

DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 320 BLINDERN 0314 OSLO 3
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

20/87 KLIMA

DATO

27.05.1987

TITTEL

VERKNADER PÅ LOKALKLIMAET VED OPPDEMNING
AV BLASJØMAGASINET. Rapport nr. 1.

UTARBEIDET AV

PER ØYVIND NORDLI

OPPDRAKSGIVER

STATKRAFT

OPPDRAKSNR.

SAMMENDRAG

Rapporten handlar om verknader på lokalklimaet av høgfjellmagasinet Blåsjøen som høyrer til Ulla/Førre-reguleringane. Observasjonsgrunnlaget er frå tida føre magasinet vart bygd og fram til vasstanden nådde kote 1035 m som er 20 m under framtidig HRV.

Det vart funne statistisk sikre resultat i desse tilfella:

- 1) I stabile versituasjonar om hausten og vinteren før isen la seg på Blåsjøen vart det 1 - 2° mildare etter reguleringa.
- 2) I versituasjonar med lite skyer vart det om dagen om sommaren om lag 1° kaldare etter reguleringa.

Tala ovafor refererer seg til ein stad nær framtidig HRV.

UNDERSKRIFT

Per Øyvind Nordli

Per Øyvind Nordli
SAKSBEHANDLER

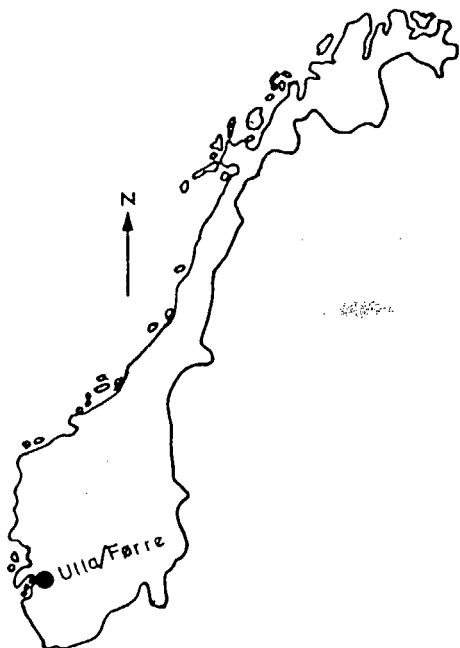
Bjørn Aune

Bjørn Aune
FAGSJEF

I N N H A L D

<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
1. SAMANDRAG OG KONKLUSJON	2
2. DEI METEOROLOGISKE MÆLINGANE VED BLÅSJØMAGASINET	4
2.1 Stasjonsanlegget	4
2.2 Feil og uvisse i målingane, driftstryggleik	5
3. KLIMADATA FOR OMRÅDA VED BLÅSJØMAGASINET	8
3.1 Innleiing	8
3.2 Nedbør	10
3.3 Temperatur	11
4. VERKNADEN AV REGULERINGA AV BLÅSJØMAGASINET	16
4.1 Reguleringa	16
4.2 Metode for analyse av temperaturdifferensar	17
4.3 Fysiske årsaker til klimaendringar på lokal skala	18
4.4 Resultatet av statistiske testar	20
4.4.1 Høgaloft brukt som teststasjon	22
4.4.2 Sanddokka brukt som teststasjon	28
5. LITTERATUR	35

INNLEIING



Tidleg på 1970-talet vart eit av dei største vasskraftutbyggingsprosjekta i Noreg sett i gang, nemleg utbygginga av elvane Ulla og Førre i Ryfyke, jamfør kartet. Elvane renn gjennom kommunane Suldal og Hjelmeland. På høgfjellet tok bygginga til på det største kunstige magasinet i Noreg, det såkalla Blåsjømagasinet. Heile kraftutbyggingsprosjektet går under namnet Ulla/Førre-reguleringane.

I åra 1974/75 vart det sett i gang meteorologiske målingar i området. Mælingane vart starta ved eit samarbeid mellom Arkeologisk museum i Stavanger (AmS) og Det norske Meteorologiske institutt (DNMI).

Da mælingane vart sette i gang, hadde dei to hovudføremål:

- 1) Dataene skulle brukast av Arkeologisk museum i Stavanger til eit lokalt, kulturhistorisk studium. Ved museet vart det danna eit prosjekt, Ulla/Førre-undersøkingane, som hadde som målsetjing å granske historia til området i eit vidt tidsrom som faktisk femnde frå slutten av den siste istida og fram mot vår tid. I prosjektet fekk også klimahistoria sin plass.
- 2) Ved hjelp av mælingane ville ein granske kva verknader Ulla/Førre-reguleringane hadde på lokalklimaet i området.

Denne rapporten er ein del av føremål nr 2) og vil avgrense seg til å gjelde hovudmagasinet for Ulla/Førre reguleringane, det såkalla Blåsjømagasinet. Magasinet er når dette blir skrivi (våren 1987) ennå ikkje fullt. Difor kan ikkje rapporten gje den fulle verknaden av reguleringa da ho vil vise seg i fullt monn først ved fullt magasin. Vi har difor planar om å koma med rapportar seinare som viser den fulle verknaden av reguleringa.

Alle granskingane både under punkt 1) og 2) er kosta av Statkraft, (før nyorganiseringa NVE, Statkraftverka).

Vi nyttar høvet til å takke Jonas Sømme ved Statskrafts kontor på Sand i Suldal for verdfulle data om vasstanden i Blåsjømagasinet.

1. SAMANDRAG OG KONKLUSJON

Når Blåsjømagasinet i Ulla/Førre-reguleringa ein gong blir fullt, vil det dekkje eit areal på 88 km². Av denne yta var 63 km² tørt land føre reguleringa. Magasinet ligg på høgfjellet mellom Bykle i Setesdal og Suldal/Hjelmeland i Ryfylke. Høgste regulerte vasstand (HRV) vil bli 1055 m.o.h.

Varmaste månad i området ved Blåsjøen er juli der temperaturnormalen 1931-60 er 9,3 gradar og kaldaste månad er januar med -7,1 gradar. Desse tala er frå mælestasjonen 4048 Sanddokki i den søraustre delen av magasinet. Nedbøren er målt til 1000 - 1100 mm i året, stigande frå aust til vest, men ein reknar med at desse tala i røynda skal vera mykje høgare på grunn av ekstra store mæleproblem i dette området med sterk vind under nedbør og eventuell ising på mælarane. Nedbørhøgder på 2000 mm i året kan vera realistiske.

Klimaet på dette kystnære fjellplatået er i det vesentlege advektivt bestemt. Dei lokale modifikasjonane som det småskala terrenget skaper, det som ofte blir kalla lokalklimaet, spelar her ei mindre rolle enn på meir avskjerma lokalitetar.

Etter den såkalla differensemetoden vart det testa om to mælestasjonar som var sette opp føre reguleringa hadde fått endra lokalklimaet sitt på grunn av oppdemminga. Stasjonane har mælepunkt i ulike avstandar og høgder i høve til magasinet. Det næraste mælepunktet ligg berre 5 m over framtidig HRV, men i testperioden kom ikkje vasstanden i magasinet til å gå høgare enn kote 1035 slik at dette mælepunkte låg 25 meter over det som til da var høgste regulerte vasstand. Avstanden til den tilsvarande vasskanten var om lag 125 m. Det mælepunktet som låg lengst unna låg 70 m over vasstanden og 350 m frå vasskanten.

I og med at magasinet ikkje er fullt, kunne ikkje desse testane gje den maksimale verknaden av reguleringa. Ein fann likevel signifikante resultat av reguleringa under desse vilkåra:

- 1) Stabile versitasjonar om hausten og vinteren før isen la seg. Det har vorte mildare etter reguleringa. Resultata var signifikante ved både teststasjonane, 4048 Sanddokka og 4608 Høgaloft. Storleiken på endringane varierte frå 1 til 2 gradar avhengig av målepunkt, tid på døgnet og tid på året. Det såg ut til å vera større verknader av reguleringa i september/oktober enn i juli/august.
- 2) Versitasjonar med lite skyer om sommaren. I juli og august når skydekket var mindre enn 5/8 kunne ein merke at det målepunktet som låg nærast magasinet vart meir avkjølt av magasinet enn det som låg lengst unna. Endringa av differensen mellom målepunkta var om lag 1 grad.

Mange av testane i denne granskinga let seg vanskeleg gjennomføre på grunn av manglande data ved høg vasstand i magasinet. Både måleseriane ved magasinet held fram. I framtida ventar ein å kunne presentere rapportar som byggjer på eit vesentleg fyldigare datamateriale og der også den maksimale verknaden av reguleringa kan finnast. Mange av dei verknadene av reguleringa som nå ikkje var signifikante, reknar ein med vil bli det ved å nytte ei større datamengd.

2. DEI METEOROLOGISKE MÅLINGANE VED BLÅSJØMAGASINET

2.1 Stasjonsanlegget

I 1975 vart dei meteorologiske stasjonane ved Blåsjømagasinet sette i drift. Det var dei to stasjonane 4048 Sanddokka i den austre delen av magasinet i Bykle kommune og 4608 Høgaloft i den nordvestre delen. På eit kart i innleiinga til denne rapporten er vist den geografiske plasseringa av området og på figur 3.1 og 3.2 er vist plasseringa av stasjonane i høve til magasinet og i høve til fjordane i vest.

I desse vanskeleg tilgjengelege fjellstroka var automatisk utstyr heilt naudsynt. Kvar av stasjonane vart bygd opp av ei registrerings-eining som vi her vil kalle dataloggaren. Han var av type Aanderaa og frå same firmaet kom også alle følarane med unntak frå hygrometer-følarane som var av type Lambrechts, men tilpassa Aanderaa av DNMI. DNMI hadde også levert strålingsskjermene både til hygrometerna (MI-74H) og til temperatur-følarane (MI-74T). Desse strålingsskjermene er samansette av to lag kvitlakkerte plastikkringar tilsvarande dobbel sjalusivegger på ordinære instrumentbur.

Til hjelp for tilsynet av stasjonane vart det sett opp brakker, ei på kvar av dei to stasjonane. Dataloggaren fekk plass inne i brakka. At stasjonane er utstyrte med brakker er svært viktig også for den nåverande drifta. Sjølv stasjonsanlegga har følgjande oppbygging: Ved sida av brakka står ei instrumentmast med påmonterte følarar. Denne plassen skal vi kalle hovudstasjonen. Frå hovudstasjonen ligg det kablar til fleire mælepunkt. Desse mælepunkta vil vi kalle sekundærstasjonar. Dei finst i ulike høgder over og under hovudstasjonen slik at mælepunkta kan gje eit temperaturprofil i skråninga, sjå figur 4.3. Høgda på følarane over marka og over havet er vist i tabellane 2.1 og 2.2.

I heile den tida stasjonsanlegget har gått har observasjonstidene vore kvar heile klokke time døgnet rundt.

Ved sidan av dei automatiske stasjonane på Høgaloft og Sanddokka vart det også sette opp manuelle oppsamlingsmælarar for nedbør. Dei var av typen M.I.-67. Nedbørhøgden vart peila berre to, tre gonger i året. Nedbørobservasjonane vart stoppa i 1986.

Tabell 2.1 Stasjon 4048 Sanddokka

Stasjonstype	Følar	Høgð over marka (cm)	Nivå (m)
Hovudstasjon	Vindfart	350	1105
"	Vindretning	350	1105
"	Temperatur	200	1105
"	Relativ råme	200	1105
Sekundærstasjon nr. 1	Temperatur	200	1060
"	Vindfart	350	1060
"	Vindretning	350	1060
"	Relativ råme	200	1060
Sekundærstasjon nr. 2	Temperatur	200	1096

Tabell 2.2 Stasjon 4608 Høgaloft

Stasjonstype	Følar	Høgð over marka (cm)	Nivå (m)
Hovudstasjon	Vindfart	350	1092
"	Vindretning	350	1092
"	Temperatur	200	1092
"	Relativ råme	200	1092
Sekundærstasjon nr. 2	Temperatur	200	1078

2.2 Feil og uvisse i mælingane, driftstryggleik

Ved hjelp av kablane fekk ein mælt temperaturen i fleire nivå med svært låge kostnader. Diverre synte det seg at kablane fanga inn mykje støy slik at mælingane vart usikre for dei mælepunkta som hadde dei lengste kablane frå følarane til loggaren. Opphaveleg hadde både stasjonane eit mælepunkt nr. 3 for temperatur høgt over hovudstasjonen tiltenkt som ein referansestasjon for dei andre punkta. Desse mælingane måtte ein gje opp på grunn av støyen. Dataene viste seg å vera ubrukbare. 4608 Høgaloft hadde også eit mælepunkt nærare magasinet som også vart oppgjeve på grunn av at det kvar vinter vart pressa ned av snøen.

For å redusere støyen på lange kablar vart det prøvd med eit filter

på loggaren og dessutan jording av metallhylsteret på kabelen. Dette reduserte problemet, men løyste det ikkje heilt. På målepunktet S₁ på 4048 Sanddokka kunne ein merke svak støy i einsklide situasjonar.

Eit anna problem ved dei lange kablane var at anlegget vart sterkt utsett for skader ved torever. Det hende at heile anlegget vart sett ut av drift. For å betre datatilgangen vart difor stasjonen 4048 Sanddokka forsterka med ein ekstra dataloggar ved at sekundærstasjon nr. 1 vart tilknytt den nye loggaren den 3. juli 1986. Dermed kunne den lange kabelen til hovudstasjonen koplatt ut. Frå same dato vart sekundærstasjon nr. 1 dessutan forsterka med følarar for vind og relativ råme.

Gjennom heile perioden har vi greidd å få inn 76 % av temperatur-observasjonane på 4048 Sanddokka og 81 % på 4608 Høgaloft. Desse tala gjeld hovudstasjonane, for sekundærstasjonane er tala lågare. Tabellane 3.2 og 3.3 viser at datainngangen har betra seg dei siste åra takk vera betre ettersyn og dei endringane på stasjonsanlegga som er gjorde. Men trygg for at torever kan øydeleggje, kan ein ikkje vera slik anlegga ligg i dag heller. Eit torever den 3/12 1986 sette bae dataloggarane på Sanddokka ut av drift.

Temperatur: Stasjonane blir kontrollerte ein gong i året. Da blir alle temperaturfølarane sette i vassbad og kalibrerte i intervallet frå 0 til 30 gradar. Dersom kalibreringa syner at ein følar har kome ut av kalibrering, blir dette korrigerert ved at kalibreringskurva hans blir endra i DNMI's rekneanlegg. For temperaturar under 0 gradar bruker vi korreksjonen ved 0 gradar. I tillegg til dette blir det lagt til ein temperaturvariabel korreksjon på grunn av kabelmotstanden for dei målepunkta der han er stor nok til å bety noko for resultatet.

Ved denne metoden er det realistisk å rekne med at mælefeilen er om lag 0,2 gradar i det intervallet følaren er kalibrert. For temperaturar under 0 må ein rekne inn ekstra feil på grunn av at korreksjonen kan variere noko med temperaturen. Denne feilen vil auke di lågare temperaturen blir. Ved røymsle frå intervallet over null reknar ein med at denne feilen er 0,2 ved -20 gradar. Maksimal feil ved -20 gradar kan attså bli 0,4 gradar, men analyse av datanen tyder ikkje på at mælefeilane ved hovudstasjonane er så store.

Slik anlegget er i dag, reknar ein ikkje å ha støy i nokon an dei kablane som er i bruk. Med før ombygginga på Sanddokka i 1986 kunne det som alt nemnt vera svak støy på målepunkt nr 1. Støyen skapte dermed ei mælevisse som ein ved kalibrering på stasjonen kan anslå til 0,3 gradar. Det er mogleg at ein del av denne uvissa ikkje ligg normalfordelt omkring den støyfrie verdien slik at det kan vera ein overrepresentasjon av verdiar på anten den eine eller andre sida.

Vind: Følaren for vindfart gjev gjennomsnittsverdien mellom loggings tidspunkta. Det blir logga kvar time på stasjonane slik at midlingstida dermed er 60 minutt. Uvissa i resultata er i følgje produsenten 2 %, men likevil slik at uvissa ikkje i noko tilfelle vil vera mindre enn 0,2 m/s. Følaren har ofte tekniske feil og er ute av drift oftare enn nokon annan følar.

Følaren for vindretning gjev augneblinksverdien ved logging. Han er utstyrt med dempingsolje for å hindre utslag på bråe vindretnings- endringar. Dempingsoljen har lett for å bli borte etter lengre tids bruk. Elles er instrumentet sær s driftssikkert. Feilen i målingane er mest eit spørsmål om kor nøye nordmerket på følaren blir retta inn i høve til sann nordretning.

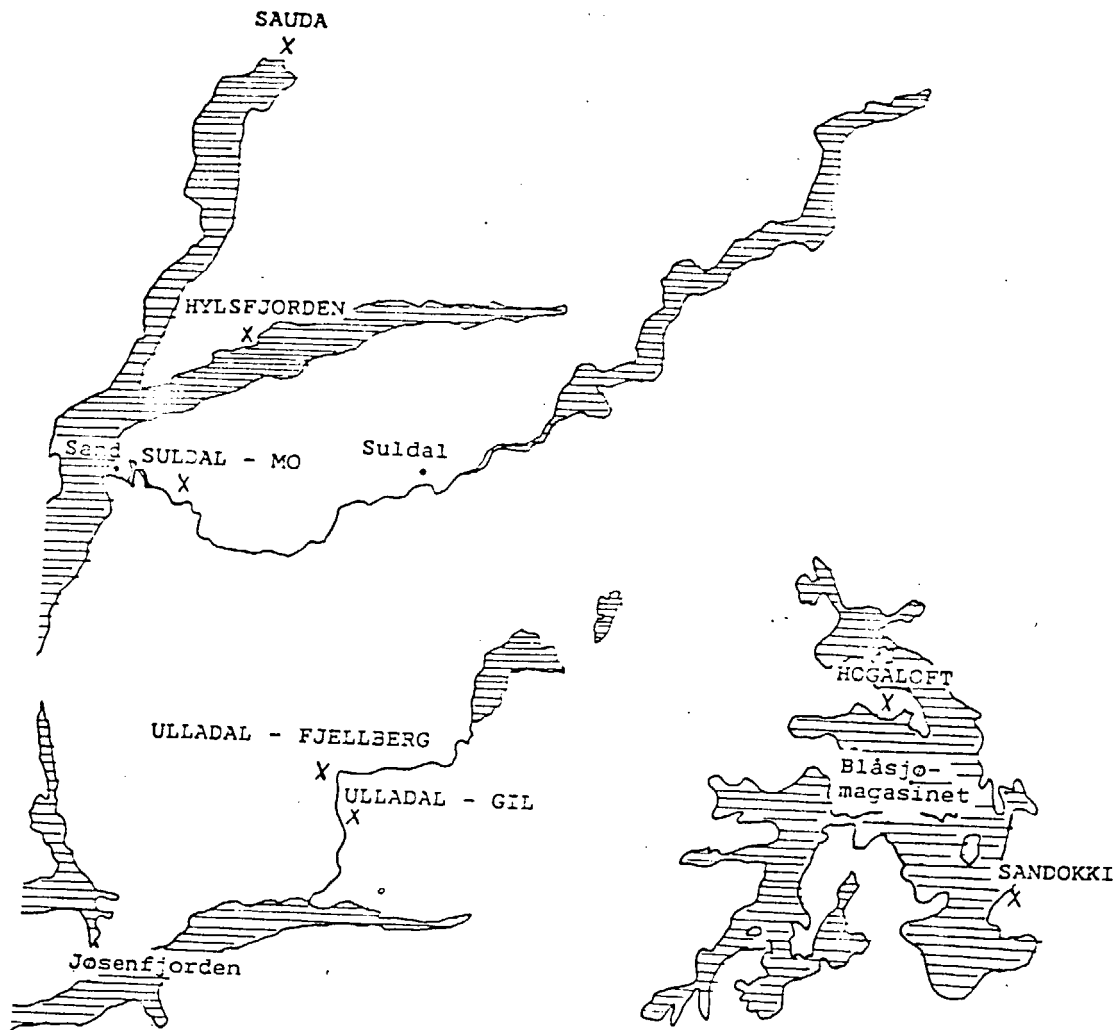
Eit spesielt vanskeleg problem ved vindmålingane er ising på instrumenta. Dei første vintrane øydela islastene instrumenta. Dette førte til at vi skrudde ned instrumenta om hausten og monterte dei på nytt tidleg på sommaren. Sidan dess er instrumenta forsterka slik at dei nå i regelen tolar islastene, men isinga er naturlegvis framleis eit stort problem for målingane da følarane anten isar fast eller får is i skålene slik at følarane kjem ut av kalibrering.

Relativ råme: Hygrometera er av typen Lambrechts, dvs. tradisjonelle hårhygrometer tilpassa Aaderaasystemet av DNMI. Ein kan rekne ei uvisse i resultata på om lag 5 % relativ råme.

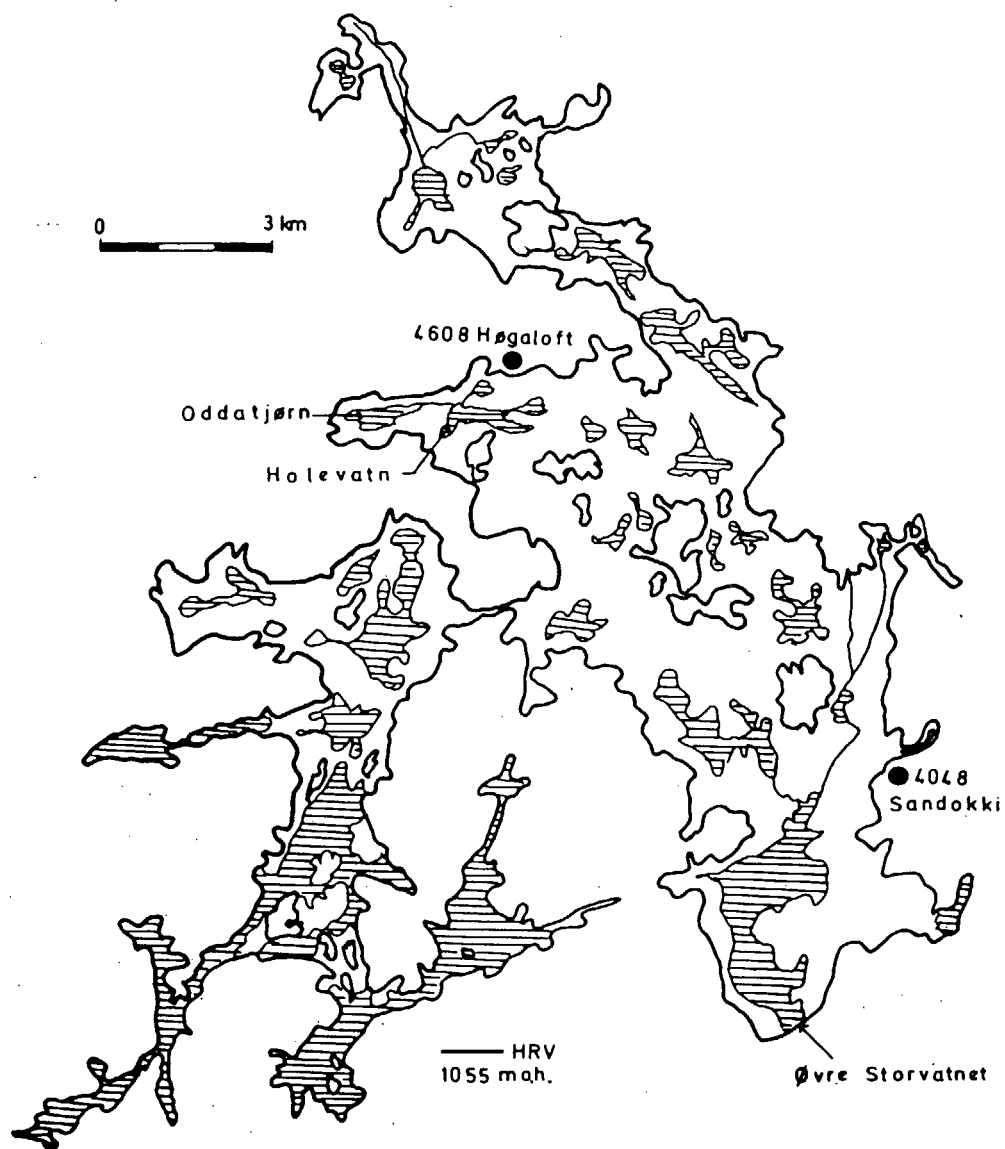
3. KLIMADATA FOR OMRÅDA VED BLÅSJØMAGASINET

3.1 Innleiing

Heiane mellom Suldal og Hjelmeland i vest og Setesdal i aust blir lokalt i Suldal og Hjelmeland kalla for Dyræheio. Men elles i landet brukar ein gjerne nemninga Ryfylkeheiane. Terrenget har vore vanskeleg tilgjengeleg, men har likevel vore nytta gjennom tidene til beite og jakt på villrein. I vest stuper terrenget mange stader bratt ned i dalane eller fjordane. På fjellet er det eit flatare platå der Blåsjømagasinet ligg, figur 3.1. Også her kan fersle i terrenget by på problem på grunn av sprikksoner og bratte småberg. I anleggsperioden vart det bygd vegar inn i området.



Figur 3.1 Kart over Blåsjømagasinet og fjordområdet i vest.



Figur 3.2 Kart over Blåsjømagasinet. Vassarealet før reguleringa er skravert.

Som ein kunne vente i eit slikt område har det før prosjektet vart sett i gang ikkje vore gjort meteorologiske observasjonar der inne. Dataene for høgfjellet har til nå ikkje vorte publiserte, slik at denne rapporten er den første som inneheld data frå magasinområdet. For betre å kunne danne seg eit inntrykk av høgfjellsklimaet, vil vi i dette oversynet også ta med nokre data frå stasjonane i naboombåda. Omtale av klimaet i nærombåda har elles vore gjort tidlegare, (Nordli, 1987), (Wishman, 1985).

3.2 Nedbør

Topografien spelar ei viktig rolle i nedbørutløysingsprosessen. I Suldalsområdet ris terrenget oppover frå fjorden i vest til fjellet i aust. Stigninga er på 1000 m og meir i eit belte langsetter kysten som kan vera frå 20 til 40 km breitt. Da vindar med ein vestleg komponent er svært vanlege i dei nivåa nedbør blir felt ut, vil lufta bli heva i det ho passerer fjella og dermed avkjølt. Nedbør, felt ut på denne måten, blir kalla orografisk nedbør. Det meste av han er å finne på lovaridsida av fjella, men noko kan også følgje med luftstraumen over vasskiljet før det dett ut. Resten av lesida vil få mindre nedbør, stundom kan det der vera heilt nedbørfritt.

Både ute mot kysten og innover mot Setesdal er årsnedbøren mindre enn i Suldalsområdet. Såleis utgjør området frå Suldal og oppover mot høgfjellet ei maksimumssone. Sjølv om terrenget grovt sett stig oppover frå fjordane mot høgfjellet, er det også her store nivå-variasjonar ved at dalar skjer seg inn i landet og toppar ris i været. Orografien er viktigaste årsaka til variasjonane i nedbør-normalane i tabell 3.1.

Tabell 3.1 Nedbørnormalar i mm for perioden 1931/60

Stasjon	hs	jan	feb	mars	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	år
4042 Bykle - Kult.	599	75	50	35	50	47	68	100	115	105	110	90	100	945
4048 Sanddokka	1105	90	60	50	50	50	70	90	98	100	120	100	100	978
4590 Fister	1	100	80	54	77	56	91	105	124	142	160	132	144	1265
4603 Ulladal - Fb	382	233	185	127	156	96	163	153	187	265	295	252	288	2400
4605 Ulla	200	195	155	106	132	81	137	129	158	224	247	211	241	2016
4607 Sandsaosen	605	180	143	98	122	75	126	119	146	206	228	194	221	1858
4608 Høgaloft	1092	100	80	60	60	50	80	90	100	113	130	120	120	1103
4615 Sand i Ryfk.	25	190	155	109	133	82	131	128	162	221	241	217	231	2000
4620 Suldal - Mo	58	173	138	94	115	72	113	107	136	190	215	189	208	1750
4630 Suldalvatn	333	163	131	89	104	69	108	99	128	183	210	174	188	1646

Av stasjonane i tabellen er 4048 Sanddokka, 4607 Sandsaosen og 4608 Høgaloft oppsamlingsstasjonar for nedbør og treng dermed ikkje ha tilsyn så ofte som ordinære nedbørstasjonar. Alle tre står over tregrensa og er sær s vindutsette. Ein kan difor ikkje utan vidare slutte at det er mindre nedbør ved 4607 Sandsaosen enn ved 4605 Ulla og 4603 Ulladal - Fjellberg.

Størst oppfangingsstap har likevel høgfjellsstasjonane 4048 Sanddokka og 4608 Høgaloft. Likevel er skilnaden mellom fjellet og lisona for stor til at nedbørreduksjonen frå lisona til høgfjell kan ha si årsak i oppfangingsstapet åleine. Maksimalsona for nedbør må såleis liggje vestafor 4608 Høgaloft. Frå Høgaloft på den vestlege delen av fjellplatået til Sanddokka på den austlege minkar nedbøren og vi ser

også at den minkar austover til Setesdal.

På grunn av at nedbøren på dei to høgfjellstasjonane vart peila så sjeldan, er nedbørfordelinga over året svært usikker.

3.3 Temperatur

Om vinteren er det i medel negativ strålingsbalanse over heile Noreg. For å kompensere for strålingstapet blir energi ført nordvestover langs norskekysten av vind og vinddrivne havstraumar som held kysten isfri. Heile området frå Suldal oppover til stølsområda og vidare opp mot høgfjellet er sterkt påverka av energitilførsle ved havvind. Men innafor området kan det vera skilnader i eksponeringa for denne energitransporten.

Dei områda som ligg nærast kysten er som regel best eksponerte for energitransporten frå havet. Men også vindutsette stader noko lenger inni i landet, gjerne dei høgste toppane, er også godt eksponerte for havlufta. Ein seier at klimaet på slike stader er advektivt bestemt. I hovudsak gjeld det også områda inne på vidda der Blåsjømagasinet ligg.

Stader som ligg meir skjerma for energitransport, slik som dalar og senkingar i terrenget, får i høgere grad sin temperatur bestemt av den strålingsbalansen som er på staden og ein seier at klimaet på slike stader er strålingsbestemt.

Vi skal sjå på ein del måleresultat frå stasjonane Sanddokki og Høgaloft. Gjennom heile observasjonsperioden til stasjonane er månadsmedeltemperaturane samla i tabellane 3.2 og 3.3. Oversynet viser at det er svært liten skilnad mellom stasjonane. Differensar i månadsmedeltemperatur som i talverdi er større enn 0,3 gradar, er svært sjelsynte, dei aller fleste differensane ligg innafor intervaller 0,2 gradar.

I same tabellane finst også standardavviket av månadsmedeltemperaturen. Det held seg om lag konstant heile året igjennom litt i overkant av 1 grad. Til jamføring kan nemnast at standardavviket for stasjonar i godt skjerma dalbotnar i låglandet er 3-5 gradar. Dette viser at temperaturekstremane lettare blir dempa i fjellet der kaldlufta ikkje så lett kan stagnere. Dette understrekar det som er nemnt tidlegare at klimaet i Dyråheio oftast er advektivt bestemt.

**4048 SANDOKKI
MANADSMEDEL AV TEMPERATUR**

KOMMUNE: Bykle												
	H.O.HAVET 1105 m						H.O.MARKA 200 cm			TYPE 0		
	JAN	FEB	MRS	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1975											-2,1	-4,5
1976	-8,5	-6,1	-8,6	-2,9	2,5	5,9	9,4	10,2	3,0	-0,9	-3,2	-8,9
1977	-8,6	-9,6		-5,4	2,8	7,1						
1978				-4,0	3,2	7,5	7,4				-1,8	-10,5
1979	-10,7			-2,8	-0,4				3,4	0,4	-4,0	
1980				-1,5	4,4	8,5					-5,3	-5,2
1981	-7,9	-8,6	-6,5	-2,6			7,8	7,6	6,0			
1982	-7,8	-4,5	-4,1	-2,1	1,5	6,9	10,6			0,4	-2,5	-5,2
1983		-8,9	-5,1	-2,6	1,3	5,0	8,9	9,2	4,2	0,3	-3,3	-5,5
1984	-9,4	-8,0	-8,2	-1,3	3,4	6,2	9,0	10,0	4,1	1,7	-1,8	
1985		-8,7	-6,7	-4,0			8,5	6,9	3,1	3,2	-6,8	-6,3
1986	-10,0	-10,6	-4,8	-4,9	1,9	8,6	7,6	6,0	1,5	1,2	-1,5	
MEDEL	-9,0	-8,1	-6,3	-3,1	2,3	6,9	8,7	8,3	3,6	0,9	-3,2	-6,6
STAND.AV.	1,0	1,8	1,6	1,3	1,3	1,2	1,0	1,6	1,3	1,2	1,6	2,1

Tabell 3.3

**4608 HØGALOFT
MANADSMEDEL AV TEMPERATUR**

KOMMUNE: Suldal												
	H.O.HAVET 1092 m						H.O.MARKA 200 cm			TYPE 0		
	JAN	FEB	MRS	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1975										1,7	-1,6	-4,2
1976	-8,2	-6,4	-8,6	-2,9	2,2	5,9	9,5	10,2	3,4	-0,2	-3,1	-8,8
1977	-8,6	-9,3		-5,3	3,0	7,3	9,2	8,4	3,7	2,7	-3,9	-4,2
1978	-6,4	-10,2	-6,1	-4,1	3,5	7,5	7,6			2,0		
1979					-0,2	7,0	6,4	7,0	3,3	0,5	-4,1	-7,3
1980	-10,0	-7,5		-1,4	4,2	8,4	9,9	7,7	5,8	-2,2	-5,4	
1981	-7,8	-8,7	-6,4	-2,5	3,6	5,2	7,5	7,3	5,9	-1,0		
1982				-2,1	1,5	6,9	10,5	8,3	4,0			
1983								9,0	4,0	0,2		
1984				-1,0	3,6	6,1	8,6	9,6	3,9	1,5	-1,7	-4,2
1985	-10,2		-6,6	-3,9	3,3	6,4	8,2	6,8	2,8	3,2	-6,9	-6,4
1986	-10,1	-10,8	-4,8	-5,1	1,9	8,4	7,4	6,0				
MEDEL	-8,7	-8,8	-6,5	-3,1	2,6	6,9	8,5	8,0	4,1	0,8	-3,8	-5,8
STAND.AV.	1,3	1,5	1,2	1,5	1,3	1,0	1,2	1,3	1,0	1,6	1,8	1,8

Ved hjelp av stasjonen 4651 Midtlæger er temperaturnormalane utarbeidde, tabell 3.4. Av tabellen går det fram at det er ingen av månadene som har temperaturnormal som er 10 gradar eller høgre. Det betyr at området har E-klima etter det kjende klassifiseringssystemet til Kjøppen. E-klima er skoglaust fjellklima eller arktisk klima. I varmaste månad er temperaturen i følgje dei sist nemnde tabellane i underkant av 1 grad for låg til å bli klassifisert annleis.

Tabell 3.4. Temperaturnormalar for perioden 1931/60

Stasjon	jan	feb	mrs	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	år
4048 Sanddokka	-7,1	-6,9	-6,1	-2,6	2,6	6,3	9,3	9,0	5,1	0,8	-2,5	-4,5	0,3
4603 Ulladal Fj	-2,6	-2,1	-0,6	3,1	8,1	10,9	13,1	12,9	9,3	5,3	2,2	-0,6	4,9
4606 Sandea	-3,1	-3,0	-2,0	1,7	6,3	9,6	12,3	12,0	8,5	4,4	1,1	-1,3	3,9
4608 Høgaloft	-7,1	-6,9	-6,1	-2,5	2,7	6,3	9,2	8,9	5,0	0,8	-2,6	-4,5	0,3
4620 Suld. - Mu	-2,2	-1,9	0,9	5,0	10,0	12,9	15,2	14,4	10,9	6,6	2,7	0,1	6,2
4651 Midtlæger	-6,7	-6,4	-5,6	-2,3	2,7	6,5	9,5	9,2	5,3	1,0	-2,1	-4,1	0,6

Både for sommaren og vinteren ser ein at det er svært liten skilnad i temperaturnormalane for dei to stasjonane. Av det kunne det vera nærliggjande å slutte at dei to stadene har same klimaet. Men reint lokalmeteorologisk kan ein peike på ein vesentleg skilnad mellom stasjonane, d.e.

4048 Sanddokka ligg på ein liten rygg. Ryggen går i retning nord sør samstundes som eggen hallar nordover.

4608 Høgaloft ligg på ei hylle i ei bratt sørskråning ned mot det som før heitte Hølevatnet, men som nå er ein del av Blåsjømagasinet.

Isolert sett skulle denne geografiske skilnaden gje ein høgre dagtemperatur på Høgaloft enn på Sanddokka i den varmaste tida på året. Verknaden av dette kjem da også tydeleg fram ved å jamføre dei absolutt høgste temperaturane på dei to stasjonane, tabellane 3.5 og 3.6. Her er Høgaloft om lag ein grad varmare frå og med april til og med oktober. Men utjamna over heile månaden blir verknaden av dette liten sjølv i spesielle godversmånader, jamfør avsnitt 3 i tabellane 3.5 og 3.6 "Månadsmedel av døgnmaksimum".

Oppsummering: Blåsjømagasinet ligg på toppen av eit kystnært fjellplatå og klimaet er difor oftast advektivt bestemt. Dei lokale modifikasjonane som det meir småskala terrenget skaper, det som ofte blir kalla lokalklimaet, spelar her ei mindre rolle enn på meir avskjerma lokalitetar. I månadsmedeltemperaturane er det vanskeleg å påvise at lokalklimaet spelar noka rolle.

4048 SANDOKKI
TEMPERATUR

OBSERVASJONSPERIODE 1975.10. - 1986.12.

DATAINNGANG 76 %

KOMMUNE: Bykle													H.O.HAVET 1105 m	H.O.MARKA 200 cm	TYPE 0
	JAN	FEB	MRS	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES			
MEDELVERDI	-9,0	-8,1	-6,3	-3,1	2,3	6,9	8,7	8,3	3,6	0,9	-3,2	-6,6			
STANDARDVVIK	1,0	1,8	1,6	1,3	1,3	1,2	1,0	1,6	1,3	1,2	1,6	2,1			
MÅNADSMEDEL															
Høgaste verdi, år:	1982	1982	1982	1984	1980	1986	1982	1976	1981	1985	1986	1975			
Høgaste månadsmedel	-7,8	-4,5	-4,1	-1,3	4,4	8,6	10,6	10,2	6,0	3,2	-1,5	-4,5			
Lågaste månadsmedel	-10,7	-10,6	-8,6	-5,4	-0,4	5,0	7,4	6,0	1,5	-0,9	-6,8	-10,5			
Lågaste verdi, år:	1979	1986	1976	1977	1979	1983	1978	1986	1986	1976	1985	1978			
MÅNADSMEDEL AV DØGNMAKSIMUM OG DØGNMINIMUM															
Høgaste verdi, år:	1982	1982	1982	1984	1980	1986	1982	1976	1981	1985	1978	1975			
H. månadsmedel av d.maks	-5,4	-2,2	-2,5	1,3	7,3	11,7	13,9	13,5	8,0	5,1	0,2	-2,4			
L. månadsmedel av d.min	-12,7	-13,5	-11,0	-8,0	-2,8	2,4	5,0	4,2	-0,4	-2,1	-8,5	-12,8			
Lågaste verdi, år:	1979	1986	1976	1977	1979	1983	1986	1986	1986	1976	1985	1978			
DØGNMEDEL															
Høgaste verdi, år:	1982	1976	1981	1984	1978	1986	1982	1982	1984	1985	1978	1986			
På datoens:	17	25	8	28	30	30	31	3	7	2	7	3			
Høgaste døgnmedel	1,5	0,3	0,4	4,4	12,6	17,7	19,0	19,5	10,9	10,4	5,6	1,3			
Lågaste døgnmedel	-22,0	-20,0	-16,3	-12,0	-7,4	-1,0	1,0	2,2	-2,3	-8,8	-14,8	-24,2			
Lågaste verdi, år:	1979	1979	1978	1986	1981	1977	1983	1986	1976	1980	1985	1978			
På datoens:	1	14	17	10	2	5	19	21	30	31	27	31			
ABSOLUTE EKSTREMAR															
Høgaste verdi, år:	1982	1985	1977	1981	1978	1986	1982	1982	1984	1985	1978	1986			
På datoens:	17	27	24	6	30	30	31	3	7	2	7	3			
Absolutt maksimum	2,1	3,8	4,0	11,9	17,0	22,0	22,9	22,7	15,5	12,6	8,2	2,8			
Absolutt minimum	-24,5	-21,8	-17,9	-15,0	-10,8	-2,7	-0,4	0,9	-4,3	-10,9	-16,5	-26,7			
Lågaste verdi, år:	1979	1979	1978	1977	1981	1977	1983	1976	1976	1980	1985	1978			
På datoens:	1	14	17	11	3	7	20	1	30	26	27	31			

4608 HØGALOFT
TEMPERATUR

OBSERVASJONSPERIODE 1975.09. - 1986.09.

DATAINNGANG BI 2

KOMMUNE:	H.O.HAVET												H.O.MARKA												TYPE
Suldal	1092 m												200 cm												0
	JAN	FEB	MRS	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MRS	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	
MEDELVERDI	-8,7	-8,8	-6,5	-3,1	2,6	6,9	8,5	8,0	4,1	0,8	-3,8	-5,8	-8,7	-8,8	-6,5	-3,1	2,6	6,9	8,5	8,0	4,1	0,8	-3,8	-5,8	
STANDARDAVVIK	1,3	1,5	1,2	1,5	1,3	1,0	1,2	1,3	1,0	1,6	1,8	1,8	1,3	1,5	1,2	1,5	1,3	1,0	1,2	1,3	1,0	1,6	1,8	1,8	
MANADSMEDEL																									
Høgaste verdi, år:	1978	1976	1986	1984	1980	1986	1982	1976	1981	1985	1975	1984	1978	1976	1986	1984	1980	1986	1982	1976	1981	1985	1975	1984	
Høgaste månadsmedel	-6,4	-6,4	-4,8	-1,0	4,2	8,4	10,5	10,2	5,9	3,2	-1,6	-4,2	-6,4	-6,4	-4,8	-1,0	4,2	8,4	10,5	10,2	5,9	3,2	-1,6	-4,2	
Lågaste månadsmedel	-10,2	-10,8	-8,6	-5,3	-0,2	5,2	6,4	6,0	2,8	-2,2	-6,9	-8,8	-10,2	-10,8	-8,6	-5,3	-0,2	5,2	6,4	6,0	2,8	-2,2	-6,9	-8,8	
Lågaste verdi, år:	1985	1986	1976	1977	1979	1981	1979	1986	1985	1980	1985	1976	1985	1986	1976	1977	1979	1981	1979	1986	1985	1980	1985	1976	
MANADSMEDEL AV DØGNMAKSIMUM OG DØGNMINIMUM																									
Høgaste verdi, år:	1978	1976	1986	1984	1980	1986	1982	1976	1981	1985	1975	1975	1978	1976	1986	1984	1980	1986	1982	1976	1981	1985	1975	1975	
H. månadsmedel av d.maks	-4,7	-4,8	-3,2	2,1	7,2	11,8	13,7	13,4	7,9	5,2	0,0	-2,1	-4,7	-4,8	-3,2	2,1	7,2	11,8	13,7	13,4	7,9	5,2	0,0	-2,1	
L. månadsmedel av d.min	-13,3	-14,1	-11,0	-7,8	-2,5	2,9	4,0	4,1	0,8	-4,1	-8,7	-11,0	-13,3	-14,1	-11,0	-7,8	-2,5	2,9	4,0	4,1	0,8	-4,1	-8,7	-11,0	
Lågaste verdi, år:	1985	1986	1976	1977	1979	1976	1979	1986	1985	1980	1985	1976	1985	1986	1976	1977	1979	1976	1979	1986	1985	1980	1985	1976	
DØGNMEDEL																									
Høgaste verdi, år:	1978	1976	1981	1984	1978	1986	1982	1982	1980	1978	1984	1979	1978	1976	1981	1984	1978	1986	1982	1982	1980	1978	1984	1979	
På datoer:	6	26	8	29	31	30	31	3	22	12	2	2	6	26	8	29	31	30	31	3	22	12	2	2	
Høgaste døgnmedel	0,5	0,3	0,8	5,8	12,5	17,9	18,9	20,1	10,7	10,4	4,9	1,3	0,5	0,3	0,8	5,8	12,5	17,9	18,9	20,1	10,7	10,4	4,9	1,3	
Lågaste døgnmedel	-19,2	-18,7	-15,9	-12,3	-6,8	-0,9	0,5	2,0	-1,5	-9,2	-15,4	-16,4	-19,2	-18,7	-15,9	-12,3	-6,8	-0,9	0,5	2,0	-1,5	-9,2	-15,4	-16,4	
Lågaste verdi, år:	1985	1986	1978	1977	1981	1977	1983	1986	1976	1980	1985	1976	1985	1986	1978	1977	1981	1977	1983	1986	1976	1980	1985	1976	
På datoer:	26	19	17	10	2	6	19	21	30	31	27	28	26	19	17	10	2	6	19	21	30	31	27	28	
ABSOLUTTE EKSTREMAR																									
Høgaste verdi, år:	1978	1985	1981	1984	1978	1986	1982	1982	1984	1985	1978	1979	1978	1985	1981	1984	1978	1986	1982	1982	1984	1985	1978	1979	
På datoer:	6	27	31	29	30	30	31	3	7	2	7	2	6	27	31	29	30	30	31	3	7	2	7	2	
Absolutt maksimum	1,9	4,1	4,1	13,2	17,8	23,0	23,7	24,2	16,0	13,8	8,7	2,8	1,9	4,1	4,1	13,2	17,8	23,0	23,7	24,2	16,0	13,8	8,7	2,8	
Absolutt minimum	-21,7	-22,6	-18,2	-16,6	-11,4	-2,7	-0,7	0,5	-4,8	-12,2	-16,9	-18,5	-21,7	-22,6	-18,2	-16,6	-11,4	-2,7	-0,7	0,5	-4,8	-12,2	-16,9	-18,5	
Lågaste verdi, år:	1985	1986	1978	1986	1981	1977	1979	1977	1977	1980	1985	1985	1985	1986	1978	1986	1981	1977	1979	1977	1977	1980	1985	1985	
På datoer:	27	19	17	11	3	7	2	6	10	26	27	29	27	19	17	11	3	7	2	6	10	26	27	29	

4. VERKNADEN AV REGULERINGA AV BLÅSJØMAGASINET

4.1 Reguleringa

For å kunne danne Blåsjømagasinet måtte det demmast på fleire plassar for at ikkje vatnet skulle renne til bygds gjennom dei ulike dalføra. Her skal vi likevel berre omtala to av dammane. Det er dei to som direkte berører miljøet rundt dei to klimastasjonane 4048 Sanddøkki og 4608 Høgaloft. Det er dammane ved Oddatjørn i nordvest og ved Øvre Storvatnet i søraust, sjå figurane 4.1, 4.2 og 4.3.

Omlaupstunell frå Oddatjørn vart slegen igjennom i slutten av april 1978 og vasstanden i tjørna vart raskt nedtappa frå 936 m.o.h. til om lag 920 m.o.h. Oppdemminga starta så den 4. oktober 1982 og vasstanden i magasinet steig jamnt frå denne dato. Allereie i månadsskiftet november/desember 82 nådde magasinet kote 962 og Holevatnet og Oddatjørnet vart eitt vatn. Dermed tok reguleringa til i vatnet rett nedafor stasjonen 4608 Høgaloft.

Frå april 1983 steig vasstanden i Oddatjørn/Holevatnet inntil den i slutten av november 1983 nådde kote 1022. Lenger opp kunne vatnet ikkje demmast i første omgang fordi det tok til å renne over til Øvre Storvatnet der reguleringa ennå ikkje var starta. Tvert i mot vart ventilen i omlaupstunellen ved Oddatjørn opna i januar 1984 i samband med ein del arbeid som skulle gjerast og vasstanden i magasinet sokk til kote 1013 som vart halde frå februar til mai. Men i juni 1984 nådde magasinet på nytt si gamle, maksimale høgde på kote 1022.

Øvre Storvatnet, som ligg vestafor den meteorologiske stasjonen 4048 Sanddøkki, har naturleg vasstand på kote 975. I august 1984 tok oppdemminga til i vatnet medan vasstanden i den andre delen av magasinet heldt seg konstant på kote 1022. Den 30. august 1985 nådde også Storevatnet kote 1022 og danna dermed eit samanhengande magasin med Oddatjørn/Holevatnet.

I det samanhengande magasinet som det heretter fell naturleg å kalle Blåsjømagasinet eller som Statkraft foreslår, Blåsjøen, steig vasstanden vidare og i følgje den siste observasjonen som vi har fått, stod vatnet på kote 1041 den 19. februar 1987. Dermed er det att 14 m til magasinet når høgste regulerte vasstand som er 1055 m.o.h. Da vil magasinet dekkje eit areal på 88 km² og bli den største kunstige sjøen i Noreg. Før reguleringa var 63 km² av denne yta land,

resten var vatn.

4.2 Metode for analyse av temperaturdifferensar

Temperaturobservasjonane ved Blåsjømagasinet kan grupperast etter vasstanden. I prinsippet kan ein velja talet på grupper fritt, men i praksis må ein passe på at talet på observasjonar innafor kvar gruppe ikkje blir for lite. I denne granskinga har ein funne det fruktbart å dele vasstanden inn i tre grupper som vi vil kalle høgg, medels og låg. Det er ved å jamføre dei to yttergruppene ein kan få informasjon om eventuelle lokale klimaendringar.

For eit mælepunkt A kan medeldifferensen, ΔT_A , finnast ved

$$(1) \quad \Delta T_A = T_{Al} - T_{Ah}$$

T_{Al} = medelet av temperaturen i gruppa av låge vasstandar
 T_{Ah} = medelet av temperaturen i gruppa av høge vasstandar

For eit mælepunkt B kan tilsvarande medeldifferens, ΔT_B , finnast

$$(2) \quad \Delta T_B = T_{Bl} - T_{Bh}$$

Av (1) og (2) følgjer:

$$(3) \quad \theta = \Delta T_A - \Delta T_B = (T_{Al} - T_{Ah}) - (T_{Bl} - T_{Bh}) \\ = (T_{Al} - T_{Bl}) - (T_{Ah} - T_{Bh}) = \Delta T_{l} - \Delta T_{h}$$

der altså ΔT_l og ΔT_h er differensen mellom stasjonane under lågvasstand og høgvasstand.

Dersom mælepunktet B ligg så langt unna magasinet at det ikkje kan vera påverka av vasstanden der, kan θ vera ein god indikator for den temperaturendringa reguleringa skaper ved stasjon A. Men det finnst også andre faktorar enn vasstanden som kan tenkjast å påverka θ . Somme av desse faktorane kan best klårgjerast ved meteorologiske vurderingar andre ved statistiske. Det kan difor lønne seg å uttrykkje θ i andre termer

$$(4) \quad \theta = \Delta T_r + \Delta T_k + \epsilon$$

ΔT_r = temperaturendring på grunn av endra vasstand.

ΔT_k = ikkje-tilfeldige faktorar som kan tenkjast å verke inn på θ

(med unntak av vasstanden som altså høyrer inn under leddet ΔT). Som døme på slike faktorar kan nemnast temperaturfølarar som har hatt endringar i kalibreringa frå før til etter reguleringa, lakken på temperaturburet som kan ha endra farge med åra, over eller underrepresentasjon av einstilte versituasjonar etter reguleringa.

ϵ = dei tilfeldige variasjonane i θ . ϵ har forventning lik null.

Diverre er det ikkje mogleg eksakt å skilje dei to ledda ΔT_r og ΔT_k frå kvarandre. Men vi kan redusere ΔT ved å velja ut mest mogleg like versituasjonar før og etter reguleringa, halde følarane velkalibrerte og ha eit godt ytre vedlikehald på stasjonane. Dersom ein lukkast med det, vil $\Delta T_k \approx 0$ og likning (4) kan skrivast

$$(5) \quad \theta \approx \Delta T_r + \epsilon$$

der ϵ går mot null når observasjonsmengda aukar. Ein kan nå finne ΔT_r direkte av (5) ved å rekne ut θ av datamaterialet. Men som oftast vil datamengda vera såpass avgrensa at ein ikkje kan vera sikker på at ϵ er nær null. Sjølv om ΔT_r var lik null, kunne likevel θ vera ulik null og ein kunne da kome i skade for å slutte at reguleringa kunne ha innverknad på klimaet der det ikkje var tilfelle. Di større $|\theta|$ er, di mindre sannsynleg er det at θ skil seg frå null einast på grunn av tilfeldige variasjonar. Til å vurdere slike signifikansspørsmål kan statistiske testar nyttast. I denne granskinga vil vi nytte Students t-test, sjå vedlegg A.

4.3 Fysiske årsaker til klimaendringar på lokal skala

Metoden som er skissert i førre avsnittet er reint statistisk og seier difor ingen ting om årsaka til eventuelle lokalklimatologiske endringar på grunn av reguleringa. Difor er det viktig å vurdere resultatata opp mot det som ein skulle vente ut frå fysiske og dynamiske vurderingar. Til nå er det samla inn data som skulle eigne seg til bruk på desse problemstillingane.

- 1) Vatnet er islagt og lufta har stabil lagdeling. Det ser ut til at Blåsjøen vil isleggje seg i november eller desember og at isløysinga blir i juni, i einstilte tilfelle kanskje i juli. Isen på vatna som nå er "oppslukt" av Blåsjøen løyste seg også opp innafor det tidsrommet.

At isen og dermed snøen har lagt seg på vatna fører i mange situasjonar til at lagdelinga i lufta like over snøen blir stabil.

Er det lite skyer, taper det øvre snølaget varme ved at utstrålinga er større enn innstrålinga. Snøen er ein god isolator og temperaturen søkk raskt nær snøoverflata. Lufta taper så varme til snøen. Spesielt om natta skjer dette og dessutan heile dagen i den mørkaste årstida.

Di sterkare vinden er, di betre blir lufta blanda og dette reduserer stabiliteten i lufta. I følgje ei gransking gjort i Målselvdalen i Troms (Gotaas, Stuberg, 1972) vart det funne at lufta var lite stabil dersom vinden i 10 meters høgd var 3 m/s eller sterkare.

Av det som er sagt ovafor går det fram at lufta er mest stabil i situasjonar med lite skyer og lite vind. Da kan det danne seg inversjonar, det er at temperaturen stig med høgda. Reguleringa fører så til at underlaget blir liggjande på eit høgare nivå enn før og at mælepunkta ved Blåsjøen blir liggjande djupare nede i kaldluftslaget. Dermed skulle temperaturen bli lågare etter reguleringa.

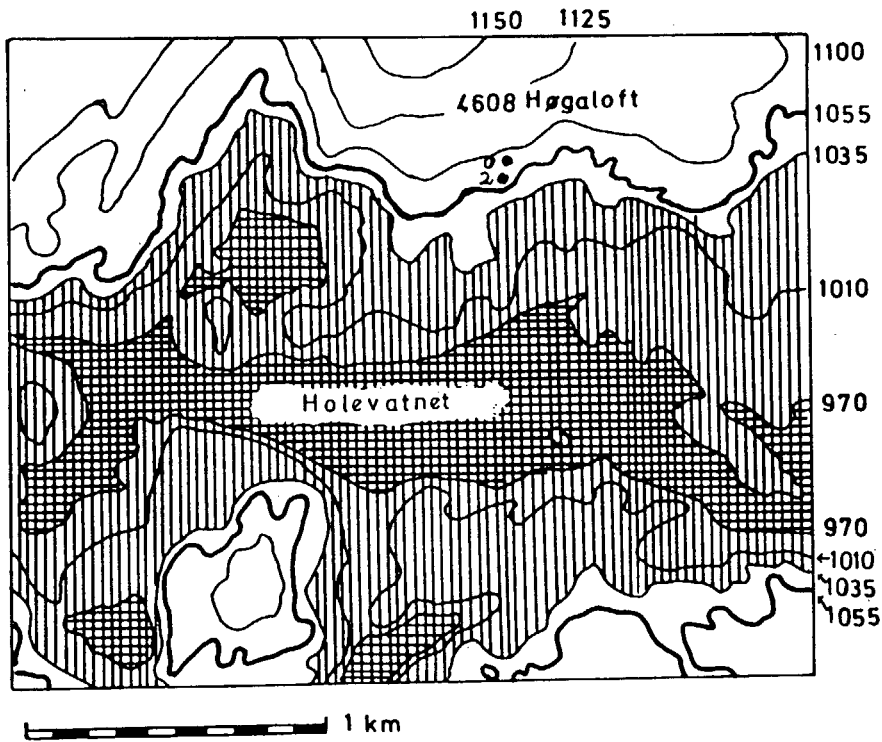
- 2) Magasinet er isfritt og vassflata er kaldare enn lufta. Dette fører til at lufta blir avkjølt når ho bles utover vatnet og får dermed meir stabil lagdeling nær overflata. På lestranda kan ein dermed observere lågare temperatur enn på lovardstranda. For ein sjø i Japan t.d. (Shitara, 1971) fann ein at skilnaden på ein varm dag kunne utgjera 2 gradar, men effekten nådde ikkje lenger enn 150 m innover stranda. Sjøen var av om lag same storleik som Blåsjøen.

På varme sommardagar med svakt, storstilt vindfelt vil magasinet setja i gang land/sjøbris. Han vil føre til at kald luft ute frå Blåsjøen blir trekt innover land og altså gjera strendene kjølegare.

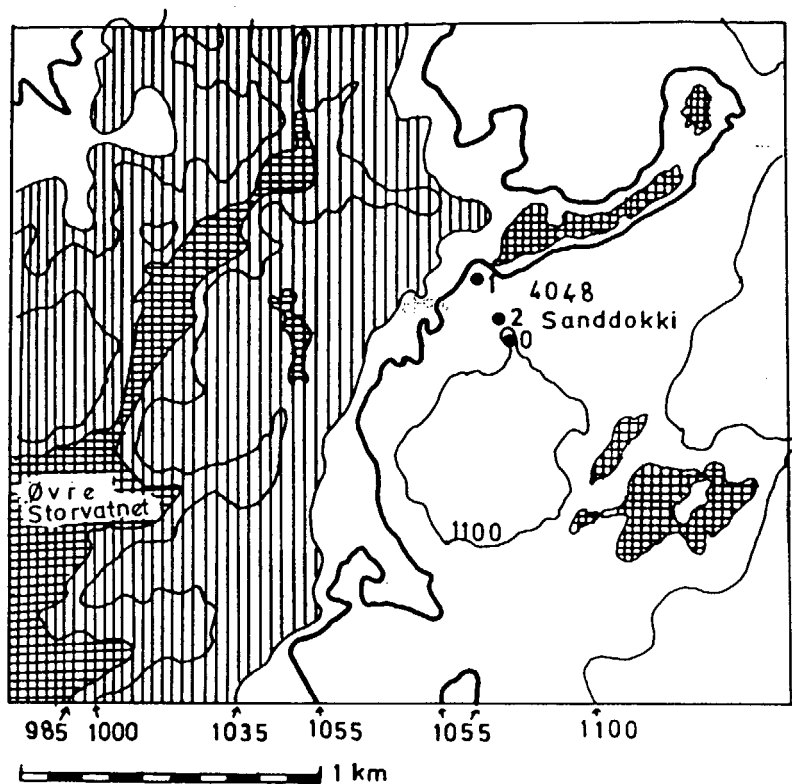
- 3) Magasinet er isfritt og vassflata er varmare enn lufta. Om hausten vil dette vera tilfelle dei fleste nettene og seinhaustes stundom også om dagen. Det går da ein varmestraum frå vatnet til lufta. Særleg skulle dette ha mykje å seia i klåre netter med lite vind da differensane mellom vassflata og tørt land kan bli størst mogleg.

4.4 Resultatet av statistiske testar

Av kartutsnitta på figurane 4.1 og 4.2 ser ein at alle mælepunkta både på 4608 Høgaloft og på 4048 Sanddokka ligg så nær magasinet at ein i utgangspunktet må anta at dei kan vera påverka av reguleringa. Det blir da naussynt å bruke stasjonar nede i bygda som referansestasjonar. Den beste stasjonen som finst til det bruket er 4603 Ulladal - Fjellberg. Stasjonen ligg 382 m.o.h. i ein bratt, skrånande sidedal til Ulladalen og er dermed mindre utsett for dalinversjonar enn dei andre alternative referansestasjonane som er 4620 Suldal - Mo og 4603 Ulladal - Gil. For å finne eit mål for samvariasjonen mellom temperaturobservasjonane i høgfjellet og på Fjellberg, vart regresjonsanalyse teken i bruk. Resultata viste korrelasjonskoeffisientar frå 0,87 til 0,91 alt etter årstid og observasjons-termin. Korrelasjonen mellom Sanddokka og Fjellberg var ikkje dårlegare enn mellom Høgaloft og Fjellberg sjølv om Sanddokka er den av dei to teststasjonane som ligg lengst unna Fjellberg.



Figur 4.1 Kartutsnitt over Blåsjømagasinet nær stasjonen 4608 Høgaloft. Vertikal skravering markerer maksimal vassflate ved høgvasstand. Horisontal skravering markerer maksimal vassflate ved lågvasstand.



Figur 4.2. Kartutsnitt over Blåsjømagasinet nær stasjonen 4048 Sanddokka. Vertikal skravering markerer maksimal vassflate ved høgvasstand. Horisontal skravering markerer maksimal vassflate ved lågvasstand.

Som vi alt har sett, må ein vente dei største endringane når lufta er stabil med omsyn til vertikal rørslé. Skal ein finne den maksimale verknaden av reguleringa, må ein difor plukke ut dei observasjonane lufta er stabil og gjennomføre testen berre med desse. Utvalskriterium kunne settast på samla skydekke og vind, men dette let seg ikkje utan vidare gjera. Årsakene er desse:

Samla skydekke blir ikkje observert på automatstasjonane og manglar dermed òg inne ved Blåsjømagasinet. Det beste alternativet blir da å bruke skydekket på Ulladal - Fjellberg sjølv om observasjonane derifrå ikkje alltid vil vera representative for høg fjellet.

Både Høgaloft og Sanddokka har vind, men følarane er ofte nedisa om vinteren og gjev ikkje pålitelege resultat. Dessutan har dei svært ofte vore ute av drift. For å finne ut om ein heller kunne bruke andre stasjonar, vart det køyrt regresjonsanalyse mellom Høgaloft og Fjellberg og Høgaloft og Utsira. Korrelasjonskoeffisientane vart 0,50 og 0,38. Korrelasjonen er altså så dårleg at det ikkje kan vera noko vunne ved å nytte desse stasjonane. Med det tynne observasjonsmaterialet som ennå finst etter reguleringa, har ein funne det best å ikkje dele observasjonane inn etter vindstyrken i det vidare arbeidet. Da ville ein misse dei situasjonane vindfølarane var ute av drift eller var nedisa.

Referansestasjonen 4603 Ulladal - Fjellberg hadde ein svært uheldig driftsstans i tidsrommet 1.februar til 31. juli 1986. Elles har stasjonen gått etter programmet i heile testperioden med den same observatøren. Plasseringa har også vore den same slik at stasjonen etter alt å dømme skulle vera homogen.

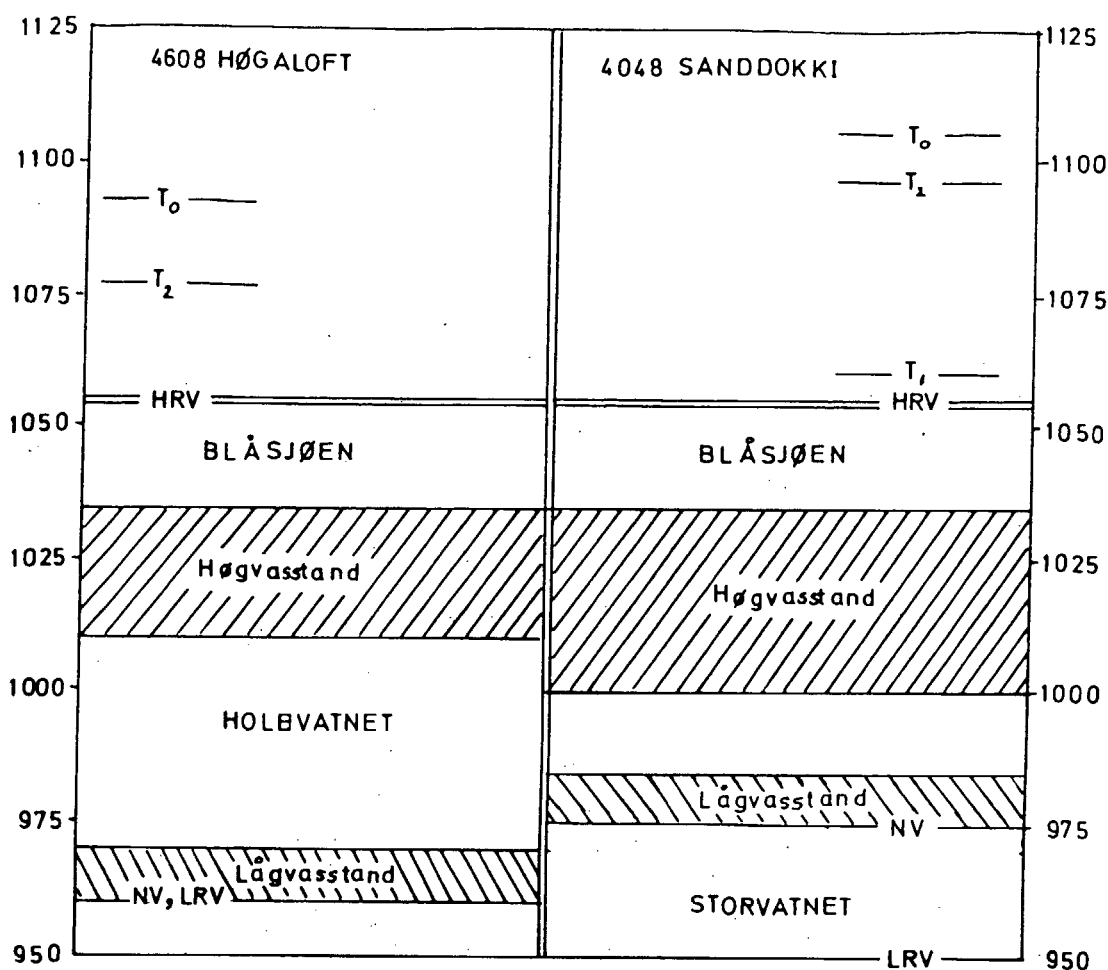
4.4.1 Høgaloft brukt som teststasjon

Vi vil nå gjennomføre testinga etter den metoden som vart gjort greie for i kapittel 4.2, der vi har delt vasstadsen i Blåsjøen i to kategoriar, lågvasstand og høgvasstand. I rammene under har vi fastsett grenser for kva vi skal meine med desse omgrepa. Lågvasstand var det fram til 25/1 1983. Grensa for høgvasstand vart så passert den 17/8 også i 1983. Magasinet har halde seg på høgvasstand sidan.

<p>Gruppe I (lågvasstand)</p>
<p>Vasstand < 970 Skydekke < 5</p>

<p>Gruppe II (høgvasstand)</p>
<p>Vasstand > 1010 Skydekke < 5</p>

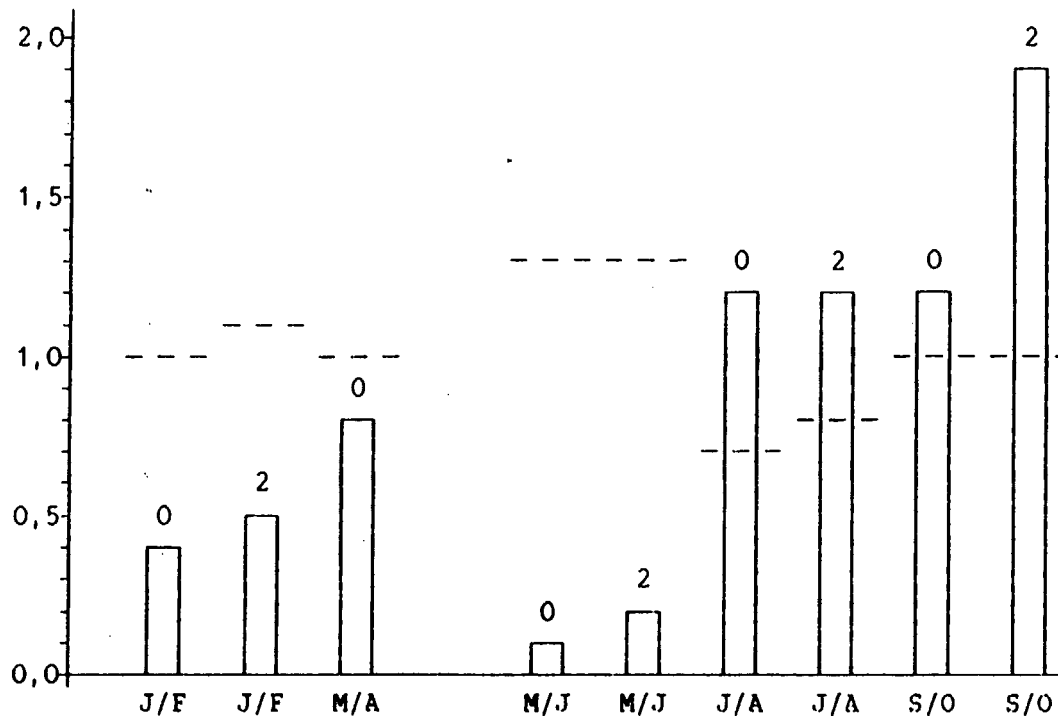
I den perioden testane skal dekkje, var ikkje Blåsjømagasinet fullt. Ingen observasjonar er difor gjorde med høgre vasstand i magasinet enn på kote 1035 som er 20 m under høgste regulerte vasstand (HRV). Dette er illustrert på figur 4.3 som gjev vertikalsnitt av magasinet og stasjonsanlegget på Høgaloft med dei to mælepunkta.



Figur 4.3 Skjematisk framstilling av høgda for dei ulike mælepunkta sett i høve til magasinet. Dei skraverte områda markerer høgdeintervall for lågvasstand og høgvasstand.

For lettare å få signifikante resultat i testane har vi berre teke med observasjonar med skydekke < 5 på Fjellberg. Dette vil, som allereie nemnt, ikkje alltid vera representativt for fjellet, men sidan det ikkje finst observasjonar på høg fjellet, vil vi likevel bruke dei.

Resultata er framstilte på figurane 4.4, 4.5 og 4.6, eit diagram for kvar observasjonstermin. Histogramma uttrykkjer storleiken på θ som altså kan tolkast som verknaden av at vasstanden har auka frå lågvasstand til høgvasstand. Forteknet på θ er valt slik at han er positiv dersom det har vorte mildare og negativ dersom det har vorte kaldare. I kvar test på diagrammet er to og to månader slegne saman. Kva måned det gjeld er markert i roten av kvar søyle med førebokstavane til månadene. På toppen av kvar søyle er det markert om det er mælepunkt 0 eller 2 på Høgaloft som er nytta som teststasjon.



Figur 4.4.

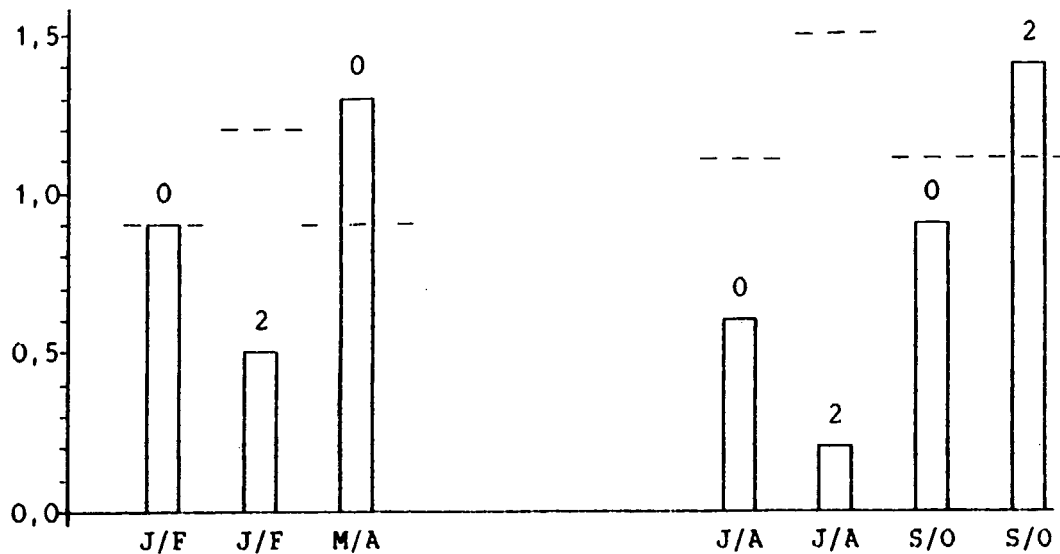
0-verdiar ved observasjonen kl 07 er framstilte i søylediagram over to og to månader i året. Høgaloft er brukt som teststasjon og 4603 Ulladal - Fjellberg er brukt som referansestasjon. Høgaloft har to målepunkt, markert på søylene ved 0 og 2 alt etter som målepunkt 0 eller 2 er brukt. Testane tek berre med tilfelle der skydekket på Fjellberg < 5 .

- - - Eit brote linestykke markerer signifikansen for kvar søyle.

Det intervallet for θ der resultatane ikkje er signifikante er markerte på figurane ved hjelp av brotne linestykke. Av plassomsyn er ofte berre ei av intervallgrensene tekne med på figuren.

Resultata av testane vart da desse:

Januar/februar: Testen inneheld data fram til da referansestasjonen kom ut av drift den 1/2 1986. Som allereie nemnt har heller ikkje Høgaloft data for heile perioden. θ -verdiane er positive ved observasjonsterminane 07 og 13, dvs. at dei indikerer høgare temperatur etter reguleringa enn føre. Reint fysisk måtte ein vente det motsette, jfr. kapittel 4.2. Men berre ein av testane viser signifikante resultat. Klokka 19 viser dei to testane at θ ligg svært nær 0.



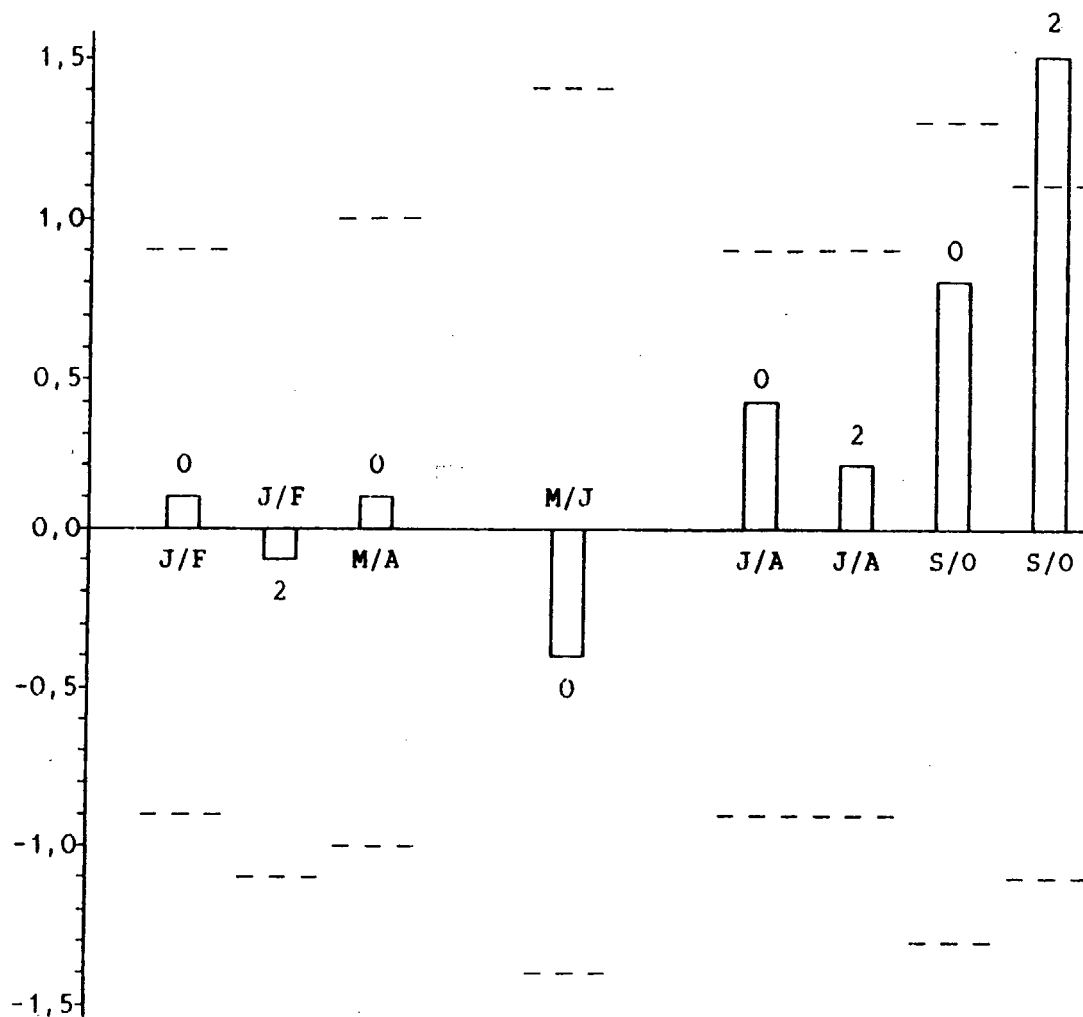
Figur 4.5.

θ-verdiar ved observasjonen kl 13 er framstilte i søylediagram over to og to månader i året. 4608 Høgaloft er brukt som teststasjon og 4603 Ulladal - Fjellberg er brukt som referansestasjon. Høgaloft har to mælepunkt, markert på søylene ved 0 og 2 alt etter som mælepunkt 0 eller 2 er brukt. Testane tek berre med tilfelle der skydekket på Fjellberg < 5.

- - - Eit brote linestykke markerer signifikansen for kvar søyle.

Mars/april: Testen inneheld data fram til april 1985. For høgvasstand var det for lite data frå mælepunkt 2 til at det var fruktbart å gjennomføre nokon test. Resultata for mælepunkt 0 liknar svært mykje på dei som vart funne i januar/februar. Testen klokka 13 gjev også her signifikante resultat, men resultata kan ikkje vera uttrykk for ei faktisk endring.

Mai/juni: Testen omfattar data fram til juni 1985. For høgvasstand var det for lite data frå mælepunkt 2 til at test vart gjort. Det meste av perioden har islagt Blåsjø. Ved alle testtidspunkta er sola over horisonten og lufta nær bakken er vanlegvis lite stabil. Det er ikkje grunn til å vente større endringar på grunn av reguleringa. Resultata av testane samsvarar bra med dette.



Figur 4.6.

Ø-verdiar ved observasjonen kl 19 er framstilt i søylediagram over to og to månader i året. 4608 Høgaloft er brukt som teststasjon og 4603 Ulladal - Fjellberg er brukt som referansestasjon. Høgaloft har to målepunkt, markert på søylene ved 0 og 2 alt etter som målepunkt 0 eller 2 er brukt. Testane tek berre med tilfelle der skydekket på Fjellberg < 5.

--- Eit brote linestykke markerer signifikansen for kvar søyle.

Juli/august: Testen omfattar data fram til august 1986, men juli 1986 er ikkje med på grunn av at referansestasjonen var ute av drift. Ved observasjonsterminen klokka 07 viser testen ein signifikant temperaturauke på om lag 1 grad, medan observasjonsterminane kl 13 og 19 ikkje viser signifikante endringar. Dette er rimeleg sidan differensen mellom vasstemperaturen i overflata og lufttemperaturen er større kl 07 enn ved dei andre observasjonsterminane.

September/Oktober: Testen omfattar data fram til 8/9-1986. Etter som differensen mellom vassstemperatur og lufttemperatur i gjennomsnitt vil vera større enn i juli/august, må ein vente at temperaturauken på grunn av demninga også vil vera større. For mælepunkt 0 er det liten skilnad, på dei to testperiodane medan verknaden av reguleringa ser ut til å ha auka ved mælepunkt 2. Mælepunkt 2 viser også signifikante temperaturendringar for alle observasjonsterminane og storleiken ser ut til å vera om lag 2 gradar. At responsen på grunn av reguleringa er større på mælepunkt 2 enn på mælepunkt 1 er rimeleg ut frå den geografiske plasseringa av mælepunkta, jamfør figurane 4.1 og 4.3.

Ein kontrolltest: For første delen av vinteren etter at isen hadde lagt seg på magasinet, fann vi altså signifikante verdiar av θ som ikkje kan vera i samsvar med fysiske realitetar. Vi vil nå granske om følarane på Høgaloft kunne ha kome ut av kalibrering og at dette var ein medverkande årsak til resultatata.

Vi gjennomførte dei same testane på nytt, men nå med stort skydekke, frå 6 - 8. Da skulle ikkje lufta over magasinet kunne vera særleg stabil og ein skulle etter fysiske vurderingar vente verdiar av θ som låg innafor det ikkje-signifikante intervallet.

Resultata av testen: θ var nær null og dermed ingen signifikans. Det kan altså ikkje vera dårleg kalibrering som skaper dei uventa resultatata for da måtte ein vente at den gjorde seg gjeldande også under skya ver. Det ser dermed ut til at ein har greidd å halde følarane godt kalibrerte slik ein måtte vente i og med at dei blir sjekka ein gong i året.

Den verkelege grunnen til at to av resultatata ikkje var i samsvar med det ein fysisk skulle vente, må ein difor rekne med ligg i den metoden som er brukt. Særleg når utvalet av data er så lite som her (ned mot 20 tilfelle i somme av testane) kan makroveret føre reguleringa ha vore ulikt makroveret etter reguleringa. Dermed kan det hende at leddet ΔT_r i likning (3) er ulik 0 slik at θ ikkje kan tolkast som uttrykk for endring på grunn av reguleringa, jamfør diskusjonen i kapittel 4.2. Dette kan ofte vera eit problem når det er stor avstand mellom teststasjon og referansestasjon (Utaaker, 1983).

4.4.2 Sanddokka brukt som teststasjon

Vi vil nå gjennomføre testinga på same måten som for Høgaloft og dele observasjonane i to grupper, men nå etter vasstanden i den sørvestre delen av magasinet. Grensene for lågvasstand og høgvasstand er som i rammene nedafor. Lågvasstand vart der halde fram til den 23/9 1984. Den 27/11 same året passerte så nivået i magasinet høgvasstand og heldt seg over grensa resten av tida. Dette er illustrert på figur 4.3.

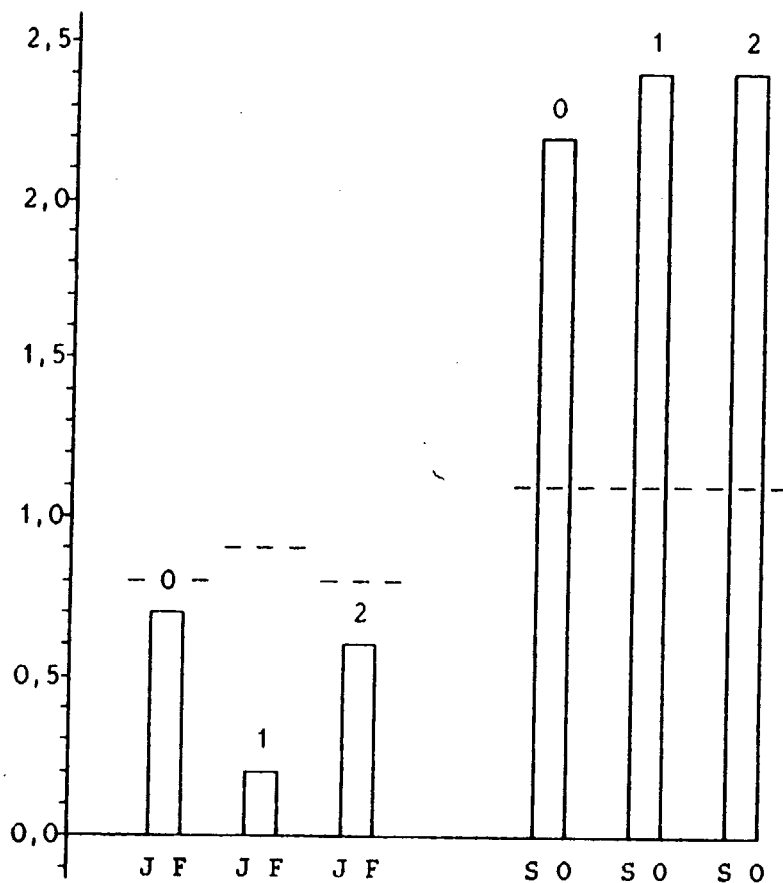
<p>Gruppe I (lågvasstand)</p>	<p>Gruppe II (høgvasstand)</p>
<p>Vasstand < 985 Skydekke < 5</p>	<p>Vasstand > 1000 Skydekke < 5</p>

Resultata av testane er framstilt på histogram på figurane 4.7, 4.8 og 4.9 for observasjonsterminane 07, 13 og 19. Som tidlegare er 0 definert positiv dersom reguleringa har auka temperaturen rundt Blåsjøen.

Sanddokka har tre mælepunkt som vi markerer med 0, 1 og 2. Dei er avmerkte på toppen av kvar søyle i histogramma og plasseringa av dei i terrenget er vist på figur 4.2.

Vi har prøvd å gjennomføre testprogrammet ved at to og to månader vart køyrde saman slik vi gjorde for Høgaloft. Men på grunn av for få data vart alle månadene sløyfa unnateke januar/februar og september/oktober.

Januar/februar: Testane omfattar data fram til 1.februar 1986. Ingen av testane viste signifikante resultat, men kvalitativt likna resultata mykje på dei som vart funne for Høgaloft. Men ein vesentleg skilnad er det for mælepunkt 1 som har verdiar mindre enn mæleuvisa alle terminane.

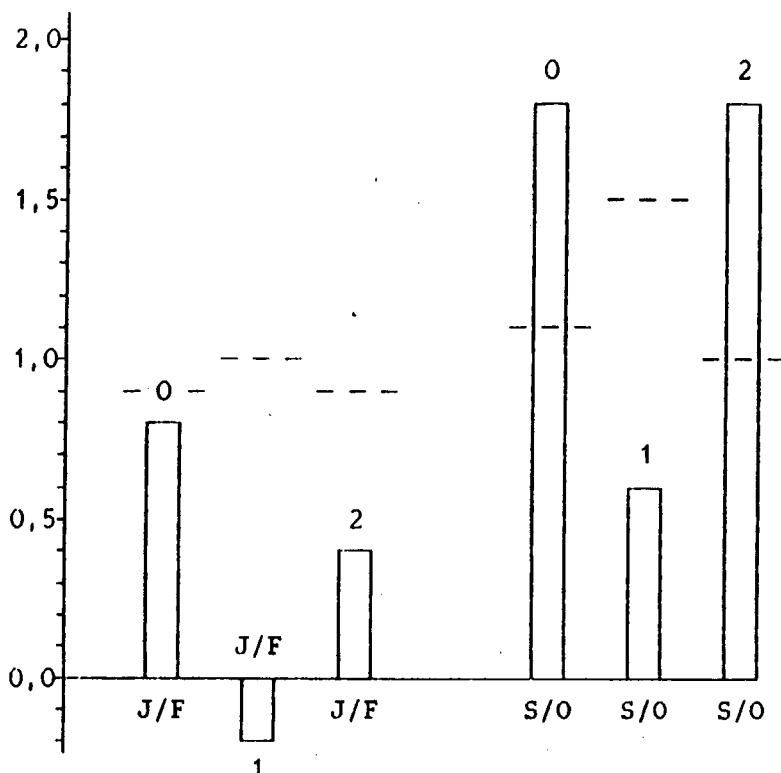


Figur 4.7.

θ-verdiar ved observasjonen kl 07 er framstilte i søylediagram for månadene januar/februar og september/oktober. 4048 Sanddokka er brukt som teststasjon og 4603 Ulladal - Fjellberg er brukt som referansestasjon. Sanddokka har tre målepunkt, markert på søylene ved 0, 1 og 2 alt etter som målepunkt 0, 1 eller 2 er brukt. Testane tek berre med tilfelle der skydekket på Fjellberg < 5.

--- Eit brote linestykke markerer signifikansen for kvar søyle.

September/oktober: Det finst data fram til og med oktober 1986. Alle testane gav signifikante resultat klokka 07 da ein også reint fysisk skulle vente dei største endringane fordi differensen mellom vassstemperatur og lufttemperatur da er større enn ved dei andre observasjonsterminane. Storleiken på θ samsvarar nokolunde med det som vart funne på Høgaloft når ein tek omsyn til den uvissa som knyter seg til resultatata, jamfør grensene for signifikans som er om lag 1 grad. Berre 20 observasjonar i gruppe høgvasstand var med i testen.



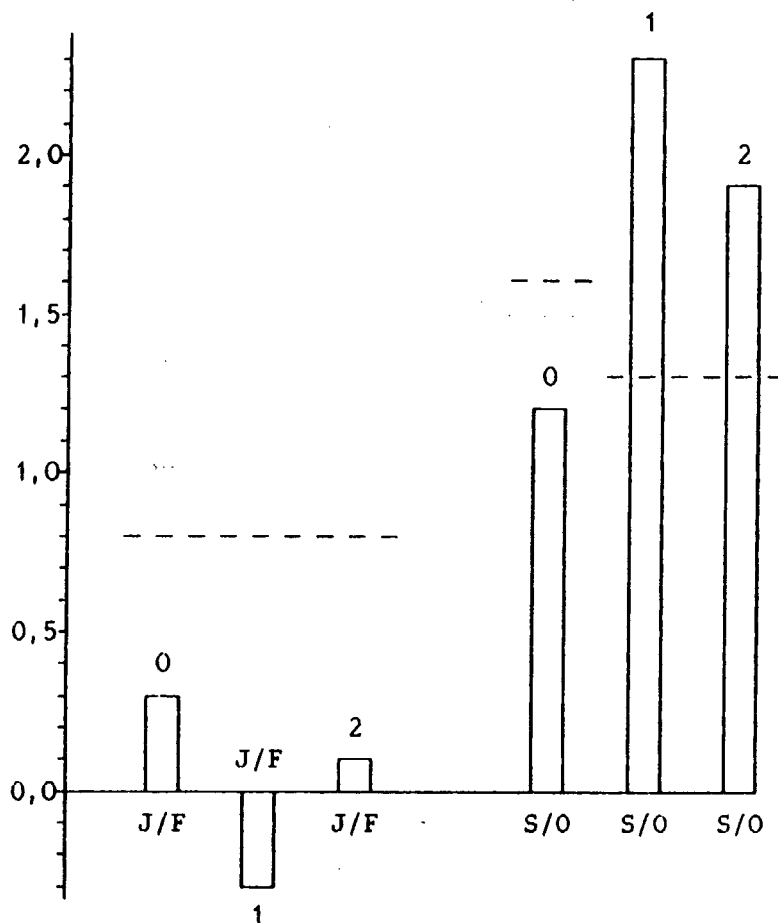
Figur 4.8.

θ-verdiar ved observasjonen kl 13 er framstilte i søylediagram for månadene januar/februar og september/oktober. 4048 Sanddokka er brukt som teststasjon og 4603 Ulladal - Fjellberg er brukt som referansestasjon. Sanddokka har tre målepunkt, markert på søylene ved 0, 1 og 2 alt etter som målepunkt 0, 1 eller 2 er brukt. Testane tek berre med tilfelle der skydekket på Fjellberg < 5.

--- Eit brote linestykke markerer signifikansen for kvar søyle.

Når det gjeld målepunkta 0 og 2, er θ-verdiane kl 13 nesten like store som for terminane kl 07 og 19. Dette er neppe realistisk fordi differensen i vassstemperatur og lufttemperatur må vera mindre kl 13 enn kl 07 og 19. θ-verdien for målepunkt 1 verkar meir realistisk.

Vi vil nå forlate 4603 Ulladal - Fjellberg som referansestasjon og heller bruke dei to målepunkta som ligg lengst frå Blåsjøen, d.e. målepunkta 0 og 2. Dette har den føremonnen at det aukar talet på observasjonar ved høgvasstand som var det mest kritiske ved dei andre testane. Ein annan føremonn er at ein ikkje lenger er bunden av dei faste observasjonstidspunkta 07, 13 og 19.



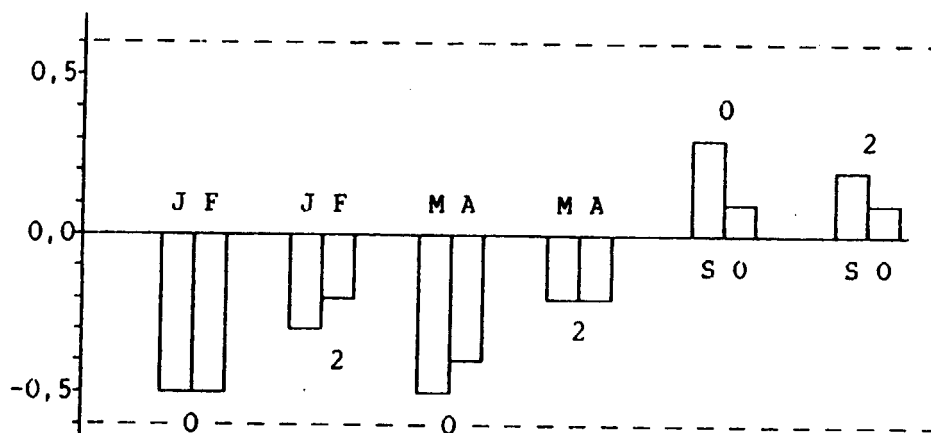
Figur 4.9.

Ø-verdiar ved observasjonen kl 19 er framstilte i søylediagram for månadene januar/februar og september/oktober. 4048 Sanddokka er brukt som teststasjon og 4603 Ulladal - Fjellberg er brukt som referansestasjon. Sanddokka har tre mælepunkt, markert på søylene ved 0, 1 og 2 alt etter som mælepunkt 0, 1 eller 2 er brukt. Festane tek berre med tilfelle der skydekket på Fjellberg < 5.

— — — Eit brote linestykke markerer signifikansen for kvar søyle.

Ein må anta at mælepunkta 0 og 2 også er påverka av reguleringa slik tidlegare testar viser. Det tyder at θ ikkje lenger vil vera uttrykk for verknaden av reguleringa. I staden vil θ kunne vera eit uttrykk for kor mykje større verknaden er ved mælepunkt 1 enn ved mælepunkta 0 eller 2.

Vi har sett på situasjonen om kvelden og natta både på ettervinteren etter at isen har lagt seg og om hausten føre isen har lagt seg på Blåsjøen. Kvelden har vi definert som tidsrommet frå kl 18 til kl 23 og natta frå kl 00 til kl 08. Timesobservasjonane for kvar kveld og kvar natt gav så eit kveldsmedel og eit nattmedel og testane vart køyrde på kveldsmedla og nattmedla. Definisjonane av lågvasstand og høgvasstand var som før. For ikkje å misse data i den tida som Fjellberg var ute av drift, vart nå skydekke henta frå stasjonen 4620 Suldal - Mo. Var skydekket på Mo kl 19 mindre enn 5, vart kveldsmedelet teke med i testen, og tilsvarende dersom skydekke kl 07 var mindre enn 5, da vart nattmedelet teke med i testen.



Figur 4.10.

Ø-verdiar for kvelds- og nattobservasjonar ved 4048 Sanddokka for januar/februar, mars/april og september/oktober. Sanddokka målepunkt 1 er brukt som teststasjon og Sanddokka, målepunkt 0 og 2 er brukt som referansestasjonar. Søylen er markerte med 0 eller 2 alt etter som målepunkt 0 eller 2 er brukt som referansestasjon. I dobbeltsøylen gjeld venstre søyle kveldsterminen og høgre søyle natterminen.

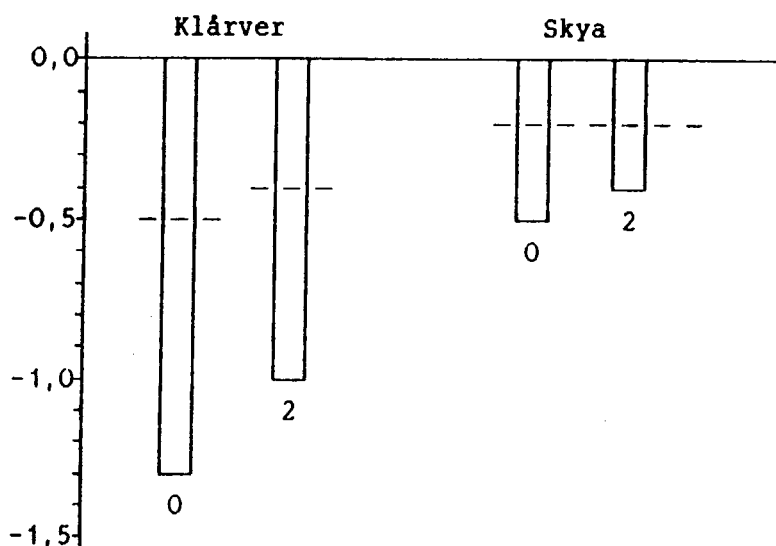
Kveldsobservasjonane er medelverdiar for terminen kl 18 - 23.
Nattsobservasjonane er medelverdiar for terminen kl 00 - 08

Kveldsmedel er berre teke med i testen dersom skydekket på stasjonen 4620 Suldal - Mo var mindre enn 5/8 kl 19 og tilsvarende krav vart sett til skydekke ved nattmedelet, men da vart termin 07 brukt.

--- Eit brote linestykke markerer signifikansen for kvar søyle som i dette tilfelle var nær den same for alle testane.

Resultata er framstilte på figur 4.10 der søylene i histogrammet er merkte med 0 eller 2 alt etter som mælepunkt 0 eller 2 er brukt som referansestasjon. Ingen verdi av θ er signifikant, men testane synest å indikere at verknaden av reguleringa er større ved det mælepunktet som ligg nærast sjøen enn ved dei to andre mælepunkta slik ein måtte vente. Når isen ligg på sjøen er mælepunkt 1 vorte kaldare i høve til dei andre medan det er vorte varmare i høve til dei to andre om hausten før isen legg seg. Dette er i godt samsvar med det ein skulle vente ut frå fysiske og dynamiske vurderingar.

Vi har også sett på situasjonen om dagen i juli/august ved å midle observasjonane frå kl 09 til kl 17. Test er så køyrd for dei situasjonane skydekket kl 13 på 4620 Suldal - Mo var mindre enn 5. Resultata er gjevne på diagram 4.11. Det er det som på figuren blir kalla klårver. θ er signifikant både når mælepunkt 0 og mælepunkt 2 er brukt som referansestasjon.



Figur 4.11.

θ -verdiar for dagobservasjonar ved 4048 Sanddokka for juli/august. Sanddokka mælepunkt 1 er brukt som teststasjon og Sanddokka, mælepunkt 0 og 2 er brukte som referansestasjonar. Søylene er markerte med 0 eller 2 alt etter som mælepunkt 0 eller 2 er brukt som referansestasjon. Testen er delt inn i to tilfelle, i den eine er valt ut klare dagar, det vil i dette tilfelle seia dagar da samla skydekke på 4620 Suldal - Mo var mindre enn 5. Det vi har kalla skya dagar tyder at samla skydekke er større enn 5.

--- Eit brote linestykke markerer signifikansen for kvar søyle.

Arsaka til desse resultatane kan vera: På klåre dagar er temperaturen i vassflata lågare enn i lufta. På denne tida av året er marka stort sett berr på Sanddokka og på klåre dagar vil marka vera varmare enn lufta og betydeleg varmare enn vassflata på Øvre Storvatnet (før reguleringa) eller på Blåsjømagasinet (etter reguleringa). Reguleringa fører til stor auke i vassflata. Dermed rykkjer ei kald overflate nærare inn mot mælestasjonane på Sanddokka. Denne effekten gjer seg mest gjeldande på det mælepunktet som ligg nærast magasinet.

Som kontroll er same testen gjord, men nå med observasjonar der skydekket på Suldal - Mo var 6,7 eller 8. Temperaturdifferensen mellom marka og vatnet er da i medel mindre enn ved klårver og verknaden skulle også vera mindre. Resultata er gjevne på figur 4.11 merka "skya". Som venta viser figuren at verknaden av reguleringa er mindre enn ved klårver. Den er tilsynelatande signifikant, men sidan grensene for signifikans er så små som 0,2 gradar i absoluttverdi, kan mælefeilen vera større og signifikanstesten blir i dette tilfellet urealistisk.

I kapittel 1 finst samandrag og konklusjon av resultatane for dei testane som her er omtala.

5. LITTERATUR

Gotaas, Y. og Stuberg M. 1972. Static Stability in a Valley Atmosphere in North Norway. Forsvarets forskingsinstitutt, teknisk notat VM-57. Kjeller.

Nordli, Per Øyvind. 1986. Verknaden på lokalklimaet ved reguleringa av Sandsavatnet. DNMI-rapport nr. 58.

Shitara, H. 1971. Thermal Influence of the Lake Inawashiro on the Local-Climature in Summer daytime. Japanese Progress in Climatology, Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo.

Utaaker, Kåre. 1983. Virkningen av reguleringen av Sundsbarmvatn på den lokale lufttemperaturen. Universitetet i Bergen.

Wishman, Erik Hauff. 1985. Topografiske temperaturgradienter i Suldal, Nord-Rogaland, juni - september 1975 - 1979. Det norske meteorologiske institutt. Klima nr. 8, desember 1985.

V E D L E G G A

Signifikanstest.

La det vera gjeve to grupper av observasjonar, 1 og 2. Innafor gruppe 1 finst N_1 observasjonar med standardavvik σ_1 og innafor gruppe 2 N_2 observasjonar med standardavvik σ_2 . Ein vil så avgjera om gruppene er signifikant ulike. Ved hjelp av Students t-test kan ein finne ein kritisk verdi for signifikans, θ_{kr} . Dersom $|\theta| > \theta_{kr}$, er θ signifikant ulik null. θ_{kr} er gjeven ved uttrykket

$$(8) \quad \theta_{kr} = t_{kr} \frac{N_1 \sigma_1^2 + N_2 \sigma_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)$$

t_{kr} kan finnast i tabellverk og er avhengig av det valde signifikansnivået og talet på fridomsgradar som er gjeve ved $N_1 + N_2 - 2$.

Dersom observasjonane er autokorrelerte, dvs. korrelasjonen mellom to observasjonar skilde med k dagar er ρ , forventar ein at variansen av medelet θ er gjeven ved

$$(9) \quad \frac{\sigma^2}{N} \left[\frac{1 + \rho}{1 - \rho} - \frac{2}{N} \frac{\rho(1 - \rho^N)}{(1 - \rho)^2} \right] = \frac{\sigma^2}{N_e}$$

og ikkje ved $\frac{\sigma^2}{N}$.

For stor N har ein

$$(10) \quad N_e \approx N \frac{1 - \rho}{1 + \rho}$$

Vi kan seia det slik at i ein autokorrelert tidsserie, tek kvar observasjon oppatt delar av den informasjonen vi har fått frå tidlegare observasjonar. Dermed vil N avhengige observasjonar gje like mykje informasjon om medelverdien i gruppene som N_e uavhengige observasjonar. Signifikanstest av differensen i likning (5) kan no gjerast ved å bruke formel (8), men ved å erstatte N_1 og N_2 med N_{e1} og N_{e2} .