

DNMI DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

KLIMAET VED HYLSEFJORDEN FØRE OG
ETTER REGULERINGA AV ULLA/FØRRE

av Per Øyvind Nordli

RAPPORT NR. 47/91



DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3

TELEFON: (02) 96 30 00

ISBN

RAPPORT NR.

47/91 Klima

DATO

31.12.1991

TITTEL

KLIMAET VED HYLSEFJORDEN FØRE OG ETTER REGULERINGA
AV ULLA/FØRRE.

UTARBEIDD AV

Per Øyvind Nordli

OPPDRAGSGJEVAR

Statkraft

SAMANDRAG

Nye temperatur- og nedbørnormalar for stasjonen 4657 Hylsefjorden for perioden 1961-90 vart funne. Årsnormalane var 6,7°C og 2110 mm. Varmaste månad var juli, 14,6°C, og kaldaste månad januar, -2,0°C. Størst normal månadsnedbør hadde oktober med 263 mm.

Rapporten gjev også middel og ekstrem av temperatur, nedbør og vind i driftsperioden til stasjonen.

Reguleringa har ført til høgre temperatur i kuldeperiodane om vinteren, om lag 2°C når lufttemperaturen er lågare enn -10°C.

UNDERSKRIFT

.....
Per Øyvind Nordli

Per Øyvind Nordli
SAKSHANDSAMAR

.....
Bjørn Aune

Bjørn Aune
FAGSJEF

INNHALD

		1
	SAMANDRAG OG KONKLUSJON	2
1.	INNLEIING	4
1.1	Historikk	4
1.2	Det meteorologiske stasjonsnett i nærområdet	4
2.	LUFTTEMPERATUR	8
2.1	Metodar for utrekning av normal lufttemperatur	8
2.2	Utrekning av temperaturnormal (1961-90) for 4657 Hylsfjorden.	9
2.3	Temperaturnormalar og ekstremtemperaturar for 4657 Hylsfjorden	11
3.	NEDBØR, SNØDJUPN OG SNØDEKKE	13
3.1	Utrekning av normal (1961-90) for månads- og årsnedbør for 4657 Hylsfjorden	15
3.2	Nedbøren ved Hylsfjorden	18
3.3	Snødekke og snødjupn	19
4.	VIND	20
4.1	Vindfart	20
4.2	Vindretning	22
5.	VERKNADEN AV REGULERINGA PÅ LUFTTEMPERATUREN	24
5.1	Statistisk metode	24
5.2	Resultata av testen	25
6	LITTERATUR	27
	APPENDIKS I Klimatabellar	31
	APPENDIKS II Signifikanstest	38

SAMANDRAG OG KONKLUSJON.

Den meteorologiske stasjonen i 4657 Hylsfjorden var i drift om lag halve normalperioden 1961-90. Temperaturnormal vart rekna ut ved hjelp av tradisjonelle metodar. To uavhengige referanse-datarekker vart brukt under utrekninga utan at resultatane skilde seg frå kvarandere meir enn mæleuvissa til instrumenta.

Normalane for Hylsfjorden viser maritimt klima i ein grad som ligg mellom dei sentrale stadene ved Boknafjorden (Fister) og dei innste fjordbotnane (Sauda).

Ved stasjonen er det normalt vinter i 2 månader, (januar-februar), vår i 2 månader, (mars-april), sommar i 5 månader (mai-september), haust i 3 månader (oktober-desember).

Gjennom driftsperioden på 14 år er høgste observerte temperatur 31,9°C og den lågaste -18,5°C.

Det vart nytta eit nytt reknemaskinprogram til å finne månadsnormalar for 4657 Hylsfjorden som berre har hatt ei driftstid på 6-7 år med nedbørsobservasjonar. Metoden gav ein årsnormal på 2110 mm, største månadsnormal hadde oktober med 263 mm og minste månadsnormal hadde april med 90 mm.

Innafor driftsperioden var største månadsnedbør 558 mm og største snødjupn 64 cm. Første måned som nokon gong hadde snødekkje over 50 % var november og siste måned mai. Snødekket varierte sterkt gjennom sesongen, men likevel slik at det vart etablert eit snødekkje som vara ved fleire veker på eitt eller anna tidspunkt i laupet av vintrane.

Vinden på stasjonen er i stor grad styrd av det lokale terrenget der han ligg i ei vik. Generelt er staden svært godt skjerma for vind. Middelvinden er om lag 1,5 m/s og har ingen årleg syklus. Maksimal middelvind i 1 time i driftsperioden 1983.06 til 1990.12 var 11,9 m/s.

Vindretninga er styrd av det lokale terrenget ved stasjonen og er lite representativ for vinden andre stader langs fjorden. Vinden følgjer svært ofte ein dagleg syklus. I april er dette mest markert da vinden i nesten 90 % av tilfella ved høgst dag bles opp frå fjorden mot land, medan vinden i 70 % av tilfella om natta bles frå land ned mot fjorden.

Reguleringa har påverka isdekket på Hylsfjorden. Isdekket verkar i sin tur inn på lufttemperaturen ved fjorden i kuldebolkane om vinteren.

Verknaden av isen auka med fallande temperatur. Difor vart alle observasjonene i desember, januar og februar inndelte i intervall etter lufttemperaturen på nabostasjonen 4620 Suldal - Mo. I temperaturintervall høgare enn -3°C fann vi ingen sikker skilnad mellom regulerte og uregulerte tilhøve. For

temperaturar lågare enn -3°C fann vi ein sikker skilnad ved alle temperatur-intervall.

Middel-effekten auka jamnt frå om lag 0°C ved lufttemperaturar på -3°C til 2°C ved lufttemperaturar under -10°C . Effekten refererer seg til grenda Vanvik. Effekten på utstikkande nes eller andre godt eksponerte stader ved fjorden vil vera høgre enn den i Vanvik.

Ved stasjonen 4657 Hylsfjorden (1976.12-1990.12) er absolutt lågaste temperatur $-20,4^{\circ}\text{C}$ frå tida føre reguleringa. Hadde det ikkje vore for reguleringa, ville denne rekorden etter alt å dømmе vorte slått i januar 1987.

1. INNLEIING.

1.1 Historikk.

Inst i Hylsfjorden ligg Hylen kraftverk som brukar vatnet i det nedste fallet i den serien av kraftverk som utgjer vassvegen i Ulla/Førre. Fallet er berre 68 m, frå Suldalsvatnet og ned til fjorden, men vassføringa er større enn i noko anna kraftverk i serien. På grunn av inngrepet vart det gjort omfattande hydrologiske granskingar i fjorden både føre og etter utbygginga. Det daverande Iskontoret ved NVE fekk mellom anna i oppdrag å kartleggje utbreiinga av isdekket.

Etter oppdrag frå Statskraftverka sette DNMI i gang ein meteorologisk stasjon i fjorden i november 1976. Målet var å finne verknaden på lufttemperaturen på grunn av dei venta endringane i isdekket.

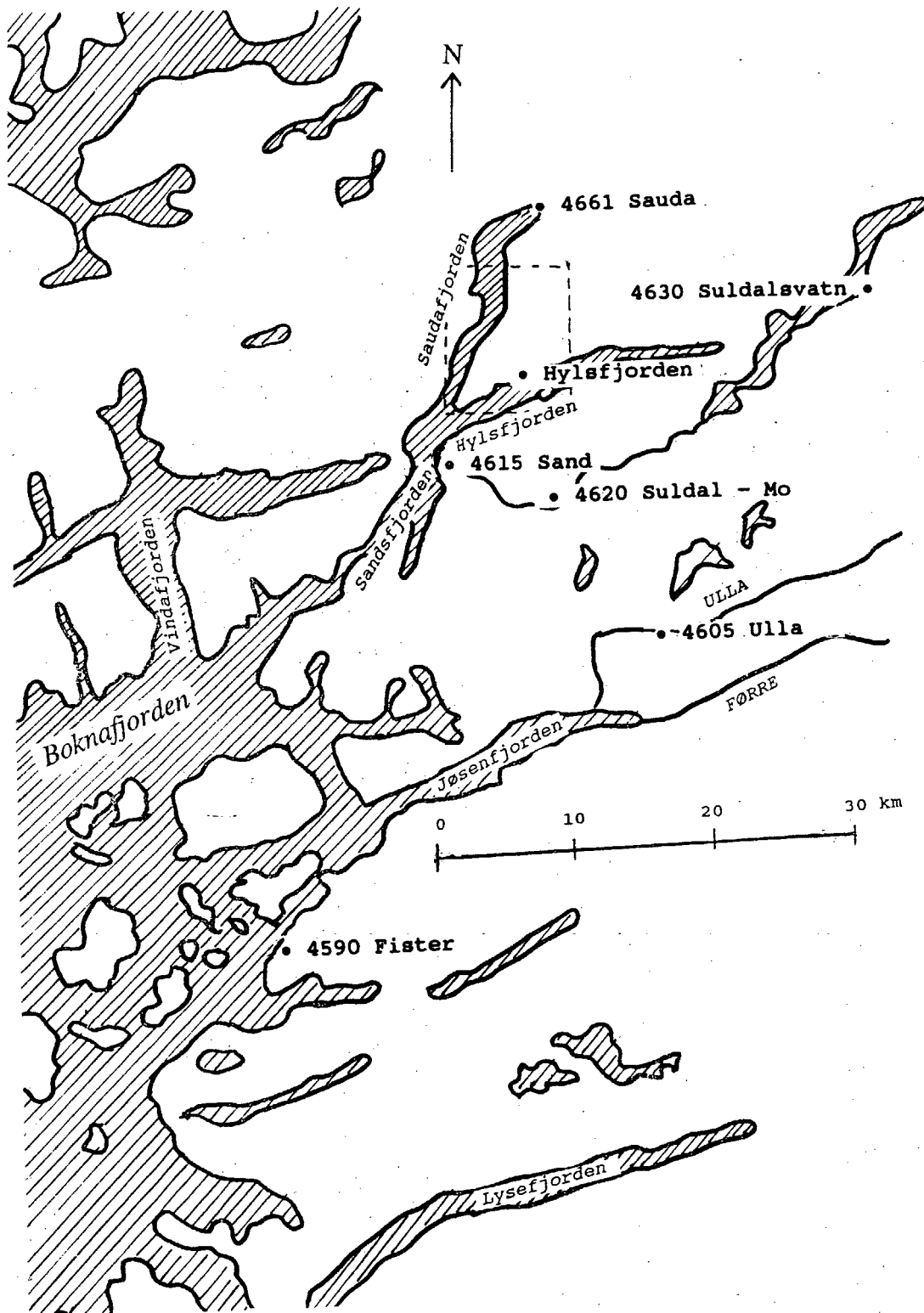
Hylen kraftverk vart sett i drift i 1980. Etter kvart som den stegvise utbygginga av Ulla/Førre skrei fram, vart vassføringa gjennom kraftverket auka. Ved stor vassføring synte det seg at utbygginga ikkje skapte meir is i fjorden. Det øvste brakkvasslaget vann ikkje å bli nedkjølt nok til at det kunne fryse før det var ute av fjorden. Dette førte omsider til at det ikkje var noka interesse for å ta spørsmålet om endra lokalklima ved Hylsfjorden opp i skjønnnet for reguleringa. Dermed vart det heller ikkje grunnlag for å halde oppe drifta av den meteorologiske stasjonen i Hylsfjorden. Han vart difor lagt ned den 1. januar 1991.

Dei meteorologiske målingane i Hylsfjorden var finansierte av Statskraftverka/Statkraft som også har gjort det mogleg å skrive denne rapporten. Innpå 15 år med målingar har gjeve oss ein god kjennskap til klimaet. Det er den kjennskapen vi her ynskjer å gje til beste.

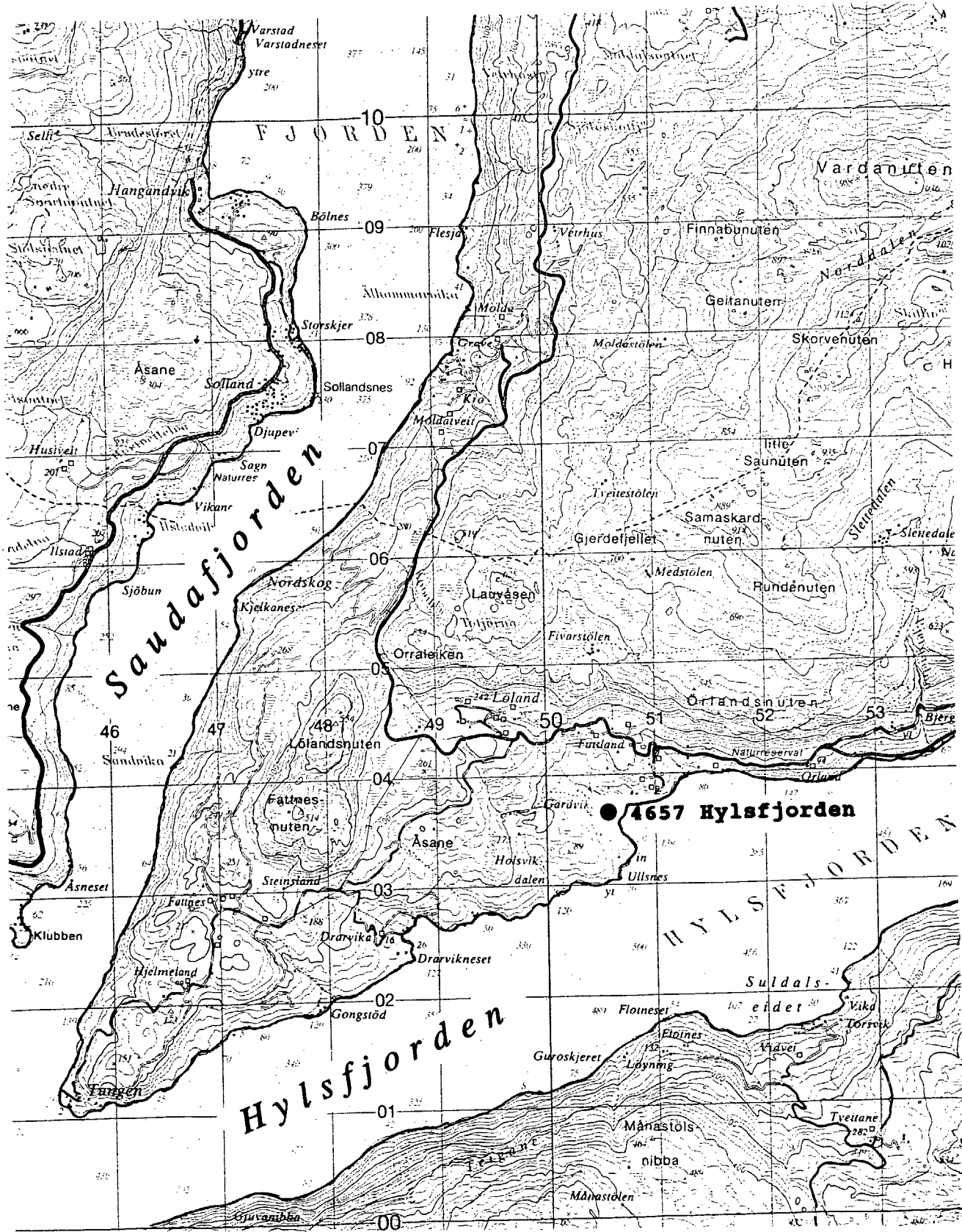
1.2 Det meteorologiske stasjonsnett i nærområdet.

Dei meteorologiske stasjonane i nærområdet som vi vil nytte i denne klimaomtalen, er gjevne i tabell 1.1 og på kartskissa figur 1.1. Dei kan delast inn i to kategoriar, vårstasjonar og nedbørstasjonar. Nedbørstasjonane observerer berre nedbør, snødjupn og snødekke.

Ved starten var 4657 Hylsfjorden ein manuell vårstasjon, men vart automatisert i juni 1983. Som manuell stasjon var observasjonstidene kl. 07, 13 og 19. Etter automatiseringa vart det logga ved alle heile klokketimar i døgnet. Utvalet av observerte, meteorologiske parametarar, vart også endra ved automatiseringa som vist i tabell 1.2. Alle dei andre stasjonane i tabell 1.1 er manuelle.



Figur 1.1 Skisse over ein del av Ryfylke.



Figur 1.2 Skisse over området rundt den meteorologiske stasjonen 4657 Hylsfjorden i Vanvik, Suldal kommune.

Tabell 1.1 Liste over aktuelle meteorologiske værstasjoner og nedbørstasjoner.

Stasjonsnamn	Kategori	H.o.h. (m)	Obs. periode Start - Slutt
4590 Fister	vêr	1	1949.11 - i drift
4605 Ulla	ned	200	1895.07 - i drift
4615 Sand	ned	25	1952.07 - i drift
4620 Suldal - Mo	vêr	58	1974.11 - i drift
4630 Suldalsvatn	ned	333	1895.07 - i drift
4657 Hylsfjorden	vêr	15	1976.12 - 1990.12
4661 Sauda	ned	5	1928.03 - i drift

Tabell 1.2 Observerte, meteorologiske parametrar på stasjonen 4657 Hylsfjorden under manuell og automatisk drift.

Manuell drift	Automatisk drift
Temperatur Relativ råme Vindstyrke (Beaufort) Vindretning Nedbørhøgd Snødjupn Snødekke Samla skydekke Sikt Ulike verfenomen	Temperatur Relativ råme Vindfart (m/s) Vindretning

Stasjonen 4657 Hylsfjorden låg i Vanvik, figur 1.2. Dette er den folkerikaste grenda ved fjorden. Elles finst grenda Tengesdal på same side av fjorden medan den næraste grenda til Vanvik er Løland som ligg 250 m o.h. og er upåverka av om det er is eller ikkje på fjorden. På sørsida av fjorden finst også spreidde gardar, men også dei i så store høgder over fjorden at dei vil vera lite eller inkje påverka av isen.

2. LUFTTEMPERATUR.

2.1 Metodar for utrekning av normal lufttemperatur.

For å få eit eins grunnlag for jamføring av klimadata, blir det på internasjonal basis rekna ut såkalla normalverdiar for fleire ulike klimaparametrar. Normalverdiane er gjennomsnitt for kvar parameter i "normalperioden" som dekkjer eit tidsrom på 30 år. Den første, internasjonalt bestemte normalperioden vart lagt til åra 1901-1930, deretter fylgde perioden 1931-1960 som delvis er i bruk enno. Da året 1990 var omme, kunne ein ta til å rekne ut nye normalar for 30-års-perioden 1961-90 som etter kvart vil bli teken i bruk som ny normalperiode slik vi har gjort gjeldande i denne rapporten.

Når ein stasjon har gått uendra gjennom heile normalperioden, blir normalen funnen ved å ta gjennomsnittet av månadsmidla. For 4657 Hylsfjorden kan denne metoden ikkje brukast fordi driftsperioden berre dekkjer om lag halve normalperioden. I slike tilfelle blir ein eller fleire nabostasjonar tekne i bruk for å kunne estimere ein normal.

La A vera ein stasjon som har vore i drift i heile normalperioden (referansestasjon) og B ein stasjon som berre har vore i drift i ei viss tid innafor normalperioden. Antar ein at differensen mellom normalane for dei to stasjonane er den same som differensen i middeltemperatur i den tida stasjonane har gått samstundes, er normalen til stasjon B gjeve av likning 1.

$$(1) \quad N_B = m_B + N_A - m_A$$

der:

N_A og N_B er normalane til stasjonane A og B
 m_A og m_B er middelverdiane til stasjonane A og B i den delen av normalperioden dei har gått samstundes.

Avgjerande for uvissa i normalen til B er lengda på den sams observasjonsperioden, korrelasjonane stasjonane i mellom og også skilnader i klimaet, dvs. i kor stor grad klimaet er advektivt bestemt (maritimt klima) eller strålingsbestemt (kontinentalt klima).

Skilnader i klima kan takast omsyn til ved å innføre ein reduksjonsfaktor, r , gjeven ved likning 2.

$$(2) \quad r = \frac{N_A - m_A}{N_B - m_B}$$

Diverre kjenner vi heller ikkje reduksjonsfaktoren (da måtte vi også ha kjent normalen til B som jo nettopp var den vi skulle finne). Birkeland (1935) viser at ein med god

tilnærming kan setja $r \approx a/b$, der a og b er årssamplitudane til stasjonane A og B i den perioden dei har gått samstundes. Ved å setja inn for r i (2) og å ordne, får ein:

$$(3) \quad N_B = m_B + \frac{b}{a} (N_A - m_A)$$

Dersom dei to stasjonane har om lag same type klima, er $r \approx 1$. I slike tilfelle ville vi fått nær same resultat anten vi hadde brukt likning (1) eller (3). Likning (3) gjev derimot betre resultat enn likning (1) dersom den eine stasjonen ligg ved kysten og den andre inne i landet og det same vil gjelde dersom ein stasjon ligg i ein dalbotn medan den andre ligg oppe i ei dalside. Ved utrekning av normalane for perioden 1931-60, vart likning 3 difor nytta, (Bruun, 1967).

Gamal litteratur viser at reduksjonsmetoden i likning 3 eigentleg skriv seg frå Henrik Mohn, den første direktøren ved DNMI. Som eksempel viser han utrekning av normal for det kontinentale klimaet i Sør-Varanger ved hjelp av det kjende, maritime klimaet i Vardø (Mohn, 1895).

2.2 Utrekning av temperaturnormal (1961-90) for 4657 Hylsfjorden.

Som referansestasjonar til 4657 Hylsfjorden vart stasjonane 4590 Fister og 4661 Sauda valt. Både stasjonane har gått gjennom heile normalperioden utan stogg i nokon månad slik at normalen er gjeven ved middelet for dei 30 åra. Hylsfjorden kom i drift i november 1976 og manglar fram til nedlegginga ni månadsmiddel slik at samla observasjonstid blir vel 13 år.

Alle tre stasjonane har kystklima slik at ein i utgangspunktet kunne gisse på at likning (1) ville gje eit bra resultat. Vi vil likevel velja likning (3) sidan plasseringa av stasjonane er ulik. Sauda ligg inst inne i botnen av Saudafjorden dit fleire dalar munnar ut som kan drenere kaldluft slik at Sauda i større monn enn dei to andre stasjonane er påverka av kontinentalt klima. Fister derimot er ein typisk, maritim stasjon der han ligg heilt nede ved sjøen berre 1 m o.h.

Tabell 2.1 Middel av varmaste måned, T_x , kaldaste måned, T_n , årssamplitude for referansestasjonane, a , og for Hylsfjorden, b . Perioden er frå desember 1976 til desember 1990.

Stasjon	T_x	T_n	a	b	$r=a/b$
4590 Fister	14,5	0,5	14,0	-	0,897
4657 Hylsfjorden	14,7	-0,9	-	15,6	-
4661 Sauda	15,0	-2,3	17,3	-	1,109

Ved bruk av reduksjonsfaktoren, r , i tabell 2.1 og dei kjende normalane for Fister og Sauda i tabell 2.3, kan nå normalen for Hylsfjorden finnast av likning (3). Vi gjennomfører utrekningane med både Fister og Sauda som referansestasjonar. Resultata er gjevne i tabell 2.2.

For alle månadene med unntak av februar var skilnaden mellom N_A og m_A så liten at likning (1) gav same resultat som likning (3). For februar gav likning (1) ein skilnad i normalen for Hylsfjorden på 0,2°C etter som reduksjonen vart gjort ved hjelp av Fister eller Sauda. Likning (3) viser sin styrke ved å gje same februarnormal uavhengig av referansestasjon.

Tabell 2.2 Resultat av normal-utrekning for 4657 Hylsfjorden.

Middel for perioden 1976.12 - 1990.12												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
Fister	0,9	0,5	3,2	5,5	10,3	13,2	14,5	14,3	11,4	9,0	5,1	2,4
Sauda	-2,2	-2,3	1,7	4,9	10,4	13,9	15,0	14,1	10,3	7,3	2,5	-0,8
Hylsfjorden	-0,7	-0,9	2,3	5,2	10,3	13,6	14,7	13,8	10,3	7,7	3,3	0,5
Førebels normalar, redusert ved hjelp av 1) Fister, 2) Sauda.												
	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
Hylsfj. 1)	-0,5	-0,4	2,0	5,3	10,1	13,5	14,6	13,9	10,6	7,4	3,0	0,5
Hylsfj. 2)	-0,5	-0,4	1,9	5,1	10,1	13,4	14,6	13,9	10,6	7,5	3,0	0,6

Generelt vart resultatet svært nær det same anten Fister eller Sauda vart nytta som referansestasjon, jamfør tabell 2.2. Største avviket kom i april med 0,2°C, elles er det fire månader i året der avviket er på 0,1°C og heile sju månader der det ikkje finst noko avvik. Metoden for normalutrekning fungerer i dette tilfellet svært godt sidan avvika er av same storleiksorden som måleuvissa i observasjonane.

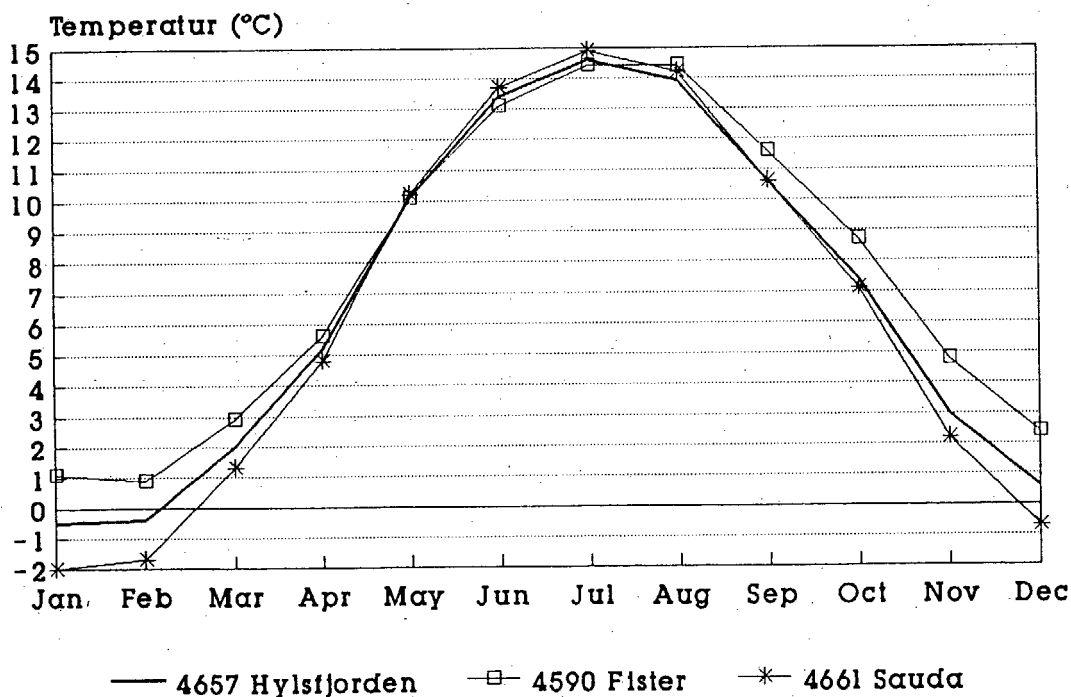
Sidan reduksjon ved 1) Fister og ved 2) Sauda, gav svært nær same resultat, var det berre små justeringar som måtte gjerast for å koma fram til endeleg normal, figur 2.1 og tabell 2.3.

2.3 Temperaturnormalar og ekstremtemperaturar for 4657 Hylsfjorden.

Naboskapen med havet viser seg tydeleg på normalane for Fister. Relativt varmt hav om vinteren fører til at alle månadsnormalane er over 0°C medan relativt kaldt hav tidleg på sommaren gjer det kjølegare på Fister enn i Hylsfjorden eller Sauda. I august er havet varmare i høve til lufta enn tidleg på sommaren slik at det verkar gunstig inn på klimaet spesielt om natta da det er ei bremse for den nattlege avkjølinga av strandsona. Utover hausten gjer denne effekten seg enno meir gjeldande.

Tabell 2.3 Normalar 1961-1990 for lufttemperatur

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Fister	1,1	0,9	2,9	5,6	10,1	13,1	14,4	14,4	11,6	8,7	4,8	2,4	7,5
Hylsfjorden	-0,5	-0,4	2,0	5,2	10,1	13,4	14,6	13,9	10,6	7,4	3,0	0,6	6,7
Sauda	-2,0	-1,7	1,3	4,8	10,2	13,7	14,9	14,2	10,6	7,1	2,2	-0,7	6,2

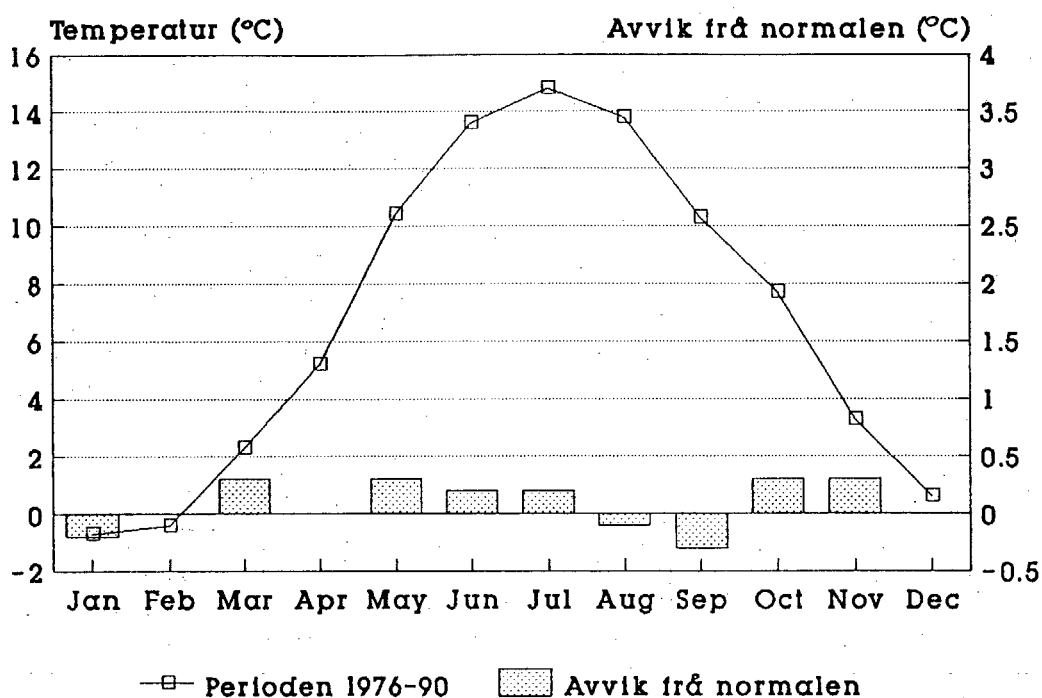


Figur 2.1 Temperaturnormalar for perioden 1961-90.

Også Sauda har maritimt klima om enn meir modifisert enn Fister og Hylsfjorden. Sauda har den kaldaste vinteren av stasjonane i tabellen med tre vintermånader under 0°C, medan tidleg sommar er varmare enn ved dei to andre stasjonane.

Klimaet ved Hylsfjorden er også maritimt i ein grad som ligg mellom Fister og Sauda. Augustnormalen er derimot lågare enn på baa dei to stasjonane. Ved Hylsfjorden er to av månadsnormalane lågare enn 0°C.

Mai måned er spesiell ved at alle tre stasjonane har om lag like høg temperaturnormal. Her kryssar temperaturkurvene kvarandre i det den mest maritime, Fister, er i ferd med skifte om frå å vera den mildaste til å bli den kjølegaste. Omvendt er det med kurva frå Sauda som byter plassering frå den kjølegaste til den mildaste. Situasjonen varer ved berre i dei tidlege sommarmånadene i det eit nytt omskifte skjer allereie i månedsskiftet juli/august. Fister er såleis varmaste stasjonen i 9 av månadene i året.



Figur 2.2 Middeltemperatur i driftsperioden til 4657 Hylsfjorden (vesntre akse) og avviket frå normalen 1961-90 (høgre akse)

Månadsmiddeltemperaturane for 4657 Hylsfjorden månad for månad gjennom driftsperioden er gjevne i appendiks I, tabell A1. Midlet for heile perioden er framstilt grafisk på figur 2.2. Driftserioden dekkjer nesten halve normalperioden. Dermed blir det maksimale avviket mellom driftsperiode og normalperiode så lågt som $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$. Vi ser av figuren at det er ei overvekt av positive avvik frå normalen. I middel for året utgjer det om lag $0,1^{\circ}\text{C}$.

På figur 2.3 er også ekstrem eller middel av ekstrem for 4657 Hylsfjorden framstilte og i tabell A2, A3 og A4 finst månadsmiddel av døgnmaksimums-, døgnminimumstemperatur og

Frost har det vore i ni månader i året ein eller annan gong. Dei tre frostsikre månadene er ikkje uventa juni, juli og august. Den lågaste observerte temperaturen er $-20,4^{\circ}\text{C}$ og skriv seg frå den 11. februar 1987. Dette er einaste gongen at temperaturen har vore under -20°C . Det er observert lågare temperatur enn -10°C i sesongen desember - mars. Når det gjeld verknaden av reguleringa på vintertemperaturane, viser vi til kapittel 5.

Konklusjon. Den meteorologiske stasjonen i Hylsfjorden var i drift om lag halve normalperioden 1961-90. Temperaturnormal vart rekna ut ved hjelp av tradisjonelle metodar. To uavhengige referanse-datarekker vart brukt under utrekninga utan at resultatane skilde seg frå kvarandere meir enn mæleuvissa til instrumenta.

Normalane for Hylsfjorden viser maritimt klima i ein grad som ligg mellom dei sentrale stadene ved Boknafjorden (Fister) og dei innste fjordbotnane (Sauda).

Ved stasjonen 4657 Hylsfjorden er det normalt vinter i 2 månader, (januar-februar), vår i 2 månader, (mars-april), sommar i 5 månader (mai-september), haust i 3 månader (oktober-desember).

Gjennom driftsperioden på 14 år er høgste observerte temperatur $31,9^{\circ}\text{C}$ og den lågaste $-20,4^{\circ}\text{C}$.

3. NEDBØR, SNØDJUPN OG SNØDEKKE.

I den tida 4657 Hylsfjorden var i manuell drift, observerte stasjonen nedbør, altså frå starten i november 1976 til juni 1983 da han vart automatisert. Det finst dermed berre vel 6 år med nedbørdata mot om lag 14 år med temperaturdata.

3.1 Utrekning av normal (1961-90) for månads- og årsnedbør for 4657 Hylsfjorden.

Sidan 4657 Hylsfjorden ikkje hadde vore i drift i heile normalperioden, vart referansestasjonar tekne i bruk, i dette tilfelle 4605 Ulla, 4615 Sand, 4630 Suldalsvatn og 4661 Sauda. Nedbøren på referansestasjonane vart så funne for driftsperioden til Hylsfjorden (teststasjonen).

Til normalutrekning for nedbør er det ved DNMI utvikla eit reknemaskinprogram basert på ein metode utvikla av Eirik Førland. Ei forenkla utskrift frå programmet finst i tabell 3.1. I del 2 av tabellen er høvetal gjevne mellom teststasjonen og kvar av referansestasjonane i deira sams driftsperiode.

Høvetala for årssummane, blir så nytta til å finne "estimerte årnormalar", PN_E , ved hjelp av likning (4).

$$(4) \quad PN_E = PN_R * a$$

PN_R = Normal for referansestasjon, (del 3)
 a = Høvetal mellom normal for teststasjon og referansestasjon (del 2).

For PN_R og a brukar vi nå årsverdiane. Sidan vi brukar 4 referansestasjonar, får også 4 estimat for årnormalen på teststasjonen. I dette tilfellet vart alle ulike, sjå del 4 i tabell 3.1. Middelet av dei fire årssummane blir 2112 mm som avrunda til næraste heile 10 mm gjev ein årnormal for Hylsfjorden på 2110 mm. Denne verdien blir nytta som endeleg estimat for normal årsnedbør for 4657 Hylsfjorden.

Tilsvarande prosedyre som ved utrekning av årnormal, kan også brukast til å estimere månadsnormalar, da med månadsverdiar for PN_R og a . Resultata finst i del 4, dei første fire linene gjeld estimat basert på individuelle referansestasjonar. Dei fire verdiane for kvar måned er så midla i lina merka PN_1 . Summen av desse 12 middelverdiane blir 2106 mm som ein finn lengst til høgre på lina.

Desse månadsverdiane som er basert på høvetal, blir ikkje nytta som endeleg estimat for normal månadsnedbør da dei kan vera utsette for store, tilfeldige avvik frå langtidsverdien dersom måleserien berre utgjør ein liten del av normalperioden.

Tabell 3.1 Programutskrift for utrekning av nedbørnormal 1990-91 for stasjon som ikkje har vore i drift heile normalperioden.

4657 HYLSEFJORDEN, driftsperiode : 1977 - 1983													
Del 1 - middelnedbørhøgder (mm) i driftsperioden													
Stnr	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	år
4657	203	87	144	65	110	115	104	182	290	229	409	201	2139
4615	209	102	175	70	118	111	98	200	315	253	383	217	2251
4657	203	87	144	65	110	115	104	182	290	229	409	201	2139
4661	209	108	181	69	109	117	92	190	313	265	383	200	2236
4657	203	87	144	65	110	115	104	182	290	229	409	201	2139
4630	187	83	132	50	76	96	79	151	259	189	347	177	1826
4657	203	87	144	65	110	115	104	182	290	229	409	201	2139
4605	235	95	164	70	96	117	115	200	315	249	434	232	2322
Del 2 - høvetal (stnr. 4657) / (stnr. xxxx)													
Stnr	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	år
4615	0.97	0.85	0.82	0.93	0.93	1.04	1.06	0.91	0.92	0.91	1.07	0.93	0.95
4661	0.97	0.81	0.80	0.94	1.01	0.98	1.13	0.96	0.93	0.86	1.07	1.01	0.96
4630	1.09	1.05	1.09	1.30	1.45	1.20	1.32	1.21	1.12	1.21	1.18	1.14	1.17
4605	0.86	0.92	0.88	0.93	1.15	0.98	0.90	0.91	0.92	0.92	0.94	0.87	0.92
Del 3 - NORMALAR (1961-90) for referansestasjonane													
Stnr	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	år
4605	222	159	189	94	95	120	138	171	267	286	277	281	2299
4615	206	146	178	93	100	123	139	174	261	275	258	250	2203
4630	186	128	151	73	75	100	106	131	213	227	215	215	1820
4661	224	156	175	95	100	117	122	165	254	276	264	253	2201
Del 4 - estimerte normalar (høvetal*normal)													
Stnr	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	år
4615	200	125	146	86	93	127	148	158	240	249	276	232	2093
4661	218	126	139	89	101	115	138	158	235	239	282	254	2106
4630	202	134	165	95	109	120	140	158	238	275	253	244	2132
4605	192	146	166	87	109	118	125	156	246	263	261	243	2118
PN1	203	133	154	89	103	120	138	158	240	257	268	243	2106
Avrunda middel :													2110
Del 5 - NORMAL basert på månadsprosent													
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	år
PN2	205	143	171	91	95	116	127	162	247	264	249	241	2211
Del 6 - NORMALVERDIAR FOR : 4657 HYLSEFJORDEN													
Stnr	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	år
NORMAL	205	141	167	90	97	117	129	161	246	263	253	241	2110

For at den årlege gangen i månadsnedbør på teststasjonen skal samsvara rimeleg godt med nabostasjonar med lang mæleserie, er det gjort ein kartanalyse av kor stor del av årsnedbøren som fell på kvar av månadene. Rekna i prosent har ein for området ved Hylsfjorden følgjande tal:

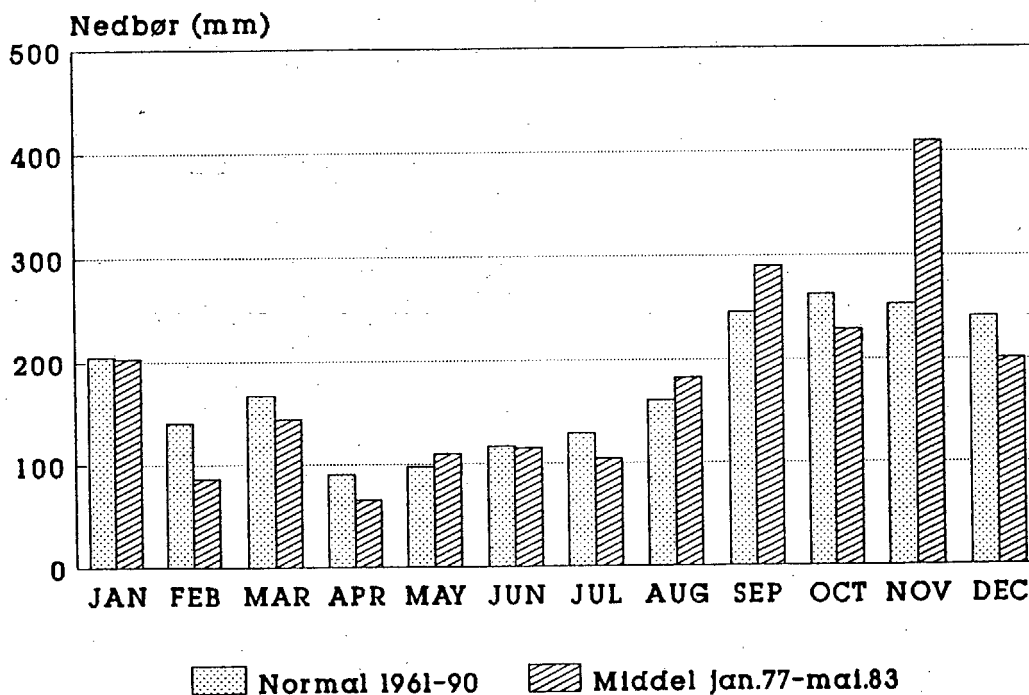
Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
9,7	6,8	8,1	4,3	4,5	5,5	6,0	7,7	11,7	12,5	11,8	11,4

Ved bruk av desse månadsprosentane på normal årsnedbør, kan eit nytt estimat for normal månadsnedbør finnast. For januar blir til dømes estimatet, $PN_2 = 2110 \text{ mm} * 0,097 = 205 \text{ mm}$, del 5 i tabellen.

Di lenger ein stasjon har vore i drift i normalperioden, di mindre vil PN_1 avvike frå sann normalverdi etter som PN_1 nærmar seg denne grensa når talet på år, n , nærmar seg 30. Er derimot observasjonsrekkeja svært kort, vil ein leggje mest vekt på PN_2 , dvs. månadsprosentane. Vekting mellom PN_1 og PN_2 blir gjort ved hjelp av likning (5)

$$(5) \quad PN_{MID} = PN_1 \frac{n}{30} + PN_2 \frac{30-n}{30}$$

Ved hjelp av likninga er alle månadsnormalane for Hylsfjorden utrekna etter tur med $n = 6$ etter som stasjonen har hatt nedbørobservasjonar i 6 år. Sluttresultatet er deretter justert slik at summen av månadsnedbør stemmer med den stipulerte årsnedbøren.



Figur 3.1 Normalar for nedbør 1961-90 for Hylsfjorden og middel for driftsperioden 1977.01 - 1983.05

3.2 Nedbøren ved Hylsfjorden.

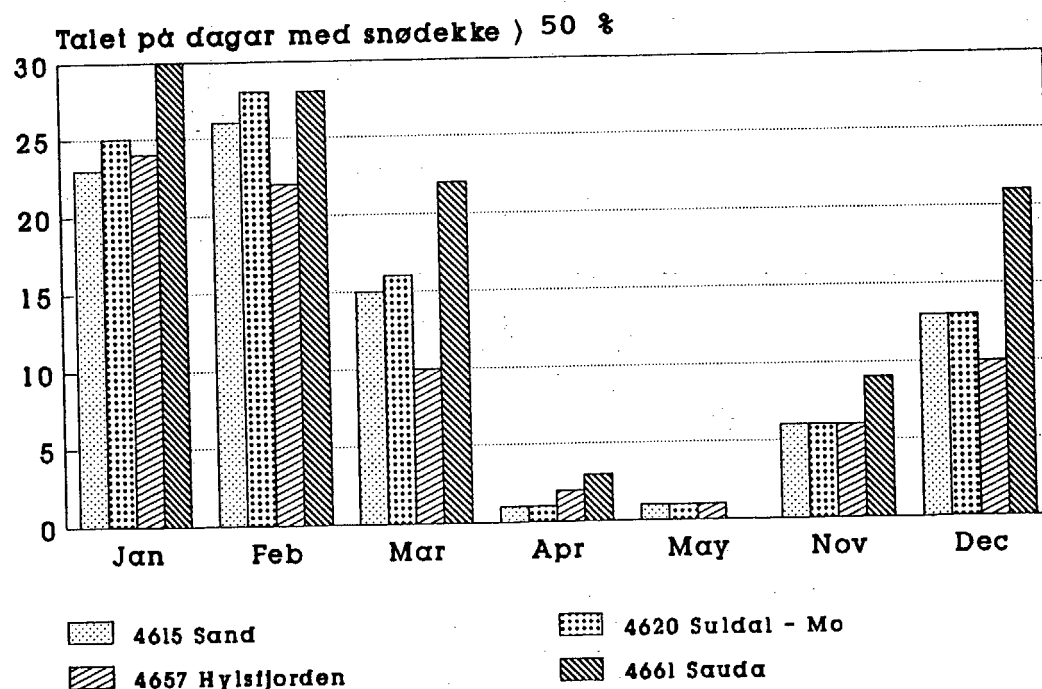
Den endelege offisielle normalen er gjeven i nedste line i tabell 3.1 og framstilt grafisk på figur 3.1.

Mønsteret for nedbøren gjennom året viser typisk teikn på kystklima med eit maksimum om hausten og vinteren og minimum om våren og sommaren. I den siste normalperioden var oktober den nedbørrikaste, men skilnadene mellom denne månaden og september eller november var så liten at dette kan variere frå normalperiode til normalperiode. Minst nedbør er det i april.

I driftsperioden skil november seg ut med ekstremt mykje nedbør. Gjennom dei 6 november-månadene stasjonen var i drift fall det i gjennomsnitt heile 409 mm nedbør medan normalen berre er 253 mm.

Dei største månadssummane i driftsperioden skriv seg frå januar 1983 med 558 mm, november 1978 med 551 mm og desember 1980 med 500 mm, tabell A5. Minst nedbør fall det i februar 1977 med berre 23 mm.

Det nedbørrikaste året i observasjonsperioden var 1979 med 2261 mm eller 7 % over normalen, det tørraste året var 1977 med 1831 mm eller 13 % under normalen. Desse avvika er så små at dei på ingen måte kan karakteriserast som ekstreme.



Figur 3.2 Gjennomsnitteleg tal på dagar med snødekke som dekte meir enn halve marka i perioden 1977.01 - 1983.06.

3.3 Snødekke og snødjupn.

I dei sju vintrane 1976/77 til 1982/83 det vart mælt snø på stasjonen, viser data at snødekket kom og gjekk slik det er vanleg ved kystnære stasjonar. Før eller seinare i laupet av kvar vinter var det likevel slik at snødekket kunne etablere seg gjennom ein lengre periode. Minst snø var det vinteren 1981/82 da middelet for både januar og februar berre var 7 cm, tabell A7. Størst middel var det i februar 1979 med 48 cm. Same månaden hadde også den største maksimale snødjupna i driftsperioden på 64 cm, tabell A8. Påfallande lite snø var det i januar 1980, maksimalt 4 cm.

Snødekket på fire kystnære, lågtliggjande stasjonar i Suldal og Sauda kommunar er framstilte på figur 3.2. Sauda skil seg ut som den stasjonen som har det mest stabile snødekket. Sauda hadde nesten alltid snødekke i januar og februar. Gjennomgåande er det Hylsfjorden som har minst snødekke. Skilnaden dei to stasjonane i mellom er mest markert i mars og desember da det var over dobbelt så ofte snødekke i Sauda som i Hylsfjorden. Snødekket i Sauda endrar seg brått utover våren og i mai er det einast Sauda som hadde under ein dag i gjennomsnitt med snødekke.

Samandrag og konklusjon. Det vart nytta eit nytt reknemaskinprogram til å finne månadsnormalar for 4657 Hylsfjorden som berre har hatt ei driftstid på 6-7 år med nedbørsobservasjonar. Metoden gav ein årsnormal på 2110 mm, største månadsnormal hadde oktober med 263 mm og minste månadsnormal hadde april med 90 mm.

Innafor driftsperioden var største månadsnedbør 558 mm og største snødjupn 64 cm. Første måned som nokon gong hadde snødekke over 50 % var november og siste måned mai. Snødekket varierte sterkt gjennom sesongen, men likevel slik at det vart etablert eit snødekke som vara ved fleire veker på eitt eller anna tidspunkt i laupet av vintrane.

4. VIND.

Overgangen frå manuell til automatisk stasjon i juni 1983, førte til ei drastisk endring av observasjons-prosedyre for vind. Observasjonane før skiftet vart gjort etter Beauforts vindskala utan bruk av instrument. Etter skiftet vart derimot vindstyrken (eller vindfarten) observert ved vindmølar som var montert i ei 8 m høg mast. Loggingsintervallet var ein time og med det utstyret som vart brukt på stasjonen (Aanderaa), vart da vinden automatisk midla over loggingsintervallet. Vindretninga derimot vart logga som ein momentanverdi ved kvar heile klokke-time.

I dette kapitlet skal vi berre ta omsyn til observasjonane i den tida stasjonen hadde vindmølar. Det er grunn til å rekne med at stasjonen ikkje er homogen gjennom skiftet.

4.1 Vindfart.

Vindfarten er generelt avhengig av årstida. Dei vandrande syklonane i vestavindsbeltet er i regelen mest intense i den kalde årstida slik at vindfarten i den frie atmosfæren over eit lengre tidsrom vil vera sterkare om vinteren enn om sommaren. Vindfeltet blir modifisert av terrenget. I særleg grad gjer det seg gjeldande i eit opprivi landskap som det i Hylsfjorden.

På figur 4.1 er 1-times middelvind framstilt ved hjelp av ei frekvensfordeling der vinden er delt inn i intervall på 1 m/s. Figuren viser at vinden på 4657 Hylsfjorden ikkje er sterkare om vinteren enn om sommaren. Det tyder altså at vinden på staden er sterkt modifisert av det lokale terrenget. Dynamikken i dette kan forklarast ved at vestavinden ofte blir bremsa av fjellet i aust og bøygd av slik at han bles på tvers av fjorden frå ei meir sørleg retning. Særleg gjeld dette dersom lufta har stabil lagdeling.

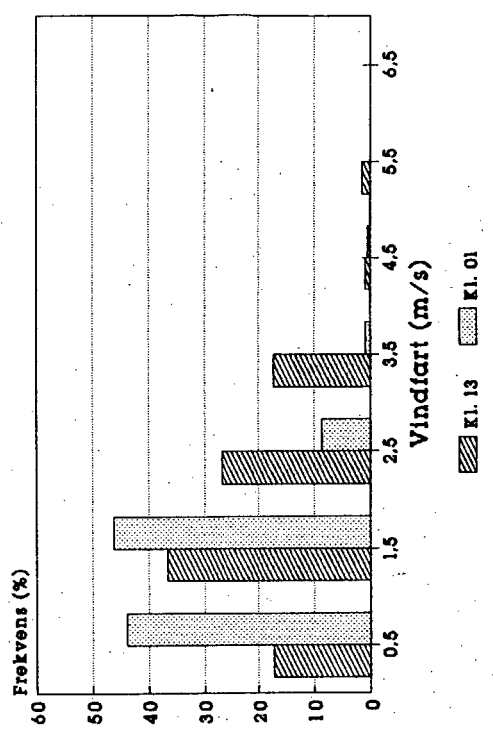
Figuren inneheld data frå kl 01 om natta og kl 13 om dagen. Her gjev lokalvinden seg tydeleg til kjenne ved at frekvensfordelinga mellom dei to klokkesletta varierer sterkt. Om natta vinterstid er det mest vanlege intervallet 0-1 m/s. Om sommaren derimot er vind i intervallet 1-2 m/s mest vanleg. Soloppvarminga fører luft opp langs dalsidene og hindrar at det blir vindstille sjølv om vindfeltet i atmosfæren er svakt.

Den sterkaste middelvinden gjennom ulike tidsintervall:

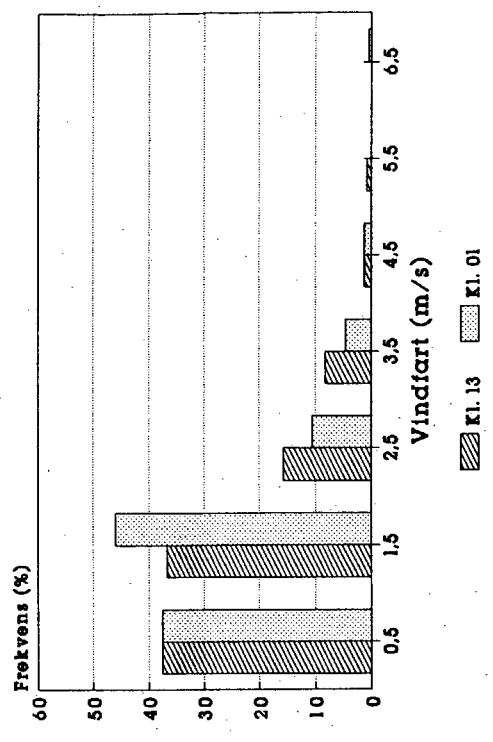
Ein time	11,9 m/s, januar 1986 og oktober 1990.
Eit døgn	4,9 m/s, oktober 1990.
Ein månad	1,9 m/s, mars 1990.
Obs. perioden	1,5 m/s, mars

Ein meir fylldig ekstremstatistikk er samla i appendiks I, tabell A9.

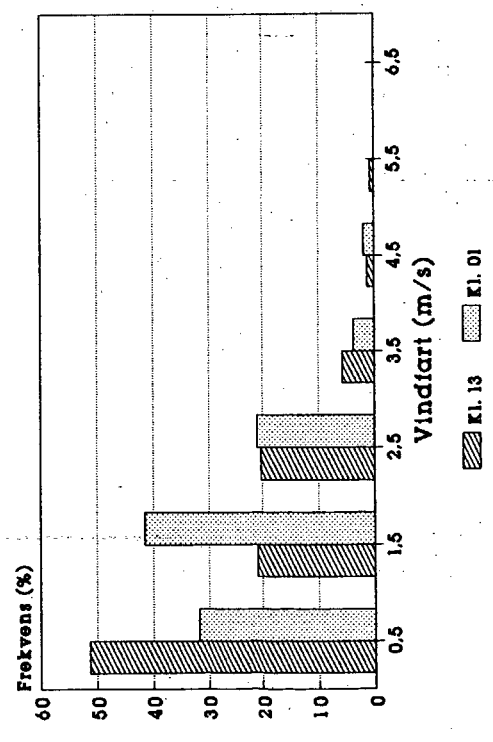
April



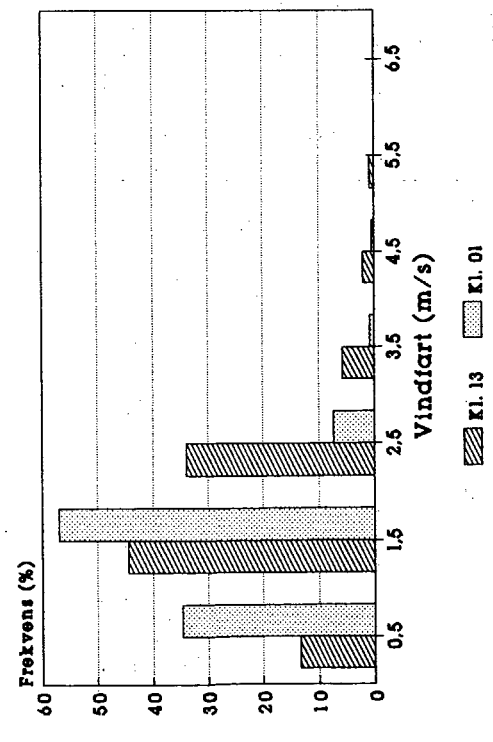
Oktober



Januar



Juli



Figur 4.1 Frekvensfordeling av vindfart i perioden juni 1983 til desember 1990. Vinden er inndelt i intervall på 1 m/s. Markeringa på x-aksen viser sentralverdien for kvart intervall.

4.2 Vindretning.

Retninga på Hylsfjorden er vist på figur 1.1. Vi ser at fjordretninga ved Vanvik er om lag ENE-WSW. Litt aust for Vanvik bøyer fjorden seg og går derifrå til fjordbotnen om lag E-W. Frekvensfordeling av vindretninga er gjeven på figur 4.2 for dei same månadene og tidspunkta i døgnet som for vindfarten.

Ein djup fjord som Hylsfjorden er førande for vinden slik at vindretninga svært ofte vil vera den same som fjordretninga. Observasjonane frå 4657 Hylsfjorden som altså er tekne i Vanvik, er derimot svært sjeldan i samsvar med fjordretninga, det er tvert i mot slik at sektorar nær vinkelrett på fjorden er dei mest vanlege.

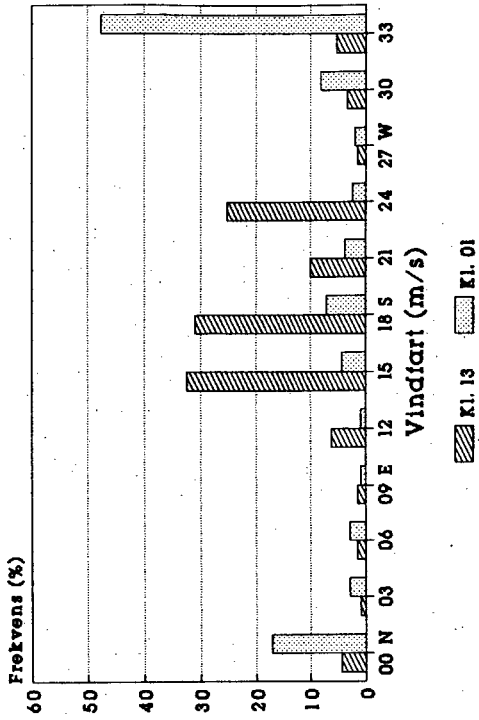
Vanvika er eit søkk i terrenget som held fram innover land og formar ein liten dal, figur 1.3. Dei vanlegaste vindretningane fell saman med retninga for dalen. Vinden som blir observert på 4657 Hylsfjorden er dermed lite representativ for sjølve fjorden. I dei fleste situasjonane er det ein rein lokalvind for Vanvik. Bles han opp dalen, er vindretninga S til SE, bles han ned dalen er ho NW til N. Om natta bles han som oftast ned dalen. Utan omsyn til årstid utgjer desse tilfella 50 - 60 %. Om dagen er det berre på vinteren at vind ned dalen er vanleg, elles er den vanlegaste retninga opp dalen. I april er nesten 90 % av alle tilfelle vind i sektoren 135° til 255°.

Nokre gonger passar dalretninga med retninga til det storstilte vindfeltet som dermed kan få betre tak på stasjonen enn elles i fjorden sjølv om også vinden i slike tilfelle blir mykje redusert i styrke på grunn av det ekstremt ujamne terrenget.

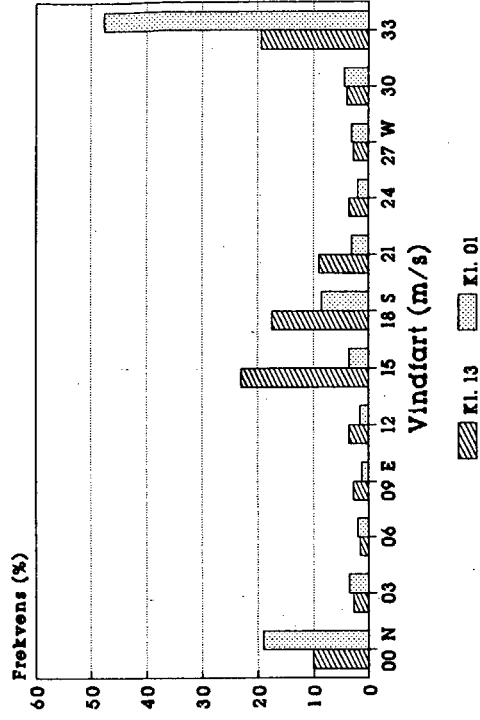
Konklusjon. Vinden på stasjonen er i stor grad styrd av det lokale terrenget der han ligg i ei vik. Generelt er staden svært godt skjerma for vind. Middelvinden er om lag 1,5 m/s og har ingen årleg syklus. Maksimal middelvind i 1 time i driftsperioden 1983.06 til 1990.12 var 11,9 m/s.

Vindretninga er styrd av det lokale terrenget ved stasjonen og er lite representativ for vinden andre stader langs fjorden. Vinden følgjer svært ofte ein dagleg syklus. I april er dette mest markert da vinden i nesten 90 % av tilfella ved høgst dag bles opp frå fjorden mot land, medan vinden i 70 % av tilfella om natta bles ned frå land mot fjorden.

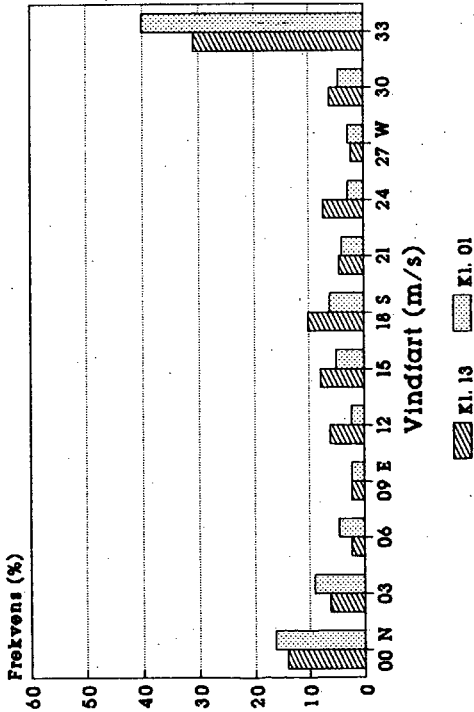
April



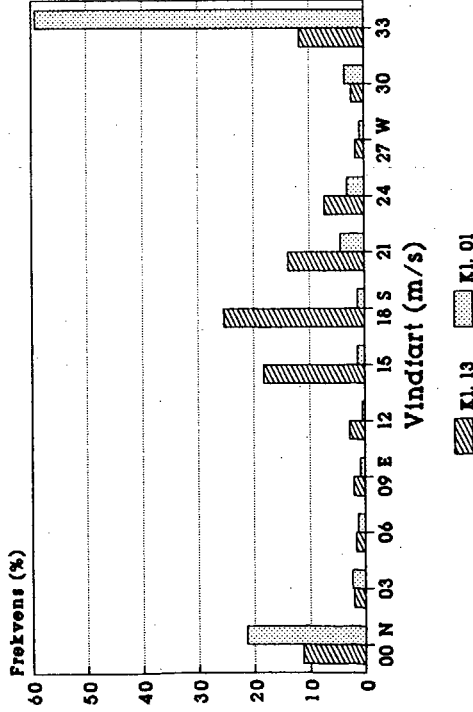
Oktober



Januar



Juli



Figur 4.2 Frekvensfordeling av vindretning i perioden juni 1983 til desember 1990. Vindretninga er inndelt i intervall på 30°. Markeringa på x-aksen viser sentralverdien for kvart intervall.

5. VERKNADEN AV REGULERINGA PÅ LUFTTEMPERATUREN.

Den påverknaden isen øver på lufttemperaturen har vore granska i samband med tidlegare prosjekt i fleire fjordar. Mest kjent er kanskje dette frå Luster kommune i Sogn der fleire reguleringar kom i konflikt med fruktdyrkingsinteresser, (Gjessing, Nordli, 1991).

Is på fjorden er eit hinder for varmeovergangen frå vassoverflata til lufta i kaldt vinterver. I Hylsfjorden har reguleringa redusert isdekket på fjorden både i tid og rom. Dermed er det mogleg at reguleringa kan ha skapt eit mildare klima i kulde-bolkane.

5.1 Statistisk metode.

For å teste hypotesen om temperaturendring i Hylsfjorden, tek vi i bruk den såkalla differens-metoden: Lufttemperaturen blir delt inn i to grupper, ei gruppe med data frå føre reguleringa og ei anna gruppe med data frå etter reguleringa.

For eit punkt ved Hylsfjorden, H, reknar ein ut differensen, D_H .

$$(6) \quad D_H = T_{Hf} - T_{He}$$

T_{Hf} = middelet av temperaturen føre reguleringa.

T_{He} = middelet av temperaturen etter reguleringa.

Til jamføring kan ein finne lokalitetar som ikkje kan vera påverka av fjorden. Stasjonar på slike stader vil vi kalle referansestasjonar (indeks R) i motsetnad til stasjonar ved fjorden som vi kallar teststasjonar (indeks H). Tilsvarande likning (6) kan middel-differensen, D_R , finnast.

$$(7) \quad D_R = T_{Rf} - T_{Rc}$$

Av (6) og (7) følgjer:

$$\begin{aligned} (8) \quad Q &= D_H - D_R \\ &= (T_{Hf} - T_{He}) - (T_{Rf} - T_{Rc}) \\ &= (T_{Hf} - T_{Rf}) - (T_{He} - T_{Rc}) \\ &= \delta_f - \delta_c \end{aligned}$$

der altså δ_f og δ_c er differensen mellom stasjonane føre og etter reguleringa.

Som referansestasjonar ynskjer ein stasjonar som har ein størst mogleg korrelasjon med test-stasjonen, H, utan at referansestasjonen er påverka av isen. Stasjonen 4620 Suldal - Mo ligg berre 10 km frå Vanvik samstundes som han er upåverka av isen på Hylsfjorden. Storleiken Q gjeven ved likning (8), vil difor vera ein indikator for verknaden av reguleringa på lufttemperaturen ved Hylsfjorden. Men i utgangspunktet kan ein

ikkje vera sikker på at verknaden av isen er det einaste bidraget til Q . Det kan tenkjast at det finst andre faktorar som kan påverke Q og såleis heilt eller delvis maskere verknaden av reguleringa. Somme av desse faktorane kan best klårgjerast ved meteorologiske vurderingar, andre ved statistiske. Det kan difor lønne seg å uttrykkje Q i andre termar:

$$(9) \quad Q = D_r + D_k + \epsilon$$

- D_r Påverknad på lufttemperaturen p.g.a. reguleringa.
- D_k Ikkje-tilfeldige faktorar som kan tenkjast å verke inn på Q (med unntak av reguleringa som altså høyrer inn under leddet D_r). Som døme på slike faktorar kan nemnast over- eller underrepresentasjon av einskilde versituasjonar føre reguleringa jamført med etter reguleringa.
- ϵ Dei tilfeldige variasjonane i Q . ϵ har forventning lik null.

Diverre er det ikkje mogleg eksakt å skilje dei to ledda D_r og D_k frå kvarandre. Heldigvis viser det seg at metoden likevel let seg bruke dersom ein vel ut mest mogleg like versituasjonar føre og etter reguleringa, held instrumenta velkalibrerte og har eit godt ytre vedlikehald på stasjonane. Dersom ein lukkast med det, vil $D_k \approx 0$ og likning (9) kan skrivast

$$(10) \quad Q \approx D_r + \epsilon$$

der ϵ går mot null når observasjonsmengda aukar. Ein kan nå finne D_r direkte av (10) ved å rekne ut Q av datamaterialet. Men som oftast vil datamengda vera såpass avgrensa at ein ikkje kan vera sikker på at $\epsilon \approx 0$. Di større $|Q|$ er, di mindre sannsynleg er det at Q skil seg frå null einast på grunn av tilfeldige variasjonar. Til å vurdere dette, vil vi nytte Students t-test, sjå appendiks II.

5.2 Resultata av testen.

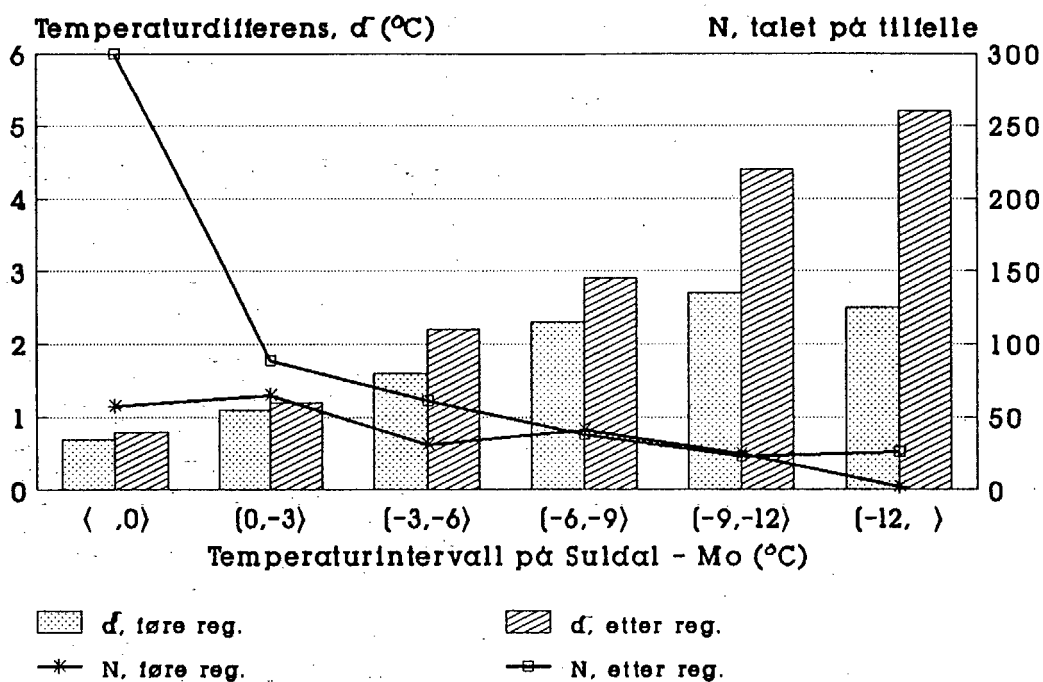
Hylen kraftverk vart sett i gang så tidleg som i 1980. Dei andre kraftverka i Ulla/Førre-systemet som leverer vatn til Hylen, kom i drift litt om senn. I september 1981 vart til dømes Ulla regulert første gongen, men ikkje før i november 1984 vart ho fullt regulert. Alt dette førte med seg at Hylen kraftverk ikkje gjekk med full vassføring dei første åra og dermed var heller ikkje kraftverket eit så stort hinder for islegginga som det seinare skulle vise seg å bli. I testen vil vi difor ikkje ta med dei første driftsåra da dei er lite representative for dei tilhøva som rår i fjorden i dag.

I det vidare arbeidet definerer vi regulerte og uregulerte tilhøve såleis:

- Før reguleringa : Frå desember 1976 til desember 1979
- Etter reguleringa: Frå januar 1983 til desember 1990

For månadene desember, januar og februar har vi gjennomført den statistiske testen omtala i 5.1 med 4657 Hylsfjorden som teststasjon og 4620 Suldal - Mo som referansestasjon.

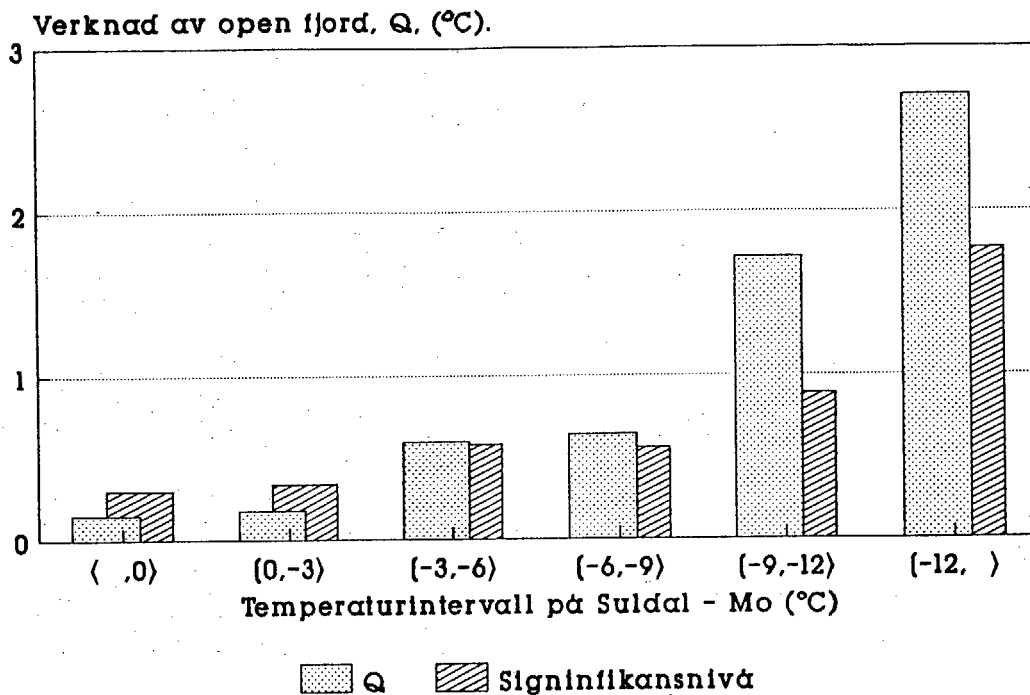
Døgnlege middeltemperaturar for dei to stasjonane vart først funne og deretter grupperte etter tid, før og etter reguleringa. Vidare vart døgnmiddel-temperaturane grupperte i intervall etter temperaturen på Mo for i størst mogleg grad å eliminere leddet D_t i likning (9). Deretter vart ledda δ_f og δ_s i likning (8) funne for kvart temperaturintervall. Resultata er framstilte på figur 5.1.



Figur 5.1 Differens av døgnmiddeltemperatur, δ , mellom 4657 Hylsfjorden og 4620 Suldal - Mo før og etter reguleringa (stolpar). Talet på uavhengige observasjonar, N , (korrigert for autokorrelasjon) innafor kvart intervall (liner). Sesongen er desember, januar og februar.

Differensane mellom Hylsfjorden og Mo før og etter reguleringa er om lag dei same når temperaturen er høgare enn -3°C . Er temperaturen lågare enn -3°C , aukar differensen med fallande temperatur. Det gjeld både før og etter reguleringa, men mest markert etter reguleringa.

Spørsmålet er om disse skilnadene mellom regulerte og uregulerte tilhøve kan vera eit slumpetreff eller om dei er eit uttrykk for auka varmetilførsle frå fjorden etter reguleringa. For å klårgjera dette, nyttar vi Students t-test (appendiks II) der vi korrigerer for autokorrelasjon mellom etterfølgjande observasjonar. Differensen (Q i likning (8)) mellom regulert og uregulert er vist på figur 5.2.



Figur 5.2 Verknaden av reguleringa, Q , ved stasjonen 4657 Hylsfjorden innafor ulike temperaturintervall på 4620 Suldal - Mo. Signifikansnivået innafor kvart intervall er markert.

For temperaturar høgre enn -3°C er skilnadene mellom regulerte og uregulerte tilhøve ikkje statistisk sikre (signifikante). Det vil seia at dei kan vera skapte av slumpetreff. For lågare temperatur enn -3°C er det ved signifikansnivået 0,95 funne at reguleringa har gjort det mildare ved fjorden. For lågare temperaturar enn -10°C kan det dreie seg om 2°C .

I Luster i Sogn vart det funne verknader av isen i intervall lågare enn -10°C på 4°C på brattlendte, rette strekningar ved fjorden medan verknaden var 6°C på stader som var spesielt godt eksponert mot fjorden som utstikkande nes. Men der Jostedalen munnar ut i fjorden ved Gaupne vart det ikkje funne nokon sikker verknad av isen på fjorden, (Gjessing, Nordli, 1991).

At verknaden ved 4657 Hylsfjorden er så liten i høve til verknaden av isen dei fleste stader i Luster, kan ha to årsaker:

- 1) Der stasjonen står munnar ein liten sidedal ut i Vanvika, jamfør 4.2. Det er kjent at lokale kaldluftsstraumar frå høgareliggjande område kan ha stor innverknad på temperaturklimaet. Kaldluftsstraumane har ein tendens til å følgje sidedalar i terrenget. Varme frå fjorden vil da ikkje så lett bli tilført sidedalane.
- 2) I nokre av situasjonane har fjorden vore islagt også under regulerte tilhøve, t.d. ved at kraftverket har stått eller gått med ekstra lita vassføring. Det har i tillegg hendt at fjorden har vore isfri også under naturlege tilhøve sjølv i streng kulde, særleg når det set inn med austavind utan at isen har fått lagt seg på førehand.

Hylsfjorden har svært bratte dalsider som er godt eksponerte mot fjorden. Difor vil det vera store område langsetter fjorden der reguleringa har større innverknad på lufttemperaturen enn i Vanvik.

Gardane langsetter fjorden ligg elles eit stykke oppe i lia, frå 100 m o.h. og oppetter. Allereie 100 m over fjorden er verknaden av isen redusert til det halve i følgje data frå Luster. Av dei folkesette områda ved fjorden er det truleg dei lågast-liggjande stadene i Vanvik at verknaden er størst. Dei er bra representerte av stasjonen 4657 Hylsfjorden.

5.3 Einskilde episodar.

Kartlegging av isen på Hylsfjorden vart gjort av det daverande Iskkontoret ved NVE. Materialet er ikkje komplett og det har ikkje vore mogleg å få det analysert innafor den økonomiske ramma for denne rapporten. Nokre eindskildsituasjonar er likevel tilgjengelege. Her skal vi sjå nærare på situasjonen 8. til 11. januar 1987. Døgnmaksimumstemperatur, T_x , døgnminimumstemperatur, T_n , og isdekket på fjorden var da:

8/1 $T_x = -3,4^\circ\text{C}$, $T_n = -6,4^\circ\text{C}$. Det blir rapportert om tjukk is på fjorden.

9/1 $T_x = -3,9^\circ\text{C}$, $T_n = -12,4^\circ\text{C}$. Isen held på å løyser seg opp.

10/1 $T_x = -11,4^\circ\text{C}$, $T_n = -15,2^\circ\text{C}$. Fjorden er nå reinska for is.

11/1 $T_x = -10,2^\circ\text{C}$, $T_n = -18,5^\circ\text{C}$. Fjorden er framleis isfri.

Det interessante ved denne situasjonen er at isdekket på fjorden løyser deg opp under fallande temperatur. Dette er eit eksempel på at auka tapping knekkjer isdekket trass i sterk kulde.

Minimumstemperaturen er om lag den same den 9. januar på Hylsfjorden som på Mo. Men ved isfri fjord den 11. januar er

døgnminimumstemperaturen på Mo så låg som $-26,0^{\circ}\text{C}$ som er stasjonsrekord.

Hylsfjorden har sin absolutt lågaste temperatur den 11. februar 1979, $-20,4^{\circ}\text{C}$. Da var temperaturen på Mo berre $-17,0^{\circ}\text{C}$. Dette viser at det kan bli svært kaldt i Hylsfjorden i høve til Mo, men da under føresetnad av at den varmekjelda som fjorden representerer er isolert av snø og is. Utan regulering ville etter alt å dømme Hylsfjorden også fått sin stasjonsrekord den 11. januar 1987.

Konklusjon. Reguleringa har påverka isdekket på fjorden som igjen har påverka lufttemperaturen ved fjorden i kuldebolkanen om vinteren.

Verknaden av isen auka med fallande temperatur. Difor vart alle observasjonene i desember, januar og februar inndelte i intervall etter lufttemperaturen på nabostasjonen 4620 Suldal - Mo. I temperaturintervall høgre enn -3°C fann vi ingen sikker skilnad mellom regulerte og uregulerte tilhøve. For temperaturar lågare enn -3°C fann vi ein sikker skilnad ved alle temperatur-intervall.

Middel-effekten auka jamnt frå om lag $^{\circ}\text{C}$ ved lufttemperaturar på -3°C til 2°C ved lufttemperaturar under -10°C . Effekten refererer seg til grenda Vanvik. Effekten på utstikkande nes eller andre godt eksponerte stader ved fjorden vil vera høgre enn den i Vanvik.

Ved stasjonen 4657 Hylsfjorden (1976.12-1990.12) er absolutt lågaste temperatur $-20,4^{\circ}\text{C}$ frå tida føre reguleringa. Hadde det ikkje vore for reguleringa, ville denne rekorden etter alt å dømme vorte slått i januar 1987.

6 LITTERATUR.

Birkeland, B. J. 1935. Mittel und Extreme der Lufttemperatur. Geofysiske publikasjoner Vol XIV. No. 1., DNMI. Oslo.

Bruun, I. 1967. Standard normals 1931-60 of the air temperature in Norway. Climatological summaries for Norway. DNMI. Oslo.

Gjessing, Y. og Nordli, P. Ø. Lustrafjorden - klimaskjønn - del I. Klimaendringer ved regulering av Fortun/Grandfaste og Leirdøla. DNMI - klima nr. 45/91.

Mohn, H. 1895. Klimatabeller for Norge I. Luftens temperatur. DNMI. Oslo.

Tabell A1 Middeltemperatur for 4657 Hylsfjorden,

STNR	ANNO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
4657	1976													x, x
4657	1977	-1,1	-,7	3,5	3,1	11,0	13,1	15,0	13,9	9,5	8,7	1,9	-2,8	6,7
4657	1978	,5	-1,7	2,0	4,7	11,2	14,1	14,0	14,6	9,6	7,5	4,9	-1,6	6,7
4657	1979	-4,3	-4,1	1,3	5,6	7,5	13,1	13,1	13,1	9,7	7,7	2,5	-,2	5,4
4657	1980	-2,2	-1,5	1,0	5,7	11,4	14,6	16,3	14,7	11,7	5,4	,6	2,0	6,6
4657	1981	-2,6	-1,4	1,2	4,2	11,7	11,8	14,4	13,3	12,4	6,5	2,5	-4,5	5,8
4657	1982	-1,8	,5	3,5	5,0	9,5	14,3	15,8	14,4	10,4	9,1	5,3	1,6	7,3
4657	1983	3,1	-2,6	2,7	6,2	9,4	12,7	14,7	13,5	10,4	6,7	2,8	1,5	6,8
4657	1984	-,9	,0	,8	5,3	11,7	14,0	14,4	14,3	9,7	7,7	6,4	3,1	7,2
4657	1985	-4,1	-2,6	2,1	4,8	11,1	12,7	14,4	13,3	8,7	7,8	-,1	-,8	5,6
4657	1986	-3,3	-3,8	3,3	3,7	9,6	14,3	14,0	12,9	8,3	7,7	6,0	1,8	6,2
4657	1987	-5,5	-,1	,7	7,0	9,4	11,8	15,3	13,5	10,1	9,8	3,8	1,6	6,5
4657	1988	3,4	2,3	1,3	4,2	11,8	16,1	15,2	14,4	12,2	7,1	2,9	2,3	7,8
4657	1989	4,9	4,3	4,5	6,4	9,4	13,5	15,1	12,9	11,1	7,6	4,0	,9	7,9
4657	1990	3,9	5,2	4,9	6,2	11,4	14,2	15,0	14,2	10,1	8,8	2,4	1,8	8,2
PERIODEN 1976-1990														
MIDDEL		-,7	-,4	2,3	5,2	10,4	13,6	14,8	13,8	10,3	7,7	3,3	,6	6,8
ST,AVVIK		3,2	2,7	1,3	1,1	1,2	1,1	,8	,6	1,2	1,1	1,8	2,1	,8

Tabell A2 Middel av døgnmaksimumstemperatur, 4657 Hylsfjorden

år	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
1976	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x	0,2
1977	1,5	2,5	6,9	6,7	15,9	18,4	20,0	18,6	13,4	11,6	4,8	5,1
1978	3,3	1,1	5,3	9,0	16,6	19,1	18,1	18,8	12,9	10,4	7,9	0,7
1979	-1,1	-0,1	4,2	8,5	11,1	18,1	17,4	17,5	12,9	10,7	4,9	2,4
1980	-0,2	1,6	3,6	10,9	17,5	19,4	21,1	18,4	15,3	8,6	3,9	x,x
1981	0,1	2,4	4,6	9,4	16,4	16,1	18,0	17,6	15,8	9,6	5,2	-1,7
1982	0,6	3,7	6,3	9,2	13,9	19,8	x,x	19,0	14,0	11,8	7,8	3,8
1983	5,6	0,9	6,1	9,6	12,7	x,x	18,9	18,0	13,6	9,4	x,x	4,1
1984	1,4	2,5	3,8	9,5	x,x	x,x	19,1	19,4	13,6	10,0	8,2	5,0
1985	-1,2	0,2	4,8	7,9	15,6	17,3	18,6	16,4	12,0	10,4	3,0	1,4
1986	-0,7	0,5	5,8	7,2	12,9	19,8	17,7	16,6	11,6	9,8	8,6	4,3
1987	x,x	2,7	4,0	10,7	13,7	15,3	19,4	16,9	14,0	12,7	5,9	4,0
1988	5,3	4,9	4,7	7,9	16,2	21,8	19,1	17,9	14,9	10,2	5,2	4,6
1989	6,8	6,4	7,4	9,5	13,4	18,4	20,3	16,2	14,9	10,2	6,7	3,4
1990	x,x	x,x	7,4	9,5	17,1	18,3	19,4	18,1	13,3	12,1	5,0	4,1

Tabell A3 Middell av døgminimumstemperatur, 4657 Hylsfjorden.

	JAN	FEB	MRS	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
1976												
1977	-4,3	-3,9	0,5	0,1	5,6	8,6	10,9	10,0	6,4	6,2	-0,5	-5,9
1978	-2,6	-4,4	-0,7	0,6	5,5	9,8	10,5	11,4	6,9	5,0	2,4	-0,3
1979	-7,8	-7,7	-1,1	2,8	4,3	9,4	9,3	9,9	7,4	5,0	0,1	-2,4
1980	-4,3	-4,7	-1,5	1,8	5,6	10,5	11,9	11,8	9,4	2,8	-1,8	x,x
1981	-5,5	-4,5	-1,5	0,3	7,5	8,7	11,3	9,8	9,4	3,7	0,2	-7,6
1982	-4,5	-1,9	1,2	2,1	5,5	8,2	x,x	10,3	7,9	6,5	3,3	-0,4
1983	1,1	-6,2	-0,2	2,7	6,8	x,x	10,8	9,4	7,2	4,1	x,x	-0,9
1984	-3,1	-2,5	-2,5	1,4	x,x	x,x	9,8	10,0	5,8	5,3	4,3	1,0
1985	-7,0	-5,5	-0,7	1,1	6,2	8,0	10,6	10,4	5,4	5,5	-2,8	-2,9
1986	-6,1	-7,6	0,9	0,2	6,7	9,4	10,4	9,4	5,3	5,3	3,4	-1,1
1987	x,x	-2,8	-2,7	3,6	4,5	8,3	11,1	10,2	6,5	6,6	1,6	-0,7
1988	1,5	-0,3	-2,2	0,5	7,3	10,4	11,6	11,1	9,6	3,7	0,4	0,0
1989	3,1	2,2	1,7	2,7	5,3	8,6	10,3	9,6	7,5	4,8	1,3	-1,6
1990	x,x	x,x	2,4	2,6	5,4	9,8	10,6	10,8	6,5	5,9	0,3	-0,6

Tabell A4 Ekstremtemperaturar, 4657 Hylsfjorden.

	JAN	FEB	MRS	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
MEDELVERDI	-0,7	-0,4	2,3	5,2	10,4	13,6	14,8	13,8	10,3	7,7	3,3	0,6
STANDARDVARIASJON	3,2	2,7	1,3	1,1	1,2	1,1	0,8	0,6	1,2	1,1	1,8	2,1
MÅNADSMEDEL												
Høgaste verdi, år:	1989	1989	1990	1987	1988	1988	1980	1980	1981	1987	1984	1984
Høgaste månadsmedel	4,9	4,3	4,9	7,0	11,8	16,1	16,3	14,7	12,4	9,8	6,4	3,1
Lågaste månadsmedel	-4,3	-4,1	0,7	3,1	7,5	11,8	13,1	12,9	8,3	5,4	-0,1	-4,5
Lågaste verdi, år:	1979	1979	1987	1977	1979	1987	1979	1989	1986	1980	1985	1981
MÅNADSMAXIMUM OG DØGNMINIMUM												
Høgaste verdi, år:	1989	1989	1990	1980	1980	1988	1980	1984	1981	1987	1986	1977
H, månadsmedel av d.maks	6,8	6,4	7,4	10,9	17,5	21,8	21,1	19,4	15,8	12,7	8,6	5,1
L, månadsmedel av d.min	-7,8	-7,7	-2,7	0,1	4,3	8,0	9,3	9,4	5,3	2,8	-2,8	-7,6
Lågaste verdi, år:	1979	1979	1987	1977	1979	1985	1979	1986	1986	1980	1985	1981
ABSOLUTTE EKSTREMAR												
Høgaste verdi, år:	1989	1988	1990	1987	1984	1988	1978	1982	1983	1990	1982	1986
Absolutt maksimum	9,9	11,4	13,9	20,3	24,7	31,9	28,9	31,0	23,2	19,5	14,4	12,8
Absolutt minimum	-18,5	-20,4	-13,1	-7,1	-3,2	1,9	4,7	3,9	-1,6	-4,6	-9,6	-17,4
Lågaste verdi, år:	1987	1979	1979	1977	1981	1989	1978	1978	1983	1980	1985	1976

Tabell A5 Nedbørsummer for måneder og år for 4657 Hylsfjorden, (mm).

STNR	ANNO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅRET
4657	1977	85	23	116	112	47	72	143	176	332	165	371	189	1831
4657	1978	221	32	134	65	43	113	143	169	226	296	551	34	2027
4657	1979	106	67	216	58	233	194	65	174	390	138	433	187	2261
4657	1980	45	133	34	47	38	119	48	197	227	405	248	500	2041
4657	1981	285	181	156	38	49	175	138	106	237	198	484	24	2071
4657	1982	124	131	187	91	193	14	87	269	327	173	365	270	2231
4657	1983	558	42	166	45	167	X	X	X	X	X	X	X	X
MIDDEL		203	87	144	65	110	115	104	182	290	229	409	201	2139

Tabell A6 Talet på dagar da meir enn halve marka var dekt av snø.

STNR	ANNO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅRET
4657	1977	31	28	5	7	-	-	-	-	-	-	12	11	94
4657	1978	24	9	1	1	-	-	-	-	-	-	5	18	58
4657	1979	31	28	29	1	3	-	-	-	-	-	8	10	110
4657	1980	9	22	9	1	-	-	-	-	-	-	5	3	49
4657	1981	30	23	14	2	1	-	-	-	-	-	-	12	82
4657	1982	27	13	4	-	-	-	-	-	-	-	3	6	53
4657	1983	13	28	8	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X
MIDDEL		24	22	10	2	1	-	-	-	-	-	6	10	75

Tabell A7 Middelsnødjupn for 4657 Hylsfjorden, (cm).

STNR	ANNO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
4657	1977	9	12	2	0	-	-	-	-	-	-	11	6
4657	1978	9	5	0	0	-	-	-	-	-	-	1	4
4657	1979	19	48	19	0	0	-	-	-	-	-	2	2
4657	1980	1	24	8	0	-	-	-	-	-	-	1	1
4657	1981	20	17	9	0	0	-	-	-	-	-	-	2
4657	1982	7	7	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4657	1983	4	14	1	-	-	X	X	X	X	X	X	X
MIDDEL		10	18	6	-	-	-	-	-	-	-	-	3

Tabell A8 Maksimal snødjupn for 4657 Hylsfjorden, (cm).

STNR	ANNO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
4657	1977	16	15	8	4	-	-	-	-	-	-	35	23
4657	1978	28	18	1	5	-	-	-	-	-	-	6	12
4657	1979	35	64	42	1	6	-	-	-	-	-	9	6
4657	1980	4	54	12	5	-	-	-	-	-	-	7	7
4657	1981	45	35	24	3	3	-	-	-	-	-	-	7
4657	1982	27	27	2	-	-	-	-	-	-	-	2	19
4657	1983	28	32	10	-	-	X	X	X	X	X	X	X
MIDDEL		26	35	14	3	1	-	-	-	-	-	-	10

Tabell A9 Ekstremvind, 4657 Hylsfjorden

	JAN	FEB	MRS	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
MEDELVERDI	1,4	1,3	1,5	1,4	1,4	1,3	1,4	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2
STANDARDVARIASJON	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2
MÅNADSMEDEL												
Høgaste verdi, år:	1984	1989	1990	1989	1988	1990	1990	1984	1988	1990	1984	1983
Høgaste månadsmedel	1,7	1,8	1,9	1,6	1,4	1,5	1,7	1,4	1,4	1,7	1,7	1,4
Lågaste månadsmedel	1,1	0,9	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	0,9	0,8	0,9
Lågaste verdi, år:	1985	1985	1989	1988	1989	1986	1985	1987	1984	1985	1987	1985
MÅNADSMEDEL AV DØGNMAKSIMUM OG DØGNMINIMUM												
Høgaste verdi, år:	1986	1989	1990	1989	1990	1990	1990	1990	1988	1990	1984	1988
H. månadsmedel av d.maks	3,1	3,3	3,3	2,9	2,8	3,4	3,5	3,0	2,4	3,3	2,9	2,8
L. månadsmedel av d.min	0,4	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
Lågaste verdi, år:	1985	1985	1989	1988	1986	1987	1986	1987	1989	1986	1987	1987
DØGNMEDEL												
Høgaste verdi, år:	1989	1987	1990	1989	1986	1990	1990	1984	1988	1990	1984	1988
På datoen:	29	22	5	12	21	2	29	30	2	28	14	22
Høgaste døgnmedel	3,7	2,9	4,3	3,4	2,8	2,6	3,3	2,9	2,6	4,9	3,4	3,8
Lågaste døgnmedel	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0	0,0
Lågaste verdi, år:	1986	1988	1987	1987	1985	1986	1987	1987	1984	1988	1983	1985
På datoen:	18	18	4	23	16	13	5	14	27	31	30	28
ABSOLUTTE EKSTREMAR												
Høgaste verdi, år:	1986	1990	1985	1989	1986	1990	1990	1990	1988	1990	1985	1986
På datoen:	4	20	4	12	7	10	31	2	2	28	27	22
Absolutt maksimum	11,9	5,7	7,5	5,5	5,6	7,2	8,4	8,4	5,0	11,9	8,7	11,5

APPENDIKS II 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 signifikans-nivået 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^k , 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}