egentlige Vir'dnejav'rimagasinet, og dermed for temperaturutviklingen her. I begge tilfeller trekkes vann fra området både over og under sprangsjiktet, mest fra de øvre lag ved overflateinntak, og mest fra de undre lag ved et dypinntak. Under nåværende forhold trekkes først og fremst vann fra de øvre metrene ut av Vir'dnejav'ri. Ved hevningen av Vir'dnejav'ri vil den effektive terskelen på de høyere vannstander bli liggende betraktelig dypere enn nå. Dette medfører at vannet som trekkes ut av Vir'dnejav'ri både ved det øvre og nedre inntaket trekkes fra et større dybdeintervall enn under nåværende forhold. Det er imidlertid neppe trolig at verken temperaturene i overflaten eller i 20 m-nivået vil påvirkes merkbart.

I det kunstige delmagasinet blir det større forskjell om det benyttes et øvre eller et nedre inntak. Når det tappes gjennom et øvre inntak må en regne med en temperatursjiktning i delmagasinet både sommer og vinter. Den temperatursjiktningen som etableres ved passasjen av den nåværende terskel i det helt øvre laget vil stort sett beholdes gjennom delmagasinet. Det kan imidlertid bli noe endring i temperaturen pga varmeutveksling med atmosfæren, og

blanding med litt dypere vannlag, men dette vil være lite pga den korte avstanden. Ved tapping fra et dypinntak i delmagasinet må en regne med betydelig større blanding i delmagasinet, og det blir neppe termisk sjiktning av betydning nedenfor den naturlige terskelen.

5. TEMPERATUR PÅ DRIFTSVANNET I SAV'CO KRAFTVERK VED BRUK AV HENHOLDSVIS ET ØVRE OG ET NEDRE INNTAK

5.1 Generelt

Tilstrekkelig sjiktning i Vir'dnejav'ri er en nødvendig forutsetning for at driftsvannet skal få forskjellig temperatur ved bruk av et øvre og nedre inntak. Videre vil størrelsen på driftsvassføringen påvirke temperaturforskjellen. Eventuelt overløp reduserer forskjellen mellom regulerte og uregulerte forhold. Tapping fra øvre inntak kan bare skje ved vannstander over ca 260 m i Vir'dnejav'ri.

Som det fremgår av fig 7 finnes sjiktning i Vir'dnejav'ri i varme somre og da vanligvis fra slutten av juni til august-september. Om vinteren mens vatnet er islagt vil det også være noe sjiktning.

Overløp er beregnet å finne sted i tiden fra ca 20. mai til ca 20. juli i år med øvre kvartilvassføringer, i medianår fra ca 1. juni til ca 10. juli og ved nedre kvartilvassføringer fra ca 15. juni til ca 1. juli.

Etter flommen og fram til 1. september skal vassføringen i Altaelva ifølge konsesjonsbetingelsene ikke avvike mer enn 10% fra de naturlige forhold. Magasinet er da tilnærmet fullt, og vannstanden tilstrekkelig høy til at en kan benytte et øvre inntak. Utover høsten og vinteren vil magasinet gradvis tappes ned. Det avhenger av vassføringsforholdene og driften hvor raskt denne nedtappingen vil skje. Utbyggeren har imidlertid regnet med at i løpet av januar vil Vir'dnejav'ri være så mye nedtappet at det øvre inntaket ikke kan brukes resten av vinteren.

Målinger i Vir'dnejav'ri har vist at temperaturforholdene kan være noe forskjellig fra det som ble antatt da arbeidet med den fysiske modellen ble utført ved VHL. Ved hjelp av den generaliserte sammenstillingen til VHL (fig 5) har en imidlertid beregnet vanntemperaturen på driftsvannet ved å bruke et øvre og et nedre inntak for aktuelle temperaturfordelinger i en "varm" sommer, "kald" sommer og for vinterforhold. Beregningene er utført for vassføringer tilsvarende øvre kvartil, median og nedre kvartil. Resultatene er vist i tabell 3.

5.2 "Varm" sommer

Både sommeren 1979 og 1980 ble ansett som uvanlig "varme" somre i Finnmark. Dette bekreftes av de meteorologiske statistikker fra

området (fig 9). Karasjok er den stasjon som har lengst serie i området. Sammenlikner en middeltemperaturen for juni, juli og august med normalperioden 1931-60 ligger begge årene mellom medianverdien og 3. kvartil (tabell 4). Det er også andre meteorologiske variable, spesielt vinden, som har innvirkning på temperaturutviklingen i innsjøer. En har imidlertid valgt å la et gjennomsnitt av forholdene somrene 1979 og 1980 representere en "varm" sommer.

Temperaturforholdene i Vir'dnejav'ri etter regulering er behandlet i kap. 4.2. Det fremgår her at en ikke venter store endringer i temperaturforholdene i Vir'dnejav'ri. Det vil eventuelt kunne bli noe dypere sprangsjikt enn nå under ellers like forhold. Dette vil kunne gi noe mindre forskjeller mellom temperaturen på driftsvann fra øvre og nedre inntak og beregningene som er utført i tabell 3 ligger derfor på den "sikre" siden.

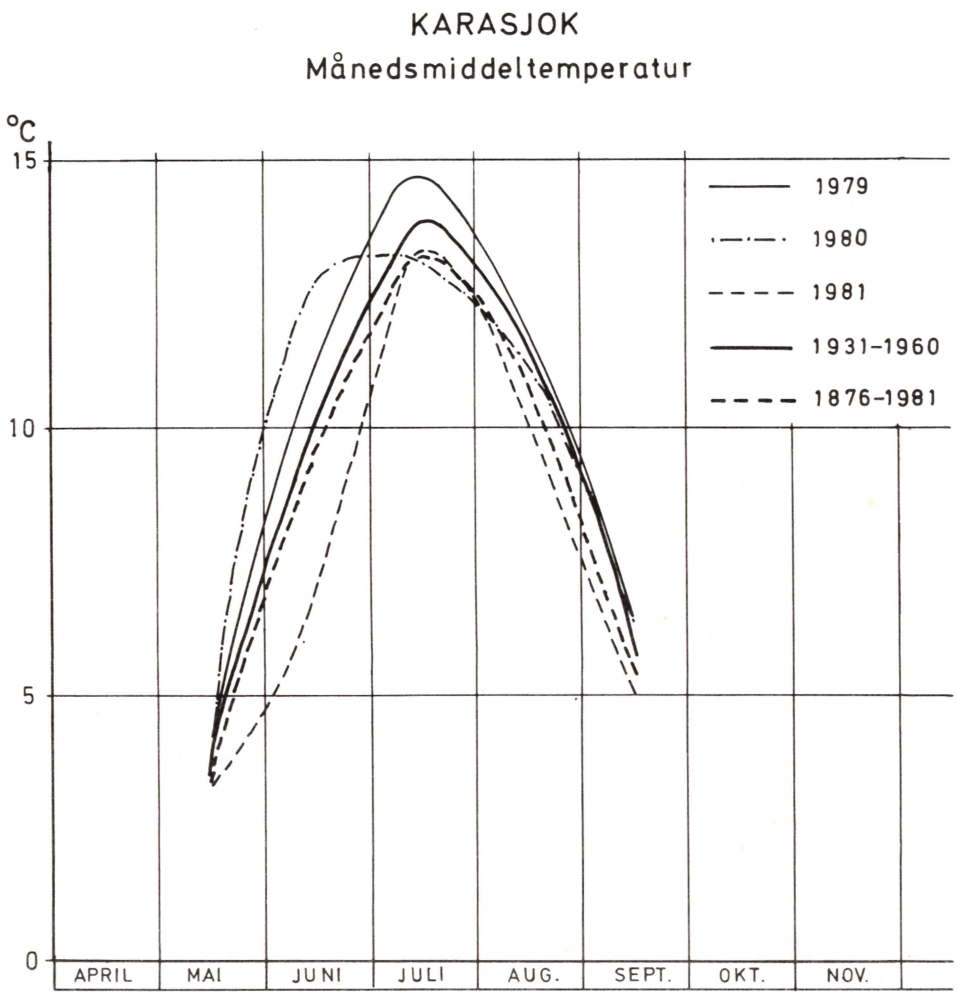


Fig 9. Månedsmiddeltemperatur for normalperioden 1931-60 er trukket med tykk hel strek og for observasjonsperioden 1876-1981 med tykk stiplet strek. Årene 1979, 1980 og 1981 er trukket med tynnere streker. Spesielt varmt var det i juni 1980 og i juli 1979, mens hele sommeren 1981 var betydelig kaldere enn normalt.

Vanntemperaturen i Vir'dnejav'ri for et "varmt" år i overflaten (T_o) og i 20 m dyp (T_{20}) er vist på fig 10. Utløpstemperaturen fra både det øvre og det nedre inntaket må ligge et sted mellom disse to temperaturene. Jo større vassføringen er, jo mindre blir temperaturforskjellen på det øvre og det nedre inntaket (tabell 3). En har derfor vist grafisk forholdene ved 3 vassføringssituasjoner; ved øvre kvartil-, median- og nedre kvartilverdier for vassføringer. Om sommeren er driften entydig bestemt av manøvreringsreglementet. Etter flommen skal driftsvassføringen være tilnærmet lik tilsiget til utgangen av august.

I første del av juni er det ingen forskjell mellom temperaturen i 0 og 20 m, og det blir da heller ingen temperaturforskjell på vann fra øvre og nedre inntak. I midten av juni stiger vanntemperaturen i overflaten, mens vanntemperaturen på 20 m stabiliserer seg på ca 8°C. For år med vassføringer som 3. kvartil eller høyere blir det tilnærmet lik temperatur fra det øvre og det nedre inntaket hele sommeren. Under flommen og etter oppfylling av magasinet er det et betydelig overløp. Overløpsvannet har høyere temperatur enn driftsvannet, og bidrar til å heve temperaturen i elva nedenfor utløpet av kraftstasjonen sammenliknet med driftsvannets temperatur. Vanntemperaturen etter blanding med overløpet er heltrukket i fig 10. Den stiplete linjen fra ca 15. juni til 10. juli viser driftsvannets temperatur.

I et "varmt" år med median vassføring, vil driftsvannets temperatur ved et øvre inntak være høyere enn ved et nedre uttak fra omkring 10. juli til omkring 10. september. Den største forskjellen finner

Tabell 4.

KARASJOK - LUFTTEMPERATURER

Normal månedsmiddel med karakteristiske verdier samt månedsmiddel (t) og avvik fra normalen (Δt) for årene 1979, 1980 og 1981.

		JUNI	JULI	AUG.	JUNI-AUG.
Normal 1931-60		10,1	13,9	11,5	11,8
Max		15,1	17,9	15,8	15,3
Øvre kv.		11,7	14,8	12,4	12,6
Med.		10,3	14,0	11,5	11,7
Nedre kv.		8,7	12,5	10,6	10,8
Min		6,1	10,7	8,2	9,8
1979	t	11,2	14,7	11,8	12,6
	Δt	1,1	0,8	0,3	0,8
1980	t	12,7	13,1	11,2	12,3
	Δt	2,6	-0,8	-0,3	0,5
1981	t	7,0	13,3	10,0	10,1
	Δt	-3,1	-0,6	-1,5	-1,7

en i første del av august, da vanntemperaturen under de forutsetninger som er gitt her, er beregnet til 10°C ved et nedre inntak og til ca 13,5°C ved et øvre inntak. Temperaturen i overflaten i Vir'dnejav'ri i denne tiden er vel 16°C. Også ved disse vassføringer medfører overløpet etter at magasinet er fullt at temperaturen i elva nedenfor utløpet av kraftstasjonen blir noe høyere enn driftsvannets temperatur. Vanntemperaturen i elva etter blanding med overløpet er heltrukket i fig 10, og den stiplete linjen viser driftsvannets temperatur.

I et "varmt" år med vassføringer tilsvarende nedre kvartil vil temperaturforskjellen ved å benytte et øvre og nedre inntak bli enda større. Også her finner en den største temperaturforskjellen i midten av august da driftsvannets temperatur ved et nedre inntak er beregnet til å ligge i underkant av 10°C, mens det ved et øvre inntak vil være i overkant av 14°C. Temperaturen i overflaten av Vir'dnejav'ri er fortsatt 16°C. I dette tilfellet er overløpet etter oppfylling av magasinet for lite til å ha noen innvirkning på elvetemperaturen.

Under nåværende forhold er det vesentlig vann fra nivået over den naturlige terskelen som trekkes ut av Vir'dnejav'ri. På grunnlag av foreliggende målinger ser det ut til at vanntemperaturen ved Vir'dneguoi'ka, overflatetemperaturen i Vir'dnejav'ri og vanntemperaturen ved Sav'co om sommeren er omtrent den samme. Ved hevningen av Vir'dnejav'ri vil terskelen om sommeren bli liggende betraktelig dypere enn nå. Dette medfører at vannet som trekkes ut av Vir'dnejav'ri både ved det øvre og ved det nedre inntaket trekkes fra et større dybdeintervall enn under nåværende forhold. Dette vil påvirke temperaturfordelingen i Vir'dnejav'ri utover sommeren. Det er imidlertid neppe trolig at verken temperaturen i overflaten eller i 20 m-nivået, som danner utgangspunkt for beregningene vil påvirkes merkbart. Dette har sammenheng med at temperaturforholdene både over og under sprangsjiktet er tilnærmet isoterme om sommeren. Det som skjer er at sprangsjiktet vil synke noe utover sommeren. Driftsvannets temperatur kan derfor utover sommeren bli noe høyere enn vist her både for øvre og nedre inntak.

En må også regne med noe varmeutveksling når driftsvannet strømmer gjennom delmagasinet. Denne virkningen vil for begge løsninger være liten, men antas å bli størst når øvre inntak benyttes og lufttemperaturen er forskjellig fra driftsvannets temperatur. En regner med at dette vil dreie seg om deler av en grad.

Målinger viser at vanntemperaturen ved Sav'co under nåværende forhold om sommeren er tilnærmet den samme som overflatetemperaturen i Vir'dnejav'ri. Dette medfører at de temperaturforskjeller som en har funnet mellom temperatur fra henholdsvis øvre inntak og nedre inntak og overflaten, representerer de temperaturforskjeller som vil være mellom vannet i elva før regulering og etter regulering. Som følge av de modifiserende forhold som er påpekt ovenfor kan forskjellene, spesielt for siste del av sommeren, bli noe mindre enn det figurene viser. En regner med at dette vil dreie seg om deler av en grad.

Både VHL's modellering og den sammenstilling som er grunnlaget for temperaturberegningene (fig 5) er beheftet med noe usikkerhet.

Spesielt vil det være usikkerhet i opptrekkingen av isolinjene for inntak i overflaten og nede for forskjellige sprangsjiktsdyp, og også beliggenheten av sprangsjiktet i det fremtidige magasinet. Disse isolinjene benyttes i beregningene av temperaturen i driftsvannet. Det er imidlertid rimelig å regne med temperaturer avrundet til hele grader som de gjengitt i fig 8 og tabell 3.

En må kunne regne med at de temperaturforskjeller som en har kommet frem til her representerer de største temperaturforskjeller en kan vente.

5.3 "Kald" sommer

Sommeren 1981 er tatt som eksempel på en "kald" sommer. Middeltemperaturen i juni, juli og august var da som det nest kaldeste året i normalperioden 1931-60. Temperaturforholdene i Vir'dnejav'ri er fremstilt i fig 6 og 7. Det var da tilnærmet isoterme forhold hele sommeren igjennom. Da det er meget liten forskjell mellom temperaturen i 0 og 20 m finnes det ikke rom for temperaturvariasjoner i driftsvannet ved å benytte et øvre og et nedre inntak. I år med meteorologiske og hydrologiske forhold tilsvarende 1981 må en derfor regne med at det ikke har noen betydning om en bruker inntak av den ene eller annen type. På grunn av tap av falloppvarming og eventuell varmeutveksling med omgivelsene vil temperaturen på driftsvannet bli omkring 0,5°C lavere enn vanntemperaturen ved Sav'co er under uregulerte forhold.

5.4 Vinter

Under uregulerte forhold vil utløpstemperaturen fra Vir'dnejav'ri spesielt den første tid etter islegging være noe over 0°C. Etter hvert som vassføringen avtar vil utløpstemperaturen synke. Ned til Sav'co vil vanntemperaturen øke på grunn av falloppvarming, samtidig som vannet avkjøles som følge av varmeutveksling med atmosfæren. Omkring midten av november har vannet bare så vidt overtemperatur, men denne er tilstrekkelig til å holde åpen råk forbi Svartfossen, altså ca 1 km. Dette vil også omtrent være situasjonen videre utover vinteren.

Ved spesielle værforhold må en regne med at forholdene kan avvike noe fra det som er beskrevet foran, men en regner med at dette tilnærmet er situasjonen de fleste år.

Etter utbygging vil vannstanden i Vir'dnejav'ri være 18-20 m høyere enn nå ved islegging, og magasinet vil være sammenhengende fra Vir'dneguoi'ka til dammen. Dette medfører at vindomrøringen før islegging vil bli sterkere og avkjølingen kan nå dypere enn nå. Vanntemperaturen på 20 m dyp vil bli lavere enn nå, og en må regne med at temperaturen her ofte kan være omkring 2°C ved islegging, og den vil avta noe utover vinteren.

Benytter en resultatene fra VHL's modellforsøk, vil driftsvannets temperatur være omkring 1°C når driftsvannet taes fra et øvre

Tabell 3.

SAV'CO KRAFTVERK

Driftsvannets temperatur fra et øvre ($T_Ø$) og et nedre (T_N) inntak.

	T_o	T_{20}	Q	$T_Ø$	T_N	ΔT
	°C	°C	m^3/s	°C	°C	°C
"varm"			90	12,5	12,5	0,0
juli	16	8	60	13,5	10,0	3,5
			40	14,5	9,5	5,0
"varm"			90	12,5	12,5	0,0
august	16	8	60	13,5	10,0	3,5
			40	14,5	9,5	5,0
"varm"			90	11,5	11,5	0,0
sept.	14	8	60	12,0	10,3	1,7
			50	12,5	10,0	2,5
"kald"			80	10,3	10,3	0,0
sommer	12	8	60	10,3	10,3	0,0
			40	10,8	9,5	1,3
"kald"			80	9,1	9,1	0,0
sommer	10	8	60	9,1	9,1	0,0
			40	9,0	8,8	0,2
vinter	0	2	30	1,2	1,5	0,3
		sp.sj. 8 m	20	0,8	1,8	1,0
vinter	0	3	30	1,2	1,8	0,6
		sp.sj. 6 m	20	0,8	2,2	1,4
vinter	0	3	30	1,2	1,5	0,3
		sp.sj. 8 m	20	0,8	1,8	1,0

Fig 10. Driftsvannets temperatur i et "varmt år" er beregnet på grunnlag av resultatene fra VHL's modellforsøk og de temperaturforhold som er observert i Vir'dnejav'ri i 1979 og 1980. T_o representerer temperaturen i overflaten av Vir'dnejav'ri og T_{20} temperaturen i 20 m dyp. Driftsvannets temperatur varierer med vassføringen, og beregningen er utført for vassføringer tilsvarende øvre kvartil-, median-, og nedre kvartilverdier.

Første del av sommeren er det ingen forskjell om vannet taes fra øvre eller nedre inntak. Senere blir temperaturen høyere når vannet trekkes gjennom et øvre inntak ($T_Ø$) enn når dypinntak (T_N) benyttes, forutsatt vassføringen tilsvarende medianverdier eller høyere. Den prikkete linjen i de to øvre diagram representerer driftsvannets temperatur mens den tilsvarende heltrukne kurven representerer temperaturen etter blanding med overløpet.

SAV'CO KRAFTVERK

Driftsvannets temperatur i et "varmt" år

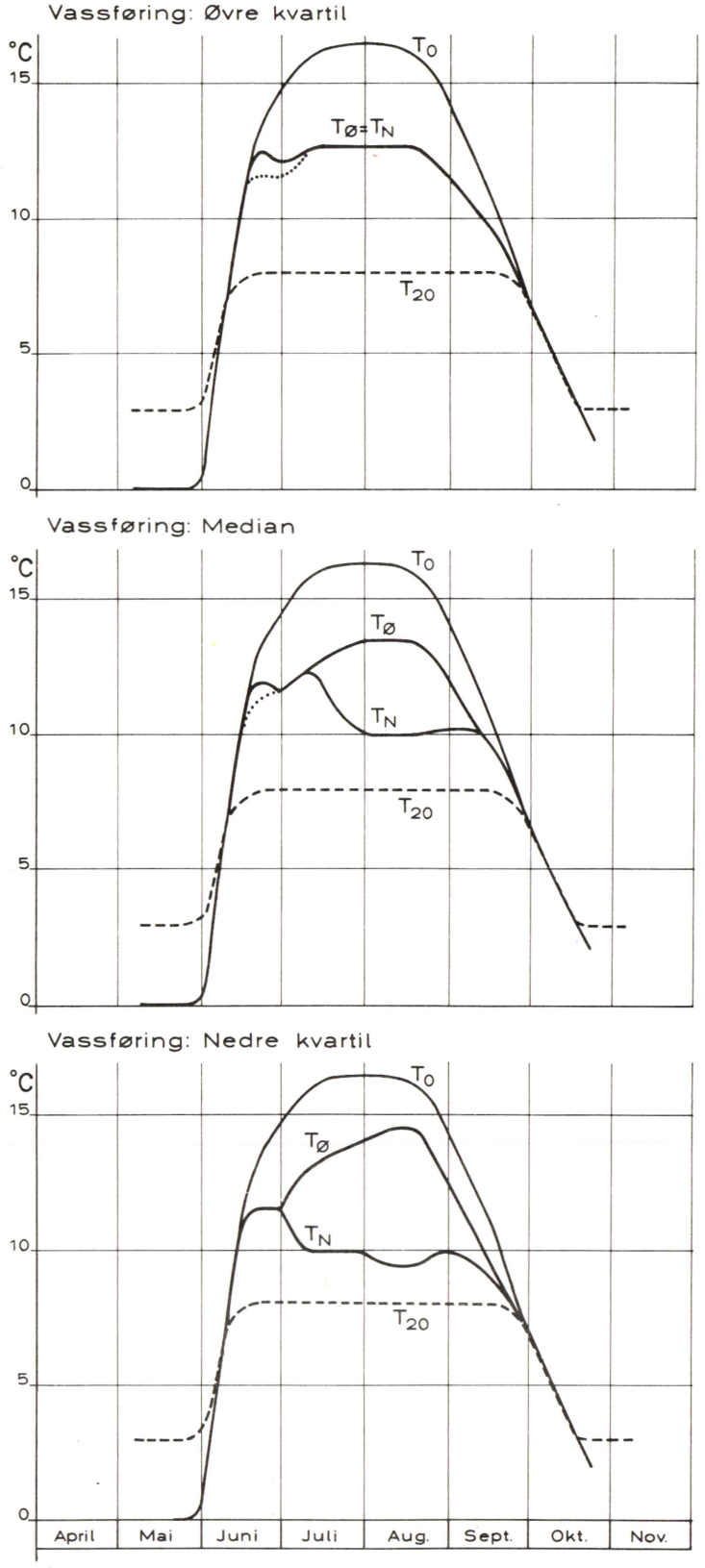


Fig 10.

inntak. Fra et nedre inntak vil driftsvannets temperatur være 1,5°C-2°C (tabell 3). Dette gjelder for sprangsjiktsdyp på 6-8 m, temperatur på 2-3°C i 20 m dyp i Vir'dnejav'ri, temperatur i overflaten på 0°C og vassføring 20-30 m^3/s. Som det fremgår av tabellen vil temperaturen på driftsvannet variere med vassføring og sprangsjiktets dybde. Det presiseres at selve beregningene dessuten er beheftet med den usikkerhet metoden medfører (benyttelsen av fig 5, se kap 5.2). Da det er tettheten av utløpsvannet som beregnes vil usikkerheten i temperaturangivelsene bli forholdsvis store i dette temperaturområdet. Tetthetsforskjellene for vann mellom 2°C og 3°C er meget små. Temperaturforskjellen øker med synkende vassføring og grunnere sprangsjikt. Med de aktuelle vassføringer vil det alltid være lavere temperatur på driftsvannet når det øvre inntak kan benyttes, selv om temperaturforskjellene fra det øvre og nedre inntak ikke alltid er signifikante.

Som følge av reguleringen og nedtappingen av magasinet vil temperaturforholdene i Vir'dnejav'ri endres mer utover vinteren enn under uregulerte forhold, og på forskjellig måte avhengig av om øvre eller nedre inntak benyttes. Dette medfører at temperaturen på vannet som passerer utløpet av hovedmagasinet ved et øvre og nedre uttak også vil endres utover vinteren, men på en slik måte at temperaturforskjellen mellom disse alternativene avtar.

Når magasinet er nedtappet til ca kote 260 kan ikke lenger øvre uttak benyttes. Tidspunktet dette inntrer vil avhenge av driften ved kraftverket og er av utbyggeren anslått å være en gang i løpet av januar. Etter dette tidspunkt må altså all tapping foregå gjennom det nedre uttaket.

Driftsvannets temperatur er også avhengig av temperaturforholdene i delmagasinet, og disse vil være forskjellig om det tappes gjennom et dypinntak eller et overflateinntak.

Dersom det bare nyttes et dypinntak vil det, forutsatt at kraftstasjonen går, være ubetydelig temperaturforskjell på driftsvannet og vannet som passerer den naturlige terskel i Vir'dnejav'ri. Delmagasinet vil islegges omtrent samtidig med hovedmagasinet, men bortsett fra et lag kaldere vann nær isflaten regner en med tilnærmet isoterme forhold i delmagasinet, og vanntemperaturen blir som på det vannet som til enhver tid trekkes ut av Vir'dnejav'ri.

Dersom det nyttes et øvre inntak så lenge vannstanden er tilstrekkelig høy og deretter dypinntaket blir forholdene annerledes. Så lenge det øvre inntak benyttes vil det fortsatt være ubetydelig forskjell på driftsvannets temperatur og temperaturen på vannet som trekkes ut av Vir'dnejav'ri. Vann av høyere temperatur, 2°-3°C, vil imidlertid bli liggende i dypet på delmagasinet. Ved overgang fra det øvre til det nedre inntaket vil det derfor bli en stigning i temperaturen på driftsvannet på ca 1°C. Vanntemperaturen vil så gradvis synke etter hvert som det varmere vannet i delmagasinet tappes ut, og tilnærmet isoterme forhold vil etableres i delmagasinet i løpet av en ukes tid.

Prinsippskisse av vanntemperaturer ved Sav'co under naturlige forhold og ved bruk av øvre og nedre inntak er vist i fig 11. Det er her forutsatt jevn driftsvassføring. Som nevnt foran er metoden beheftet med usikkerhet, men en har her tatt sikte på å fremstille

ekstreme situasjoner. Usikkerheten antas å være mindre for de angitte temperaturforskjeller mellom de enkelte alternativer enn i de absolutte temperaturangivelser.

På tilnærmet fullt magasin og de aktuelle vintervassføringer, vil det ved bruk av øvre inntak bli en råk nær inntaket helt fra begynnelsen av vinteren. Benyttes nedre inntak hele tiden vil det først bli råk ved inntaket når magasinet er tilnærmet nedtappet. Råken vil imidlertid bli liten i begge tilfeller og kan neppe påvirke temperaturforholdene i driftsvannet merkbart. Når hovedmagasinet er tilnærmet nedtappet vil det også bli råk ved den naturlige terskelen. I siste fase av uttapping av magasinet vil det derfor bli noe avkjøling av vannet på den strekning som etter hvert vil bli gående åpen.

Den varmemengden som tilføres vassdraget nedenfor kraftstasjonen, sett under ett for hele vinteren, blir tilnærmet den samme om øvre eller nedre inntak benyttes. Den varmemengde som etter utbygging tilføres vassdraget ekstra er den som magasinvannet mellom sprangsjiktet og terskelnivået inneholder. Med et sprangsjikt på ca 8 m vil det være et vannvolum i magasinet på ca $100 \cdot 10^6$ m^3 med en temperatur på 2-3°C, og et volum på $35 \cdot 10^6$ m^3 med en temperatur på ca 0°C. I tillegg er det et normalt tilsig til Vir'dnejav'ri i tiden fra november til og med april på ca $270 \cdot 10^6$ m^3. Dette vannet har temperatur tilnærmet 0°C.

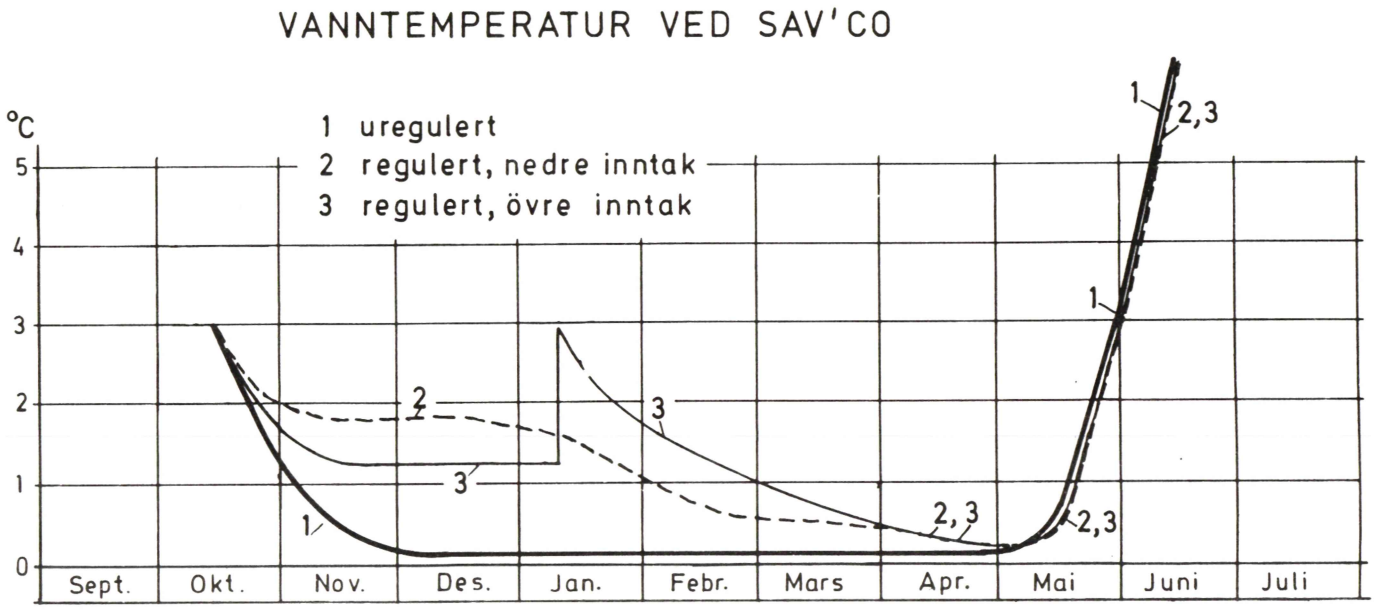


Fig 11. Prinsippskisse av vanntemperaturen nedenfor Sav'co om vinteren ved uregulerte forhold, dypinntak og overflateinntak. Ved overflateinntak kan dette benyttes til en gang i januar, deretter må dypinntaket benyttes pga lav vannstand.

Det presiseres at temperaturen er avhengig av bl a vassføring og det er derfor mulig å oppnå også andre vanntemperaturer ved annen drift. De angitte resultater antas å representere ekstreme verdier.

Dette medfører at midddeltemperaturen ved Sav'co fra og med november til og med april vil ligge mellom 0,5 og 1°C avhengig av sprangsjiktsdyp og temperaturforhold i Vir'dnejav'ri ved inngangen til vinteren. I denne perioden er vanntemperaturen ved Sav'co under nåværende forhold bare noen tidels grader.

5.5 Hyppigheten av de forskjellige situasjoner

En har ikke tilstrekkelig grunnlag til å beregne hyppigheten av de tilfeller som er vist her. Noen forhold kan en imidlertid fastslå. Ved vassføringer større enn øvre kvartil, altså en fjerdedel av årene, vil det ved alle meteorologiske forhold være liten forskjell på å benytte et øvre og et nedre inntak.

Det er vanskeligere å vurdere hvor stor del av årene de meteorologiske forhold er slik at det ikke utvikles tilstrekkelig temperaturgradient i Vir'dnejav'ri til at det kan bli merkbar forskjell ved å benytte et øvre og et nedre inntak. Dersom en forutsetter en sammenheng mellom lufttemperatur og utvikling av et temperaturgradient i Vir'dnejav'ri vil en se på følgende. En regner med at temperaturen i sommermånedene altså juni, juli og august er av størst betydning for utviklingen av en temperaturgradient. Videre vil vindforholdene være av stor betydning. Her har en imidlertid begrenset seg til å se på middeltemperaturen for månedene juni, juli og august i normalperioden 1931-60 og sammenlignet med de årene en har målinger for. Det viser seg da at 1979 og 1980 begge ligger i øvre kvartil av år. Året 1981 derimot er som det nest kaldeste av årene i normalperioden 1931-60. En vil etter dette anta at det et sted mellom en fjerdedel og halvparten av årene er forhold slik at det ikke oppnås noe vesentlig ved å benytte et øvre uttak.

På grunn av svakere temperatursjiktning enn det er tatt utgangspunkt i vil det dessuten være en del år forskjellen mellom å benytte øvre og nedre inntak er mindre enn vist i fig 8 for "varme" somre.

Om vinteren er tetthetsvariasjonene i alle fall så små at det neppe blir store årlige variasjoner.

6. TEMPERATURUTVIKLINGEN NEDOVER VASSDRAGET ETTER REGULERING

6.1 Sommerforhold

Under nåværende forhold er det bare små temperaturendringer fra Sav'co til Stengelsen (fig 12). Det er betydelige variasjoner fra år til år, fig 13. Reguleringen medfører at vanntemperaturen ved Sav'co i en del sommersituasjoner blir betydelig lavere enn nå, men vassføringen endres ikke. Etter de vurderinger og beregninger som er gjort foran kan temperaturreduksjonen deler av sommeren enkelte

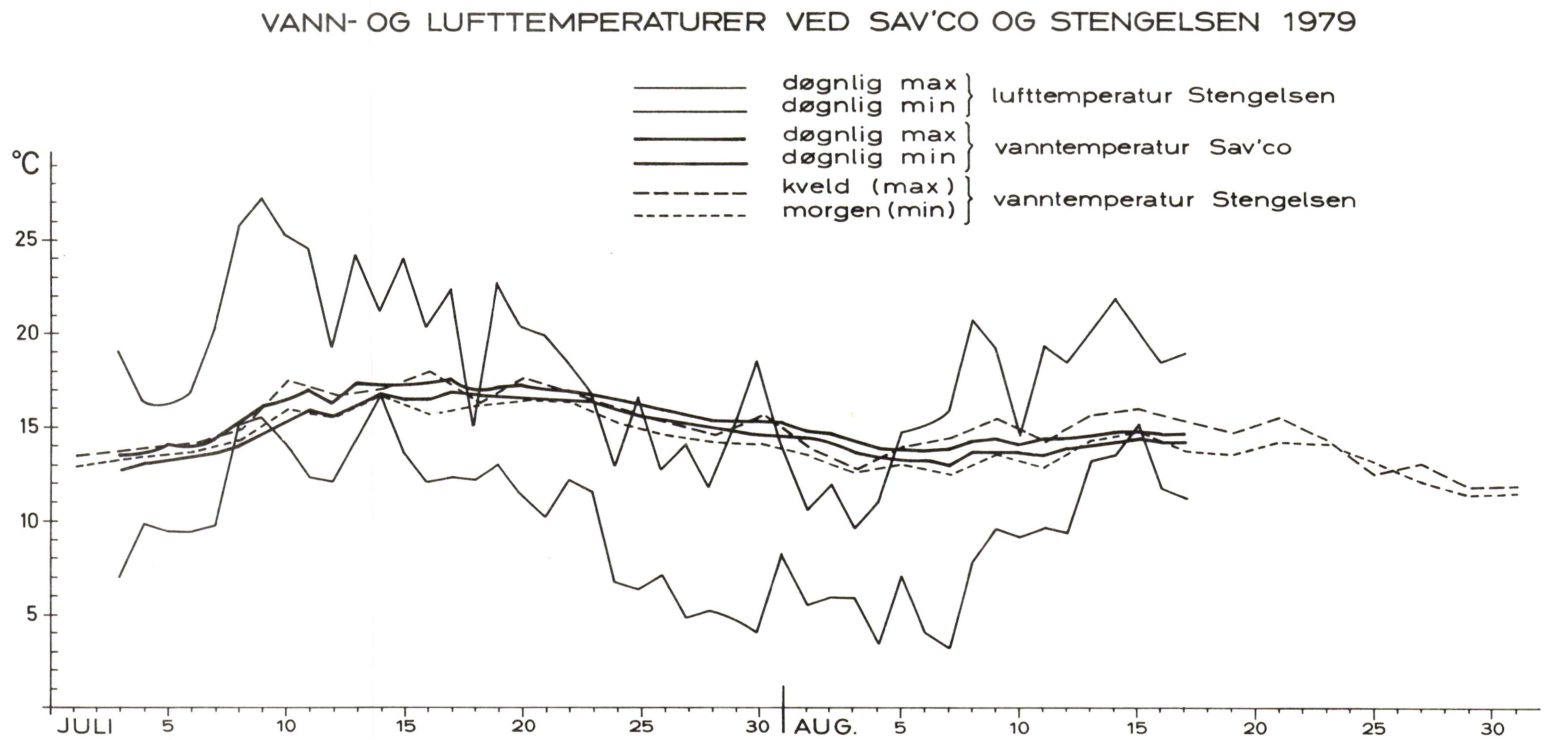


Fig 12. De tykke heltrukne linjer viser døgnlig maksimum og minimumstemperaturer i juli og august 1979 for Sav'co. De stiplete linjer målte vanntemperaturer ved Stengelsen morgen og kveld, som omtrent tilsvarer døgnets minimum og maksimum i de fleste tilfeller. Videre er døgnlig minimum og maksimum for lufttemperaturen ved Stengelsen inntegnet. Det fremgår at det er forholdsvis liten forskjell på vanntemperaturen ved Sav'co og Stengelsen.

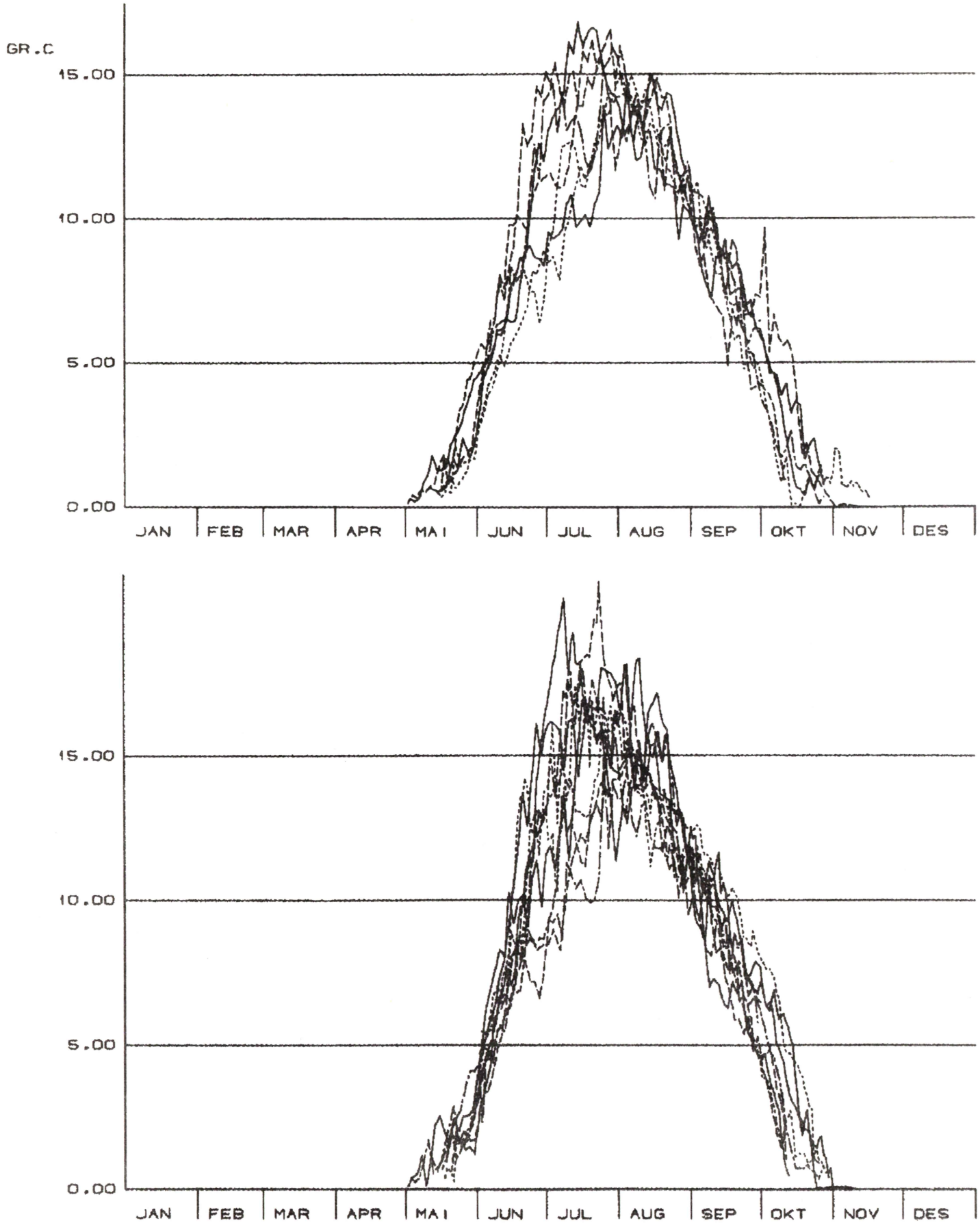


Fig 13. I øvre diagram er vist målte morgentemperaturer ved Stengelsen i årene 1975-1981 og i nedre diagram målte kveldstemperaturer i årene 1972-1981. De største årlige temperaturvariasjoner finnes i den varmeste delen av sommeren og variasjonen kan da være i størrelsesorden 5°-10°C. Variasjonene er størst for kveldstemperaturen som tilnærmet representerer døgnets maksimum.

år bli i størrelsesorden 5-6°C ved bruk av et nedre inntak og i størrelsesorden 2-3°C ved bruk av et øvre inntak. En regner med at dette er de største temperaturreduksjoner som kan finne sted. Spesielt når temperaturforskjellen mellom vann og luft er stor samtidig som lufttemperaturen er høy vil varmeutveksling med omgivelsene raskt redusere forskjellen mellom regulerte og uregulerte forhold nedover i vassdraget. En må imidlertid regne med at temperaturforskjeller ved Sav'co større enn 1-2°C vil kunne bli merkbare ned til utløpet i fjorden.

De største temperaturreduksjonene vil en få de år elvetemperaturen i uregulert tilstand er høyest. Endringen vil da medføre at elvetemperaturen kan bli omtrent den samme som i de kalde årene. I kaldere år vil temperaturreduksjonen bli mindre og således heller ikke medføre at vanntemperaturen blir særlig lavere enn i de kaldere årene.

En regner altså med at vanntemperaturen stort sett vil ligge innenfor de naturlige variasjoner som er observert, men med en systematisk reduksjon i temperaturen. Nedover elva vil reduksjonen avta.

6.2 Vinterforhold

Om vinteren vil vanntemperaturen bli høyere ved Sav'co etter reguleringen enn før. Varmeutvekslingen med omgivelsene er imidlertid da langt større. Vannet vil avkjøles og temperaturen etter hvert reduseres til omkring 0°C, som under uregulerte forhold. Det avhenger av værforholdene hvor raskt denne avkjølingen kan foregå. En vil imidlertid regne med at bare de høyeste vanntemperaturer ved Sav'co er merkbare nedenfor Gabofallene.

Ved bruk av et nedre inntak vil temperaturen i desember og delvis i januar kunne bli ca 2°C høyere enn nå ved Sav'co. Dette vil medføre at elva går åpen ned til Sav'co-sjøen. Også Sav'co-sjøen vil bli åpen, i hvert fall på den øvre bredere delen, som er temmelig grunn, mens det muligens bare blir en smalere råk i den nedre og noe dypere del av Sav'co-sjøen. Det vil fortsatt være overtemperatur øverst i Gabofallene. Under normale vinterforhold vil en anta at det ikke blir isproduksjon av betydning før i Sandia-området, altså ca 15 km nedenfor Sav'co målt etter elva.

I kaldere vintre vil avkjølingen bli sterkere og vannet vil være avkjølt til 0°C slik at isproduksjon kan begynne et eller annet sted i Gabofallene, altså mellom Gabo og Sandia.

Videre utover vinteren vil driftsvannets temperatur stadig avta, og mot slutten av vinteren vil det neppe være særlig overtemperatur nedenfor Gabo.

Ved bruk av et øvre inntak vil driftsvannets temperatur være omkring 1°C så lenge dette inntaket kan brukes, altså i desember og muligens deler av januar. Dette vil kunne gi overtemperatur på elvevannet til øverst i Gabofallene. Ved overgangen til dypinntaket må en del varmere dypvann fra det kunstige delmagasinet tappes ut. Dette vil medføre en kortvarig temperaturstigning på

driftsvannet til en temperatur sannsynligvis noe over 2°C. Dette vil kunne løsne is dannet tidligere på vinteren på strekningen Gabo-Sandia og være uheldig for isforholdene i elva. Det er imidlertid neppe trolig at dette kan initiere en isgang i hele Altaelva. Det vil likevel være ønskelig om det en periode kunne tappes fra både øvre og nedre inntak slik at temperaturstigningen på driftsvannet ble noe mindre.

Når de dypere vannmassene i delmagasinet er skiftet ut, altså etter ca 1 uke ved den antatte tapping, vil driftsvannets temperatur etter hvert synke og nærme seg den temperatur en ville ha hatt ved å nytte dypinntak hele vinteren. Resten av vinteren vil vannet være avkjølt til frysepunktet et eller annet sted i Gabofallene.

7. TEMPERATURFORHOLD I ELVEBUNNEN

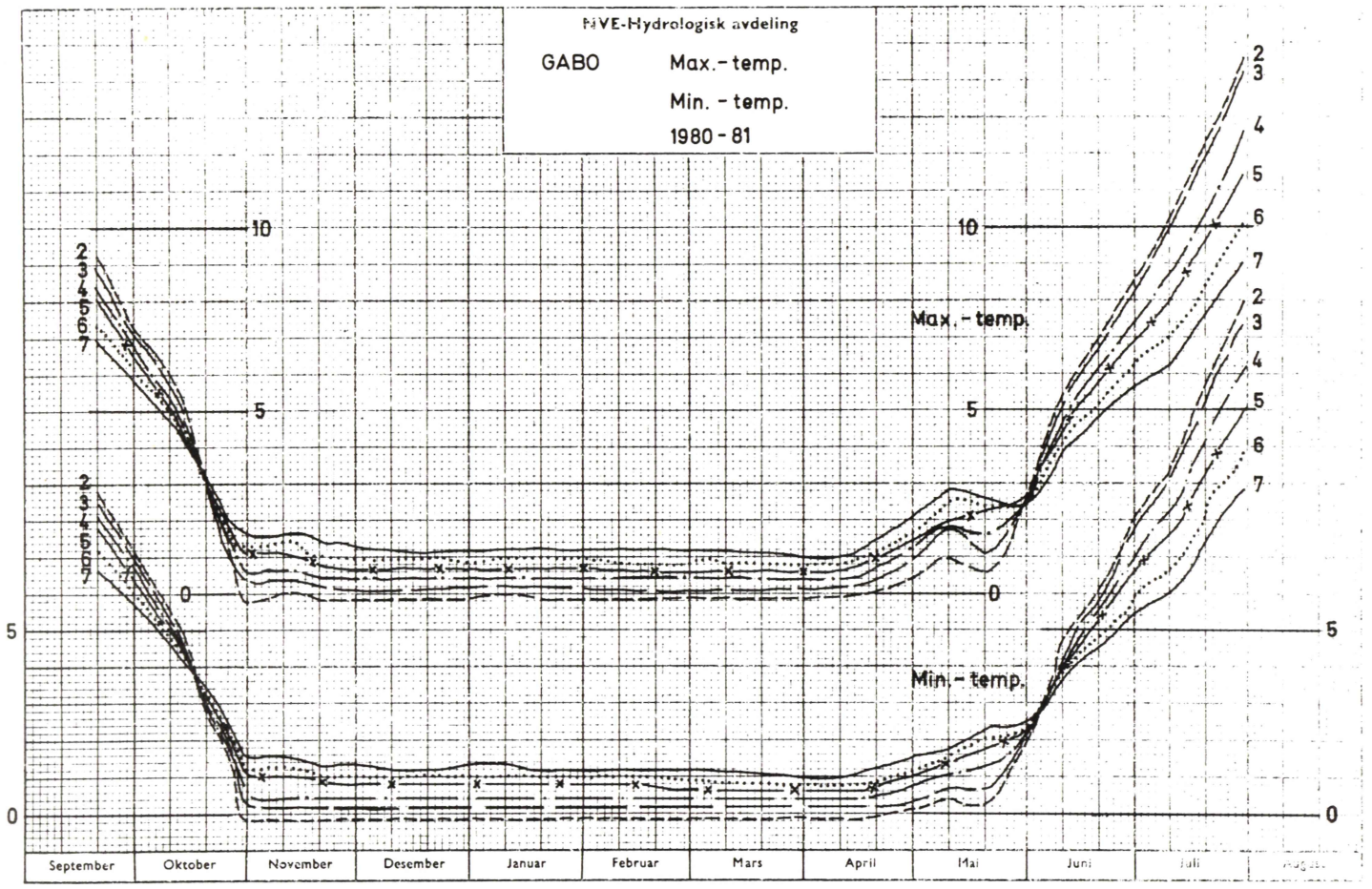
Etter ønske fra Direktoratet for Vilt- og ferskvannsfisk ble det satt i gang registrering av temperaturen i elvebunnen i dyp ned til ca 50 cm for å undersøke eventuell dempning av temperaturvariasjonene med dypet. Det ble satt ut registrerende utstyr i september 1980 på gyteplasser ved Sav'co, ved Gabo og Gargia. Registrering ble utført hver time. Sammendrag av resultatene er vist i fig 14.

Kanal 2 representerer temperaturen i elvevannet og kanal 3-7 ca hver 10 cm fra 10 cm til 50 cm under elvebunnen.

Usikkerheten i målingene er i størrelsesorden ± 0,1°C. Dette medfører at det ved Gabo er en signifikant dempning av årsamplituder med dypet. For Gargia er forholdene tilnærmet isoterme. Det samme ser ut til å gjelde for Sav'co, men målingene er her dårlige store deler av vinteren pga at fuktighet har trengt inn i instrumentet.

Forskjellen mellom resultatene ved Gabo og Gargia har sammenheng med bunnforholdene. Ved Gabo er massen tett isprengt større steiner mens den ved Gargia er grovkornet med større og mindre stein hvor elvevannet lett trenger ned. Ved Gargia er det altså elvevanntemperaturen som måles helt til 50 cm dyp. Det er også mulig at grunnvann påvirker temperaturen i dypet ved Gabo mer enn ved Gargia.

Fig 14. Temperaturen i rennende vann og elvebunnen målt ved bruk av logger er vist for Gargia og Gabo. Resultatene for hver 10. dag er plottet for døgnets maksimums- og minimumsverdi. Kode 2 representerer rennende vann og kodene 3-7 i dyp fra 10 cm til ca 50 cm. Ved Gabo er det en gradient med økende dyp, mens de målte temperaturer ved Gargia ikke viser signifikante forskjeller. Dette antas å ha sammenheng med bunnforholdene.


NVE-Hydrologisk avdeling
GABO
Max.-temp.
Min. - temp.
1980 - 81
Max. - temp.
Min. - temp.
September
Oktober
November
Desember
Januar
Februar
Mars
April
Mai
Juni
Juli
August

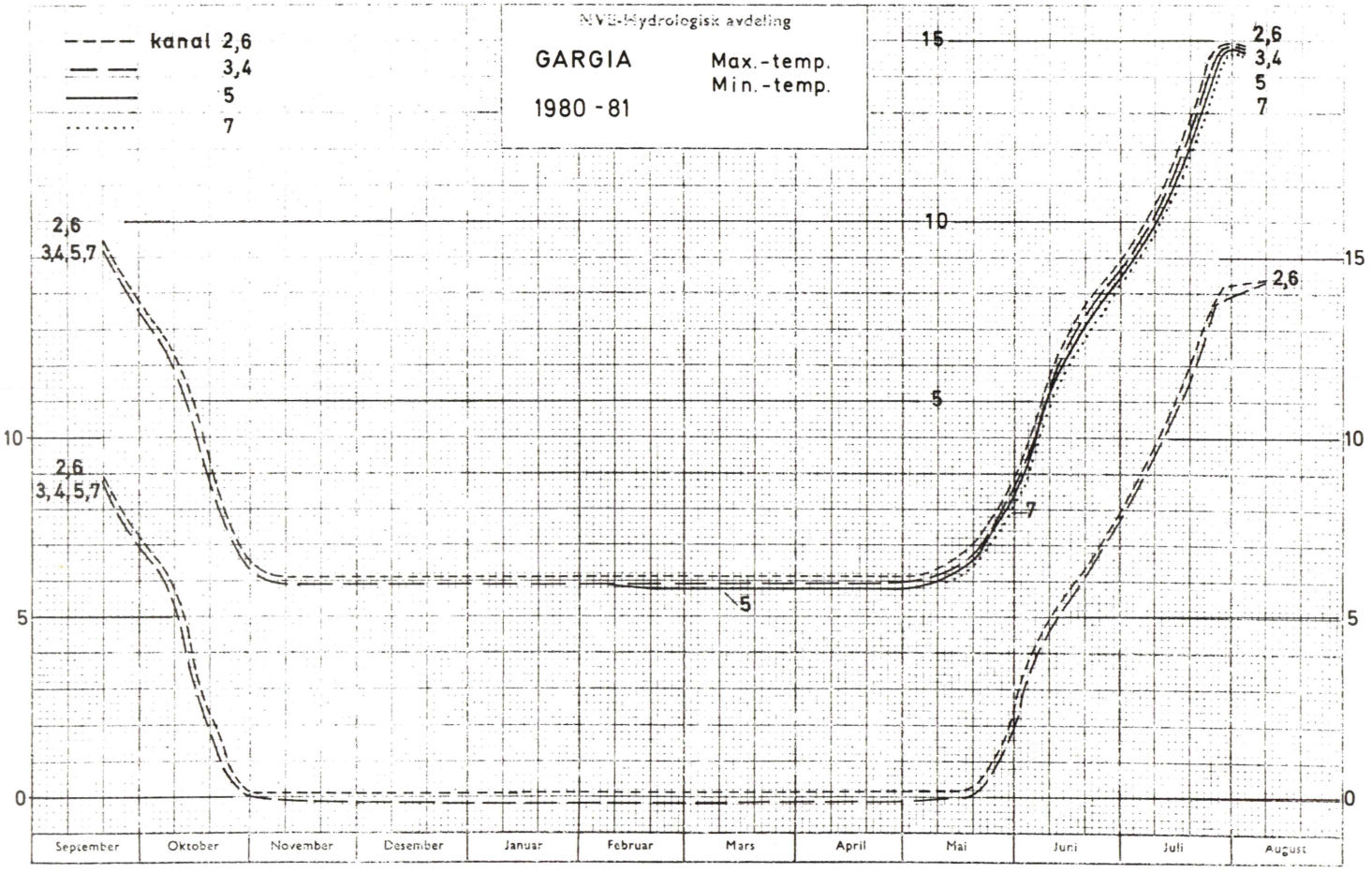

kanal 2,6
3,4
5
7
NVE-Hydrologisk avdeling
GARGIA
Max.-temp.
Min.-temp.
1980 - 81
September
Oktober
November
Desember
Januar
Februar
Mars
April
Mai
Juni
Juli
August

Fig 14.

8. LITTERATUR

Asvall, R. Pytte
1976: Vanntemperatur- og isforhold i Altavassdraget. Vurdering av mulige virkninger av Alta-utbyggingen på vanntemperatur- og isforhold i vassdraget og fjorden. Rapport nr 2-76 fra Hydrologisk avdeling, Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen. 83 s.

NVE, Statskraftverkene
1974: Sav'co kraftverk. Plan av april 1974.

NVE, Statskraftverkene
1976: Alta-utbyggingen. Ajourført søknad av mars 1976.

Thendrup, A., Malmo, O., Steen, J.E.
1979: En vurdering av muligheten til å tappe varmt overflatevann gjennom et eksra inntak nær overflaten i Vir'dnejav'rimagasinet. VHL rapport STF 60 F79096. Fortrolig. 44 s.