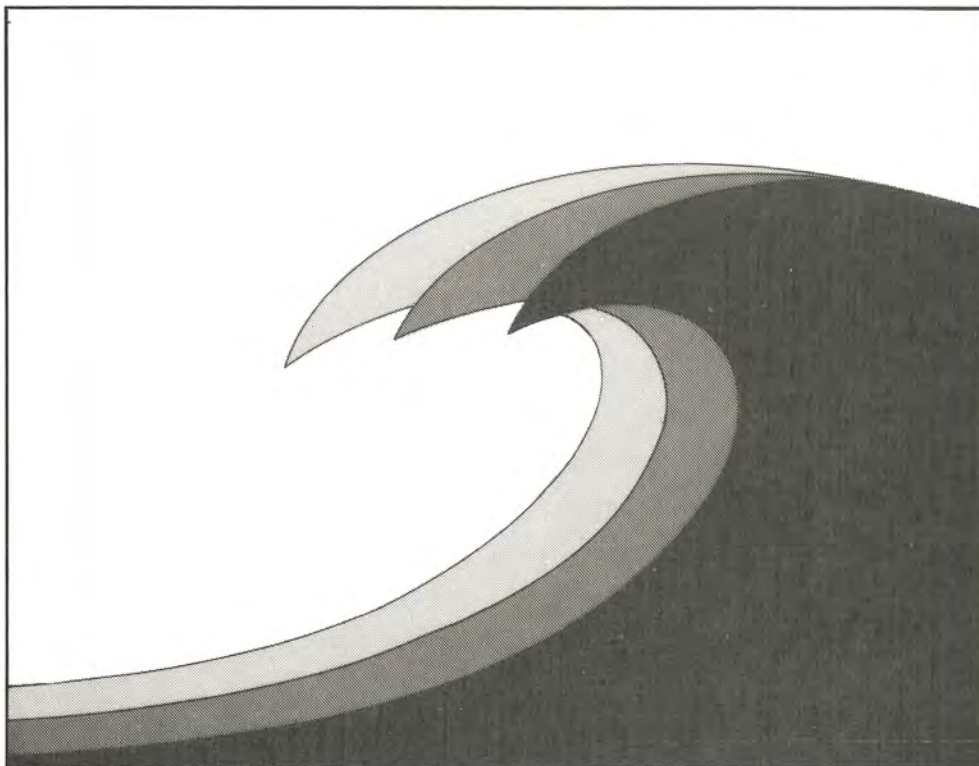


24



VÅGDATA FRÅN SVENSKA KUSTVATTEN 1985
av Jonny Svensson och Kjell Wickström

VÅGDATA FRÅN SVENSKA KUSTVATTEN 1985
av Jonny Svensson och Kjell Wickström

RAPPORT INOM Efn-Långsiktig energiteknik

Rapportnummer: Efn/LET 1986:32

Projektledare: Jonny Svensson

Efn:s delområde: Energiomvandling-energibärare

Efn:s projektnummer: 4111 043 SMHI-Vågmätning

Efn:s projekthandläggare: Christin Wallgren

Denna rapport är ett delresultat av ett Efn-projekt som vidare distribueras i informationssyfte. För åsikter och slutsatser i rapporten svarar projektledaren.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Inledning	4
Vågmätningsstationer	5
Databearbetning på stationen	6
Vågor vid Trubaduren och Vinga	6
Databearbetning på SMHI	8
Månadssammanställningar	8
Vågeffekten under olika årstider	8
Statistik över stormar och lugna perioder	8

Appendix 1

Ölands södra grund	11
Almagrundet	17
Trubaduren	23
Laholmsbukten	29

Appendix 2

Intercomparison between waverider and Simrad ecco sounder	35 - 41
--	---------

Förteckning över tabeller och diagram som är tillgängliga från SMHIs vågmätningsstationer

1. Månadssammanställning. Plottning av våg- och vinddata, 1 ark per månad och station (se figur 3).
2. Datalista vågparametrar, 1 sida per dygn och station (exempel se figur 2).
3. Datautskrift vågspektra, 1 sida per dygn och station.
4. Tabell över antal vågor med viss våghöjd med viss våghöjd och frekvens (sk scatterdiagram), 1 sida per kvartal.
5. Tabell över vågeffekten uppdelad på viss våghöjd och frekvens (sk scatterdiagram), 1 sida per kvartal (se exempel i figur 4).
6. Tabell över förekomsten av stormar och lugna perioder, 1 sida per år (ingår i rapportens databilaga).
7. Histogram utvisande vågeffekten för olika vågperioder, 1 sida per år (ingår i rapportens databilaga).

SUMMARY

Wave measurements have during 1985 been carried out at four sites at the Swedish coast. Measurements started in 1978.

Three stations are permanent. One is mobile and has been used for measurements for six to twelve months at the sites Väderöarna and Hoburgen. This year measurements were carried out at Laholmsbukten

This report presents plottings of wave data, and mean wave power for different wave periods.

The duration of storms and of calm periods is also presented.

The project was sponsored by the energy research commission.

INLEDNING

Under hösten 1978 startade SMHI med medel från Nämnden för Energiproduktionsforskning registrering av vindgenererade vågor i svenska kustvatten. SMHI har tidigare presenterat vågdata från åren 1978 - 1984. Denna rapport redovisar vågklimatdata för år 1985. Registreringarna görs med två typer av instrument. I närheten av fasta kassunfyror används bottenfasta ekolod, som flera gånger per sekund mäter avståndet botten - vattenytan. Via kabel går data till en microprocessor (automatstation) i kassunfyren, där viss bearbetning av våguppgifter sker. Vågdata går därefter på telefonlinje till SMHIs dator i Norrköping, där nya våguppgifter varje timma kan avläsas på en bildskärm.

På platser, där kabelförbindelse till en automatstation skulle bli alltför lång, mäts vågorna med en accelerometerboj (wave rider) på ytan. Bojen sänder på radio in våguppgifter till en närbelägen automatstation.

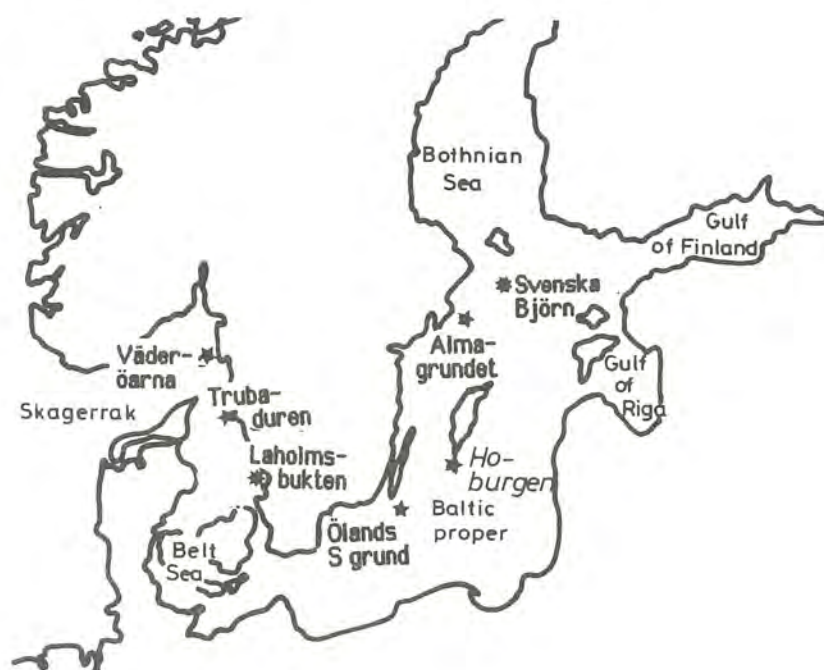
Fasta stationer med ekolod finns nu på fyrarna Almagrundet, Gustav Dalen Ölands Södra Grund och Trubaduren. Svenska Björn är en kassunfyr där ett svensk finskt samarbete har resulterat i en lång mätserie med en finsk accelerometerboj och mottagningsstation i en av SMHIs automatstationer. Accelerometerboj har också använts under perioder, 6-12 månader långa, vid Väderöarna och vid Hoburgen. Under 1985 har accelerometerbojen använts i yttre Laholmsbukten. Blåslängden över fritt vatten både från VS och NV är här betydande och våghöjder större än Trubadurens har periodvis uppmätts.

Energiforskningsnämnden och SMHI har gemensamt finansierat vågmätningar och bearbetning.

Vågmätningsstationer

Vågregistreringar har skett på följande platser, vars position framgår av figur 1.

Almagrundet	1978 -
Ölands Södra Grund	1978 -
Trubaduren	1978 -
Väderöarna	1980 - april - december
Hoburgen	1981 juni - 1982 januari
Svenska Björn	1982 nov - 1984 nov
Gustav Dalén	1983 juli -
Laholmsbukten	1984 maj -



Figur 1. Mätplatsernas lägen

Automatstationen på Ölands södra grund fungerade inte under maj-augusti 1985 på grund av länkfel. Funktionsstörningar på instrumenteringen gjorde att vågmätaren på Gustav Dalen inte levererade några tillfredställande data under hela perioden.

På Svenska Björn har inga vågmätningar genomförts under 1985. Mätaren i Laholmsbukten har suttit ute för att ge en uppskattning av enegin i vågorna i södra Kattegatt där förut inga mätningar gjorts. Vid Trubaduren är den fria blåslängden begränsad av Skagern och grundområdena söder om Laesö. Utanför Laholmsbukten är det fri blåslängd över betydande sträckor speciellt från väst och nordväst.

Mätningarna vid Laholmsbukten under 1984 och 1985 tyder på att vågenergin till övervägande del är större vid Trubaduren än vid Laholmsbukten. Under enstaka dagar var medeleffekten 1984 högre vid Laholmsbukten. Perioden september-oktober 1985 var medeleffekten högre vid Laholmsbukten (3,72 kw/m) än vid Trubaduren (3,17 kw/m).

Detta förklaras med att under september-oktober 1985 var andelen väst och nordväst vindar större än normalt. Vågenerginivån skulle således normalt vara något högre vid Trubaduren än vid Laholmsbukten.

Trubadurens medelvärde byggs delvis upp av vågor från perioder med måttliga vindhastigheter från andra vindriktningar framför allt syd.

Årets mätningar visar också att medeleffekten var högre vid Almagrundet än vid Trubaduren under så gott som hela 1985 utom sommarmånaderna juni, juli och augusti.

Databearbetning på stationen

Efter rimlighetskontroller av våguppgifter spektralanalyseras en 10 - 20 minuter lång serie vågdata i microprocessorn. De fem högsta vågorna sorteras ut, medelperiod beräknas. Vidare beräknas medelhöjden av den högsta tredjedelen av vågorna (den signifikanta våghöjden), vågornas effekt samt några kontrollparametrar. Dessa uppgifter tillsammans med vind- och lufttemperaturdata sänds varje timme från stationen till SMHI. Ett exempel på en datautskrift för Almagrundet visas i figur 2.

Vågor vid Trubaduren och Vinga

I samband med ett vågkraftsprojekt med slangpumpar har Götaverken energy systems AB också gjort vågmätningar vid Vinga (200m syd Vinga båk). Vid mätningarna har man använt samma typ av omvänd ekolodsmätare som den vid Trubaduren. Vid en jämförelse mellan de båda mätplatserna finner man att skillnaden i signifikant våghöjd är relativt liten. Oftast är vågorna något högre vid Trubaduren än vid Vinga. Vid de tillfällen då vågorna varit något högre vid Vinga har det mestadels blåst från syd.

Den presenterade perioden 850103 var ett av de blåsigaste dygnen under hela året. I första tre kolumnerna presenteras vindriktningen, vindhastigheten och lufttemperaturen från den meteorologiska delen av Almagrundets automatstation. Vindriktningen var nordost och vinshastigheten var som högst 21,7 sekundmeter. I spalten SST finns utrymme för en ytvattentemperatur.

Signifikant våghöjd presenteras i två spalter (H_s Reg och H_s Cal). De två våghöjdsvärdena är beräknade enligt två olika metoder. I nästa två spalter ges medelperiodtiden (T_z Reg och T_z Cal) också beräknade ur vågserien med två metoder. Värdena Reg och Cal ger inte exakt samma värden men man ser på medelvärdet för dygnet att skillnaden inte är stor.

Spalten Power ger vågenergiflödet, T_{pp} ger vågperioden för de vågkomponenter i vågfältet som har den största effekten. Både korta vindvågor och längre förekommer i vågfältet. Perioden T_z ger medelperioden för samtliga vågor. T_{pp} ger alltid en längre periodtid eftersom de "effektfulla" vågorna är de med långa perioder och hög våghöjd.

Som avslutning i tabellen kommer en redovisning av de fem högsta enstaka vågorna under mätperioden. Omkring kl. 19 registreras en våg som är 6.88m mellan vågtopp och vågdal.

SMHI, H2 WAVE DATA FROM STATION ALMAGRUNDET															PAGE 3				
STNO: 2499 DATE OF REGISTRATION: 1985-01-03 DATE OF PRINTING: 1985-03-04																			
CHANNEL																			
30	31	40	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	105	106	107	108	109
DIR	SPEED	AIR	SST	REG	CAL	REG	CAL	REG	CAL	REG	CAL	REG	CAL	REG	1	2	3	4	5
DEG	M/S	C	C	M	M	S	S	KW/M	S	S	S	S	S	S	M	M	M	M	M
GMT																			
0	25	13.8	-3.5	-1.44	1.58	4.2	4.1	5.59	4.32	4.67	4.92	5.4	2.09	2.02	1.99	1.92	1.90		
1	25	15.0	-3.0	-1.40	1.65	4.4	4.3	6.23	4.45	4.76	5.33	5.53	2.82	2.44	2.22	2.11	2.10		
2	20	14.6	-4.4	-1.74	1.85	4.5	4.6	8.49	4.81	5.20	5.84	5.58	2.65	2.58	2.46	2.26	2.23		
3	19	18.7	-4.9	-1.85	2.05	4.6	4.7	10.83	4.89	5.37	5.82	5.59	3.62	3.34	3.06	2.73	2.67		
4	23	21.7	-4.5	-2.60	2.79	5.5	5.2	22.31	5.49	5.98	6.40	6.32	4.25	4.08	3.85	3.82	3.78		
5	66	16.1	-3.5	-2.47	2.90	5.4	5.2	24.90	5.57	6.18	7.11	6.67	4.36	3.96	3.86	3.68	3.63		
6	40	15.5	-4.4	-2.51	2.67	5.1	5.2	20.79	5.52	6.08	6.40	6.62	4.47	4.32	3.96	3.70	3.54		
7	41	15.2	-4.8	-2.71	2.83	5.6	5.5	24.71	5.83	6.44	7.11	6.66	5.13	4.49	4.19	4.06	3.66		
8	37	15.1	-4.7	-2.71	2.83	5.6	5.5	24.71	5.83	6.44	7.11	6.66	5.13	4.49	4.19	4.06	3.66		
9	42	15.4	-5.3	-2.22	2.69	5.9	5.4	22.13	5.78	6.38	7.11	6.66	3.76	3.74	3.65	3.41	3.39		
10	40	15.6	-5.7	-2.34	2.69	5.7	5.5	22.26	5.81	6.42	7.11	6.65	4.47	3.70	3.62	3.41	3.38		
11	42	14.5	-5.8	-2.10	2.45	5.2	5.2	18.55	5.60	6.33	8.00	6.65	3.62	3.30	3.24	3.18	3.10		
12																			
13	43	14.1	-5.6	-2.88	3.00	5.9	5.8	30.04	6.20	6.97	8.00	6.68	4.52	4.34	4.33	4.12	4.01		
14	47	14.5	-5.5	-2.79	3.38	6.4	6.0	40.32	6.54	7.39	9.14	6.71	4.81	4.77	4.04	4.01	3.85		
15	52	14.3	-5.6	-3.19	3.60	6.5	6.2	47.28	6.72	7.64	9.14	6.73	6.01	5.61	5.66	4.75	4.01		
16	45	14.3	-5.8	-3.65	3.75	6.5	6.2	51.62	6.73	7.66	9.14	6.74	5.29	5.22	4.74	4.60	4.60		
17	48	14.0	-5.6	-3.41	3.75	6.5	6.2	51.62	6.73	7.66	9.14	6.74	5.29	5.22	4.74	4.60	4.60		
18	44	15.1	-6.1	-3.22	3.79	6.5	6.5	55.50	7.10	8.08	9.14	6.73	6.58	5.73	5.06	4.91	4.54		
19	40	15.6	-6.1	-4.29	4.31	7.0	6.8	70.16	7.12	7.89	9.14	6.73	6.88	6.76	5.97	5.84	5.73		
20	46	14.1	-6.4	-4.28	4.15	7.2	6.8	66.86	7.14	8.00	9.14	6.74	6.41	5.72	5.22	5.25	5.22		
21	45	14.5	-7.1	-4.30	4.10	7.1	6.6	66.58	7.26	8.26	9.14	6.76	5.20	5.07	4.91	4.66	4.61		
22	49	15.0	-7.1	-3.24	3.76	6.8	6.4	53.69	6.97	7.92	9.14	6.71	6.16	5.19	5.03	5.02	4.69		
23																			
MEAN	*	15.2	-5.3	-2.78	3.03	5.8	5.6	33.88	6.03	6.73	7.66	6.67	4.69	4.37	4.10	3.91	3.77		
MAX	*	21.7	-3.5	-4.30	4.31	7.2	6.8	70.76	7.34	8.26	9.14	6.76	6.88	6.76	5.97	5.84	5.73		

fig 2

Databearbetning på SMHI

På SMHI i vidarebearbetas data bland annat för att utgöra en del av beslutsunderlaget vid en eventuell satsning på vågenergiomvandlare i stor skala. Tillsammans med institutionen för skeppshydromekanik vid Chalmers samt Marintekniska institutet (SSPA) görs för detta ändamål vissa specialbearbetningar. Enklare statistiska uppgifter om vågklimatet presenteras i det följande.

Månadssammanställningar

En överskådlig plottning av våg- och vinddata presenteras i figur 3. Sådana plottningar tas fram månadsvis vid SMHI. De ger en snabb uppfattning av vind- och vågklimatet under månaden.

Vågeffekten under olika årstider

Månaderna december, januari och februari har sammanförts till vinterperioden. Månaderna mars, april, maj utgör vår, juni, juli, augusti är sommar samt september, oktober, november är höst. Medeleffekten uttryckt i kW/m för vågor med olika period är redovisad i diagram i bilagorna. Stor variation mellan olika årstider kan som väntat utläsas.

Statistik över stormar och över lugna perioder

I tabeller i bilagorna presenteras stormsituationer. Stormsituation definieras här som en period, då signifikant våghöjd överskrider viss nivå. Signifikant våghöjd är medelhöjden (avstånd från vågdal till vågtoppsnivå) av den högsta tredjedelen av vågorna.

Exempel Almagrundet: Under januari 1985 förekom vågor med signifikant våghöjd över 4 meter vid 1 tillfälle. 3.5 meter våghöjd vid 1 tillfälle. Under sammanlagt 11 timmar förekom 3.5 meters- vågor eller högre. De 11 timmarna var fördelade på 2 olika tillfällen osv.

Lugna perioder presenteras på samma sätt. Lugn situation definieras som en period, då signifikant våghöjd understiger en viss nivå.

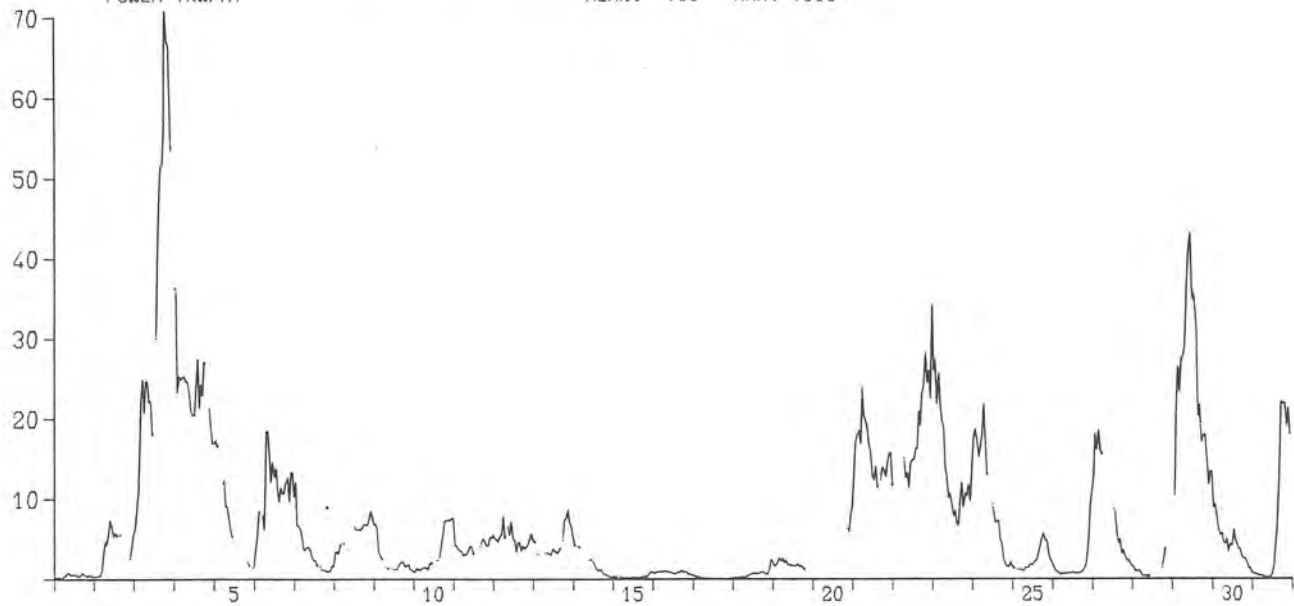
Exempel Almagrundet: Under januari 1985 var signifikant våghöjd under sammanlagt 93 timmar lägre än 50 centimeter. De 93 timmarna var fördelade på 10 olika tillfällen. Varaktigheten av perioderna var alltså i medeltal 9 timmar. Under 369 timmar var vågorna lägre än 1 meter. Detta var fallet vid 23 olika tillfällen osv.

SMHI
HOWAVE DATA FROM STATION
ALMAGRUNDET JANUARY 1985

850329

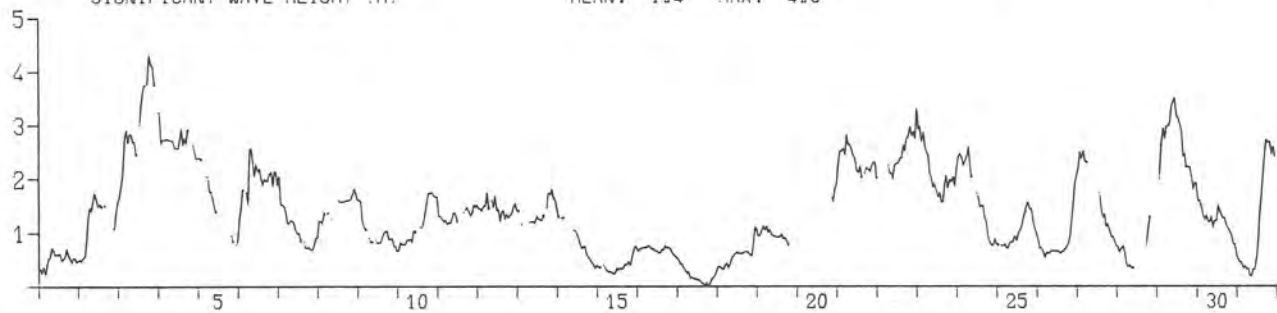
POWER (KW/M)

MEAN: 7.5 MAX: 70.8



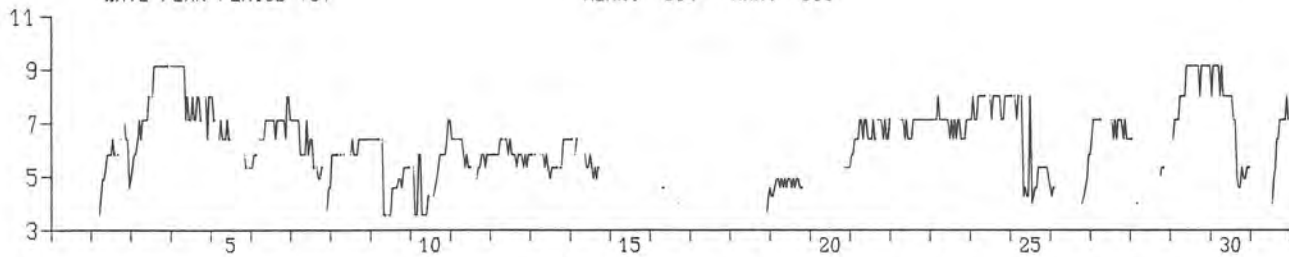
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT (M)

MEAN: 1.4 MAX: 4.3



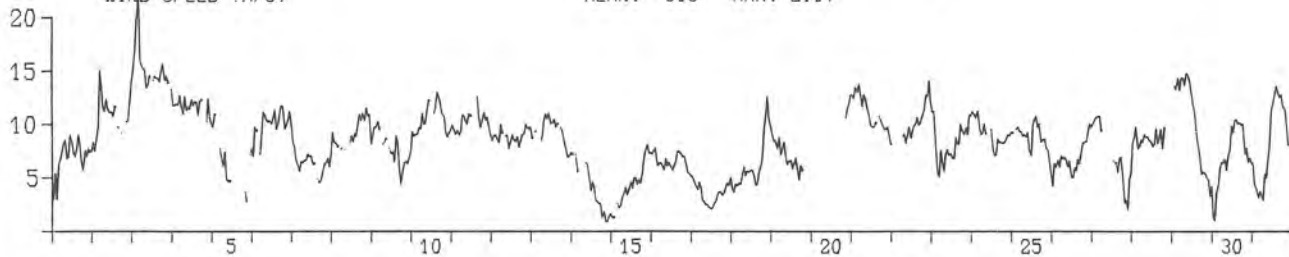
WAVE PEAK PERIOD (S)

MEAN: 6.4 MAX: 9.1

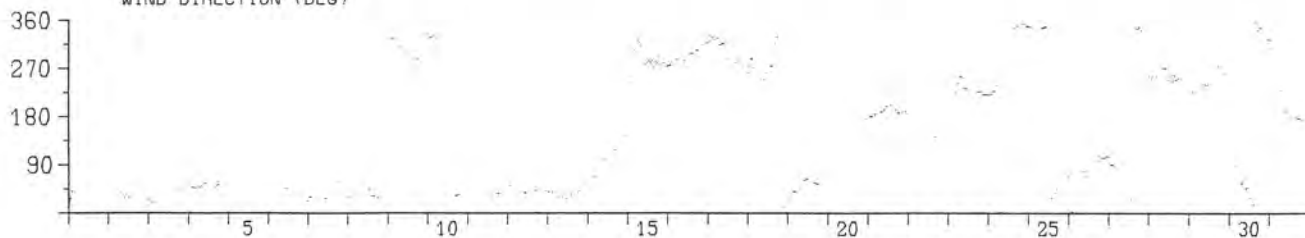


WIND SPEED (M/S)

MEAN: 8.3 MAX: 21.7



WIND DIRECTION (DEG)



I tabellen nedan ges exempel på hur medelenergin i vågorna är fördelad på olika vågperioder och situationer med olika signifikant våghöjd. Samma tabell har också tagits fram för övriga stationer och säsonger.

Ur tabellen kan utläsas vilken energi (kWh/Hzm) som under tre månader passerar cirka 1 m lång linje placerad vinkelrätt mot vågornas rörelseriktning, exempelvis Trubaduren. Vågor med perioden omkring 5.3 s (frekvensen $0,19 + 1/128$ Hz) och signifikant våghöjd 1.4 - 1.6 m bidrar med 14 648 kWh/Hzm.

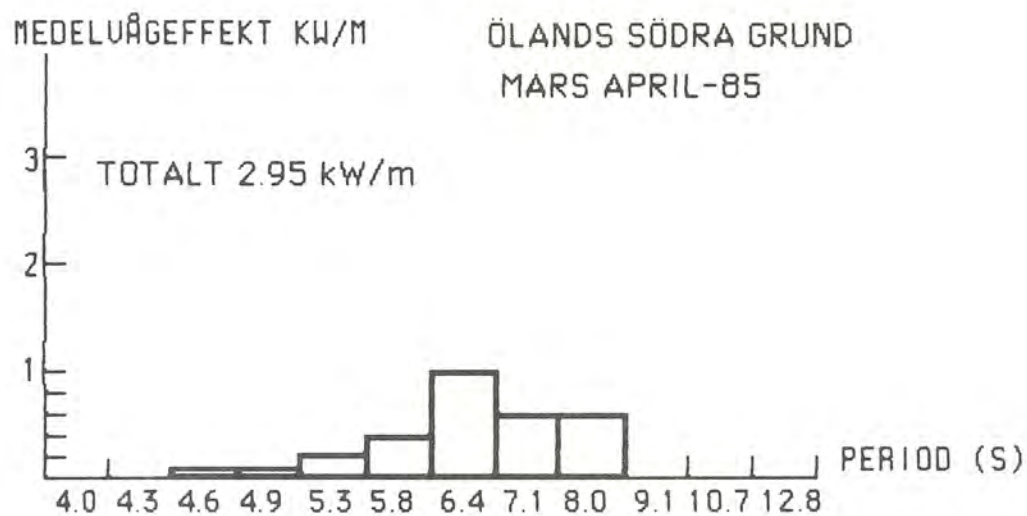
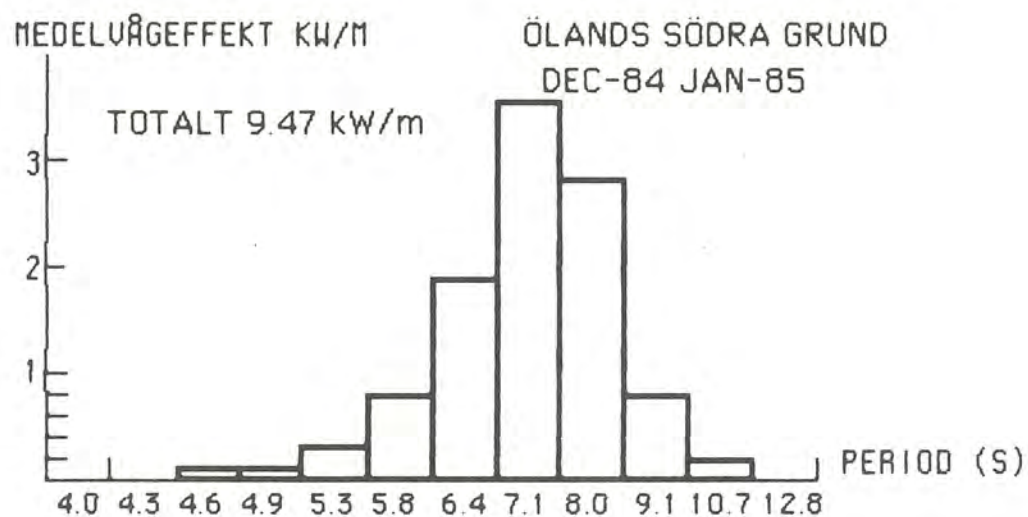
Om siffran i tabellen divideras med 1985 (antalet måttimmar under de tre sommarmånaderna juni - juli - augusti 1985) och multipliceras med $1/64$ Hz fås medeleffekten per meter. Medeleffekten per meter under månaderna summerad för varje spalt (varje frekvensintervall) presenteras i histogramform i databilaga i rapporten.

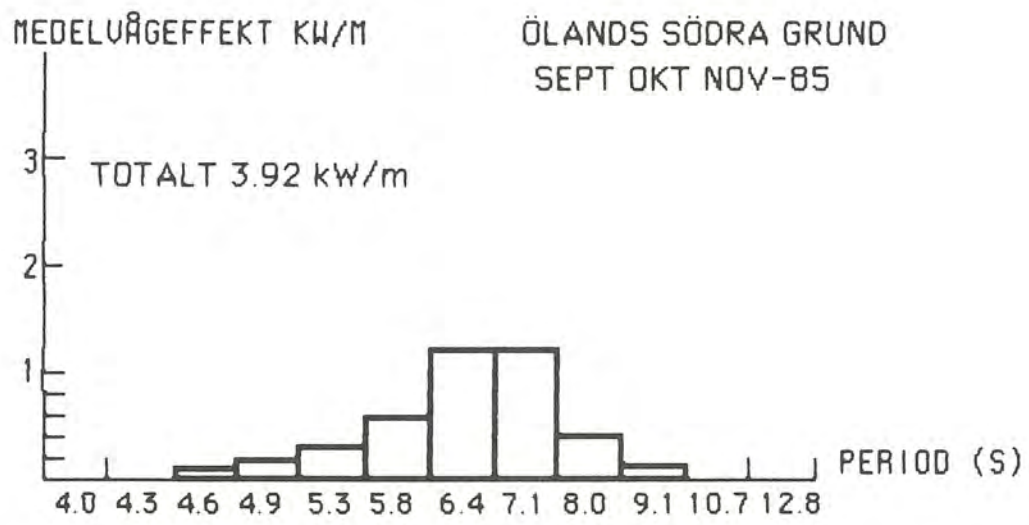
MÅNAD	8508ANTAL	VARDEN=1985															
PPFPR	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.3	4.6	4.9	5.3	5.8	6.4	7.1	8.0	9.1	10.7	12.8	
5.80- 6.00					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.60- 5.80					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.40- 5.60					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.20- 5.40					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.00- 5.20					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.80- 5.00					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.60- 4.80					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.40- 4.60					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.20- 4.40					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.00- 4.20					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.80- 4.00					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.60- 3.80					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.40- 3.60					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.20- 3.40					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.00- 3.20					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.80- 3.00					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.60- 2.80					0	0	0	0	0	0	1286	0	0	0	0	0	0
2.40- 2.60					0	0	0	0	0	0	4596	1398	0	0	0	0	0
2.20- 2.40					0	0	0	0	0	2588	6628	0	0	0	0	0	0
2.00- 2.20					0	0	0	0	3394	4203	6356	1261	0	0	0	0	0
1.80- 2.00					0	0	0	0	6243	7534	784	662	0	0	0	0	0
1.60- 1.80					0	0	286	1579	12019	6582	1640	1919	0	0	0	0	0
1.40- 1.60					0	0	878	4659	14648	5355	322	465	0	0	0	0	0
1.20- 1.40					0	1121	4984	9808	8966	1572	0	729	0	0	0	0	0
1.00- 1.20					549	3039	10066	8207	5321	1265	517	0	0	0	0	0	0
.80- 1.00					1730	5373	5669	2336	1406	203	0	138	0	0	0	0	0
.60- .80					3210	2373	1822	295	626	165	213	130	0	0	0	0	0
.40- .60					905	391	558	348	300	297	494	61	90	0	0	0	0
.20- .40					79	20	54	15	91	171	418	174	39	11	0	0	0
.00- .20					0	0	0	0	3	4	5	0	1	0	0	0	0

TRUBADUREN

APPENDIX 1

ÖLANDS SÖDRA GRUND





SMHI/Oceanografiska sektionen

$H_{1/3}$	>500	>450	>400	>350	>300	>250	>200
8412	Otim Oggr	Otim Oggr	Otim Oggr	Otim Oggr	Otim Oggr	15tim 6ggr	57tim 13ggr
8501	0 0	0 0	1 1	8 4	26 5	47 9	123 11
8502	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1	25 7	61 3
8503	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	11 6
8504	0 0	0 0	0 0	0 0	5 2	13 4	26 4
8509	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 1
8510	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3 1	19 5
8511	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	18 10

Tabellen visar hur många timmar under månaden som den signifikanta våghöjden överskridit ett visst värde.

Tabellen visar också hur många gånger som gränsvärdet passerats nerifrån och uppåt (uppcrossing). Noll kan betyda att värdet aldrig uppnås under månaden eller att våghöjden ligger över gränsvärdet redan vid månadens början. Tabellen visar många timmar under månaden som den signifikanta våghöjden överskridit ett visst värde.

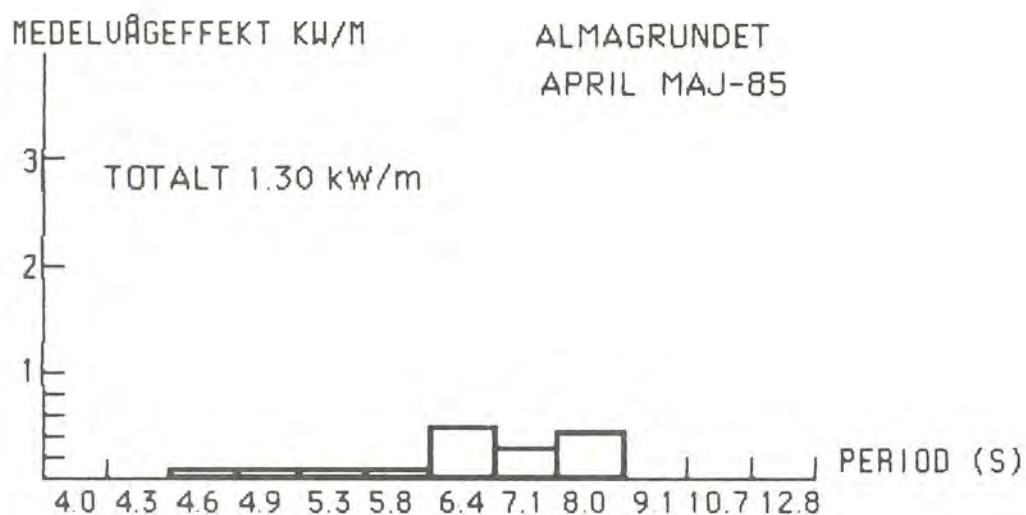
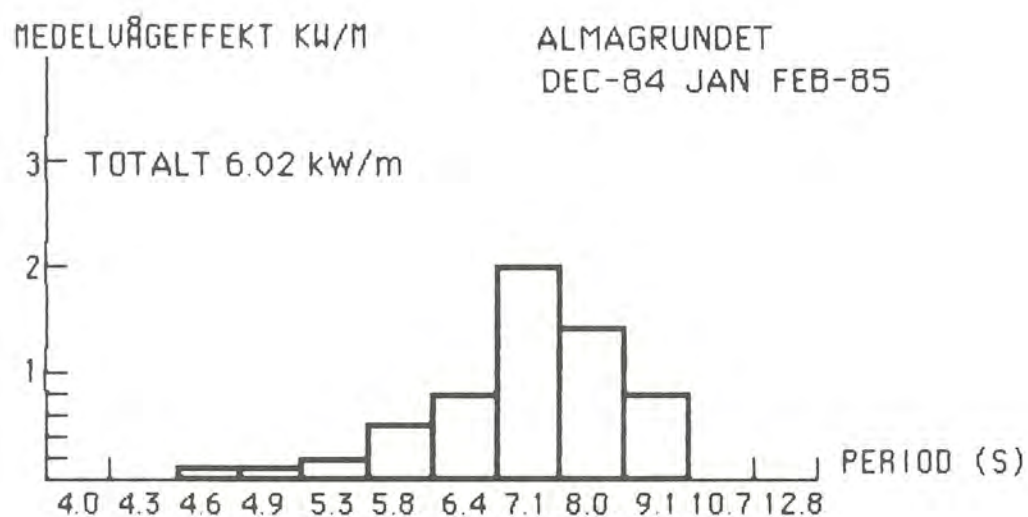
SMHI/Oceanografiska sektionen

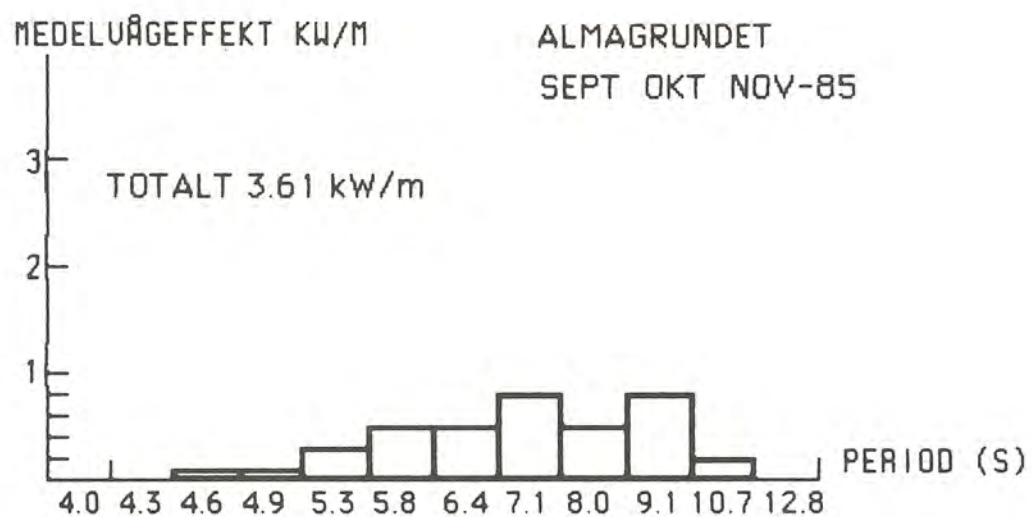
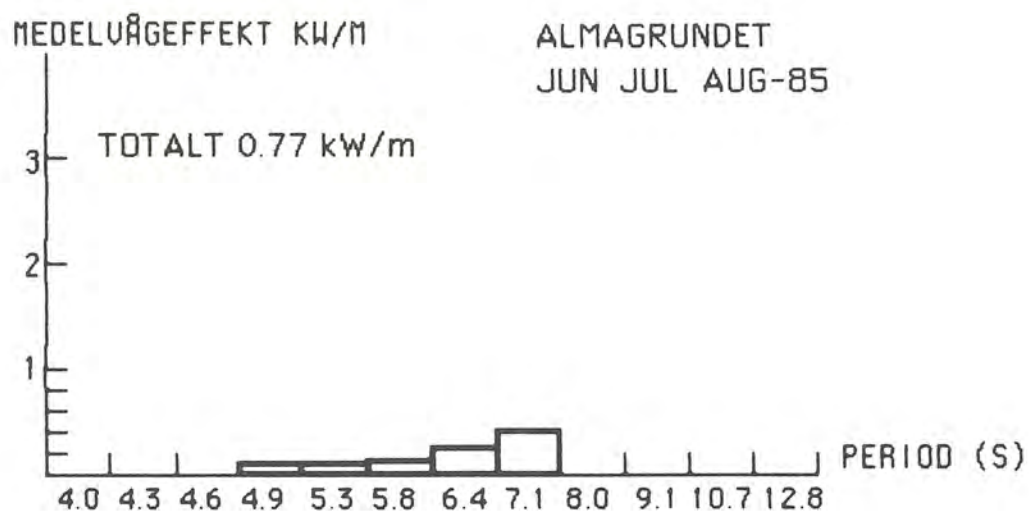
H _{1/3}	<50	<100	<150	<200	<250	<300	<350
8412	8tim 1ggr	121tim 14ggr	236tim 13ggr	379tim 12ggr	422tim 5ggr	436tim 0ggr	436tim 0ggr
8501	10 1	54 5	133 10	204 9	279 6	300 4	318 4
8502	12 1	75 4	150 11	213 3	249 7	273 0	274 0
8503	99 3	175 6	279 7	336 6	347 0	347 0	347 0
8504	170 7	277 4	299 2	313 4	326 4	335 2	339 0
8409	81 5	215 10	281 1	298 2	300 0	300 0	300 0
8410	0 0	16 3	48 6	77 5	93 1	96 0	96 0
8411	41 5	148 9	245 12	332 9	348 0	348 0	348 0

Tabellen visar hur många timmar under månaden som den signifikanta våghöjden ligger under ett visst värde.

Tabellen visar också hur många gånger som gränsvärdet passerats uppifrån och neråt (downcrossing). Noll kan betyda att värdet ligger över gränsvärdet hela månaden eller att våghöjden redan vid månadens början ligger under gränsvärdet.

ALMAGRUNDET





SMHI/Oceanografiska sektionen

MÅN 8412

H 1/3	>500 0tim 0ggr	>450 0tim 0ggr	>400 0tim 0ggr	>350 0tim 0ggr	>300 5tim 3ggr	>250 43tim 8ggr	>200 114tim 21ggr
MÅN 8501	0 0	0 0	3 1	3 1	10 2	38 11	113 16
MÅN 8502	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1
MÅN 8504	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1	35 4
MÅN 8505	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
MÅN 8506	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
MÅN 8507	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
MÅN 8508	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	13 3
MÅN 8509	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1
MÅN 8510	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	8 4
MÅN 8511	2 1	4 2	8 3	13 3	24 5	46 4	96 8

Tabellen visar hur många timmar under månaden som den signifikanta våghöjden överskridit ett visst värde.

Tabellen visar också hur många gånger som gränsvärdet passerats nerifrån och uppåt (uppcrossing). Noll kan betyda att värdet aldrig uppnås under månaden eller att våghöjden ligger över gränsvärdet redan vid månadens början.

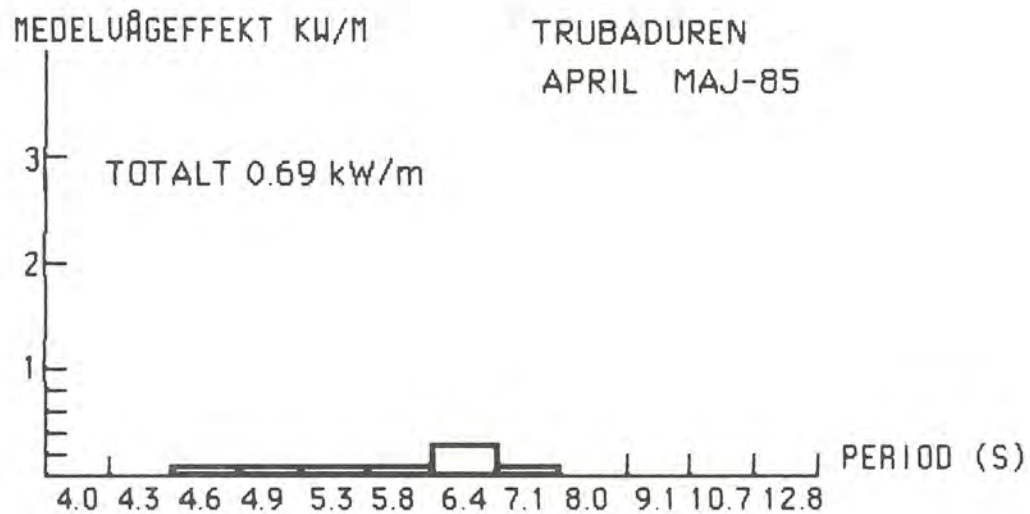
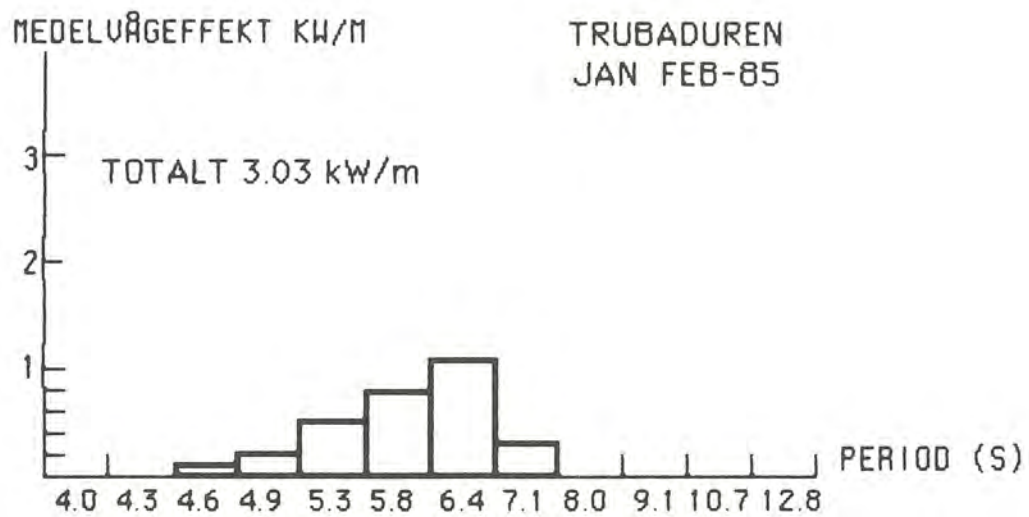
SMHI/Oceanografiska sektionen

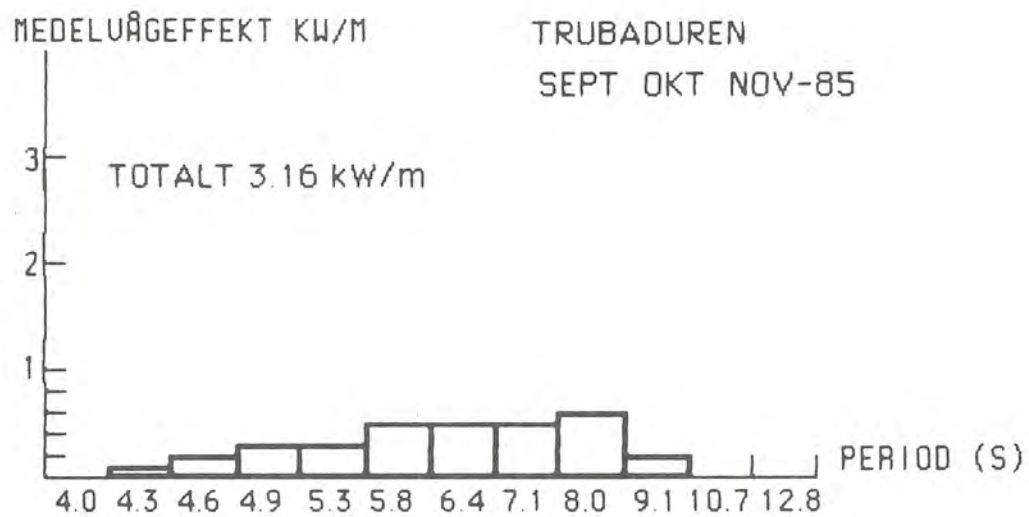
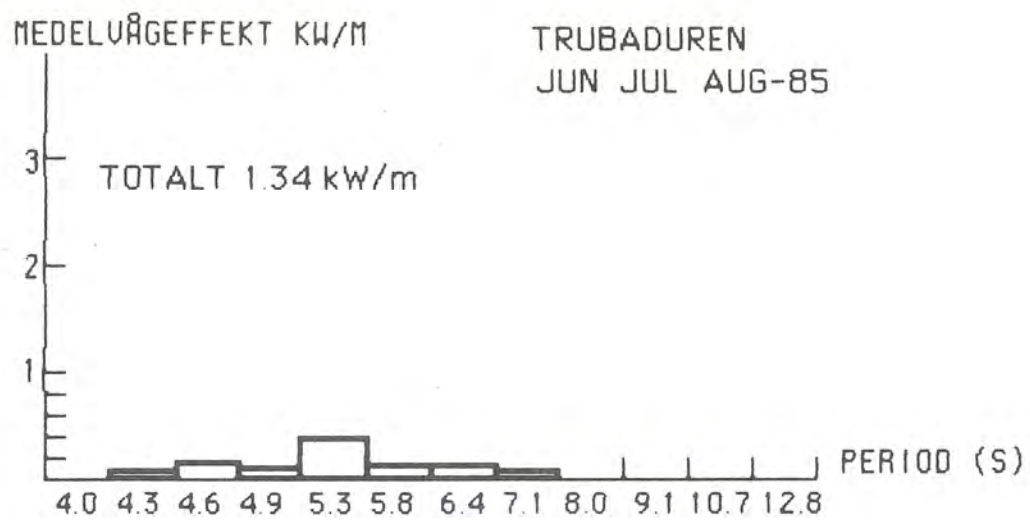
H _{1/3}	<50	<100	<150	<200	<250	<300	<350
8412	93tim 10ggr	369tim 23ggr	512tim 9ggr	610tim 20ggr	676tim 8ggr	715tim 3ggr	719tim 0ggr
8501	88 8	284 15	441 17	536 13	610 11	638 1	645 1
8502	59 4	111 8	161 4	188 1	189 0	189 0	189 0
8504	29 3	84 4	108 2	155 4	188 1	189 0	189 0
8505	517 15	657 8	707 2	710 0	710 0	710 0	710 0
8506	488 17	638 6	671 0	671 0	671 0	671 0	671 0
8507	428 17	656 10	730 5	738 0	738 0	738 0	738 0
8508	216 10	337 4	406 10	434 3	447 0	447 0	447 0
8509	149 8	226 4	263 5	274 1	275 0	275 0	275 0
8510	275 29	570 19	681 9	726 4	734 0	734 0	734 0
8511	56 9	338 22	537 15	616 9	666 4	688 4	698 3

Tabellen visar hur många timmar under månaden som den signifikanta våghöjden ligger under ett visst värde.

Tabellen visar också hur många gånger som gränsvärdet passerats uppifrån och neråt (downcrossing). Noll kan betyda att värdet ligger över gränsvärdet hela månaden eller att våghöjden redan vid månadens början ligger under gränsvärdet.

TRUBADUREN





SMHI/Oceanografiska sektionen

H _{1/3}	<50	<100	<150	<200	<250	<300	<350
8412	162tim 17ggr	376tim 13ggr	513tim 21ggr	622tim 17ggr	664tim 2ggr	670tim 0ggr	670tim 0ggr
8501	7 2	80 6	131 5	146 0	146 0	146 0	146 0
8502	82 9	144 5	167 2	181 4	201 0	201 0	201 0
8504	54 11	219 9	264 4	283 3	293 2	298 0	298 0
8505	601 16	694 4	715 0	715 0	715 0	715 0	715 0
8506	429 22	635 9	680 5	698 2	703 0	703 0	703 0
8507	328 25	606 20	694 8	720 2	729 1	730 0	730 0
8508	148 8	272 17	472 19	534 4	549 0	549 0	549 0
8509	89 5	275 19	431 15	485 4	500 2	512 1	513 0
8510	222 24	474 18	588 13	659 11	677 2	686 1	689 1
8511	281 20	472 6	565 13	630 11	654 2	661 1	668 1

Tabellen visar hur många timmar under månaden som den signifikanta våghöjden ligger under ett visst värde.

Tabellen visar också hur många gånger som gränsvärdet passerats uppifrån och neråt (downcrossing). Noll kan betyda att värdet ligger över gränsvärdet hela månaden eller att våghöjden redan vid månadens början ligger under gränsvärdet.

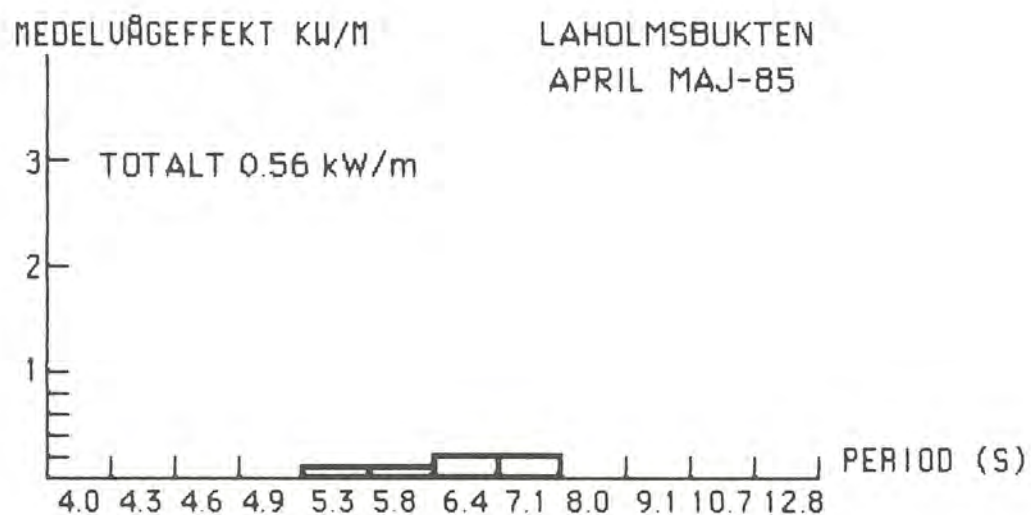
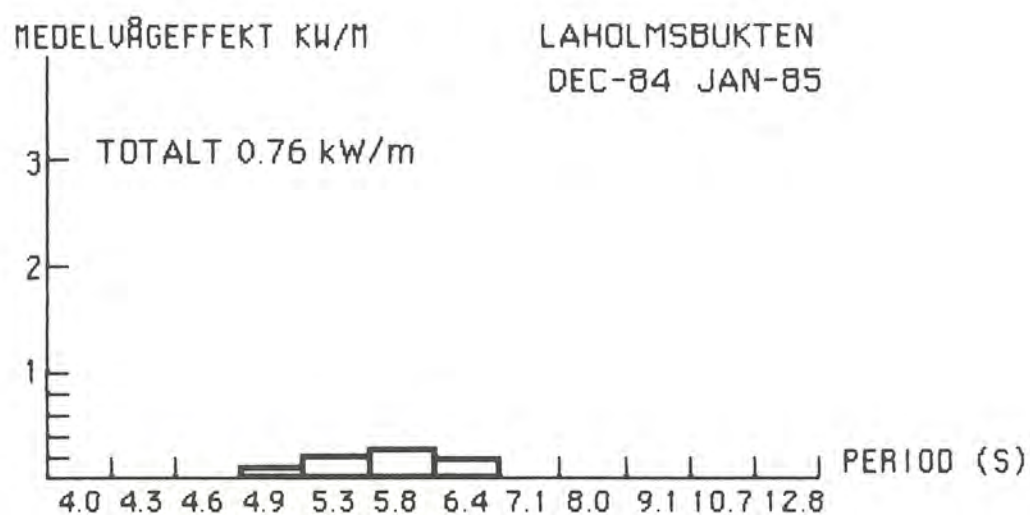
SMHI/Oceanografiska sektionen

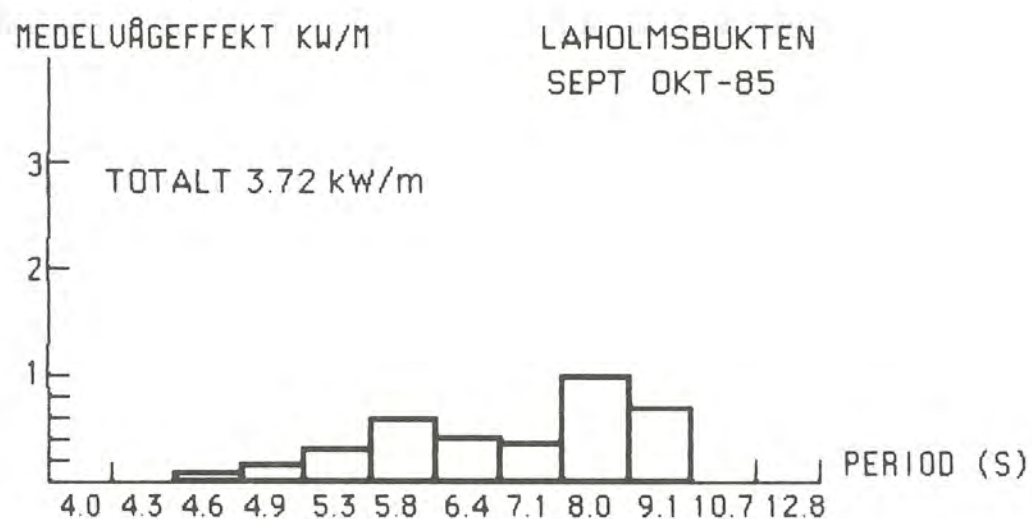
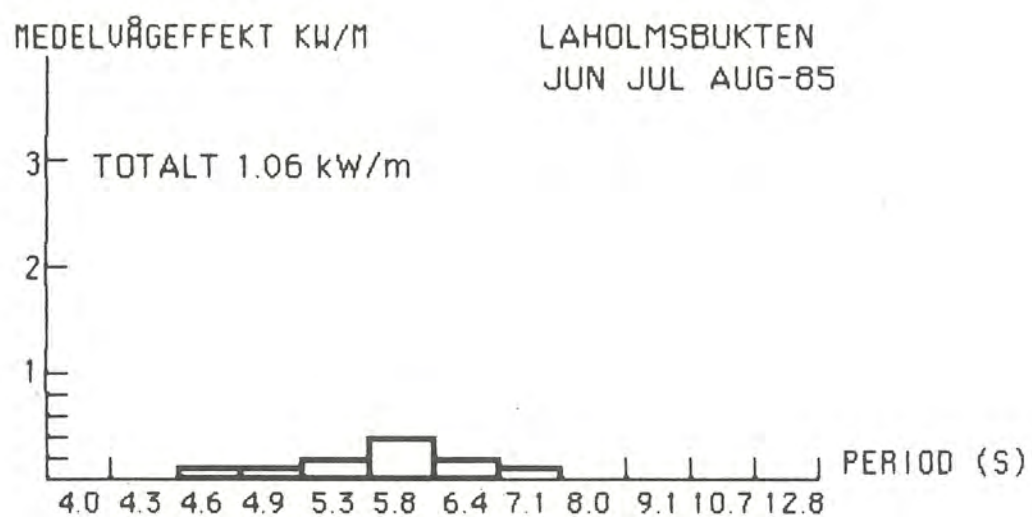
H _{1/3}	>500	>450	>400	>350	>300	>250	>200
8412	Otim Oggr	Otim Oggr	Otim Oggr	Otim Oggr	Otim Oggr	6tim 2ggr	50tim 16ggr
8501	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
8502	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	20 4
8504	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	5 2	15 3
8505	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
8506	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	6 2
8507	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1	11 3
8508	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	16 7
8509	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1	15 3	28 2
8510	0 0	2 1	4 1	5 1	8 1	17 2	36 10
8511	0 0	0 0	0 0	3 2	10 3	18 3	43 11

Tabellen visar hur många timmar under månaden som den signifikanta våghöjden överskridit ett visst värde.

Tabellen visar också hur många gånger som gränsvärdet passerats nerifrån och uppåt (uppcrossing). Noll kan betyda att värdet aldrig uppnås under månaden eller att våghöjden ligger över gränsvärdet redan vid månadens början. Tabellen visar många timmar under månaden som den signifikanta våghöjden överskridit ett visst värde.

LAHOLMSBUKTEN





SMHI/Oceanografiska sektionen

H _{1/3}	>500	>450	>400	>350	>300	>250	>200
8412	Otim Oggr	Otim Oggr	Otim Oggr	Otim Oggr	Otim Oggr	Otim Oggr	3tim 2ggr
8501	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
8504	0	0	0	0	0	2	9
	0	0	0	0	0	1	1
8505	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
8506	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
8507	0	0	0	0	0	0	2
	0	0	0	0	0	0	2
8508	0	0	0	0	0	0	11
	0	0	0	0	0	0	5
8509	0	0	3	7	18	32	46
	0	0	1	3	5	3	6
8510	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

Tabellen visar hur många timmar under månaden som den signifikanta våghöjden överskridit ett visst värde.

Tabellen visar också hur många gånger som gränsvärdet passerats nerifrån och uppåt (uppcrossing). Noll kan betyda att värdet aldrig uppnås under månaden eller att våghöjden ligger över gränsvärdet redan vid månadens början.

SMHI/Oceanografiska sektionen

H _{1/3}	<50	<100	<150	<200	<250	<300	<350
8412	413tim 24ggr	626tim 14ggr	699tim 6ggr	721tim 2ggr	724tim 0ggr	724tim 0ggr	724tim 0ggr
8501	61 8	157 7	176 0	176 0	176 0	176 0	176 0
8504	57 7	118 6	171 4	183 1	190 1	192 0	192 0
8505	581 21	647 5	657 0	657 0	657 0	657 0	657 0
8506	330 16	522 12	564 4	584 0	584 0	584 0	584 0
8507	365 19	501 7	549 4	571 2	573 0	573 0	573 0
8508	320 14	549 14	692 10	725 4	735 0	735 0	735 0
8509	224 8	442 20	601 15	665 6	679 3	693 5	704 3
8510	77 4	105 2	107 0	107 0	107 0	107 0	107 0

Tabellen visar hur många timmar under månaden som den signifikanta våghöjden ligger under ett visst värde.

Tabellen visar också hur många gånger som gränsvärdet passerats uppifrån och neråt (downcrossing). Noll kan betyda att värdet ligger över gränsvärdet hela månaden eller att våghöjden redan vid månadens början ligger under gränsvärdet.

APPENDIX 2

AN INTERCOMPARISON BETWEEN WAYERIDER
AND SIMRAD ECCO SOUNDER

Abstract

A test where a Simrad ecco sounder and a Datawell Waverider have measured waves on the same location has been carried out. The result is better than in a similar study carried out by IOS. The discrepancy between the two meters is 9 % (wave height) and 2 % wave period. Both meters work reliable even in rough weather conditions, significant wave heights up to 7 meters.

It is concluded that the wave heights from Swedish routine stations, which are furnished with both waverider and ecco sounders should not be corrected.

SMHI measuring system

During 1978 SMHI, sponsored by started wave measurements in Swedish coastal waters. The measurements are carried out by two types of instruments. A bottom mounted, inverted ecco sounder (Simrad) is used close to cassoon light towers. A microcomputer controls the wave signal and computes significant wave height, mean wave period, wave spectrum etc. The system is described in a report from SMHI, Mattisson 1978.

In other areas waves are measured by an accelerometer bouy (Waverider Datawell). The signal is transmitted by radio to the same type of microcomputer as mentioned above and the same calculations are carried out. The system is described in Mattisson, 1980.

An intercalibration between the two systems were carried out during a 2 months period when the waverider was placed close to the bottom mounted ecco sounder at the lighthouse Ölands S Grund. The ecco sounder transmits its data via cable to the microcomputer in the cassoon light tower and the computed result is sent to SMHI by the routine light tower radiolink and the telephone net in real time. The waverider data were radiotransmitted to a landstation on Öland, and the result transferred to SMHI by the telephone net in real time.

Results from IOS intercomparison

Institute of oceanographic sciences England has tested six different wave recorders among others the Waverider Simrad eccosounder, used by us (Crabb Driver and Haine 1983).

The Waverider bouy is in the English test used as a reference. Comparison with the Simrad ecco sounder shows that the significant wave heights recorded by the ecco sounder exceeded those measured by the Waverider by 17 %. More significantly they exceed the significant wave heights recorded at the same spot by the EMI laser instrument by 8 %. The ecco sounder is also said to give to high spectral values for low frequency waves.

The ecco sounder was also reported to have a high failure rate; as high as 30 % at significant wave heights below 1 meter and almost 90% at waveheights above 1.5 meters. It is suggested that failure could be due to loss of the return signal under conditions where a proportion, of waves are breaking and causing aeration of the water.

Simrad ecco sounder reliability in the SMHI application

The ecco sounder has during the years proved to be very reliable in the SMHI application. Combined with a program in the microcomputer to test the reliability of single readings the instrument almost ever succeed to sample 20 one minute records every hour. This is true even at significant wave heights above 1.5 meters and during conditions with breaking waves. The number of rejected records is registered and transferred to SMHI. It very seldom amounts to more than a few/ day. The ecco sounder is by its position at the bottom protected from drifting ice and boat traffic and is therefore by SMHI judged as a reliable routine instrument.

As an example a one day record is shown below. The waves are during the day as high as 12.7 meters (significant wave height 7.8) and the number of rejected single readings is about 20 out of 12000 readings during a 20 minute record. The data is later reduced to 2 400 (2 readings per second) before the analysis.

40	43	44	199	198	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
***	***H1/3**	*PER.TID*	GODK.	STOR-	**V-YTA**	*****FEL*****	***STURSTA	VAGHJDER***						
YTA	OBS	BER	OBS	BER	VARD	NING	M	S	ANTAL	MEDEL	S	1	2	3
R	C	M	M	S	S	EST	SE	%	M	M	EST	SE	M	M
-5.77	5.09	7.1	6.8	.16	.00	10.92	.00	.00	.00	.00	8.73	7.75	7.62	7.54
-5.77	5.09	7.1	6.8	.16	.00	10.92	.00	.00	.00	.00	8.73	7.75	7.62	7.54
-5.43	6.25	8.5	7.5	.16	.00	10.87	.00	7.00	2.08	-.01	8.59	8.37	8.18	7.71
-5.43	6.25	8.5	7.5	.16	.00	10.87	.00	7.00	2.08	-.01	8.59	8.37	8.18	7.71
-6.69	5.87	7.9	7.3	.16	.00	10.93	.00	.00	.00	.00	7.90	7.83	7.32	7.17
-6.69	5.87	7.9	7.3	.16	.00	10.93	.00	.00	.00	.00	7.90	7.83	7.32	7.17
-6.99	5.88	7.9	7.5	.16	.00	10.92	.28	5.00	2.85	-.01	8.78	8.69	8.53	7.88
-6.99	5.88	7.9	7.5	.16	.00	10.92	.28	5.00	2.85	-.01	8.78	8.69	8.53	7.88
-6.24	6.05	8.4	7.7	.16	.00	10.88	.32	10.00	1.12	-.01	8.53	8.34	8.11	8.09
-6.24	6.05	8.4	7.7	.16	.00	10.88	.32	10.00	1.12	-.01	8.53	8.34	8.11	8.09
-5.78	5.79	7.4	7.5	.16	.00	10.84	.00	5.00	3.37	-.01	9.11	9.07	9.03	7.40
-5.78	5.79	7.4	7.5	.16	.00	10.84	.00	5.00	3.37	-.01	9.11	9.07	9.03	7.40
-6.36	6.46	9.1	7.8	.16	.00	10.86	.23	5.00	7.52	-.01	10.23	9.19	8.78	8.23
-7.82	7.10	9.1	8.1	.16	.00	10.85	.23	20.00	.54	2.28	12.75	8.88	8.83	8.83
-7.82	7.10	9.1	8.1	.16	.00	10.85	.23	20.00	.54	2.28	12.75	8.88	8.83	8.83
-6.24	6.90	8.4	8.0	.16	.00	10.88	.00	26.00	.41	2.01	10.93	9.45	8.33	8.23

Intercomparison results

The comparison in figure 1 between significant wave height, highest wave and mean period from the two meters is from a "stormy" period during the intercomparison experiment. The curves follow each other but the ecco sounder curve gives a little higher waves than the Waverider curves. Mean values from 15 days when both systems worked simultaneously have been compared. The ecco sounder gives significant wave heights which are 9 % higher than the those from the wave rider. The wave periods from the ecco sounder are 2 % longer than the wave rider periods.

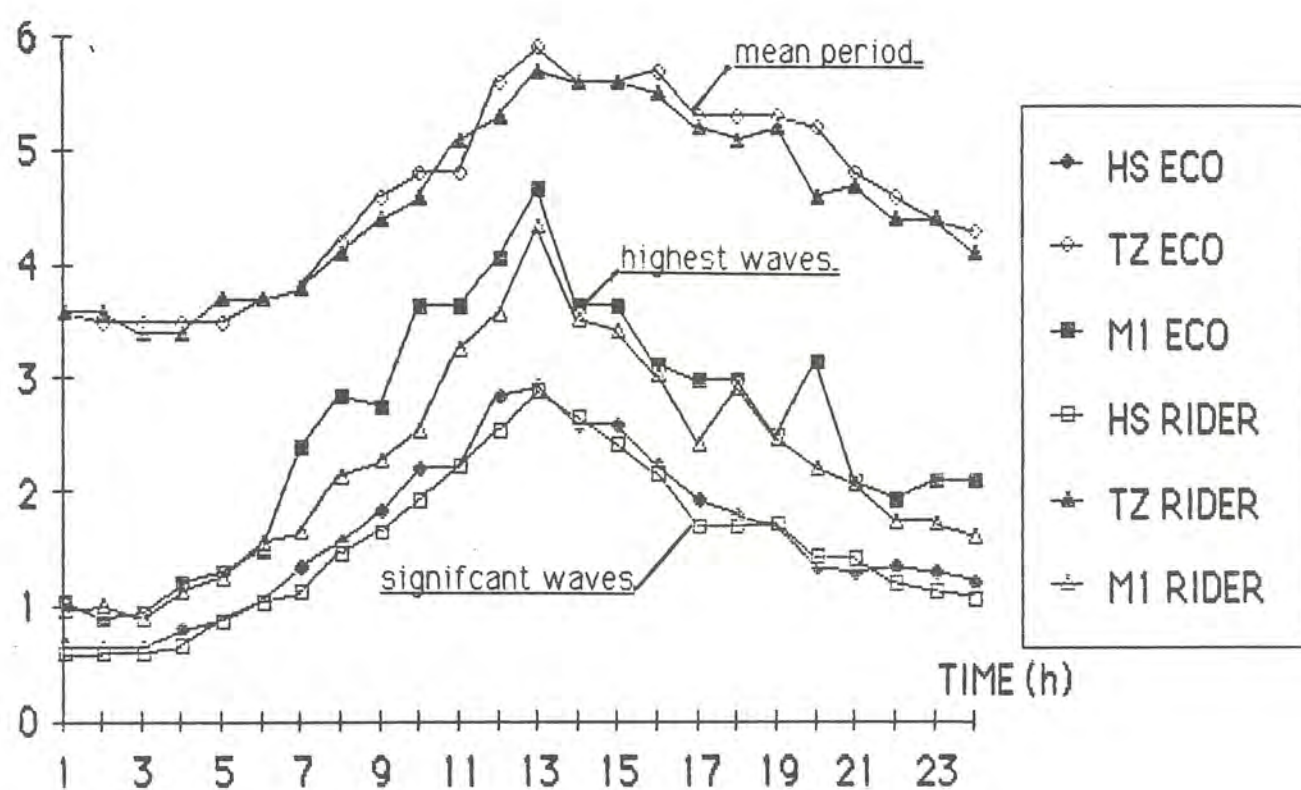


fig 1

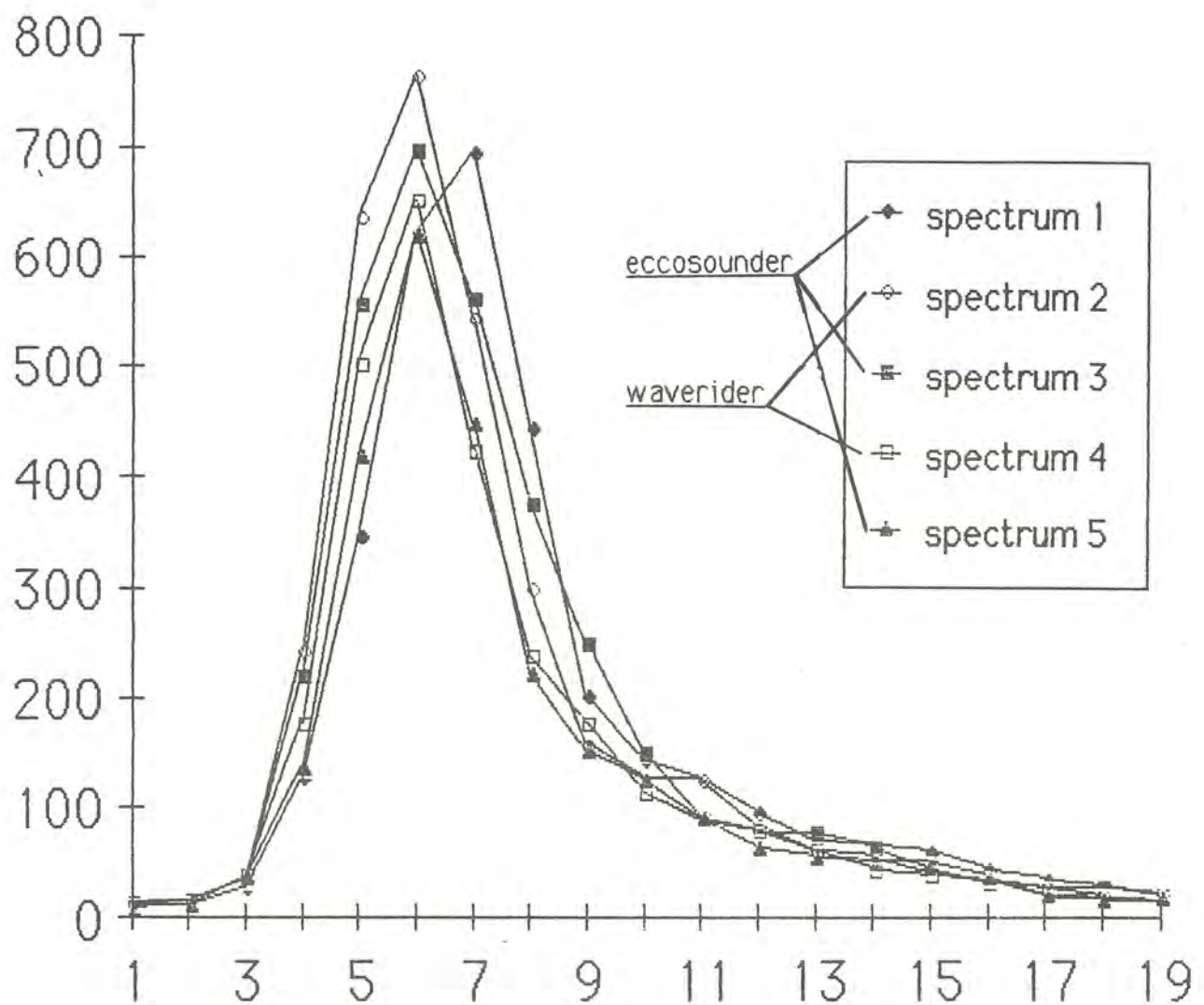


fig 2

The energy flux measured by the two meters differ by 18 %. Two sets of spectra can be compared in figure 2. The energy level is a little higher in the spectrum from the ecco sounder but it is not possible to detect any other discrepancy for example a different behavior for low frequency. The wave amplitude is growing when the first wave rider spectrum is calculated. The data is from the period 10 - 10.30 . The wave energy continue to rize and is at its maximum when the 11 - 11.30 waverider spectrum is sampled. The next spectra, ecco sounder from 11.15 - 11.45, shows a decreasing energy. The fact that the data from the waverider and the ecco sounder is not computed during the same period makes it difficult to compare single spectra.

The high wave heights reported by the echo sounder can be due to a reflexion of the signal below the real water surface causing too deep troughs that should not at all exist. Figure 3 shows an example of a record from the English intercomparison. However our reliability test will reject such sudden, deep wave troughs and they should therefore not be able to, to a great extent, contribute to the final result.

The wave rider can report too low waves if the bouy prevented to follow the water surface. Of course the anchor must damp the accilation even if the anchor cable is slack. The wave rider used by us was not attached by a rubber chord. It is concluded that the real wave height should be somewhere between the wave rider and the echo sounder readings if the slack cable, Swedish anchor system is used for the wave rider and if the SMHI reliability test is used for the echo sounder.

The wave height values from the Swedish routine wave stations should not be corrected. One should however keep in mind that the accuracy in the measurements is somewhere around $\pm 5\%$.

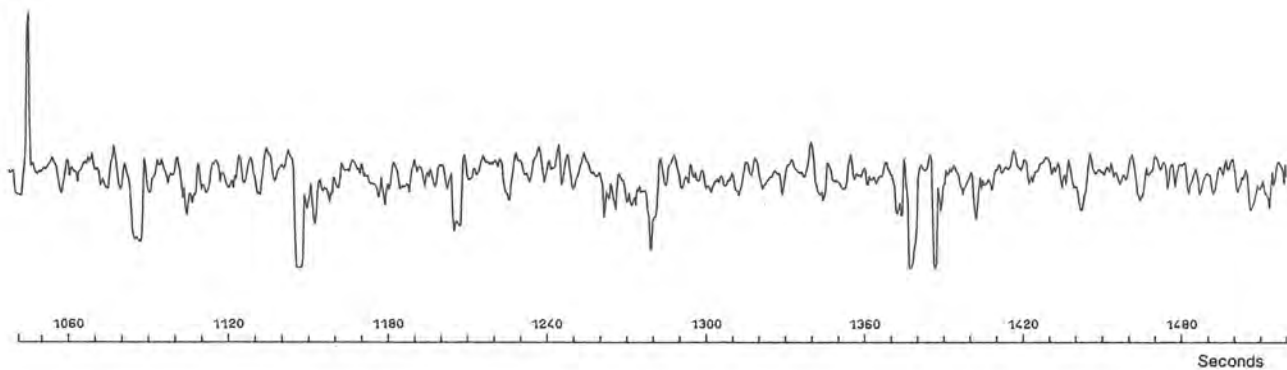


fig 3



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping. Tel 011-15 80 00. Telex 64400 smhi s.