

**SÝNIEINTAK**  
-má ekki fjarlægja

Gunnar Þorbergsson:

Skamms tíma mælingar sjávarfalla:

SO-ROD-7608

Mars 1976

Úrvinnsla skamms tíma mælinga sjávarfalla.

Í febrúar 1976 voru tölvufærir BARGT/FANGT fyrir IBM 1620 notuð til að vinna að nokkru úr mælingum, sem hér segir:

- 1) eins mánaðar mælingum í Reykjavík í janúar 1968
- 2) tveggja mánaða mælingum í Reykjavík í janúar-febrúar 1968
- 3) tveggja mánaða mælingum í Reykjavík í maí-júní 1968.

Með þessu var úrvinnslu mælinganna ekki lokið, og við framhaldið voru notaðar töflur frá þýsku Sjómælingastofnuninni -- enda þótt þær töflur séu ætlaðar fyrir úrvinnslu heils árs mælinga.

Niðurstöður

Niðurstöður eru í töflu 1. Þar eru einnig eldri niðurstöður fyrir allt árið 1968 til samanburðar. Hér á eftir verða gerðar athugasemdir við þær tölur, sem eru innan sviga.

Tafla 1 Harmónískir stuðlar

Nafn	Janúar 1968		Jan-feb 1968		Maí-júní 1968		Allt árið 1968	
	H (cm)	g (°)	H (cm)	g (°)	H (cm)	g (°)	H (cm)	g (°)
S <sub>0</sub>	(217,4)		(214,1)		(221,1)			
O <sub>1</sub>	7,3	64	7,0	63	6,2	72	6,9	69
F <sub>1</sub>	3,7	110	3,7	110	3,5	111	3,5	110
K <sub>1</sub>	11,5	118	11,6	119	10,9	119	10,9	118
2N <sub>2</sub>	2,4	166	(2,9	292)	3,4	139	3,7	136
μ <sub>2</sub>	2,5	162	(2,9	287)	3,5	135	3,8	132
N <sub>2</sub>	25,4	163	26,6	162	25,3	162	25,8	161
ν <sub>2</sub>	4,9	166	5,2	165	4,9	165	5,0	164
M <sub>2</sub>	130,8	185	131,5	185	130,4	184	130,7	184
L <sub>2</sub>	5,3	222	5,7	215	2,1	211	3,5	210
T <sub>2</sub>	2,8	211	2,8	213	2,9	215	2,8	214
S <sub>2</sub>	52,1	219	51,0	220	52,2	222	51,2	221
K <sub>2</sub>	15,6	213	15,2	219	15,6	221	15,3	220



### Meðalsjávarborð

Skamms tíma mælingar nægja ekki til að ákveða langs tíma þætti sjávarfalla. Stærðin  $S_0$  -- reiknuð með harmónískri greiningu -- er ekki laus við áhrif langs tíma þátta, og gildi hennar vîkur því nokkuð frá réttu gildi fyrir meðalsjávarborð. Ætla má að frávik  $S_0$  frá meðalsjávarborði við skamms tíma mælingar úti á landi sé mjög líkt frávikinu í Reykjavík á sama tíma. Ef gerð er harmónísk greining á skamms tíma mælingum úti á landi og sams konar greining fyrir mælingar á sama tíma í Reykjavík, má því nota þá leiðréttingu fyrir  $S_0$  úti á landi, sem fæst í Reykjavík, þar sem meðalsjávarborð er þekkt.

### Áhrif loftþyngdar

Við skamms tíma mælingar er ástæða til að leiðrétta sjávarhæðir vegna breytilegrar loftþyngdar. Forrit BARGT er þá notað. Forritið er ekki notað, ef ekki er leiðrétt vegna loftþyngdar.

### Harmónísk greining

Notandi forrits FANGT verður að gefa upp hornhraðana,  $w_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ , sem greina á með tilliti til. Útreikningar í tölvunni eru fólgnir í að ákveða stærðir  $a_0, a_1, \dots, a_m$  og  $b_1, b_2, \dots, b_m$  þannig að fallið

$$h(t) = a_0 + \sum_{i=1}^m ( a_i \cos w_i t + b_i \sin w_i t )$$

sé besta nálgun sjávarhæða eftir aðferð minnstu kvaðrata.

Fjöldi mældra stærða (sjávarhæða) er oddatala,  $2n + 1$  (síðustu mælingu er sleppt, ef þær eru slétt tala) og tími,  $t$ , er mældur frá miðju mælingatímabilinu, þannig að  $n$  tímaeiningar (klst) eru frá fyrstu mælingu að því augnabliki, þegar  $t = 0$ .

### Regla Rayleighs

Til að hægt sé að greina milli tveggja þátta sjávarfallanna með harmónískri greiningu, þarf fasamunur þeirra að breytast minnst  $360^\circ$  á mælitímanum.

Ef mælingarnar ná yfir einn mánuð, þarf mismunur hornhraða að vera minnst  $360/720 = 0,5^\circ/\text{klst}$ . Þá er til dæmis hægt að reikna þættina

$$S_0, M_m, M_f, Q_1, O_1, K_1, J_1, u_2, N_2, M_2, L_2, S_2$$

ásamt nokkrum þáttum með auðkenni 3, 4 og 6 (til að fá fram áhrif grunnsevar, ef einhver eru).

### Samliggjandi þættir

Ekki verður greint á milli  $T_2, S_2$  og  $K_2$ , svo að dæmi sé tekið, með skamms tíma mælingum. Venja er að reikna með að stærðir þáttanna þriggja séu innbyrðis í sama hlutfalli og við reiknaða jafnvægisstöðu (equilibrium tide), og að fasaseinkun þeirra allra sé sú sama. Ef gengið er út frá þessari forsendu, er venjulega hægt að reikna þessa þætti.

Við útreikningana, sem hér er lýst, og sýndir eru að mestu í töflu 2, er brugðið frá ofan greindri venju: Reiknað er með að hlutföll milli þátta á mælistað séu eins og í Reykjavík. Einnig er reiknað með að seinkun fasanna sé eins og í Reykjavík að viðbættri sömu leiðréttingu fyrir alla þrjá.

Ef vektorsumma tveggja þátta ( $2N_2$  og  $u_2$ ) er sem næst núll í miðju mælitímabilinu, er ekki hægt að reikna þá með neinni nákvæmni. Þetta hefur átt sér stað í janúar-febrúar 1968 (sjá töflu 1 og töflu 2), en í töflu 1 sést að helmingur þeirrar mælingu, það er janúarmánuður 1968, gefur samileg gildi fyrir þessa sömu þætti. Svona tilvik kemur greinilega í ljós við útreikningana.

Sú spurning vaknar, hvort til séu hef ilegar töflur til að reikna út jafnvægisstöðu sjávarfalla, og hvernig sjávarföll í Reykjavík eru í samanburði við jafnvægisstöðu.



Tafla 2 (fyrri hluti)

Reykjavík í janúar-febrúar 1968

Nafn	Úr töflum			t = 720	2n+1 = 1439
	w (°/klst)	f	$V_o + u$ (°)	$V_o + u$ + wt	d
O <sub>1</sub>	13,943035	1,172	339,5	298,5	1
P <sub>1</sub>	14,958931	0,991	350,1	320,5	0,82
K <sub>1</sub>	15,041069 (15,041069)	1,106	7,8	37,4	1
2N <sub>2</sub>	27,895355	0,964	217,6	142,3	0,86
P <sub>2</sub>	27,968208 (27,968208)	0,966	334,3	311,4	1
N <sub>2</sub>	28,439730	0,965	282,3	238,9	1
v <sub>2</sub>	28,512583 (28,439730)	0,965	19,2	48,3	0,86
M <sub>2</sub>	28,984104	0,966	346,9	335,5	1
L <sub>2</sub>	29,528479	1,016	217,1	237,6	1
T <sub>2</sub>	29,958933	1,000	2,7	333,1	0,96
S <sub>2</sub>	30,000000	1,002	0,0	0,0	1
K <sub>2</sub>	30,082137 (30,000000)	1,293	195,4	254,5	0,82

Tafla 2 (síðari hluti)

Reykjavík í janúar-febrúar 1968

Í Reykjavík				Á mælistað				Nafn
g (°)	$\alpha$ (°)	H (cm)	fdH (cm)	fdH (cm)	$\alpha$ (°)	H (cm)	g (°)	
68,9		6,9		8,16	235,3	7,0	63,2	O <sub>1</sub>
109,8	210,7	3,5	2,84			3,7	110,4	P <sub>1</sub>
118,0	279,4	10,9	12,06			11,6	118,6	K <sub>1</sub>
	(268,0)		(13,36)	14,16	267,4			
136,2	6,1	3,7	3,07			(2,9)	(291,5)	2N <sub>2</sub>
131,9	179,5	3,8	3,67			(2,9)	(287,2)	$\mu_2$
	(149,9)		(0,71)	0,55	354,6			
161,2	77,7	25,8	24,90			26,6	161,6	N <sub>2</sub>
164,1	244,2	5,0	4,15			5,2	164,5	v <sub>2</sub>
	(80,4)		(20,89)	21,2	80,0			
184,4		130,7		127,05	150,5	131,5	185,0	M <sub>2</sub>
210,2		3,5		5,84	23,1	5,7	214,5	L <sub>2</sub>
213,6	119,5	2,8	2,69			2,8	213,1	T <sub>2</sub>
220,9	139,1	51,2	51,30			51,0	220,4	S <sub>2</sub>
220,0	34,5	15,3	16,22			15,2	219,5	K <sub>2</sub>
	120,6)		(52,44)	52,23	121,1			



## VIÐAUKI

Útskýringar á töflu 2

Töflur notaðar við útreikninga: Deutsches Hydrographisches Institut, Nr. 2276 : Tafeln der Astronomischen Argumente  $V_0 + v$  und der Korrekturen  $j, v$ ; Hamburg 1967.

Töflurnar eru hugsaðar fyrir heils árs mælingu, og innihalda meðaltalsgildi fyrir heil ár. Fyrir skamms tíma mælingar er heppilegra að nota augnabliksgildi fyrir mitt mælitímabilið. En ef þessar töflur eru notaðar, verður að athuga að gildið fyrir  $f$ , sem stendur aftan við ártalið 1968 (t.d.) á við mitt árið (1. júlí). Gildið á  $f$  verður að reikna með 2-gráðu interþólasjón, en gildið fyrir  $V_0 + v$  í ársbyrjun er hægt að lesa beint úr töflunum.

Tíminn  $t$  er reiknaður frá ársbyrjun að miðju mælitímabilinu:

24 · (fjöldi daga fyrir fyrstu mælidag)	0
fjöldi tíma frá miðnætti að fyrstu mælingu	1
hálf t mælitímabilið (talan 1)	<u>719</u>
tími frá ársbyrjun að miðju mælitímabili	720

Stærðina  $d$  má lesa úr töflum hér aftan við ( $d = DC = DS$ ).  
(Reikna má  $d$  með nægilegri nákvæmni úr  $2^\circ$  fleirliðu).

Stærðirnar  $g$  og  $H$  fyri Reykjavík eru eldri niðurstöður fyrir allt árið 1968 (nota mætti meðaltöl fleiri ára).

Stærðin  $\alpha$  er fasinn í miðju mælitímabilinu  $\alpha = V_0 + u + wt - g$ .

Stærðirnar  $fdH$  og  $\alpha$  á mælistað eru reiknaðar út frá niðurstöðum tölvunnar þannig:

$$(fdH)_i^2 = a_i^2 + b_i^2 \quad \text{og} \quad \text{tg } \alpha = (-b)/a$$

Vektorsumman af  $P_1$  og  $K_1$  í Reykjavík er reiknuð þannig:

$$\begin{aligned} x &= 2,84 \cos 210,7 + 12,06 \cos 279,4 \\ y &= 2,84 \sin 210,7 + 12,06 \sin 279,4 \end{aligned}$$

Síðan fæst  $13,36^2 = x^2 + y^2$  og  $268,0 = \arctg y/x$ .

Hlutfallið  $14,16/13,36$  er hlutfallið milli H á mælistað og H í Reykjavík, og þetta gildir bæði fyrir  $P_1$  og  $K_1$ .

Mismunurinn  $268,0 - 267,4$  er fasaseinkun á mælistað um fram fasaseinkun í Reykjavík.

Breytingar á tölvuforritum

Lýsing forrita er í handriti frá í janúar 1968: Forskriftir handa IBM 1620 fyrir útreikning meðalsjávarborðs.

Breytingar, sem nú hafa verið gerðar, hafa í för með sér að inntaksspjöld fyrir forrit FANGT breytast:

Fyrsta spjald      Dálkar      Stærð

01-02      Fjöldi þátta ( $S_0$  talinn með)  
80      Talan 1

Hornhraðaspjöld      Dálkar      Stærð

06-14      Hornhraði í  $^{\circ}/\text{klst}$ .

Næsta spjald      Dálkar      Stærð

01-04      Fjöldi mældra sjávarhæða.  
05      0, ef ekki er leiðrétt vegna loftþ.  
1, ef leiðrétt er vegna loftþyngdar.  
06      0 (það hefur sýnt sig, að ekki er  
ástæða til að reikna meðalskekkjur  
nákvæmlega -- þetta sparar vélar-  
tíma).

Síðustu spjöld

Sjávarhæðir á formi, sem Vita- og hafnar-  
málaskrifstofan notar.



Tölvaútskrift

Sjávarhæðir í janúar-febrúar 1968.

Fyrst 1/1 kl 01.

Leiðrétt vegna loftþyngdar.

FREQUENCY, DEG/H	PERIOD, H	TERM	COEFFICIENT	MEAN ERROR
0.000000	9.9999E+98	COS(N**H**W)	214.078	.301
1.098032	3.2785E+02	COS(N**H**W)	1.259	.422
1.098032	3.2785E+02	SIN(N**H**W)	-1.413	.430
13.943035	2.5819E+01	COS(N**H**W)	-4.643	.426
13.943035	2.5819E+01	SIN(N**H**W)	6.710	.425
15.041068	2.3934E+01	COS(N**H**W)	-.647	.425
15.041068	2.3934E+01	SIN(N**H**W)	14.141	.426
27.968207	1.2871E+01	COS(N**H**W)	.544	.426
27.968207	1.2871E+01	SIN(N**H**W)	.051	.425
28.439729	1.2658E+01	COS(N**H**W)	3.725	.428
28.439729	1.2658E+01	SIN(N**H**W)	-21.194	.428
28.984103	1.2420E+01	COS(N**H**W)	-110.555	.427
28.984103	1.2420E+01	SIN(N**H**W)	-62.609	.427
29.528478	1.2191E+01	COS(N**H**W)	5.366	.428
29.528478	1.2191E+01	SIN(N**H**W)	-2.293	.428
30.000000	1.2000E+01	COS(N**H**W)	-26.962	.426
30.000000	1.2000E+01	SIN(N**H**W)	-44.728	.426

NUMBER OF OBS. 1439  
 TIME INTERVAL H= 1.000  
 MEAN ERROR OF OBSERVATION 11.401  
 TIME MEASURED FROM INSTANT OF OBSERVATION NO. 720

Tölvuútskrift

Sjávarhæðir í maí-júní 1968.

Fyrst 5/1 kl 01.

Leiðrétt vegna loftþyngdar.

FREQUENCY, DEG/H	PERIOD, H	TERM	COEFFICIENT	MEAN ERROR
0.000000	9.99999E+98	COS(N**H**W)	221.081	.273
1.098032	3.2785E+02	COS(N**H**W)	2.338	.384
1.098032	3.2785E+02	SIN(N**H**W)	-4.185	.386
13.943035	2.5819E+01	COS(N**H**W)	-6.606	.386
13.943035	2.5819E+01	SIN(N**H**W)	3.041	.385
15.041068	2.3934E+01	COS(N**H**W)	-9.530	.385
15.041068	2.3934E+01	SIN(N**H**W)	10.281	.386
27.968207	1.2871E+01	COS(N**H**W)	6.005	.385
27.968207	1.2871E+01	SIN(N**H**W)	.005	.385
28.439729	1.2658E+01	COS(N**H**W)	-24.419	.387
28.439729	1.2658E+01	SIN(N**H**W)	14.226	.387
28.984103	1.2420E+01	COS(N**H**W)	45.174	.388
28.984103	1.2420E+01	SIN(N**H**W)	-117.361	.387
29.528478	1.2191E+01	COS(N**H**W)	-.063	.387
29.528478	1.2191E+01	SIN(N**H**W)	-2.337	.387
30.000000	1.2000E+01	COS(N**H**W)	-35.176	.385
30.000000	1.2000E+01	SIN(N**H**W)	-18.494	.385

NUMBER OF OBS. 1463

TIME INTERVAL H= 1.000

MEAN ERROR OF OBSERVATION 10.401

TIME MEASURED FROM INSTANT OF OBSERVATION NO. 732



..... DAMPING FACTORS FOR TIDE CONSTITUENTS IN HARMONIC ANALYSIS .....

FEBRUAR 1976, GUNNAR THORBERGSSON  
STANDARD FILE \*\*\* NO SUBROUTINES .....

..... PURPOSE .....

ASSUME THAT  $AC*CCS(WO*T) + BC*SIN(WO*T)$   
AND  $AI*CCS(WI*T) + BI*SIN(WI*T)$  ARE THE TERMS FOR TWO  
CONSTITUENTS IN AN EXACT SERIES EXPANSION FOR THE TIDE, THEN  
HARMONIC ANALYSIS INVOLVING THE FIRST CONSTITUENT AND NOT THE  
SECOND WILL GIVE TERMS  $(AG+AI*DC)*CCS(WO*T) + (BO+BI*DS)*SIN(WO*T)$   
PROVIDED W1 IS NEAR TO WO. DC AND DS ARE DAMPING FACTORS. ....

..... DESCRIPTION OF INPUT .....

-----  
FIRST CARD NUMBER OF COPIES TO BE PRINTED  
COL 01-02 NAME OF CONSTITUENT FOR WHICH  
DAMPING FACTORS ARE SCUGH  
FOLLOWING CARDS COL 01-04 ANGULAR FREQUENCY (DEG/HOUR) OF SAME  
COL 05-20 NAME OF CONSTITUENT RELATIVE  
COL 21-24 TO WHICH DAMPING IS CALCULATED  
COL 25-40 ANGULAR FREQUENCY (DEG/HOUR) OF SAME  
.....

..... FORMAT SECTION .....

- 1 FORMAT(I2)
- 2 FORMAT(2(A4,F16.12))
- 3 FORMAT(1H1//, DAMPING OF ',A4,' (',F10.6,') RELATIVE TO ',A4,  
1 (',F10.6,') IN ANALYSIS OF 2\*N+1 OBSERVATIONS',/IX,96('-''))/  
2 4(' N CCS SIN ')/IX,96('-''))
- 4 FORMAT(4(I3,'E',2F7.3,7X))

..... SPECIFICATION SECTION .....

- DOUBLE PRECISION W1,WO
- DIMENSION DC(144),DS(144)
- .....
- READ FIRST CARD WITH NUMBER OF COPIES
- READ(1,1,ERR=55) NCOPY

..... READ CARD FOR ONE PAIR OF CONSTITUENTS AND INITIALIZE .....

- 10 READ(1,2,END=99,ERR=99) NI,W1,NO,WO

0001  
0002  
0003  
0004  
0005  
0006  
0007  
0008

C=(W0+W0)\*8.72664626D-3

AA=SIN(A)

BB=SIN(B)

CC=SIN(C)

.....

LOOP FOR CALCULATIONS

DO 20 I=1,144

D=20\*I+1

AAA=SIN(C\*A)/AA

BBB=SIN(C\*B)/BB

CCC=SIN(C\*C)/CC

DC(I)=(AAA+BBB)/(D+CCC)

DS(I)=(AAA-BBB)/(D-CCC)

.....

PRINT NCOPY COPIES

DO 30 I=1,NCOPY

WRITE(3,3) NI,W1,NO,W0

DO 30 L=1,36

30 WRITE(3,4) (J,DC(J),DS(J),J=L,144,36)

.....

GO TO 1C

99 STOP

END

0011

0012

0013

0014

0015

0016

0017

0018

0019

0020

0021

0022

0023

0024

0025

0026

0027

0028



DAMPING OF PI ( 14.958931) RELATIVE TO K1 ( 15.041069) IN ANALYSIS OF 2\*N+1 OBSERVATIONS

N	COS	SIN	N	COS	SIN	N	COS	SIN	N	COS	SIN
10	0.997	1.002	370	0.951	0.956	730	0.825	0.829	1090	0.638	0.642
20	1.000	0.999	380	0.951	0.951	740	0.821	0.824	1100	0.632	0.635
30	1.002	0.997	390	0.951	0.946	750	0.819	0.817	1110	0.629	0.627
40	1.001	0.997	400	0.948	0.943	760	0.816	0.811	1120	0.624	0.620
50	0.999	1.000	410	0.944	0.943	770	0.810	0.808	1130	0.618	0.615
60	0.996	1.001	420	0.938	0.943	780	0.803	0.805	1140	0.610	0.611
70	0.996	1.000	430	0.935	0.940	790	0.797	0.802	1150	0.602	0.606
80	0.998	0.997	440	0.934	0.935	800	0.793	0.796	1160	0.597	0.600
90	1.000	0.995	450	0.934	0.930	810	0.791	0.788	1170	0.593	0.592
100	0.999	0.994	460	0.931	0.926	820	0.787	0.782	1180	0.588	0.585
110	0.995	0.996	470	0.926	0.925	830	0.781	0.779	1190	0.582	0.579
120	0.993	0.998	480	0.921	0.925	840	0.774	0.776	1200	0.574	0.575
130	0.992	0.996	490	0.917	0.922	850	0.768	0.772	1210	0.567	0.570
140	0.994	0.993	500	0.916	0.917	860	0.764	0.766	1220	0.561	0.564
150	0.995	0.990	510	0.915	0.911	870	0.761	0.759	1230	0.557	0.556
160	0.993	0.989	520	0.912	0.907	880	0.757	0.753	1240	0.552	0.548
170	0.990	0.990	530	0.907	0.906	890	0.751	0.748	1250	0.546	0.543
180	0.986	0.991	540	0.901	0.905	900	0.743	0.746	1260	0.538	0.538
190	0.985	0.990	550	0.897	0.902	910	0.737	0.742	1270	0.530	0.534
200	0.986	0.986	560	0.895	0.897	920	0.733	0.735	1280	0.524	0.527
210	0.987	0.982	570	0.894	0.890	930	0.730	0.728	1290	0.520	0.519
220	0.986	0.981	580	0.891	0.886	940	0.726	0.721	1300	0.515	0.512
230	0.982	0.982	590	0.886	0.884	950	0.719	0.717	1310	0.509	0.506
240	0.978	0.983	600	0.879	0.883	960	0.712	0.714	1320	0.501	0.501
250	0.976	0.981	610	0.875	0.880	970	0.705	0.709	1330	0.493	0.497
260	0.977	0.977	620	0.872	0.874	980	0.700	0.703	1340	0.487	0.490
270	0.977	0.973	630	0.871	0.868	990	0.697	0.695	1350	0.483	0.482
280	0.976	0.971	640	0.868	0.863	1000	0.693	0.689	1360	0.478	0.475
290	0.971	0.971	650	0.862	0.860	1010	0.687	0.684	1370	0.471	0.469
300	0.967	0.972	660	0.856	0.859	1020	0.679	0.680	1380	0.464	0.464
310	0.965	0.970	670	0.851	0.855	1030	0.672	0.676	1390	0.456	0.459
320	0.965	0.965	680	0.848	0.850	1040	0.667	0.670	1400	0.450	0.453
330	0.965	0.961	690	0.846	0.843	1050	0.663	0.662	1410	0.445	0.445
340	0.963	0.958	700	0.843	0.838	1060	0.659	0.655	1420	0.440	0.437
350	0.959	0.958	710	0.837	0.835	1070	0.653	0.650	1430	0.434	0.431
360	0.954	0.958	720	0.830	0.833	1080	0.645	0.646	1440	0.426	0.426



DAMPING OF SI ( 15.000002) RELATIVE TO K1 ( 15.041069) IN ANALYSIS OF 2\*N+1 OBSERVATIONS

N	COS	SIN	N	COS	SIN	N	COS	SIN	N	COS	SIN
10	0.999	1.001	370	0.987	0.990	730	0.954	0.956	1090	0.900	0.902
20	1.000	1.000	380	0.987	0.988	740	0.953	0.954	1100	0.898	0.901
30	1.001	0.999	390	0.988	0.986	750	0.953	0.952	1110	0.898	0.898
40	1.001	0.999	400	0.988	0.985	760	0.953	0.950	1120	0.897	0.895
50	1.000	1.000	410	0.986	0.985	770	0.951	0.949	1130	0.895	0.893
60	0.998	1.001	420	0.984	0.986	780	0.948	0.949	1140	0.892	0.892
70	0.998	1.001	430	0.983	0.986	790	0.946	0.949	1150	0.889	0.892
80	1.000	0.999	440	0.983	0.984	800	0.945	0.947	1160	0.887	0.890
90	1.001	0.998	450	0.984	0.982	810	0.945	0.944	1170	0.887	0.887
100	1.000	0.998	460	0.983	0.981	820	0.945	0.942	1180	0.886	0.884
110	0.999	0.999	470	0.982	0.981	830	0.943	0.941	1190	0.884	0.882
120	0.998	1.000	480	0.979	0.981	840	0.940	0.941	1200	0.881	0.881
130	0.997	1.000	490	0.978	0.981	850	0.938	0.940	1210	0.878	0.880
140	0.998	0.998	500	0.978	0.979	860	0.937	0.939	1220	0.876	0.878
150	0.999	0.997	510	0.979	0.977	870	0.937	0.936	1230	0.875	0.876
160	0.999	0.997	520	0.978	0.976	880	0.936	0.934	1240	0.874	0.872
170	0.997	0.998	530	0.977	0.976	890	0.934	0.933	1250	0.873	0.870
180	0.996	0.998	540	0.974	0.976	900	0.932	0.932	1260	0.870	0.869
190	0.996	0.998	550	0.973	0.976	910	0.929	0.932	1270	0.866	0.868
200	0.997	0.997	560	0.973	0.974	920	0.928	0.930	1280	0.864	0.867
210	0.997	0.995	570	0.973	0.972	930	0.928	0.927	1290	0.863	0.864
220	0.997	0.995	580	0.973	0.970	940	0.927	0.925	1300	0.862	0.860
230	0.995	0.995	590	0.971	0.970	950	0.925	0.923	1310	0.861	0.858
240	0.994	0.996	600	0.969	0.970	960	0.923	0.923	1320	0.858	0.857
250	0.993	0.996	610	0.967	0.970	970	0.920	0.923	1330	0.854	0.856
260	0.994	0.994	620	0.967	0.968	980	0.919	0.921	1340	0.852	0.854
270	0.995	0.993	630	0.967	0.966	990	0.918	0.918	1350	0.851	0.851
280	0.995	0.992	640	0.967	0.964	1000	0.918	0.915	1360	0.850	0.848
290	0.993	0.993	650	0.965	0.963	1010	0.916	0.914	1370	0.848	0.846
300	0.991	0.993	660	0.962	0.964	1020	0.913	0.913	1380	0.845	0.844
310	0.991	0.993	670	0.961	0.963	1030	0.910	0.913	1390	0.842	0.843
320	0.991	0.991	680	0.960	0.962	1040	0.909	0.911	1400	0.839	0.842
330	0.992	0.990	690	0.960	0.959	1050	0.908	0.908	1410	0.838	0.839
340	0.991	0.989	700	0.960	0.957	1060	0.908	0.905	1420	0.837	0.835
350	0.990	0.989	710	0.958	0.957	1070	0.906	0.904	1430	0.835	0.833
360	0.988	0.990	720	0.956	0.957	1080	0.903	0.903	1440	0.832	0.831



DAMPING OF 2N2 ( 27.895355) RELATIVE TO MY2 ( 27.968208) IN ANALYSIS OF 2\*N+1 OBSERVATIONS

N	COS	SIN	N	COS	SIN	N	COS	SIN	N	COS	SIN
10	1.001	0.999	370	0.965	0.962	730	0.863	0.861	1090	0.710	0.708
20	0.999	1.000	380	0.960	0.963	740	0.857	0.860	1100	0.703	0.705
30	1.000	1.000	390	0.960	0.959	750	0.856	0.854	1110	0.700	0.698
40	1.000	0.999	400	0.957	0.958	760	0.850	0.852	1120	0.693	0.695
50	0.999	1.000	410	0.955	0.955	770	0.848	0.847	1130	0.690	0.689
60	1.000	0.998	420	0.954	0.953	780	0.844	0.844	1140	0.684	0.685
70	0.997	1.000	430	0.950	0.952	790	0.840	0.840	1150	0.680	0.679
80	1.000	0.997	440	0.950	0.947	800	0.837	0.836	1160	0.675	0.675
90	0.997	0.999	450	0.945	0.947	810	0.831	0.833	1170	0.669	0.670
100	0.998	0.996	460	0.945	0.943	820	0.829	0.827	1180	0.665	0.664
110	0.996	0.997	470	0.940	0.943	830	0.823	0.825	1190	0.659	0.660
120	0.996	0.996	480	0.940	0.938	840	0.821	0.819	1200	0.655	0.653
130	0.996	0.995	490	0.936	0.937	850	0.815	0.817	1210	0.648	0.650
140	0.994	0.995	500	0.934	0.934	860	0.813	0.811	1220	0.645	0.643
150	0.995	0.993	510	0.932	0.931	870	0.808	0.808	1230	0.638	0.640
160	0.992	0.994	520	0.928	0.929	880	0.804	0.804	1240	0.635	0.633
170	0.994	0.991	530	0.927	0.925	890	0.800	0.799	1250	0.629	0.629
180	0.990	0.993	540	0.922	0.924	900	0.795	0.796	1260	0.624	0.624
190	0.991	0.989	550	0.922	0.919	910	0.792	0.790	1270	0.619	0.618
200	0.988	0.990	560	0.916	0.919	920	0.786	0.788	1280	0.612	0.614
210	0.989	0.988	570	0.916	0.914	930	0.784	0.781	1290	0.609	0.607
220	0.987	0.987	580	0.911	0.912	940	0.777	0.779	1300	0.602	0.604
230	0.985	0.986	590	0.909	0.908	950	0.775	0.773	1310	0.598	0.596
240	0.985	0.984	600	0.906	0.906	960	0.769	0.770	1320	0.591	0.593
250	0.982	0.984	610	0.902	0.903	970	0.765	0.765	1330	0.587	0.586
260	0.983	0.981	620	0.900	0.899	980	0.761	0.760	1340	0.581	0.582
270	0.979	0.982	630	0.895	0.897	990	0.755	0.756	1350	0.576	0.576
280	0.980	0.978	640	0.894	0.892	1000	0.752	0.750	1360	0.571	0.571
290	0.976	0.978	650	0.889	0.891	1010	0.746	0.748	1370	0.565	0.566
300	0.976	0.975	660	0.888	0.885	1020	0.743	0.741	1380	0.561	0.559
310	0.974	0.974	670	0.882	0.884	1030	0.736	0.739	1390	0.554	0.556
320	0.972	0.973	680	0.880	0.879	1040	0.734	0.732	1400	0.550	0.548
330	0.971	0.970	690	0.876	0.876	1050	0.727	0.729	1410	0.543	0.545
340	0.968	0.970	700	0.873	0.873	1060	0.724	0.723	1420	0.539	0.538
350	0.968	0.966	710	0.870	0.869	1070	0.719	0.719	1430	0.532	0.533
360	0.964	0.967	720	0.865	0.867	1080	0.713	0.714	1440	0.528	0.527



DAMPING OF NY2 ( 28.512583) RELATIVE TO N2 ( 28.439730) IN ANALYSIS OF 2\*N+1 OBSERVATIONS

N	COS	SIN	N	COS	SIN	N	COS	SIN	N	COS	SIN
10	0.999	1.001	370	0.962	0.965	730	0.861	0.863	1090	0.708	0.710
20	1.000	1.000	380	0.962	0.961	740	0.860	0.858	1100	0.705	0.703
30	1.000	0.999	390	0.959	0.960	750	0.854	0.856	1110	0.698	0.700
40	0.998	1.001	400	0.957	0.958	760	0.852	0.851	1120	0.695	0.694
50	1.001	0.998	410	0.956	0.954	770	0.848	0.847	1130	0.689	0.690
60	0.998	1.000	420	0.952	0.954	780	0.843	0.845	1140	0.684	0.685
70	0.999	0.998	430	0.952	0.950	790	0.841	0.839	1150	0.680	0.679
80	0.998	0.998	440	0.948	0.949	800	0.835	0.837	1160	0.674	0.676
90	0.997	0.998	450	0.947	0.946	810	0.833	0.831	1170	0.671	0.669
100	0.998	0.996	460	0.944	0.944	820	0.828	0.829	1180	0.664	0.665
110	0.995	0.998	470	0.941	0.942	830	0.824	0.824	1190	0.660	0.659
120	0.997	0.995	480	0.940	0.938	840	0.821	0.819	1200	0.655	0.654
130	0.994	0.996	490	0.935	0.938	850	0.815	0.817	1210	0.649	0.650
140	0.995	0.994	500	0.935	0.933	860	0.813	0.811	1220	0.645	0.643
150	0.994	0.994	510	0.931	0.932	870	0.807	0.809	1230	0.638	0.640
160	0.992	0.994	520	0.928	0.929	880	0.804	0.803	1240	0.635	0.633
170	0.993	0.991	530	0.927	0.925	890	0.800	0.800	1250	0.628	0.629
180	0.990	0.993	540	0.922	0.924	900	0.795	0.796	1260	0.624	0.624
190	0.991	0.989	550	0.922	0.919	910	0.792	0.790	1270	0.619	0.618
200	0.989	0.990	560	0.916	0.919	920	0.786	0.788	1280	0.612	0.614
210	0.988	0.988	570	0.915	0.914	930	0.783	0.782	1290	0.609	0.607
220	0.988	0.986	580	0.912	0.912	940	0.778	0.779	1300	0.602	0.604
230	0.985	0.987	590	0.908	0.909	950	0.774	0.774	1310	0.598	0.597
240	0.986	0.983	600	0.907	0.905	960	0.770	0.769	1320	0.592	0.592
250	0.982	0.984	610	0.901	0.904	970	0.764	0.766	1330	0.586	0.587
260	0.982	0.981	620	0.901	0.898	980	0.761	0.759	1340	0.582	0.581
270	0.980	0.980	630	0.896	0.897	990	0.755	0.757	1350	0.575	0.577
280	0.978	0.980	640	0.893	0.893	1000	0.752	0.751	1360	0.572	0.570
290	0.979	0.976	650	0.890	0.889	1010	0.747	0.747	1370	0.565	0.566
300	0.975	0.977	660	0.886	0.888	1020	0.742	0.742	1380	0.560	0.560
310	0.975	0.973	670	0.884	0.882	1030	0.738	0.737	1390	0.555	0.554
320	0.972	0.973	680	0.879	0.881	1040	0.732	0.734	1400	0.549	0.550
330	0.971	0.971	690	0.877	0.876	1050	0.729	0.727	1410	0.545	0.543
340	0.970	0.968	700	0.873	0.873	1060	0.723	0.724	1420	0.537	0.539
350	0.966	0.968	710	0.869	0.870	1070	0.719	0.718	1430	0.534	0.532
360	0.967	0.964	720	0.867	0.865	1080	0.714	0.713	1440	0.527	0.528



DAMPING OF T2 ( 29.958933) RELATIVE TO S2 ( 30.000000) IN ANALYSIS OF 2\*N+1 OBSERVATIONS

N	COS	SIN	N	COS	SIN	N	COS	SIN	N	COS	SIN
10	1.000	1.000	370	0.988	0.988	730	0.955	0.955	1090	0.901	0.901
20	1.001	0.999	380	0.988	0.987	740	0.954	0.953	1100	0.900	0.899
30	0.999	1.001	390	0.986	0.988	750	0.952	0.953	1110	0.897	0.898
40	1.000	1.000	400	0.986	0.986	760	0.951	0.951	1120	0.896	0.896
50	1.000	0.999	410	0.986	0.985	770	0.950	0.949	1130	0.895	0.894
60	0.999	1.000	420	0.984	0.986	780	0.948	0.949	1140	0.892	0.893
70	1.000	1.000	430	0.984	0.984	790	0.947	0.947	1150	0.891	0.890
80	1.000	0.999	440	0.984	0.983	800	0.947	0.946	1160	0.889	0.888
90	0.999	1.000	450	0.982	0.983	810	0.944	0.945	1170	0.886	0.887
100	0.999	0.999	460	0.982	0.982	820	0.943	0.943	1180	0.885	0.885
110	1.000	0.998	470	0.982	0.981	830	0.942	0.941	1190	0.883	0.883
120	0.998	0.999	480	0.980	0.981	840	0.940	0.941	1200	0.880	0.882
130	0.999	0.999	490	0.980	0.979	850	0.939	0.939	1210	0.879	0.879
140	0.999	0.998	500	0.979	0.978	860	0.938	0.937	1220	0.878	0.877
150	0.997	0.999	510	0.977	0.978	870	0.936	0.937	1230	0.875	0.876
160	0.998	0.998	520	0.977	0.977	880	0.935	0.935	1240	0.874	0.873
170	0.998	0.997	530	0.977	0.976	890	0.934	0.933	1250	0.872	0.871
180	0.997	0.998	540	0.975	0.976	900	0.931	0.933	1260	0.869	0.870
190	0.997	0.997	550	0.974	0.974	910	0.931	0.930	1270	0.868	0.867
200	0.997	0.996	560	0.974	0.973	920	0.930	0.929	1280	0.866	0.865
210	0.996	0.997	570	0.972	0.973	930	0.927	0.928	1290	0.863	0.864
220	0.996	0.996	580	0.971	0.971	940	0.926	0.926	1300	0.862	0.861
230	0.996	0.995	590	0.971	0.970	950	0.925	0.924	1310	0.860	0.859
240	0.994	0.996	600	0.969	0.970	960	0.922	0.924	1320	0.857	0.858
250	0.995	0.995	610	0.968	0.968	970	0.921	0.921	1330	0.855	0.855
260	0.995	0.994	620	0.968	0.967	980	0.920	0.919	1340	0.854	0.853
270	0.993	0.994	630	0.966	0.967	990	0.917	0.919	1350	0.850	0.852
280	0.993	0.993	640	0.965	0.965	1000	0.917	0.916	1360	0.849	0.849
290	0.993	0.992	650	0.965	0.964	1010	0.915	0.914	1370	0.847	0.846
300	0.992	0.993	660	0.962	0.964	1020	0.913	0.914	1380	0.844	0.845
310	0.992	0.992	670	0.962	0.962	1030	0.912	0.911	1390	0.843	0.842
320	0.992	0.991	680	0.961	0.960	1040	0.910	0.909	1400	0.841	0.840
330	0.990	0.991	690	0.959	0.960	1050	0.908	0.909	1410	0.838	0.839
340	0.990	0.990	700	0.959	0.958	1060	0.907	0.906	1420	0.836	0.836
350	0.990	0.989	710	0.958	0.957	1070	0.905	0.904	1430	0.834	0.833
360	0.988	0.990	720	0.955	0.957	1080	0.902	0.904	1440	0.831	0.832



DAMPING OF K2 ( 30.082137) RELATIVE TO S2 ( 30.000000) IN ANALYSIS OF 2\*N+1 OBSERVATIONS

N	COS	SIN	N	COS	SIN	N	COS	SIN	N	COS	SIN
10	1.000	1.000	370	0.954	0.953	730	0.827	0.827	1090	0.640	0.639
20	0.999	1.001	380	0.950	0.952	740	0.821	0.824	1100	0.633	0.635
30	1.001	0.998	390	0.950	0.948	750	0.819	0.817	1110	0.628	0.628
40	0.999	0.999	400	0.946	0.946	760	0.814	0.813	1120	0.623	0.622
50	0.998	1.000	410	0.942	0.945	770	0.807	0.810	1130	0.615	0.617
60	1.000	0.998	420	0.942	0.939	780	0.805	0.803	1140	0.611	0.610
70	0.998	0.998	430	0.938	0.937	790	0.800	0.799	1150	0.605	0.604
80	0.997	0.999	440	0.934	0.936	800	0.793	0.796	1160	0.597	0.600
90	0.998	0.996	450	0.933	0.931	810	0.790	0.789	1170	0.593	0.592
100	0.997	0.996	460	0.929	0.929	820	0.785	0.784	1180	0.587	0.586
110	0.995	0.997	470	0.925	0.927	830	0.779	0.781	1190	0.580	0.582
120	0.996	0.994	480	0.924	0.922	840	0.776	0.774	1200	0.575	0.574
130	0.994	0.994	490	0.920	0.919	850	0.771	0.770	1210	0.569	0.568
140	0.992	0.995	500	0.915	0.918	860	0.764	0.766	1220	0.561	0.563
150	0.993	0.991	510	0.914	0.912	870	0.761	0.759	1230	0.557	0.556
160	0.991	0.991	520	0.910	0.909	880	0.755	0.754	1240	0.551	0.550
170	0.989	0.991	530	0.905	0.908	890	0.748	0.751	1250	0.543	0.545
180	0.990	0.988	540	0.904	0.902	900	0.745	0.744	1260	0.538	0.538
190	0.988	0.987	550	0.900	0.899	910	0.740	0.739	1270	0.533	0.531
200	0.985	0.988	560	0.895	0.897	920	0.733	0.735	1280	0.525	0.527
210	0.986	0.984	570	0.893	0.891	930	0.729	0.728	1290	0.520	0.519
220	0.984	0.983	580	0.889	0.888	940	0.724	0.723	1300	0.514	0.513
230	0.981	0.983	590	0.883	0.886	950	0.717	0.719	1310	0.506	0.508
240	0.981	0.979	600	0.882	0.880	960	0.713	0.712	1320	0.501	0.501
250	0.979	0.978	610	0.878	0.877	970	0.708	0.707	1330	0.495	0.494
260	0.976	0.978	620	0.872	0.875	980	0.701	0.703	1340	0.488	0.490
270	0.976	0.974	630	0.870	0.868	990	0.697	0.696	1350	0.483	0.482
280	0.973	0.973	640	0.866	0.865	1000	0.691	0.690	1360	0.477	0.476
290	0.970	0.973	650	0.860	0.863	1010	0.684	0.686	1370	0.469	0.471
300	0.970	0.968	660	0.858	0.856	1020	0.680	0.679	1380	0.464	0.464
310	0.968	0.967	670	0.853	0.853	1030	0.675	0.673	1390	0.458	0.457
320	0.964	0.966	680	0.848	0.850	1040	0.667	0.669	1400	0.450	0.452
330	0.964	0.962	690	0.845	0.844	1050	0.663	0.662	1410	0.445	0.445
340	0.961	0.961	700	0.841	0.840	1060	0.658	0.656	1420	0.439	0.438
350	0.957	0.960	710	0.835	0.837	1070	0.650	0.652	1430	0.432	0.433
360	0.957	0.955	720	0.832	0.831	1080	0.646	0.645	1440	0.427	0.426