



NORGES VASSDRAGS- OG ELEKTRISITETSVESEN

**VASSDRAGSDIREKTORATET
HYDROLOGISK AVDELING**

KVANNDALSVASSDRAGET I FUSA

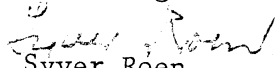
**Virkninga av den planlagte utbygginga på vanntemperatur- og
isforholdene i vassdraget og i fjorden**

OPPDRAGSRAPPORT

1 - 82

**NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK**

Rapportens tittel: <i>KVANNDALSVASSDRAGET I FUSA. VIRKNINGA AV DEN PLANLAGTE UTBYGGINGA PÅ VANNTEM- PERATUR- OG ISFORHOLDENE I VASSDRAGET OG I FJORDEN</i>	Dato: 1982-02-18 Rapporten er: Åpen Opplag: 75
---	--

Saksbehandler/Forfatter: Syver Roen Iskontoret	Ansvarlig:  Syver Roen
--	---

Oppdragsgiver: <i>L/L SUNNHORDLAND KRAFTLAG</i>
--

KONKLUSJON

Den planlagte utbygginga vil ikke føre til noen drastisk endring i temperaturforholdene i vassdraget.

I Botnavatn antas reguleringa å føre til litt høyere temperatur i det øverste laget midtvinters fordi avløpet skjer ved tapping fra ca 30 m under HRV. Høstfullsirkulasjonen, da hele vannmassen har samme temperatur, ca 4°C, antas å inntreffe litt senere etter reguleringa. Temperaturen på strekninga Svartatjønn-Vengsvatn, vil svinge mer i løpet av døgnet enn tidligere, og vil i den isfrie perioden variere noe mer i takt med lufttemperaturen. På for- og midtsommeren blir temperaturen noe høyere, på sensommeren og høsten lavere. Stort grunnvannstilsig kan forstyrre dette mønstret. I Svartatjønn, Vengsvatn og Skjeldbreidvatn vil den reduserte gjennomstrømminga føre til litt varmere vann, spesielt i overflaten, om sommeren. I elva nedstrøms Skjeldbreidvatn blir det liten endring i vanntemperaturen, men tendensen vil være litt varmere vann.

Isforholdene blir heller ikke drastisk endret ved den planlagte utbygginga. Største endringa blir i Botnavatn og skyldes den forholdsvis store reguleringa der med ca 30 m differanse mellom HRV og LRV, og at avløpet skjer gjennom en tunnel med inntak i den vestre bukta. Bortsett fra flere og større sprekker langs land, spesielt der strendene er bratte og/eller ujevne, antas iskvaliteten å bli lite endret. De vanlige skiløypetraséene over vatnet antas å bli fullt brukbare også etter en utbygging, med unntak av traséen i vestre bukta, der den må legges om og godt utenom området for tunnelinntaket.

I Eikelandsfjorden antas ikke utbygginga å føre til store og alvorlige endringer i isforholdene. I spesielle vær-situasjoner kan nok den økte vintervassføringa føre til litt mer isdannelse i deler av fjorden, men vil neppe føre til drastiske isproblemer der. I Lundarbukta, der avløpet fra kraftverket er planlagt å komme ut, vil det bli mindre is når kraftverket er i drift enn før utbygginga. Det er viktig å utforme utløpet ut i fjorden slik at blandinga ferskvann/sjøvann blir mest mulig effektiv.

FORORD

Denne oppdragsrapporten er laget av Iskontolet ved Hydrologisk avdeling, Vassdragsdirektoratet, etter anmodning fra L/L Sønnhordland Kraftlag.

I selve Kvanndalsvassdraget ble det satt i gang vanntemperaturmålinger og kartlegging av isforholdene høsten 1980. Litt senere utpå vinteren ble også kartlegging av isforholdene i Eikelandsfjorden satt i gang. Det var også meninga at temperaturen og saltinnholdet i fjorden skulle måles, men dels på grunn av manglende måleutstyr til å begynne med og seinere til dels på grunn av vindfullt og kaldt vær, er ikke dette kommet i gang. På synfaring i området i januar 1981, ble imidlertid temperatur og saltinnhold i den innerste del av fjorden målt.

Oslo, februar 1982



J. Otnes

INNHold	SIDE
1. Grunnlagsmateriale	3
2. Kort om utbyggingsplanene	3
3. Meteorologiske forhold	3
4. Hydrologiske forhold	3
4.1 Før utbygging	3
4.2 Etter utbygging	5
5. Vanntemperaturforhold	5
5.1 Før utbygging	5
5.2 Etter utbygging	8
6. Isforhold	8
6.1 Før utbygging	8
6.2 Etter utbygging	10
7. Isforholdene i Eikelandsfjorden	13
7.1 Før utbygging	13
7.2 Isforholdene etter utbygging	13

1. GRUNNLAGSMATERIALE

Utbyggingsplaner fra L/L Sunnhordland Kraftlag.
 Flybilder fra utbyggingsområdet.
 Dybdekart over Botnavatn, Vengsvatn og Skjeldbreidvatn.
 Kart over fjorden som viser dybdeforholdene der.
 2 synfaringer, vinter og høst.
 Vassføringsdata fra Hydrologisk avdeling.
 Temperaturdata fra vassdraget.
 Isobservasjoner fra Vengsvatn og Skjeldbreidvatn.
 Isobservasjoner fra fjorden.
 Enkelte temperatur- og saltgehaltdata fra innerste del av fjorden.

2. KORT OM UTBYGGINGSPLANENE

Fig 1 viser hvordan utbygginga er planlagt å bli. Botnavatn, som blir det eneste magasinet, er planlagt demmet opp 10 m og senket 20 m, slik at HRV blir 522 m o h og LRV 482 m o h. Tunnelinntaket er planlagt lagt til den vestre bukta av vatnet og avløpsvannet fra kraftstasjonen vil munne ut i fjorden i Lundarvika. Mellom Botnavatnet og kraftstasjonen vil muligens avløpet fra et mindre nedslagsfelt bli tatt inn som bekkeinntak.

Kraftverket som ligger i fjell, vil være i drift bare om vinteren og driftsvassføringa vil normalt ligge på 4-6 m³/s med en maksimumsvassføring på ca 7 m³/s.

3. METEOROLOGISKE FORHOLD

Kvanndalsvassdraget ligger så langt mot vest og nær kysten at området nok er preget av kystklimaet der, med forholdsvis mye nedbør og med lufttemperaturer om vinteren som varierer mellom pluss og minus. Men området har likevel ikke et så typisk Vestlands- og kystklima som mange andre kystområder på Vestlandet. Det er mye snø hver vinter og temperaturen spesielt i fjellområdene er for det meste på den riktige side av 0 med hensyn til skiføret. Fig 2 viser i tillegg til vanntemperaturdata lufttemperaturen ved Eikelandssosn fra november 1980 til ut året 1981.

4. HYDROLOGISKE FORHOLD

4.1 Før utbygging

Som nevnt under kapittel 3, er Kvanndalsvassdraget preget av Vestlands- og kystklima, med rikelig nedbør hele året og der vintertemperaturen spesielt i lavlandet ofte varierer mellom pluss og minus.

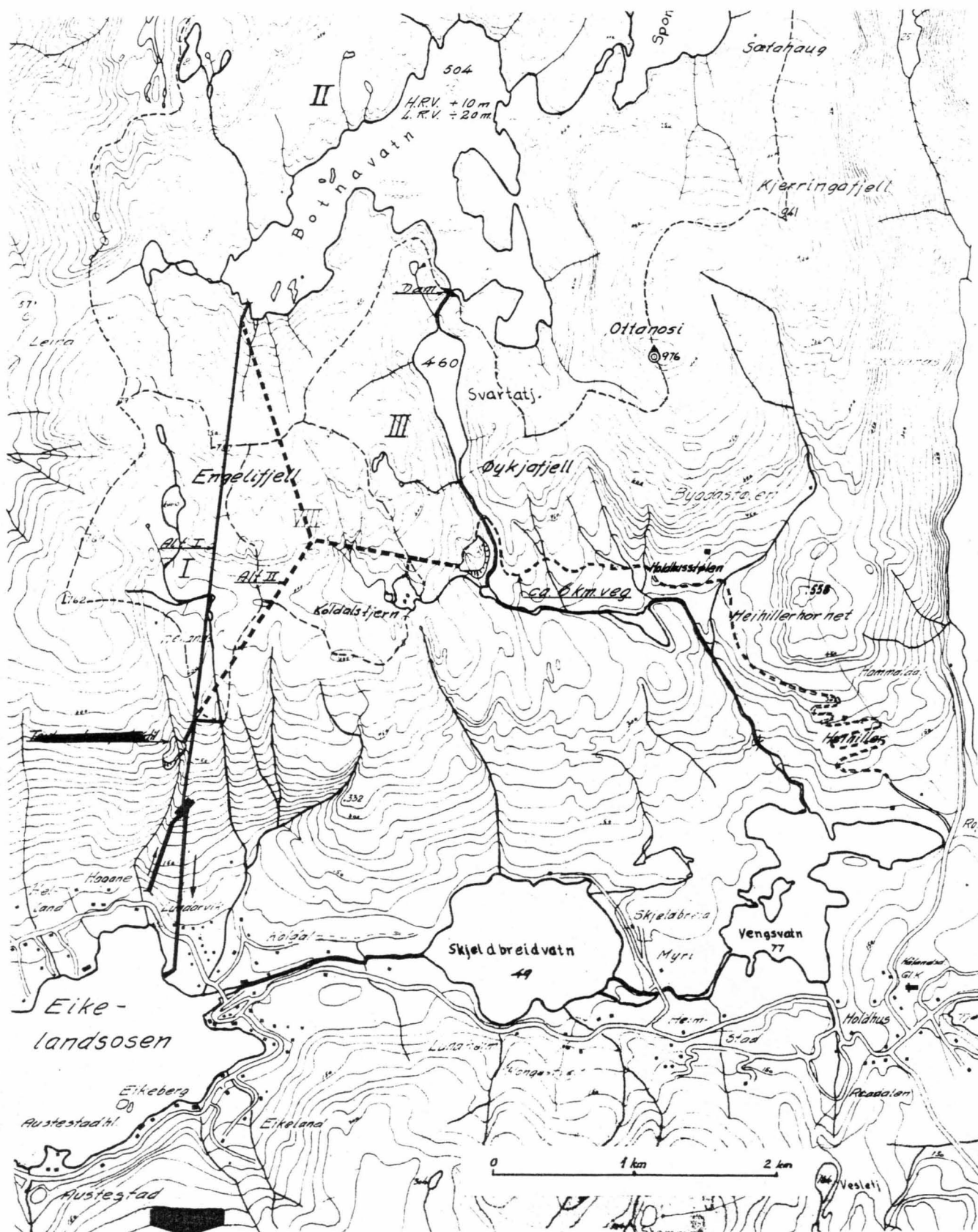


Fig 1 Oversikt over utbyggingen.

Vannstandsobservasjoner i vassdraget ble satt i gang i siste halvdel av oktober 1980 slik at vassføringsdata eksisterer for bare godt og vel et år.

Følgende tabell viser den månedlige minimums-, middel- og maksimums-vassføringa ved utløpet av Svartatjønn Vm nr 2333-0 og ved utløpet av Skjeldbreidvatn Vm nr 2332-0, for perioden november 1980 til august 1981:

Svartatjønn Vm 2333-0 m³/s.

	Nov	Des	Jan	Febr	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug
Maks	13,0	13,0	4,02	10,0	1,25	2,10	7,97	6,78	1,42	3,57
Mid	3,29	3,73	1,87	2,88	0,92	1,43	3,83	3,13	1,16	2,04
Min	0,94	1,19	1,19	0,77	0,69	0,81	0,90	1,14	0,94	1,25

Eikelandssosen Vm 2332-0 m³/s.

	Nov	Des	Jan	Febr	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug
Maks	35,8	26,8	16,9	38,0	7,24	5,43	10,8	12,7	4,34	8,27
Mid	6,37	8,06	4,30	6,06	2,08	3,19	5,41	5,53	1,87	3,79
Min	1,05	1,57	1,57	0,91	0,78	1,38	1,21	1,57	1,21	1,57

4.2 Etter utbygging

Etter utbygging blir restvassføringa ved utløpet av Skjeldbreidvatn tilnærma lik differansen mellom vassføringene ved Skjeldbreidvatn, Vm 2332-0, og Svartatjønn, Vm 2333-0 i uregulert tilstand. Restvassføringa vil imidlertid bli litt høyere enn denne differansen fordi det lokale nedslagsfeltet til Svartatjønn ikke inngår i reguleringsmagasinet.

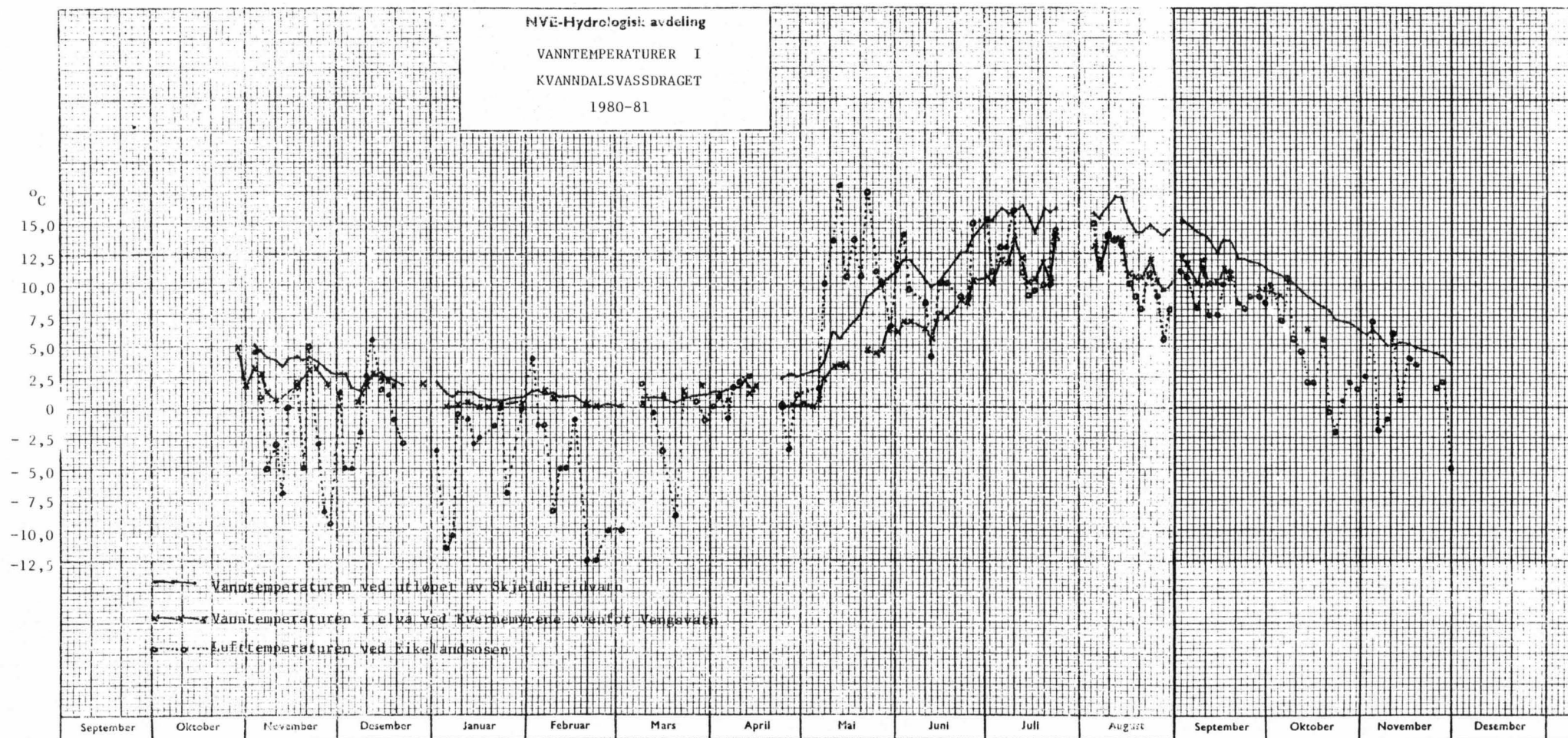
Differansene mellom Vm 2332 og Vm 2333 i m³/s for perioden november 1981 til august 1982 er vist i følgende tabell:

	Nov	Des	Jan	Febr	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug
Mid	3,08	4,33	2,43	3,18	1,16	1,76	1,58	2,40	0,71	1,65

5. VANNTEMPERATURFORHOLD

5.1 Før utbygging

Fra månedsskiftet okt/nov har det foregått målinger av vanntemperaturen på to steder i vassdraget, nemlig ved Kvernemyrene ovenfor Vengsvatn og like nedenfor utløpet av Skjeldbreidvatnet. Måledataene er vist grafisk på fig 2. Temperaturkurvene viser at temperaturen i elva like ovenfor Vengsvatn var meget nær 0°C i



Aktustrykkeriet - Oslo, 1983

Aktustrykkeriet - Oslo, 1983

Fig 2 Vanntemperaturen ved utløpet av Skjeldbreidvatn, ovenfor Vengsvatn og lufttemperaturen ved Eikelandssøsen i perioden november 1980 til november 1981.

perioden januar-mars, unntatt i korte perioder i forbindelse med at lufttemperaturen var over 0°C . Dette siste tyder på at vann-temperaturen i elva på den nedre halvdel av strekninga Svartatjønn-Vengsvatn er svært avhengig av lufttemperaturen og dette kommer tydelig fram av temperaturkurvene for luft og elv i perioden juni-august, fig 2.

Temperaturen ved utløpet av Skeldbreidvatn ligger stort sett høyere enn temperaturen i elva ovenfor Vengsvatn. Om sommeren skyldes dette at vannet i betydelig grad blir varmet opp mens det oppholder seg i innsjøene og om vinteren fordi vannmagasinene også representerer varmemagasiner.

Den øvre delen av elva mellom Svartatjønn og Vengsvatn er preget av temperaturen i Botnavatn og Svartatjønn.

Temperaturen i Botnavatn er avhengig både av innstrålingen og av vindforholdene. Om vinteren avhenger den også av værforholdene ved og tidspunktet for islegging. En tidlig islegging under rolige værforhold fører vanligvis til mindre avkjøling og dermed til større varmemengde i magasinet og varmere avløpsvann om vinteren. Etter at Svartatjønn er islagt strømmes avløpsvannet fra Botnavatn gjennom Svartatjønn uten noen vesentlig endring i temperaturen. Det foregår imidlertid en avkjøling på elvestrekninga mellom Botnavatn og Svartatjønn og i sterk kulde kan denne avkjølinga være betydelig selv om strekninga er bare godt 300 m lang.

Fig 3 viser grafisk den vertikale temperaturfordelinga i Botnavatn 16. september 1981.

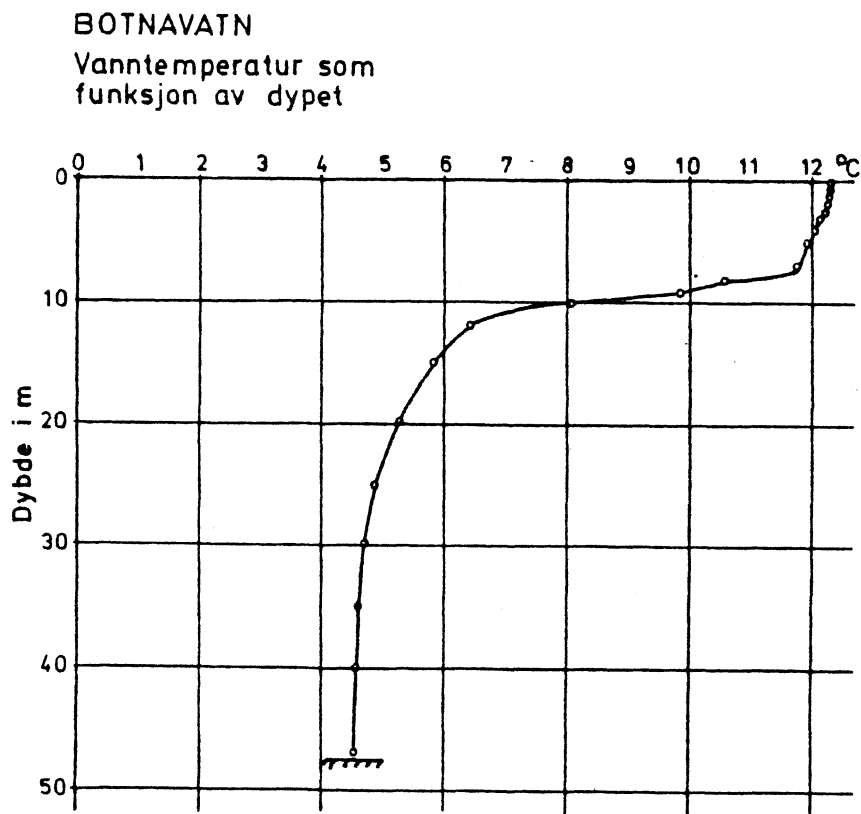


Fig 3 Temperaturforholdene i Botnavatn.

5.2 Etter utbygging

I Botnavatn antas reguleringa å føre til noe høyere temperatur i det øverste laget midtsommers og høstfullsirkulasjonen vil inntreffe litt senere.

På strekninga Svartatjønn-Vengsvatn vil elva få sterkt redusert vassføring og dette vil føre til at vanntemperaturen vil reagere sterkere og raskere på variasjoner i lufttemperaturen i den isfrie perioden. I praksis vil dette f.eks. føre til større døgnvariasjoner i vanntemperaturen. Ved at elva ikke får vann fra Botnavatn fører dette til at temperaturen i elvevannet om høsten vil bli noe lavere etter utbygging enn under uregulert tilstand. Tidlig om våren antas temperaturene å kunne bli litt lavere fordi Svartatjønn muligens blir litt senere isfritt. Etter at isen er gått på Svartatjønn, vil temperaturen utover våren og sommeren bli noe høyere etter utbygging. En faktor som imidlertid kan forstyrre dette mønstret er grunnvannet. Om sommeren er grunnvannet ofte betydelig kaldere enn overflatevannet, og om høsten, vinteren og tidlig om våren varmere, og pga ikke noe eller sterkt redusert avløp fra Botnavatn, vil grunnvannet gjøre seg sterkere gjeldende etter eventuell utbygging.

I Svartatjønn, Vengsvatn og Skjeldbreidvatn vil den reduserte gjennomstrømminga føre til lengre oppholdstid for vannet og dermed til noe sterkere oppvarming om dagen om sommeren, men også til en nesten tilsvarende sterkere avkjøling om natta, slik at den totale endringa ikke blir særlig stor, men den vil alltid resultere i litt høyere temperatur enn under naturlige forhold. Om høsten derimot vil avkjølinga i de tre ovennevnte innsjøene skje raskere enn tidligere og høstfullsirkulasjonen antas å komme litt tidligere.

Om vinteren vil utbygginga stort sett føre til små endringer i vann-temperaturene både i elva og innsjøene.

6. ISFORHOLD

6.1 Før utbygging

Det finnes ingen systematiske observasjoner av isforholdene i Kvann-dalsvassdraget, så langt vi vet, før 1981, da Iskontoret fikk i gang observasjoner av isforholdene i Vengsvatn og Skjeldbreidvatn. Dybdekart for Vengsvatn og Skjeldbreidvatn er vist i fig 4 og 5. Av opplysninger fra lokale iaktakere antar vi at vanligvis foregår islegginga på Vengsvatn og Skjeldbreidvatn i løpet av desember og isløsninga henholdsvis i siste halvdel av april og i midten av april.

Både på Vengsvatn og Skjeldbreidvatn blir isen brukt til ved- og tømmerkjøring. På Vengsvatn er isen vanligvis kjørbær fra første halvdel av januar til ut mars. På Skjeldbreidvatn fra midten av januar til godt og vel ut februar.

På grunn av mildvær og nedbør i form av regn også om vinteren, er

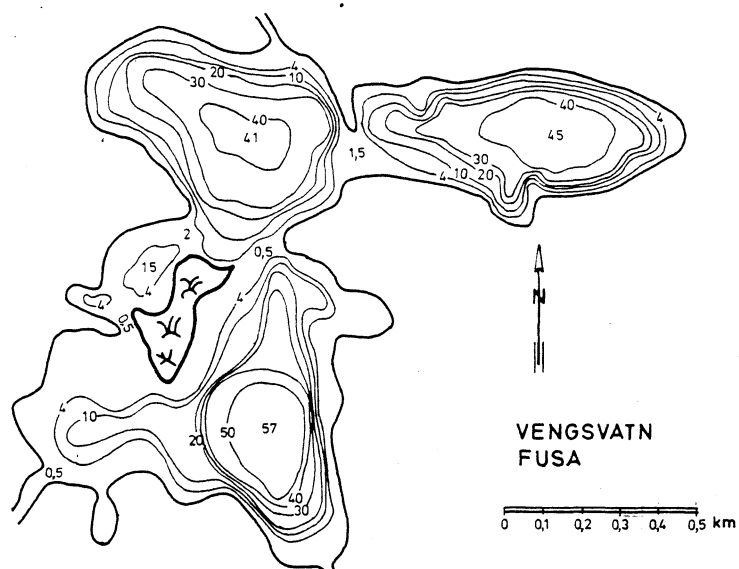


Fig 4 Dybdekart over Vengsvatn.

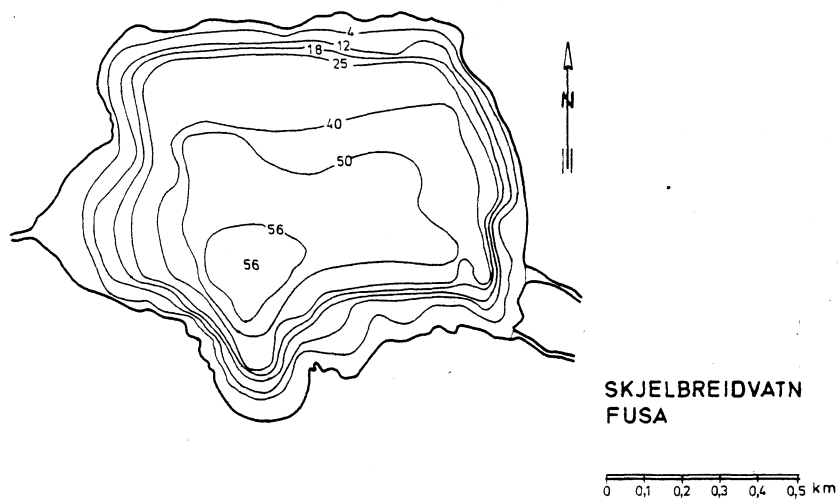


Fig 5 Dybdekart over Skjeldbreidvatn.

det ikke uvanlig med vann på isen på begge vatna. Overvann kan også skyldes snøen som trykker på isen og presser vann opp gjennom sprekker. Det er opplyst at på vårparten er isen på Vengsvatn brukbar bare tidlig om morgenen på grunn av smelting og overvann.

Fig 6 viser isforholdene siste halvdel av vinteren 1980/81 på Vengsvatn og Skjeldbreidvatn.

På Botnavatn legger isen seg vanligvis i månedskiftet nov/des og ligger der til ut i juni. På Svartatjønn legger isen seg muligens noe før enn på Botnavatn, og den går sannsynligvis litt før om våren.

På Svartatjønn blir isen ikke brukt, og på Botnavatn bare av skiløpere og da spesielt på senvintren og i påsken. Fig 7 viser de mest vanlige løypetraséene. Det hender at det forekommer oppvatning, men om dette er noe særlig problem for skiløpere er tvilsomt.

Isforholdene på elvestrekninga Svartatjønn-Vengsvatn varierer med fallforholdene. Der elva går i fosser og stryk, og det gjør den for det meste, foregår islegginga ved at elva kjøver og bygger opp isdammer som demmer opp vannet slik at stømhastigheten minker og de stillere partiene som dermed oppstår kan islegges. Isdammene gjør at elva blir delt opp i et trappeliknende system inntil storparten av fallstrekninga er islagt. Etterpå forårsaker falloppvarmingen at vannet litt etter litt smelter seg igjennom isdammene og isdekket blir liggende som en bru oppe over vannflaten. Ofte faller isen ned over strømdraget og elva går åpen enkelte steder etter at det er oppnådd balanse mellom avkjøling og oppvarming. Der fallet er lite bygges isdekket opp delvis ut fra strendene og delvis ved at flytende sarr stopper opp mot en allerede dannet isfront.

6.2 Etter utbygging

På Vengsvatn og Skjeldbreidvatn vil utbygginga føre til meget små endringer i isforholdene, både med hensyn til tidspunkt for islegging og isløsning og med hensyn til kvaliteten på isdekket. På Svartatjønn er det mulig at islegginga vil foregå litt tidligere etter utbygging enn før under naturlige forhold og isløsninga litt senere. På Botnavatn vil tidspunktet for islegging og isløsning endre seg lite pga utbygging. Reguleringa vil føre til en øking av dybden på 10 m og dette skulle tilsi en litt senere islegging. Denne forsinkelsen antas imidlertid å dreie seg bare om få dager og derfor være av liten praktisk betydning.

Om våren viser erfaringen fra andre regulerte sjøer, at isen som ved nedtapping av magasinet er blitt liggende på tørt land, stort sett vil forsvinne (smelte bort) samtidig med isen på vatnet. Ved en eventuell utbygging, vil nåværende naturlige utløp bli stengt med en dam, og tappingen vil foregå gjennom en tunnel med inntak i bukta lengst mot vest. I området ved tunnelinntaket blir isen usikker og bør merkes med skilt eller sperres for trafikk ved hjelp av tau. Den mest synlige endringa i isforholdene på Botnavatn, som en eventuell utbygging vil føre til, skyldes den forholdsvis store nedtappingen av magasinet, 30 m, om vinteren. Der strendene er bratte

ISFORHOLD I SKJELDBREIDVATN OG VENGSVATN

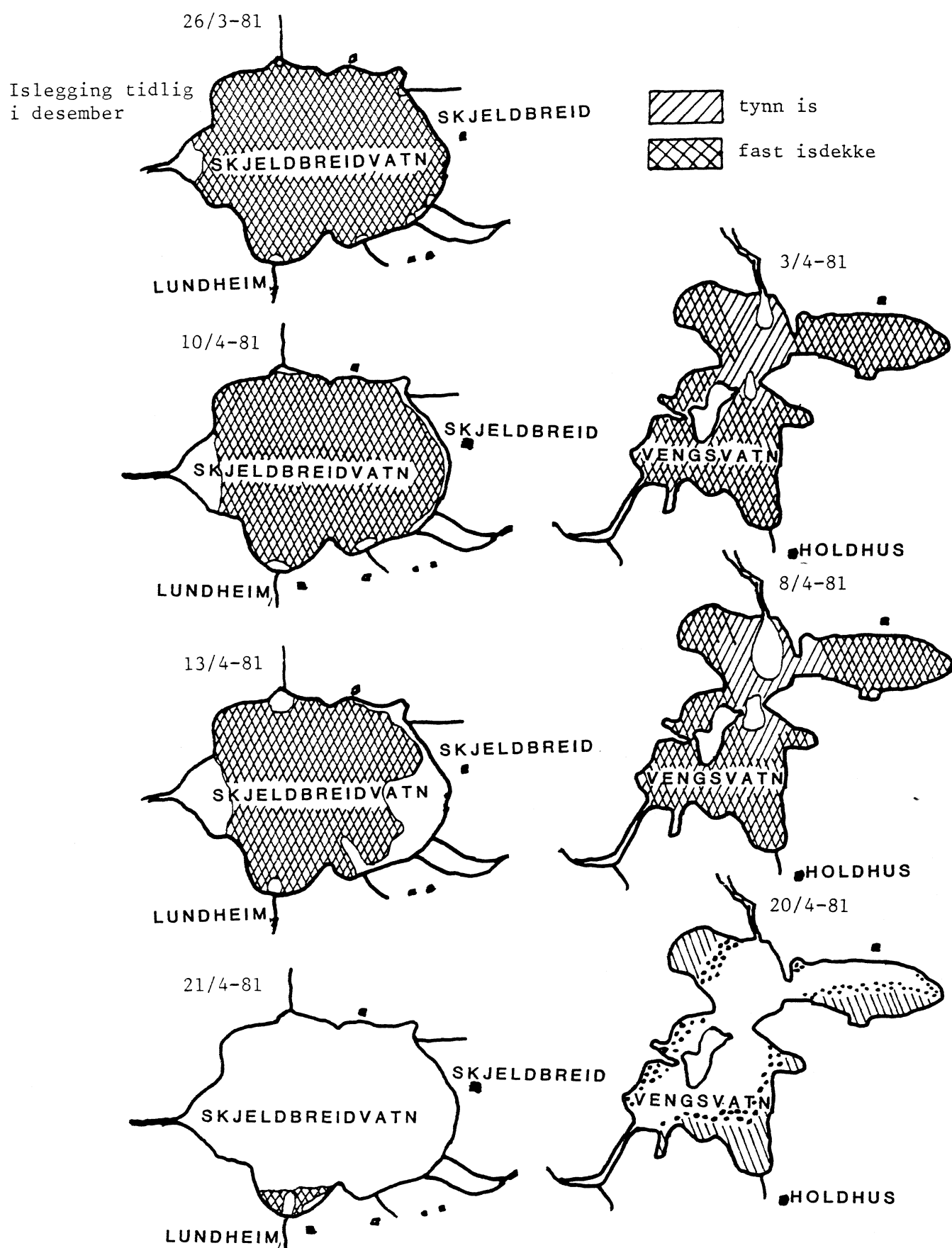


Fig 6 Isforholdene på Vengsvatn og Skjeldbreidvatn.

og/eller ujevne, vil isen nær land sprekke opp og risikoen for overvann der vil øke. Sprekkene og det ujevne isdekket vil også føre til at ferdsel til og fra isen kan bli vanskeligere enkelte steder.

Som tidligere nevnt er isen på Botnavatn mest brukt av skiløpere. På dybdekartet, fig 7, er de mest brukte skiløypetraséene tegnet inn av Hålandsdal Idrettslag. For trasé 1 og 2 skulle ikke reguleringa føre til vesentlige problem eller endringer i bruken. Trasé 3 må imidlertid legges om noe da nåværende trasé vil komme til å gå for nær tunnelinntaket. Dette skulle ikke by på vansker og på kartet, fig 7, har vi tegnet inn alternative traséer (stiplet).

BOTNAVATN

0 500 m

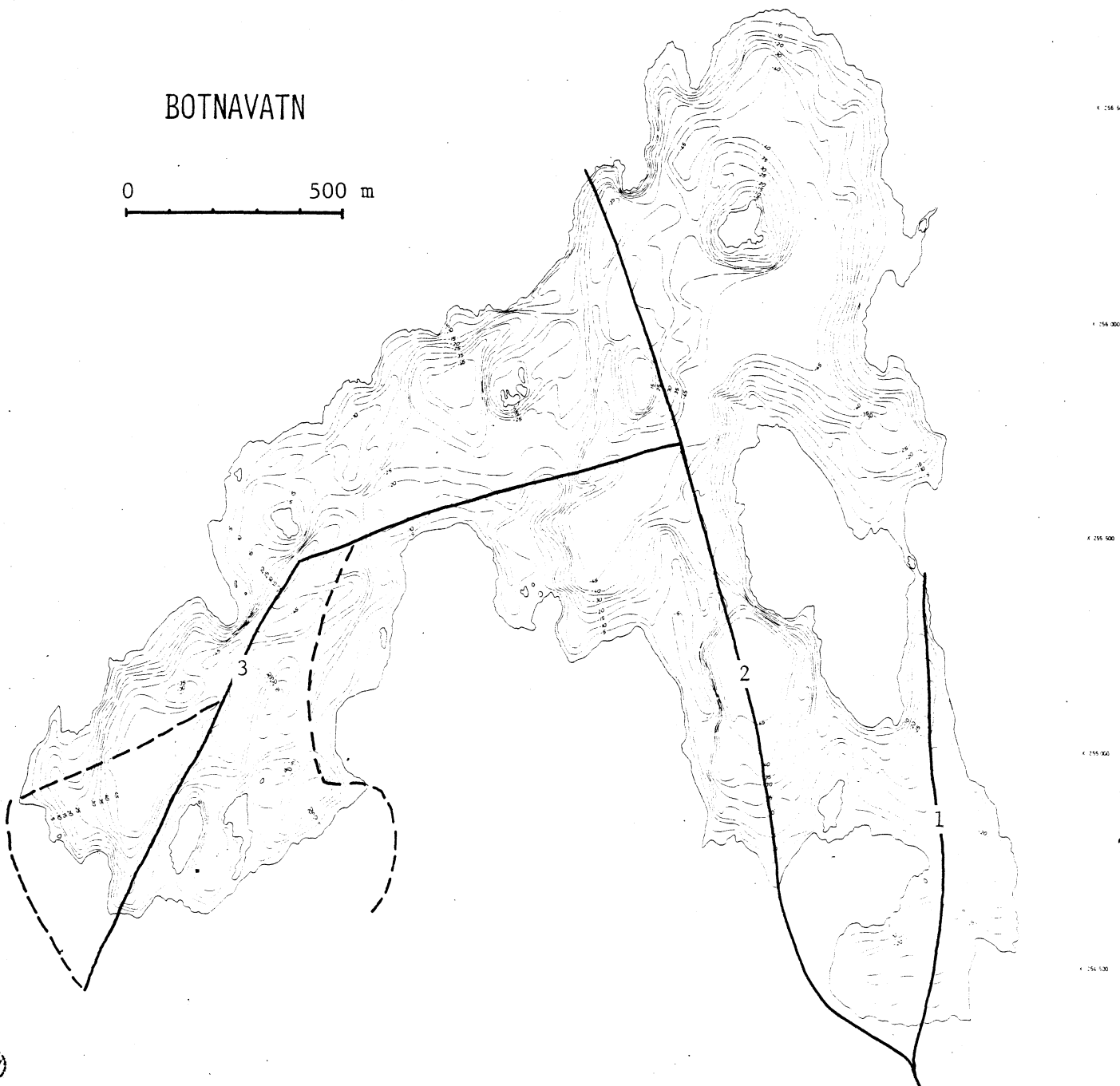


Fig 7 Dybdekart over Botnavatn med de vanligste løypetraséene påført.

Isforholdene på elvestrekninga Svartatjønn-Vengsvatn skulle heller ikke etter utbygging by på særlige problem. Der elveleiet er breit og grunt, kan det muligens bli noe mer grunnfrysing, men ellers vil den reduserte vassføringa resultere i at elva islegg seg lettere og dermed litt tidligere dersom grunnvannet ikke forstyrrer. Virkningen av grunnvannet vil imidlertid bli relativt større enn tidligere og kan føre til mer åpen elv der grunnvannstilsiget er tilstrekkelig stort.

7. ISFORHOLDENE I EIKELANDSFJORDEN

7.1 Før utbygging

Det er forholdsvis lenge mellom hver gang isen skaper vesentlige problemer i fjorden. Disponenten ved Bjellands fabrikker har fortalt at i 1935 var fjorden frosset til ca 1 km utover. Han har videre fortalt at i årene mellom 1935 og 1960 var det daglige anløp av rutebåten (dampbåten), og dette virket positivt til å hindre eller til å redusere hyppigheten og varigheten av et permanent isdekke på fjorden. Krigsvinteren 1942-43, som er kjent som en meget hard isvinter over storparten av landet, var det en god del is i Eikelandsfjorden, men isen var ikke så tykk og vanskelig å forsere som i 1935. Siste store isvinteren disponenten kunne huske var en gang i 1970-årene, i februar. Da lå isen ca 1 måned og tykkelsen var ca 4 tommer.

Både rutebåten og større fraktbåter brøt opp isen i den indre del av fjorden for at isen skulle drive ut fjorden. Denne isbrytinga foregikk enkelte ganger ut til Bergsvik-Havsgård.

I enkelte viker og bukter er det årvisst is, som f.eks. i Lundervika, i bukta til høyre for Eikelandsosen sentrum, ved Austestad og i Bergsvika. Denne isen er imidlertid ikke til noen vesentlig sjenanse for noen.

Isforholdene i fjorden vinteren 1980/81 er vist på fig 8. På synfaring i området den 26. januar 1981, ble temperaturen og saltinnholdet målt i den indre del av fjorden. I alle målepunkt utenom bukta der elva kommer ut, var saltinnholdet ganske høyt, ca 30‰.

De vær-situasjonene som vanligst gir isdannelse i fjorden er relativt stille vær etter eller i forbindelse med nedbør i form av regn eller snø. Kulden er ofte moderat. I sterkere kulde vil det vanligvis være dalavind (vind ut fjorden) som hindrer eller reduserer isdannelsen.

7.2 Isforholdene etter utbygging

Eikelandsfjorden og i enda sterkere grad Fusafjorden er åpne fjorder og godt eksponerte for vind fra vest og sørvest. Dette i tillegg til at fjorden ligger langt mot vest gjør at det er relativt lite is der særlig sett på bakgrunn av rikelig nedbør om vinteren.

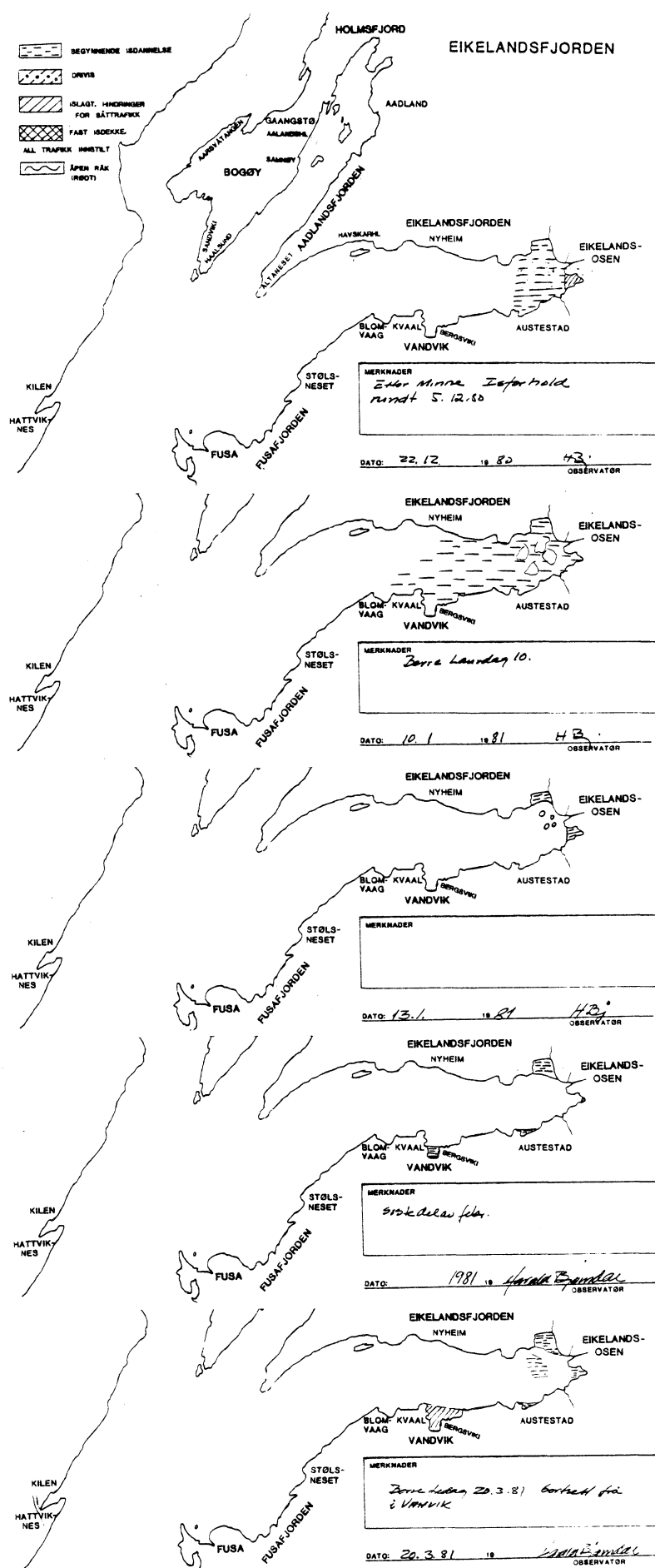


Fig 8 Isforholdene på Eikelandsfjorden.

Som nevnt under punkt 7.1 er stille vær med moderat kulde etter eller i forbindelse med nedbør den hyppigste årsak til isdannelse i fjorden. Dette vil være tilfelle også etter en eventuell utbygging av Kvanndalsvassdraget. Utbygginga vil riktignok øke ferskvannstilførselen til fjorden med ca 4 m³/s, noe som i enkelte vær-situasjoner vil kunne føre til mer isdannelse. Men vanligvis vil den økte ferskvannstilførselen ikke forårsake isdannelse av noen særlig mektighet eller varighet utenom i enkelte bukter og viker. Lunderbukta, som nå årvisst er islagt, vil stort sett bli isfri etter utbygginga. Dette skyldes at blandinga driftsvann/sjøvann får en betydelig overtemperatur som hindrer isdannelse både i Lundarbukta, der avløpsvannet fra kraftverket kommer ut, og et godt stykke utover fjorden. Til mer effektiv blandingen av ferskvann/sjøvann blir, til mindre risiko blir det for isdannelse på grunn av driftsvannet. Dette bør en ha i tankene når utløpet planlegges.

Lundarbukta er dyp til ganske nær land der avløpsvannet kommer ut, og stedet antas å ville egne seg bra for økt blanding ved bruk av bobleanlegg, dersom det mot formodning skulle vise seg at utbygginga av Kvanndalsvassdraget skulle føre til vesentlig forverring av isforholdene i Eikelandsfjorden. I Fusafjorden antas utbygginga ikke å føre til merkbar endring av isforholdene.