



NORGES VASSDRAGS- OG ELEKTRISITETSVESEN

VASSDRAGSDIREKTORATET

HYDROLOGISK AVDELING

ETNEUTBYGGINGEN

**Mulige endringer i vanntemperatur og isforhold
ved en utbygging**

OPPDRAGSRAPPORT

7 - 85

**NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK**

Rapportens tittel: <i>ETNEUTBYGGINGEN MULIGE ENDRINGER I VANNTEMPERATUR OG ISFORHOLD VED EN UTBYGGING</i>	Dato: 1985-04-24 Rapporten er: Åpen Opplag: 175
--	---

Saksbehandler/Forfatter: Arve M. Tvede Iskontoret	Ansvarlig  Syver Roen
---	--

Oppdragsgiver: <i>HAUGESUND ELEKTRISITETSVK</i>
--

Konklusjoner:

Vanntemperaturen. Fordi mye av snøsmeltevannet magasineres, må en vente noe høyere vanntemperatur i Åbøreelva og i Stordalselva i månedene mai, juni og juli. Temperaturstigningen kan bli i størrelsesorden 1-3 °C og blir størst i godvørsperioder i juni. Resten av året ventes bare små temperaturendringer i disse elvene.

Ved utløpet av Stordalsvatn kan sommertemperaturen i Nordelva synke noe, spesielt i perioder med lite uregulert tilsig og med samtidig kjøring av Frette kraftverk. Modellsimuleringer indikerer at temperatursenkningen i middel blir 0,5 °C i juni, 1 °C i juli, 1,5 °C i august og 0,5 °C i september. Under spesielle forhold kan denne temperatursenkningen i perioder av august bli 2-3 °C. Resten av året ventes bare mindre temperaturendringer i Nordelva og i Etneelva.

Pga. endret gjennomstrømningsforhold vil temperatursjiktningen kunne endres noe i Blomstølvatn, Flåtevatn, Mjåvatn og i Stordalsvatn utenfor Frette kraftverk.

Isforholdene. Nedtappingen utover vinteren og gjennomstrømningen av relativt varmt magasin vann vil føre til endrete isforhold på en rekke vatn. Spesielt på Blomstølvatn må en regne med usikker is over deler av vatnet utpå vinteren. På Stordalsvatn utenfor Frette kraftverk vil det holde seg et åpent område av varierende størrelse. På ettervinteren kan en regne med at dette åpne område blir ca. 0,5 km² stort. I Nordelva/Etneelva og i Stordalselva og Åbøreelva ventes bare mindre endringer i isforholdene.

I Etnefjorden vil endringer i isforholdene kunne merkes mest i moderat kalde og tørre vintre med lite uregulert tilsig. I slike vintre kan det ventes lengre perioder med is i fjorden, spesielt på ettervinteren. I milde vintre med et stort uregulert tilsig ventes ingen endringer fra dagens isforhold. Isforholdene i fjorden er, utenom en eventuelt utbygging, også avhengig av om rutebåttrafikken opprettholdes på samme nivå som i dag. I Ølsfjorden ventes isforholdene å bli som i dag.

Dersom en ønsker å begrense isleggingen i Etnefjorden, kan dette muligens oppnås ved å installere et bobleanlegg utenfor Etneelvas deltaområde.

En del områder på Vaulavatn, Sandvatn, Storavatn, Flåtevatn og Stordalsvatn bør sikres med tau.

FORORD

I forbindelse med at Haugesund Elektrisitetsverk planlegger ny kraftutbygging i Etnevassdraget og nabovassdrag, er Iskontoret ved Hydrologisk avdeling bedt om å vurdere mulige virkninger på vanntemperaturen og isforholdene i de berørte deler av vassdragene og i fjordene.

Rapporten bygger på materiale innsamlet under befaringer i vassdragene og målinger og undersøkelser foretatt av lokale observatører siden november 1983. Undersøkelsene i de berørte vassdragene og i fjordene har derfor bare pågått i to vintre og en sommer. Dette er kortere tid enn hva som er vanlig til forundersøkelser i en såvidt omfattende utbyggingsplan.

Førstehydrolog Arve M. Tvede har hatt ansvaret for gjennomføringen av feltarbeidet og har utarbeidet rapporten. Førstehydrolog Erik Hansen har utført arbeidet med kjøring av EDB-modellen MITEMP.

Etneutbyggingen er tidligere vurdert i Samlet Plan og data fra vassdragsrapporten i Samlet Plan er også benyttet som underlag for foreliggende oppdragsrapport. Det utbyggingsalternativ som Haugesund Elektrisitetsverk har bedt om å få vurdert er nesten identisk med utbyggingsplanen i Samlet Plan.

Rapporten inneholder en kort beskrivelse av vassdragene og oversikt over de utbyggingsplaner som ligger til grunn for vurderingen. Som bakgrunn er tatt med litt om de meteorologiske og hydrologiske forhold i området. De nåværende vanntemperatur- og isforhold er beskrevet og virkningen av den foreslåtte regulering på disse er vurdert.

Manuskriptet til rapporten er gjennomlest av Haugesund Elektrisitetsverk før trykkingen.

Mulige virkninger av vassdragsregulering på vanntemperatur- og isforhold i berørte vassdrag og tilstøtende fjorder er behandlet generelt i en egen rapport fra Iskontoret (VH 4-77), og det henvises til denne.

Oslo, april 1985


Bo Wingård
fagsjef

INNHOOLD

	Side
1. KORT OMTALE AV VASSDRAGENE	3
2. UTBYGGINGSPLANENE	5
2.1 Overføringer, magasiner og kraftstasjoner	5
2.2 Kompenserende tiltak	7
3. HYDROLOGISKE FORHOLD	8
3.1 Normale vassføringer	8
3.2 Vassføringer i 1983-1984	9
3.3 Vassføringer etter en utbygging	12
4. KLIMA	15
4.1 Normale forhold	15
4.2 Værforholdene i 1983-1985	16
4.3 Værstasjonen på Frette	18
5. VANNTEMPERATUREN FØR UTBYGGING	20
5.1 Temperaturforholdene i innsjøene	21
5.2 Temperaturforholdene i elvene	23
5.2.1 Temperaturen ut av Stordalsvatn	24
5.2.2 Temperaturforholdene i 1984	25
6. ISFORHOLDENE FØR UTBYGGING	28
6.1 Isforholdene på innsjøene	29
6.1.1 Isforholdene på Stordalsvatn	29
6.1.2 Fjellvatna	33
6.2 Isforholdene på elvene	33
6.3 Isforholdene på Etnefjorden og Ølsfjorden	34
6.4 Bruk av isen	38
7. VIRKNINGER AV EN UTBYGGING	39
7.1 Virkninger på vanntemperaturen	39
7.1.1 Fjellvatna	39
7.1.2 Stordalsvatn	39
7.1.3 Åbøreelva og Stordalselva	40
7.1.4 Nordelva/Etneelva	41
7.2 Virkninger på isforholdene	43
7.2.1 Fjellvatna	43
7.2.2 Stordalsvatn	43
7.2.3 Åbøreelva, Stordalselva og Vaulavassdraget	45
7.2.4 Nordelva/Etneelva	45
7.2.5 Etnefjorden/Ølsfjorden	45
7.3 Eventuelle tiltak	46
7.3.1 Bobleanlegg i Etnefjorden	46
7.3.2 Sikring av usikker is	47
8. REFERANSER	47

1. KORT OMTALE AV VASSDRAGENE

Utbyggingsområdet omfatter deler av tre vassdrag som alle ligger i området mellom Saudafjorden og Åkrafjorden. Fig. 1 gir en oversikt over utbyggingsområdet.

Åbøreelva (også kalt Åbøelva eller Nordelva) kommer fra fjellområdene nord for Sauda. De høyestliggende delene av nedbørfeltet ligger nord og vest for hytteområdet Buer hvor fjelltoppene går opp i 1200-1300 m o.h. I området ved Buer, ca. 400 m o.h., møtes i alt 4 elver som herfra utgjør den egentlige Åbøreelva. Moringdalselva er en elv som kommer fra øst. Denne elva ble imidlertid i 1960-årene overført til Saudaelva og har i dag vassføring bare i perioder med overløp forbi overføringstunnelen. Fra nord kommer Vigelva som i øvre del igjen forgreiner seg i flere mindre elver. Fra nordvest kommer Nordskardelva som renner gjennom Fossavatn (622 m o.h.) før vannet når Buerområdet. Fra vest kommer så til slutt Kvanndalselva som starter fra Svartavatn (1005 m o.h.). Fra Buer renner Åbøreelva rett sørover, først et stykke forholdsvis rolig, men etter hvert i flere fosser og stryk. Elva renner til slutt gjennom Sauda sentrum til utløpet i Saudafjorden. Åbørelvas totale nedbørfelt er 81 km², av dette er 15 km² overført til Saudaelva.

Etnevassdraget drenerer fjellområdene nordvest og vest for Åbøreelva. Vassdraget starter med flere mindre bekker som samles i Sandvatn (814 m o.h.). Fra Sandvatn renner elva sørvestover gjennom Blomvatn og Svartavatn til Blomstølvatn (625 m o.h.). Fra Blomstølvatn går elva i sterkt fall ned i Stordalen ved Øyno og får her navnet Stordalselva. Stordalselva renner ut i Stordalsvatn ved Frette. Ca. 0,7 km ovenfor Stordalsvatn kommer Hellaugelva inn i Stordalselva fra sør.

Stordalsvatn (51 m o.h.) er det største vatnet i vassdraget. Målt fra Frette til Vassenden er lengden ca. 11 km og arealet er ca. 8,6 km². Fra Nordheim og til Vassenden er imidlertid Stordalsvatn oppdelt av grunne morenerygger i flere mindre bassenger. Regnes bare partiet ovenfor Nordheim å være det egentlige Stordalsvatn, så blir lengden ca. 8 km og arealet 7,6 km². Av elver som kommer inn i Stordalsvatn er Flåteelva den største utenom Stordalselva. Flåteelva kommer i et bratt fall ned fjellsiden fra Flåtevatn (547,5 m o.h.).

Elva som renner ut av Stordalsvatn kalles Nordelva. Like nedenfor Stordalsvatn ligger Håfossen. Ca. 3 km nedenfor Håfossen igjen kommer Sørenelva inn og forenes med Nordelva. Sørenelva kommer fra Litledalsvatn og denne delen av Etnevassdraget ble allerede utbygget med to kraftstasjoner i 1920-årene. Det største vatnet, Løkjelsvatn er regulert mellom 625 og 605 m o.h.

Fra sammenløpet mellom Sørenelva og Nordelva kalles så elva for Etneelva. Strekningen ned til Etnefjorden er ca. 3,5 km og Etneelva renner her rolig gjennom en åpen dalbunn. Utløpet i Etnefjorden er like nord for tettstedet Etnesjøen og utløpsområdet er et typisk deltaparti hvor grensen mellom elva og fjorden varierer med vassføringens størrelse og med flo og fjøre. Etnevassdragets totale nedslagsfelt er 246 km², av dette utgjør Nordelva ca. 137 km² og Sørenelva ca. 101 km².

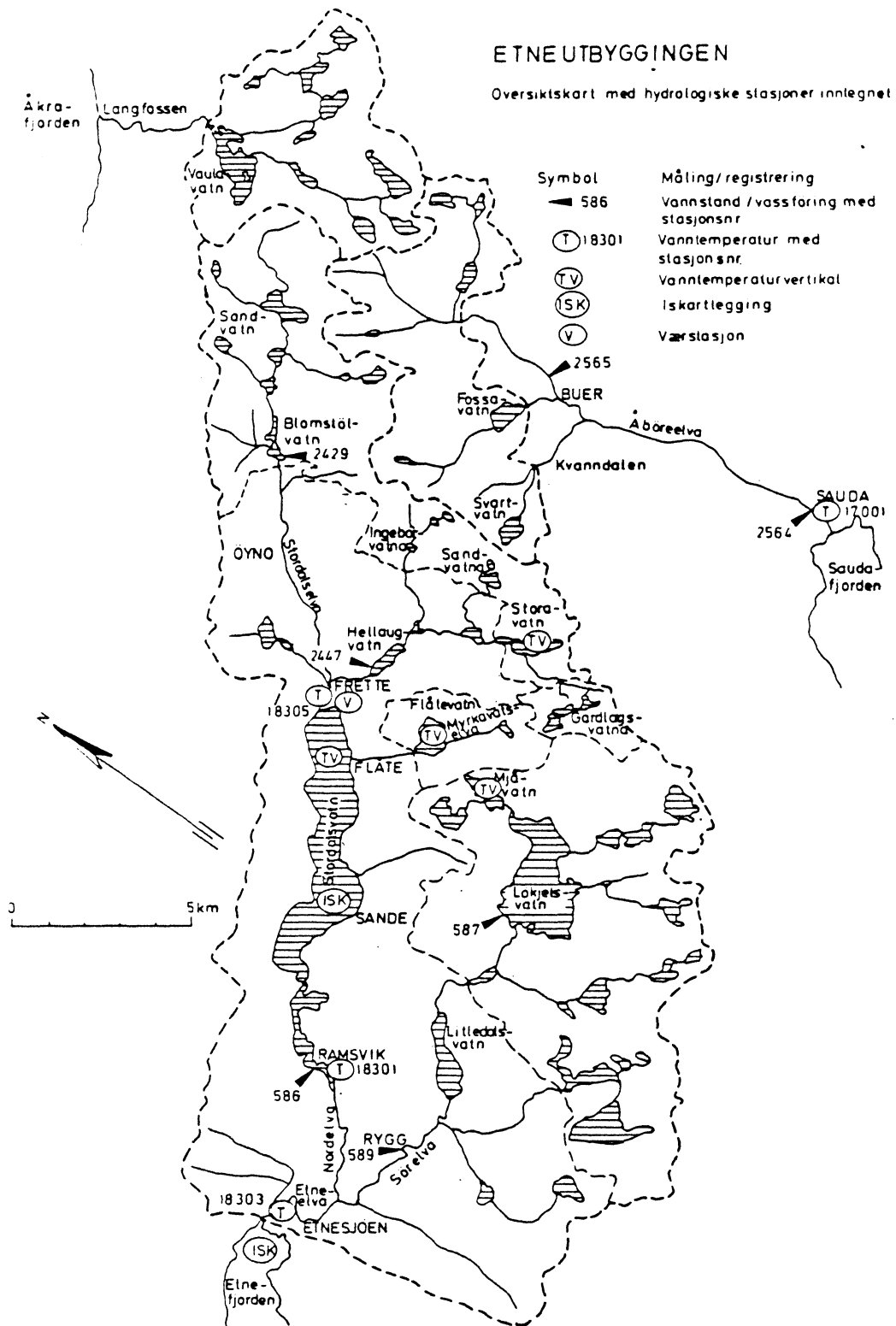


Fig. 1. Kart over utbyggingsområdet. Plasseringen av målestasjoner er vist.

Etnefjorden omtales nærmere under kap. 6.3.

Vaulavassdraget drenerer fjellområdet øst for Etnevassdraget og nord for Åbøreelva. Nesten hele vassdraget ligger på høyfjellet og har flere middelstore vatn i høydenivået 850-1100 m o.h. Det største er Vaulavatn (873,5 m o.h.). Fra vatn "612" faller elva i et sammenhengende fossestryk, Langfossen, ned til Åkrafjorden. Totalt nedslagsfelt er 29 km². Vaulavassdraget ble varig vernet i Verneplan II, men det er tatt forbehold om at vassføringen i perioden 01.10.-30.04. kan overføres til Etnevassdraget.

2. UTBYGGINGSPLANENE

Utbyggingsplanene som Haugesund Elektrisitetsverk har lagt fram og bedt om å få konsekvensvurdert er presentert i fig. 2. Planene har utbyggeren selv presentert i en informasjonsbrosjyre datert desember 1982. I tillegg til denne brosjyren er det også hentet noen opplysninger fra kap. 3 i vassdragsrapporten om Etneelva i Samlet Plan.

2.1 Overføringer, magasiner og kraftstasjoner

Fra Vaulavassdraget overføres avløpet fra Vaulavatnet i en tunnel til Sandvatn i Etnevassdraget. Vaulavatn kan senkes 2 m under dagens normalvannstand. Både overføringen av vann og senkningen av Vaulavatn kan bare foregå i perioden 01.10.-30.04. Overføringstunnelen vil komme ut i elva i Vinjakvelven ca. 1 km ovenfor innløpet i Sandvatn.

Fra Åbøreelva overføres avløpet fra feltene over ca. 600 m o.h. ved en overføringstunnel som starter i Vigelva og underveis tar inn Fossavatn og elva i Kvanndalen. Overføringstunnelen vil komme ut i Storavatn som ligger øverst i Hellaugelva. Det overførte arealet utgjør 30,2 km². Dette er 37% av Åbøreelvas naturlige nedbørfelt eller 46% av det uregulerte feltet som er igjen etter overføringen av Moringdalselva. Det kan bli aktuelt med 2-3 m oppdemming av Fossavatn og Svartavatn for å oppnå dempingsmagasin. For å skaffe vann til kraftstasjonen Feto H overføres Nordskardelva ved kote ca. 945 m i tunnel til Ingebørvatna og Svartavatn overføres i tunnel til Sandvatna.

I Etnevassdraget reguleres Sandvatn i Stordalselva opp 22 m og senkes 8 m slik at HRV blir 836 m og LRV 806 m. Magasinvolumet blir 17,5·10⁶m³. Fra Sandvatn tas vannet i tunnel ned til Blomstøl kraftverk som får en slukeevne på 4,0 m³/s. Avløpet fra stasjonen vil komme ut i østenden av Blomstølvatn. Blomstøl kraftverk vil i et medianår kunne levere ca. 82% av kraftproduksjonen i vinterperioden, dette betyr at kraftstasjonen vil kunne kjøres stort sett hele vinteren. I sommerperioden vil det kunne bli stopp av stasjonen i perioder under snøsmeltingen og før høstregnet starter.

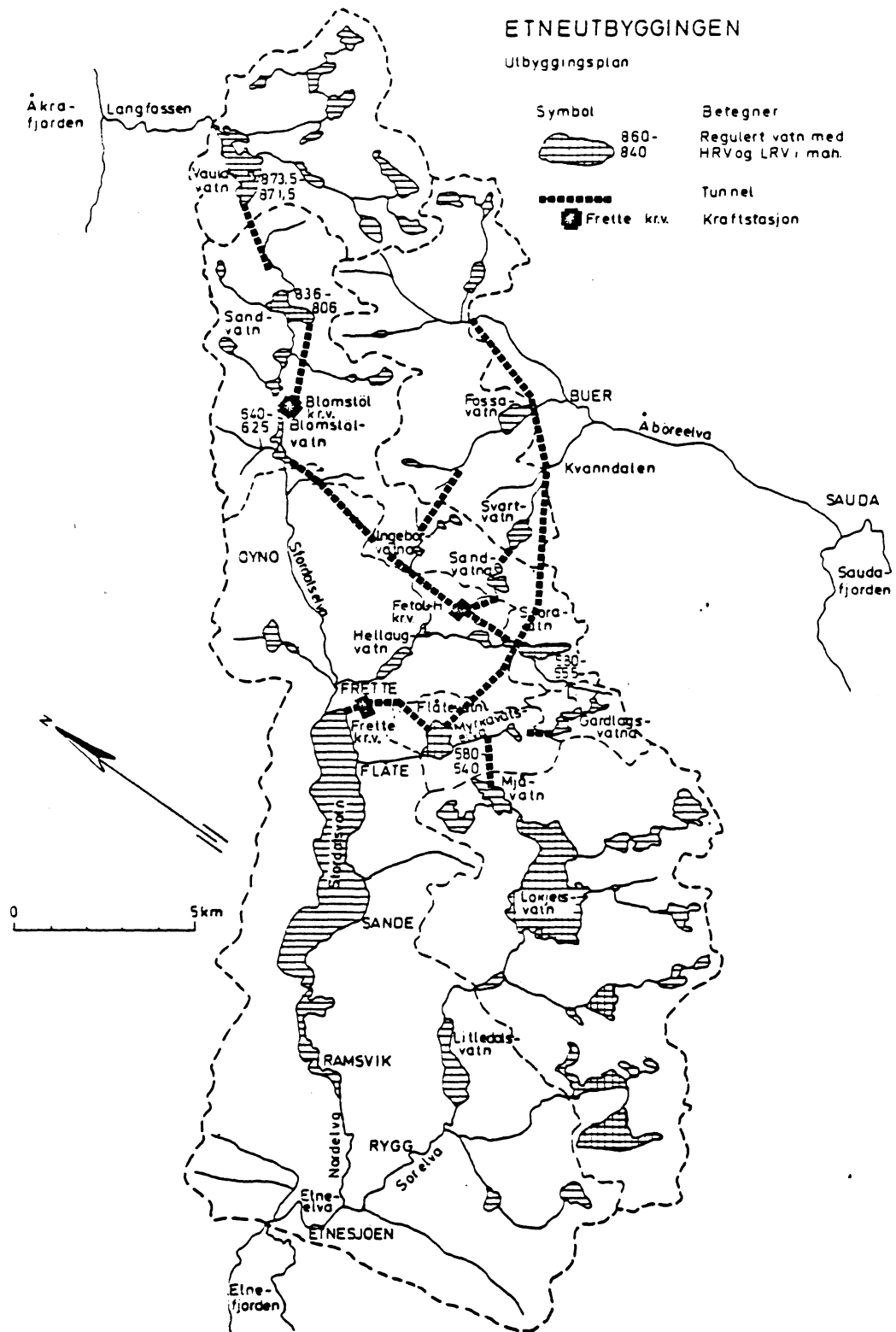


Fig. 2. Kart som viser den utbyggingsplanen som vurderes i rapporten.

Blomstølvatn reguleres opp 15 m og får da HRV på 640 m og LRV = NV på 625 m. Magasinvolumet blir $7,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Fra sørenden av vatnet tas vannet i tunnel videre til Feto kraftverk. Dette kraftverket får to aggregater med adskilte vannveger. Feto L utnytter fallet mellom Blomstølvatn og Storavatn og får slukeevne $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette aggregatet vil produsere 64% vinterkraft og vil om vinteren stort sett kjøres parallelt med Blomstøl kraftverk. Sommerproduksjonen vil derimot kunne bli større enn i Blomstøl kraftverk. Aggregatet i Feto H vil nytte fallet mellom inntakene i elvene nedenfor Ingebørvatna og Sandvatna og ned til Storavatn. Feto H får bare et ubetydelig magasin og må kjøres på det til enhver tid tilgjengelige tilsig. Slukeevnen blir $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$ og fordelingen på vinter- og sommerkraft blir 32/68. Avløpet fra både Feto L og Feto H vil komme ut i Storavatn i en felles tunnel i nordenden av vatnet.

Storavatn heves 7,5 m og senkes 17,5 m slik at HRV blir 580 m og LRV 555 m. Magasinvolumet blir $9,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Vannet tas videre i en tunnel fra nordenden av vatnet, dvs. i den samme enden som utløpstunnelen fra Feto kraftverk vil komme. Overføringstunnelen ender i Flåtevatn.

Flåtevatn heves 33,5 m og senkes 6,5 m slik at HRV blir 580 m og LRV 540 m. Magasinvolumet blir $29,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ og Flåtevatn blir dermed det største magasinet i den skisserte utbyggingen. Fra Flåtevatn tas så vannet i tunnel ned til Frette kraftverk. Frette kraftverk får en installasjon på to Francisturbiner hver med slukeevne $10 \text{ m}^3/\text{s}$ og ytelse 46 MW. Med full drift kan derfor Frette kraftverk yte 92 MW med et vannforbruk på $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Årsproduksjonen blir i middel 360 GWh fordelt med 61% vinterkraft og 39% sommerkraft. Produksjons simulering er utført av ing. Berdal A/S og viser at Frette kraftverk i et medianår kan kjøres forholdsvis jevnt hele året. I et dårlig vannår vil det derimot måtte bli stopp på ettersommeren og ettersommeren. Avløpsvannet fra Frette kraftverk vil komme ut i østenden av Stordalsvatn.

Det er også planlagt å overføre avløpet fra Myrkavatselva i en tunnel til Mjåvatn hvorfra det renner videre til Løkjelsvatn og kan nyttes i de eksisterende kraftstasjonene i Litledalen. I den forbindelse overføres også Gardlagsvatna til Myrkavatn.

2.2 Kompenserende tiltak

Det er til nå ikke framlagt konkrete planer fra utbyggeren om kompenserende tiltak f.eks. i form av minstevassføringer eller terskelbygging. Det er imidlertid antydning at det kan bli aktuelt med terskelbygging i Åbøreelva ved Buer og i Stordalselva på flate partier mellom Sandvatn og Stordalsvatn. Det er også antydning at kjøringen av Frette kraftverk vil bli pålagt restriksjoner slik at minstevassføringen øker sommerstid i Etneelva.

3. HYDROLOGISKE FORHOLD

Vannstand og vassføringsforholdene i Etnevassdraget må sies å være godt undersøkt. Fig. 1 viser hvor vannstanden og vassføringen er målt i vassdraget. Stasjon 586 Stordalsvatn har vært i kontinuerlig drift siden 1912. Nedbørfeltet er 129 km². Fram til 1969 ble vannstanden avlest manuelt på en vannstandskala, etter 1969 har det vært kontinuerlig registrering på limnigraf. Dataserien fra Stordalsvatn er i dag en av de lengste uregulerte seriene vi har fra Vestlandet.

Stasjonen 589 Rygg ligger i Sørenelva og ble opprettet i 1923. Avlesningene er hele tiden blitt foretatt manuelt på en skala. Sørenelva har vært regulert i hele måleperioden. Nedbørfeltet er 94 km².

Tilsammen registrerer vannmerkene 586 og 589 avrenningen fra et felt på 223 km². Dette er 91% av Etnevassdragets totale nedbørfelt.

Vannstanden i Løkjelsmagasinet registreres manuelt ved stasjon 587 Løkjelsvatn.

I 1981 ble det opprettet vannstandsregistreringer ved stasjonene 2429 Blomstølvatn og 2447 Hellaugvatn. For stasjon 2429 er det målt opp en foreløpig vassføringskurve.

I Åbøreelva ble det høsten 1983 opprettet to vannmerker, hhv. 2564 Høllandsfossen og 2565 Buer. For stasjon 2564 Høllandsfossen er det målt opp en foreløpig vassføringskurve.

I Vulavassdraget er det ingen stasjoner. Hydrologisk avdeling utarbeidet i 1982 et isohydatkart som dekker hele det aktuelle utbyggingsområdet. Dette kartet viser at den normale spesifikke avrenningen varierer fra rundt 55-60 l/s km² nede ved Etnefjorden og Saudafjorden til over 115 l/s km² i de øverste feltene i Stordalselva, Vulavassdraget og Åbøreelva. Medregnet ca. 300 mm årlig fordamping så skulle dette tilsvare en årsnedbør på ca. 2000 mm ved fjordnivået og ca. 4000 mm i maksimalområdet i fjellet.

3.1 Normale vassføringer

I fig. 3 er vist den midlere vassføringen som er registrert i perioden 1924-1983, dvs. i løpet av 60 år ved stasjonene 586 og 589. Stasjon 586 Stordalsvatn er uregulert og har årlig to markerte perioder med høy vassføring. Vårperioden fra slutten av april til ut i juni er forårsaket av snøsmelting i fjellområdene, mens vassføringstoppen i september-november skyldes regn. Lavvassføringen inntreffer vanligvis i februar-mars da det går ca. 6 m³/s ut av Stordalsvatn.

For stasjon 589 er bildet noe annerledes. Sørenelvas vassføring påvirkes som nevnt sterkt av reguleringen av Løkjelsvatn. Uttappingen av dette magasinet foregår i perioden desember-mars, mens

oppfyllingen foregår om våren og utover sommeren. Vassføringskurven i fig. 3 viser da også at vintervassføringen er litt høyere i Sørrelva enn i Nordelva, men vårflommen er omtrent borte. Lavvassføringen inntreffer i overgangen juli-august og ligger rundt $4 \text{ m}^3/\text{s}$. Det er videre en tendens til en kuliminasjon under høstregnet i oktober, men dette er ikke særlig markert.

Kurvene i fig. 3 er middelerverdier for en lang årrekke. Variasjonene fra år til år og spesielt fra uke til uke kan være meget store. For stasjon 586 er det f.eks. registrert døgnmiddelvassføringer som varierer fra $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ til $238 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ved å summere verdiene fra de to stasjonene 586 og 589 får vi som nevnt ovenfor, registrert nesten hele vassføringen i Etneelva ved utløpet i fjorden. Dette er vist i fig. 4. På grunn av den ulike avløpsfordelingen i Sørrelva og Nordelva gir summen av de to elvene en avløpsfordeling som viser relativt små variasjoner over året. Laveste ukemiddel kommer normalt i mars og ligger på ca. $13 \text{ m}^3/\text{s}$, mens sommerminimumet i overgangen juli/august ligger på ca. $16 \text{ m}^3/\text{s}$. Vassføringstoppene under vår- og høstkuliminasjonene ligger på $25\text{--}30 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.2 Vassføringer i 1983-84

Undersøkelsene av isforhold og vanntemperatur i Etnevassdraget har foregått i 1983 og 1984. Det er derfor av spesiell interesse å se hvordan vassføringsforholdene var i disse to årene.

I fig. 5 er plottet opp data fra vannmerke 586 for de to aktuelle årene i samme diagram i form av ukemidler. 1983 var et uvanlig nedbørrikt år. Årsmiddelvassføringen ved vannmerket var $19,1 \text{ m}^3/\text{s}$ hvilket var 155% av normalverdien og 1983 ble det vannrikeste året siden 1949. Store snømengder i fjellet bidro til å holde vassføringen høy langt utover sommeren selv om sommernedbøren ikke var høyere enn normalt. Høstmånedene var uvanlig regnfulle med en kuliminasjon i slutten av oktober. Høyeste vassføring ble observert 27. oktober da det gikk $143 \text{ m}^3/\text{s}$ ut av Stordalsvatn, dette var den største observerte vassføring siden 1956. 1984 ble et mer normalt hydrologisk år. Årsmiddelervidien ble $12,5 \text{ m}^3/\text{s}$, hvilket er 102% av normalverdien. Etter vinteren var tørr og kjølig og vassføringen var da nede i $1\text{--}2 \text{ m}^3/\text{s}$. Vårflommen kom omtrent som normalt, men lite nedbør i juni og juli gjorde at vassføringen sank raskt igjen til et lavt nivå. De laveste sommervassføringene forekom i siste halvdel av august da det bare gikk $1,5\text{--}2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ut av Stordalsvatn. Kraftig regnvær 29.-31. august ga en kortvarig flomtopp. I høstmånedene var vassføringen igjen forholdsvis normal, men også da med en kraftig oktoberflom.

Det er tatt ut foreløpige vassføringsdata for stasjonen 2564 Høllandsfossen i Åbøreelva i perioden 5. mai-30. september 1984. Døgnmiddelvassføringen for denne stasjonen er plottet sammen med tilsvarende verdier fra stasjon 586 Stordalsvatn i fig. 6. En ser at Åbøreelva har større og raskere variasjoner enn Etneelva, men at vassføringsforløpet ellers er meget likt. At Etneelva reagerer tregere enn Åbøreelva må tilskrives den utjevneende virkningen av

VANNFØRINGSDATA (UKESMIDLER) FOR STNR:

586 - 0

PERIODE:

1924 - 1983

589 - 0

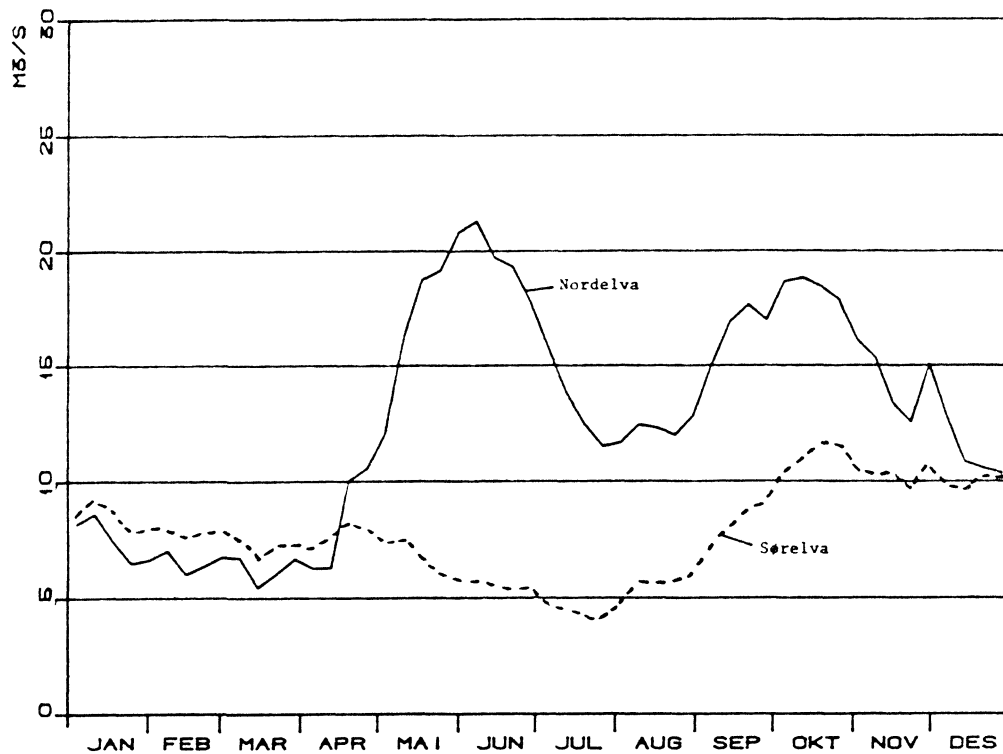


Fig. 3. Vassføringen ved vannmerkene 586 Stordalsvatn i Nordelva og 589 Rygg i Sørrelva. Ukesmiddelerverdier for perioden 1924-1983.

VANNFØRINGSDATA (UKESMIDLER)

PERIODE:

1924 - 1983

UTLØP I ETNEFJORDEN

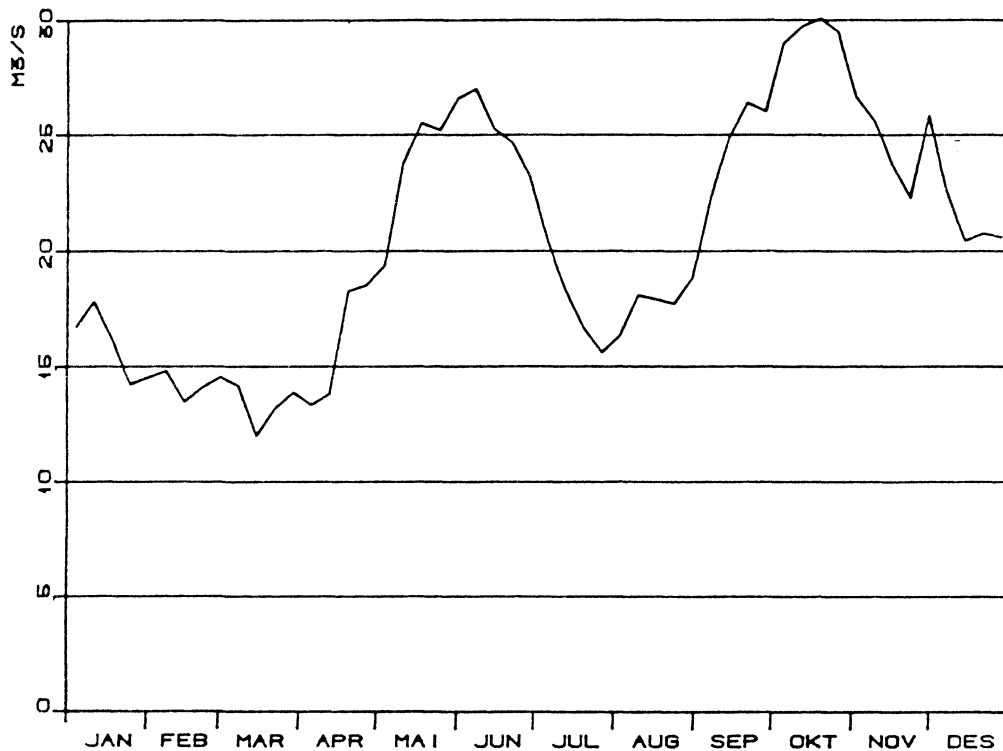


Fig. 4. Summen av vassføringene ved vannmerkene 586 Stordalsvatn og 589 Rygg. Ukesmiddelerverdier for perioden 1924-1983. Kurven representerer nesten hele vassføringen ved utløpet i Etnefjorden.

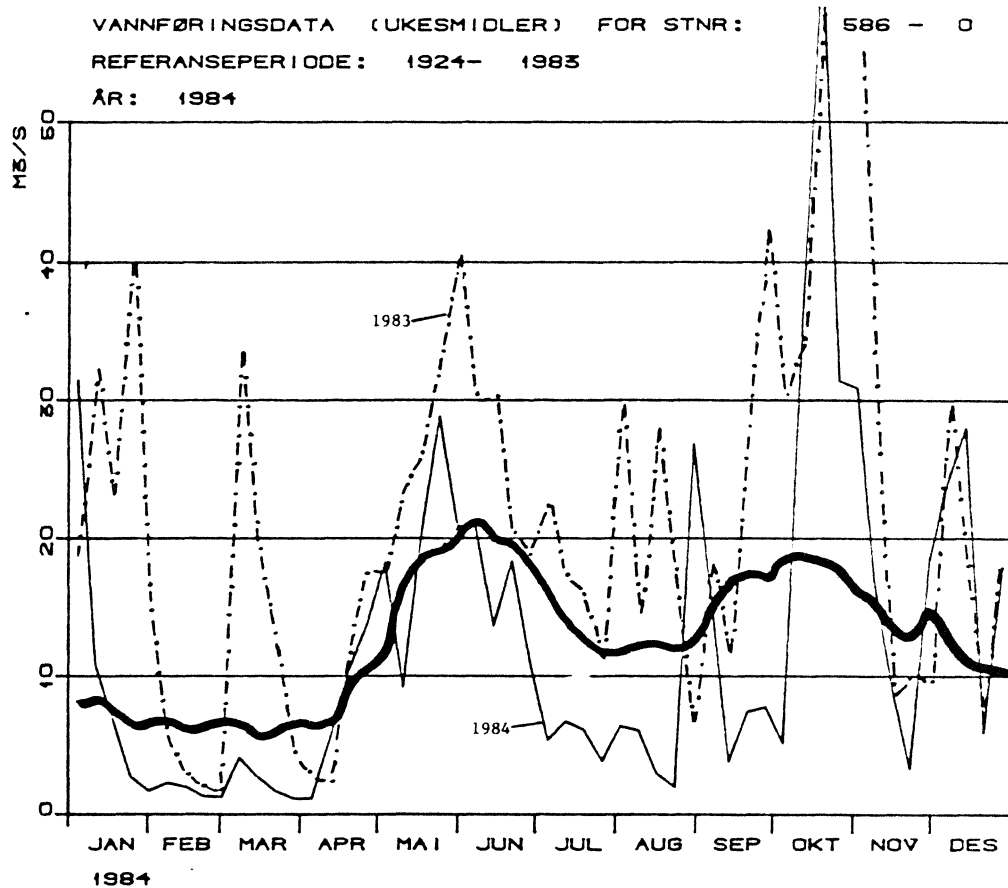


Fig. 5. Vassføringene ved vannmerke 586 Stordalsvatn i 1983 og 1984 plottet mot middelkurven for perioden 1924-1983. Ukesmiddelverdier.

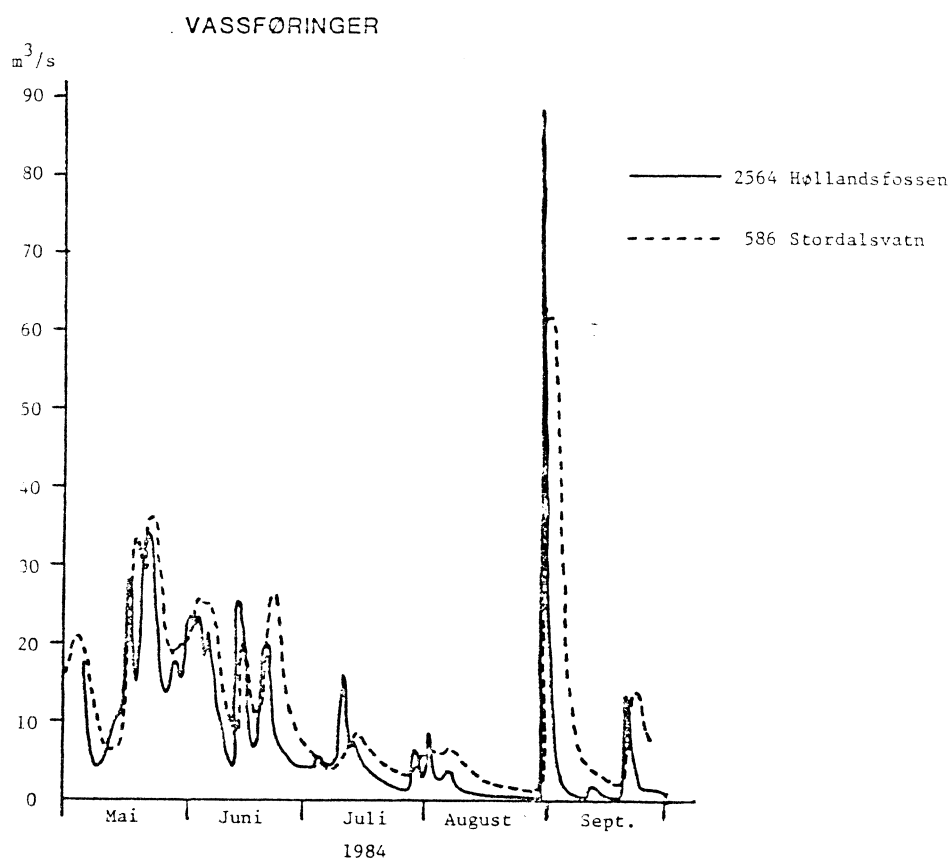


Fig. 6. Vassføringene ved vannmerkene 586 Stordalsvatn i Nordelva og 2564 Høllandsfossen i Åbøreelva sommeren 1984. Døgnmiddelverdier.

Stordalsvatn. Også i Åbøreelva sank vassføringen til meget lave verdier i august og kom helt ned i ca. $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Nærmere studier av limnigrammene viser at snøsmeltingen var merkbar i Åbøreelva fram til ca. 20. juli.

Tilsiget til Etnefjorden i 1984 er vist i fig. 7.

Fordi kraftverkene i Litledalen var under ombygging sommeren 1984 så ble det tappet lite vann fra Løkjelsmagasinet. Vassføringen i Etneelva ble derfor meget liten i juli og august og var langt under det normale, sammenlikn med fig. 4.

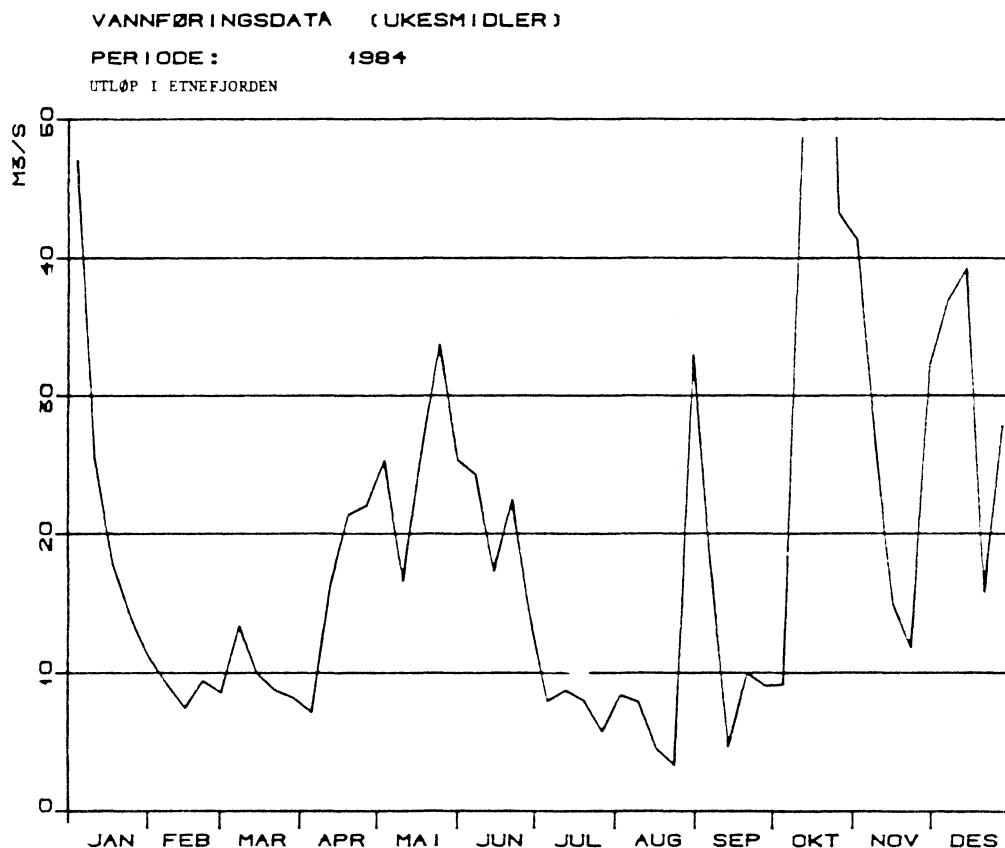


Fig. 7. Summen av vassføringene ved vannmerkene 586 Stordalsvatn og 589 Rygg i 1984. Ukesmiddelverider.

3.3 Vassføringer etter en utbygging

Ing. A. B. Berdal har utarbeidet en egen rapport om vassføringsforholdene i Etnevassdraget før og etter utbygging. Vassføringene er beregnet som en kombinasjon av tilsigsserien til Sauda I kraftverk og data fra vannmerke 586 Stordalsvatn. Det er også lagt inn verdier for antatt vannforbruk i Frette kraftverk og manøvreringen av magasinene. Verdier for vassføringen ved percentilene 0%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90% og 100% er gitt i rapportene for følgende punkter:

- Stordalselva før sammenløp Hellaugelva.
- Hellaugelva før sammenløp Stordalselva.
- Nordelva ved utløp av Stordalsvatn.
- Etneelva ved utløp i fjorden.

I fig. 8 er tegnet opp medianvassføringen ved Stordalselvas innløp i Stordalsvatn, dvs. summen av de to første punktene nevnt ovenfor. En ser at vintervassføringen ikke reduseres spesielt mye fordi det meste av tilsiget da kommer fra lavtliggende felter nedenfor magasinene. Det er spesielt vår- og sommervassføringen fra snøsmeltingen som reduseres, flømtoppen går ned fra ca. $18 \text{ m}^3/\text{s}$ til ca. $6 \text{ m}^3/\text{s}$. Årsmiddelvassføringen reduseres fra $8,3 \text{ m}^3/\text{s}$ før utbygging til $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ etter utbygging.

I fig. 9 er vist medianverdiene fra utløpet av Stordalsvatn. Det er også tegnet inn driftsvassføringen i Frette kraftverk slik Berdal har beregnet den. Figuren viser at vassføringen øker relativt mest på ettervinteren og ettersommeren. Som årsmiddel øker

VASSFØRINGER I STORDALSELVA VED INNLØP STORDALSVATN. MEDIANVERDIER

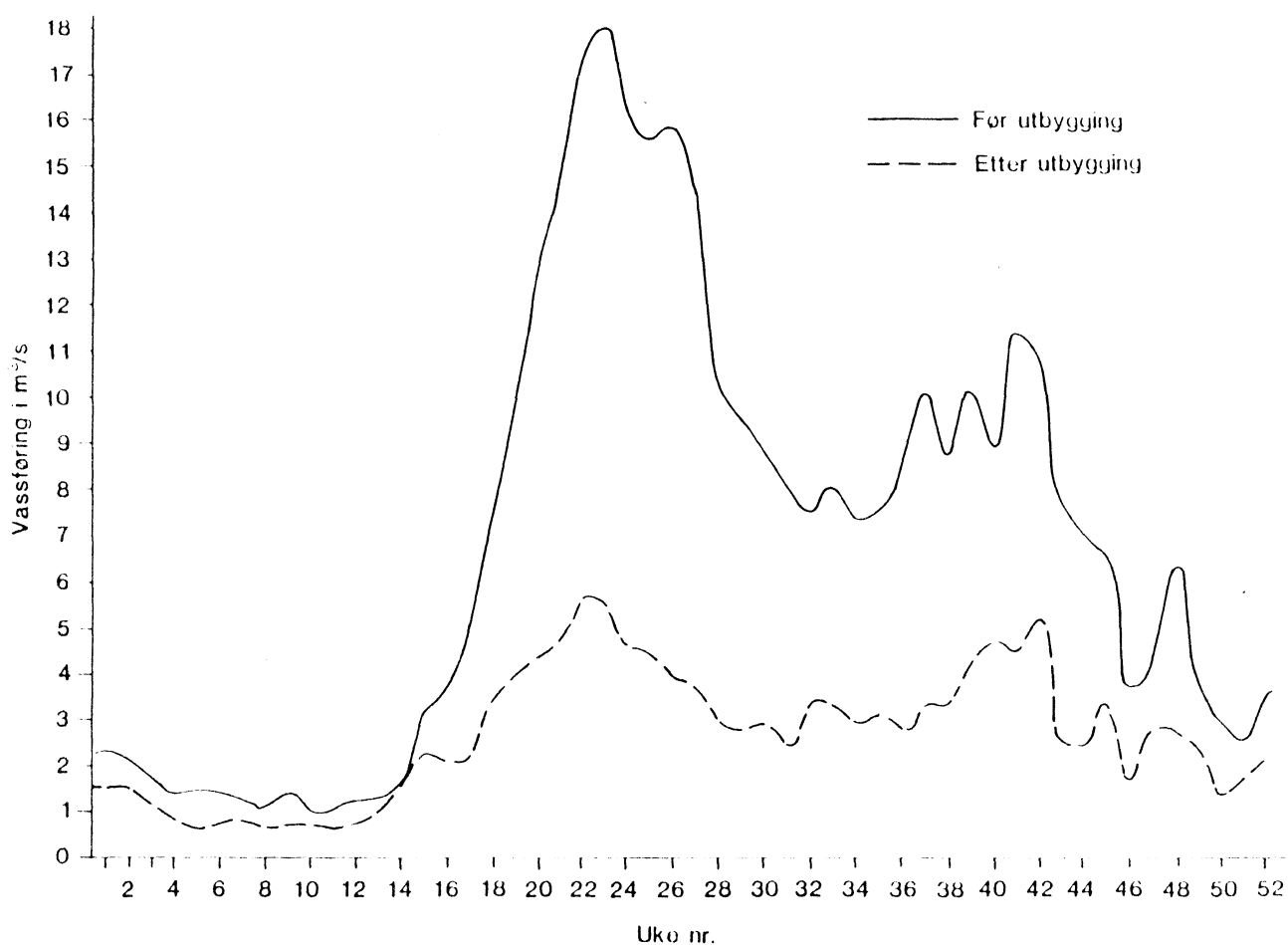


Fig. 8. Vassføringen i Stordalselva ved innløpet i Stordalsvatn. Ukesmedianverdier før og etter utbygging tegnet etter data, Berdal (1984).

VASSFØRINGER UT AV STORDALSVATN. MEDIANVERDIER.

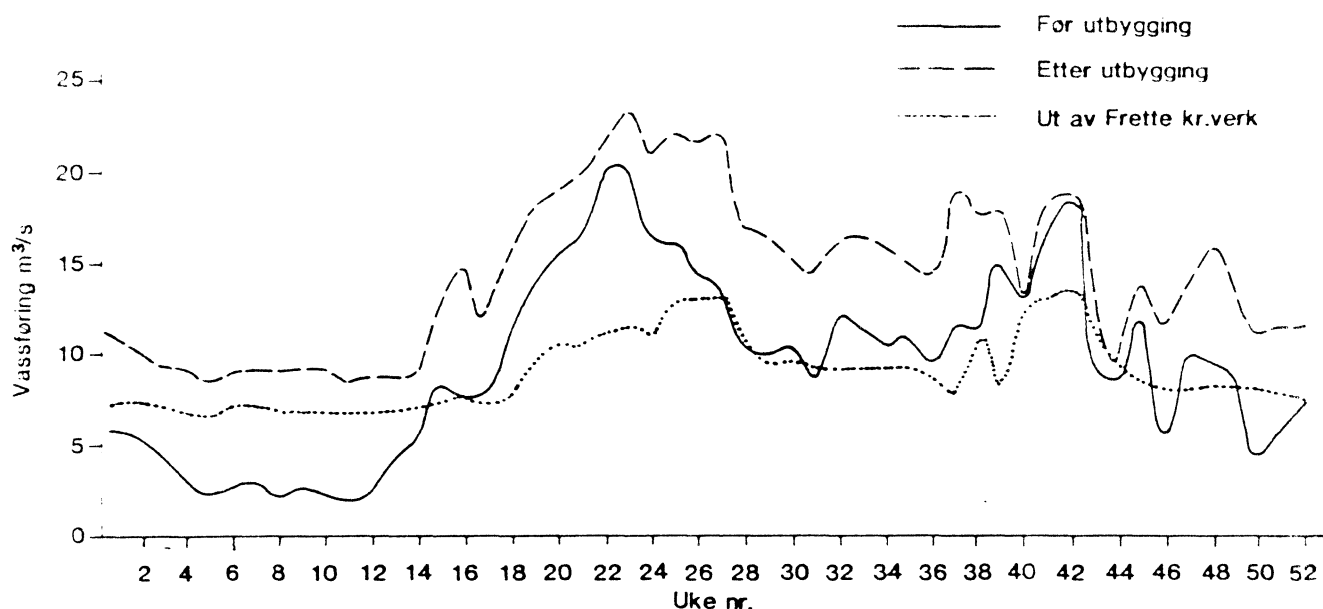


Fig. 9. Vassføringen i Nordelva ved utløpet av Stordalsvatn. Ukesmedianverdier før og etter utbygging tegnet etter data i Berdal (1984).

VASSFØRINGER I ETNEELVA VED UTLØP I FJORDEN. MEDIANVERDIER.

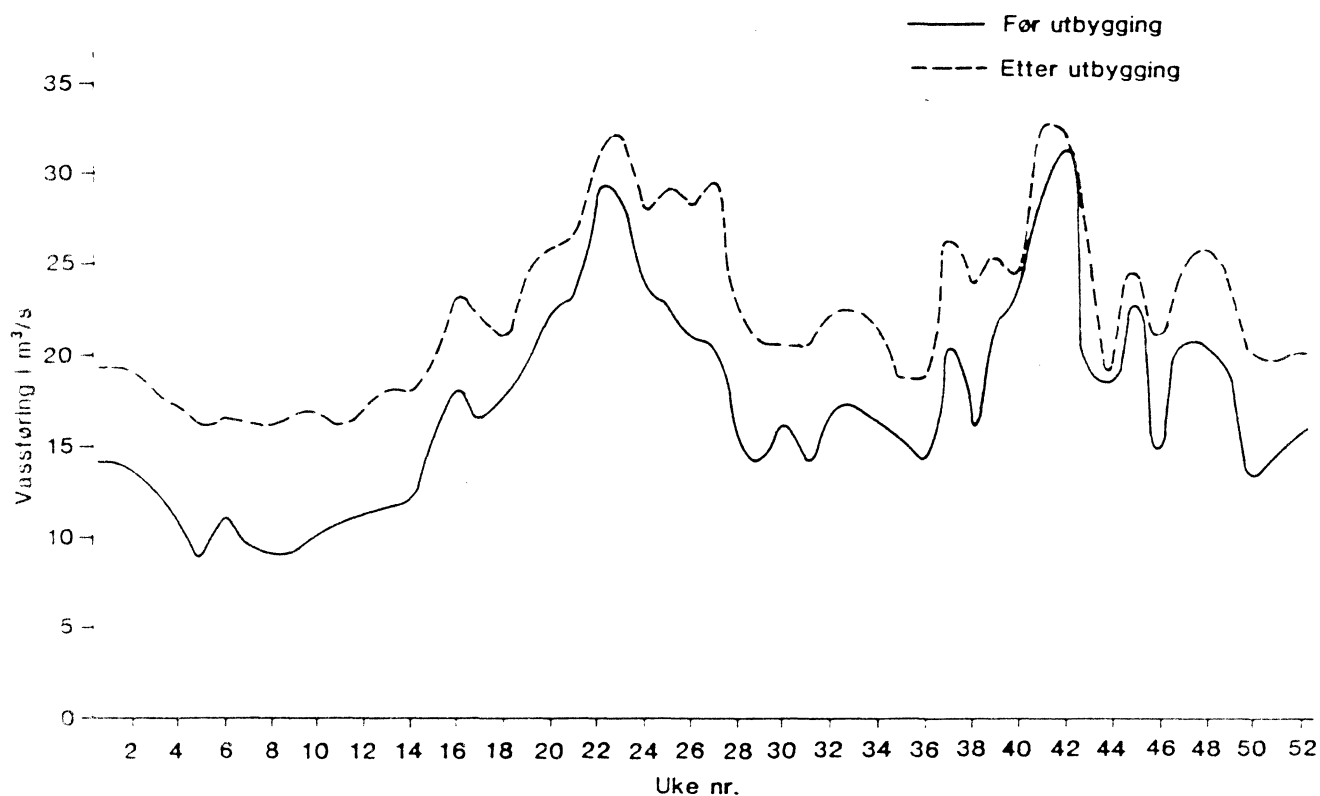


Fig. 10. Vassføringen i Etneelva ved utløpet i Etnefjorden. Ukesmedianverdier før og etter utbygging tegnet etter data i Berdal (1984).

vassføringen ut av Stordalsvatn fra 12,6 m³/s til 16,5 m³/s. En sammenlikning mellom fig. 3 og fig. 9 viser at middelvassføringen (fig. 3) ligger noe høyere enn medianvassføringen (fig. 9), spesielt i vintermånedene. Medianvassføringen har også en markert "dump" i uke 43 og 44 som en ikke finner igjen i middelvassføringen.

Fig. 10 viser vassføringen ut i Etnefjorden før og etter utbyggingen. Som for fig. 9 ser vi at det er vassføringen på ettervinteren og ettersommeren som øker relativt mest. Årsmidlet øker fra 21,7 m³/s til 25,6 m³/s. De forskjeller mellom median- og middelværddier som ble funnet for utløpet av Stordalsvatn finnes også i verdiene for utløpet i Etnefjorden. For Åbøreelva og Vaulavassdraget er det ikke oppgitt tall for vassføringen før og etter utbygging. For Åbøreelva vil nok bildet bli meget likt med fig. 8 fordi nedbørfeltens størrelse er omtrent like og restfeltene blir også forholdsvis like med hensyn til størrelse og høydefordeling.

I Vaulavassdraget blir det nesten ingen vassføring i elva nedenfor Vaulavatn i perioden 01.10.-30.04. mens det resten av året ikke skal bli endringer fra dagens vassføring.

4. KLIMA

Det er ingen faste værstasjoner i Etnevassdraget, men to nedbørstasjoner henholdsvis på Sørheim i Etnesjøen og ved Litledalen kraftverk. Ved Skogplanteskolen i Etnesjøen har det vært registrert lufttemperatur og relativ fuktighet i perioden 1958-1971. Dataene er ikke publisert, men professor Utaaker har gjort en vurdering av datamaterialet i sin utredning om lokalklimatiske forhold i forbindelse med utbyggingsplanene (Utaaker, 1985).

I desember 1983 ble det satt opp en midlertidig automatisk værstasjon ved Frette. Dataene fra denne stasjonen er brukt dels til den lokalklimatiske vurderingen og dels til vurderinger og beregninger i forbindelse med vanntemperatur- og isforhold i Stordalsvatn. Stasjonen registrerer lufttemperatur, relativ fuktighet, vindhastighet og vindretning hver time. Resultater fra denne stasjonen omtales nærmere i kap. 4.3.

De av Meteorologisk Institutt's faste værstasjoner som ligger nærmest utbyggingsområdet er stasjonene i Sauda og på Nedre Vats. Stasjonen i Sauda ligger 5 m o.h. i Sauda sentrum mens stasjonen på Nedre Vats ligger 64 m o.h. i et åpent dalføre litt nord for Vatsfjorden ca. 30 km sørvest for Etnesjøen.

4.1 Normale forhold

I fig. 11 er vist den normale lufttemperaturgangen ved Nedre Vats og i Sauda. Tross den relativt korte avstanden mellom stasjonene

(ca. 50 km) viser kurvene at vinterklimaet er adskillig kaldere i Sauda enn i Nedre Vats. Normalt er lufttemperaturen i Sauda under frysepunktet i perioden 15. desember-10. mars mens tilsvarende periode på Nedre Vats bare er fra 1. til 20. februar. På den annen side er sommertemperaturen litt høyere i Sauda enn på Nedre Vats. Sauda har altså et adskillig mer innlandspreget temperaturklima enn Nedre Vats.

Utaaker (1985) har vurdert temperaturklimaet ved Skogplanteskolen i Etnesjøen og har funnet at middeltemperaturen her ligger et sted mellom verdiene fra Nedre Vats og Sauda og da nærmest Saudaverdiene. Særlig gjelder dette vintermånedene. Nedenfor er gjen-gitt en tabell som viser normalverdier fra de aktuelle meteorologiske stasjonene.

Tabell 1. Måned- og årsmidler av lufttemperaturen i °C og nedbørsummer i mm for en del stasjoner i området. Normaler 1931-60. Beregnete verdier for Etne*(Planteskolen) er basert på et noe ufullstendig observasjonsmateriale. (Fra Utaaker, 1985).

	m o.h. H	Jan	Febr	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	År
Sauda	5	-2.4	-2.0	0.8	5.1	10.1	13.0	15.5	14.8	10.9	6.4	2.7	0.0	6.2
Nedre Vats	64	0.4	-0.2	2.1	5.2	9.9	12.6	14.9	14.3	11.5	7.7	4.4	2.1	7.1
Etne *	15	-1.2	-1.2	1.4	5.2	10.0	12.8	15.3	14.6	11.3	7.0	3.6	0.9	6.7
<u>Nedbør</u>														
Sauda	5	205	165	114	145	83	121	121	155	216	242	231	249	2047
Nedre Vats	64	183	140	104	132	87	138	150	200	235	236	215	210	2030
Etne (Sørheim)	35	159	132	91	124	73	119	120	162	193	216	198	198	1785
Litledal	83	177	149	105	138	86	136	141	179	215	252	222	221	2021

Utaaker har også gjort en vurdering av hvor mange dager minimums-temperaturen kommer under -10 °C ved de aktuelle stasjonene. I en "normal" vinter blir dette 20 dager i Sauda, 15 i Etnesjøen og 9 dager på Nedre Vats. I en "kald" vinter blir tilsvarende tall 48, 37 og 25 dager.

4.2 Værforholdene i 1983-85

Fordi vanntemperatur- og isundersøkelsene i vassdraget har pågått fra november 1983 er det av spesiell interesse å se litt nærmere på værforholdene i perioden november 1983-februar 1985.

I fig. 11 er det plottet inn månedsmiddeltemperaturene i Sauda og på Nedre Vats. I middel var temperaturen i vintermånedene (inkl. mars) meget nær det normale på Nedre Vats og litt mildere enn normalt i Sauda. Mai og juni 1984 var begge varmere enn normalt, spesielt var det en periode rundt månedsskiftet mai/juni som var meget varm. I juli, august og september var temperaturen igjen nær det normale, mens månedene oktober, november og desember alle var mildere enn normalt. Spesielt november var mild, hele 3,3 °C over normalen i Sauda. Ved årsskiftet 1984/85 kom et

markert værskifte og både januar og februar 1985 ble kaldere enn normalt. I januar var middeltemperaturen på Nedre Vats hele 4,5 °C under normalen.

LUFTTEMPERATURER

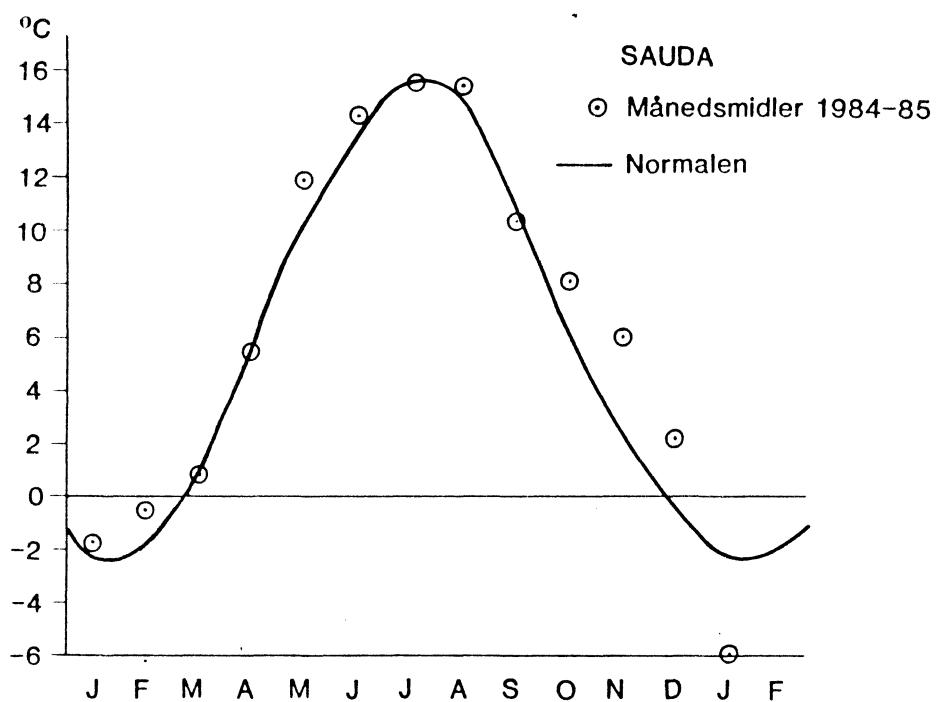
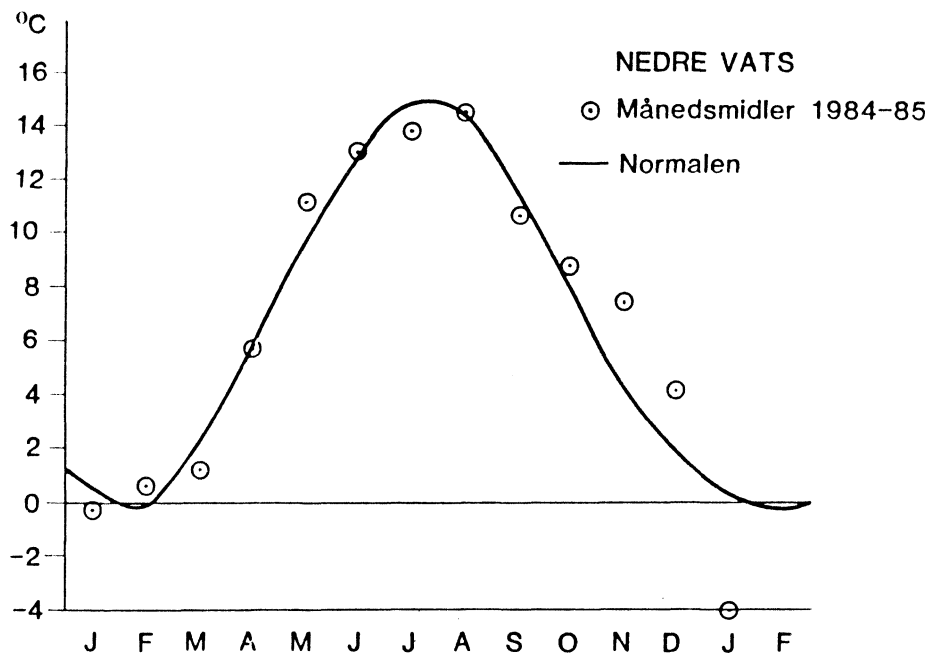


Fig. 11. Kurver som viser normal lufttemperaturgang ved stasjonene Nedre Vats (øverst) og Sauda (nederst). Månedsmiddelverdiene fra 1984 er plottet inn.

Nedbørmessig ble 1984 ikke langt fra normal i Etneområdet i års-sum. Det spesielle var at både våren og sommeren 1984 var relativt tørre slik at vassføringen på slutten av sommeren ble meget lav i alle elvene, se kap. 3.2. Sommeren 1984 kan karakteriseres som en godværsommer med rolige vindforhold, lite nedbør, mye sol, men ikke spesielt høye lufttemperaturer i juli og august.

4.3 Værstasjonen på Frette

Stasjonen er satt opp ca. 50 m fra østenden av Stordalsvatn like sør for gården til Trygve Frette. Stasjonen ligger ca. 60 m o.h. Rett i sør reiser Fretshovda seg bratt opp fra dalbunnen og skygger for sola i sektoren fra øst til sør-vest hele året. Stasjonen vil derfor ligge noe lenger i skyggen enn bebyggelsen på Frette. I forhold til de dominerende vindretningene inn og ut dalen, dvs. fra sørvest og nordøst, ligger stasjonen fritt eksponert.

For de månedene stasjonen har vært i kontinuerlig drift, dvs. fra mai 1984 til februar 1985, er det beregnet middelveidier for noen av de værparametre som også måles i Sauda og på Nedre Vats. Verdiene er satt opp i tabellen nedenfor.

Måned		S = Sauda			NV = Nedre Vats			F = Frette			Rel. fuktighet		
		Middeltemp.			Max. temp.			Min. temp.					
		S	NV	F	S	NV	F	S	NV	F	S	NV	F
		°C			°C			°C			%		
Mai	1984	11,9	11,1	10,7	24,4	25,5	24,2	- 0,4	0,0	- 0,8	69	67	71
Juni	1984	14,2	13,0	13,1	27,2	26,2	25,2	5,0	4,4	4,3	69	69	74
Juli	1984	15,4	13,8	14,2	28,2	26,2	26,7	7,8	6,4	8,0	72	72	80
August	1984	15,4	14,5	14,2	25,8	24,0	22,9	7,2	7,0	7,7	74	75	84
September	1984	10,3	10,5	10,5	18,7	18,0	16,9	2,8	2,5	3,5	79	73	78
Oktober	1984	8,1	8,7	8,8	16,7	14,6	14,3	2,4	1,5	2,7	85	80	82
November	1984	6,0	7,4	8,1	12,7	15,0	16,3	- 3,7	- 1,0	- 1,0	75	63	64
Desember	1984	2,2	4,1	4,4	12,5	11,8	12,9	- 6,6	- 4,0	- 3,6	86	71	73
Januar	1985	-6,0	-4,1	-3,8	3,0	5,2	5,8	-18,0	-15,4	-15,8	88	80	80

Det ser ut som om Frette temperaturmessig ligger nærmest verdiene fra Nedre Vats i de fleste månedene. Fig. 12 viser ukesmiddel-temperaturene fra de tre stasjonene i perioden 01.01.1984-01.02.1985. Størsteparten av tiden ligger kurvene for Frette og Nedre Vats meget nær hverandre.

Når det gjelder luftfuktigheten og vindstyrken, så er det litt vanskeligere å sammenlikne de tre stasjonene direkte. Verdiene fra Sauda og Nedre Vats er beregnet på grunnlag av bare tre observasjoner hvert døgn, mens det på Frette er brukt 24 observasjoner i døgnet. Luftfuktigheten på Nedre Vats og på Frette synes å ligge ganske nær hverandre. Vindstyrkene er i middel meget lave både i Sauda og på Nedre Vats, ingen måneder hadde i middel over 1 m/s. Den måneden som var mest blåsende var november, da noterte

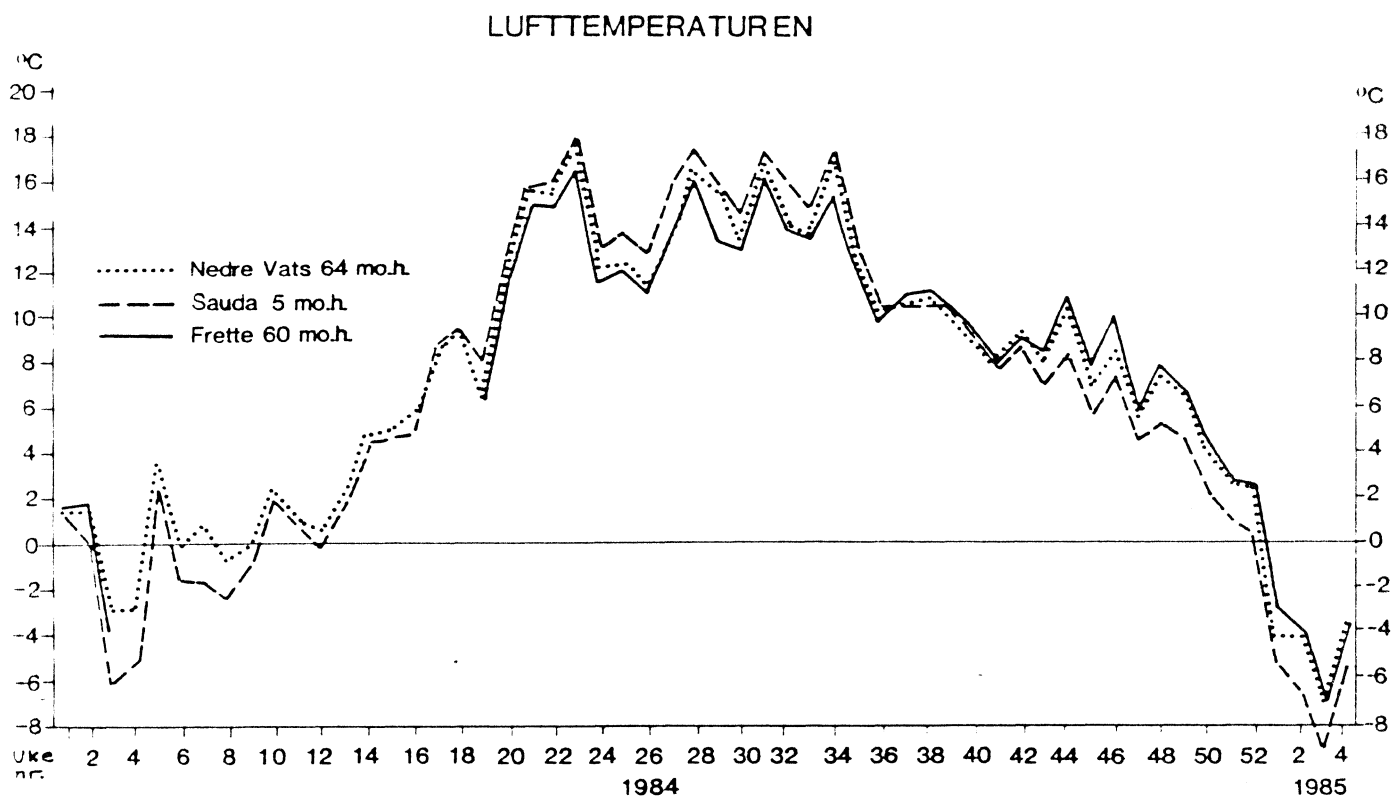


Fig. 12. Ukesmiddelverdier for lufttemperaturen i Sauda, Nedre Vats og på Frette i perioden 1.1.1984–1.2.1985.

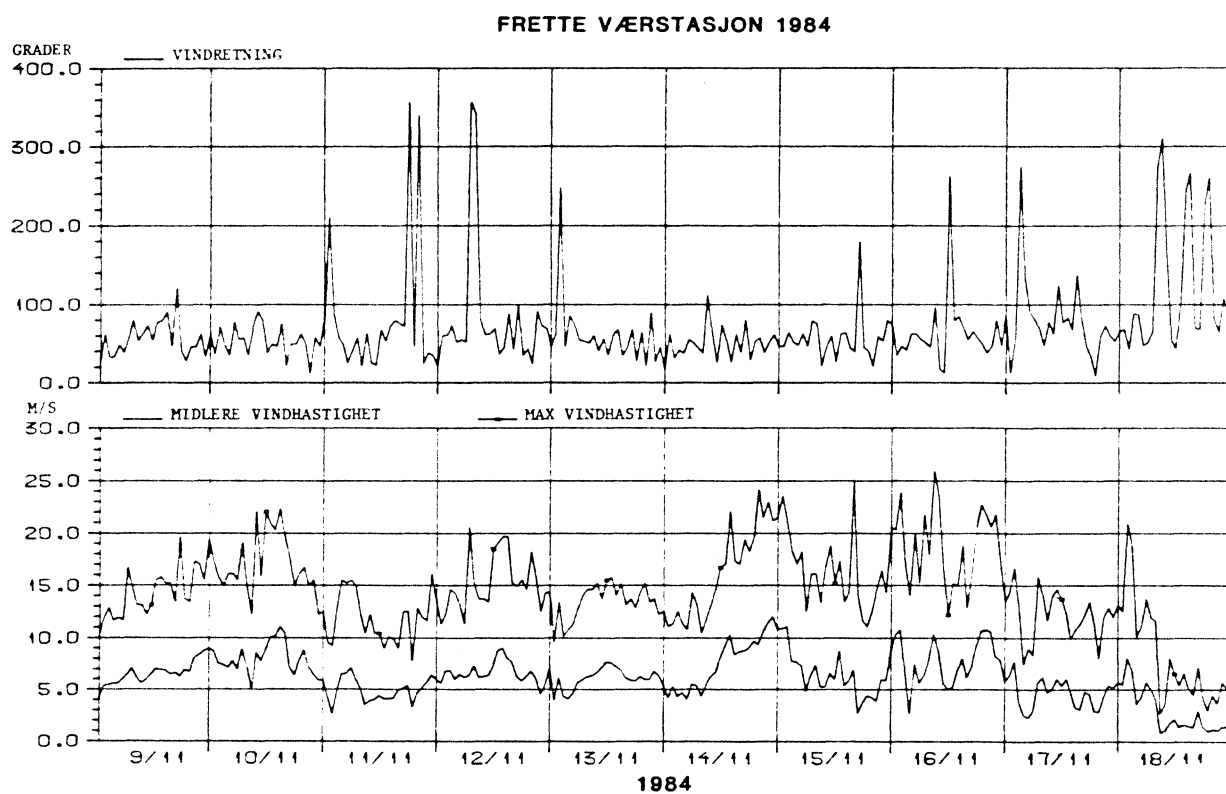


Fig. 13. Vindforholdene på Frette værstation 9.-18. november 1984.

Sauda 2 døgn med vindstyrker opp i liten kuling, Nedre Vats hadde 3. På Frette var det i november 5 døgn hvor en eller flere times-middelverdier kom opp i liten kuling.

Det kan se ut som om klimaet på Frette er såpass oseanisk påvirket at observasjonene fra Nedre Vats er mer representative enn observasjonene fra Sauda, til tross for at Sauda ligger adskillig nærmere enn Nedre Vats. Som nevnt tidligere konkluderte Utaaker med at vinterklimaet i Etnesjøen er mer likt klimaet i Sauda. Dette kan indikere at vinterklimaet er kaldere i Etnesjøen enn på Frette.

Det er hevdet at fallvindene ned fra Stordalen kan være meget sterke på Frette. Vinddataene viser da også at det i perioder kan være meget sterk vind. Spesielt i høstmånedene 1984 var det lange perioder med sterk østavind. Fig. 13 viser vindstyrke og vindretning i perioden 09.11.-18.11. Det blåste nesten hele tiden kraftig fra øst-nordøst og i kastene kom vindstyrken opp i 25 m/s som tilsvarende full storm. Samtidig var det tørt og varmt med lufttemperatur opp i 15 °C og relativ fuktighet ned i 25%. Det er slike vindsituasjoner som kan bidra til å holde østenden av Stordalsvatn åpen store deler av vinteren og bryter opp isen dersom den har lagt seg i en rolig periode. Se nærmere om dette i kap. 6.1.1.

5. VANNTEMPERATUREN FØR UTBYGGING

De stasjonene hvor det har vært foretatt vanntemperaturmålinger er vist i fig. 1.

Vanntemperaturmålinger ved utløpet av Stordalsvatn (stasjon 18301) ble satt i gang allerede i juni 1969 under den Internasjonale Hydrologiske Dekaden (IHD). Målestedet er fra brua ved Ramsvik og målingene tas med kvikksølvtermometer hver morgen på mandag, onsdag og fredag. Målestedet er alltid isfritt, slik at målingene kan tas året rundt. Fordi målestedet egentlig ligger i en innsnevring av Stordalsvatn er det vurdert nærmere om det kan oppstå sjiktninger i vannet ved målestedet. I så fall vil det kunne bli forskjellig temperatur ved toppen og bunnen av vannstrømmen og måleresultatet vil være avhengig av hvor dypt i vannet målingen tas. Det er imidlertid ikke funnet sjiktning av noen betydning ved målestedet. Dette skyldes nok at det oppstrøms målestedet finnes flere trange og grunne sund i Stordalsvatn hvor vannet kan blandes.

I Etnelva (stasjon 18303) ca. 0,5 km ovenfor utløpet i fjorden, ble det satt ut en automatisk temperaturlogger i oktober 1983. Loggeren registrerer vanntemperaturen hver 4. time. Det viste seg at uvedkommende hadde dratt loggeren opp på land hele tre ganger i løpet av 1984. Det mangler derfor data fra store deler av juli og august.

Tilsvarende loggere ble satt ut i Stordalselva ved Frette (stasjon 18305) og i Åbøreelva ved Høllandsfossen (stasjon 17001) i mai 1984. Begge disse loggerne gikk feilfritt resten av måleperioden.

I Stordalsvatn utenfor Flåte ble det 3. mai 1984 satt ut en Aanderå TR-1-logger som registrerte temperaturen i 11 punkter fra 1,4 m til 50,4 m under vannoverflaten. Denne loggeren fungerte tilfredsstillende fram til 30. august.

Ved besøk i området er det blitt målt manuelle temperaturprofiler i Stordalsvatn, i Flåtevatn, i Mjåvatn og i Storavatn.

5.1 Temperaturforholdene i innsjøene

Temperaturforholdene i Stordalsvatn er vist i fig. 14 og 15. Fig. 14 viser en samling temperaturprofiler fra overflaten ned til 50 m dyp målt ved loggeren utenfor Flåte. Vinterprofilen fra 08.02.1985 viser at det da var 4 °C i vannet fra 7 m dyp og helt til bunnen. Bare laget over 7 m dyp var avkjølt under 4 °C. Dette er en uvanlig høy vintertemperatur og er nok igjen en følge av den uvanlig milde høsten 1984 som ble etterfulgt av plutselig overgang til streng kulde ved årsskiftet. Stordalsvatn ble derfor mindre avkjølt enn vanlig før isleggingen fant sted 08.-09. januar 1985. Etter isleggingen skjer det bare en minimal avkjøling av vannmassene under isen. Vintertemperaturen i en innsjø bestemmes derfor hovedsakelig av værforholdene før isleggingen finner sted.

Profilene fra sommeren 1984 viser hvordan sprangsjiktet utviklet seg fra midten av mai, da det lå på ca. 7 m, til slutten av oktober da det var kommet ned i ca. 35 m dyp. Sprangsjiktet var forholdsvis stabilt hele sommeren og lå mellom 7 og 15 m dyp til slutten av august. At ikke sprangsjiktet kom dypere før ut i september, skyldes nok mest at det var så rolige vindforhold hele sommeren 1984. Erfaringene fra andre innsjøer med lengre måleserier, f.eks. Mjøsa, tilsier at rolige vindforhold og varme somrer gir stabile sprangsjikt høyt oppe i vannmassene og varmt overflatevann, men kaldt dypvann. Somrer med mer urolig vær vil derimot gi et svakere sprangsjikt noe dypere nede i vannmassene og mindre temperaturskille mellom lagene. I somrer med mer urolig vær enn i 1984 kan en derfor vente temperaturprofiler med andre sjiktningsforhold enn de i fig. 14. Fig. 15 viser hvordan temperaturutviklingen foregikk i 8 forskjellige måledyp. En ser tydelig hvordan en periode med forholdsvis sterk vind 1.-4. juni blandet forholdsvis varmt overflatevann ned i større dyp og hever temperaturen litt på 22, 30 og 50 m dyp. For måledypene 30 og 50 m er det omtrent uendret temperatur etter denne vindepisoden i juni.

Mer spredte målinger fra Storavatn, Flåtevatn og Mjåvatn er vist i fig. 16. Det kan bemerkes at Storavatn var ca. 1 °C kaldere enn Flåtevatn i april 1984 og at begge vatna må ha vært adskillig nedkjølt før isleggingen foregikk vinteren 1983/84. I slutten av august 1984 var det et markert sprangsjikt mellom 8 og 10 m dyp i

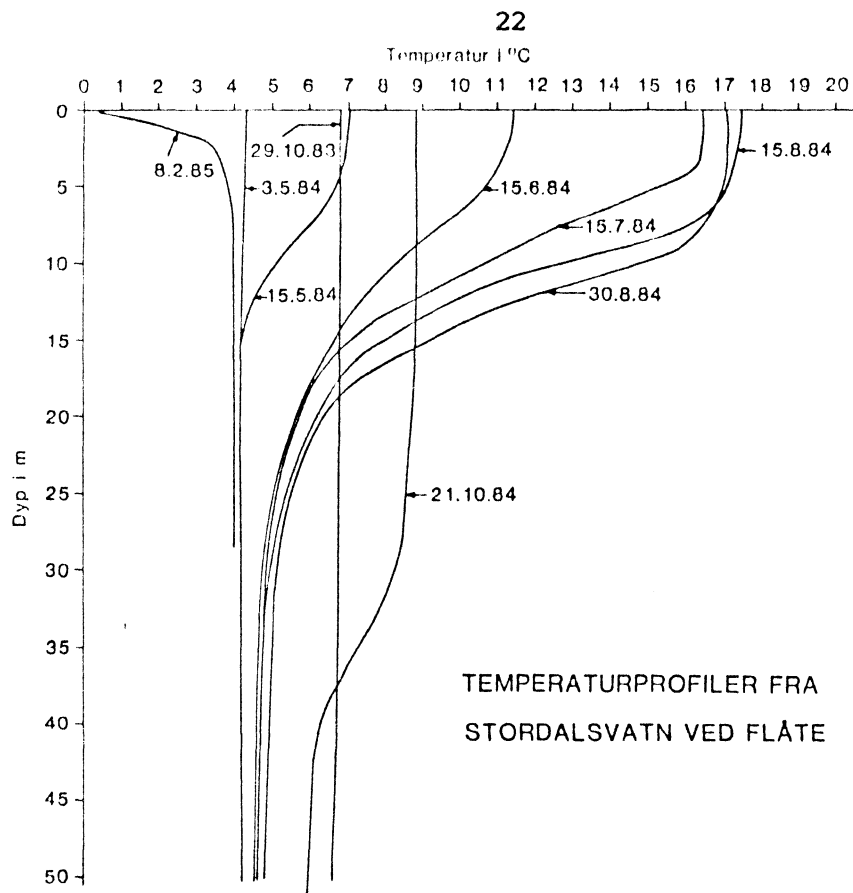


Fig. 14. Temperaturprofiler i Stordalsvatn utenfor Flåte.

TEMPERATURDATA (DØGN-VERDIER) I 1984
STASJON: 18306 STORDALSVATN

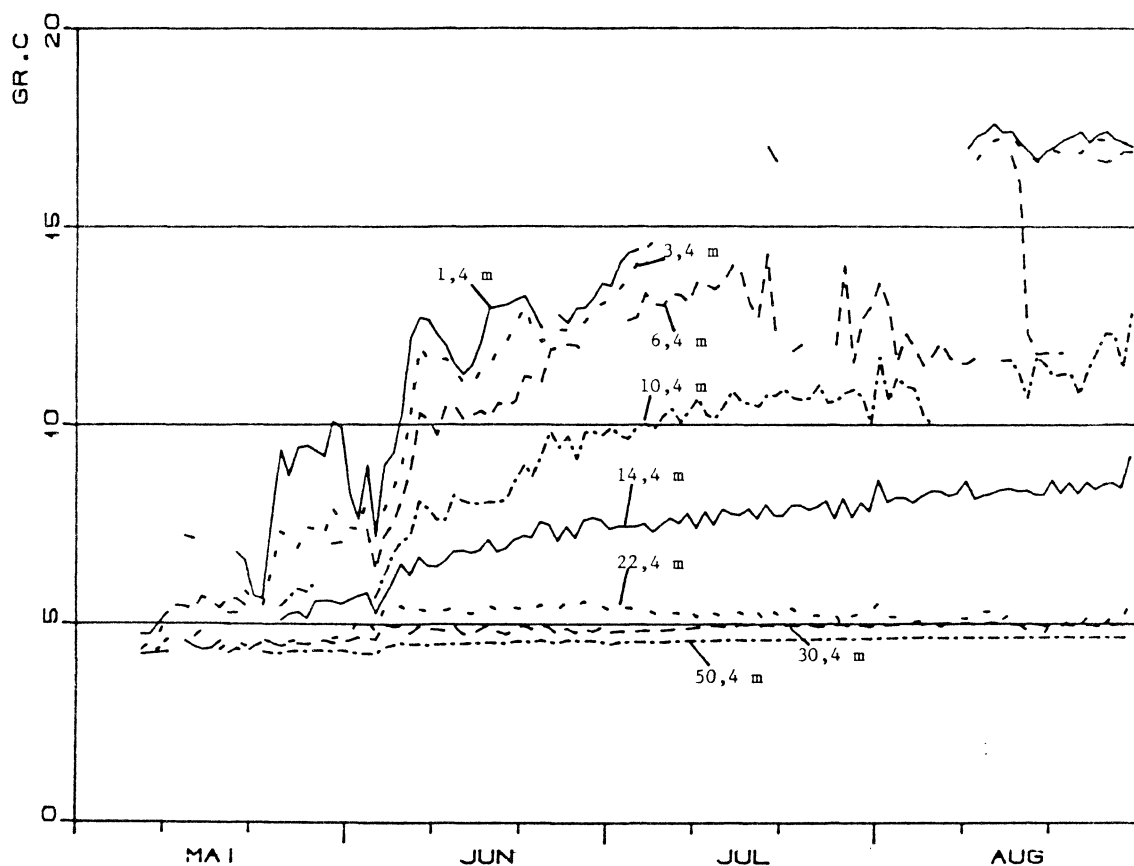


Fig. 15. Temperaturutviklingen ved loggeren i Stordalsvatn sommeren 1984. Temperaturen i 8 faste måledyp er plottet.

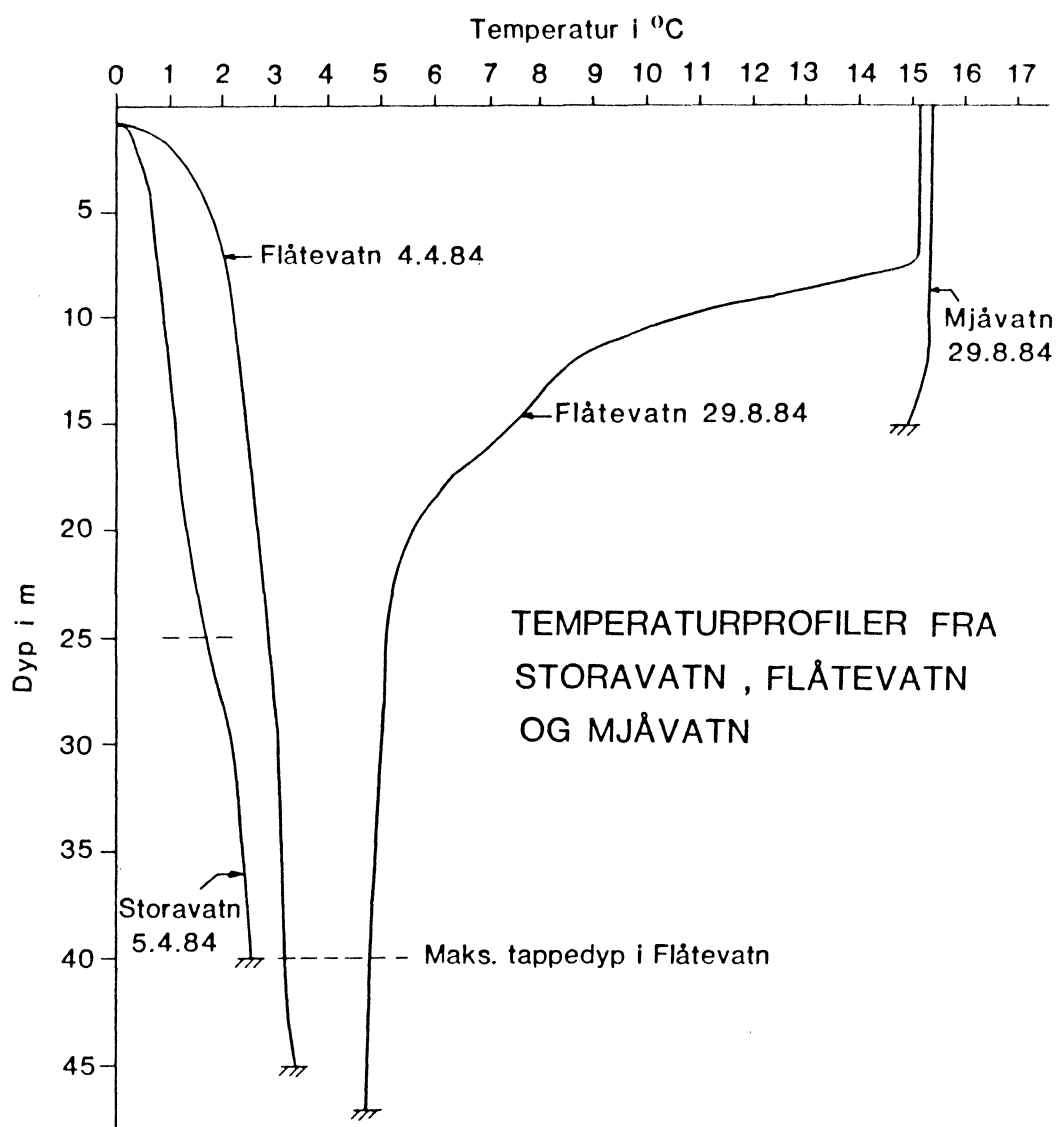


Fig. 16. Temperaturprofiler fra Flåtevatn, Storavatn og Mjåvatn.

Flåtevatn og et homogent topplag på 15,2 °C. Mjåvatn som er et grunt vatn med maksimal dyp på ca. 15 m, var derimot uten sprangsjikt og hadde en nesten homogen temperatur på rundt 15 °C helt til bunns. Forklaringen kan være at i Mjåvatn vil en del av solstrålingen over det meste av vatnet kunne nå helt til bunnen og absorberes der. Om natten føres denne energien tilbake til vannlaget nær bunnen med varmeledning. Vannet blir derfor oppvarmet både fra overflaten og fra bunnen. I det dype Flåtevatn, derimot, vil all solstråling absorberes i vannet over det meste av arealet. Sterkere vindomrøring i Mjåvatn enn i Flåtevatn kan også være en medvirkende årsak, men dette har ingen konkrete holdpunkter for.

5.2 Temperaturforholdene i elvene

De vanntemperaturstasjonene som er benyttet i rapporten er nevnt

i innledningen til dette kapitlet. I Etnevassdraget er vi i den heldige situasjonen at det eksisterer en homogen og kontinuerlig måleserie som startet i 1969. Det er derfor mulig å gjøre beregninger av de "normale" temperaturforholdene og hvor store avvikene fra denne "normalen" kan bli. Dette gjøres i nedenforstående underkapittel.

5.2.1 Temperaturen ut av Stordalsvatn

I fig. 17 er vist kurvene for middel-, maksimums- og minimumstemperaturen i perioden 1969-1983. Kurvene er beregnet for ukemiddelverdier. Beregningene foregår slik at hele datamengden behandles under ett. F.eks. vil kurven for maksimumstemperaturen være satt sammen av verdier fra mange år og ikke representere et spesielt år. Kurvene gjelder bare for temperaturen ca. kl. 0630, dvs. nær døgnetts minimumstemperatur. Det er ikke undersøkt hvor stor forskjell det vil være mellom middel-, maksimums- og minimumstemperaturen i løpet av døgnet. Måleresultater fra utløpet av Eidfjordvatn i en årrekke viser at døgnamplituden her bare er noen tiendels grader. Samme beskjedne amplitude ble også funnet ved utløpet av Suldalsvatn. Det er derfor grunn til å tro at døgnamplituden ved utløpet av Stordalsvatn sjeldent overstiger 1 °C og oftest ligger under 0,5 °C. Fig. 17 viser noen trekk ved temperaturforholdene ved utløpet av Stordalsvatn som det er nyttig å merke seg. Nedenfor er det satt punktvis opp noen karakteristika:

- Selv midtvinters kommer aldri temperaturen under 1,5 °C.
- Minimumsverdiene inntreffer vanligvis i slutten av februar.
- Relativt minst variasjon fra år til år er det i april og oktober og mest variasjon fra år til år er det i perioden fra midt i juni til midt i juli.
- Maksimumstemperaturen inntreffer vanligvis i midten av august.
- Etneelva er en relativt "varm" elv sammenliknet med andre større vestlandselver med lengre måleserier. Både vinter- og sommertemperaturen er høyere enn i andre større elver i området f.eks. Vossa og Eio. Suldalslågen er litt varmere enn Etneelva om vinteren, men vesentlig kaldere om sommeren.

Sammenlikner vi målingene i 1984 med den "normale" temperaturgangen, så finner vi at vintertemperaturen var meget nær normal. Fra slutten av mai til ut august lå imidlertid temperaturen 1-2 °C over det normale, med unntak for et par uker i overgangen juni/juli. Også i høstmånedene lå temperaturen godt over normalkurven og i noen uker helt opp mot maksimumskurven. Dette bildet stemmer godt overens med det som tidligere i rapporten er beskrevet om vassførings- og værforholdene i 1984, se kap. 3.2 og 4.2, og de temperaturprofiler som ble målt i Stordalsvatn sommeren 1984.

TEMPERATURDATA (UKESMIDLER) FOR STNR: 18301 - 1

REFERANSEPERIODE: 1969- 1983

ÅR: 1984

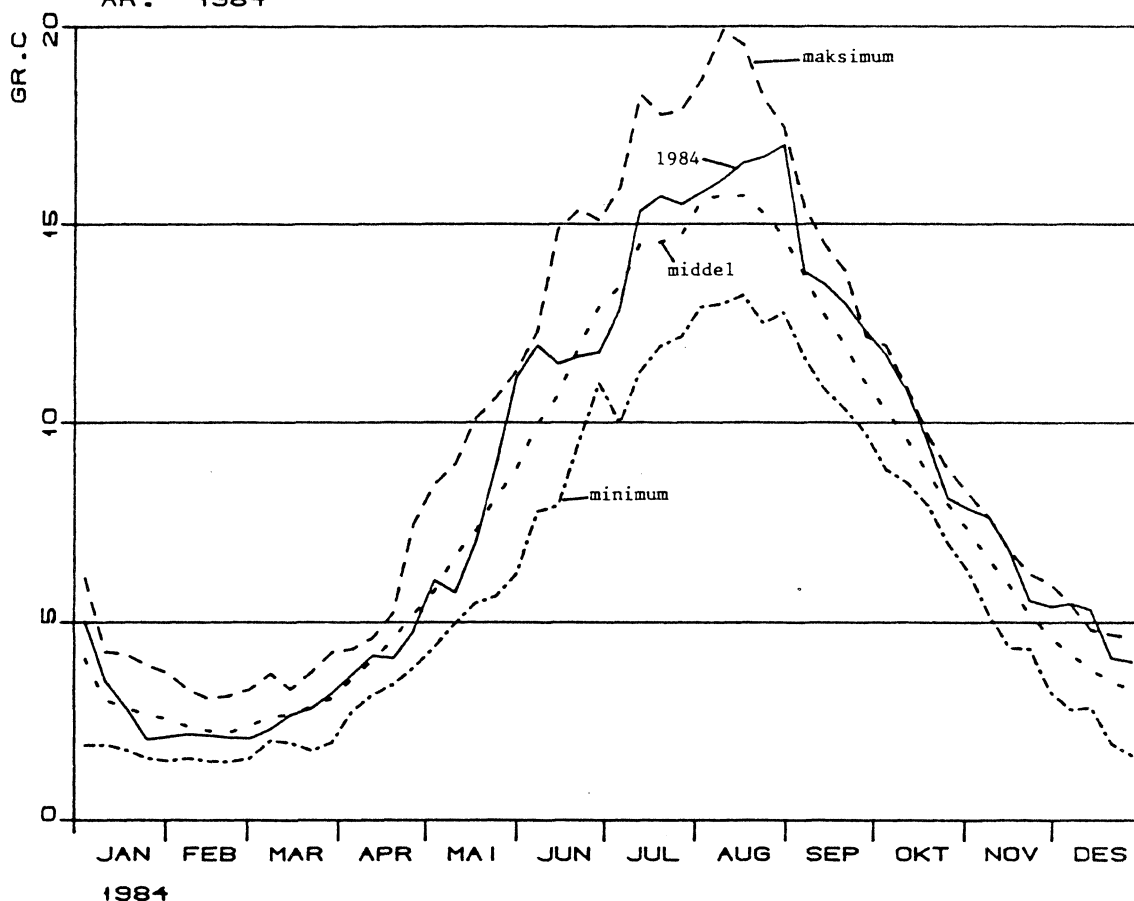


Fig. 17. Kurver over middel-, maksimums- og minimumstemperaturene ut av Stordalsvatn i perioden 1969-83 basert på målinger ca. kl. 0630. Verdiene for 1984 er også tegnet inn. Det er brukt ukesmiddelverdier.

5.2.2 Temperaturforholdene i 1984

I fig. 18, 19 og 20 er vist daglig maksimums- og minimumstemperaturer ved de tre målestedene som hadde automatiske temperaturmålere i 1984. Fig. 18 viser kurvene fra Åbøreelva ved Høllandsfossen. Temperaturen stiger forholdsvis jevnt i mai og juni og når et maksimum i slutten av august. Døgnamplituden er forholdsvis stor i mai, juni og juli og kommer enkelte dager opp i 4-5 °C. Utover høsten synker temperaturen noe ujevnt og når frysepunktet i slutten av desember. I høstmånedene er døgnamplitudene små, oftest under 1 °C.

Fig. 19 viser maksimums- og minimumstemperaturen i Stordalselva ved Frette. Det generelle temperaturbildet er meget likt det som ble beskrevet for Åbøreelva. Minimumstemperaturene i mai-juli ligger imidlertid høyere i Stordalselva enn i Åbøreelva slik at også døgnmiddelverdiene blir litt høyere.

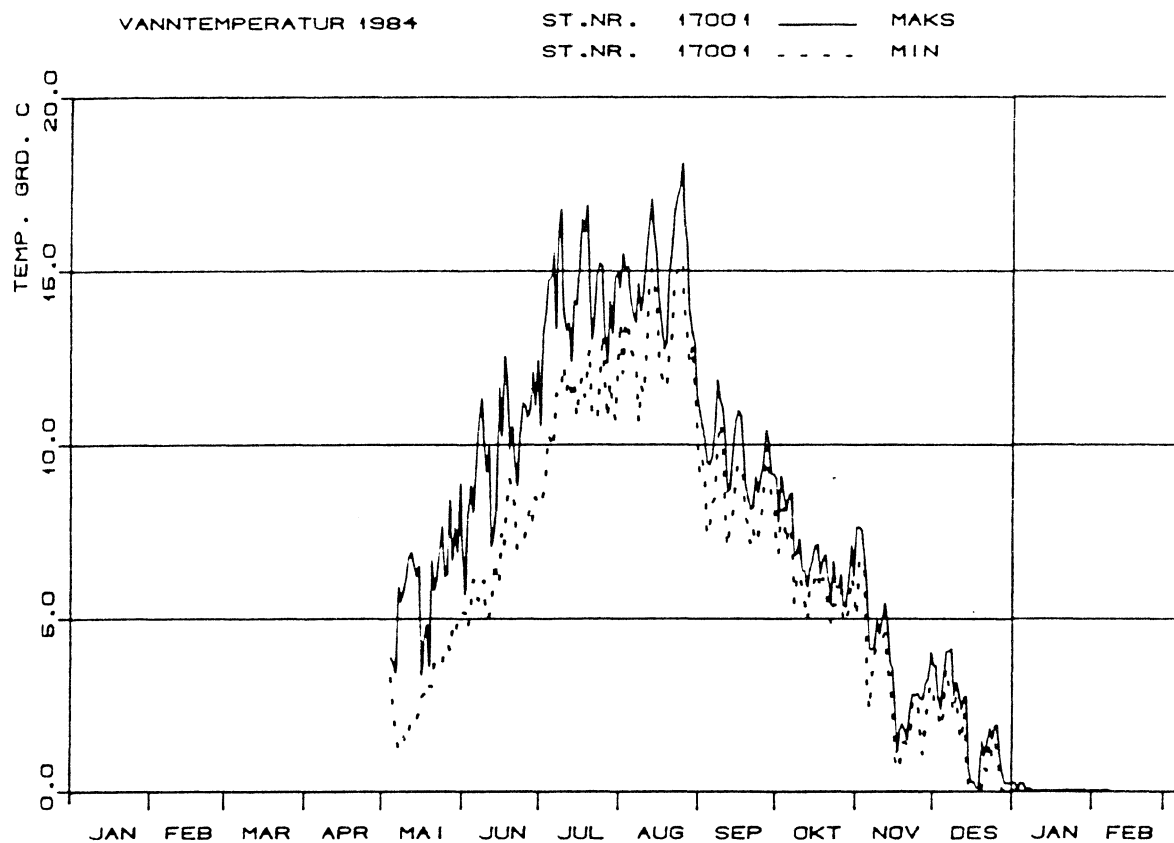


Fig. 18. Daglig maksimums- og minimumstemperatur ved målested 17001 Høllandsfossen i Åbøreelva.

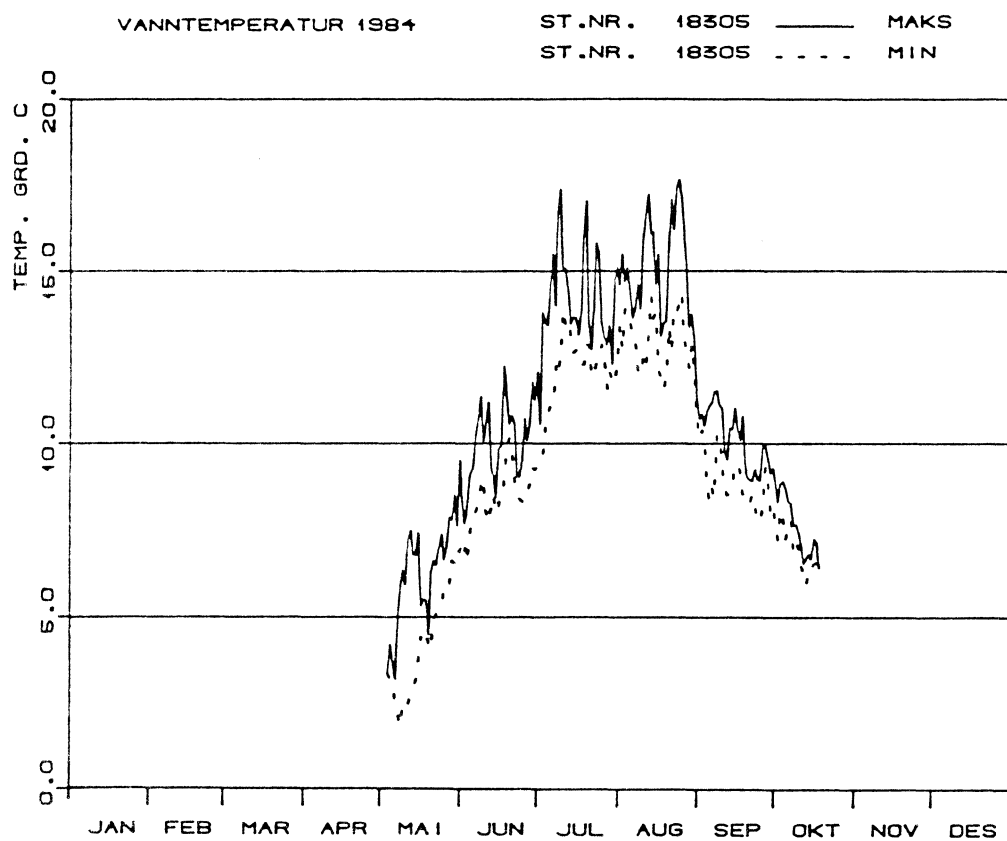


Fig. 19. Daglig maksimums- og minimumstemperatur ved målested 18005 Frette i Stordalselva.

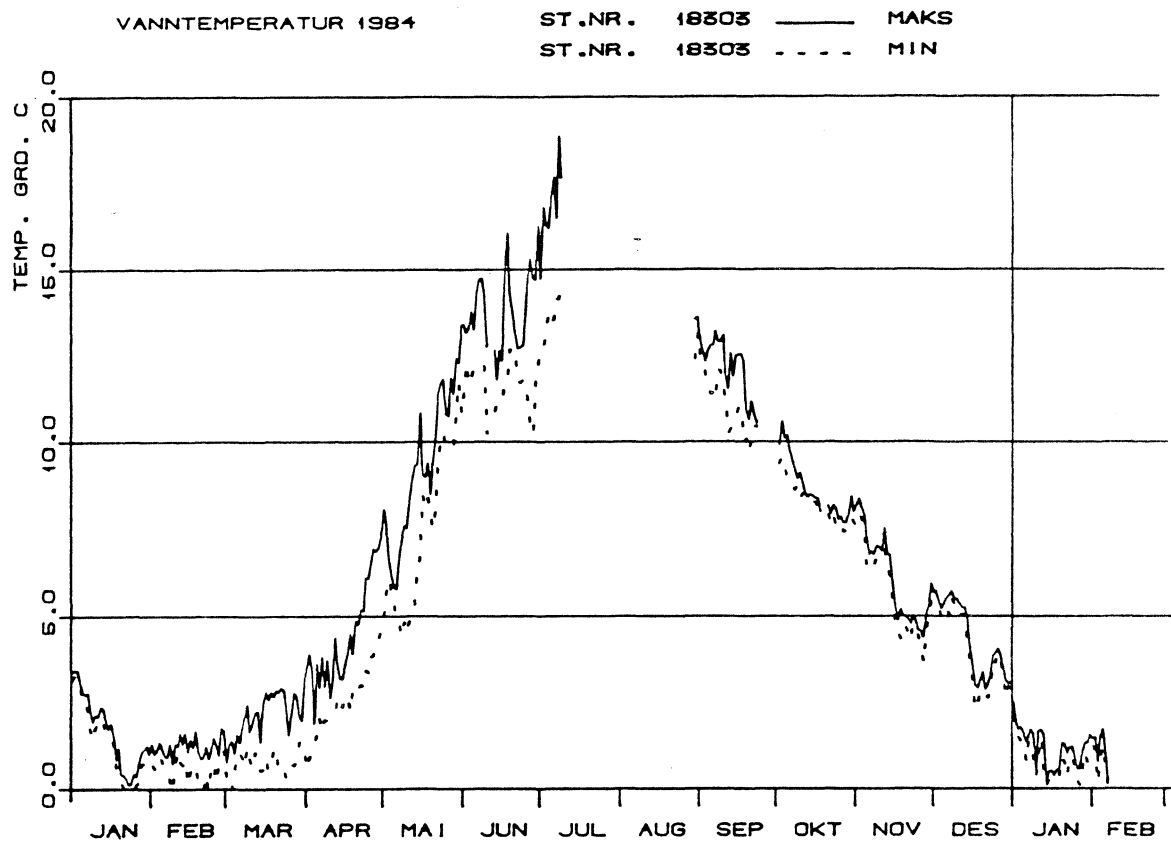


Fig. 20. Daglig maksimums- og minimumstemperatur ved målested 18003 Etnesjøen i Etneelva.

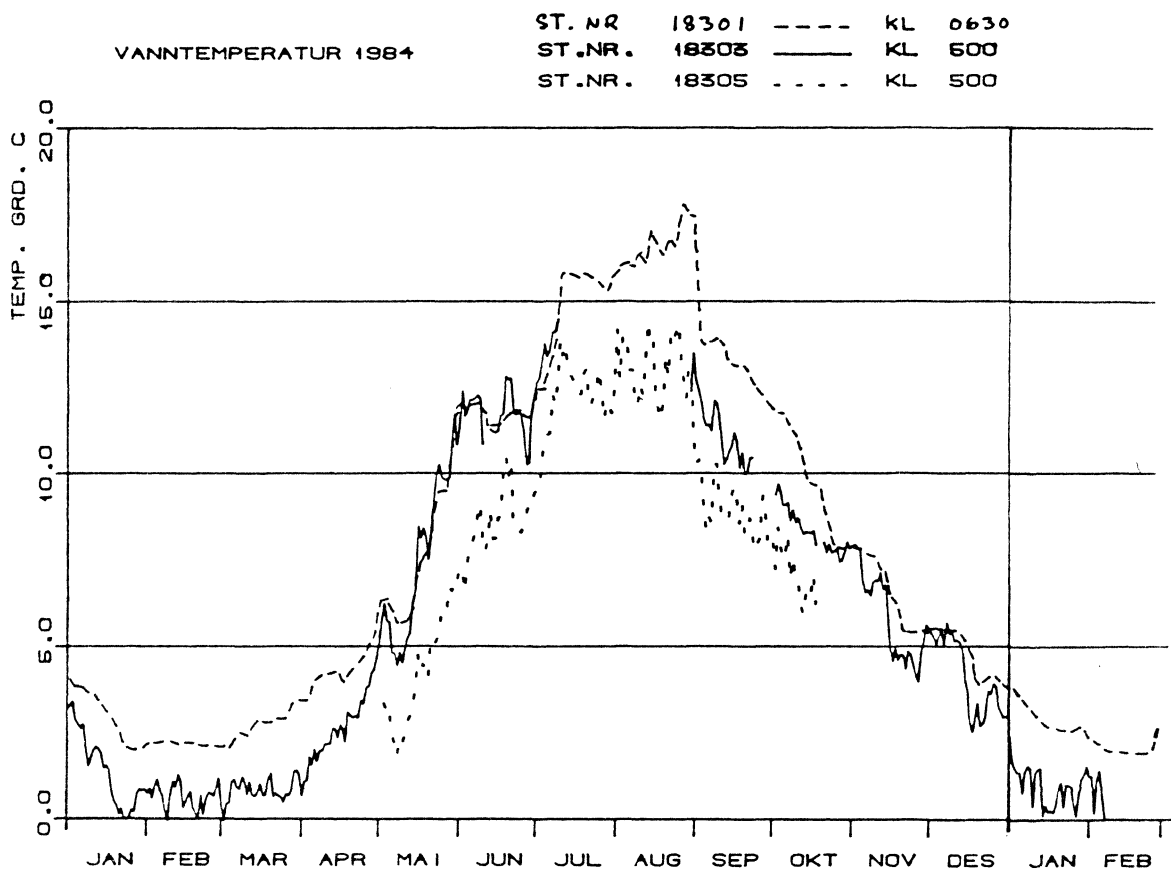


Fig. 21. Morgentemperaturene ved målestedene 18301 utløp Stordalsvatn, 18303 Etnesjøen og 18305 Frette i Stordalselva i 1984/85.

Fig. 20 viser maksimums- og minimumstemperaturen i Etneelva ved Etnesjøen. Som tidligere nevnt mangler det data fra store deler av juli og august. Vi ser at vintertemperaturen enkelte dager har minimumstemperaturer ned i 0 °C, mens maksimumstemperaturene nesten alltid er godt over frysepunktet. Dette viser at elva går åpen hele vinteren. Døgnamplituden er 0,5-1 °C i vintermånedene og stiger til 2-3 °C utover våren. På forsommeren var døgnamplituden på over 4 °C, mens det utover høsten sjeldent var mer enn 1 °C.

I fig. 21 er plottet sammen morgentemperaturene fra de tre målestedene i Etnevassdraget. Ut fra figuren kan det sees at avkjølingen om vinteren fra Stordalsvatn til Etnesjøen i middel ligger på 1-1,5 °C med ekstremverdier opp i over 2 °C. Her vil også temperaturen i Sørrelva spille inn. Spredte målinger antyder at Sørrelva vinterstid er litt kaldere enn Nordelva ved sammenløpet. Sørrelvas innblanding kan derfor være medvirkende til den forholdsvis store avkjølingen mellom Stordalsvatn og Etnesjøen.

I mai og juni er minimumstemperaturene forholdsvis like ved utløpet av Stordalsvatn og i Etnesjøen. Ut fra det som er fastslått tidligere i dette kapitlet må maksimumstemperaturen om våren og sommeren kunne ligge 1-3 °C høyere ved Etnesjøen enn ved utløpet av Stordalsvatn. I slutten av august 1984 må en derfor vente at maksimumstemperaturen kom opp i 20 °C ved Etnesjøen. Utover høsten avkjøles vannet nedover Nordelva og Etneelva igjen med 0 til 2 °C i forhold til utløpet fra Stordalsvatn.

Stordalselvas minimumstemperatur ved Frette ligger hele tiden lavere enn morgentemperaturen ved utløp Stordalsvatn. Under snøsmelteperioden i mai og juni er forskjellen på innløpet og utløpet av Stordalsvatn oppe i 5 °C enkelte morgener. Maksimumstemperaturene vil nok avvike mindre, spesielt i juni. Fig. 20 viser klart hvor stor innflytelse Stordalsvatn har på temperaturgangen i Nordelva/Etneelva. Stordalsvatn virker tydeligvis oppvarmende på avløpsvannet hele året. Uten Stordalsvatn ville temperaturen ved Etnesjøen antakelig vært lavere både sommer og vinter.

29.08. ble vanntemperaturen i Myrkavatselva og i innløpselva til Mjåvatn målt. Myrkavatselva var da 3,5 °C kaldere enn elva som kommer inn i Mjåvatn.

Temperaturen i Vaulavassdraget er ikke målt. Antakelig vil temperaturforholdene i Stordalselva være representative også for Vaulavassdraget ved utløpet i Åkrafjorden.

6. ISFORHOLDENE FØR UTBYGGING

Systematisk kartlegging av isforholdene i Etnefjorden, Ølsfjorden og i Etnevassdraget kom i gang i desember 1983. En lokal observatør tegner inn isforholdene på fjorden og på Stordalsvatn på kartskisser to ganger hver måned, og gjør notater om eventuelle

endringer i periodene mellom karttegningene. Slike kart har vi derfor bare fra vinteren 1983-84 og fra vinteren 1984-85 fram til midten av mars.

For å kunne danne seg et bilde av hvordan isforholdene i kartleggingsperioden har vært i forhold til det som ansees å være "normale" eller mer ekstreme vintre, så er det også samlet inn opplysninger fra andre kilder. Under befaringer i vassdraget er lokalfolk blitt spurt om hvordan isforholdene kan arte seg i vassdraget og i fjorden. Det er også blitt spurt om det foregår ferdsel på isen eller eventuell annen bruk av isen. En del informasjon er også samlet fra avisklipp. En viktig kilde til informasjon om isforholdene i Etnefjorden har vært dampskipsekspeditor Vidar Børretzen i Etnefjorden. Det må også nevnes at det i perioden 1921-65 ble gjort notater om datoer for islegging og isløsning ved vannmerket 586 Stordalsvatn. Siden 1960 har tilsvarende notater også blitt gjort ved vannmerket i Løkjelsvatn.

6.1 Isforholdene på innsjøene

6.1.1 Isforholdene på Stordalsvatn

Isforholdene på et vatn vil ofte være influert av dybdeforholdene i vatnet. Over grunne partier presses vannstrømmen opp og vatnet vil her ha vanskelig for å islegge seg og eventuell is vil lett gå opp igjen. Over dype partier av vatnet vil det også vanligvis kunne islegge seg sent pga. det store varmemagasinet i dypvannet. For å få noe kjennskap til dybdeforholdene i Stordalsvatn ble det derfor 29. oktober 1983 kjørt et snitt på langs av Stordalsvatn med et skrivende ekkolodd. Det ble også kjørt noen snitt på tvers av vatnet. Lengdesnittet er vist i fig. 22. Stordalsvatn er egentlig sammensatt av flere store og mindre bassenger. Nedenfor Norheim er bassengene små og bare 10-20 m dype og sundene mellom bassengene er trange og bare 1-3 m dype. Som nevnt under kap. 5 er vannstrømmen i disse sundene såpass sterk at de har karakter av elvestrekn timer som enten er åpne hele vinteren eller bare sporadisk er islagt. Ovenfor Norheim er Stordalsvatn vesentlig dypere. Mellom Norheim og Nernes er det et basseng som er opptil 80 m dypt. Ved Nornes er det tre rygger som når opp i 15-20 m dyp. Fra Nernes til Frette ligger så det største bassenget som litt ovenfor Øvernes når ned i 111 m. Dette er største målte dyp. Tverrprofilene over dette bassenget viser at bunnen midt i vatnet er meget flat. Utenfor Frette faller bunnen raskt til 50 m dyp.

Isforholdene vinteren 1983-84 er vist på fig. 23. Det er verdt å merke seg at denne vinteren var den øvre delen av vatnet, mellom Øvernes og Frette, åpent nesten hele vinteren. Bare i kortere perioder la det seg is på dette partiet, men isen ble brutt opp igjen hver gang av vind fra Stordalen. De partiene av Stordalsvatn som var islagt lengst, lå mellom Norheim og Nernes og bassengene ovenfor og nedenfor Ramsvik. Her lå isen i tre måneder fra 15. januar til 15. april. Utsagn fra lokalfolk som bor langs Stordalsvatn viser at isforholdene vinteren 1983-84 kan betraktes som normale. Det er vanlig at området mellom Øvernes og Frette har ustabile isforhold, mens området nedenfor Øvernes har mer

stabile isforhold. Årsaken hevdes å ligge i fallvinden fra Stordalen som sørger for en stadig omrøring av vannmassene utenfor Frette og dermed hindrer at det dannes stabil sjiktning i vatnet. På etterm vinteren kan imidlertid hele Stordalsvatn være islagt i en lengre periode. Dessverre har vi ikke vindobservasjoner fra Frette mellom 23. januar og 3. april. Se ellers det som er skrevet om vindforholdene på Frette i kap. 4.3. Lufttemperaturen vinteren 1983-84 var nær det normale.

Isforholdene vinteren 1984-85 er vist på fig. 24. Isleggingen startet i de små bassengene nedenfor Norheim 2. januar, men allerede 9. januar var hele Stordalsvatn islagt. Denne vinteren var det altså ingen forskjeller på områdene ovenfor og nedenfor Øvernes. Fra 9. januar til slutten av mars var det ikke større endringer i isforholdene på Stordalsvatn. I løpet av de siste dagene av mars gikk isen opp på deler av vatnet og isen på resten av vatnet var ikke lenger gangbar. Vatnet var isfritt 13. april, den siste isen lå i området ved Nernes-Sande og i Åspevika. 7. februar var istykkelsen ca. 20 cm, se ellers fotografiene i fig. 25 og 26. Værdatabene fra Frette (se fig. 12) viser at lufttemperaturen falt under frysepunktet 1. januar og holdt seg godt under frysepunktet helt fram til 31. januar. I desember var det bare enkelte dager med kuldegrader. Vinddataene viser at det var

STORDALSVATN, ETNEVASSDRAGET

Lengdesnitt omtrent langs midten av vatnet. Oppmålt 29.10.1983

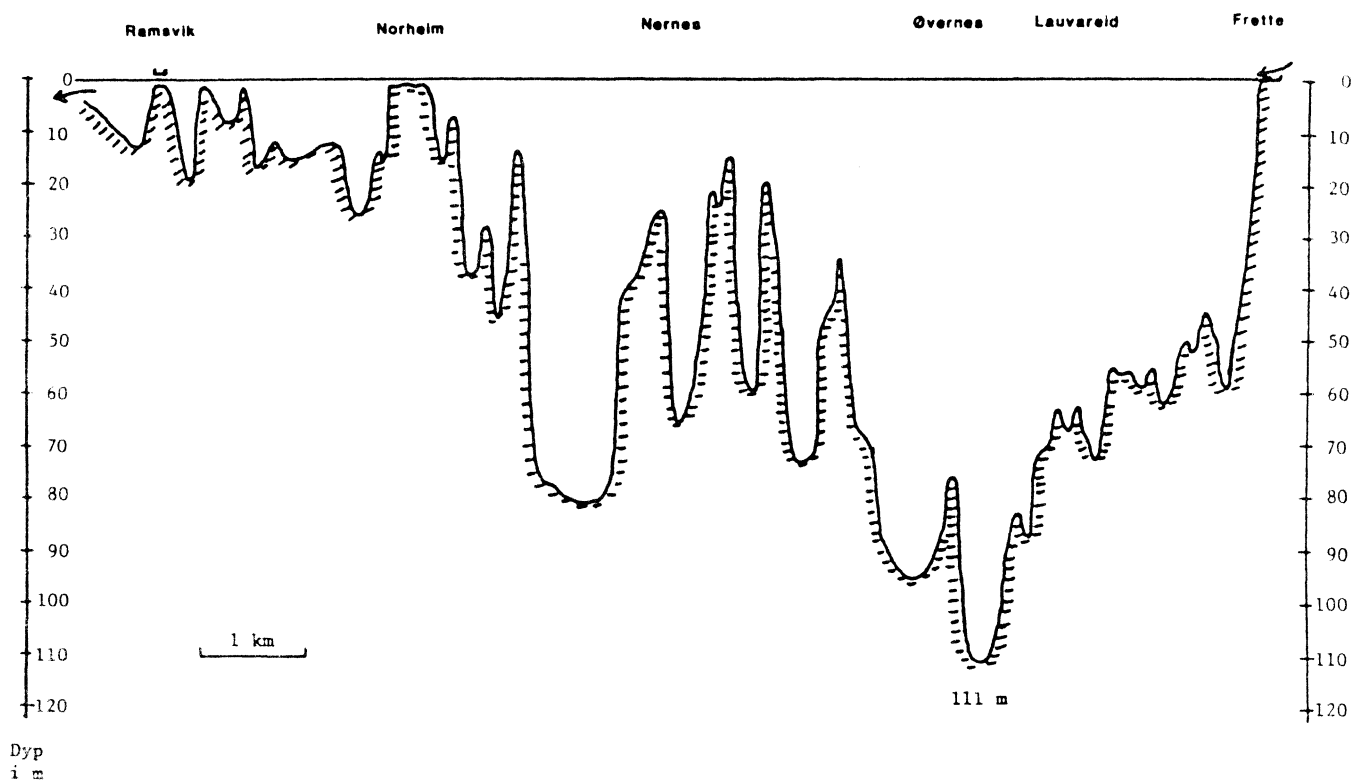


Fig. 22. Lengdesnitt omtrent langs midten av Stordalsvatn. Oppmålingen er gjort med skrivende ekkolodd.

Fig. 23 og 24. Isforholdene på Stordalsvatn vintrene 1983-84 og 1984-85 vurdert etter observatørens iskart.

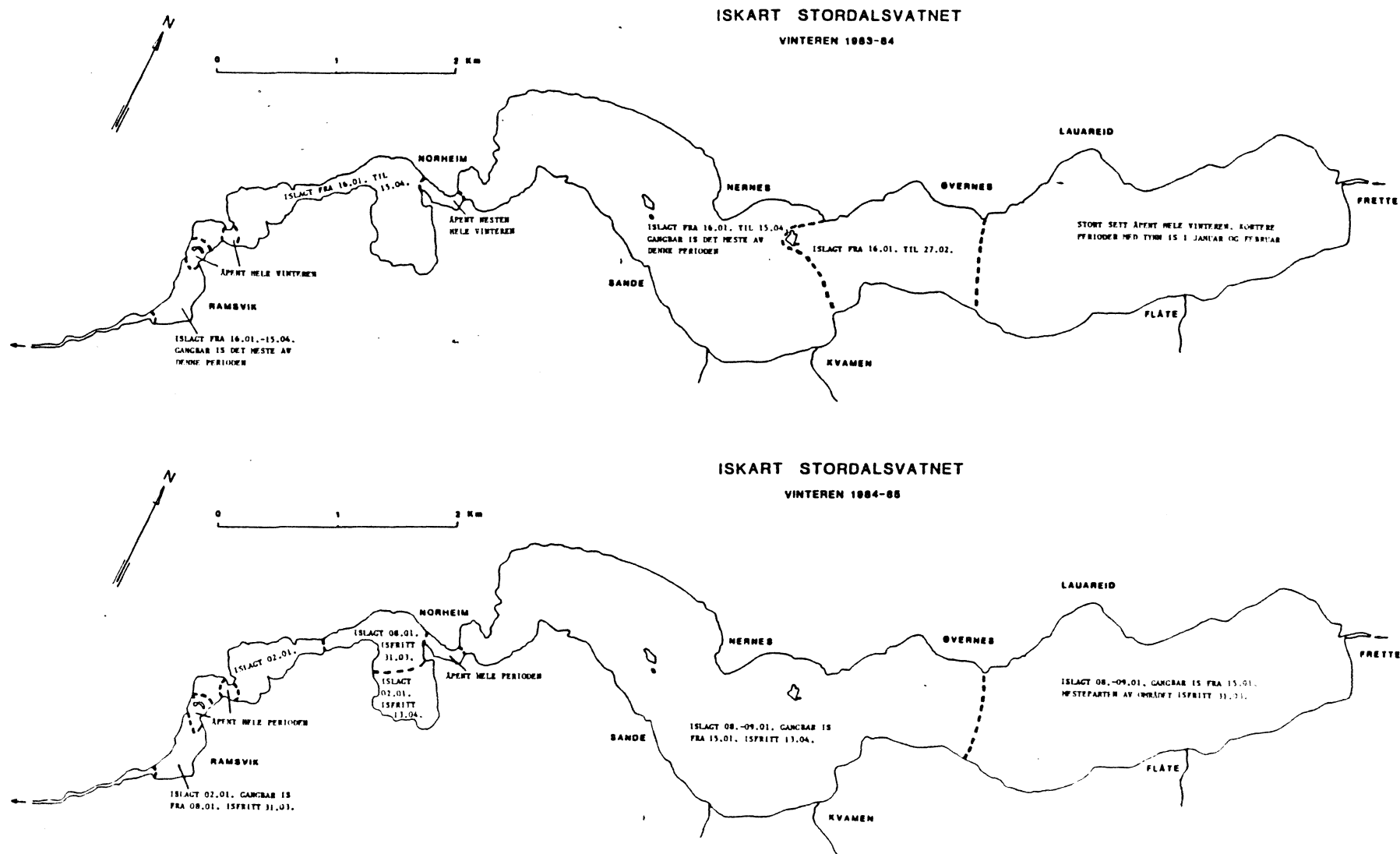




Fig. 25. Øvre del av Stordalsvatn 8. februar 1985. Vatnet er helt islagt med stort sett snøbar is. Frette kraftstasjon vil få utløp i vika omtrent midt på bildet.

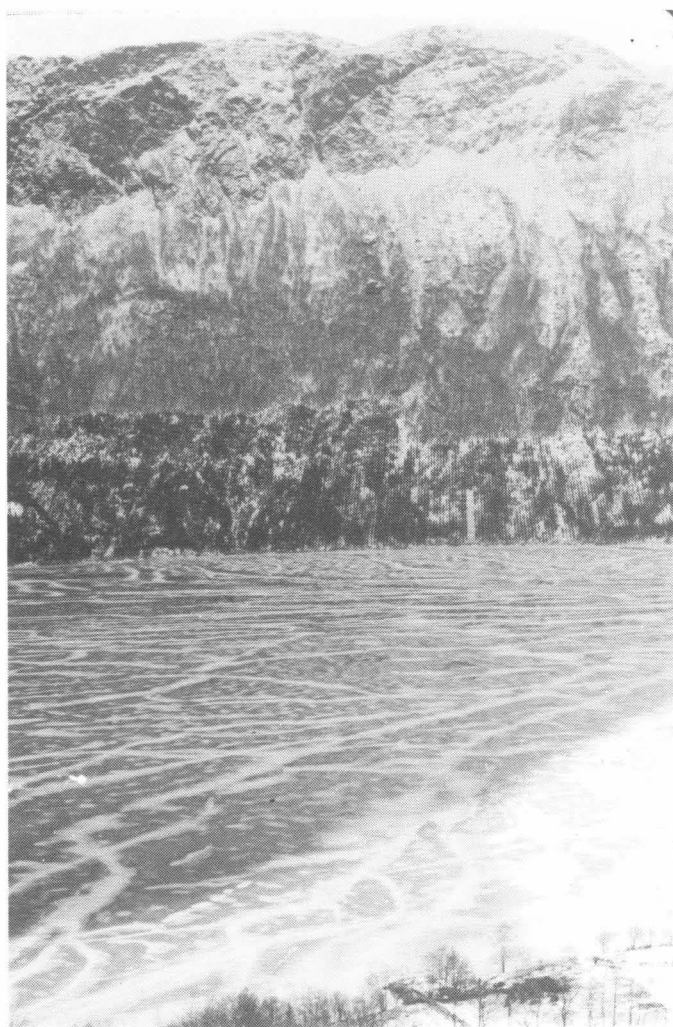


Fig. 26. Plantet granskog på sørsiden av Stordalsvatn mellom Flåte og Kvamen. Transport av tømmer fra feltet foregår over Stordalsvatn.

meget lite vind i hele perioden 1.-21. januar. Etter den tid var det flere dager med sterk vind. Stordalsvatn fikk altså islagt seg i en periode med kaldt og stille vær slik at isen ble tykk nok til å tåle fallvindene fra Stordalen.

Isnotatene fra vannmerket 586 Stordalsvatn gjelder for bassengene ved Ramsvik. Medianverdiene for perioden 1920-1965 er vist i tabellen nedenfor.

	Isdannelse	Islagt	Isløsning	Isfritt
Tidligste	18.11.	25.11.	30.01.	01.03.
Median	17.12.	25.01.	06.03.	06.04.
Seneste	20.02.	01.04.	21.04.	01.05.

I median er altså disse nedre bassengene islagt 25. januar og blir isfritt 6. april. Dette er ikke langt fra tilsvarende datoer fra vinteren 1983-84 og bekrefter at denne vinteren kan ansees som en forholdsvis normal isvinter på Stordalsvatn.

6.1.2 Fjellvatna

Isnotatene fra Løkjelsvatn er tatt omtrent hver uke. Det mangler notater fra enkelte vintre, men i hovedsak ansees notatene å karakterisere isleggingen og isløsningen på Løkjelsvatn tilfredsstillende. Løkjelsvatn ligger ca. 625 m o.h., altså omtrent i samme høydenivå som flere av de vatna det er aktuelt å regulere i Etneutbyggingen. Opplysningene fra Løkjelsvatn viser at dette vatnet vanligvis er blitt helt islagt den første uka i januar og blir isfritt igjen siste uka i mai. Den islagte perioden er altså snaue 5 måneder, dette blir nesten 2 måneder lenger enn for Stordalsvatn. Nå er Løkjelsvatn et vesentlig større vatn enn både Sandvatn, Blomstølvatn, Storavatn og Flåtevatn. En må derfor vente at isleggingen vanligvis foregår noe senere på Løkjelsvatn enn på de andre vatna. Blomstølvatn, Storavatn og Flåtevatn kan en regne med at vanligvis er helt islagte i midten av desember og isfrie igjen i månedsskiftet mai/juni. For Vaulavatn og Sandvatn, som ligger ca. 200 m høyere enn Løkjelsvatn, kan en regne med en islagt periode fra begynnelsen av desember til midten av juni. For alle vatna gjelder at den islagte perioden kan variere meget fra vinter til vinter. I ekstremt milde vintre med mye urolig vær, f.eks. vinteren 1972-73, isla ikke Løkjelsvatn seg før 11. februar, vinteren etter var derimot vatnet allerede islagt 10. desember.

Istykkelsen er bare målt på Storavatn og Flåtevatn 5. april 1984. Isen bestod da av to islag med et sørpelag imellom. Total tykkelse på is- og sørpelaget var fra 90 til 115 cm. Det er ganske vanlig at isen på fjellvatna er sammensatt av flere lag med snøsrørpe imellom.

6.2 Isforholdene på elvene

Åbøreelva og Stordalselva er vanligvis islagte i vintermånedene. I

strykområdene foregår isleggingen ved at det først bygges opp isdammer av bunnis. På denne måten avtrappes fallet i elva noe og elva kan så islegge seg ovenfor isdammene. Dette er i ferd med å skje på fig. 27. Utover vinteren vil så vannet kunne skjøre seg ned gjennom isdammene og det åpner seg en råk over strømdraget. Fordi isleggingen foregikk på en høyere vannstand vil isen kunne "henge" på steiner og liknende. Ved omslag fra kulde til mildvær med regn kan isen gå helt eller delvis opp igjen og isleggingen må starte på nytt. Det er derfor vanlig med heller ustabile isforhold i de nedre deler av Åbøreelva og Stordalselva. Noen ganger kan isen løsne pga. vannstandstigning om våren og går da nedover elva som en isgang. Det er imidlertid ikke opplyst at disse isgangene har medført skader eller er til vesentlige ulemper.

Nordelva er alltid isfri fra Stordalsvatn til sammenløpet med Sør-elva. Etneelva er også nesten alltid isfri helt ned til fjorden. I spesielt kalde perioder kan imidlertid vanntemperaturen nå frysepunktet (se fig. 20) om natta og det kan da dannes noe is i form av bunnis og strandis. Det er opplyst at disse isdannelsene alltid er av kort varighet.

6.3 Isforholdene på Etnefjorden og Ølsfjorden

På fig. 29 og 30 er det tegnet inn på kart hvordan isleggingen i fjordene var vinteren 1983-84 og i 1984-85 fram til slutten av mars. På fig. 31 er det tegnet isperiodenes lengde for Ølsvågen innerst i Ølsfjorden, for Etnefjorden i området utenfor Etnefjorden og for Vågen.

Vinteren 1983-84 var det en kort periode med tynn is både i Etnefjorden og i Ølsfjorden 10.-15. desember. I Ølsfjorden var dette den eneste isperioden denne vinteren. I Etnefjorden kom isen igjen 17. januar og vokste seg da tykk i løpet av få dager. Værobservasjoner viste at lufttemperaturen var under frysepunktet fra 14. januar til 28. januar, fra 20. til 25. januar var det til dels meget kaldt. For å hindre at rutebåttrafikken skulle stoppe opp, ble det brutt råk med en slepebåt inn til Etnesjøen 28. januar. Isen var da ca. 20 cm tykk. Den første uka i februar var det mildvær og vind slik at isen i Etnefjorden ble brutt opp og forsvant ut fjorden. Resten av februar var det også perioder med moderat kulde, men isen la seg ikke mer i Etnefjorden. I Vågen lå isen fast helt fra 17. januar til 5. april. I løpet av en uke smeltet den så bort.

Vinteren 1984-85 var det nesten ikke kuldegrader før årsskiftet. Da det slo om til streng kulde den 2. januar la isen seg umiddelbart i Etnefjorden og i Ølsvågen og lå da fast til 24. januar. Da kom det en periode med sterk vind som brøt opp isen og førte den ut fjorden. Fra 28. januar til 5. februar var det mildvær og en del nedbør, der etter fulgte en ny streng kuldeperiode fra 6. februar til 22. februar. Isen la seg igjen både i Etnefjorden og i indre del av Ølsfjorden. Fra 22.-27. februar løste isen seg gradvis opp igjen, men en ny periode med islegging av begge fjordene fulgte igjen fra 10. til 22. mars. I Vågen lå isen konstant fra de siste dagene i desember til 28. mars, dvs. i 3 måneder.



Fig. 27. Stordalselva ved Frette 8. februar 1985. Det er i ferd med å bygge seg opp isdammer i elveleiet. Isleggingen av strykpartier begynner vanligvis på denne måten.



Fig. 28. Vågen og Etnefjorden 8. februar 1985. I Vågen har isen ligget siden slutten av desember mens Etnefjorden ble islagt 5.-6. februar. Grensen mellom gammel is i Vågen og ny is i Etnefjorden er godt synlig.

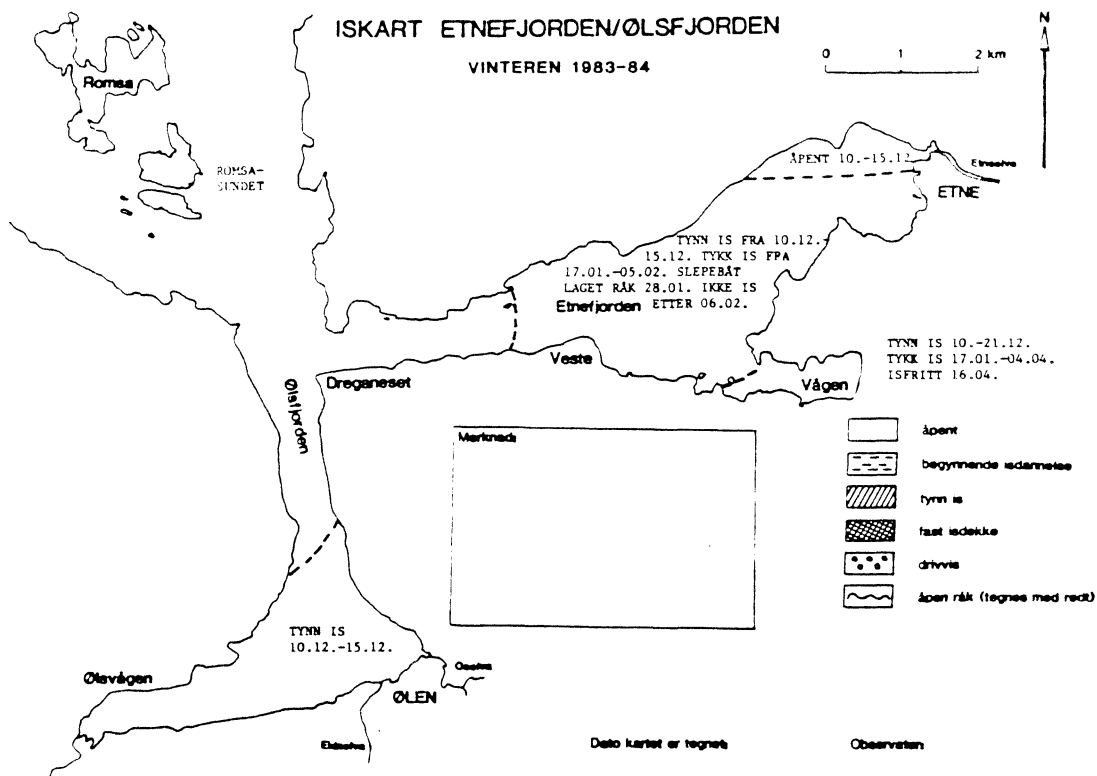


Fig. 29. Kart som viser hvor lenge de forskjellige delene av Etnefjorden og Ølsfjorden var islagt vinteren 1983-84.

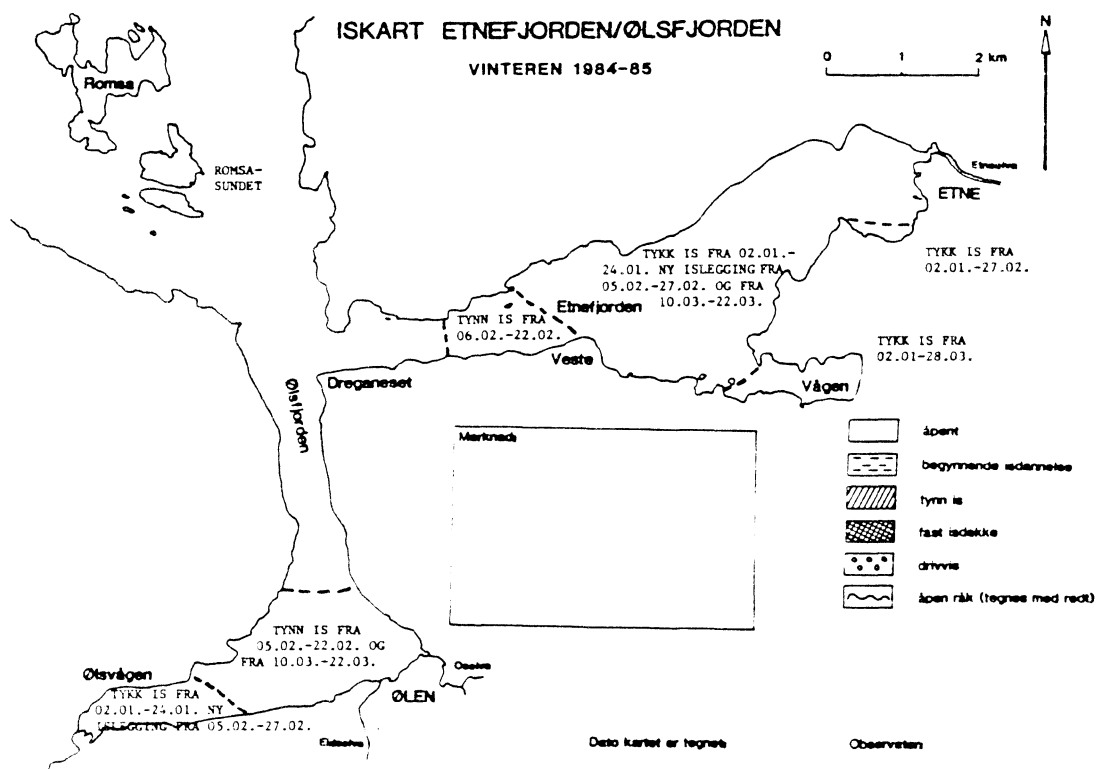


Fig. 30. Kart som viser hvor lenge de forskjellige delene av Etnefjorden og Ølsfjorden var islagt vinteren 1984-85.

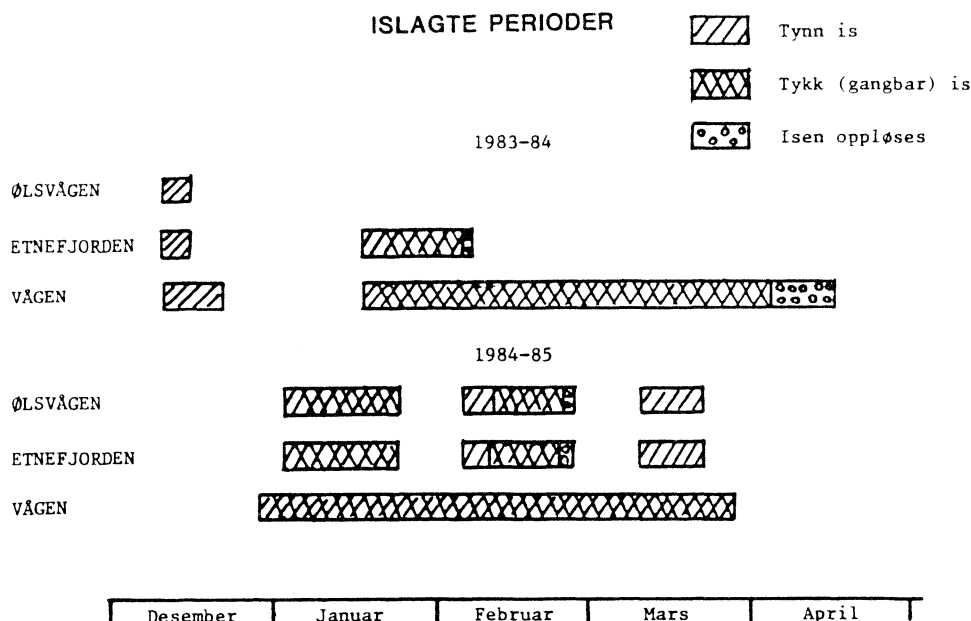


Fig. 31. Islagte perioder vintrene 1983-84 og 1984-85 er avmerket for Ølsvågen innerst i Ølsfjorden, for Etnefjorden i området utenfor Etnesjøen og for Vågen.

Erfaringene fra disse to vintrene kan summeres opp i følgende punkter:

- I desember og januar legger isen seg raskt i Etnefjorden til ut forbi Veste og i Ølsvågen når været slår om fra mildvær til kulde. Vesteneset virker som en topografisk kontroll for isleggingen.
- Isen brytes vanligvis opp av vind, dette kan gå raskt når vinden kan arbeide langs kantene i en båtråk.
- I Etnefjorden og i Ølsfjorden kan det være flere perioder med is i løpet av en vinter.
- I Vågen ligger isen mye mer stabilt enn i resten av Etnefjorden pga. en mer beskyttet beliggenhet mot vind og et godt landfeste for isen i flere nes og holmer. Se fig. 28. Det er heller ingen båttrafikk her om vinteren.

Det er bare målt saltholdighet og temperatur ved kaia i Etnesjøen og fra isen på Vågen den 8. februar 1985. Isen ved Etnesjøen var da ca. 6 cm tykk og på Vågen ca. 16 cm tykk. Målingene viste at det da var saltholdigheter under 25‰ bare i de øverste 40 cm av vannmassene. Under ca. 1 m dyp var saltholdigheten over 29‰. Laget med nesten ferskt vann, dvs. under 5‰ salt- holdighet, var bare noen få cm tykt og knapt målbart.

De opplysninger som er samlet om isforholdene i fjordene utenom de to siste vintrene støtter også opp under de punktene som er satt opp ovenfor. Det er vanlig at Etnefjorden fryser ut til Vesteneset, men heller sjeldent at den fryser til helt ut til Dreganeset. Kombinasjonen av moderat kulde etter en nedbørperiode

og lite vind synes å være den vanligste situasjonen som fører til islegging. I sterk kulde følger det gjerne med fallvind ut fjorden og dette hindrer islegging. Isen brytes gjerne opp igjen når det kommer en kombinasjon av vind og mildvær. Det er også en vanlig oppfatning at stor båttrafikk hindrer isen i å bli liggende lenge om gangen. Det er nå fast anløp av godsbåt til Etne-sjøen 3 ganger i uka, for noen år siden var det 5 anløp i uka. Dessuten er det en del båttrafikk til industriområdet Tongane i Etne-sjøen hvor det skipes ut sand og betongprodukter. Råka som disse båtene lager, gjør at vinden får lettere tak i iskanten og kan bryte opp isdekket og føre isen ut fjorden.

Av vintre med ekstreme isforhold i Etnefjorden er det nevnt 1918 da isen visstnok lå helt til 17. mai. Vinteren 1940-41 og 1941-42 er kjent på hele Vestlandet som harde isvintre, så også i Etnefjorden. Andre vintre med mye is er 1946-47, 1963-64, 1971-72 og 1978-79. I 1979 var isen opp til 50 cm tykk i februar og ble brutt opp av isbryter.

Om Ølsfjorden er det en vanlig oppfatning at en der har mindre is enn i Etnefjorden. Men fordi en har anløp av "snøggått" til Ølen så merkes isproblemene lettere fordi disse "snøggåttene" ikke tåler å gå i isen. Det er nok i Ølsvågen at isen ligger lengst og er mest stabil. Ellers har Ølsfjorden vanligvis større båttrafikk enn Etnefjorden og dette bidrar til å bryte opp isen utenfor Ølsvågen.

Isen på Vågen ligger fast nesten hver vinter i 2-4 måneder og her foregår det et livlig fiske fra isen.

Det kan konkluderes med at Etnefjorden har lett for å islegge seg på grunn av kombinasjonen mellom fjordens form, forholdsvis stor naturlig ferskvannstilførsel og et relativt kjølig vinterklima. Ølsfjorden har vesentlig mindre is utenom Ølsvågen hvor det ofte er noe is.

6.4 Bruk av isen

På en del av de vatna som tenkes regulert foregår det en del ski-utfart på ettervinteren og våren, spesielt i påsken. Særlig gjelder dette for Storavatn, Blomstølvatn og Sandvatn. Ved Blomstølvatn og Sandvatn ligger det selvbetjente turisthytter.

På Stordalsvatn foregår det også en del ferdsel på isen i friluftssøyemed, spesielt på den nedre delen av vatnet. Et område på sørsiden av vatnet, mellom Flåte og Hausnes, har ikke veg. Transport av tømmer og ved fra dette området (se fig. 26) foregår over isen i vintre med gode isforhold ifølge uttalelse fra Norges Bondelag. Det samme gjelder for to småøyer ovenfor og nedenfor Nernes.

På Etnefjorden kan isen, som tidligere nevnt, være til ulempe for båttrafikken i fjorden. Når fjorden er islagt, brukes isen til friluftssformål så som skøyting, spaking og isfiske. Spesielt gjelder dette for Vågen hvor isen ligger mest stabil.

7. VIRKNINGER AV EN UTBYGGING

I dette kapitlet er de virkninger en eventuell utbygging, slik denne er skissert i kap. 2, vil ha på vanntemperatur- og isforholdene i vassdragene og i fjordene. Virkninger er her definert som endringer fra de forholdene som i dag eksisterer, slik disse igjen er beskrevet i kap. 5 og 6.

7.1 Virkninger på vanntemperaturen

7.1.1 Fjellvatna

I de perioder det tappes magasin vann fra et vatn til et annet vil dette kunne påvirke sjiktningen i vatna. Om vinteren ventes dette vannet å holde 1-2 °C det meste av tappeperioden. En kan vente at dette vannet vil strømme gjennom magasinene som et forholdsvis tykt lag med homogen temperatur. Dette laget starter 1-2 m under isen dersom vatnet er dypt nok. Slike sjiktningssforhold kan en vente i Blomstølvatn, i nordre delen av Storavatn og i Flåtevatn. Ved tapping om sommeren vil tappevannet være kaldere enn overflatevannet og vil for det meste gjennomstrømme disse magasinene som et lag i dypet. Det kan derfor ventes bare mindre endringer i sjiktningen om sommeren i de ovenfornevnte vatna.

I Sandvatn vil det overførte vannet fra Vaulavatn holde 0-0,5 °C. Dette vannet vil lagre seg inn i Sandvatn like under isen og fører til et tykkere topplag med kaldt vann nær 0 °C.

I Mjåvatn antas det overførte vannet fra Myrkavatselva å være 2-5 °C kaldere enn temperaturen i Mjåvatn i juli-august. Dette skyldes at tilsiget til Myrkavatselva kommer fra høyereliggende fjellområder med sentsmeltende snøfelt. Mjåvatn er så grunt at det ikke er temperatursjiktet i juli og august. Mjåvatn blir mest påvirket ved utløpet av overføringstunnelen. Her kan sommertemperaturen senkes 1-3 °C. I vestenden vil nok ikke temperatursenkningen overstige 1 °C.

7.1.2 Stordalsvatn

Avløpsvannet fra Frette kraftverk er beregnet til å følge en kurve som er vist i fig. 32. Kurven er satt opp etter målingene i Flåtevatn og målinger i avløpsvannet i eksisterende kraftverk på Vestlandet (Evanger kraftverk, Tonstad kraftverk). Vintertemperaturen vil synke fra ca. 3 °C ved årsskiftet til litt over 1 °C i april/mai. Utover sommeren stiger temperaturen til et maksimum på 10-11 °C rundt månedsskiftet august/september. Utover høsten synker så temperaturen jevnt igjen.

Der dette avløpsvannet fra Frette kraftverk kommer ut i Stordalsvatn vil det bli et område som får noen grader kaldere overflatevann om sommeren når stasjonen kjøres. Dette området blir imidlertid av meget begrenset utstrekning fordi kraftverksvannet raskt vil synke ned til et passende tetthetsjikt i innsjøen og

AVLØPSTEMPERATUR FRETTE KRAFTVERK

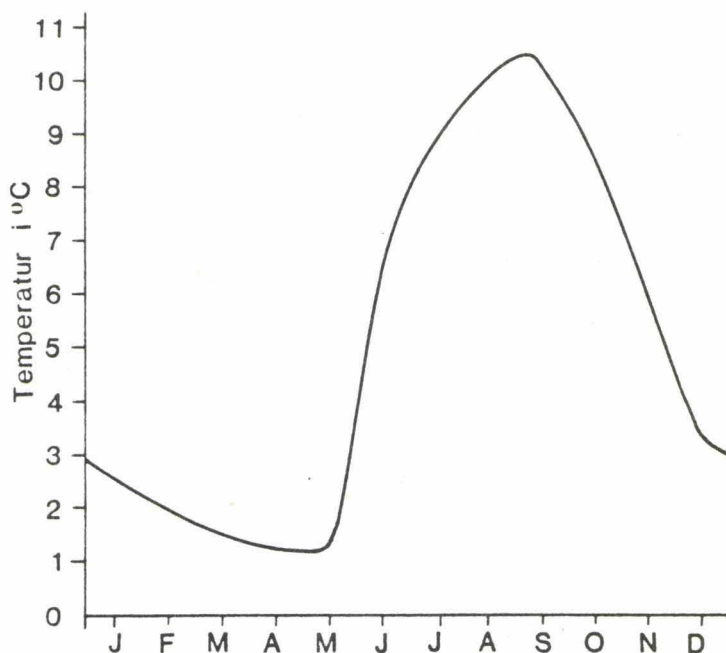


Fig. 32. Temperaturen på avløpsvannet fra Frette kraftverk slik den er vurdert å ville bli i et middelsår.

strømmer videre i dypet. I sundet ved Norheim vil strømmen kunne presses opp mot overflaten igjen og senke sommertemperaturen noe gjennom dette sundet. Se nærmere om dette i kap. 7.1.4. Om vinteren vil avløpstemperaturen fra kraftverket være nær den temperaturen overflatelaget i Stordalsvatn holder i dag. Gjennomstrømningslaget vil imidlertid bli mer markert enn i dag slik at en kan vente å finne et tykkere vannlag med homogen temperatur under isen. Temperaturen i dette laget endres imidlertid neppe merkbart.

7.1.3 Åbøreelva og Stordalselva

Store mengder smeltevann i månedene mai, juni og deler av juli bidrar til å holde vanntemperaturen lav i Åbøreelva og i Stordalselva/Hellaugelva. Nå vil også mengden og fordelingen av innsjøer i vassdraget spille inn. I fig. 33 er vist et eksempel på hvor mye varmere en elv uten særlig smeltevann og med flere innsjøer kan være. Dataene er fra Jørpelandselva i Rogaland hvor snøsmeltingen vanligvis er ferdig midt i mai. I Jørpelandselva er det noe flere innsjøer enn i Åbøreelvas og i Stordalselvas nedslagsfelter. Som nevnt i kap. 5.2.2 virker innsjøer oppvarmende på elvene nedenfor innsjøene.

Mye av smeltevannet fra høyfjellsområdene magasineres. En kan derfor vente høyere vanntemperatur i Åbøreelva, i Stordalselva og i Hellaugelva nedenfor tunnelinntakene i den periode av våren og sommeren dette smeltevannet i dag kan dominere vassføringen, dvs. i månedene mai, juni og første del av juli. Spesielt må en regne

med at maksimumstemperaturen kan stige. Stigningen i middeltemperatur ventes å kunne bli i størrelsesorden 1-3 °C i en godvørsperiode i juni. Ut fra fig. 33 kan det se ut som om det er i perioden 15. mai-15. juli at snøsmeltingen gir utslag i dag.

7.1.4 Nordelva/Etneelva

For å kunne kvantifisere hvor store temperaturendringer som kan ventes ved utløpet av Stordalsvatn så har vi benyttet EDB-modellen MITEMP. Modellen er utviklet i USA for å kunne simulere temperatursjiktningen i en innsjø ut fra verdier for vassføring, værforhold, temperaturen på innløpsvannet og sjøens topografiske forhold. Når temperatursjiktningen først er beregnet, så kan utløpstemperaturen fra vatnet også beregnes. Modellen ble først kalibrert mot data fra temperaturloggeren i Stordalsvatn fra sommeren 1984 og værdata fra Frette. Deretter ble modellen kjørt med de vassføringer som Berdal (1984) har angitt i et medianår fra Frette kraftverk, se kap. 3.3. For det uregulerte tilsiget er det tatt verdier fra 25% persentilen fordi sommeren 1984 var meget tørr. Temperaturen på avløpsvannet fra Frette kraftverk er tatt etter kurven i fig. 32.

Resultatene fra simuleringene er vist i fig. 34 for månedene juni, juli, august og september. Kurvene gjelder for forholdene i 1984 slik de var uten regulering og slik de ville blitt med regulering. Følgende konklusjoner kan trekkes fra figuren:

- Tilpasningen av modellen gir for høye uregulerte temperaturer ut av Stordalsvatn i juni og juli, men treffer bra i august og september.
- Temperaturen ut av Stordalsvatn senkes i middel ca. 0,5 °C i juni, ca. 1 °C i juli, ca. 1,5 °C i august og 0,5 °C i september ved kjøring av Frette kraftverk etter mediankurven.
- Dersom Frette kraftverk kjøres med full slukeevne (20 m³/s) i uke 34 og 35, senkes temperaturen ut av Stordalsvatn med 2 °C. Dette ansees å være det maksimale en kan vente av temperatursenkning pga. utbyggingen.

For å få en kontroll på de verdiene som MITEMP-modellen gir, er det også gjort en grafisk analyse på de målte utløpstemperaturene i en del somrer. En har da funnet fram til situasjoner hvor vassføringen ut av Stordalsvatn økte fra en lav verdi (under 10 m³/s) med mer enn 10 m³/s i løpet av kort tid. Dette tenkes å være en etterlikning av at Frette kraftstasjon settes i gang med median driftsvassføring. I slike situasjoner fant en at temperaturen ut av Stordalsvatn raskt sank med fra 1 til 3 °C. Ved en slik analyse kan en ikke skille ut eventuell effekt av samtidig lavere lufttemperatur eller andre endringer i været. Verdiene på temperatursenkningen ligger imidlertid meget nær de verdiene MITEMP ga og dette styrker tilliten til de simulerte kurvene i fig. 34.

VANNTEMPERATUR 1984

ST.NR. 15601 ——— MIDDEL
 ST.NR. 17001 - - - - MIDDEL
 ST.NR. 18305 - - - - MIDDEL

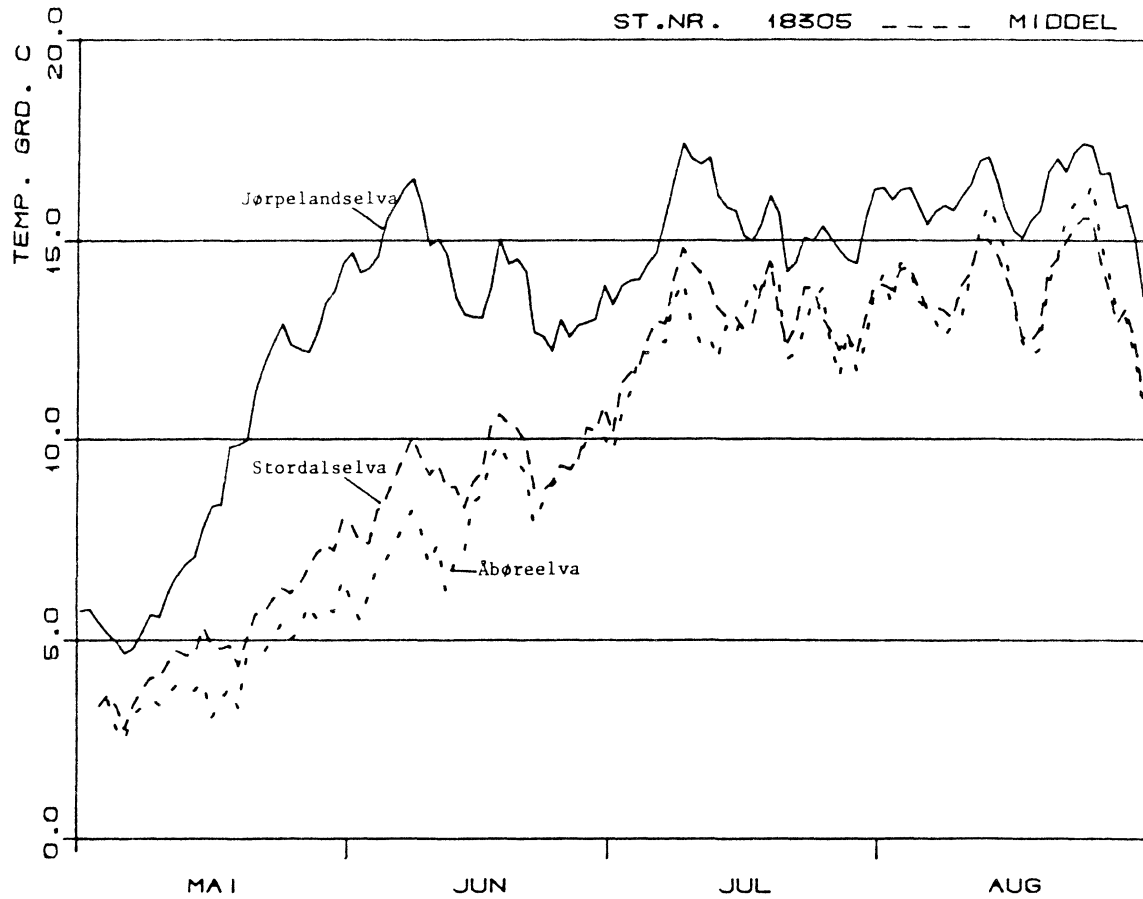


Fig. 33. Vanntemperaturen i Jørpelandselva, Åbøreelva og Stordalselva sommeren 1984.

VANNTEMPERATUR UT AV STORDALSVATN

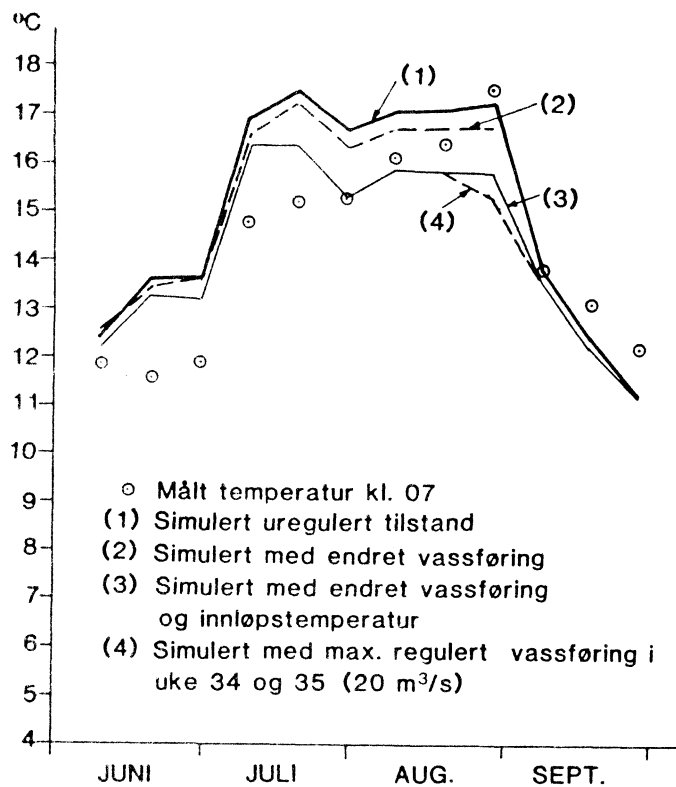


Fig. 34. Vanntemperaturen ut av Stordalsvatn før og etter en utbygging. Kurvene er simulerte verdier ved bruk av EDB-modellen MITEMP.

Videre nedover Etneelva vil den temperatursenkningen som fås ut av Stordalsvatn om sommeren avta noe og ved innløpet i Etnefjorden vil den nok sjeldent overstige 1 °C.

Vintertemperaturen er i dag vanligvis mellom 2 og 3 °C ut av Stordalsvatn og ventes å bli uforandret. Selv om ikke vintertemperaturen ut av Stordalsvatn endres, så vil den økte vassføringen og kortere transporttid ned til Etnefjorden føre til litt mindre avkjøling av vannet på denne strekningen. Ved utløpet i fjorden kan en derfor vente en liten økning (under 0,5 °C) av temperaturen i vintermånedene.

Endringer av temperaturen i Nordelva/Etneelva i vår- og høstmånedene ventes å bli ubetydelig.

7.2 Virkninger på isforholdene

7.2.1 Fjellvatna

Nedtappingen av Sandvatn, Blomstølvatn, Storavatn og Flåtevatn utover vinteren vil føre til oppsprekking av isen i reguleringssonen, og dette kan føre til vansker for ferdsel til og fra disse vatna der strandsonen er bratt eller ujevn. Et eksempel på dette er vist i fig. 36.

Når det tappes vann fra et magasin til et av de andre magasinene, vil det bli råker og partier med svekket is i området utenfor, eventuelt over tunnelinntakene og tunnelutløpene. Slike områder med svekket is ved tunnelåpninger må ventes i Vaulavatn, Sandvatn, Blomstølvatn, Storavatn og Flåtevatn. Spesielt må nevnes Blomstølvatn hvor en kan vente at isforholdene blir usikre over store deler av vatnet etter hvert som magasinet tappes ned. Dybdekart over Blomstølvatn viser at det ved slutten av tappesessongen vil bli grunne terskler 2-3 steder. Disse vil kunne presse vannstrømmen opp mot isen. På de andre magasinene ser det ikke ut til å ville oppstå slike situasjoner. På Vaulavatn vil nedtappingen på 2 m neppe medføre merkbare endringer, men ved tunnelinntaket vil det bli en liten råk og et område med svekket is. I Storavatn vil gjennomstrømningen kunne gå på tvers i nordenden av vatnet fra det ene tunnelutløpet inn i det neste. Her må en også regne med svekket is, og til dels åpent vann i et belte over vatnet i tappeperiodene.

7.2.2 Stordalsvatn

I Stordalsvatn vil avløpsvannet fra Frette kraftverk komme ut i et område av vatnet som også har ustabile isforhold i dag, se kap. 6.1.1. Så lenge Frette kraftstasjon kjøres, vil det alltid holde seg et åpent område utenfor avløpstunnelen. Størrelsen på det åpne området vil imidlertid variere en del med driftsvassføringen, lufttemperaturen og vindens retning og styrke. Fordi det også i dag er ustabile isforhold her, mye pga. fallvind ned Stordalen, så er det vanskelig å kvantifisere hvor stor for-



Fig. 35. Østre del av Mjøvatn. Her vil overføringen av vann fra Myrkavatselva kunne gi lavere vanntemperatur om sommeren.



Fig. 36. Oppbrutt is i reguleringssonen på Sundsbarmmagasinet i Telemark. I slike strandsoner med bratte og ujevne strender blir isen vanskelig å passere under nedtappingen av magasinet.

skjellen vil bli før og etter utbygging. Den største forskjellen vil nok oppstå i relativt kalde rolige perioder på ettervinteren. I slike perioder er Stordalsvatn i dag helt islagt. Med full kjøring av Frette kraftverk i en slik periode, kan en vente at det åpne området kan få en størrelse på ca. 0,5 km². Om det samtidig kommer sterk østavind vil vinden lettere kunne bryte opp isen og utvide det åpne området betydelig. For resten av Stordalsvatn ventes ikke større endringer, men sundene i nedre deler av vatnet som i dag har ustabile isforhold, må en vente vil ha enda vanskeligere for å islegge seg når Frette kraftverk kjøres.

Det er her forutsatt at Frette kraftverk kjøres jevnt hele vinteren. Dersom stasjonen driver mye start/stoppkjøring, så vil vannstanden i Stordalsvatn fluktuere mer enn i dag. Dette kan føre til mer sprekker i strandsonen og mer oppvatning.

7.2.3 Åbøreelva, Stordalselva og Vaulavassdraget

I Åbøreelva og Stordalselva blir det en redusert vintervassføring, men fortsatt nok vann til at det nok kan dannes sammenhengende isdekke. Det ventes ikke særlige endringer i isforholdene i disse elvene, men det kan bli en tendens mot litt tidligere islegging. Fortsatt vil det være ustabile isforhold i vintre med skiftende værforhold. Langfossen i Vaulavassdraget får svært liten vintervassføring og ismengdene i fossen blir sterkt redusert.

7.2.4 Nordelva/Etneelva

Som nevnt i kap. 6.2 er elva fra Stordalsvatn til Etnefjorden i dag nesten alltid isfri bortsett fra kortere perioder med bunnis og strandis i elvas nedre deler. Etter utbygging må en vente omtrent samme forhold, men tendensen vil være at det blir enda mindre isdannelse fordi det kan ventes en mindre økning i vintertemperaturen.

7.2.5 Etnefjorden/Ølsfjorden

Som vist i fig. 10 vil vassføringen ut i Etnefjorden i et medianår øke med ca. 5-6 m³/s i vintermånedene. Dette er en økning på ca. 40%. I kalde vintre med lite uregulert tilsig vil økningen imidlertid være relativt større og kan komme opp i en fordobling av dagens vassføring. Utbyggingen antas derfor å ville kunne øke isleggingen i Etnefjorden mest i vinterperioder med lite naturlig tilsig og lite nedbør. En vil likevel fortsatt være avhengig av at passende værforhold inntreffer, dvs. moderat kulde uten særlig vind. Endringene som ventes i isforholdene i Etnefjorden kan illustreres ved å analysere forholdene i de tre ulike vintersituasjoner som beskrives nedenfor:

- a) Typisk mild vinter med stort uregulert tilsig og kortvarige kuldeperioder stadig avbrutt av mildvær og vind. Eksempel vinteren 1982-83.

Dagens isforhold:

Lite eller bare kortvarig islegging som brytes lett opp.

Etter utbygging:

Samme isforhold som i dag. Værforholdene vil være slik at det ikke kan islegges i lengre perioder.

- b) Mild høst og forvinter og stort uregulert tilsig med påfølgende moderat kulde og raskt avtakende tilsig. Eksempel vinteren 1983-84.

Dagens isforhold:

Rask og omfattende islegging i januar som etter hvert brytes opp av båter og vind utover i februar.

Etter utbygging:

Islegging foregår som i dag, men isen kan bli noe tykkere utover vinteren og vil kunne ligge til mars/april fordi det tilføres mer ferskvann under isen på ettervinteren.

- c) Kald og tørr vinter med lite uregulert tilsig. Eksempel vinteren 1979-80.

Dagens isforhold:

Litt is på forvinteren, ettervinteren vanligvis isfri.

Etter utbygging:

Lengre perioder med is, spesielt på ettervinteren, men neppe konstant islegging hele vinteren pga. fallvind.

Det må ellers presiseres at en forutsetter samme mengde båttrafikk i fjorden som i dag. Dersom båttrafikken avtar vesentlig, vil også dette medføre at isforholdene i fjorden blir mer stabile.

På Vågen blir isforholdene som i dag.

I Ølsfjorden ventes ikke spesielle endringer fra dagens isforhold fordi ferskvannstrømmen ut fra Etnefjorden ventes å ville gå nordover ut i Romsasundet og bare i liten grad kunne komme inn i Ølsfjorden.

Andre endringer av isforholdene i fjordene ventes ikke.

7.3 Eventuelle tiltak

7.3.1 Bobleanlegg i Etnefjorden

Et bobleanlegg i fjorden brukes til å blande varmt og saltere dypvann inn i kaldt og ferskere overflatevann og på den måten hindre isdannelse. Slike anlegg består i prinsippet av en kompressor som pumper luft inn i en slange som ligger på et visst dyp i fjorden. Luften slippes ut gjennom mange små hull i slangen. Luftboblene vil da på sin veg mot overflaten settes i gang en vannstrøm fra dypet mot overflaten. For å hindre islegging i Ranafjorden i Nordland etter utbyggingen av Rana kraftverk, ble et slikt bobleanlegg installert ved munningen av Ranaelva i 1960-årene. Anlegget har virket etter sin hensikt og

klarer å holde Ranafjorden omtrent isfri. Dette er det eneste bobleanlegget som til nå er bygget i Norge for å hindre islegging i fjorder etter kraftutbygging. Bobleanlegg brukes ellers mange steder for å holde småbåthavner isfrie og ferjeruter åpne, f.eks. i Mjøsa ved Gjøvik.

Utenfor Etneelvas delta faller fjordbunnen raskt ned til 30-40 m dyp i følge sjøkartet. Det burde derfor være en mulighet for å installere et bobleanlegg her, dersom det blir et sterkt ønske om å bedre isforholdene i Etnefjorden. Før et slikt anlegg kan vurderes nærmere, er det nødvendig med mer omfattende hydrofysiske undersøkelser i Etnefjorden og opplødding av området utenfor Etneelva.

7.3.2 Sikring av usikker is

Der hvor det foregår ferdsel på islagte elver og vatn og hvor isforholdene kan bli usikre etter utbygging må det foretas fysisk sikring for å hindre ulykker. Det vanligste er å gjerde inn slike områder med tau festet til nedborete stolper. De områdene som bør sikres på denne måten er som følger:

- Tunnelåpningene i Vaulavatn, Sandvatn og Flåtevatn på ettervinteren.
- Usikre områder på Blomstølvatn og nordre del av Storavatn.
- På Stordalsvatn utenfor Frette kraftverk.

Friluftinteressene bør konsulteres nærmere før det bestemmes hvilke områder som skal sikres.

Det kan også bli aktuelt å begrense kjøringen av Blomstøl kraftverk i perioder med mye ferdsel i fjellet, spesielt i påsken.

8. REFERANSER

Samla Plan for vassdrag. Vassdragsrapport om Etneelva. Oktober 1983.

Ing. A. B. Berdal A/S, 1984: Beregning av vannføringer i Etnevassdraget før og etter utbygging.

Haugesund Elektrisitetsverk, 1982: Orientering om utbyggingsplaner i Etnefjellene i tilknytning til forhåndsmelding.

Utaaker, K., 1985: Mulige virkninger av Stordalsreguleringen i Etne på lokalklimaet i området. Meteorological Report Series University of Bergen, no. 2-1985.