

DNMI - RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO 3
TELEFON : (02) 60 50 90

ISBN

RAPPORT NR.

27/88 KLIMA

DATO

31.12.1988

TITTEL

ULLA/FØRRE-REGULERINGA

FELTFORSØK VED BLÅSJØEN.

UTARBEIDET AV

PER ØYVIND NORDLI

OPPDRAGSGIVER

STATKRAFT

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Feltforsøket vart gjort ved Sanddokka i tida frå 15.-18.september 1988.

Det var same vertypen under heile forsøket. Det var alltid pålands-
vind sjeldan under 4 Beaufort og det var nesten alltid skydekke
større enn 4/8. Temperaturen i vassflata på Blåsjøen var frå 4⁰
til 0,5⁰ høgre enn i lufta.

Vi fann at verknaden av Blåsjøen minka i laupet av dei første 30 m
frå stranda med 0,1⁰ for kvar grad overtemperatur i vassflata.
Vidare minka innverknaden med 0,06⁰ dei neste 250 m.

Målepunkt med ein viss terrengskjerming mot sjøen såg ut til å ha om-
lag same verknaden av sjøen som fritt eksponerte målepunkt.

UNDERSKRIFT

Per Øyvind Nordli

Per Øyvind Nordli
SAKSBEHANDLER

Bjørn Aune

Bjørn Aune
FAGSJEF

I N N H A L D

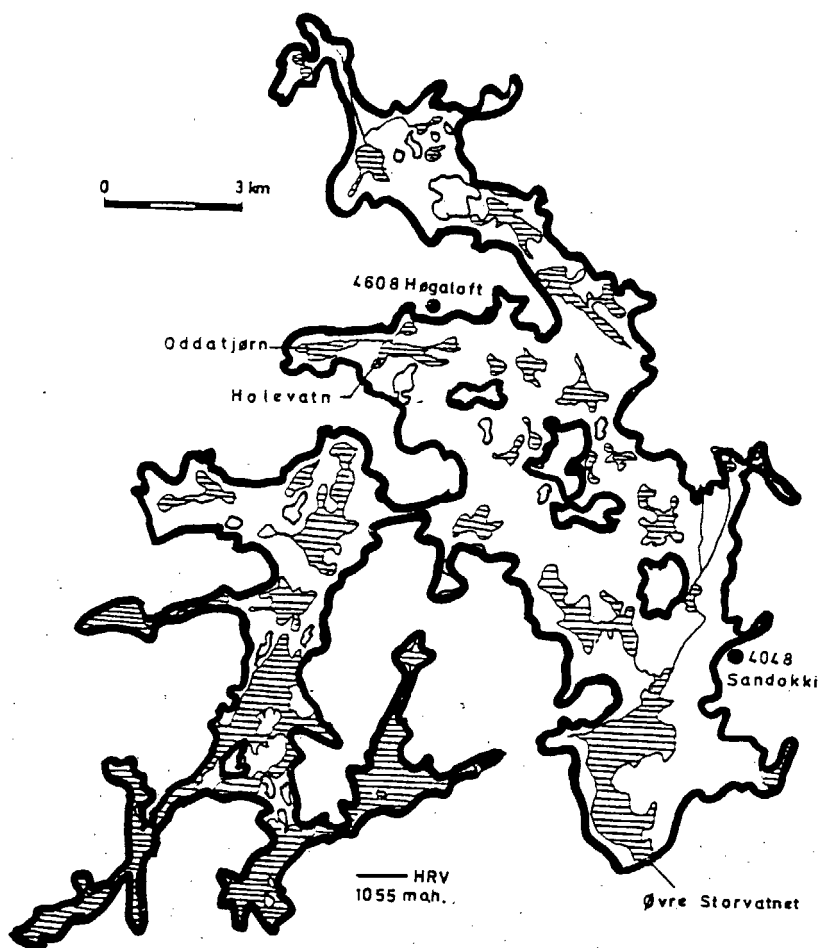
<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
1 VILKÅR FOR FELTFØRSØK VED SANDDOKKI	1
1.1 Innleiing	1
1.2 Tidlegare arbeid	2
1.3 Målet med feltforsøket	2
1.4 Måleutstyret	3
1.5 Stasjonsplasseringa	3
2 TOLKING AV RESULTATA	5
3 LITTERATUR	9
4 VEDLEGG, OBSERVASJONSMATERIALET	10

1 VILKÅR FOR FELTFØRSØK VED SANDDOKKI

1.1 Innleiing

Sidan 1975 har DNMI hatt meteorologiske målingar ved det nåverande Blåsjømagasinet, Ulla/Førre-reguleringane. Magasinet ligg i heiane mellom Suldal og Setesdal.

Stasjonane som er i drift ligg i kvar sin ende av magasinet, d.e. 4048 Sanddokka og 4808 Høgaloft, sjå figur 1. I 1988 vart det gjort ekstra temperaturmålingar ved Sanddokka. Desse målingane starta om eftanen den 15. september og vart avslutta ved høgst dag den 18. september. Denne rapporten vil handle om desse målingane.



Figur 1 Blåsjømagasinet ved høgste regulerte vasstand. Vassarealet før reguleringa er skravert.

1.2 Tidlegare arbeid

Verknaden av reguleringa av Blåsjømagasinet har vore granska tidlegare, (Nordli, 1987). Datagrunnlaget i granskinga skreiv seg både frå regulerte og uregulerte tilhøve, men ingen data fanst til da for høgre vasstand i magasinet enn kote 1035 m, som er 20 m under høgste regulerte vasstand (HRV).

Under dei nemnde vilkåra fann ein statistisk sikre resultat for desse tilfella:

- 1) I stabile versituasjonar om hausten og vintren før isen la seg på Blåsjøen vart det 1-2⁰ mildare etter reguleringa.
- 2) I versituasjonar med lite skyer vart det om dagen om sommaren om lag 1⁰ kaldare etter reguleringa.

Tala ovafor refererer seg til mælestasjonane Høgaloft og Sanddokka nær HRV.

1.3 Målet med feltforsøket

Konklusjonane ovafor er som nemnt basert på faste mælepunkt på kvar side av sjøen. Ein kan såleis stille seg spørsmålet: Kor representative er desse mælepunkta for andre område nær sjøen? Meir presist vil vi formulere målet med forsøket slik:

- 1) Finne temperaturgradienten frå stranda og innover land i 2 m høgd over bakken.
- 2) Granske om avskjerming av vind frå sjøen på grunn av terrenget har noko å seia for klimapåverknaden frå sjøen.

1.4 Måleutstyret

Utstyret vart levert av Aanderaa Instrumnets.

Instrument	Fabrikknamn	Type
Registreringseining	Display unit	3012S
Lagringseining	Data storing unit	2990
Temperaturfølar	Temperature sensor	3145

Desse instrumneta vart bygde inn i eit skap av DNMI slik at dei lett let seg frakte og klargjera i felten.

Alle fire instrumenta gav data under forsøket, men dei var ikkje utan lyte:

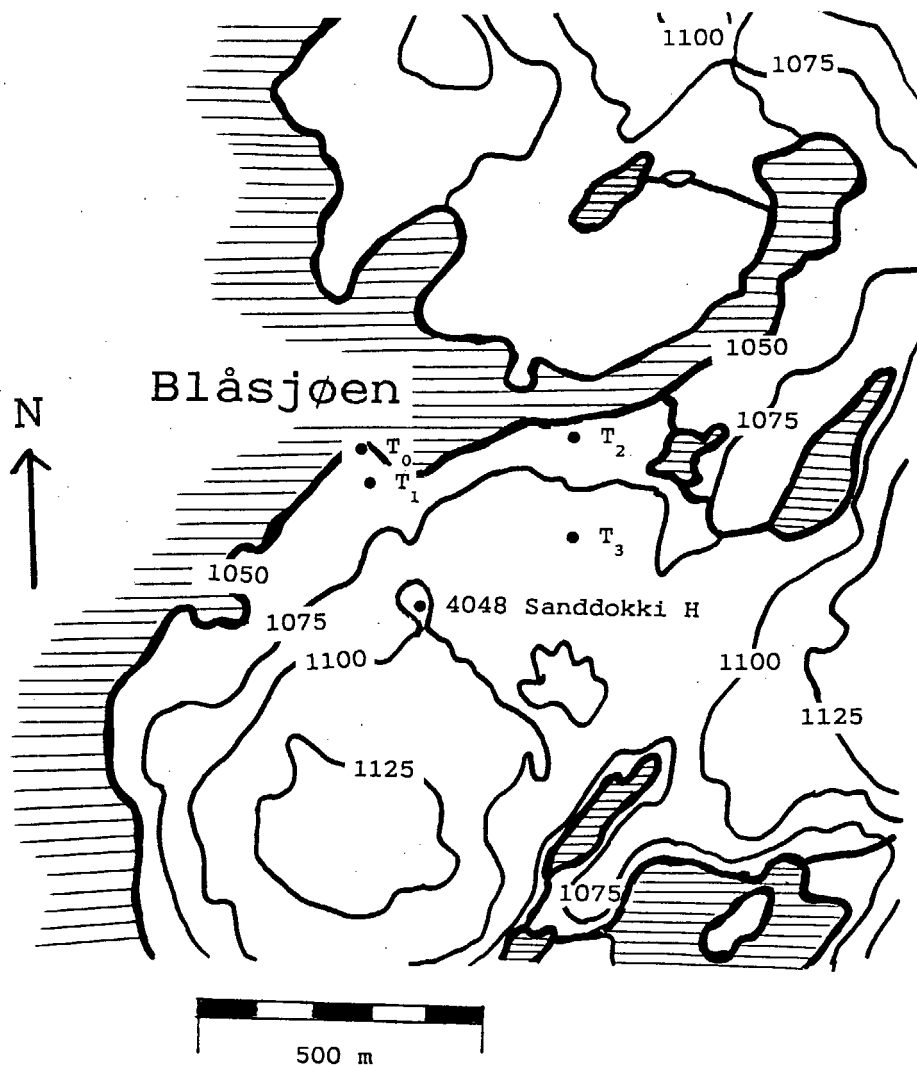
- 1) Batteria var originale, levert til instrumenta av Aanderaa Instruments, og skulle etter spesifikasjonen vara i minst 200 timar. Men eitt av batteria heldt berre i 46 timar og eit anna i 65 timar, medan dei to siste heldt forsøktida ut. Forsøket gjekk over 69 timar.
- 2) To av instrumenta hadde ureglementerte registreringar under forsøket. I dette tilfelle med eit så tett nett av observasjonar, skapte det likevel ikkje noko problem for tidsbestemminga.

Det blir altså naudsynt å forsyne instrumenta med betre batteri ved tilsvarande feltforsøk i framtida.

1.5 Stasjonsplasseringa

Dei fire målepunkta for temperatur fekk nemningane T_0 , T_1 , T_2 og T_3 . Plasseringa deira i terrenget er vist på figur 2.

T_0 Av alle målepunkta er det dette som stod nærast Blåsjøen. Avstanden til sjøen var berre 5 m og høgda over sjøen ved foten av stativet var 1 m, slik at temperaturfølararen stod 3 m over sjøoverflata. Eksponeringa til sjøen var fri.



Figur 2 Kartskisse av områda ved Sanddokka

- T₁ Plasseringa var den same som det ordinære mælepunktet T₁ på stasjonen 4048 Sanddokka. Det vil seia at høgda var 1060 m o.h. dermed vart høgda over Blåsjøen 10 m. Avstanden til sjøen var om lag 30 m. Eksponeringa til sjøen var fri liksom for mælepunktet T₀.
- T₂ Mælepunktet vart sett opp 300 m austafør mælepunkt T₁, men i same høgde over sjøen. Mellom dei to mælepunkta var det også ein liten fjellrygg slik at staden var meir skjerma med omsyn til vind frå sjøen enn T₁.
- T₃ Mælpunktet låg lenger frå sjøen enn dei andre, sjå figur 2. Skjerminga var som for T₂. Høgda over Blåsjøen var om lag 35 m.

2 TOLKING AV RESULTATA

Observasjonane er gjevne i kapittel 3. Som ein vil sjå var det liten variasjon i været under forsøket. Det var alltid pålandsvind og styrken var sjeldan under 4 Beaufort. Skydekket var større enn halvskya med unntak av efanen den 16. september.

Under heile forsøket var vasstemperaturen i overflata av Blåsjøen høgre enn lufttemperaturen. Differensen varierte frå om lag 4° til om lag $0,5^{\circ}$.

Alle stasjonane i det mobile nettet midlar temperaturen over ein time og lagrar timemedla. Midlinga starta kvar halve klokke, 0.30, 01.30, 02.30 o.s.v. Det ordinære stasjonsnettet opererer med augneblinksverdiar, 1.00, 2.00, 3.00 o.s.v., dvs. sentralverdien i timemedla.

I tabell 1 er gjevne korrelasjonen mellom dei ulike mælepunkta under forsøket i den øvre delen av matrisen. I den nedre delen følgjer talet på samanhøyrande observasjonspar for dei ulike mælepunkta. Datastoppen i T_3 som vi allereie har nemnt, er årsaken til at talet på observasjonar er lågare i alle par der T_3 er eitt av elementa. Ved starten av forsøket var det diverre brot i kabelen til temperaturfølaren på den ordinære stasjonen 4048 Sanddokka. Det tok ei viss tid før feilen vart funnen og utbetra. Difor er talet på observasjonar også redusert i alle par der T_H er med.

Tabell 1 Korrelasjonsmatrise.

	T_0	T_1	T_2	T_3	T_H
T_0	●	0,986	0,944	0,939	0,969
T_1	64	●	0,958	0,958	0,981
T_2	64	64	●	0,993	0,936
T_3	46	46	46	●	0,931
T_H	46	46	46	28	●

Vi ser at eksponeringa mot sjøen spelar ei viktig rolle for korrelasjonen mellom stasjonane. Mælepunkta T_2 og T_3 kan vi rekne for skjerma medan dei andre mælepunkta er fritt eksponerte mot Blåsjøen. Vi legg såleis merke til at korrelasjonen mellom T_2 og T_H er 0,936 medan korrelasjonen mellom T_0 og T_H er 0,981. Er den eine stasjonen skjerma og den andre fritt eksponert, blir altså korrelasjonen lågare enn om dei bae var fritt eksponerte. Og er bae skjerma, slik som T_2 og T_3 , er også korrelasjonen høg, her 0,993.

At dei spesielle effektane i strandsona også spelar ei rolle for korrelasjonen mellom stasjonane, kan ein sjå ved å jamføre stasjonspara (T_0, T_H) og (T_1, T_H) . Avstanden mellom T_1 og T_H er 250-300 m, korrelasjonskoeffisienten er 0,981. Jamfører vi med T_0 som også er fritt eksponert like i strandkanten og berre 30 m lenger borte, fell korrelasjonen med T_H til 0,969.

For det stasjonsnett som vart sett opp ved Sanddokka, viser korrelasjonsmatrisen at eksponeringa er viktigare for korrelasjonen stasjonane i mellom enn avstanden til sjøen.

Dataene vart også analyserte ved bruk av regresjonslikningar. Som fri variabel vart nytta differensen mellom vasstemperatur og lufttemperatur, δ . Eller meir presis:

$$\delta = T_w - (T_0 + T_1 + T_2) / 3$$

der T_w = vasstemperaturen i overflata av Blåsjøen.

Som avhengig variabel vart nytta differensen mellom dei ulike stasjonane. Resultata er gjevne i tabell 2.

Tabell 2 Regresjonslikningar

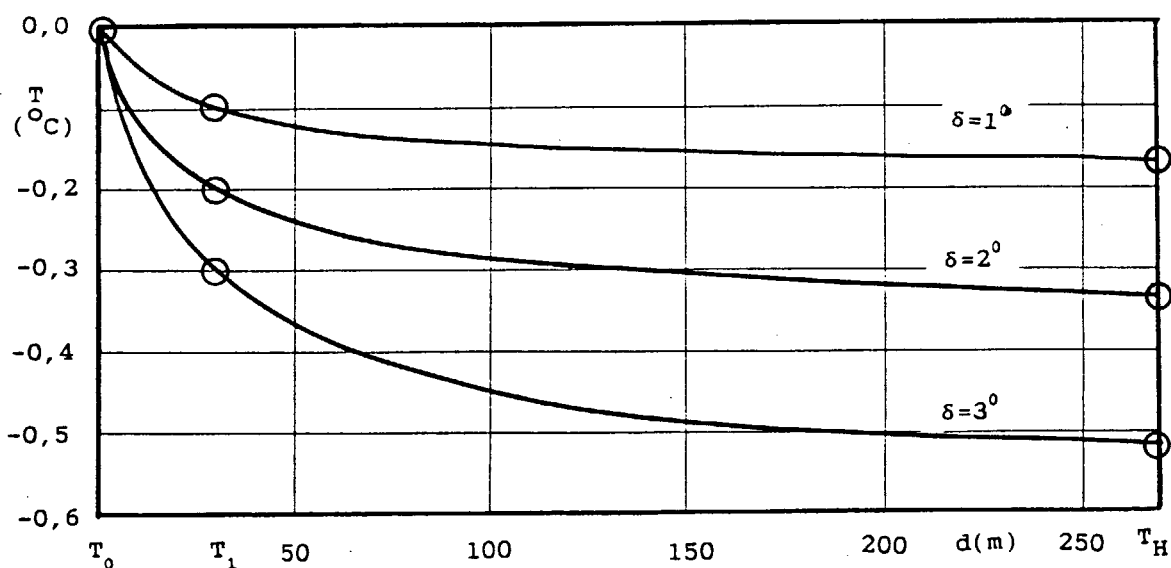
Nr	Avhengig variabel	Fri variabel	Konstantledd	Regresjonskoeffisient
1	$T_1 - T_2$	$= 0,00 \cdot \delta$	$+ 0,34$	0,28
2	$T_0 - T_2$	$= 0,11 \cdot \delta$	$- 0,03$	0,01
3	$T_0 - T_2$	$= 0,06 \cdot \delta$	$+ 0,04$	0,18
4	$T_0 - T_3$	$= 0,10 \cdot \delta$	$- 0,37$	0,52
5	$T_0 - T_1$	$= 0,17 \cdot \delta$	$+ 0,14$	0,54
6	$T_1 - T_H$	$= 0,06 \cdot \delta$	$+ 0,53$	0,26

For å finne verknaden av Blåsjøen på lufttemperaturen på land, vil vi bruke resultata av regresjonsanalysen i tabell 2. Vi ser først på dei tre første regresjonslikningane i tabellen. Som avhengig variabel har dei alle differensen mellom ein fri stasjon og ein skjerma stasjon. Vi ser at alle regresjonskoeffisientane er svært låge. Differensen mellom vasstemperatur og lufttemperatur forklarar altså svært lite av variansen til den avhengige variable. Vi skal sjå på likningane kvar for seg:

Likning 1 har som avhengig variabel differensen mellom fritt og skjerma mælepunkt, T_1 og T_2 . Dei står like langt frå Blåsjøen. Vi ser at ¹ det ikkje finst samanheng mellom dei variable i likninga. Resultatet tyder på at skjerminga frå Blåsjøen av mælepunkt T_2 ikkje er god nok til å redusere innverknaden frå Blåsjøen.

Likning 2 tyder på at det kan vera ein svak innverknad frå sjøen, men regresjonskoeffisienten er låg og det gjer resultatet tvilsamt.

Likningane 4 til 6 inneheld alle differensar mellom frie mælepunkt. I likning 4 er regresjonskoeffisienten vel 50 %. Resultata der tyder på at vass temperaturen i Blåsjøen påverkar differensen mellom stasjonen T_0 og stasjonen T_1 . Det blir skapt ein strandsone-effekt på grunn av sjøen. Likning 4 seier altså at om til dømes temperaturdifferensen, δ , aukar med 1° vil den gjennomsnittlege differensen mellom stasjon T_0 og T_1 auke med $0,1^\circ$. Resultatet er også i samsvar med det som vart funne i likning 2.



Figur 3. Verknaden av Blåsjøen på lufttemperaturen over land som funksjon av avstanden frå stranda i 2 m høgd over marka under ein gitt versituasjon ($f \geq 4B$, pålandsvind, $N \geq 4/8$). Parameteren, δ , er differensen mellom temperatur i vass-overflata og i lufta. Kurvene er teikna på grunnlag av 3 punkt, i avstanden 1 m, 30 m og 270 m frå stranda.

Likning 5 inneheld differensen mellom T_0 og T_H . Regresjonskoeffisienten er også her vel 50 %. Koeffisienten framfor δ er nå 0,17 mot 0,10 i likning 4. Dette inneber at verknaden av Blåsjøen minkar meir dei første 30 m frå stranda til T_1 enn dei neste 250-300 m frå T_1 til T_H . Vi skal gje eit døme på dette: Dersom $\delta=3^\circ$, minkar verknaden av Blåsjøen med $0,3^\circ$ frå målepunkt T_0 til målepunkt T_1 . Vidare minkar verknaden frå T_1 til T_H $0,17*3 - 0,1*3 = 0,2$. Det siste resultatet er også i samsvar med likning 6 ved innsetjing av $\delta=3^\circ$. På figur 3 er framstilt korleis vi antar at verknaden av sjøen minkar med avstanden frå stranda. Kurvene er teikna på grunnlag av punkta T_0 , T_1 og T_H .

Regresjonskoeffisientane ovafor var til dels svært låge og det kan reisast tvil om resultatata er sikre ut frå ei statistisk vurdering. Vi vil difor bruke ein annan metode med innlagt signifikanstest som kontroll, d.e. differensemetoden. Han har vore nytta tidlegare for å finne verknaden av vassdragsutbygging, (Nordli, 1988). Vi vil ikkje gå inn på metoden her, berre vise til nemnde publikasjon.

Vi har gruppert observasjonane etter δ i to grupper, sjå klamma under til venstre.

Gruppe 1	$\delta > 3^\circ$
Gruppe 2	$\delta < 2^\circ$

2	$T_0 - T_2$
4	$T_0 - T_1$
5	$T_0 - T_H$
6	$T_1 - T_H$

Vidare har vi teke medeleit av temperaturdifferensen mellom stasjonane i gruppe 1 og gruppe 2, sjå ramma over til høgre der vi har nummerert differensane i samsvar med tabell 2. Resultata av granskningane vart at alle skilnader i differensane mellom gruppe 1 og 2 var statistisk sikre ved signifikansnivået 0,95.

Vi har under forsøket funne regresjonslikningar som fortel om verknaden av reguleringa i ulik avstand frå stranda av Blåsjøen. Det må presiserast at likningane berre gjeld for den versituasjonen som var under forsøket, pålandsvind som jamt over var sterkare enn 3 Beaufort. Vinden gav sterk turbulens og dermed lite stabil luft i grenselaget mot marka.

Til slutt vil vi også nemne at temperaturfølarane ikkje er kalibrerte anna enn frå fabrikk. Resultata her tyder på at somme av dei har avvik på nokre tidels gradar frå sann verdi. Temperaturen varierte lite under forsøket. Det betyr at korreksjonen er svært nær ein konstand innafor bruksintervallet. Dermed vil ikkje kalibreringsfeilen bety noko for ledda som inneheld δ i regresjonslikningane og heller ikkje for våre konklusjonar. Feilen gjer seg berre gjeldande i konstantleddet i likningane.

3 LITTERATUR

Nordli, Per Øyvind. 1987. Verknader på lokalklimaet ved oppdemming av Blåsjømagasinet. Rapport nr.1. DNMI 20/87 KLIMA.

Nordli, Per Øyvind. 1988. Verknader på lokalklimaet ved regulering av Ulla. DNMI 26/88 KLIMA.

4 VEDLEGG, OBSERVASJONSMATERIALET

Nedafør følger observasjonsmaterialet frå feltforsøket ved Sanddokka. Forsøket gjekk frå den 15. til 18. september 1988.

Forklaring til tabellen nedafør:

- T Temperatur. Indeksane frå 0 til 1 står for det mobile nettet av stasjonar som vart sette opp under forsøket. Indeks H står for hovudstasjonen på den ordinære stasjonen 4048 Sanddokka og indeks w markerer at temperaturen gjeld vassoverflata i Blåsjøen nær stranda ved Sanddokka.
- N Skydekke. Det vart observert manuelt under forsøket.
- F Vindstyrken i Beaufort. Manuelle observasjonar.
- D Vindretning i gradar, instrumentobservasjon ved stasjonen 4048 Sanddokka.
- R Nedbør. Når rubrikken er markert ●, tyder det at det regna ved observasjonen. Markering med x, tyder at det ikkje vart observert. Står det ingen ting i rubrikken, tyder det opphaldsver.

Kl.	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T _H	T _w	N	F	D	R
16	7.2	7.6							290	
17	6.4	6.6	6.5	6.4			7		296	
15. s	18	6.3	6.5	6.3	6.2		9		300	
e	19	6.1	6.2	6.0	5.9		9	6	294	
p.	20	6.3	6.4	6.1	5.9		8		298	●
	21	6.5	6.6	6.3	6.2		8		291	●
	22	6.6	6.8	6.5	6.4				301	x
	23	6.7	6.8	6.6	6.4				305	x

	Kl.	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T _H	T _w	N	F	D	R
	00	6.7	6.8	6.6	6.4					307	x
	01	6.6	6.7	6.4	6.2					299	x
16.	02	6.3	6.3	5.9	5.8			6	2	298	
	03	5.8	5.9	5.4	5.4					309	x
	04	5.3	5.3	5.0	4.8					300	x
s	05	5.0	5.0	4.6	4.5					308	x
e	06	4.8	4.7	4.5	4.3			4	4	298	
p	07	4.9	4.8	4.4	4.4					302	x
t	08	4.7	4.8	4.5	4.4			7	4	293	
e	09	4.7	5.0	4.7	4.6			6	4	295	
m	10	5.1	5.3	4.8	4.9			6	3	297	
b	11	5.3	5.6	5.6	5.8	5.0		5	3	292	
e	12	5.5	5.9	5.5	5.7	5.5		4	3	360	
r	13	6.1	6.5	6.3	6.6	6.1		3	3	287	
	14	6.7	7.1	6.6	6.9	6.5		2	3	297	
	15	7.3	7.7	7.5	7.5	7.2		2	3	314	
	16	7.8	8.1	7.8	7.7	7.3	8.3	3	4	301	
	17	7.1	7.4	6.9	6.8	7.1		3	4	304	
	18	6.6	6.7	6.5	6.4	6.3		1	5	305	
	19	6.0	6.0	5.6	5.6	5.7		2	4	288	
	20	5.3	5.3	5.0	4.9	4.8		5	4	297	
	21	4.9	4.9	4.5	4.5	4.3		1	3	296	
	22	4.1	4.2	4.3	4.1	3.8		4	3	298	
	23	4.5	4.6	3.5	3.4	3.6				312	x
	00	4.0	4.0	4.3	4.2	3.2				291	x
	01	4.8	4.8	4.4	4.3	3.6				313	x
17.	02	4.7	4.9	4.4	4.3	4.1				305	x
	03	4.6	4.8	4.5	4.5	4.1		8		303	●
	04	5.0	5.0	5.4	5.3	4.1				301	x
s	05	5.5	5.6	5.5	5.5	4.8				292	x
e	06	6.0	5.9	5.6	5.5	5.4		8	6	291	●
p	07	5.9	6.0	5.4	5.5	5.2		8	5	285	●
t	08	5.6	6.0	5.9	5.8	5.2		8	6	291	●
e	09	6.1	6.3	6.5	6.3	5.1		8	6	277	●
m	10	6.5	6.7	6.9	7.0	5.9		8	7	297	●
b	11	7.1	7.3	7.2	7.1	6.5	7.8	8	6	292	●
e	12	7.3	7.5	6.9	6.9	6.8		8	7	293	●
r	13	7.0	7.2	6.3	6.3	6.9		8	7	289	●
	14	6.5	6.6	6.3	6.2	6.2		8	7	291	●
	15	6.5	6.5	6.6		6.1		8	8	297	●
	16	6.7	7.0	6.4		6.0		7	7	295	●
	17	6.5	6.6	5.5		6.0		7	7	288	
	18	5.8	5.9	5.3		5.5		7	8	296	
	19	5.6	5.6	5.1		4.9	7.6	7	7	302	
	20	5.5	5.6	4.9		4.8		8	6	302	
	21	5.3	5.2	4.7		4.6		8	6	315	
	22	5.1	5.1	4.7		4.2		7	5	299	
	23	5.1	5.0	4.7		4.2				292	x
	00	5.3	5.3	4.8		4.5				291	x
	01	5.0	5.1	4.8		4.1				294	x
18.	02	5.1	5.2	4.6		4.3		7	6	305	
	03	4.8	4.8	4.5		4.3				298	x
	04	4.7	4.7	4.3		4.0				296	x
s	05	4.7	4.8	4.2		3.8		8	5	294	
e	06	4.8	4.5	4.1		3.7		7	5	297	
p	07	4.9	4.4	4.2		3.8		7	5	301	
	08	5.0	4.4	4.3		3.7		7	5	298	
	09		4.5	4.4		3.7		6	5	290	
	10		5.0	4.8		4.1	7.5	6	5	281	
	11		5.2	4.8		4.4		6	5	290	
	12		5.2	5.0		4.6		6	5	299	