



Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

Beräkning av vågkrafter
på en gravitationsplattform

Torbjörn Persson

Examensarbete 1985:3

Göteborg 1985

Adress: Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola
412 96 Göteborg

Telefon: 031/81 01 00

FÖRORD

Rapporten Ni håller i handen är slutprodukten av ett examensarbete, utfört vid institutionen för Vattenbyggnad vid Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg. Arbetet har pågått under tiden Juni 1984 till Mars 1985.

Jag skulle vilja tacka nedanstående personer för det stöd och den hjälp jag erhållit under examensarbetets gång.

professor	Lars Bergdahl	Vattenbyggnad	CTH
assistent	Henriette Melin	Vattenbyggnad	CTH
univ lekt	Olov Friberg	Byggnadsstatik	CTH
forsk ing	Harald Tägnfors	Byggnadsstatik	CTH

Göteborg i mars 1985.

Torbjörn Persson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	I
Innehållsförteckning	II
Inledning	IV
1. <u>Programbeskrivning</u>	
1.1 Allmänt	1
1.2 Programstruktur	2
1.3 Flödesschema	3
1.4 Styrkort	4
2. <u>Förutsättningar och antaganden</u>	
2.1 Allmänt	5
2.2 Vågkrafter	6
2.3 Inspänning i botten	8
2.4 Dynamik	8
2.5 Enheter	9
3. <u>Indatagenerering</u>	
3.1 Allmänt	10
3.2 Vågdata	11
3.3 Plattformens geometri	13
3.4 Jordparametrar	14
3.5 Transfer funktioner	14
3.6 Logiska variabler	15

4.	<u>Testkörningar</u>	
4.1	Allmänt	17
4.2	Plattformens utseende	17
4.3	Plan sinusvåg	19
4.3.1	Utskrifter på terminal	20
4.3.2	Plottningar	25
4.4	Oregelbunden våg	27
4.4.1	Utskrifter på terminal	28
4.4.2	Plottningar	33
4.5	Utskrifter på skivpacke	36
5.	<u>Utvärdering av programmet</u>	40

Figurbilaga

Referenser

INLEDNING

Målet har varit att för olika sjötillstånd skapa tidserier av vågkrafter på en offshoreplattform av gravitationstyp. På den plattform som finns beskriven i kapitel 1, har sedan variationen hos signifikant respons kontra d:o våghöjd studerats. Rikningsspridningen hos vågorna inverkar på förhållandet ovan. Hur stor den är utgör steg 2 i studien.

Till min hjälp har jag haft "WAVEFIELD". Det är ett datorprogram skrivet i FORTRAN-77. Författare är Henriette Melin, assistent på Vattenbyggnad. Efter att "WAVEFIELD" ändrats, så att det passade mina syften bättre, integrerades det i mitt eget program "GRAVPLAT", även det skrivet i FORTRAN-77.

GRAVPLAT skapar indata till en FEM-modell av en rymdram (se fig 2.1). Vidare belastar programmet ramens noder med tidsserier av krafter och moment. Dessa är beräknade med de av WAVEFIELD skapade hastigheterna och accelerationerna hos vattenpartiklarna.

För att utföra den tidigare nämnda responsanalysen krävs att rymdramsprogrammet SFVIBAT-II, ingående i ChalmFEM-paketet, aktiveras. Resultat från körningar med GRAVPLAT och SFVIBAT, med därpå följande FFT-analys av utdata finns redovisade i kapitel 5.

1. PROGRAMBESKRIVNING

1.1 Allmänt

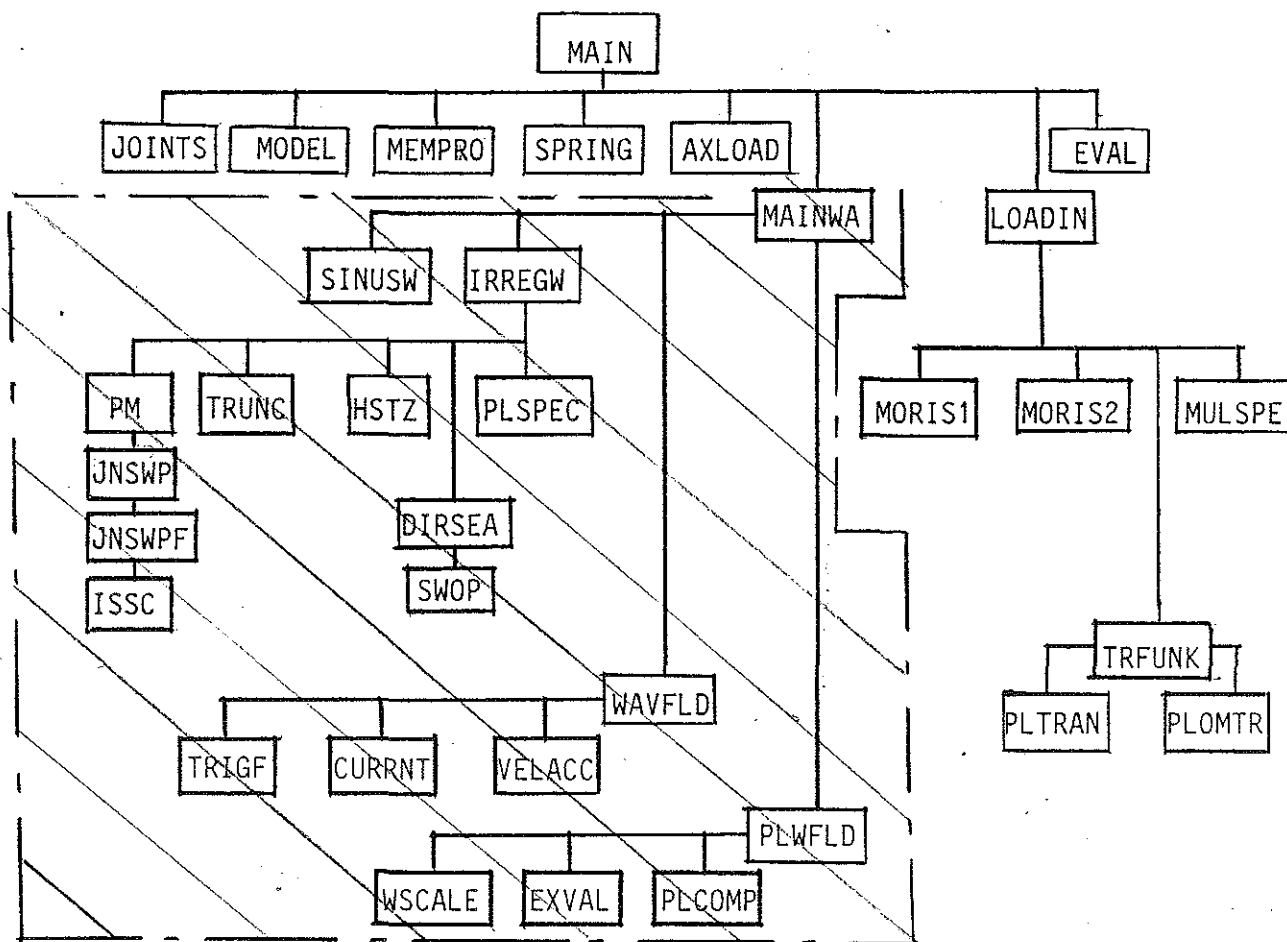
GRAVPLAT är tillgängligt på GD's (Göteborgs Datacentral) stordator IBM 3081-D. Det består av ett huvudprogram och 33 st subrutiner. Beräkningarna sker i enkel precision, d v s med ungefär åtta siffrors noggrannhet.

Programmet genererar enbart indata till SFVIBAT, och har två huvuddelar. Den första är Henriette Melin's våggenereringsprogram. Detta har dock justerats något. Z-axeln pekar i GRAVPLAT nedåt. Vidare har det tillåtna antalet beräkningspunkter utökats jämfört med originalversionens 10. I Henriettes upplaga kan både antalet tidssteg och tidsstegets längd variera kraftigt, beroende av vågtyp och vattendjup. I GRAVPLAT är dessa variabler konstanta. Vågtåget består av 250 tidssteg om 1 sekund.

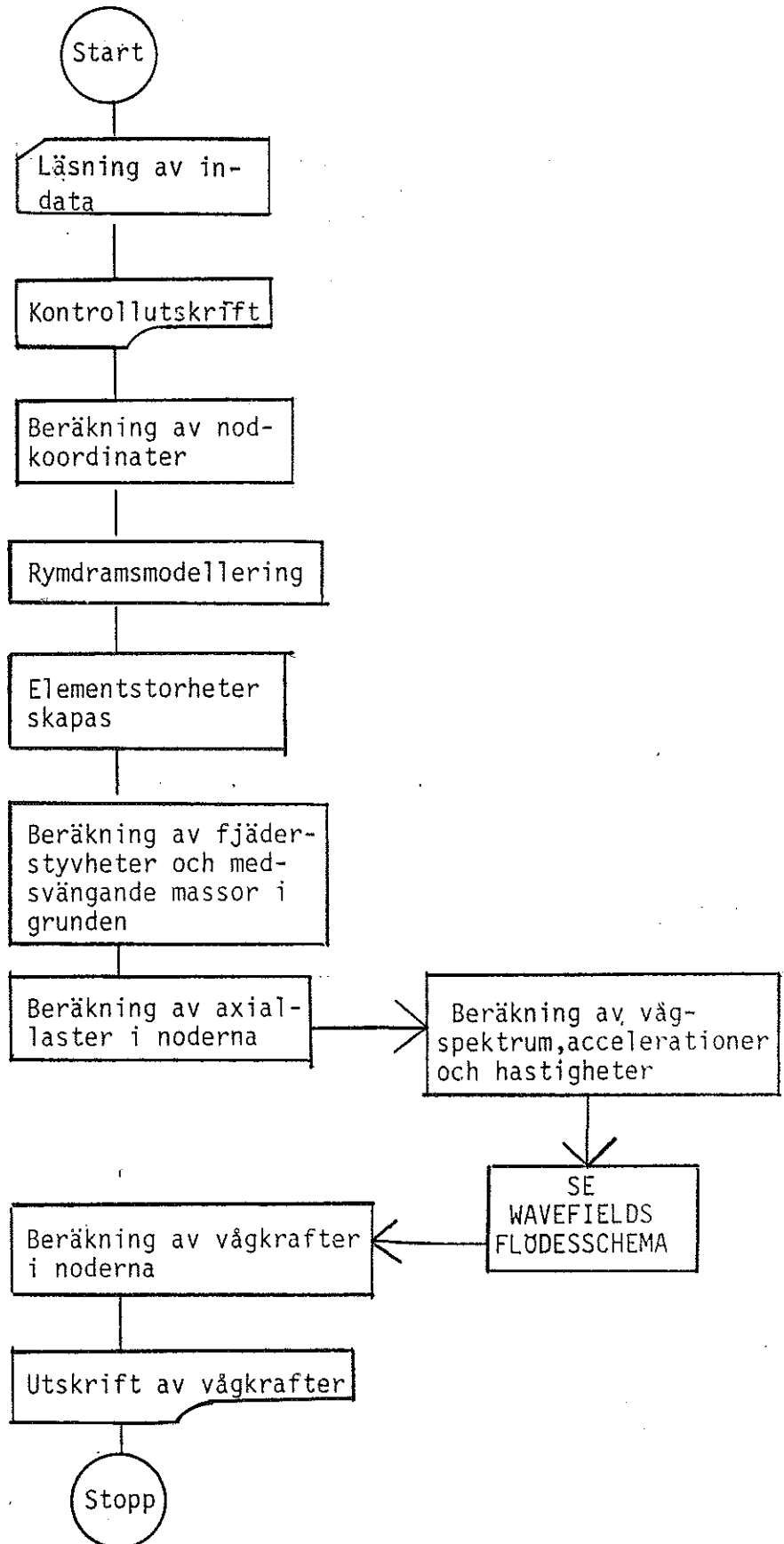
Del 2 består av de programdelar som beskriver modellen av plattformen. Noder numreras, element indelas, fjäderstyheter tilldelas grunden o s v. Till noderna reduceras sedan tidsserierna av krafter och moment. Antaganden och begränsningar för beräkningarna återfinns i kapitel 2.

Således utgör körningen av GRAVPLAT det första steget då man vill studera hur en plattform beter sig under vågors inverkan. Steg nr 2 består i att göra en dynamisk analys av plattformen. Det enklaste är att begära plottningar av de snittkrafter och/eller förskjutningar man är intresserad av. Via SFVIBAT sker det med endast två indata-rader. Trots att man behöver utföra två körningar, anser jag att GRAVPLAT-SFVIBAT utgör ett kraftfullt programpaket, beroende på att både sinusvågor och oregelbundna d:o kan simuleras, då en konstruktion i havet ska dimensioneras för vågbelastning. Ytterligare ett plus är att både en strömprofil och riktningsspridning hos vågorna kan tillfogas.

1.2 PROGRAMSTRUKTUR



WAVEFIELDS subrutiner befinner sig inom det streckade området ovan.

1.3 FLÖDESSCHEMA

1.4 STYRKORT

Vid testkörningarna har nedanstående styrkort för filhantering, kompilering och plottning använts.

```

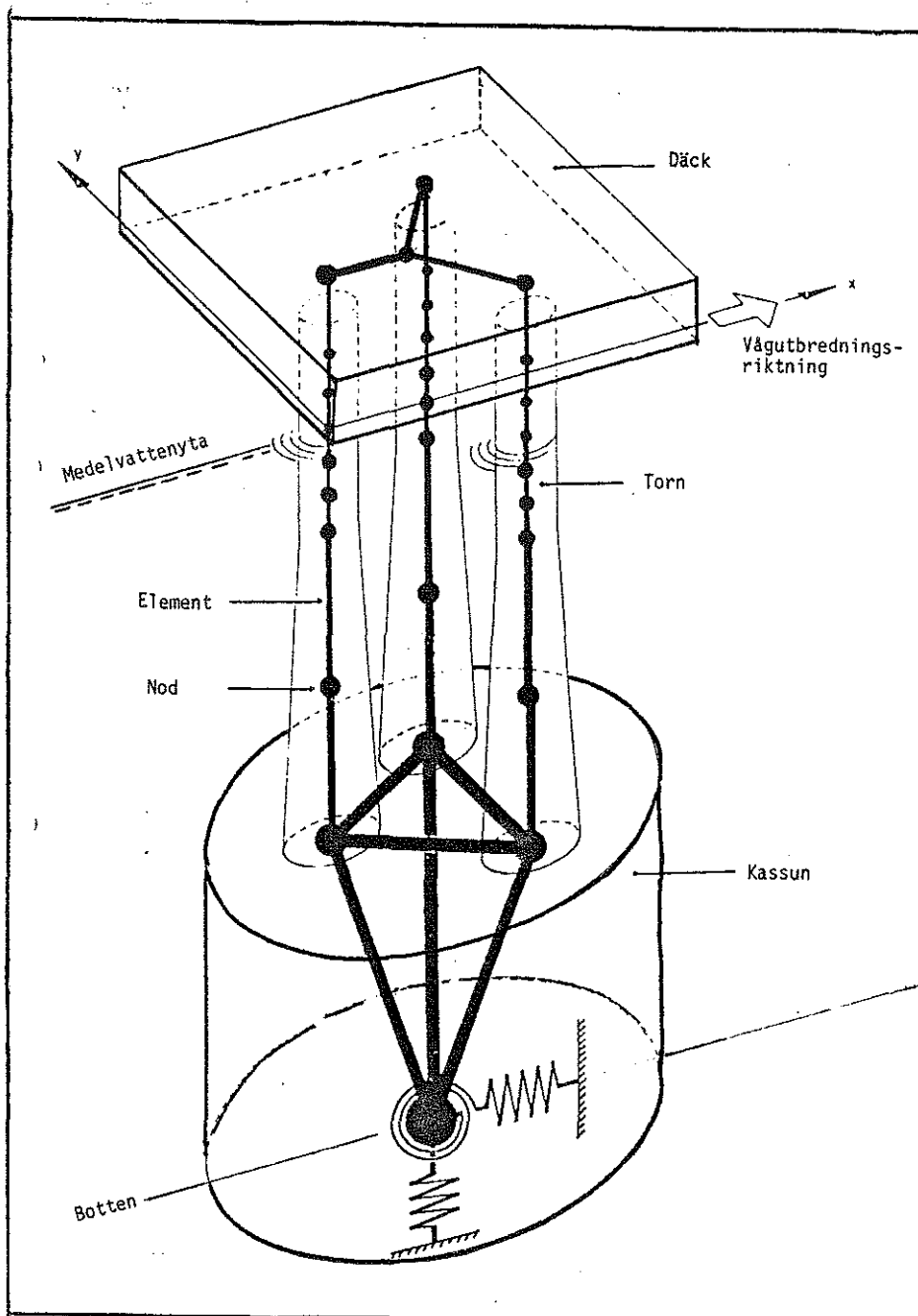
00010 //CVHTPB JOB ( ), TP, CONDEEP
00020 // MSGCLASS=A, MSGLEVEL=(2,0), REGION=3600K, USER=CVHTP
00030 /*JOBPARM LINES=20K, RTIME=6
00040 //STEG1 EXEC FORTVRUN, PRINT=
00050 //FT08FOO1 DD VOL=REF=PUB002, DSN=CVHTP. .TOBBE, DISP=(OLD, KEEP),
00060 // SPACE=(CYL,(3,1), RLSE), DCB=(RECFM=FB, LRECL=66, BLKSIZE=7458)
00070 //SYSGRAPH DD UNIT=SYSSQ, SPACE=(CYL,(10,5)), DISP=(, PASS)
00080 //SYSGRAF DD VOL=REF=*.SYSGRAPH, DSN=*.SYSGRAPH, DISP=(MOD, PASS),
00090 // DCB=BUFNO=16
00100 //COMPIN DD *
00110 /INC CVHTP.MAIN
00120 /INC CVHTP.JOINTS
00130 /INC CVHTP.MODEL
00140 /INC CVHTP.DIAMTJ
00150 /INC CVHTP.MEMPRO
00160 /INC CVHTP.SPRING
00170 /INC CVHTP.AXLOAD
00180 /INCL CVHTP.MAINWA
00190 /INCL CVHTP.SINUSW
00200 /INCL CVHTP.IRREGW
00210 /INCL CVHTP.PM
00220 /INCL CVHTP.JNSWP
00230 /INCL CVHTP.JNSWPF
00240 /INCL CVHTP.ISSC
00250 /INCL CVHTP.TRUNC
00260 /INCL CVHTP.PLSPEC
00270 /INCL CVHTP.DIRSEA
00280 /INCL CVHTP.SWOP
00290 /INCL CVHTP.HSTZ
00300 /INCL CVHTP.WAVFLD
00310 /INCL CVHTP.TRIGF
00320 /INCL CVHTP.CURRNT
00330 /INCL CVHTP.VELACC
00340 /INCL CVHTP.PLWAVF
00350 /INCL CVHTP.WSCALE
00360 /INCL CVHTP.EXVAL
00370 /INCL CVHTP.PLCOMP
00380 /INC CVHTP.LOADIN
00390 /INC CVHTP.MORIS1
00400 /INC CVHTP.MORIS2
00410 /INC CVHTP.TRFUNK
00420 /INC CVHTP.PLTRAN
00430 /INC CVHTP.PLOMTR
00440 /INC CVHTP.MULSPE
00450 /INC CVHTP.EVAL
00460 //SYSIN DD *
00470 /INC CVHTP.TRELLIS
00480 //STEG2 EXEC GUTSGEN, NAME='VÅG', COND=(0, NE), REPLACE=, NEW1=1,
00490 // INCR=1
00500 //SYSIN DD DSN=*.STEG1.GO.SYSGRAF, DISP=(OLD, DELETE)
00510 /*

```

2. FÖRUTSÄTTNINGAR OCH ANTAGANDEN

2.1 Allmänt

Figur 2.1 nedan visar hur en plattform är tänkt att modelleras. Den ska bestå av en cirkulär bottendel. Tornen placeras på en cirkel och knytes i toppen ihop till ett däck. Nod- och elementindelning sker uppifrån och ner.



Figur 2.1 Modellering av verklig plattform

Materialet antas vara betong med elasticitetsmodulen 30 GPa, tvärkontraktionstalet $\nu=0.15$ och densiteten $\rho=2.65 \text{ ton/m}^3$.

2.2 Vågkrafter

Vågkrafterna på tornen beräknas med Morison's formel, se <4>, enligt

$$F(t) = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot \rho \cdot A \cdot \dot{u} \cdot |u| + C_m \cdot \rho \cdot V \cdot u, \text{ där}$$

$C_d = 0.7$ (Dragkoefficient),

$C_m = 2.1$ (Added Mass-koefficient),

$\rho = 1.03 \text{ ton/m}^3$ (Vattendensitet),

A = exponerad area av belastad kropp,

V = Volym hos belastad kropp,

u, \dot{u} = hastighet och acceleration hos vattenpartiklar, beräknade med linjär vågteori (se WAVEFIELDS manual).

Då hastigheter och accelerationer i vattnet ska beräknas för vågor, genererade ur ett vågspektrum, delas detta först upp i 200 frekvenser i intervallet 0 till 1 Hz. De frekvenser som har mindre än 1% av maxenergin trunkeras. Återstoden tilldelas en lottad fasvinkel. Vågtåget simuleras sedan genom att överlagra alla delar av spektrumet som blivit kvar.

Vågkrafterna på bottendelen bestäms med spektrummetoden, se fig 2.2 samt <4>, <6> och <8>. För varje frekvens beräknas kraften genom att multiplicera vågamplituderna med en transferfunktion. Samma sak gäller för det stjälpande moment, bottendelen utsättes för. Efter det att frekvensens lottade fasvinkel tilldelats, samt fasförskjutning mellan våg och kraft adderats, överlagras alla bidrag.

Transferfunktionerna ska ges som indata på dimensionslös form, och är för horisontalkraften på kassunen $\hat{F}/a \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot \text{amp}(f)$, där \hat{F} är horisontalkraftens amplitud. För det stjälpande momentet ska funktionen ha formen $\hat{M}/a^2 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot \text{amp}(f)$, där \hat{M} är momentets amplitud. Vidare är

a = kassunens radie,

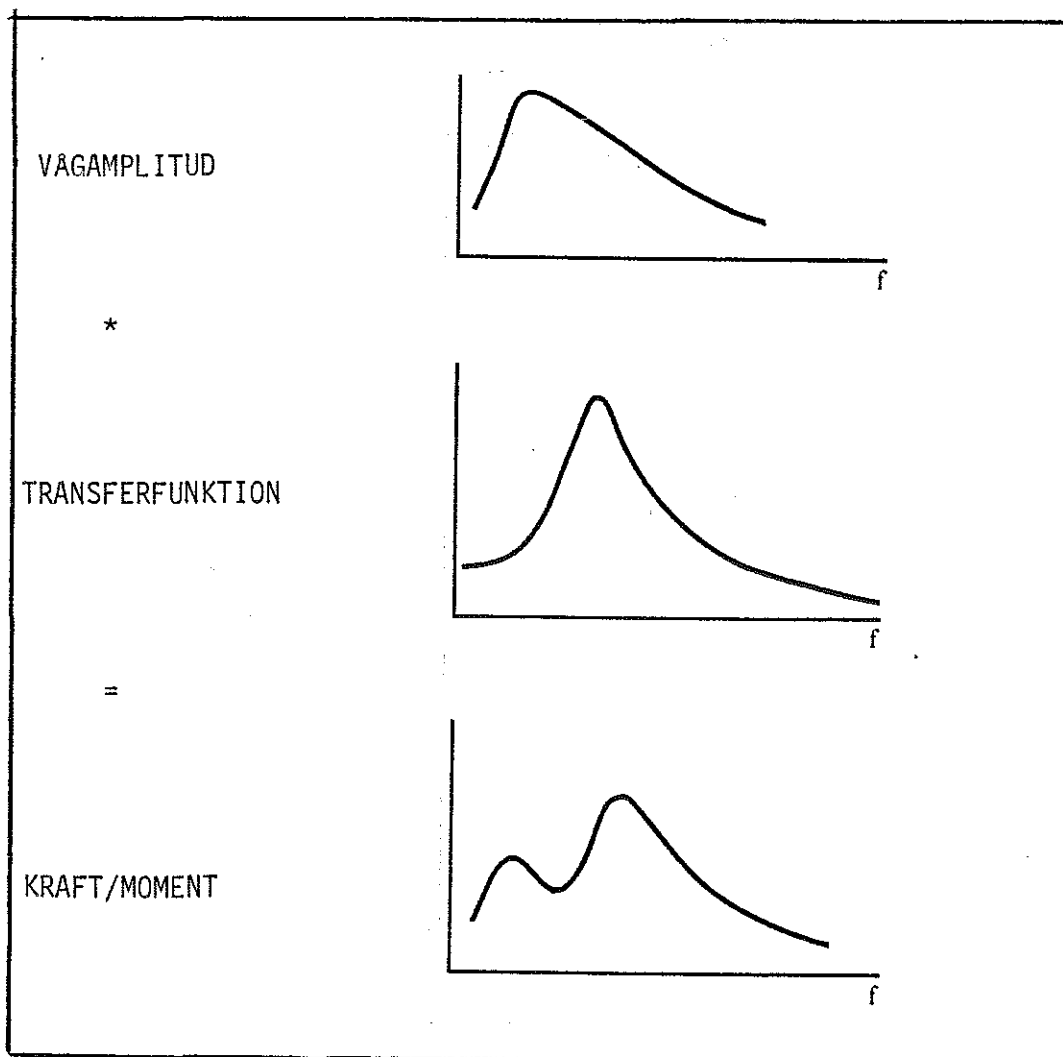
h = kassunens höjd,

ρ = vattendensiteten

g = tyngdaccelerationen

$\text{amp}(f)$ = amplituden i amplitudspektrumet vid frekvensen f

Observera att fasvinklarna mellan våg och kraft/moment kan variera med frekvensen, beroende på om "drag"- eller tröghetskrafterna dominerar.



Figur 2.2 Vågspektrummetoden

Vattenytans variation medför att en tätare nod- och elementindelning utföres på tornens mittdelar. Totalt består tornen var för sig av 8 element och 9 noder. Ytterligare 2 noder behövs. Dels nod nr 1 som tillsammans med toppnoderna på tornen bildar däck. Dels botten-noden som har det högsta numret. Nod- och elementnummer tilldelas, liksom en spiral, uppifrån och ner i stigande nummerordning.

De element som befinner sig under medel vattenytan har förutom massan av betongen även erhållit en "added mass". Elementstyheter o d beräknas med Euler-St Venant'sk balkteori. Andra ordningens teori inkluderas genom att kompressiva laster från däck och torn placeras i noderna.

2.3 Inspänning i botten

Plattformens inspänning i bottenmaterialet beskrivs av fjädrar och medsvängande massor, beräknade enl teorin för ett cirkulärt fundament vilande på ett halvoändligt medium. I <4> och <5> ges formlerna för fjäderstyvheter:

$$K_x, K_y = \frac{4 \cdot G \cdot R}{1 - \nu}$$

$$K_z = \frac{32 \cdot (1 - \nu) \cdot G \cdot R}{7 - 8 \cdot \nu}$$

$$K_\theta = \frac{8 \cdot G \cdot R^3}{3 \cdot (1 - \nu)}$$

$$K_\psi = 16/3 \cdot G \cdot R^3$$

Formlerna för medsvängande massor ser ut som följer.

$$M_z = 1.08 \cdot \rho \cdot R^3 / (1 - \nu)$$

$$M_x, M_y = 0.76 \cdot \rho \cdot R^3 / (2 - \nu)$$

$$M_\theta = 0.64 \cdot \rho \cdot R^5 / (1 - \nu)$$

$$M_\psi = 0.24 \cdot \rho \cdot R^5$$

G = jordartens skjuvmodul i Mpa.
 ρ = -"- densitet i ton/m³.
 ν = -"- tvärkontraktionstal.
 R = fundamentradie.

2.4 Dynamik

Tyvär klarar SFVIBAT inte av multipla egenfrekvenser, orsakade av t. ex. symmetri. Därför har strukturen måst störas. Exempelvis har fjäderstyvheten i x-led gjorts 5 % större, för att SFVIBAT ska kunna skilja den från y-styvheten.

Dämpningen i systemet är dels strukturell dels rent viskös. Som vanligt är den svår att uppskatta, men DnV har i <5> stipulerat att de tillsammans kan sättas til 5 % av den kritiska dämpningen.

För att mjukt svänga in plattformen till stationärt förlopp, har de 100 första sekunderna av vågkrafternas tidsserier multiplicerats med en "tapering"-funktion. Denna ökar linjärt från värdet 0.0 till 1.0 vid 100 sekunder. Därefter är den konstant lika med 1.0.

2.5 Enheter

Alla indata till GRAVPLAT har inte SI-systemet som bas. T ex anges densiteten hos bottenmaterialet i ton per kubikmeter.

Utdata har däremot meter, sekunder, newton etc som grundenheter. Detta medför att även SFVIBAT's utdata är baserade på SI-enheter.

3. INDATAGENERERING

3.1 Allmänt

Här följer en detaljerad beskrivning av hur indata till GRAVPLAT skrivs på en GUTS-area (Gothenburg University Terminal System). Innan inmatningens början är det bra att känna till några saker.

1. Varje grupp av indata föregås av en rubrik, t ex WAVE DATA, LOGICALS etc. Därefter kan variablerna skrivas i fritt format, dock måste ordningen inom gruppen bibehållas. Indatagrupperna behöver inte nödvändigtvis följa den ordning som återfinnes i manualen.

2. Indata, bestående av logiska-, reella- och heltals-variabler, kan kontrolleras med den kontrollutskrift som erhålls vid körning. Man kan då lätt upptäcka om t ex den förargliga decimalpunkten efter reella variabler kommit med eller ej.

3. En indatarad får inte bestå av fler än åtta variabler, åtskilda med ett mellanslag eller ett kommatecken.

4. De indatarader som är irrelevanta ska utelämnas.

5. För att användaren ska kunna skilja på variabeltyperna gäller följande:

- *heltalsvariabler begynner med bokstaven I eller N.
- *logiska variabler har L som första bokstav.
- *övriga variabler är reella.

I den efterföljande texten föregås varje indatarad av en '*'. I kapitel 4 finns dessutom indatafilerna till två st testkörningar, för att ytterligare förtydliga tillvägagångsättet.

3.2 Vågdata

För att kunna beskriva sjötillståndet runt plattformen börjar inmatningen med rubriken

* WAVE DATA .

Därefter ska vattendjupet DEPTH och vågtypen IW anges. Vågorna kan antingen bestå av en plan sinusvåg eller ett oregelbundet vågtåg, genererat ur ett typspektrum.

* DEPTH , IW

Om IW=1, vilket motsvarar en sinusvåg, ska amplituden SINAMP och perioden TIMAX skrivas på nästa rad.

* SINAMP , TIMAX

Härmed är indata för sinusvågen klara. I de fall IW=2, d v s ett vågspektrum ska beskrivas, krävs en mer komplicerad inmatning. Spektrumtypen beskrivs med variabeln

* IIR .

IIR kan anta värdet 1 t o m 4.

- IIR=1, motsvarar ett Pierson-Moskowitz-spektrum.

- IIR=2, "- Jonswapspektrum.

- IIR=3, "- "- ", där hänsyn tas till
strykningslängden.

- IIR=4, motsvarar ett ISSC-spektrum.

Om nu IIR=1 skrivs ytterligare två rader innehållande

* IPM

samt

* WIND/IBWIND/HS/TZ .

Inparametern till ett PM-spektrum består av antingen

vindhastigheten WIND i m/s (IPM=1),

vindstyrkan IBWIND i Beaufort (IPM=2),

signifikanta våghöjden HS i m (IPM=3) eller

nollgenomgångsperioden TZ i sek (IPM=4).

En av dessa ska väljas.

I de fall ett Jonswap-spektrum ska genereras, ska inparametrarna bestå av Phillips' parameter ALPHA, spetsighetsfaktorn GAMMA samt formfaktorn TAU och frekvensen för energimaximum FREQO i Hz enligt

* ALPHA , GAMMA , TAU , FREQO .

Är däremot IIR=3 krävs två rader,

* IJNF , FETCH

och

* WIND/IBWIND.

IJNF står för huruvida vindhastigheten i m/s, WIND (IJNF=1), eller vindstyrkan i Beaufort, IBWIND (IJNF=2), ska användas som indata. Variabeln FETCH ska ange stryklängden i km.

Slutligen kan även ett ISSC-spektrum skapas. Dataraden ska i så fall bestå av

* HS , TZ , ITZ.

HS = signifikant våghöjd i m.

TZ = nollgenomgångsperiod i sekunder.

ITZ kan anta värdet 1 eller 2. Om ITZ = 1, betyder det att spektrumet skapas m h a 1:a ordningens moment. Motsvarande gäller då ITZ =2 .

De olika spektrumtyperna finns utförligt beskrivna i <3> och <4>. GRAVPLAT kan som kontroll även plotta spektrumet, i de fall det skulle kunna vara av intresse (logiska variabler) .

3.3 Plattformens geometri

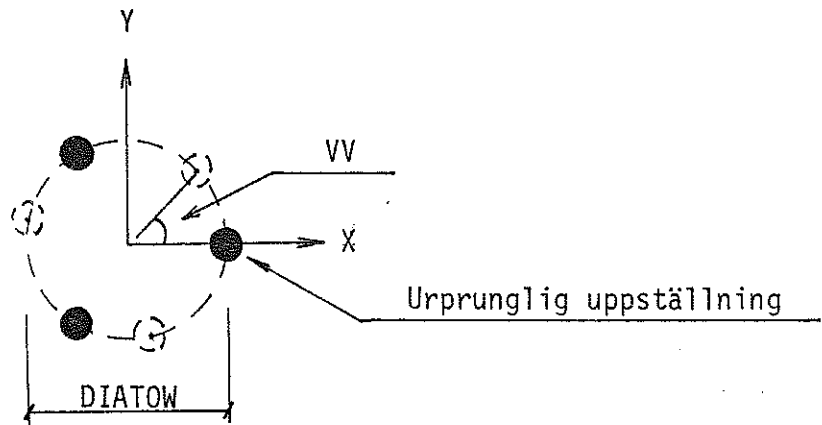
Efter rubriken

* PLATFORM DATA

ska gravitationsplattformens huvuddimensioner ges på raden

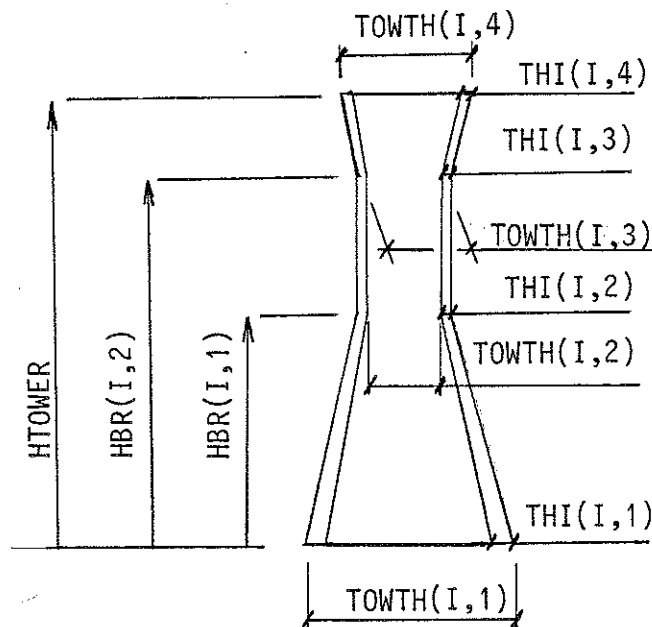
* DECKW , ITOWER , HTOWER , DIATOW , HCAIS , DCAIS , VV

Där anger DECKW däcksvikten i ton. ITOWER är antalet torn, HTOWER höjden på tornen samt DIATOW diametern på den cirkel, vilken tornen är placerade på. HCAIS betecknar höjden på den cirkulära cylinder som antas utgöra plattformens bottendel. DCAIS är diametern på densamma. VV är den vridningsvinkel i grader, som plattformen vrides.



Figur 3.1
Tornplacering

Varje torn ska sedan beskrivas med två rader. Här ska höjden till 1:a, HBR1, och 2:a, HBR2, "brytpunkten" i tornets ytterkontur anges. Vidare ska diametern TOWTH och vägg tjockleken THI ges i 4 punkter, se fig 3.2 .



Figur 3.2

För torn nummer I ska exempelvis skrivas

- * HBR(I,1) , HBR(I,2)
- * TOWTH(I,1) , THI(I,1) , TOWTH(I,2) , THI(I,2) , TOWTH(I,3) ,
THI(I,3) , TOWTH(I,4) , THI(I,4)

Mellan HBR1 och HBR2 gör programmet en tätare indelning. Därför bör dessa två punkter placeras på varsin sida om medelvattenytan, enär vågkrafterna är störst därkring.

3.4 Jordparametrar

För att kunna beskriva plattformens inspänning i undergrunden, skapar GRAVPLAT fjädrar och massor enligt formlerna i kap 3.

Efter överskriften

- * SOIL PARAMETERS

ska raden

- * RSOIL , GMODSO , SOILNY

komma.

GMODSO är jordens dynamiska skjuvmodul uttryckt i MPa, SOILNY ska vara tvärkontraktionstalet för samma jord. Slutligen ska RSOIL ange densiteten i ton/m³. För en kohesionsjord skrivs lämpligen totaldensiteten in, medan man för en friktionsjord ska sätta in effektivdensiteten, beroende på att vattnet inte hinner dränera undan i en kohesionsjord under snabba deformationsförlopp. (se <10>)

3.5 Transfer funktioner

Inmatningen av transferfunktionerna för horisontalkraft, TRANHF, och stjälpande moment, TRANOM, på bottendelen ska föregås av titeln

- * TRANSFER FUNCTIONS .

De dimensionslösa värdena kan ges för maximalt 20 frekvenser i intervallet 0.0-1.0 Hz. Mellan dessa värden interpolerar programmet rätlinjigt. OBSERVERA att frekvens(n+1) > frekvens(n).

Kontroll av att inmatningen skett rätt kan göras genom att begära plottning av våg spektrumet. då erhålls samtidigt transferfunktionerna.

Följ de formler som finns i kapitel 2 !!!!!!!

Först anges horisontalkraftens funktion.

- * NHF
- * TRANHF(1), TRFREQ(1), PHASE(1),TRANHF(2)PHASE(NHF)

Där NHF är antalet punkter och TRANHF(I) är transferfunktionens värde vid frekvensen TRFREQ(I). Fasvinkeln mellan våg och kraft ges för alla punkter med PHASE(I).

Motsvarande gäller för det stjälpande momentets funktion TRANOM vid frekvensen TRFREQM. Först kommer antalet punkter på kurvan

- * NOVMOM .

Därefter

- * TRANOM(1), TRFREQM(1), PHASEM(1)PHASEM(NOVMOM) .

Fasvinkeln PHASEM ska även den ges för varje frekvens.

3.6 Logiska variabler

Rubriken för denna grupp av indata är

- * LOGICAL .

De fyra logiska variabler som ska tilldelas antingen värdet .TRUE. eller .FALSE. är

- * LDIR , LCURR , LPSPEC , LTOLP .

LDIR tar hänsyn till om vågorna från ett spektrum ska riktnings spridas. LCURR anger om en strömprofil ska överlagras hastigheterna. LPSPEC styr plottning av spektrum och transferfunktioner. LTOLP anger till sist om hastighet, acceleration och vattenytans variation i origo ska plottas som funktion av tiden.

Normalt faller de av programmet genererade vågorna in från 0-riktningen, d v s LDIR = F. Då LDIR = T erhålls en riktnings spridning. Frekvens- uppdelningen av spektrumet göres samtidigt tätare, för att öka noggrannheten vid Swop-fördelningen runt 0-riktningen. Här kan både vindhastigheten WIND, i m/s, och vindstyrkan IBWIND, i Beaufort, användas som inparameter.

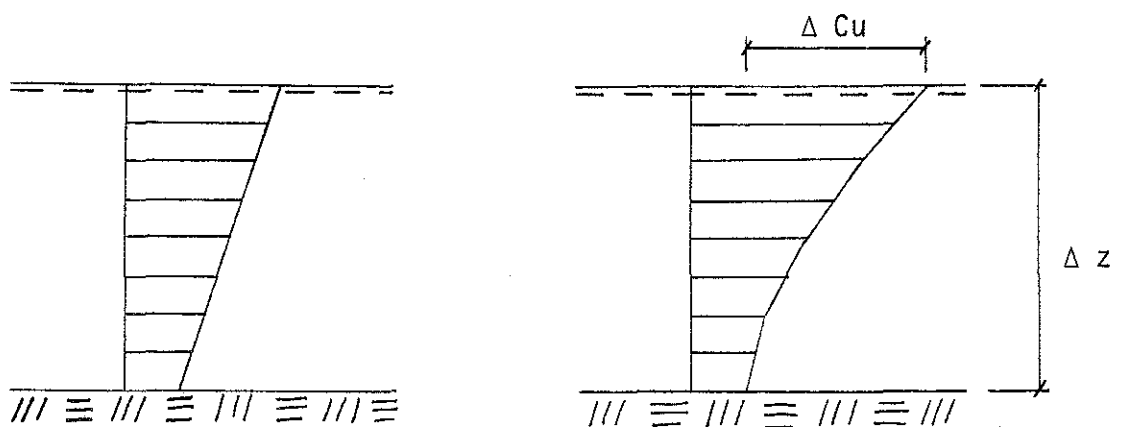
- * IWI
- * WIND/IBWIND

IWI kan ha värdet 1 (WIND) eller 2 (IBWIND). Observera att de ovanstående två raderna ska utelämnas om LDIR = F .

I programmet kan även en havsström simuleras. Det finns två olika strömprofiler att välja mellan, linjär eller exponentiell. I de fall LCURR = T , ska på nästa rad skrivas

* ICTYPE , CDIR , CU0 , CUB .

ICTYPE kan anta värdet 1 eller 2. En linjär profil skapas om ICTYPE = 1. ICTYPE = 2 medför att strömhastigheten avklingar exponentiellt mot botten. Se fig 3.3 . CDIR anger strömmens angreppsriktning, CU0 strömhastigheten i m/s vid ytan och CUB står antingen för stömhastigheten vid botten för en linjär profil eller avklingningskonstanten $\frac{\Delta Cu}{\Delta z}$ för en exponentiell.



Figur 3.3

Olika strömtyper

Som tidigare nämnts kan GRAVPLAT rita upp vågspektrumet som funktion av frekvensen. LPSPEC = T medför att såväl transferfunktionerna för kraft och stjälpmoment på bottendelen plottas i samma frekvensintervall som det aktuella spektrumet.

För att slutligen kontrollera vägtåget kan användaren sätta LTOLP = T . Då plottas vattenytans läge i origo, tillsammans med hastighet och acceleration, som funktion av tiden.

Indata är nu klara och ska avslutas med raden

* END OF DATA .

Skulle det finnas några oklarheter kan den som ska använda programmet studera de två testexemplen i kapitel 4.

4. TESTKÖRNINGAR

4.1 Allmänt

Indata till GRAVPLAT består inte av särskilt många rader. Utdata blir däremot svårhanterliga, eftersom det i alla noder, som befinner sig under vattenytan, ska anges 250 värden på våkraften. Enkel matematik ger att från outputens 6200 rader ska dras ifrån 200. De senare beskriver plattformen, medan de övriga enbart är våkrafter i noderna som funktion av tiden. Svårhanterligheten blir än större då riktningsspridning används. Då ökar antalet våkraftsrader till det dubbla.

I testexemplen här belastas samma plattform med två olika vågor. Först en plan sinusvåg, därefter belastas den med ett oregelbundet vågtåg orsakat av ett Jonswap-spektrum.

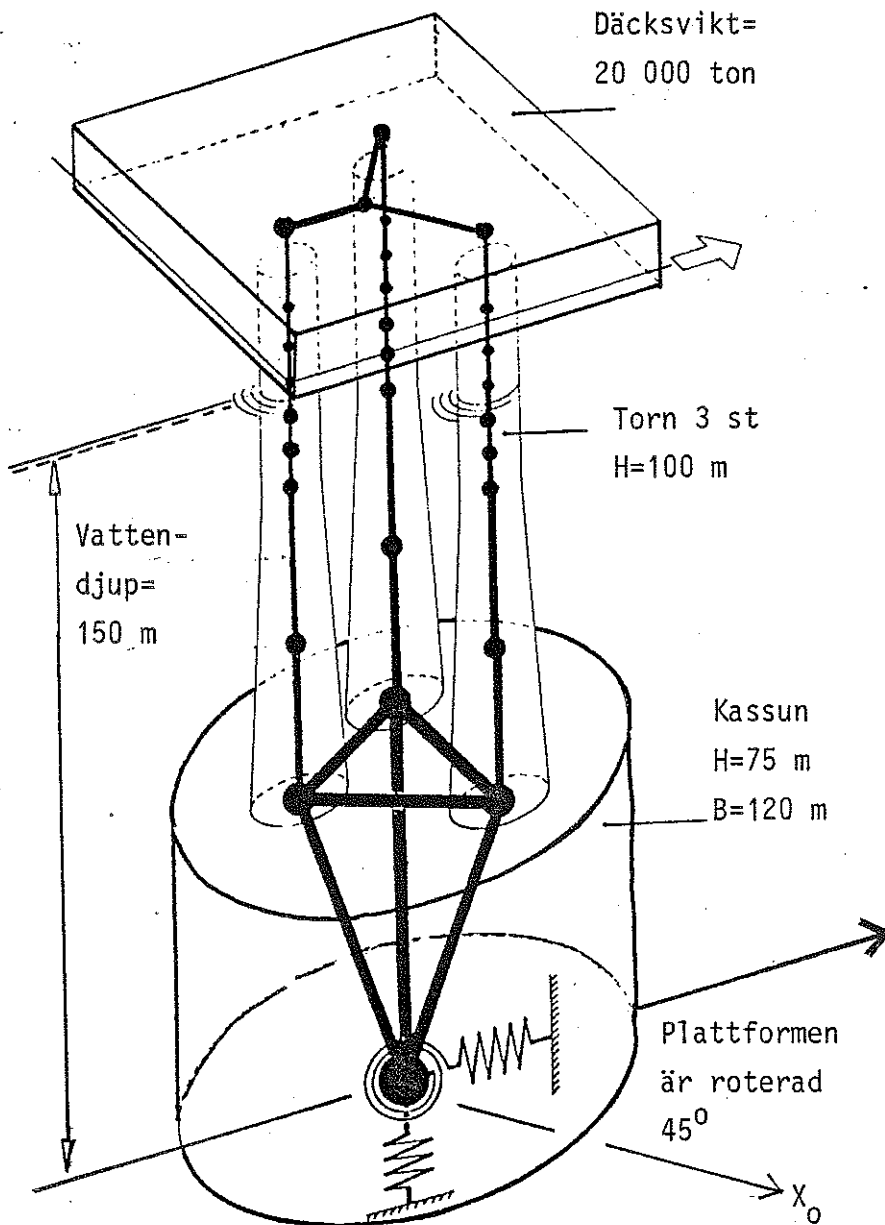
Utskrifter och plottar redovisas för båda exemplen. Utskrifterna består dels av en kontrollidel, som matas ut vid terminalen, dels av inputen till SFVIBAT. Den senare lagras, i denna version, på en skivpacke på Göteborgs Datacentral. Plottningarna hamnar på en GUTS-fil, och är avsedda att ritas av en Hewlett-Packard flatbäddspotter.

För att kunna köra SFVIBAT är det nödvändigt att hämta informationen från skivpacken till en GUTS-fil. I kapitel 5 visas ett sätt att använda SFVIBAT. Ska man däremot spänningskontrollera en plattform är det enklare att begära plottningar av snittkrafter i önskade punkter. Det sätt på vilket utdata analyserats i kapitel 5 är både klumpigt och tidsödande.

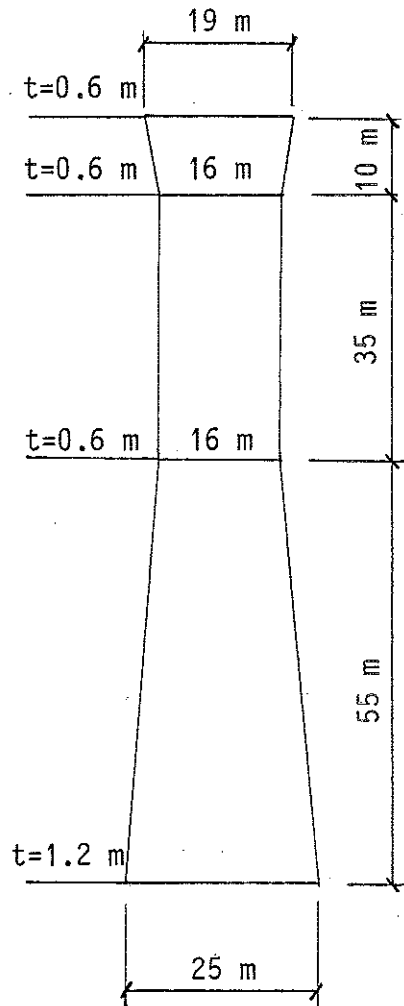
4.2 Plattformens utseende

Bilden från kapitel 2 är tänkt att förklara plattformens huvuddimensioner. Den existerar i och för sig inte, men huvuddragen är fullt tänkbara. Jordparametrarna som valts är dock verkliga. De är hämtade ur <10> för en plats med 150 m vattendjup, någonstans ute i Nordsjön. Bottenmaterialet har

- densitet 2.0 t/m^3 ,
- poissons tal 0.5 samt den
- dynamiska skjuvmodulen 13.5 MPa .



Figur 4.1 a
Plattformens huvuddimensioner



Figur 4.1 b
Huvuddimensioner torn

Bottenkassunens dimensioner har valts så att de transferfunktioner som finns i <8> kan användas. Elva värden på horisontalkraftens och åtta värden på det stjälpande momentets transferfunktioner är med i indata-filerna för de två testkörningarna. Fasvinkeln är 90° mellan våg och kraft. Våg och stjälpande moment ligger i fas. Listade in- och ut-filer följer..

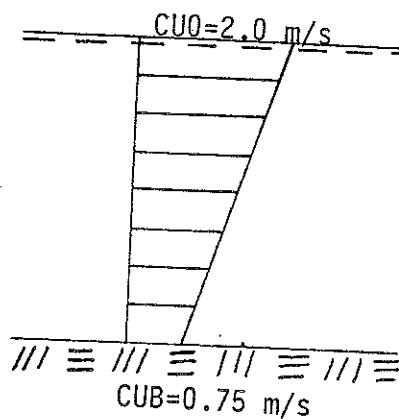
4.3 Plan sinusvåg

Först belastas den förut beskrivna plattformen med en sinusvåg. Våghöjden är 11 meter och perioden 11 sekunder. Om plottning av vågtåget begäres och en strömprofil enligt figur 4.2 adderas, ska indata se ut som följer.

```

00010 WAVE DATA
00020 150. 1
00030 11. 11.
00040 LOGICALS
0005C F T T F
00060 1 .0 2. .75
00070 PLATFORM DATA
00080 20000. 3 100. 50. 75. 120. 45.
00090 55. 90.
00100 20. 1.0 10. .5 10. .5 15. .6
00110 55. 90.
00120 25. 1.2 15. .6 15. .6 18. .5
00130 55. 90.
00140 25. 1.2 16. .6 16. .6 19. .6
00150 SOIL PARAMETERS
00160 2.0 13.5 .5
00170 TRANSFER FUNCTIONS
00171 11
00180 0. 0. 90. .872 .023 90.
00190 1.31 .033 90. 1.375 .039 90.
00200 1.31 .045 90. 1.187 .049 90.
00210 .851 .063 90. .68 .075 90.
00220 .408 .092 90. .22 .109 90.
00230 .0 .156 90.
00240 8
00250 0. 0. 0. .188 .017 0.
00260 .258 .033 0. .243 .043 0.
00270 .216 .048 0. .153 .057 0.
00280 .1 .063 0. 0. .075 0.
00290 END OF DATA

```



Figur 4.2

4.3.1 Utskrifter på terminal

```

0001
0002 **** GRAVPLAT. A GENERATOR OF INDATA*****
0003
0004
0005
0006 ***** WAVE DATA *****
0007
0008     THE WATER DEPTH IS 150. M.
0009
0010     A PLANE SINUSOIDAL WAVE IS CREATED.
0011
0012     THE WAVE AMPLITUDE IS 11.0 M
0013     AND THE PERIOD IS 11.0 S.
0014
0015
0016 ***** CURRENT? DIRECTIONAL SEA? PLOTS? ***
0017
0018     IRAND= 1
0019
0020     CURRENT WITH LINEAR PROFILE.
0021     CURRENT DIRECTION= 0.0 DEGREES.
0022     CURRENT VELOCITY AT THE SURFACE 2.00 M/S.
0023     *CURRENT VELOCITY AT THE BOTTOM 0.75 M/S.
0024
0025
0026 ***** PLATFORM DATA *****
0027
0028
0029     THE DECK WEIGHS 20000. TONS.
0030     THE 3 SHAFTS ARE 100.0 METRES HIGH.
0031
0032     THE BOTTOM CAISSON IS 75. METRES HIGH,
0033     AND HAS A DIAMETER OF 120. METRES.
0034     THE SHAFTS ARE PLACED ON A CIRCLE. D= 50. M.
0035
0036     THE PLATFORM IS ROTATED 45.0 DEGREES.
0037
0038     ** DATA OF SHAFT 1 **
0039
0040     BREAK POINT NO 1 IS 55.0 M
0041     AND BREAK POINT NO 2 IS 90.0 M
0042     ABOVE THE BOTTOM OF THE SHAFT.
0043
0044             DIAMETER             THICKNESS
0045
0046 SECTION NO 1      20.0 M             1.00 M
0047
0048 SECTION NO 2      10.0 M             0.50 M
0049
0050 SECTION NO 3      10.0 M             0.50 M
0051
0052 SECTION NO 4      15.0 M             0.60 M
0053
0054     ** DATA OF SHAFT 2 **
0055
0056     BREAK POINT NO 1 IS 55.0 M
0057     AND BREAK POINT NO 2 IS 90.0 M
0058     ABOVE THE BOTTOM OF THE SHAFT.
0059
0060             DIAMETER             THICKNESS
0061
0062 SECTION NO 1      25.0 M             1.20 M
0063
0064 SECTION NO 2      15.0 M             0.60 M
0065
0066 SECTION NO 3      15.0 M             0.60 M
0067
0068 SECTION NO 4      18.0 M             0.50 M
0069
0070 SECTION NO 1      25.0 M             1.20 M
0071
0072 SECTION NO 2      15.0 M             0.60 M
0073
0074 SECTION NO 3      15.0 M             0.60 M
0075
0076 SECTION NO 4      18.0 M             0.50 M
0077

```

00078 ** DATA OF SHAFT 3 **
 00079
 00080 BREAK POINT NO 1 IS 55.0 M
 00081 AND BREAK POINT NO 2 IS 90.0 M
 00082 ABOVE THE BOTTOM OF THE SHAFT.

	DIAMETER	THICKNESS
SECTION NO 1	25.0 M	1.20 M
SECTION NO 2	16.0 M	0.60 M
SECTION NO 3	16.0 M	0.60 M
SECTION NO 4	19.0 M	0.60 M

***** MATERIAL PARAMETERS *****

CONCRETE YOUNGS MODULUS= 30.0 GPA.
 POISSONS RATIO = 0.15
 SOIL PARAMETERS:
 DENSITY = 2.0 TONS/M3.
 SHEAR MODULUS = 13.5 MPA.
 POISSONS RATIO= 0.50

***** TRANSFER FUNCTIONS *****

TRANSFER FUNCTION FOR HORIZONTAL FORCES IS GIVEN FOR 11 FREQUENCIES.

POINT NR	FREQ <HZ>	TRAN. F	PHASE ANGLE <DEG>
1	0.000	0.000	90.0
2	0.023	0.872	90.0
3	0.033	1.310	90.0
4	0.039	1.375	90.0
5	0.045	1.310	90.0
6	0.049	1.187	90.0
7	0.063	0.851	90.0
8	0.075	0.680	90.0
9	0.092	0.408	90.0
10	0.109	0.220	90.0
11	0.156	0.000	90.0

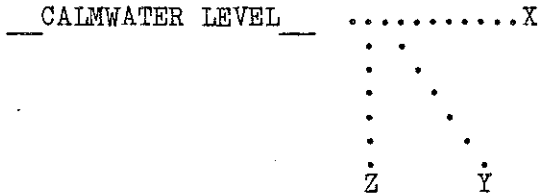
TRANSFER FUNCTION FOR OVERTURNING MOMENT IS GIVEN FOR 8 FREQUENCIES.

	FREQ	TRAN. F	PHASE ANGLE
1	0.000	0.000	0.0
2	0.017	0.188	0.0
3	0.033	0.258	0.0
4	0.043	0.243	0.0
5	0.048	0.216	0.0
6	0.057	0.153	0.0
7	0.063	0.100	0.0
8	0.075	0.000	0.0

=====
WAVEFIELD
=====

THIS PROGRAMME HAS BEEN DEVELOPED AT THE DEPARTMENT OF HYDRAULICS
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

COORDINATE SYSTEM USED IN THE PROGRAMME



THE DIRECTION 0. DEGREES IS EQUAL TO THE POSITIVE X-DIRECTION
THE MAIN WAVE DIRECTION IS 0. DEGREES
ANGLES ARE POSITIVE ANTI-CLOCKWISE

THE FOLLOWING ABBREVIATIONS ARE USED :

- ETA : WATER LEVEL
- U : VELOCITY IN X-DIRECTION
- V : VELOCITY IN Y-DIRECTION
- W : VELOCITY IN Z-DIRECTION
- DU : ACCELERATION IN X-DIRECTION
- DV : ACCELERATION IN Y-DIRECTION
- DW : ACCELERATION IN Z-DIRECTION
- P : DYNAMIC PRESSURE

INPUT DATA ARE MARKED WITH AN ASTERISK *

- * 00210
- * 00211
- * 00212
- 00213
- 00214
- 00215
- 00216 *WATER DEPTH 150. M
- 00217
- 00218 *DIAMETER OF SMALLEST OBJECT ON WICH FORCES ARE CALCULATED 1.00
- M
- 00219
- 00220 *TYPE OF WAVE : PLANE SINUSOIDAL

PLANE SINUSOIDAL WAVE

- 00221
- 00222
- 00223
- 00224
- 00225
- 00226 *WAVE AMPLITUDE 11.00 M
- 00227
- 00228 *WAVE PERIOD 11.00 S
- 00229
- 00230 FREQUENCY 0.09 HZ
- 00231
- 00232 ANGULAR FREQUENCY 0.57 HZ
- 00233
- 00234 TIMESTEP 1.00 S

00235 *COORDINATES FOR THE POINTS WHERE WAVE FIELD COMPONENTS
 00236 ARE TO BE CALCULATED
 00237
 00238
 00239

POINT NUMBER	X (M)	Y (M)	Z (M)
00240 8	17.68	17.68	-11.11
00241 9	-24.15	6.47	-11.11
00242 10	6.47	-24.15	-11.11
00243 11	17.68	17.68	-2.36
00244 12	-24.15	6.47	-2.36
00245 13	6.47	-24.15	-2.36
00246 14	17.68	17.68	6.39
00247 15	-24.15	6.47	6.39
00248 16	6.47	-24.15	6.39
00249 17	17.68	17.68	15.14
00250 18	-24.15	6.47	15.14
00251 19	6.47	-24.15	15.14
00252 20	17.68	17.68	33.75
00253 21	-24.15	6.47	33.75
00254 22	6.47	-24.15	33.75
00255 23	17.68	17.68	61.25
00256 24	-24.15	6.47	61.25
00257 25	6.47	-24.15	61.25

00296 *ONE WAVE TRAIN WILL BE CALCULATED, NO TAPERING FUNCTION IS APPLIED
 00297
 00298
 00299

00300 *THE EFFECT OF CURRENT WILL BE CONSIDERED IN THE CALCULATION OF THE
 00301 WAVE FIELD
 00302
 00303

00304
 00305
 00306
 00307 DURATION OF ONE WAVE TRAIN 11.0 S
 00308
 00309 TIMESTEP 1.00 S
 00310
 00311 NUMBER OF Timesteps USED 251

CURRENT

*CURRENT WITH LINEAR PROFILE

*CURRENT DIRECTION 0.0 DEGREES

*CURRENT VELOCITY AT THE SURFACE 2.00 M/S

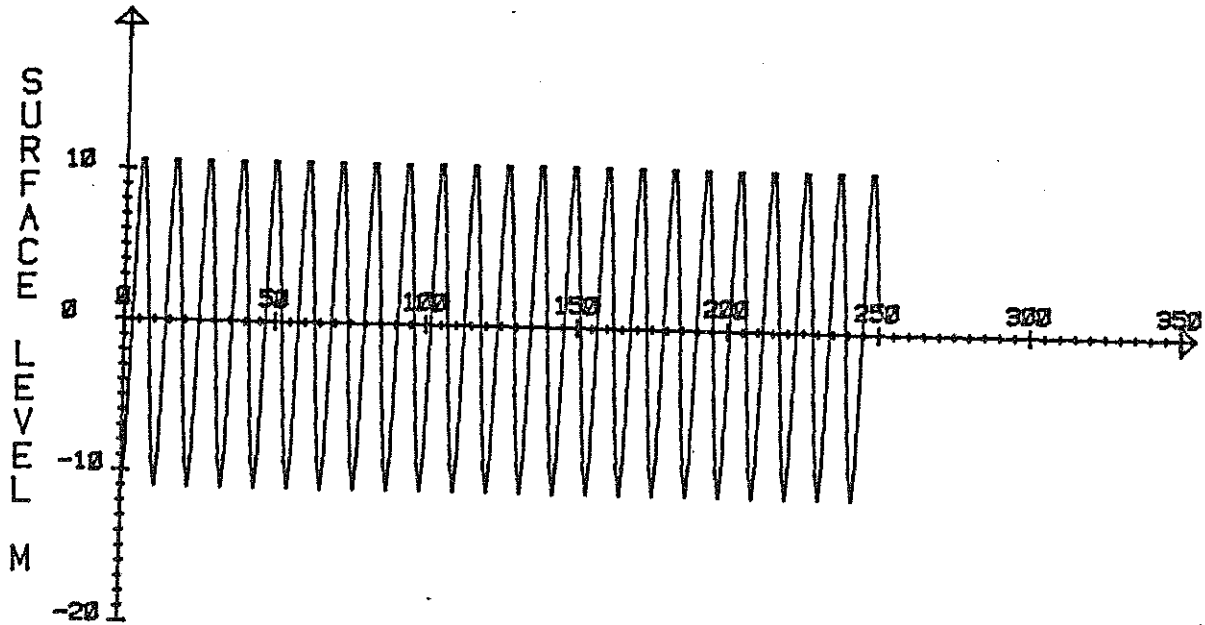
*CURRENT VELOCITY AT THE BOTTOM 0.75 M/S

CALCULATED CURRENT VELOCITIES

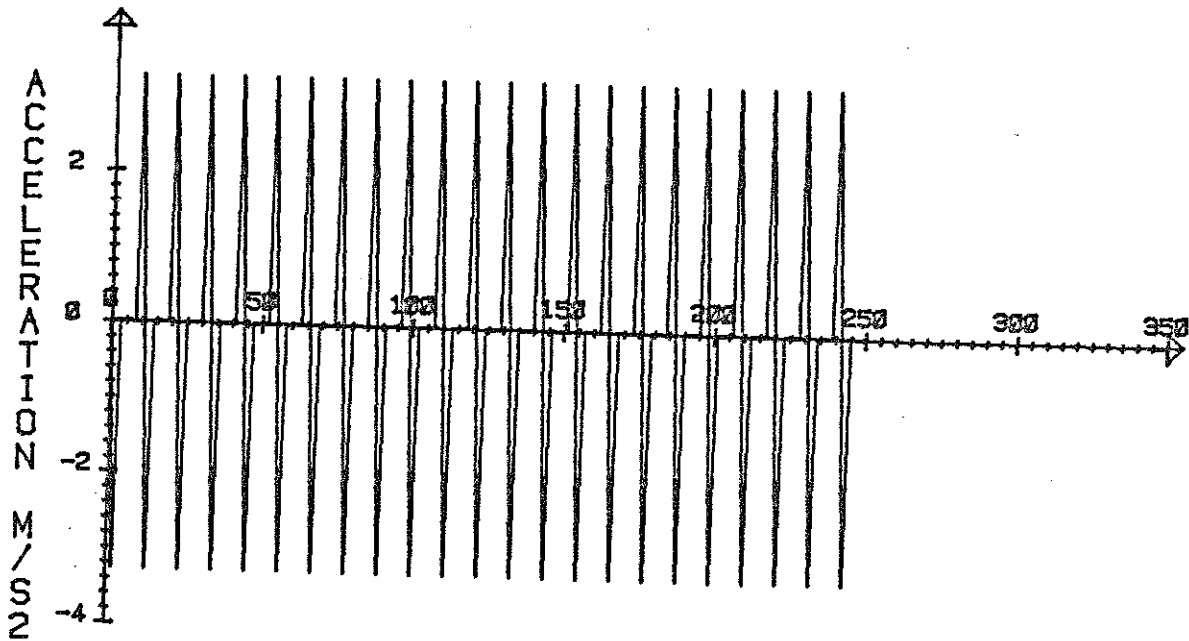
POINT NUMBER	U, X-DIRECTION M/S	V, Y-DIRECTION M/S
00329		
00330		
00331		
00332	8	2.09
00333		0.00
00334	9	2.09
00335		0.00
00336	10	2.09
00337		0.00
00338	11	2.02
00339		0.00
00340	12	2.02
00341		0.00
00342	13	2.02
00343		0.00
00344	14	1.95
00345		0.00
00346	15	1.95
00347		0.00
00348	16	1.95
00349		0.00
00350	17	1.87
00351		0.00
00352	18	1.87
00353		0.00
00354	19	1.87
00355		0.00
00356	20	1.72
00357		0.00
00358	21	1.72
00359		0.00
00360	22	1.72
00361		0.00
00362	23	1.49
00363		0.00
00364	24	1.49
00365		0.00
00366	25	1.49
00367		0.00
00368	26	1.38
00369		0.00
00370	27	1.38
00371		0.00
00372	28	1.38
00373		0.00
00374	29	0.75
00375		0.00
00376	30	2.00
		0.00

4.3.2 Plottningar

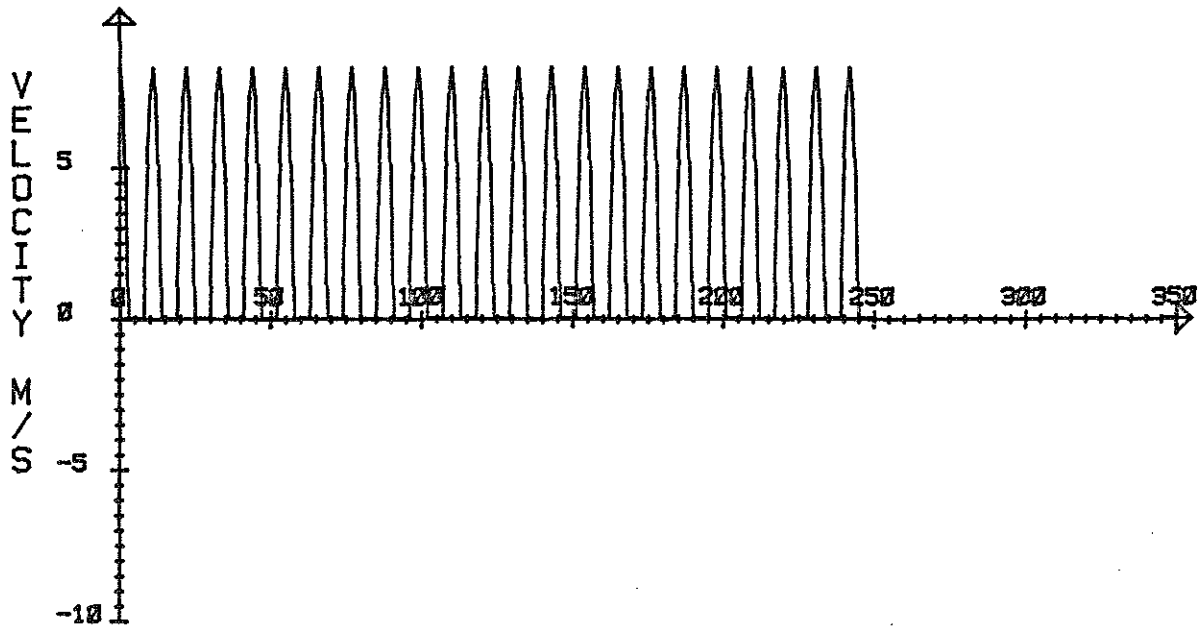
LEVEL OF WATER SURFACE FOR POINT NR 30



ACCELERATION IN X-DIRECTION FOR POINT NR 30



VELOCITY IN X-DIRECTION FOR POINT NR 30



4.4 Oregelbunden våg

I denna andra testkörning har ett Jonswap-spektrum, med inparametrarna $\alpha = 0.0121$, $\tau = .0829$, $f_0 = 0.080$ Hz och $\gamma = 2.26$, skapats.

För att simulera riktnings-spridningen antas att vinden blåser med 30 m/s.

Indatafil:

```

00010 WAVE DATA
00020 150. 2
00030 2
00040 .0121 2.26 .0829 .080
00060 LOGICALS
00070 T F T T
00071 1
00072 30.
00080 PLATFORM DATA
00090 20000. 3 100. 50. 75. 120. 45.
00100 55. 90.
00110 20. 1.0 10. .5 10. .5 15. .6
00120 55. 90.
00130 25. 1.2 15. .6 15. .6 18. .5
00140 55. 90.
00150 25. 1.2 16. .6 16. .6 19. .6
00160 SOIL PARAMETERS
00170 2.0 13.5 .5
00180 TRANSFER FUNCTIONS
00190 11
00200 0. 0. 90. .872 .023 90.
00210 1.31 .033 90. 1.375 .039 90.
00220 1.31 .045 90. 1.187 .049 90.
00230 .851 .063 90. .68 .075 90.
00240 .408 .092 90. .22 .109 90.
00250 .0 .156 90.
00260 8
00270 0. 0. 0. .188 .017 0.
00280 .258 .033 0. .243 .043 0.
00290 .216 .048 0. .153 .057 0.
00300 .1 .063 0. 0. .075 0.
00310 END OF DATA

```


4.4.1 Utskrifter på terminal

```

00001
00002 **** GRAVPLAT. A GENERATOR OF INDATA*****
00003
00004
00005
00006 ***** WAVE DATA *****
00007
00008 THE WATER DEPTH IS 150. M.
00009
00010 TYPE OF SPECTRUM:
00011
00012 JONSWAP.
00013
00014
00015 *PHILLIP'S PARAMETER, ALFA 0.012100
00016 *PEAKEDNESS PARAMETER, GAMMA 2.260
00017 *SHAPE PARAMETER, TAU 0.083
00018 *FREQUENCY FOR THE PEAK OF THE PM SPECTRUM 0.080 HZ
00019
00020
00021 ***** CURRENT? DIRECTIONAL SEA? PLOTS? ***
00022
00023 IRAND= 1
00024
00025 DIRECTIONAL SPREAD -YES.
00026
00027 INPUT: WIND SPEED= 30.0 M/S.
00028
00029 THE WAVE SPECTRUM IS TO BE PLOTTED
00030
00031
00032 ***** PLATFORM DATA *****
00033
00034
00035 THE DECK WEIGHS 20000. TONS.
00036 THE 3 SHAFTS ARE 100.0 METRES HIGH.
00037
00038 THE BOTTOM CAISSON IS 75. METRES HIGH,
00039 AND HAS A DIAMETER OF 120. METRES.
00040 THE SHAFTS ARE PLACED ON A CIRCLE. D= 50. M.
00041
00042 THE PLATFORM IS ROTATED 45.0 DEGREES.
00043
00044 ** DATA OF SHAFT 1 **
00045
00046 BREAK POINT NO 1 IS 55.0 M
00047 AND BREAK POINT NO 2 IS 90.0 M
00048 ABOVE THE BOTTOM OF THE SHAFT.
00049
00050 DIAMETER THICKNESS
00051
00052
00053 SECTION NO 1 20.0 M 1.00 M
00054
00055 SECTION NO 2 10.0 M 0.50 M
00056
00057 SECTION NO 3 10.0 M 0.50 M
00058
00059 SECTION NO 4 15.0 M 0.60 M
00060
00061
00062 ** DATA OF SHAFT 2 **
00063
00064 BREAK POINT NO 1 IS 55.0 M
00065 AND BREAK POINT NO 2 IS 90.0 M
00066 ABOVE THE BOTTOM OF THE SHAFT.
00067
00068 DIAMETER THICKNESS
00069
00070
00071 SECTION NO 1 25.0 M 1.20 M
00072
00073 SECTION NO 2 15.0 M 0.60 M
00074
00075 SECTION NO 3 15.0 M 0.60 M
00076
00077 SECTION NO 4 18.0 M 0.50 M
00078
00079
00080
00081
00082

```

00084 ** DATA OF SHAFT 3 **
 00085
 00086 BREAK POINT NO 1 IS 55.0 M
 00087 AND BREAK POINT NO 2 IS 90.0 M
 00088 ABOVE THE BOTTOM OF THE SHAFT.
 00089

	DIAMETER	THICKNESS
00090		
00091		
00092		
00093	SECTION NO 1 25.0 M	1.20 M
00094		
00095		
00096	SECTION NO 2 16.0 M	0.60 M
00097		
00098		
00099	SECTION NO 3 16.0 M	0.60 M
00100		
00101		
00102	SECTION NO 4 19.0 M	0.60 M
00103		
00104		

00105 ***** MATERIAL PARAMETERS *****

00106
 00107 CONCRETE YOUNGS MODULUS= 30.0 GPA.
 00108 POISSONS RATIO = 0.15
 00109

00110 SOIL PARAMETERS:

00111 DENSITY = 2.0 TONS/M3.
 00112 SHEAR MODULUS = 13.5 MPA.
 00113 POISSONS RATIO= 0.50
 00114

00115 ***** TRANSFER FUNCTIONS *****

00116
 00117 TRANSFER FUNCTION FOR HORIZONTAL FORCES IS GIVEN FOR 11 FREQUENCIES.
 00118

POINT NR	FREQ <HZ>	TRAN. F	PHASE ANGLE <DEG>
00121			
00122	1	0.000	90.0
00123			
00124	2	0.023	90.0
00125			
00126	3	0.033	90.0
00127			
00128	4	0.039	90.0
00129			
00130	5	0.045	90.0
00131			
00132	6	0.049	90.0
00133			
00134	7	0.063	90.0
00135			
00136	8	0.075	90.0
00137			
00138	9	0.092	90.0
00139			
00140	10	0.109	90.0
00141			
00142	11	0.156	90.0
00143			
00144			
00145			

00146 TRANSFER FUNCTION FOR OVERTURNING MOMENT IS GIVEN FOR 8 FREQUENCIES.
 00147

POINT NR	FREQ <HZ>	TRAN. F	PHASE ANGLE <DEG>
00148			
00149	1	0.000	0.0
00150			
00151	2	0.017	0.0
00152			
00153	3	0.033	0.0
00154			
00155	4	0.043	0.0
00156			
00157	5	0.048	0.0
00158			
00159	6	0.057	0.0
00160			
00161	7	0.063	0.0
00162			
00163	8	0.075	0.0
00164			
00165			
00166			
00167			
00168			
00169			
00170			

00172
 00173
 00174
 00175
 00176
 00177
 00178
 00179
 00180
 00181
 00182
 00183
 00184
 00185
 00186
 00187
 00188
 00189
 00190
 00191
 00192
 00193
 00194
 00195
 00196
 00197
 00198
 00199
 00200
 00201
 00202
 00203
 00204
 00205
 00206
 00207
 00208
 00209
 00210
 00211
 00212
 00213
 00214
 00215
 00216

=====
 WAVEFIELD
 =====

THIS PROGRAMME HAS BEEN DEVELOPED AT THE DEPARTMENT OF HYDRAULICS
 CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

COORDINATE SYSTEM USED IN THE PROGRAMME

```

  CALMWATER LEVEL  .....X
                   .  .
                   .  .
                   .  .
                   .  .
                   .  .
                   .  .
                   .  .
                   .  .
                   Z    Y
  
```

THE DIRECTION 0. DEGREES IS EQUAL TO THE POSITIVE X-DIRECTION
 THE MAIN WAVE DIRECTION IS 0. DEGREES
 ANGLES ARE POSITIVE ANTI-CLOCKWISE

THE FOLLOWING ABBREVIATIONS ARE USED :

ETA : WATER LEVEL
 U : VELOCITY IN X-DIRECTION
 V : VELOCITY IN Y-DIRECTION
 W : VELOCITY IN Z-DIRECTION
 DU : ACCELERATION IN X-DIRECTION
 DV : ACCELERATION IN Y-DIRECTION
 DW : ACCELERATION IN Z-DIRECTION
 P : DYNAMIC PRESSURE

INPUT DATA ARE MARKED WITH AN ASTERISK *

00217 *
 00218 *
 00219 *
 00220
 00221
 00222
 00223 *WATER DEPTH 150. M
 00224 *DIAMETER OF SMALLEST OBJECT ON WHICH FORCES ARE CALCULATED 1.00
 00225
 00226 *TYPE OF WAVE : IRREGULAR
 00227

ENERGY SPECTRUM

00228
 00229
 00230
 00231
 00232
 00233 *JONSWAP SPECTRUM, EFFECT OF FETCH LENGTH IS NOT CONSIDERED
 00234
 00235
 00236 *INPUT PARAMETERS :
 00237
 00238
 00239 *PHILLIP'S PARAMETER, ALFA 0.012100
 00240 *PEAKEDNESS PARAMETER, GAMMA 2.260
 00241 *SHAPE PARAMETER, TAU 0.083
 00242 *FREQUENCY FOR THE PEAK OF THE PM SPECTRUM 0.080 HZ
 00243

00244
 00245 SPECTRUM COMPONENTS SMALLER THAN 1.0 PERCENT OF THE PEAK ARE
 00246 DISCARDED
 00247 OF THE INITIAL 1000 FREQUENCIES NR 51 TO 219 REMAIN
 00248

00249
 00250 MAX ENERGY IN THE SPECTRUM 147.6 M2/S
 00251

00252
 00253 SIGNIFICANT WAVE HEIGHT AND ZERO CROSSING PERIOD CALCULATED FROM
 00254 OTH AND 2ND MOMENT OF WAVE ENERGY SPECTRUM
 00255

00256 HS = 4*SQRT(M0) 8.8 M
 00257 T2 = SQRT(M0/M2) 9.5 S
 00258

00259
 00260 VARIANCE OF WATER LEVEL 4.79 M2
 00261 SHOULD BE APPROXIMATELY EQUAL WITH
 00262 OTH MOMENT OF ENERGY SPECTRUM 4.71 M2
 00263

00264 *A SPECTRUM WITH DIRECTIONAL SPREAD IS SIMULATED

00265 DIRECTIONAL SPREAD OF ENERGY
 00266 -----
 00267

00268
 00269 *DIRECTIONAL SPREAD OF ENERGY ACCORDING TO THE SWOP DISTRIBUTION
 00270

00271 *WIND SPEED 30.0 M/S
 00272

00273 *THE SAME RANDOM VARIABLES ARE USED IN EACH SIMULATION, IT CAN BE
 00274 REPRODUCED EXACTLY ANY NUMBER OF TIMES
 00275

00276
 00277 RESULT OF THE ENERGY DISTRIBUTION AS PERCENT OF THE TOTAL ENERGY
 00278 IN EACH DIRECTION INTERVAL (THE DIRECTION 0. DEGREES IS
 00279 THE MAIN WAVE DIRECTION) :
 00280

00281
 00282
 00283

ANGLE (DEGREES)	ENERGY (PERCENT)	0	20	40	60	80	10
	*.....*.....*.....*					

00284
 00285
 00286
 0
 00287

00288	-90. - -80.	2.0
00289	-80. - -70.	3.9
00290	-70. - -60.	4.0
00291	-60. - -50.	8.2
00292	-50. - -40.	4.2
00293	-40. - -30.	3.9
00294	-30. - -20.	11.1
00295	-20. - -10.	8.3
00296	-10. - 0.	12.7
00297	0. - 10.	6.1
00298	10. - 20.	12.2
00299	20. - 30.	8.0
00300	30. - 40.	5.5
00301	40. - 50.	1.0
00302	50. - 60.	6.1
00303	60. - 70.	1.2
00304	70. - 80.	0.4
00305	80. - 90.	1.0

00306
 00307
 00308
 00309
 00310
 00311
 00312
 00313
 00314
 00315
 00316
 00317
 00318
 00319
 00320
 00321
 00322
 00323

00324 *COORDINATES FOR THE POINTS WHERE WAVE FIELD COMPONENTS
 00325 ARE TO BE CALCULATED
 00326
 00327
 00328

POINT NUMBER	X (M)	Y (M)	Z (M)
00329			
00330			
00331			
00332			
00333	8	17.68	17.68
00334			-11.11
00335			
00336	9	-24.15	6.47
00337			-11.11
00338			
00339	10	6.47	-24.15
00340			-11.11
00341			
00342	11	17.68	17.68
00343			-2.36
00344			
00345	12	-24.15	6.47
00346			-2.36
00347			
00348	13	6.47	-24.15
00349			-2.36
00350			
00351	14	17.68	17.68
00352			6.39
00353			
00354	15	-24.15	6.47
00355			6.39
00356			
00357	16	6.47	-24.15
00358			6.39
00359			
00360	17	17.68	17.68
00361			15.14
00362			
00363	18	-24.15	6.47
00364			15.14
00365			
00366	19	6.47	-24.15
00367			15.14
00368			
00369	20	17.68	17.68
00370			33.75
00371			
00372	21	-24.15	6.47
00373			33.75
00374			
00375	22	6.47	-24.15
00376			33.75
00377			
00378	23	17.68	17.68
00379			61.25
00380			
00381	24	-24.15	6.47
00382			61.25
00383			
00384	25	6.47	-24.15
			61.25

00385 *ONE WAVE TRAIN WILL BE CALCULATED, NO TAPERING FUNCTION IS APPLIED
 00386
 00387
 00388
 00389

00390 *NO EFFECT OF CURRENT WILL BE CONSIDERED IN THE CALCULATION OF THE
 00391 WAVE FIELD
 00392
 00393
 00394

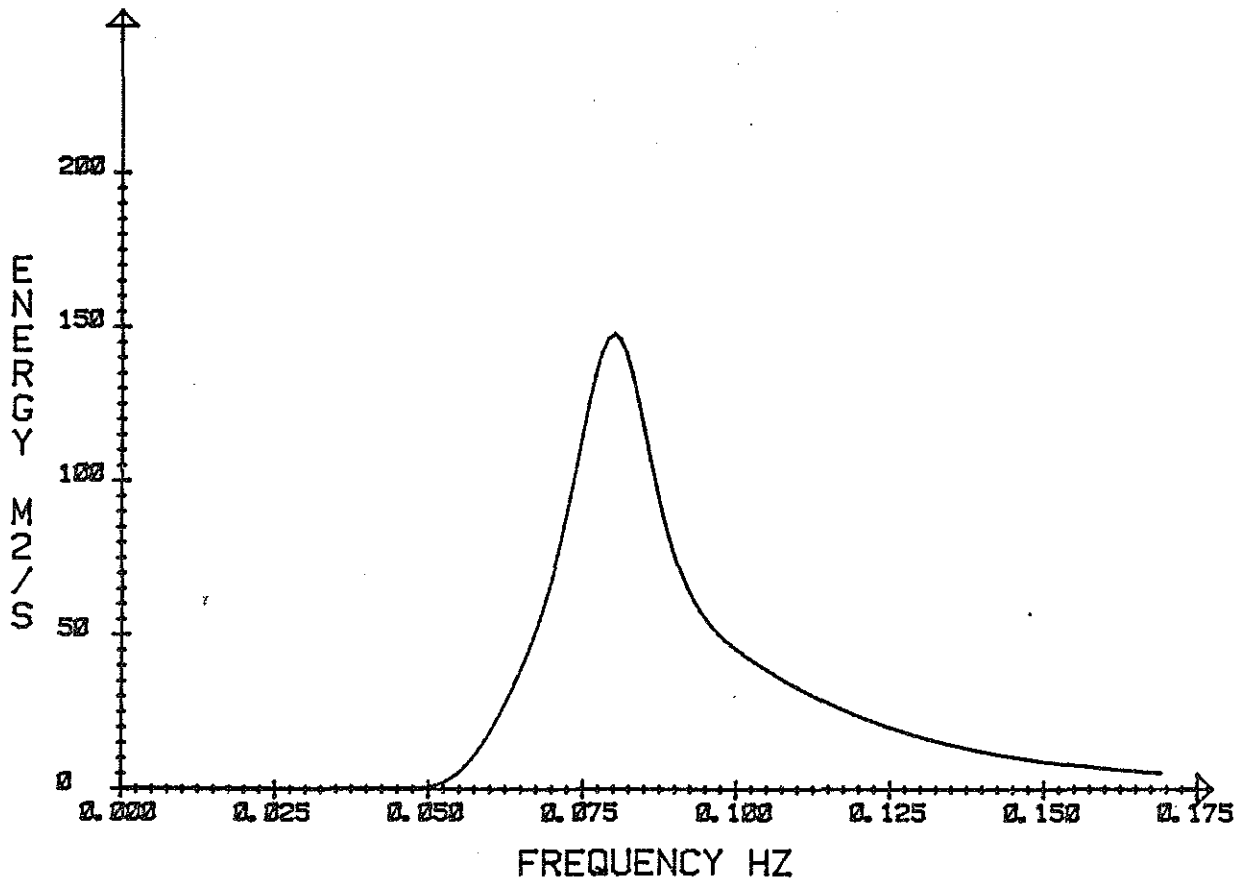
00395 DURATION OF ONE WAVE TRAIN 200.0 S
 00396

00397 TIMESTEP 1.00 S
 00398

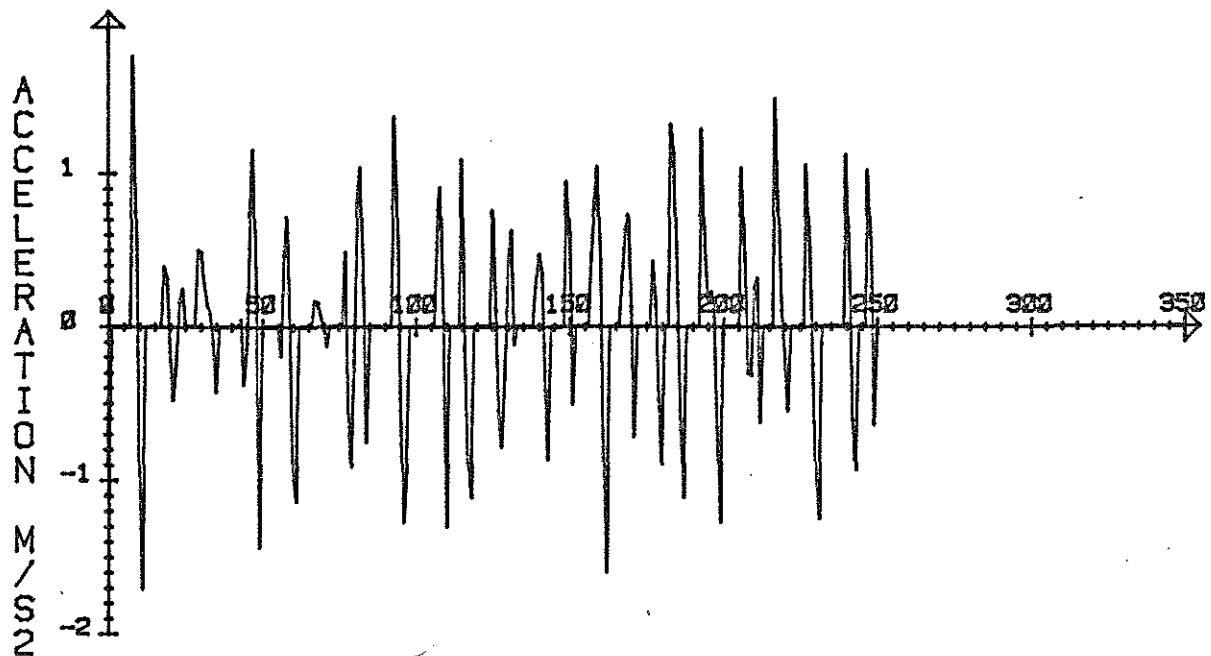
00399 NUMBER OF TIMESTEPS USED 251
 00400

4.4.2 Plottningar

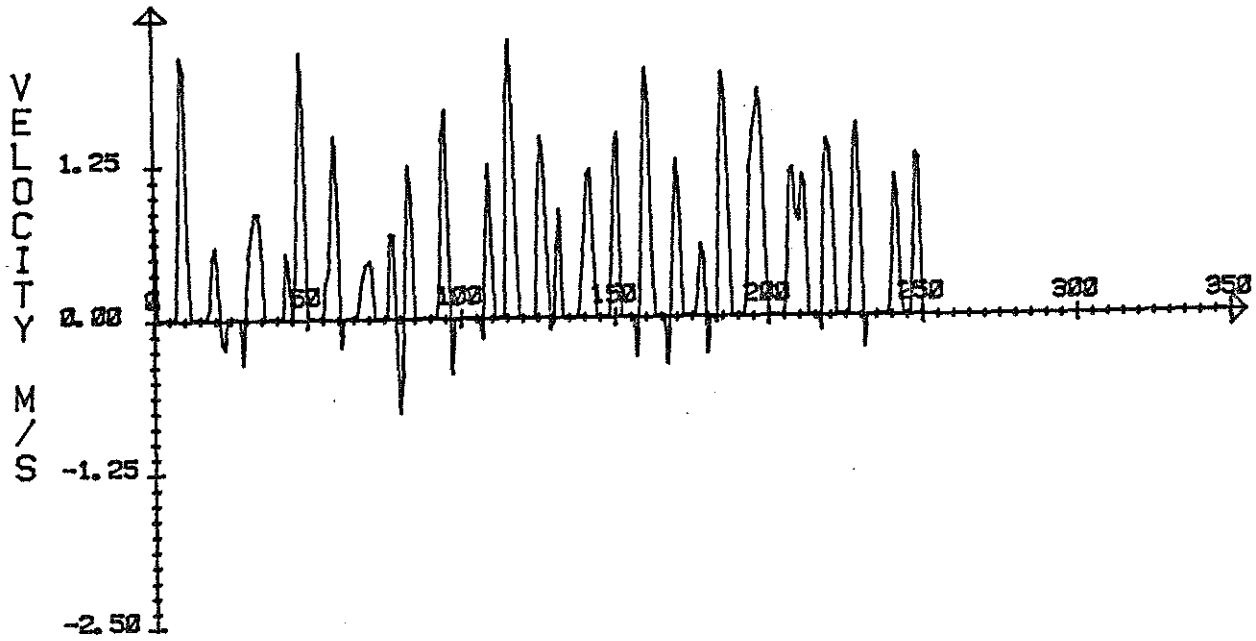
ENERGY OF JONSWAP SPECTRUM, NO FETCH



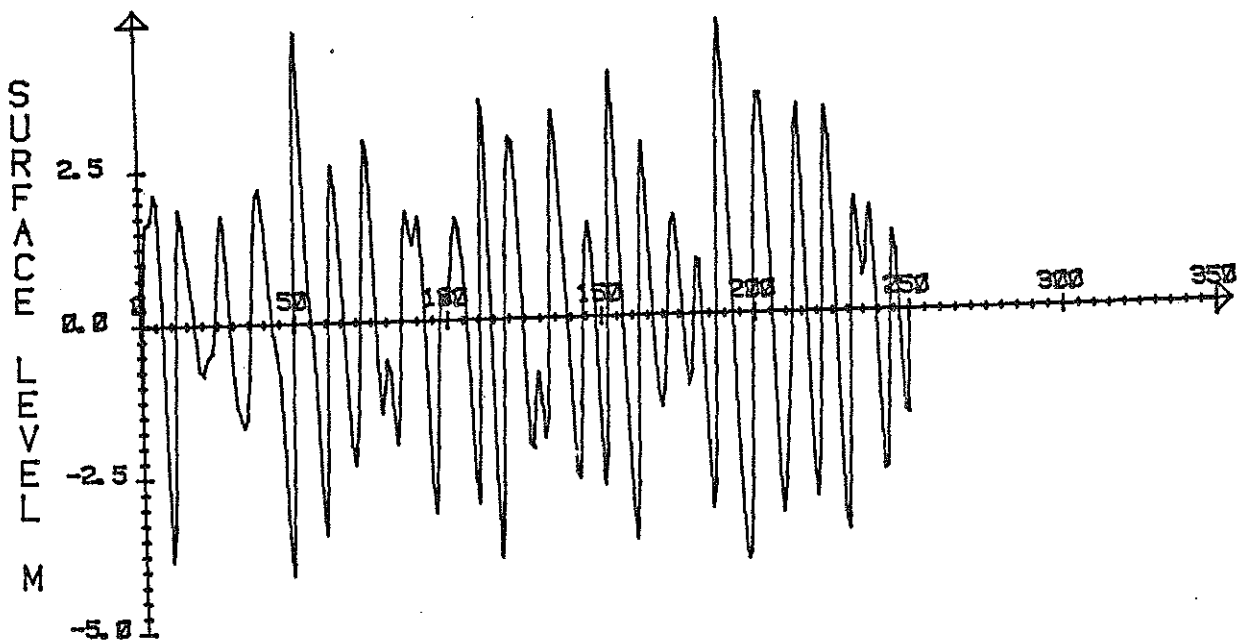
ACCELERATION IN X-DIRECTION FOR POINT NR 30



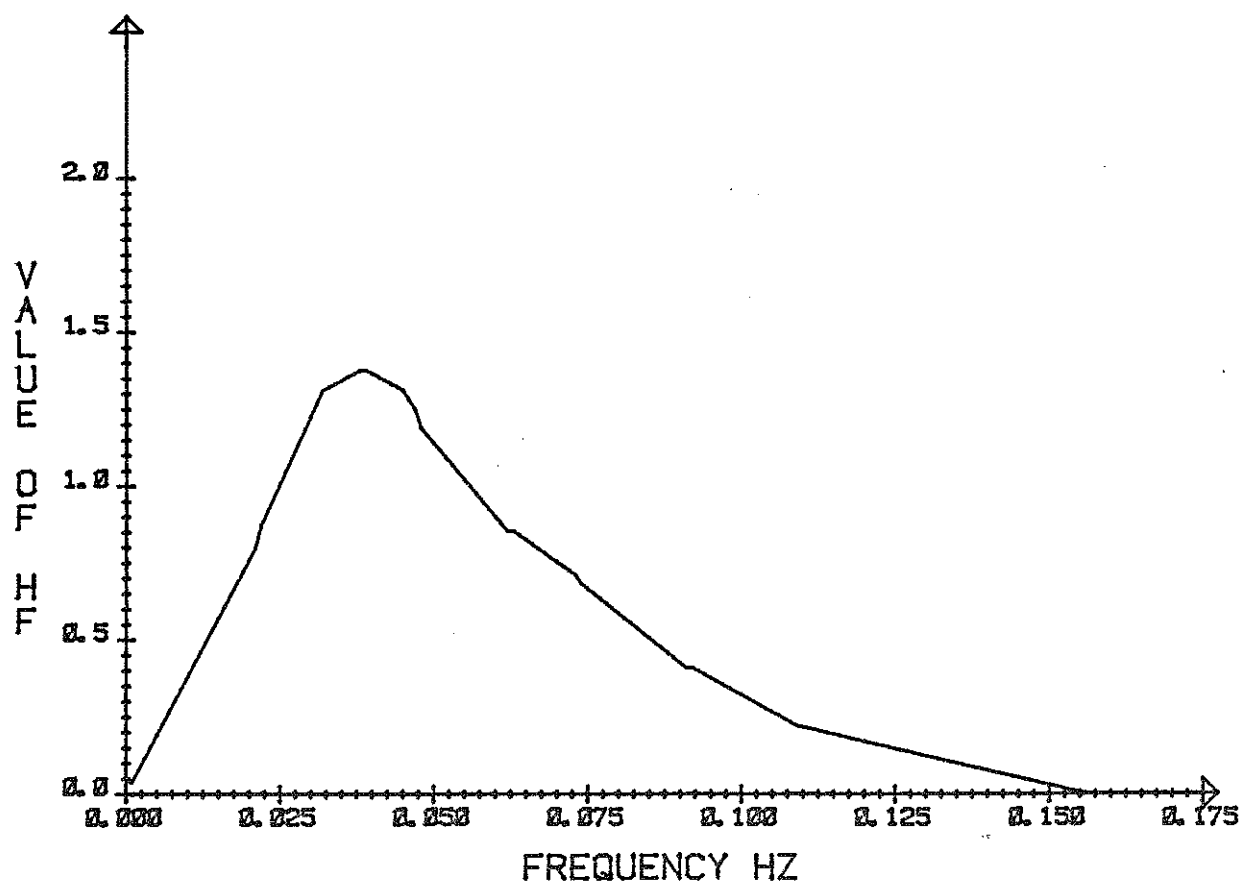
VELOCITY IN X-DIRECTION FOR POINT NR 30



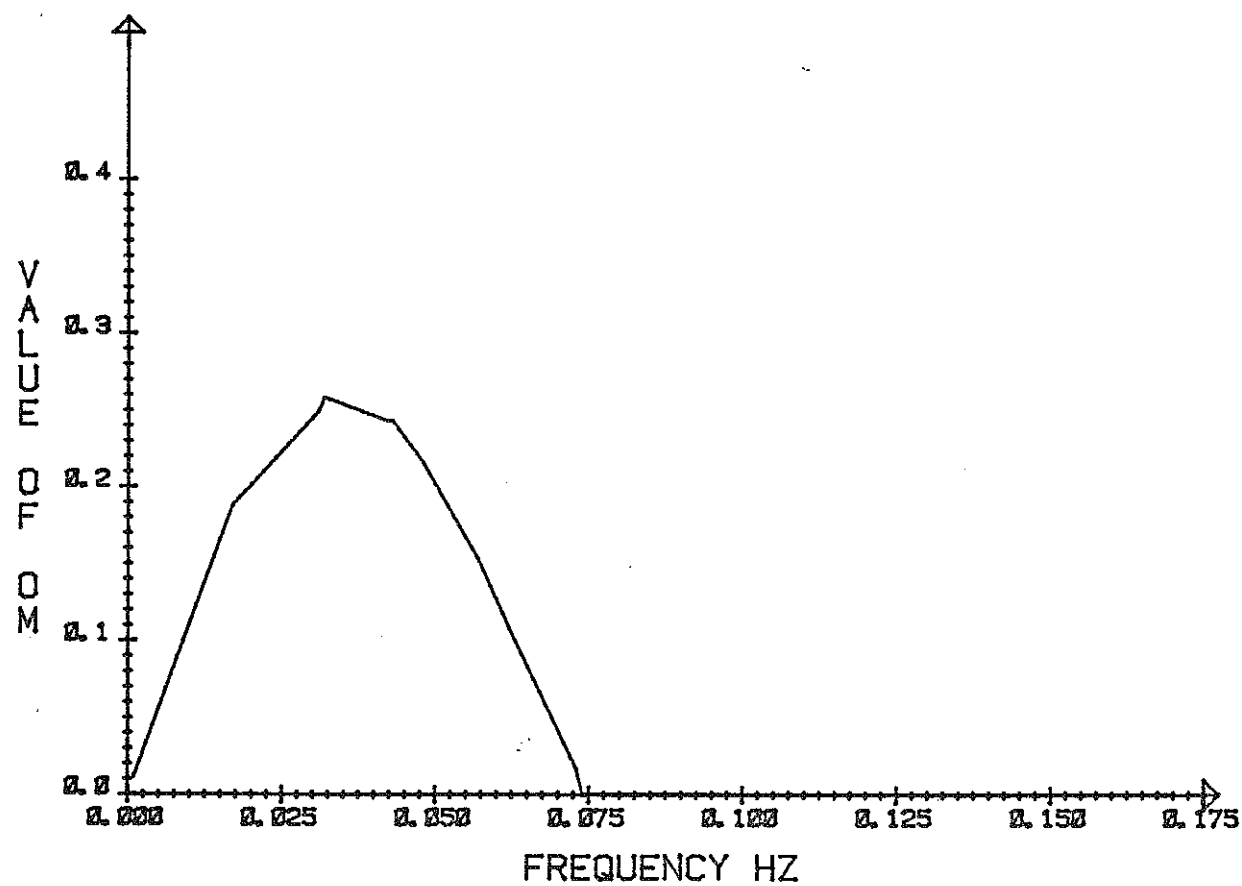
LEVEL OF WATER SURFACE FOR POINT NR 30



TRANSFER FUNCTION: FH



TRANSFER FUNCTION: OM



4.5 Utskrifter på skivpacke

Naturligtvis är indata för rymdramen till SFVIBAT exakt lika i båda testkörningarna. Det enda som skiljer dem åt är antalet rader med vågkrafter. För sinusvågen erhöles ungefär 6 000 rader, medan det spektrumgenererade bestod av 11 000. Dessa rader får givetvis inte plats i denna skrift, och har därför strukits.

00001 INDATA TO SFVIBAT HAS BEEN CREATED BY GRAVPLAT

00002 JOINT COORDINATES

00003	1	0.00	0.00	-25.00
00004	2	17.68	17.68	-25.00
00005	3	-24.15	6.47	-25.00
00006	4	6.47	-24.15	-25.00
00007	5	17.68	17.68	-17.50
00008	6	-24.15	6.47	-17.50
00009	7	6.47	-24.15	-17.50
00010	8	17.68	17.68	-11.11
00011	9	-24.15	6.47	-11.11
00012	10	6.47	-24.15	-11.11
00013	11	17.68	17.68	-2.36
00014	12	-24.15	6.47	-2.36
00015	13	6.47	-24.15	-2.36
00016	14	17.68	17.68	6.39
00017	15	-24.15	6.47	6.39
00018	16	6.47	-24.15	6.39
00019	17	17.68	17.68	15.14
00020	18	-24.15	6.47	15.14
00021	19	6.47	-24.15	15.14
00022	20	17.68	17.68	33.75
00023	21	-24.15	6.47	33.75
00024	22	6.47	-24.15	33.75
00025	23	17.68	17.68	61.25
00026	24	-24.15	6.47	61.25
00027	25	6.47	-24.15	61.25
00028	26	17.68	17.68	75.00
00029	27	-24.15	6.47	75.00
00030	28	6.47	-24.15	75.00
00031	29	0.00	0.00	150.00

00032 MEMBER INCIDENCES AND ORIENTATIONS

00033	1	1	2	0.00
00034	2	1	3	0.00
00035	3	1	4	0.00
00036	4	2	5	90.00
00037	5	3	6	90.00
00038	6	4	7	90.00
00039	7	5	8	90.00
00040	8	6	9	90.00
00041	9	7	10	90.00
00042	10	8	11	90.00
00043	11	9	12	90.00
00044	12	10	13	90.00
00045	13	11	14	90.00
00046	14	12	15	90.00
00047	15	13	16	90.00
00048	16	14	17	90.00
00049	17	15	18	90.00
00050	18	16	19	90.00
00051	19	17	20	90.00
00052	20	18	21	90.00
00053	21	19	22	90.00
00054	22	20	23	90.00
00055	23	21	24	90.00
00056	24	22	25	90.00
00057	25	23	26	90.00
00058	26	24	27	90.00
00059	27	25	28	90.00
00060	28	26	27	0.00
00061	29	26	29	83.66
00062	30	27	28	0.00
00063	31	27	29	203.66
00064	32	28	26	0.00
00065	33	28	29	323.66

00066	MEMBER PROPERTIES	.23194E+02	.42809E+03	.42809E+03	.85618E+03
00067	0.300000E+11	0.130435E+11	0.000000E+00	0.000000E+00	
00068	1 TO 3				
00069	MEMBER PROPERTIES	.23194E+02	.42809E+03	.42809E+03	.85618E+03
00070	0.300000E+11	0.130435E+11	0.614637E+05	0.836048E-02	
00071	4				
00072	MEMBER PROPERTIES	.17107E+02	.22720E+03	.22720E+03	.45440E+03
00073	0.300000E+11	0.130435E+11	0.453335E+05	0.896603E-02	
00074	7				
00075	MEMBER PROPERTIES	.15708E+02	.19635E+03	.19635E+03	.39270E+03
00076	0.300000E+11	0.130435E+11	0.416262E+05	0.921604E-02	
00077	10				
00078	MEMBER PROPERTIES	.15708E+02	.19635E+03	.19635E+03	.39270E+03
00079	0.300000E+11	0.130435E+11	0.107152E+06	0.574417E-02	
00080	13				
00081	MEMBER PROPERTIES	.15708E+02	.19635E+03	.19635E+03	.39270E+03
00082	0.300000E+11	0.130435E+11	0.107152E+06	0.574417E-02	
00083	16				
00084	MEMBER PROPERTIES	.19880E+02	.34946E+03	.34946E+03	.69892E+03
00085	0.300000E+11	0.130435E+11	0.135614E+06	0.556020E-02	
00086	19				
00087	MEMBER PROPERTIES	.35343E+02	.11597E+04	.11597E+04	.23194E+04
00088	0.300000E+11	0.130435E+11	0.241092E+06	0.487437E-02	
00089	22				
00090	MEMBER PROPERTIES	.55223E+02	.25886E+04	.25886E+04	.51772E+04
00091	0.300000E+11	0.130435E+11	0.376707E+06	0.426318E-02	
00092	25				
00093	MEMBER PROPERTIES	.28495E+02	.94669E+03	.94669E+03	.18934E+04
00094	0.300000E+11	0.130435E+11	0.755124E+05	0.873674E-02	
00095	5				
00096	MEMBER PROPERTIES	.28377E+02	.81807E+03	.81807E+03	.16361E+04
00097	0.300000E+11	0.130435E+11	0.752002E+05	0.844976E-02	
00098	8				
00099	MEMBER PROPERTIES	.28274E+02	.79522E+03	.79522E+03	.15904E+04
00100	0.300000E+11	0.130435E+11	0.749271E+05	0.841305E-02	
00101	11				
00102	MEMBER PROPERTIES	.28274E+02	.79522E+03	.79522E+03	.15904E+04
00103	0.300000E+11	0.130435E+11	0.228986E+06	0.481248E-02	
00104	14				
00105	MEMBER PROPERTIES	.28274E+02	.79522E+03	.79522E+03	.15904E+04
00106	0.300000E+11	0.130435E+11	0.228986E+06	0.481248E-02	
00107	17				
00108	MEMBER PROPERTIES	.34459E+02	.12249E+04	.12249E+04	.24498E+04
00109	0.300000E+11	0.130435E+11	0.270915E+06	0.469120E-02	
00110	20				
00111	MEMBER PROPERTIES	.56549E+02	.31809E+04	.31809E+04	.63617E+04
00112	0.300000E+11	0.130435E+11	0.417814E+06	0.423681E-02	
00113	23				
00114	MEMBER PROPERTIES	.83940E+02	.62299E+04	.62299E+04	.12460E+05
00115	0.300000E+11	0.130435E+11	0.596382E+06	0.380072E-02	
00116	26				
00117	MEMBER PROPERTIES	.33694E+02	.12610E+04	.12610E+04	.25220E+04
00118	0.300000E+11	0.130435E+11	0.892881E+05	0.827743E-02	
00119	6				
00120	MEMBER PROPERTIES	.30866E+02	.10109E+04	.10109E+04	.20217E+04
00121	0.300000E+11	0.130435E+11	0.817954E+05	0.836447E-02	
00122	9				
00123	MEMBER PROPERTIES	.30159E+02	.96510E+03	.96510E+03	.19302E+04
00124	0.300000E+11	0.130435E+11	0.799222E+05	0.841305E-02	
00125	12				
00126	MEMBER PROPERTIES	.30159E+02	.96510E+03	.96510E+03	.19302E+04
00127	0.300000E+11	0.130435E+11	0.257117E+06	0.469053E-02	
00128	15				
00129	MEMBER PROPERTIES	.30159E+02	.96510E+03	.96510E+03	.19302E+04
00130	0.300000E+11	0.130435E+11	0.257117E+06	0.469053E-02	
00131	18				
00132	MEMBER PROPERTIES	.36315E+02	.14187E+04	.14187E+04	.28374E+04
00133	0.300000E+11	0.130435E+11	0.297545E+06	0.458326E-02	
00134	21				
00135	MEMBER PROPERTIES	.57962E+02	.33790E+04	.33790E+04	.67581E+04
00136	0.300000E+11	0.130435E+11	0.436486E+06	0.418241E-02	
00137	24				
00138	MEMBER PROPERTIES	.84381E+02	.62956E+04	.62956E+04	.12591E+05
00139	0.300000E+11	0.130435E+11	0.601914E+06	0.378818E-02	
00140	27				
00141	MEMBER PROPERTIES	.27612E+03	.17033E+06	.17033E+06	.34067E+06
00142	0.300000E+11	0.130435E+11	0.388302E+07	0.110843E-01	
00143	29				
00144	31				
00145	33				
00146	MEMBER PROPERTIES	.27612E+03	.17033E+06	.17033E+06	.34067E+06
00147	0.300000E+11	0.130435E+11	0.376707E+06	0.110843E-01	
00148	28				
00149	30				
00150	32				

00151 SPRINGS AND MASSES
 00152 29 TRANSLATION Z 0.6480E+10 0.9331E+09
 00153 29 ROTATION Z 0.1477E+14 0.3732E+12
 00154 1 TRANSLATION Z 0.0000E+00 0.6667E+07
 00155 2 TRANSLATION Z 0.0000E+00 0.6667E+07
 00156 3 TRANSLATION Z 0.0000E+00 0.6667E+07
 00157 29 TRANSLATION X 0.4536E+10 0.2189E+09
 00158 29 ROTATION X 0.1633E+14 0.1991E+13
 00159 1 TRANSLATION X 0.0000E+00 0.6667E+07
 00160 2 TRANSLATION X 0.0000E+00 0.6667E+07
 00161 3 TRANSLATION X 0.0000E+00 0.6667E+07
 00162 29 TRANSLATION Y 0.4320E+10 0.2189E+09
 00163 29 ROTATION Y 0.1555E+14 0.1991E+13
 00164 1 TRANSLATION Y 0.0000E+00 0.6667E+07
 00165 2 TRANSLATION Y 0.0000E+00 0.6667E+07
 00166 3 TRANSLATION Y 0.0000E+00 0.6667E+07
 00167 AXIAL LOAD .6540E+08
 00168 2
 00169 AXIAL LOAD .3335E+07
 00170 5
 00171 AXIAL LOAD .2609E+07
 00172 8
 00173 AXIAL LOAD .3573E+07
 00174 11
 00175 AXIAL LOAD .3573E+07
 00176 14
 00177 AXIAL LOAD .4522E+07
 00178 17
 00179 AXIAL LOAD .1710E+08
 00180 20
 00181 AXIAL LOAD .3948E+08
 00182 23
 00183 AXIAL LOAD .0000E+00
 00184 26
 00185 AXIAL LOAD .6540E+08
 00186 3
 00187 AXIAL LOAD .5533E+07
 00188 6
 00189 AXIAL LOAD .4696E+07
 00190 9
 00191 AXIAL LOAD .6432E+07
 00192 12
 00193 AXIAL LOAD .6432E+07
 00194 15
 00195 AXIAL LOAD .7838E+07
 00196 18
 00197 AXIAL LOAD .2736E+08
 00198 21
 00199 AXIAL LOAD .6001E+08
 00200 24
 00201 AXIAL LOAD .0000E+00
 00202 27
 00203 AXIAL LOAD .6540E+08
 00204 4
 00205 AXIAL LOAD .6018E+07
 00206 7
 00207 AXIAL LOAD .5009E+07
 00208 10
 00209 AXIAL LOAD .6860E+07
 00210 13
 00211 AXIAL LOAD .6860E+07
 00212 16
 00213 AXIAL LOAD .8261E+07
 00214 19
 00215 AXIAL LOAD .2804E+08
 00216 22
 00217 AXIAL LOAD .6032E+08
 00218 25
 00219 AXIAL LOAD .0000E+00
 00220 28
 00221 NUMBER OF EIGENFREQUENCIES 7
 00222 ACCURACY OF EIGENFREQUENCIES .001
 00223 MODAL MASSES
 00224 CHANGED SIGN OF EIGENMODES
 00225 PLOT FRAME .5 EIGENMODE DISPL 20. THICKNESS 1 POINTS 10
 00226 5000. 3000. 2000. 60.00 0. 150.0

```

00227 TRANSIENT LOADING CASE
00228 TRANSIENT JOINT LOADS
00229 8 FORCE X
00230 8 FORCE Y
00231 11 FORCE X
00232 11 FORCE Y
00233 14 FORCE X
00234 14 FORCE Y
00235 17 FORCE X
00236 17 FORCE Y
00237 9 FORCE X
00238 9 FORCE Y
00239 12 FORCE X
00240 12 FORCE Y
00241 15 FORCE X
00242 15 FORCE Y
00243 18 FORCE X
00244 18 FORCE Y
00245 10 FORCE X
00246 10 FORCE Y
00247 13 FORCE X
00248 13 FORCE Y
00249 16 FORCE X
00250 16 FORCE Y
00251 19 FORCE X
00252 19 FORCE Y
00253 8 MOMENT X
00254 8 MOMENT Y
00255 9 MOMENT X
00256 9 MOMENT Y
00257 10 MOMENT X
00258 10 MOMENT Y
00259 11 MOMENT X
00260 11 MOMENT Y
00261 12 MOMENT X
00262 12 MOMENT Y
00263 13 MOMENT X
00264 13 MOMENT Y
00265 14 MOMENT X
00266 14 MOMENT Y
00267 15 MOMENT X
00268 15 MOMENT Y
00269 16 MOMENT X
00270 16 MOMENT Y
00271 17 MOMENT X
00272 17 MOMENT Y
00273 18 MOMENT X
00274 18 MOMENT Y
00275 19 MOMENT X
00276 19 MOMENT Y
00277 20 FORCE X
00278 20 FORCE Y
00279 23 FORCE X
00280 23 FORCE Y
00281 21 FORCE X
00282 21 FORCE Y
00283 24 FORCE X
00284 24 FORCE Y
00285 22 FORCE X
00286 22 FORCE Y
00287 25 FORCE X
00288 25 FORCE Y
00289 29 FORCE X
00290 29 FORCE Y
00291 29 MOMENT Y
00292 29 MOMENT X
00293 TRANSIENT RESPONSE 7
00294 DAMPING
00295 1 0.050 RELATIVE
00296 2 0.050 RELATIVE
00297 3 0.050 RELATIVE
00298 4 0.050 RELATIVE
00299 5 0.050 RELATIVE
00300 6 0.050 RELATIVE
00301 7 0.050 RELATIVE
00302 EVALUATION AT TIMES
00303 0. STEP 1.00 250.
00304 STRUCTURAL DISPLACEMENTS IN GLOBAL SYSTEM
00305 29 TRANS X ROT Y
00306 END OF DATA

```

5. UTVÄRDERING AV PROGRAMMET

Som nämndes i inledningen av rapporten är huvudändamålet med examensarbetet att studera hur en bottenfast plattform reagerar på olika sjötillstånd. Vald storhet för studien är förskjutningen i x-led hos bottenplattan.

Tillvägagångssätt: För olika signifikanta våghöjder har indata till SFVIBAT skapats.
Ur SFVIBAT's output extraheras därefter responsens tidsserier för olika vågor.
De första 100 sekunderna av tidsförlopp hos både vågor och respons trunkeras, för att inte den efterföljande FFT-analysen ska störas av insvängningen hos plattformen.

Det responspektrum, som erhålls vid FFT, divideras i varje frekvensintervall med motsvarande FFT-genererade vågamplicitud. De transferfunktioner som skapas vid den ovanstående operationen jämföres sedan för olika H_s . Om figur-bilagan, i vilken transferfunktionerna finns plottade, studeras, finner man att inverkan av H_s är måttlig.

Liksom vågorna har responsen ett signifikant värde. Detta kan beräknas på två sätt.

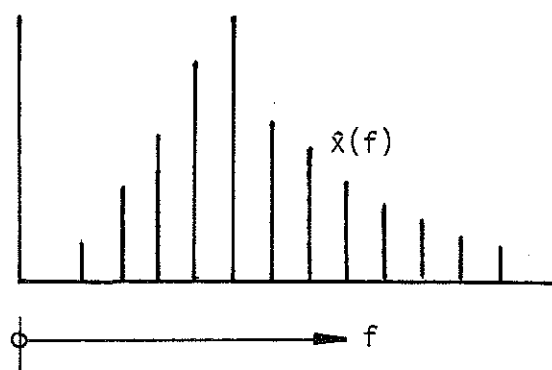
Ur tidsförloppet kan signifikant respons fås med formeln

$$X_s = \sqrt{\frac{\sum x(t)^2}{N}} * 2.0$$

Där är X_s = signifikant respons,
 $x(t)$ = förskjutning av botten vid tiden t samt
 N = antalet observationer.

Efter FFT-analysen kan även X_s härledas ur formeln

$$X_s = \sqrt{\frac{\sum \hat{x}(f)^2}{2}} * 2.0 \quad (\text{se fig 5.1})$$



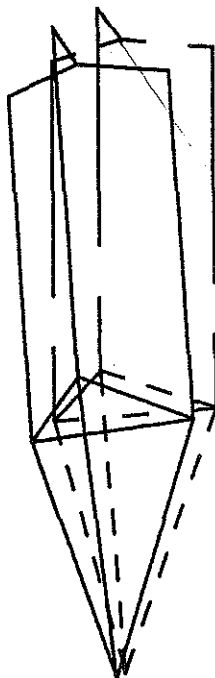
Figur 5.1
Diskreta vågamplituder i FFT-spektrum

På samma sätt beräknas den signifikanta våghöjden, för de av GRAVPLAT genererade vågorna. Den enda skillnaden är att då H_s bestäms ur FFT - spektrumet ska rotuttrycken multipliceras med 4.0 i stället för 2.0.

Förhållandet mellan signifikant våghöjd och dito respons visas i figur 5.10. De värden som finns redovisade där är beräknade utgående ifrån insignalen. Signifikanta värden, beräknade via FFT, är 10-12 % större än de "sanna". Troligtvis ligger skillnaden i att insignalen erhållit en fönsterfunktion (cosine window) vid FFT.

Vid körningar av strukturdynamiska FEM-program, är den mest tids- och kostnadskrävande momentet att generera strukturens egenmoder. En finess hos SFVIBAT är härvidlag att den första körningens egenmoder kan lagras, för att senare kunna användas till flera olika belastningsfall. För plattformen, beskriven i kapitel 4, har 10 moder lagrats på skivminne vid Göteborgs Datacentral. Plottningar på dessa finns i figur 5.2 till 5.9.

Eftersom plattformens första egenfrekvens är större än frekvensen för vågspektrumens energimaxima, har endast 7 av de 10 egenmoderna använts vid den modala analysen i SFVIBAT. Teorier bakom och hur den modala analysen av en rymdram går till redovisas utförligt i <1>, och tas därför inte upp här.



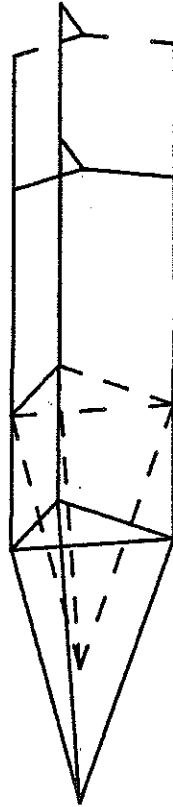
FIGUR 5.2

NORMALIZED EIGENMODE 1	OMEGA =	1.3725
LENGTH SCALE 1 MM = 2.0000	F =	0.2184
DISPLACEMENT SCALE 1 MM = 0.02000	N =	13.1062
- - - ORIGINAL POSITION		
—— DISPLACED POSITION		



FIGUR 5.3

NORMALIZED EIGENMODE 2	OMEGA =	1.3792
LENGTH SCALE 1 MM = 2.0000	F =	0.2195
DISPLACEMENT SCALE 1 MM = 0.02000	N =	13.1706
- - - ORIGINAL POSITION		
—— DISPLACED POSITION		



FIGUR 5.4

NORMALIZED EIGENMODE 3	Ω MEGA =	1.7965
LENGTH SCALE 1 MM = 2.0000	F =	0.2859
DISPLACEMENT SCALE 1 MM = 0.01000	N =	17.1557
- - - ORIGINAL POSITION		
—— DISPLACED POSITION		



FIGUR 5.5

NORMALIZED EIGENMODE 4	Ω MEGA =	2.7125
LENGTH SCALE 1 MM = 2.0000	F =	0.4317
DISPLACEMENT SCALE 1 MM = 0.02000	N =	25.9025
- - - ORIGINAL POSITION		
—— DISPLACED POSITION		



FIGUR 5.6

NORMALIZED EIGENMODE 5

LENGTH SCALE 1 MM = 2.0000

DISPLACEMENT SCALE 1 MM = 0.02000

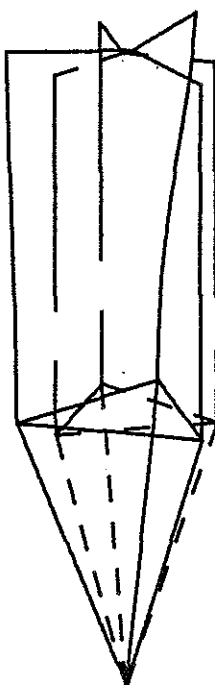
- - - ORIGINAL POSITION

——— DISPLACED POSITION

OMEGA = 2.7245

F = 0.4336

N = 26.0174



FIGUR 5.7

NORMALIZED EIGENMODE 6

LENGTH SCALE 1 MM = 2.0000

DISPLACEMENT SCALE 1 MM = 0.02000

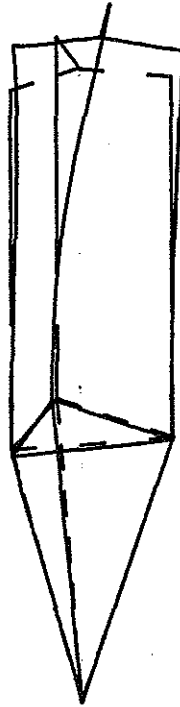
- - - ORIGINAL POSITION

——— DISPLACED POSITION

OMEGA = 4.7146

F = 0.7503

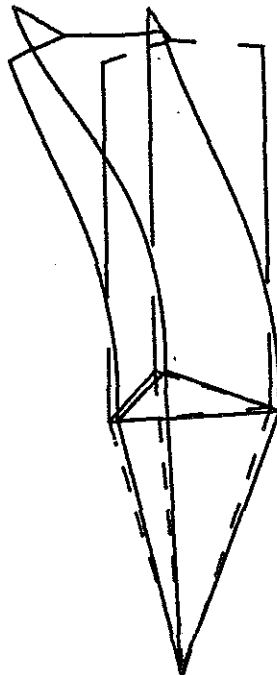
N = 45.0208



FIGUR 5.8

NORMALIZED EIGENMODE 7
 LENGTH SCALE 1 MM = 2.0000
 DISPLACEMENT SCALE 1 MM = 0.02000
 - - - ORIGINAL POSITION
 ——— DISPLACED POSITION

OMEGA = 6.4447
 F = 1.0257
 N = 61.5425



FIGUR 5.9

NORMALIZED EIGENMODE 8
 LENGTH SCALE 1 MM = 2.0000
 DISPLACEMENT SCALE 1 MM = 0.02000
 - - - ORIGINAL POSITION
 ——— DISPLACED POSITION

OMEGA = 6.8171
 F = 1.0850
 N = 65.0987

RESULTAT

5 stycken Jonswap-spektrum har fått bilda utgångspunkt för studien. Indata till spektra har hämtats ur <9>, där finns ett stort antal vågmätningar utanför Norges kust redovisade.

Ett Jonswapspektrum beskrivs med formeln

$$S_m(f) = k \cdot \alpha \cdot f^{-5} \cdot e^{-\frac{5}{4} \cdot \left(\frac{f}{f_p}\right)^4} \cdot \gamma \cdot \exp - \frac{(f-f_p)^2}{2 \cdot \tau \cdot f_p}$$

här är

S_m = spektraltätheten,

f = frekvensen,

f_p = frekvens för energimaximum,

α = Phillips' parameter,

$k = (g/(2 \cdot \pi)^2)^2$,

γ = "spetsighetsfaktor" samt

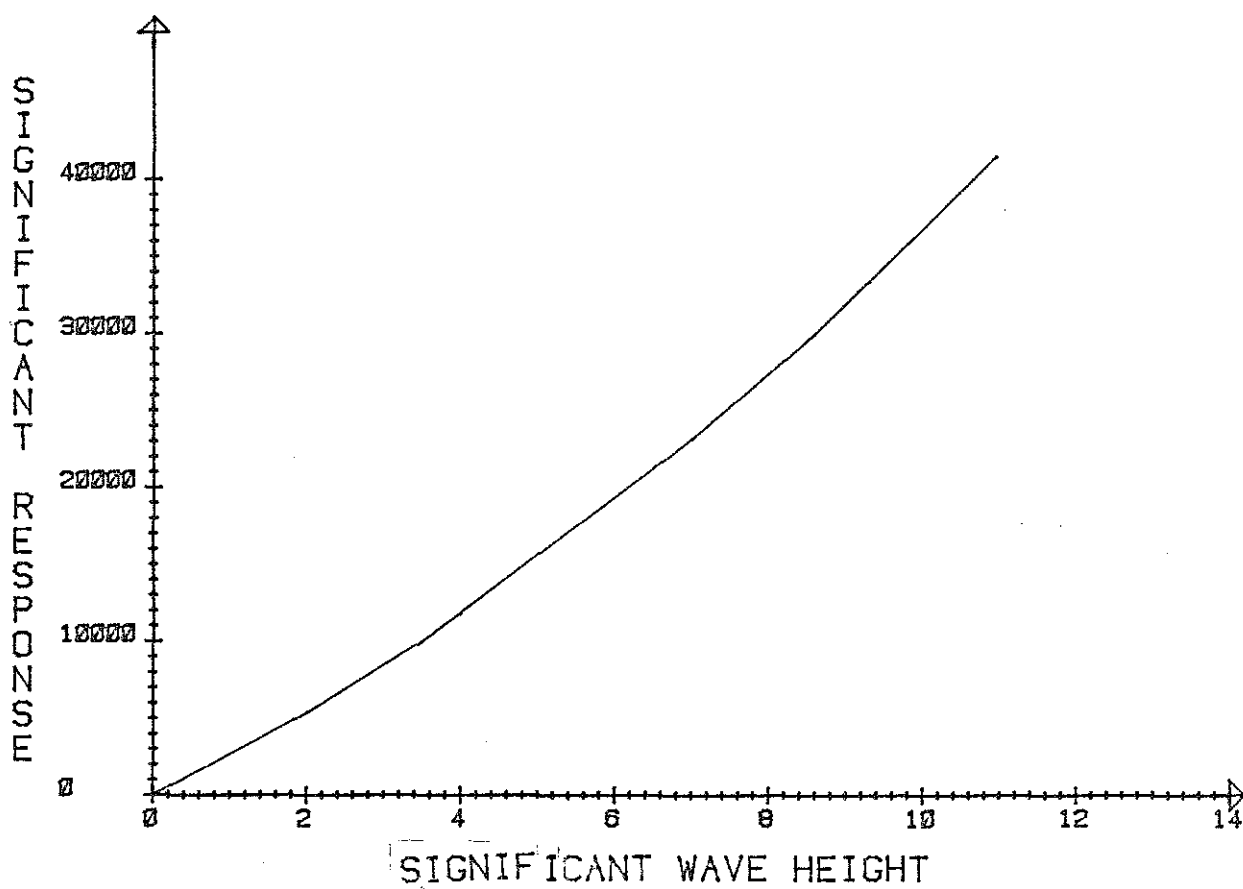
τ = "spridningsfaktor" .

I tabell 5.1 finns de inparametrar, som hämtats ur <9>, jämte resultat från FFT-analys för vågor och respons med och utan riktningsspridning.

TABELL 5.1

α	γ	τ	f_p <Hz>	H_s <m>	R_s <mm>	H_s^{dir} <m>	R_s^{dir} <mm>
0.0046	1.97	0.052	0.115	2.00	5.402	2.65	6.077
0.0065	1.94	0.054	0.095	3.48	9.950	3.98	15.606
0.0121	2.26	0.083	0.080	7.00	23.172	9.24	25.626
0.0160	2.00	0.050	0.075	8.60	30.009	10.00	32.743
0.0175	2.15	0.067	0.070	10.94	41.439	14.00	26.062

Ritas sambandet mellan H_s och R_s för vågor utan riktningspridning upp, erhålles ett nästan linjärt samband. Den svaga uppåtkrökningen beror förmodligen på att större delar av tornen blir belastade ju högre vågorna blir. (se fig 5.10)



FIGUR 5.10

Den signifikanta våghöjden har i denna realisering råkat bli större hos de riktningsspridda vågorna.

Detta beror på att egenskaperna hos det realiserade vågtåget är "exakta" endast för realiseringen med längden $T = 1/\Delta f$, där Δf är frekvensdelningen. För Gravplat gäller då att t ex H_s , T_z och f_p , uträknade med vågtågets senaste 150 s eller FFT-analysens 128 s, inte stämmer exakt med det ursprungliga spektrumet eller inbördes.

Frekvensdelningen för de plana vågorna (utan riktningsspridning) är 0.005 Hz. En exakt representation erhålles då under 200 s. H_s beräknad ur 150 s med hjälp av tidsserien kan därför slumpmässigt bli större eller mindre än den "verkliga". Vid FFT har endast 128 s av den fullständiga tidsserien tagits med, vilket motsvarar 64 %. Avvikelsen från det åsyftade H_s , T_z eller spektrumformen blir då slumpmässigt något större än under 150 s.

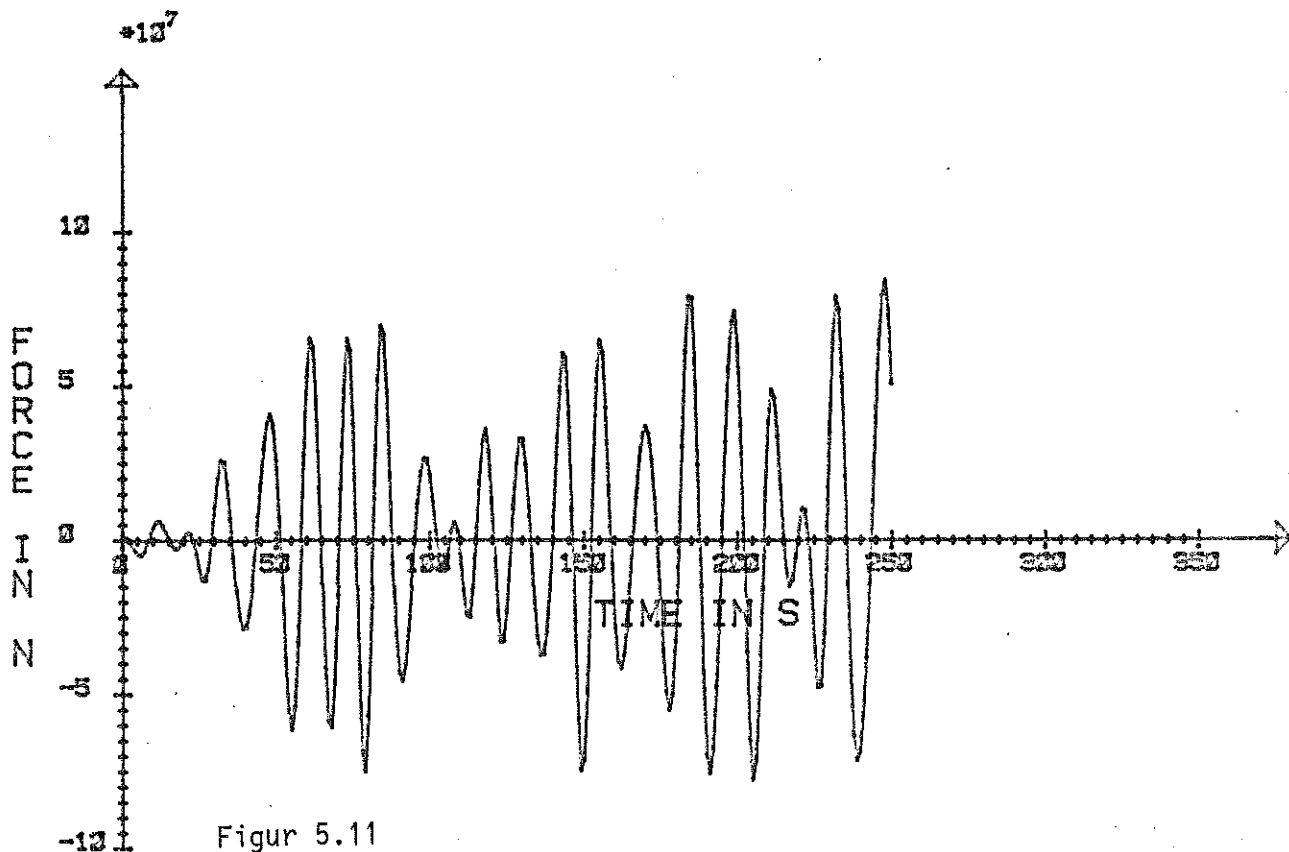
För de riktningsspridda vågorna gäller att frekvensdelningen är 0.001 Hz. Således fås en riktig representation endast för 1000 s. Sannolikheten för avvikelse i H_s , T_z eller spektrumform blir därför mycket större då analys tiden 128 eller 150 s endast utgör 13 resp 15 % av den fullständiga tidsserien.

Frekvensdelningen måste vara finare för riktningsspridda vågor för att få en tillräckligt fin fördelning av vågorna i sidled.

Enkelt kan man säga att sannolikheten för orepresentativt stora eller små vågor är stor, under en begränsad del av en realisering.

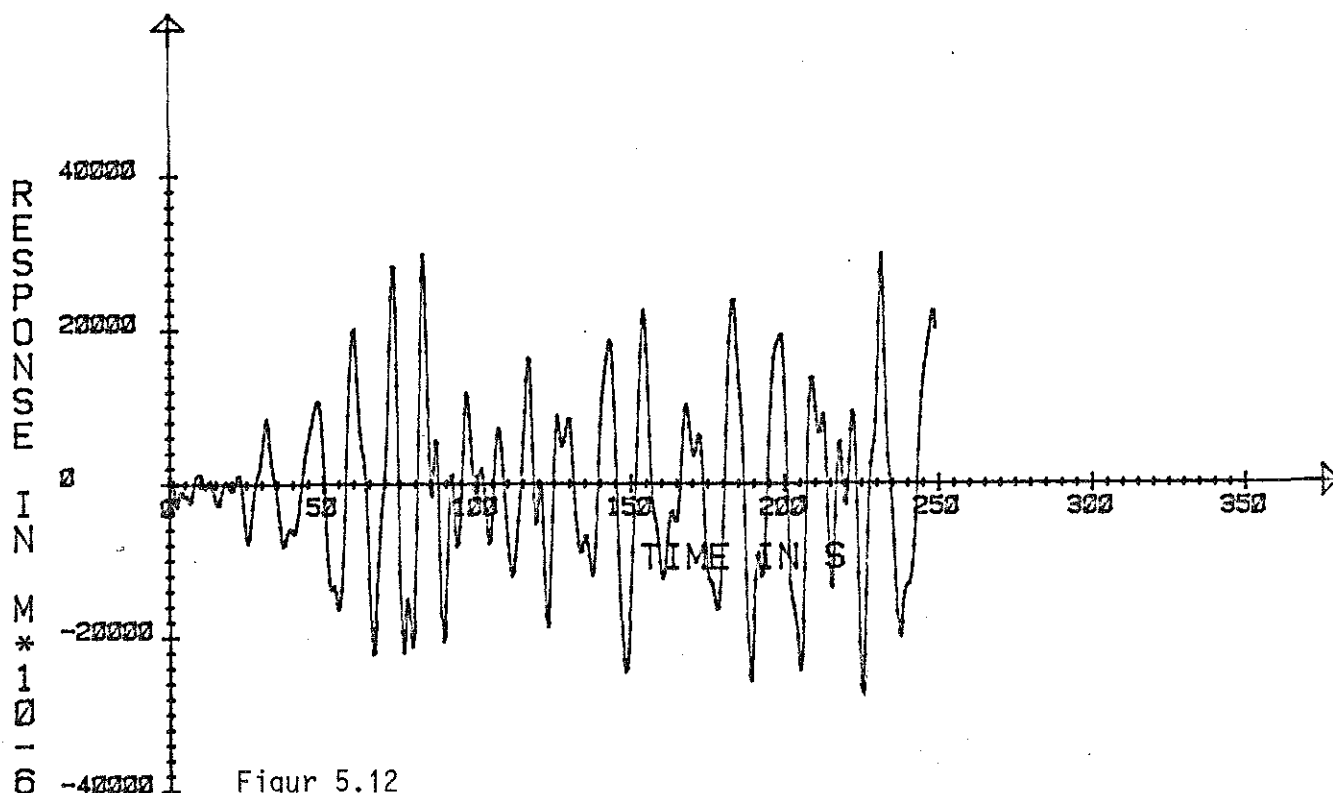
Beträffande riktningsspridningens inverkan på sambandet i figur 5.10, kan konstateras att den signifikanta responsen minskar med ungefär 10-20 % då vågorna sprides runt 0-riktningen. Dock har vissa vågor givit en större respons. Det skulle behövas en mera noggrann analys av vågkrafterna och strukturens dynamik för att klarlägga orsaken till detta. Det får dock anse ligga utanför ramen av detta arbete.

I figur 5.11 resp 5.12 har, kraften mot bottendelen och förskjutningen av densamma, plottats för ett helt vågtåg. Man kan då, vid en jämförelse, tro att responsen är av statisk natur. Men studeras transferfunktionerna i figur bilagan, uppträder tydliga toppar vid första egenfrekvensen, 0.22 Hz.



Figur 5.11

Horisontalkraft mot bottendel. $H_s = 7.0$ m. Ingen riktningspridning



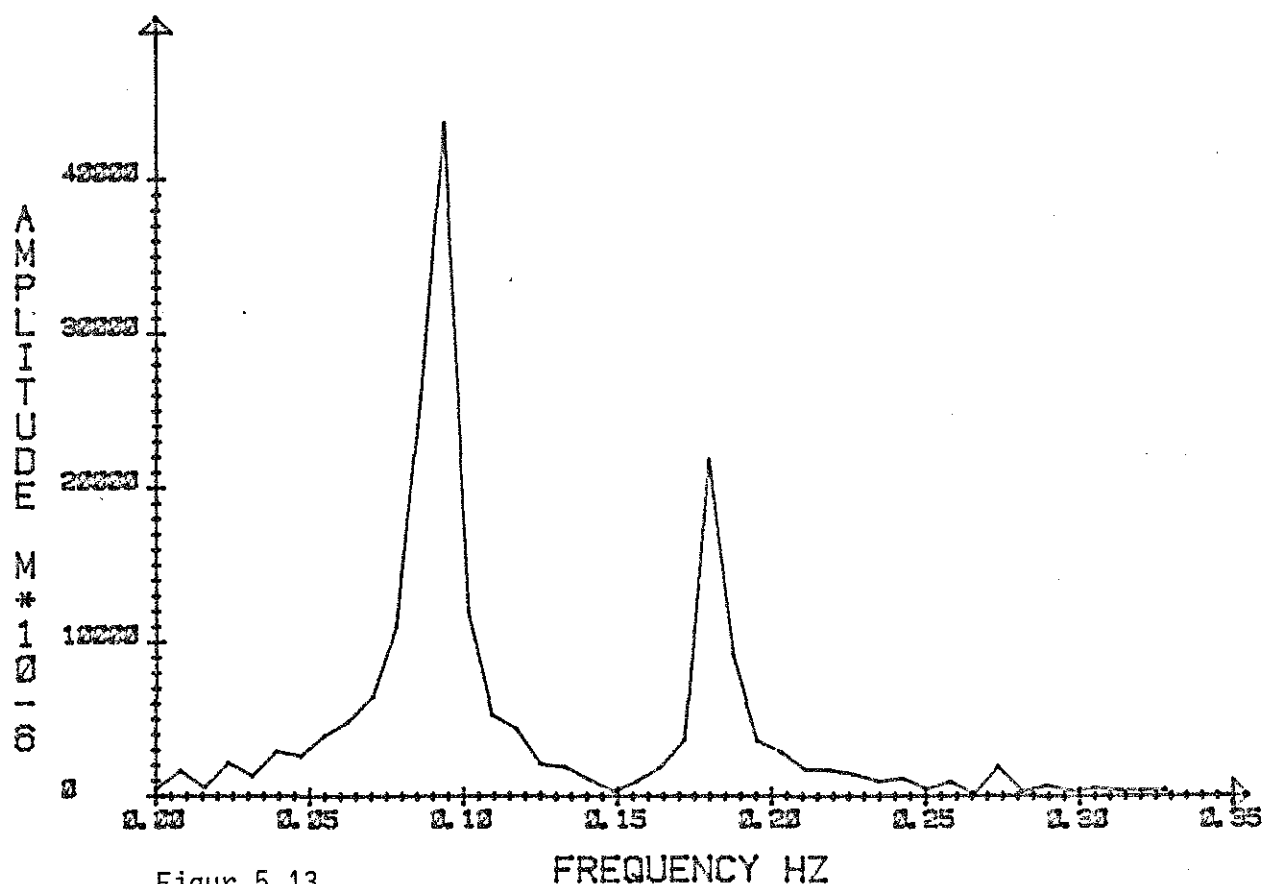
Figur 5.12

Förskjutning av bottenplattans centrum. $H_s = 7.0$ m. Ingen spridning

Topparna i frekvensintervallet 0.00 till 0.10 Hertz, både i responspektrumet och transferfunktionen, härör från krafter på bottendelen. Vid dubbla vågfrekvensen träder vattenytans fluktuationer in. Deras kvadratiska karaktär medför alltså att toppar dyker upp i intervallet 0.10 till 0.20 Hertz. Släpkraften ska i sin tur ge toppar vid 3, 5, 7 osv gånger vågfrekvensen.

Inverkan av det ovanstående syns än tydligare om plattformen sättes i harmonisk svängning, exempelvis genom att belasta den med en sinusvåg. Se figur 5.13.

RESPONSE FUNCTION, AFTER FFT



Figur 5.13

Responsfunktion för plattform belastad med en sinusvåg. $A=11$ m, $T=11$ s

Transferfunktionerna i figurbilagan uppvisar stora likheter, men för vissa vågtåg har FFT-analysen givit orimliga värden. Trots det anser jag att GRAVPLAT uppfyller de fordringar man kan ställa på ett våggenereringsprogram - det verkar vara riktiga krafter som bildas.

En korrekt analys kräver att längre vågtåg simuleras. Tyvärr ligger begränsningarna här i att endast 30 000 rader kan inneslutas i en GUTS-fil. De korta vågtåg, som skapas i denna version, duger emellertid gott till att göra utmattningsberäkningar för en betongplattform.

Den linjära vågteorin som användes i Gravplat är inte tillämplig i alla fall. Därför har figurbilagan försetts med ett diagram, hämtat ur <7>, så att den intresserade kan kontrollera hur bra den linjära vågteorin egentligen stämmer för det enskilda fallet.

FIGURBILAGA

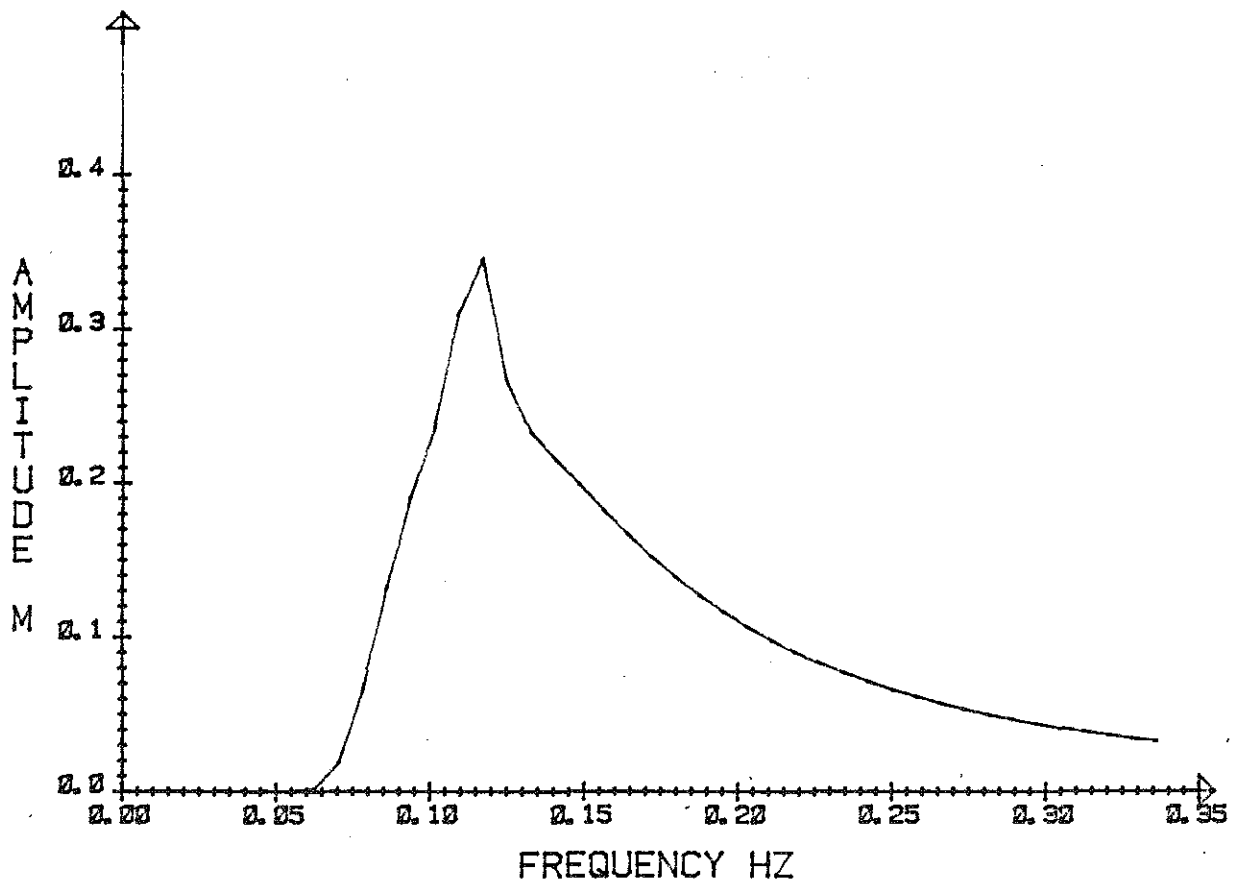
För varje vågtåg utan riktningsspridning har fyra figurer plottats:

1. Plottning av amplitudspektrum från GRAVPLAT
2. Plottning av FFT-spektrumet från de genererade vågorna
3. Plottning av erhållet FFT-spektrum responsens
4. Plottning av transferfunktionen för plattformen

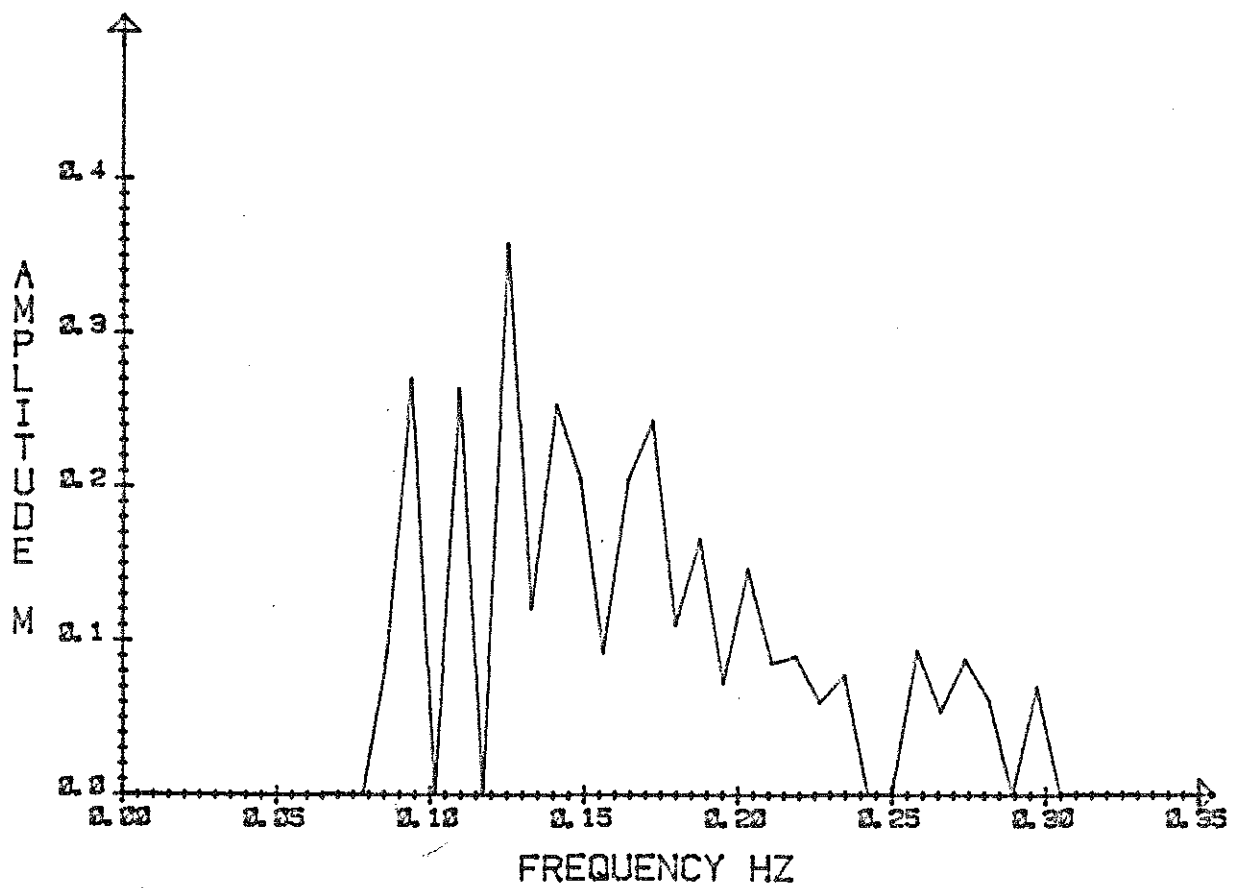
Längst bak finns ett diagram över olika vågteoriens giltighetsområden.

$H_s = 2.00$ METER

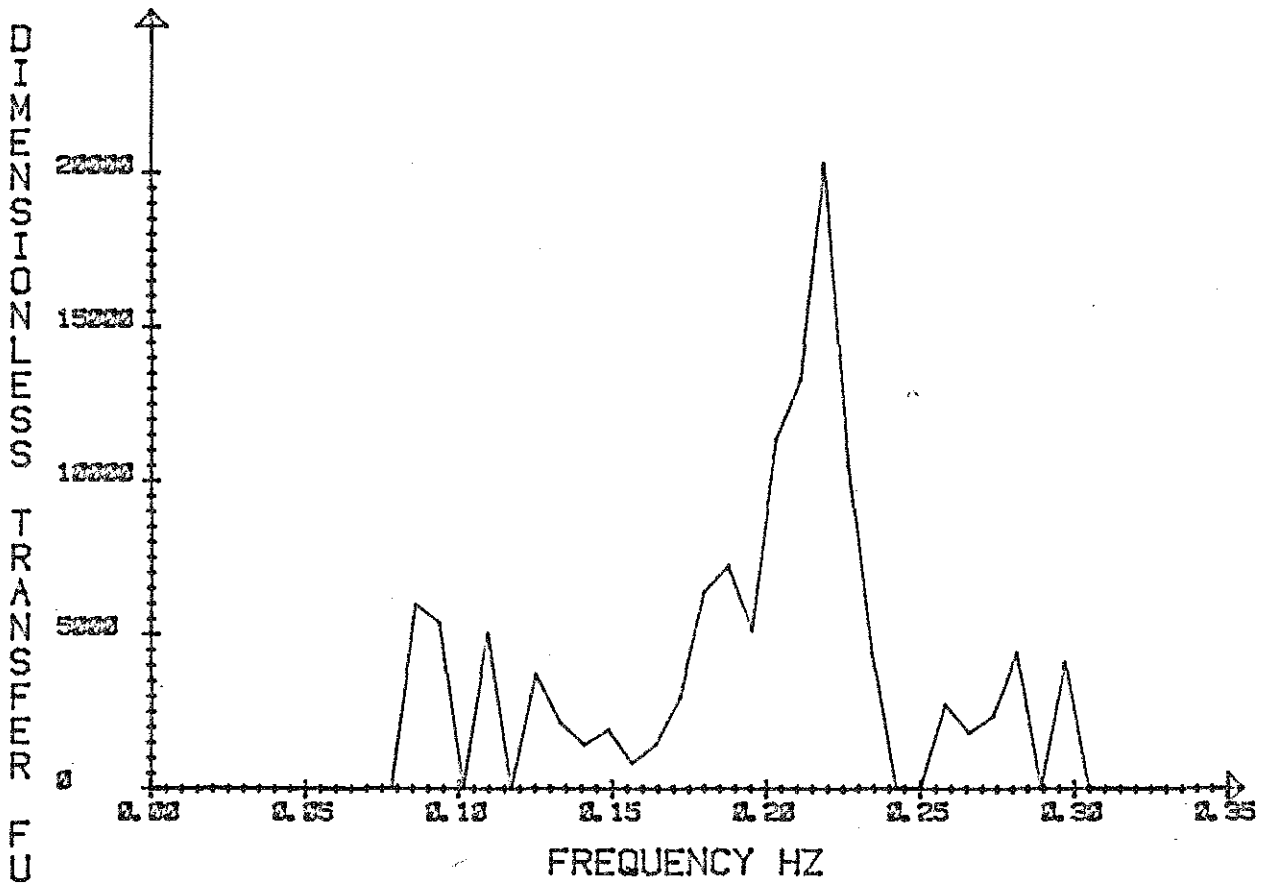
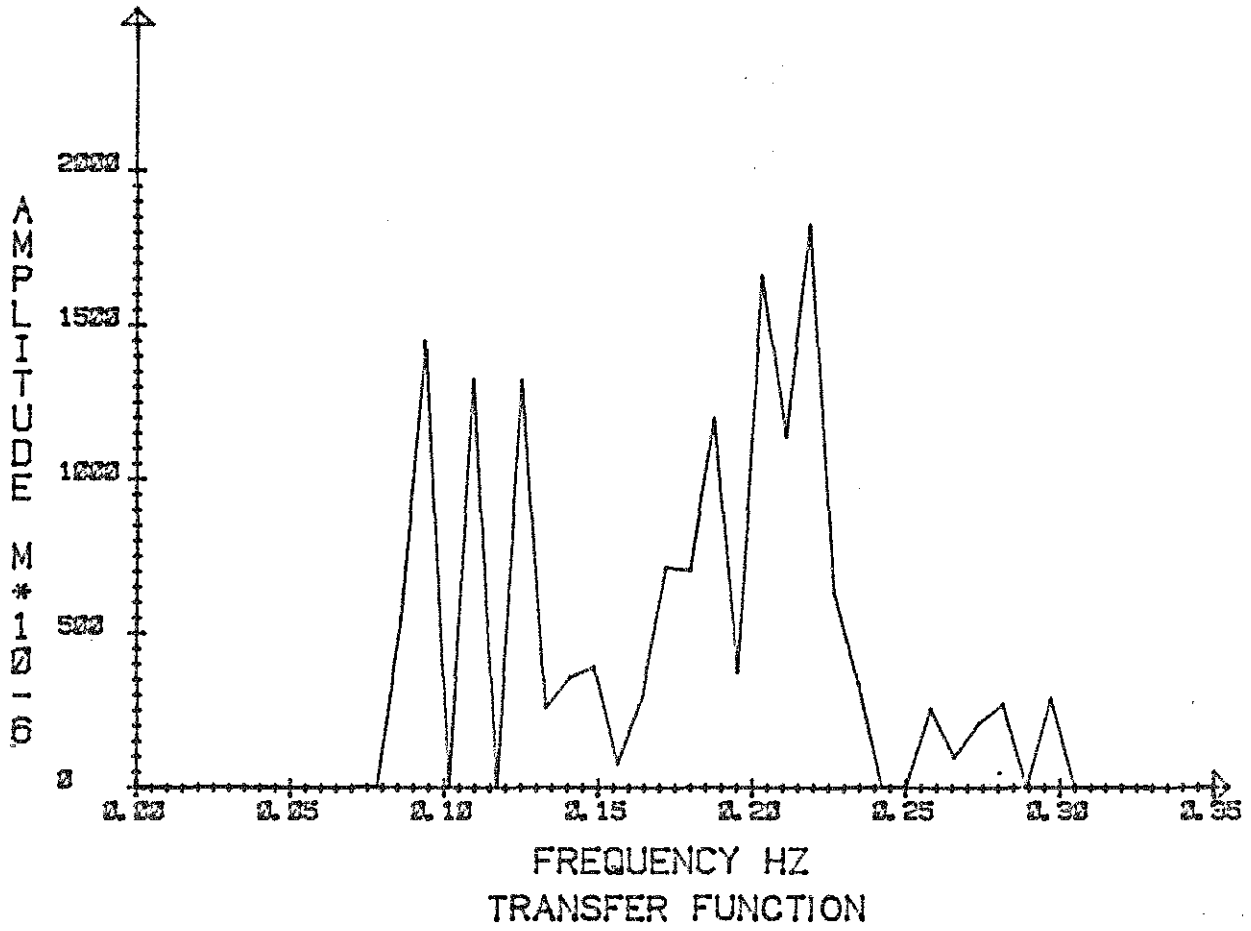
JONSWAP SPECTRUM



WAVE SPECTRUM, AFTER FFT

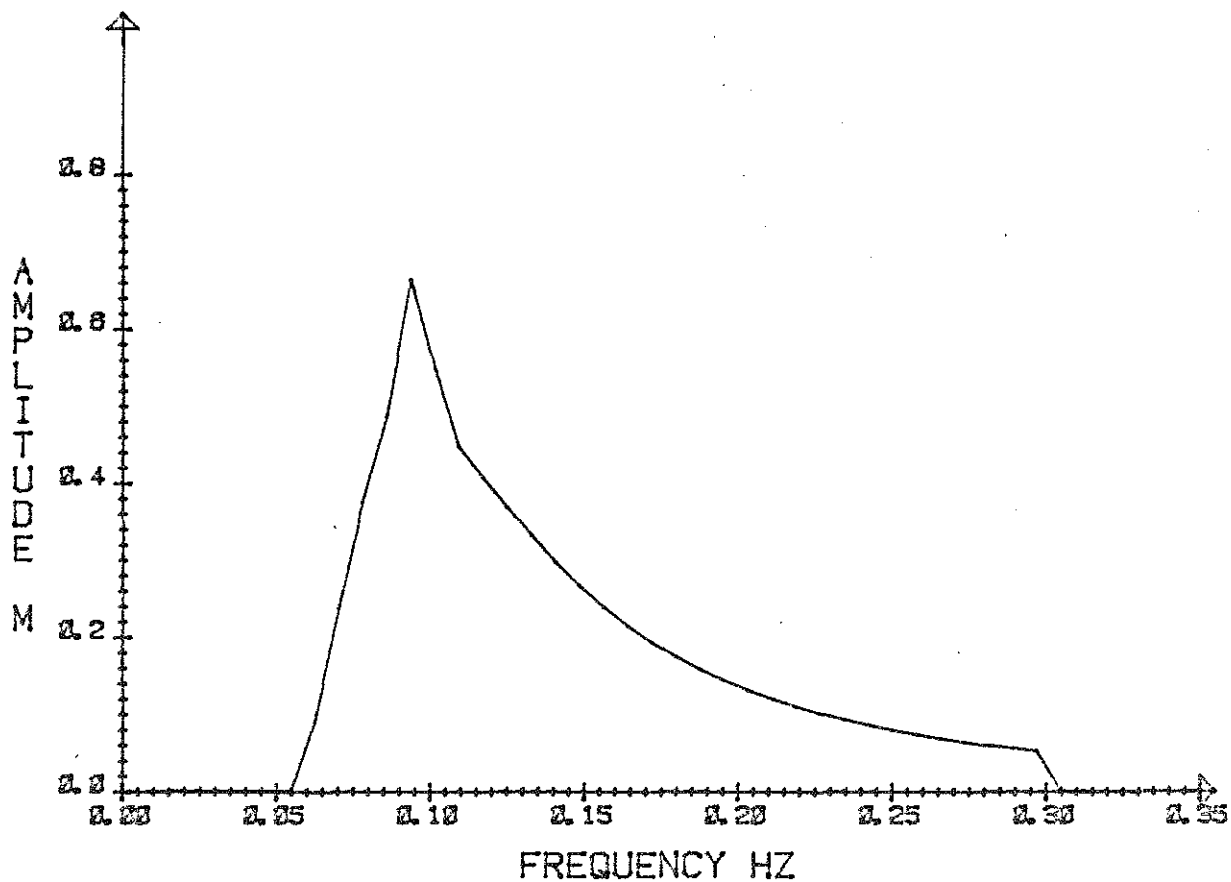


RESPONSE FUNCTION, AFTER FFT

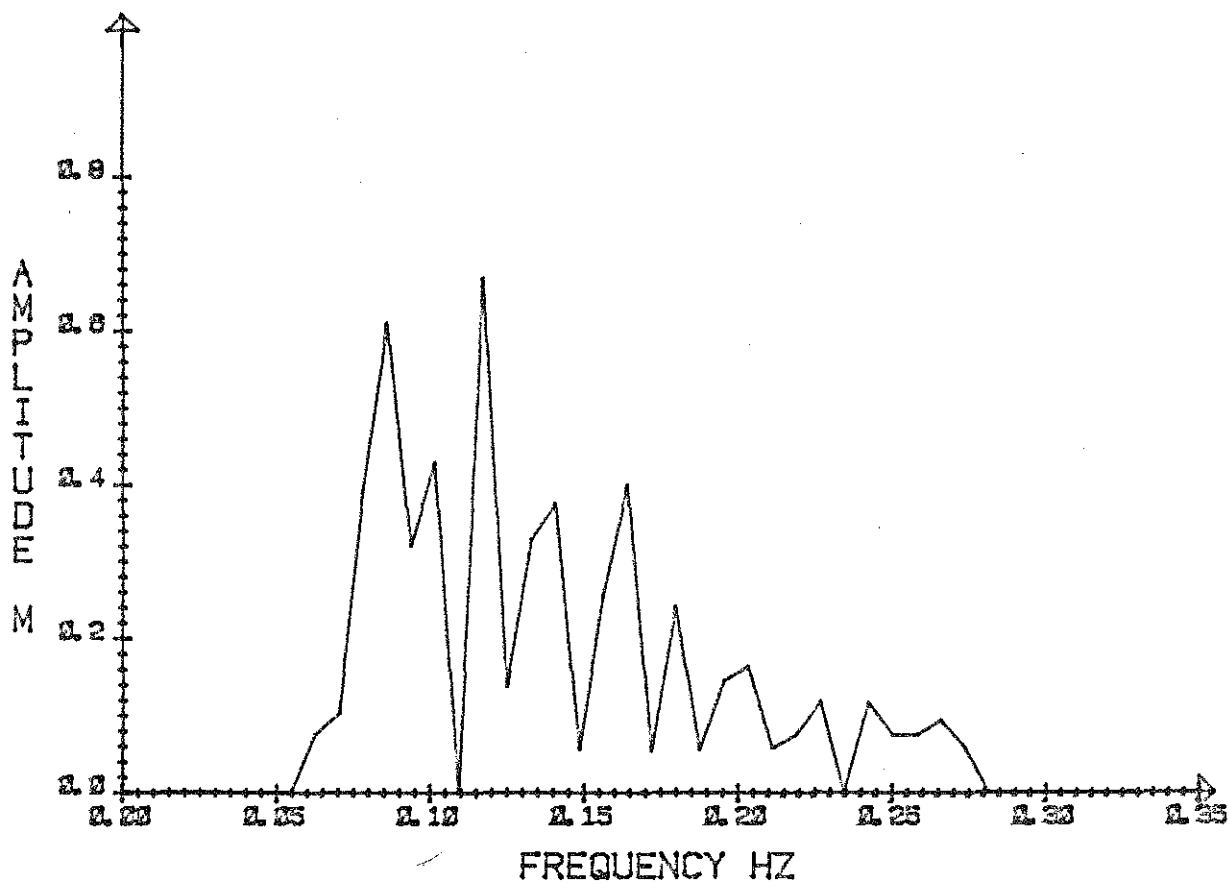


$H_s = 3.98$ METER

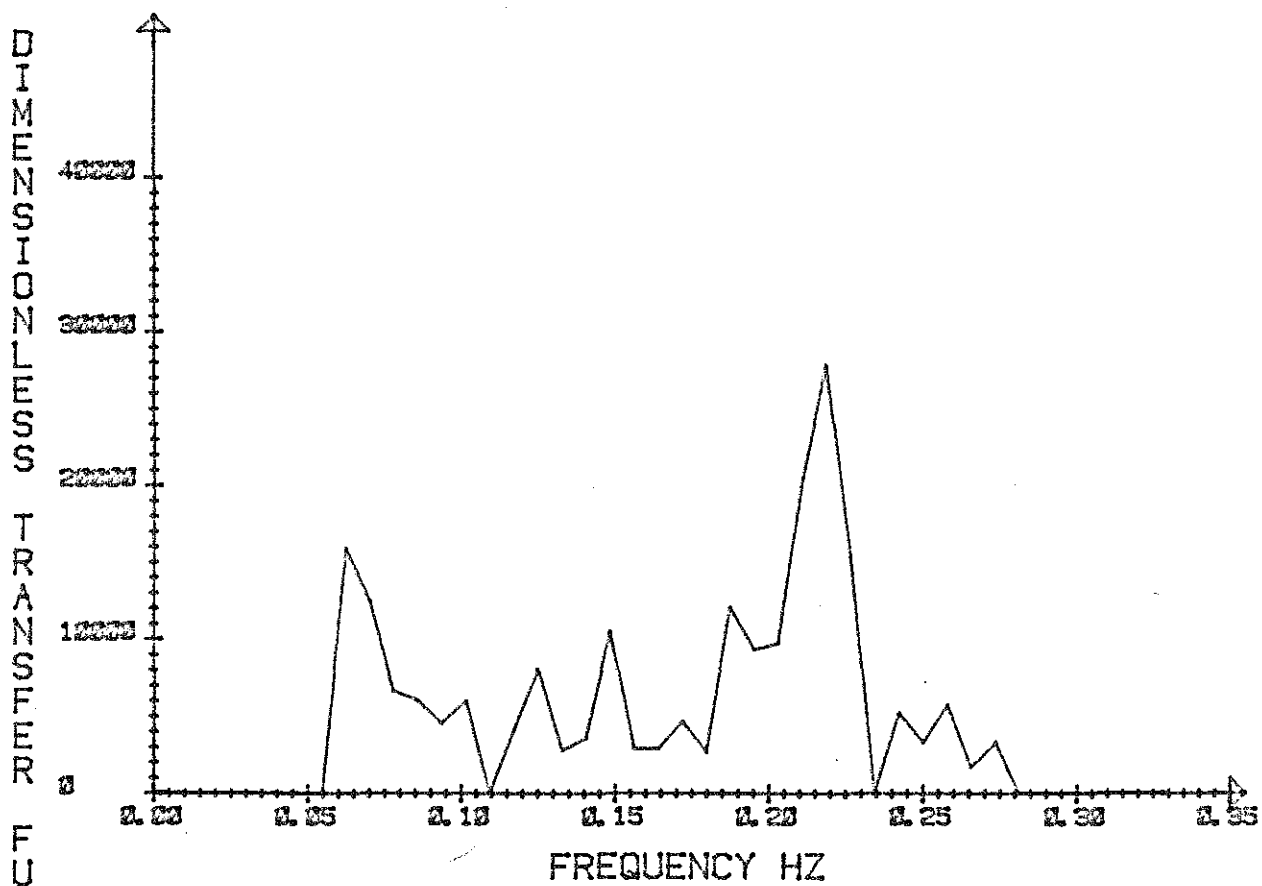
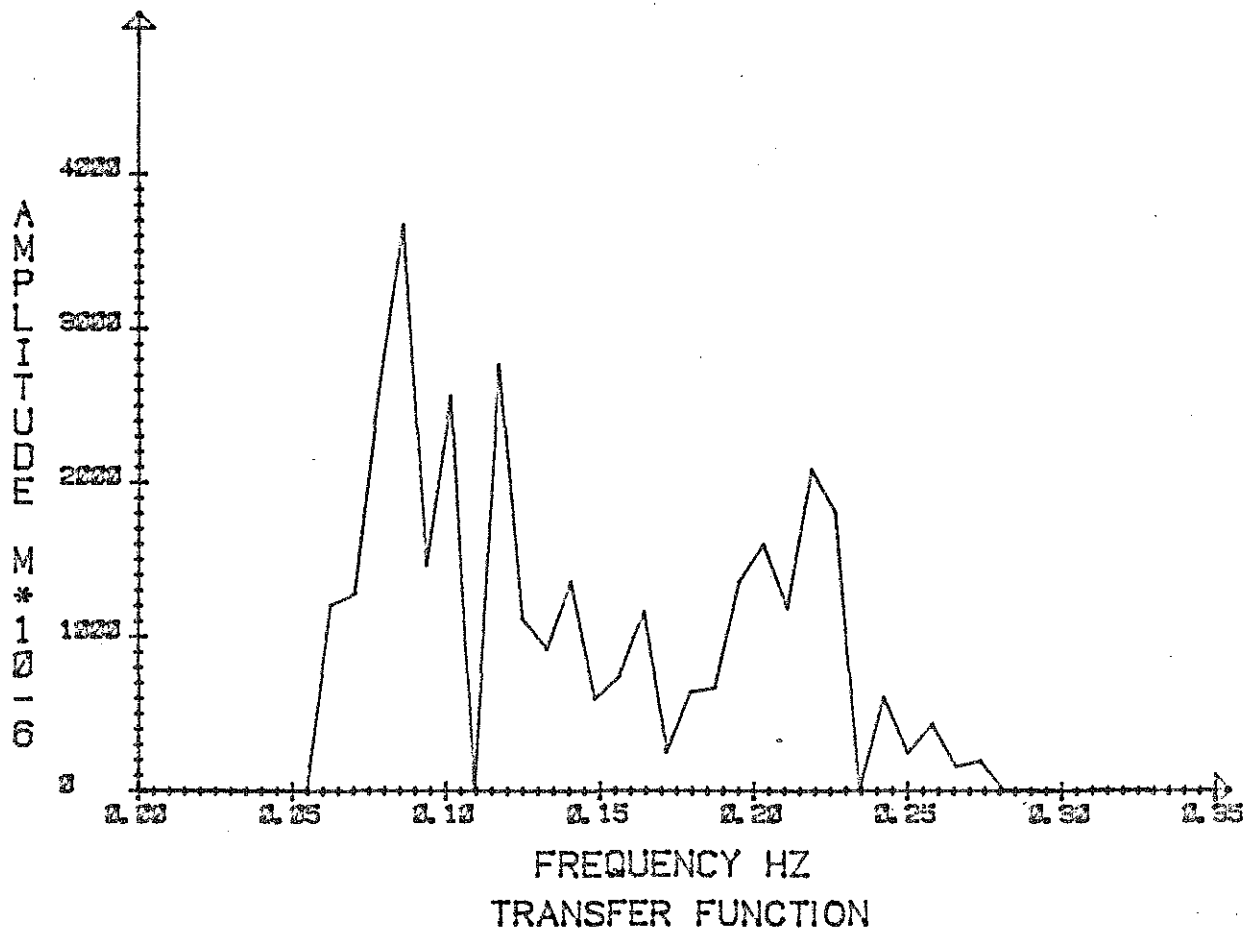
AMPLITUDES OF JONSWAP SPECTRUM



WAVE SPECTRUM, AFTER FFT

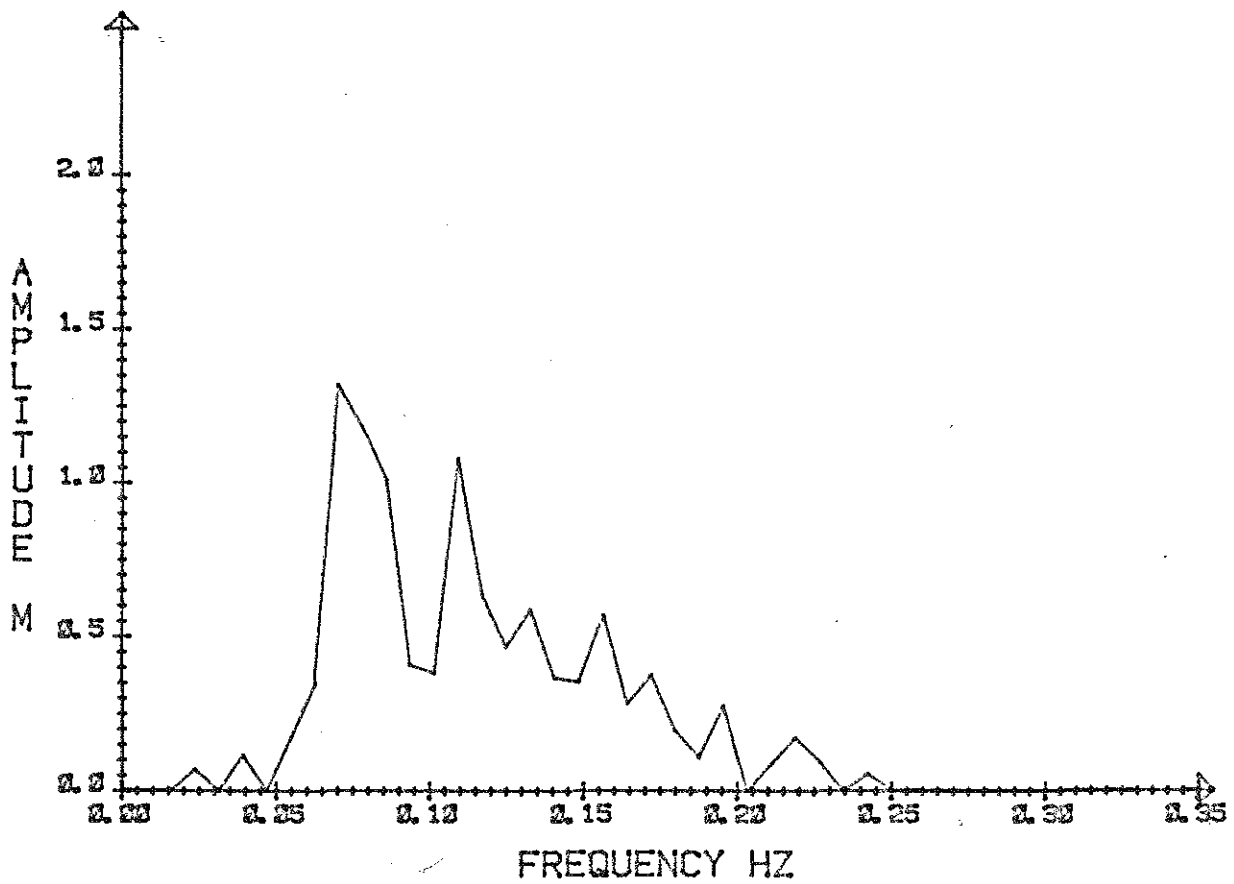
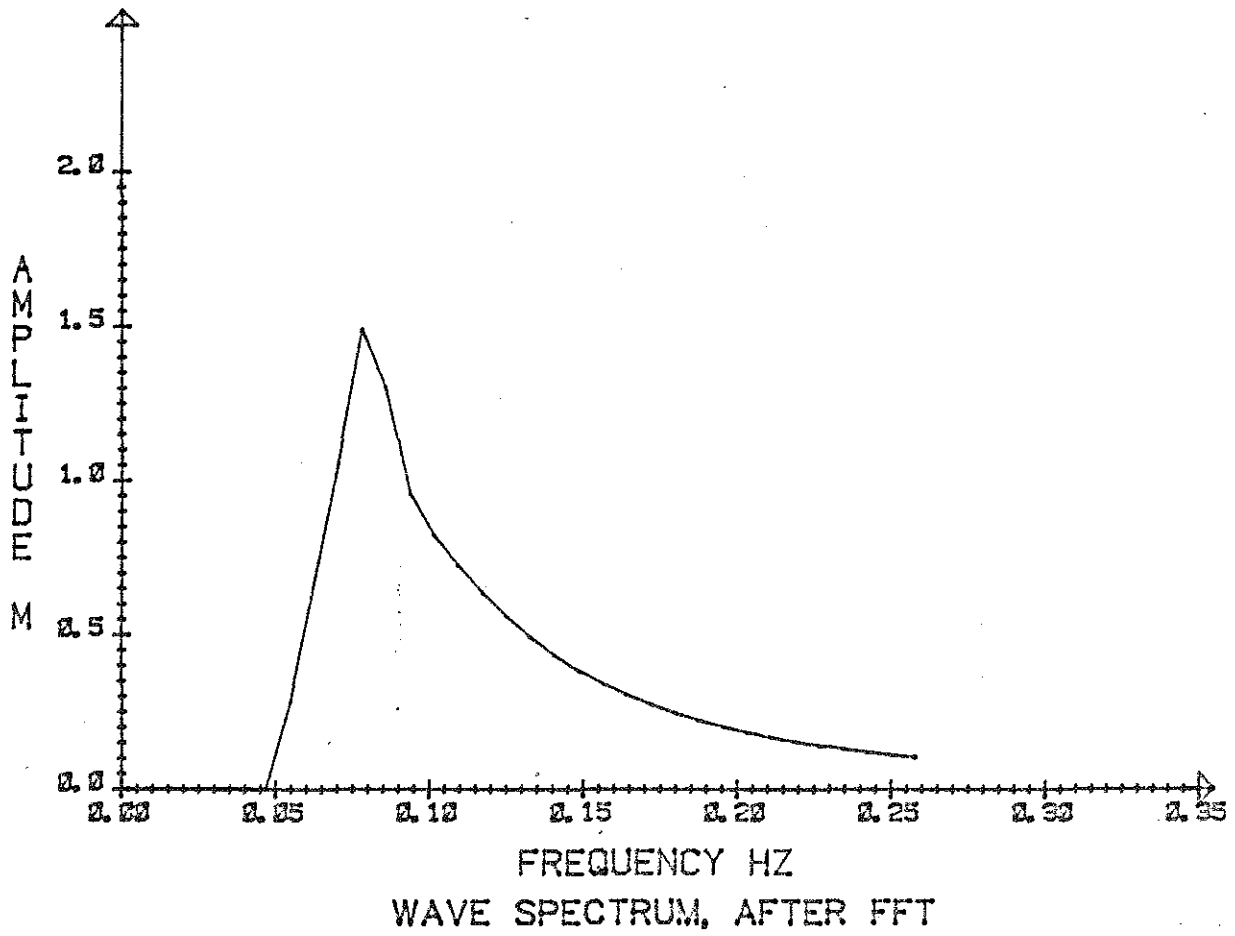


RESPONSE FUNCTION, AFTER FFT

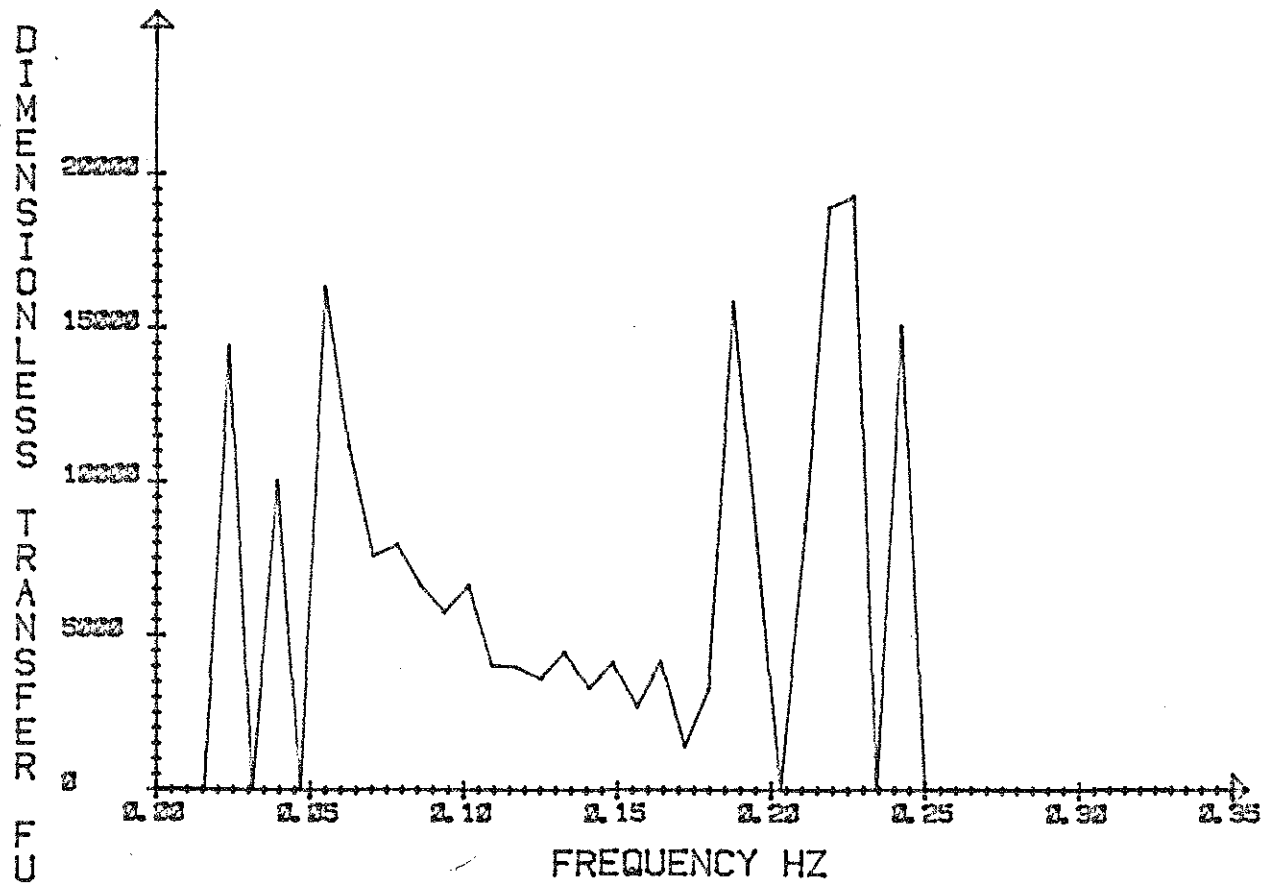
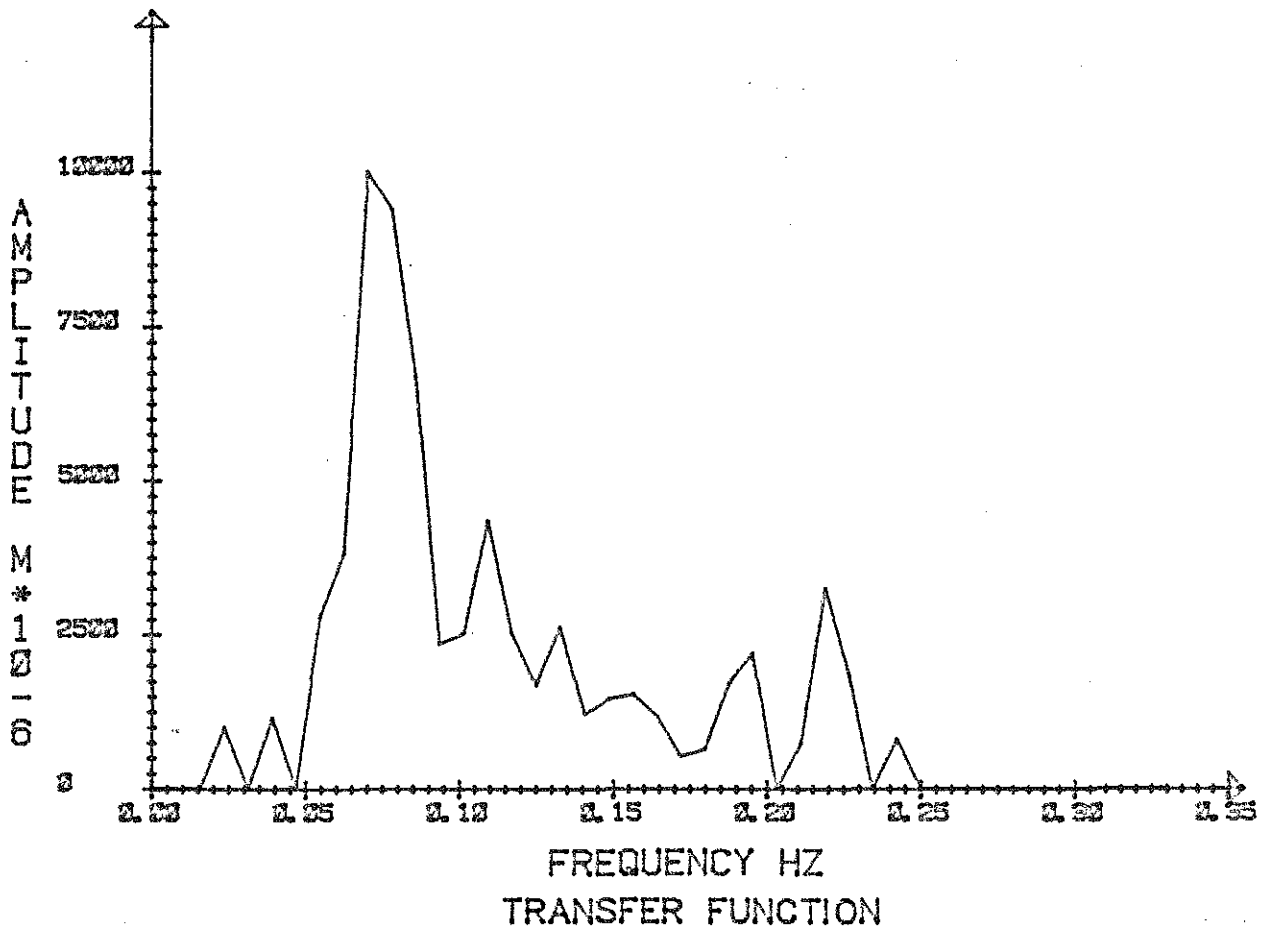


$H_s = 7.00$ METER

AMPLITUDES OF JONSWAP SPECTRUM

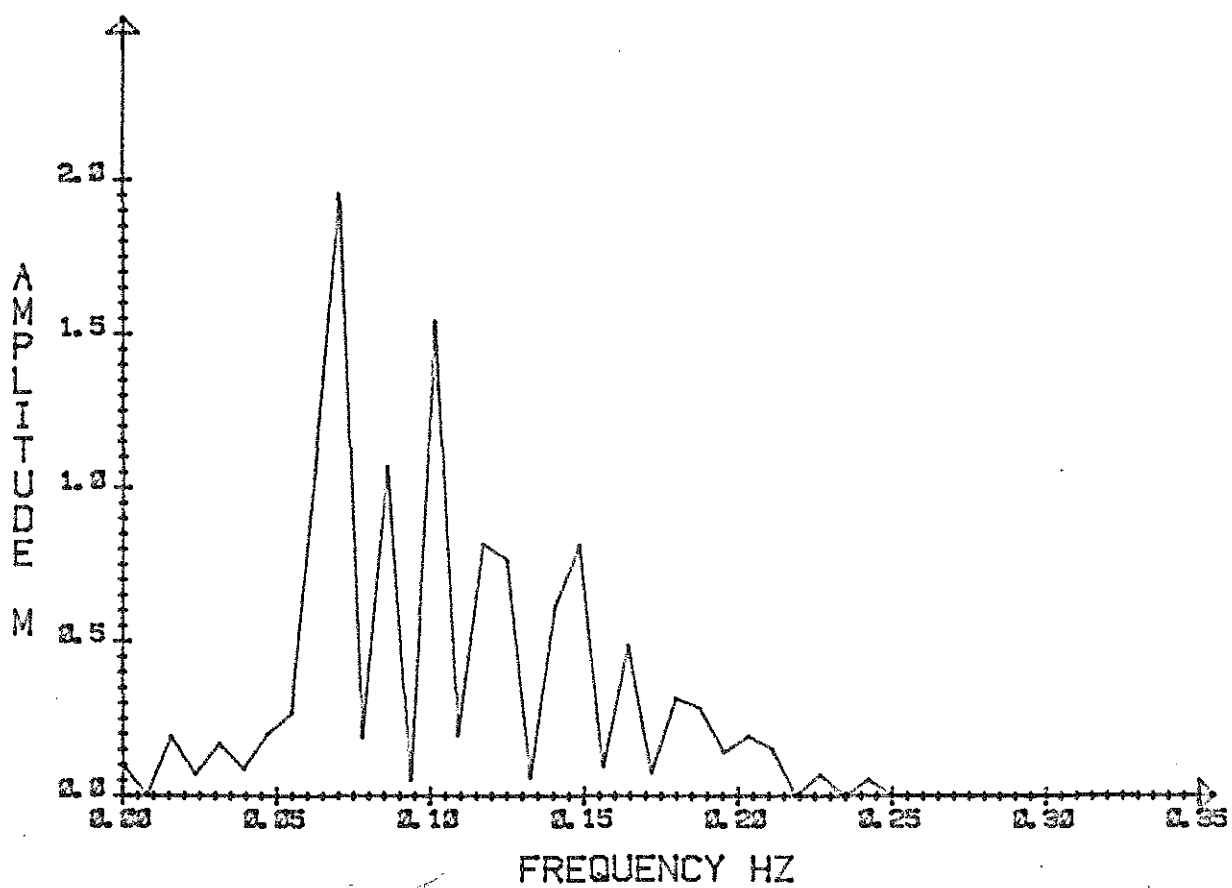
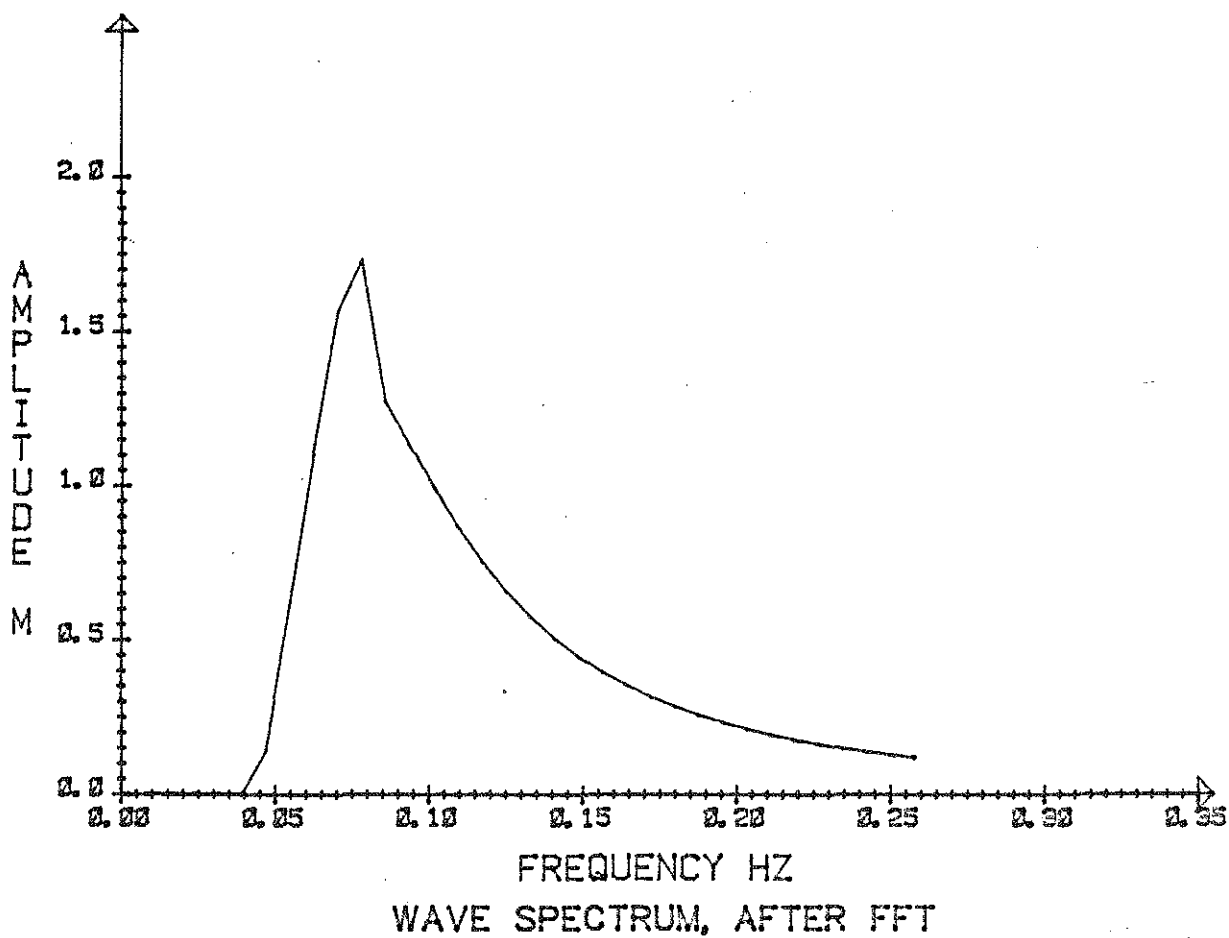


RESPONSE FUNCTION, AFTER FFT

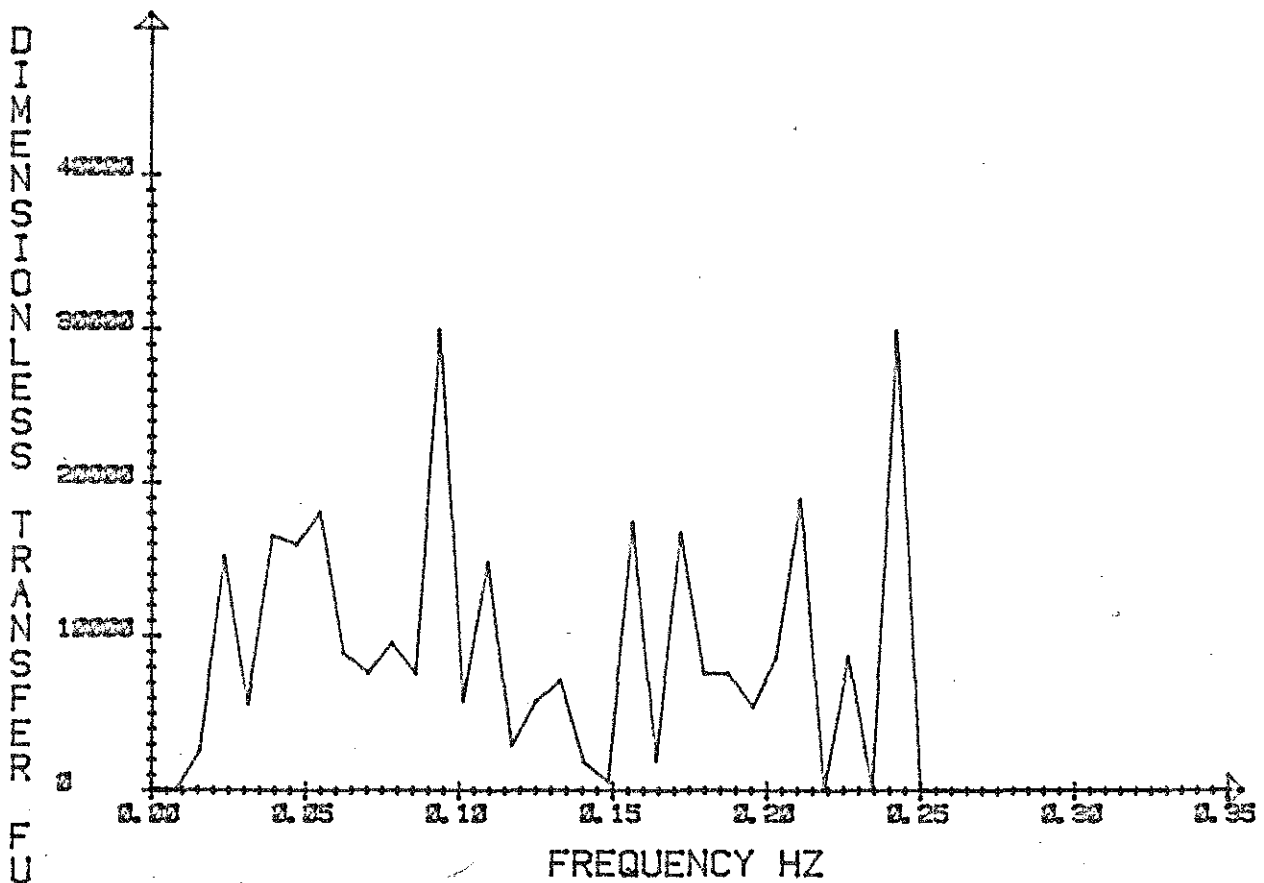
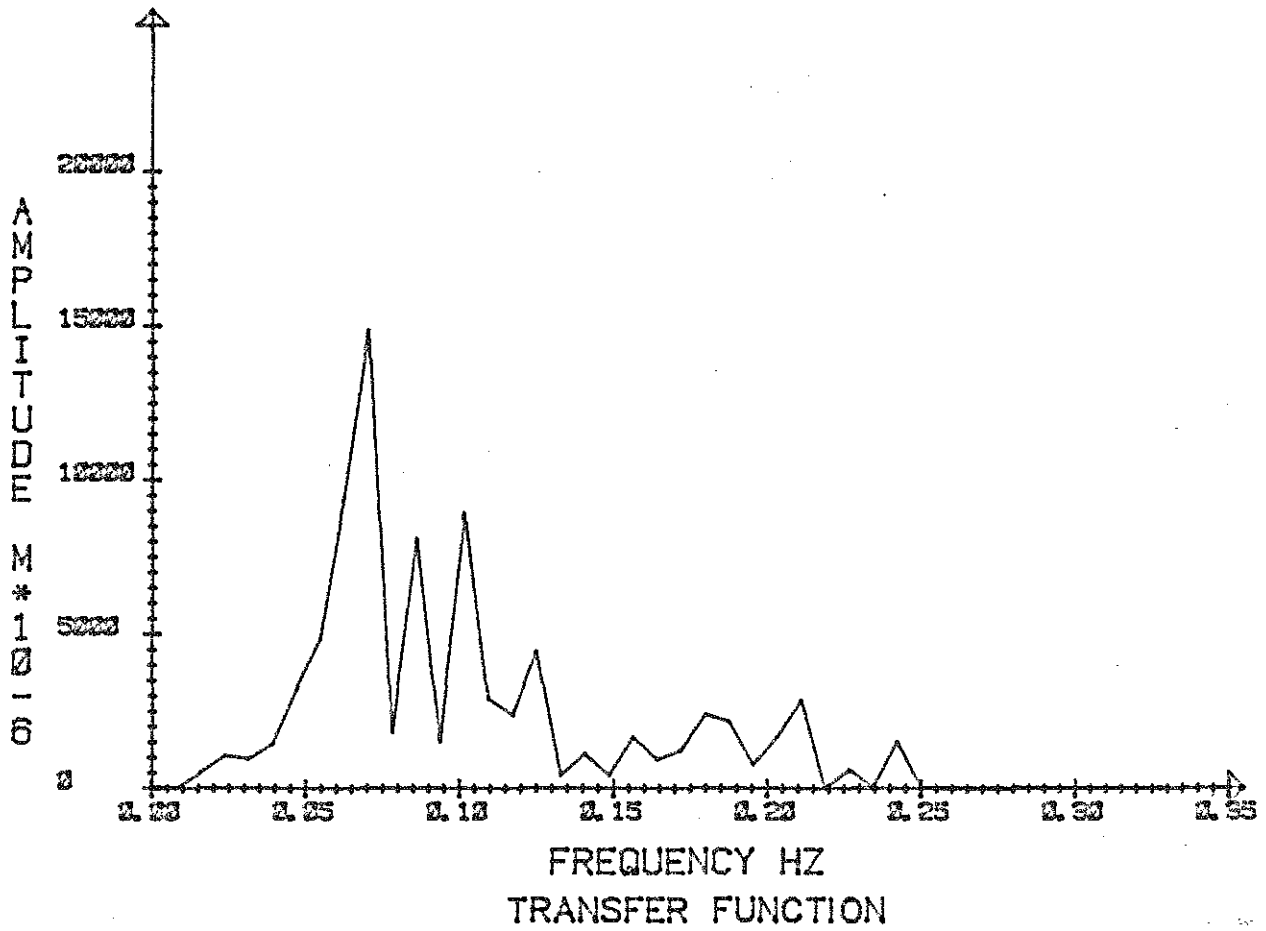


$H_S = 8.60$ METER

AMPLITUDES OF JONSWAP SPECTRUM

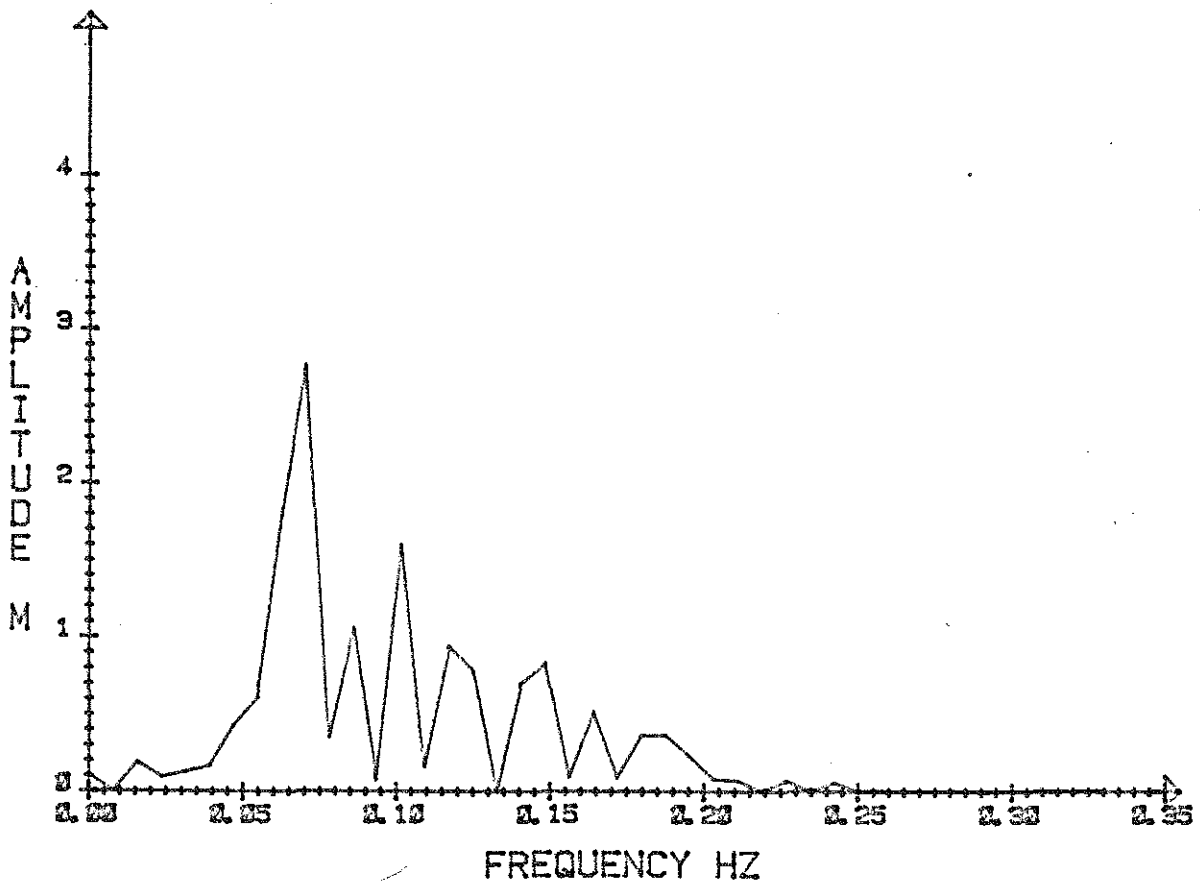
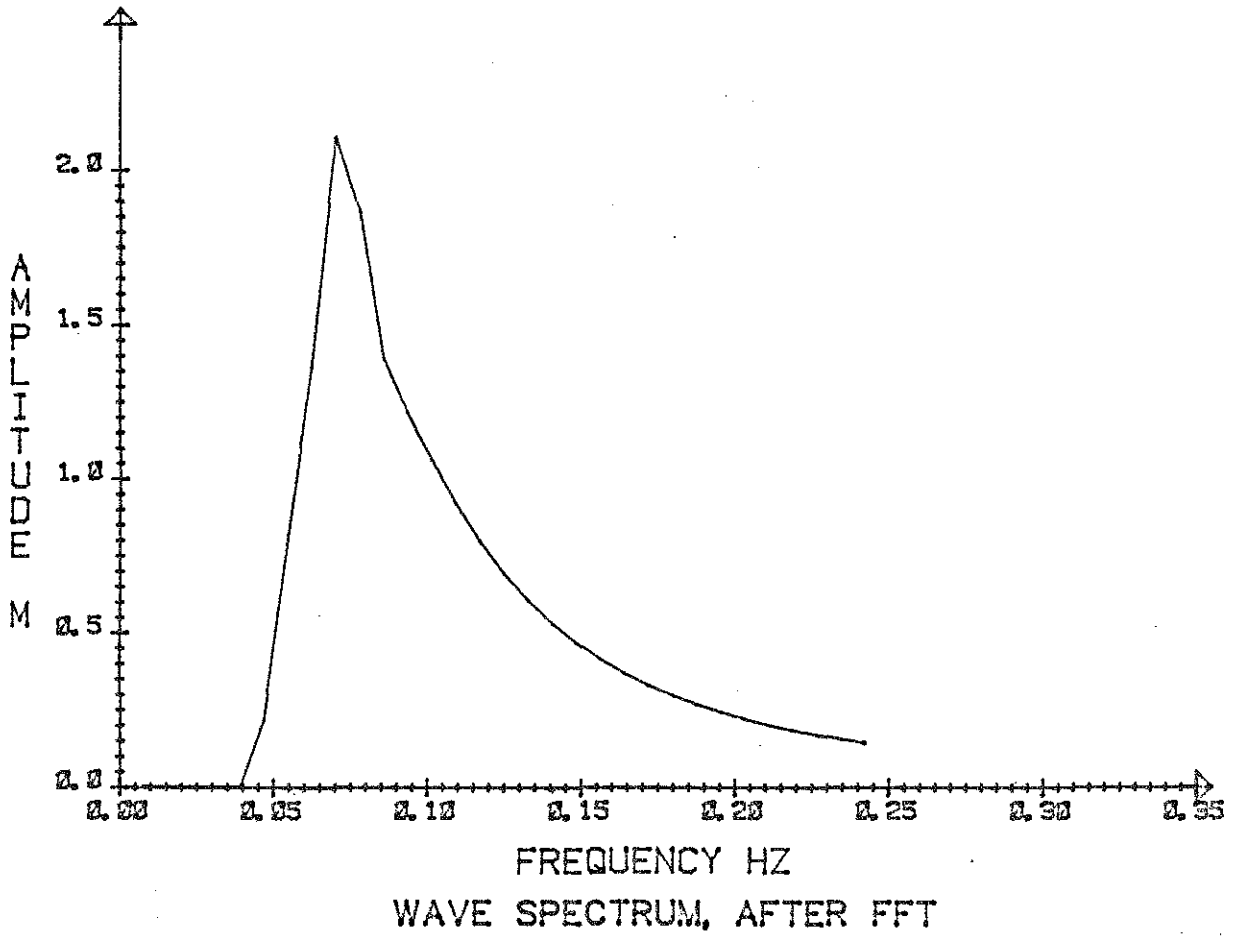


RESPONSE FUNCTION, AFTER FFT

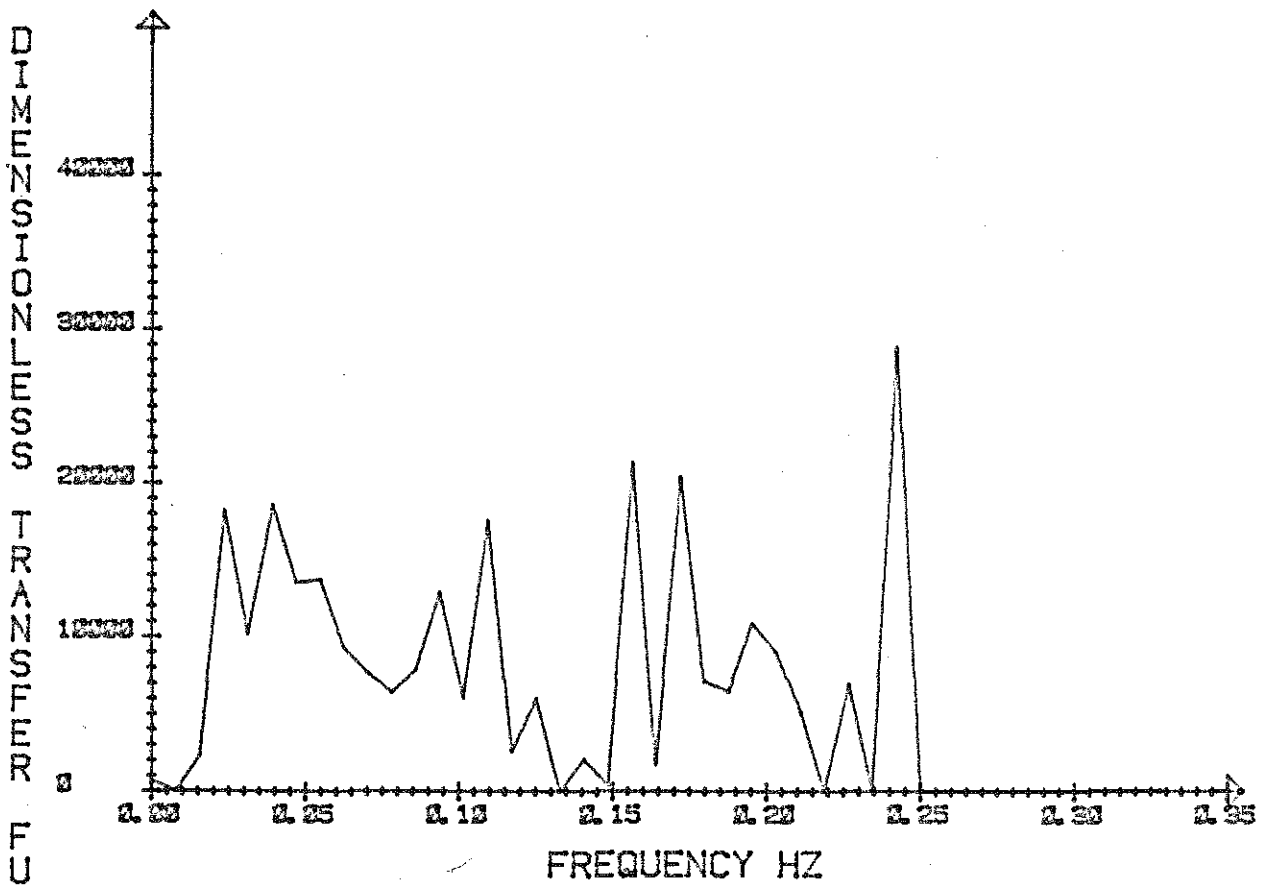
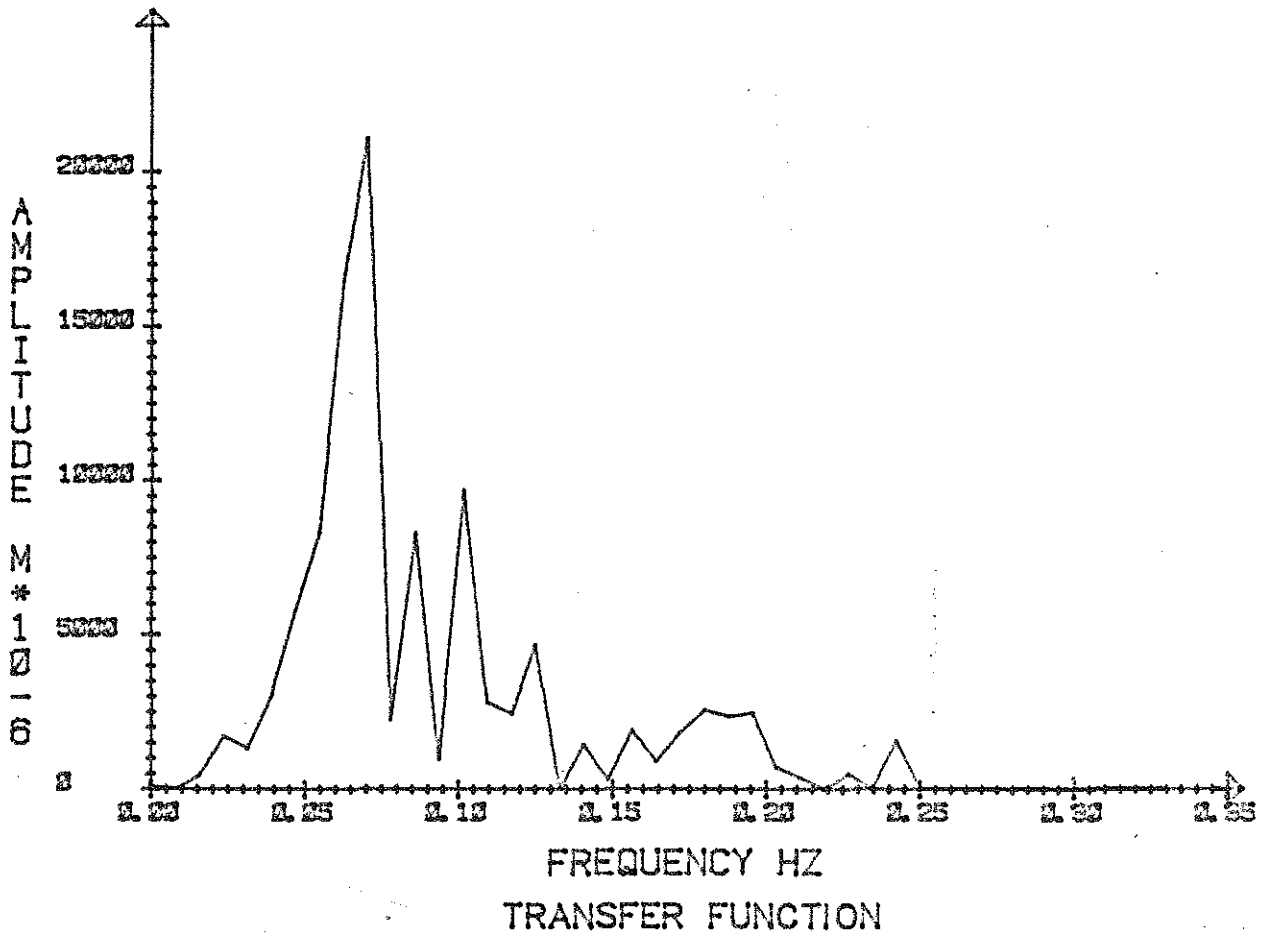


$H_S = 10.94$ METER

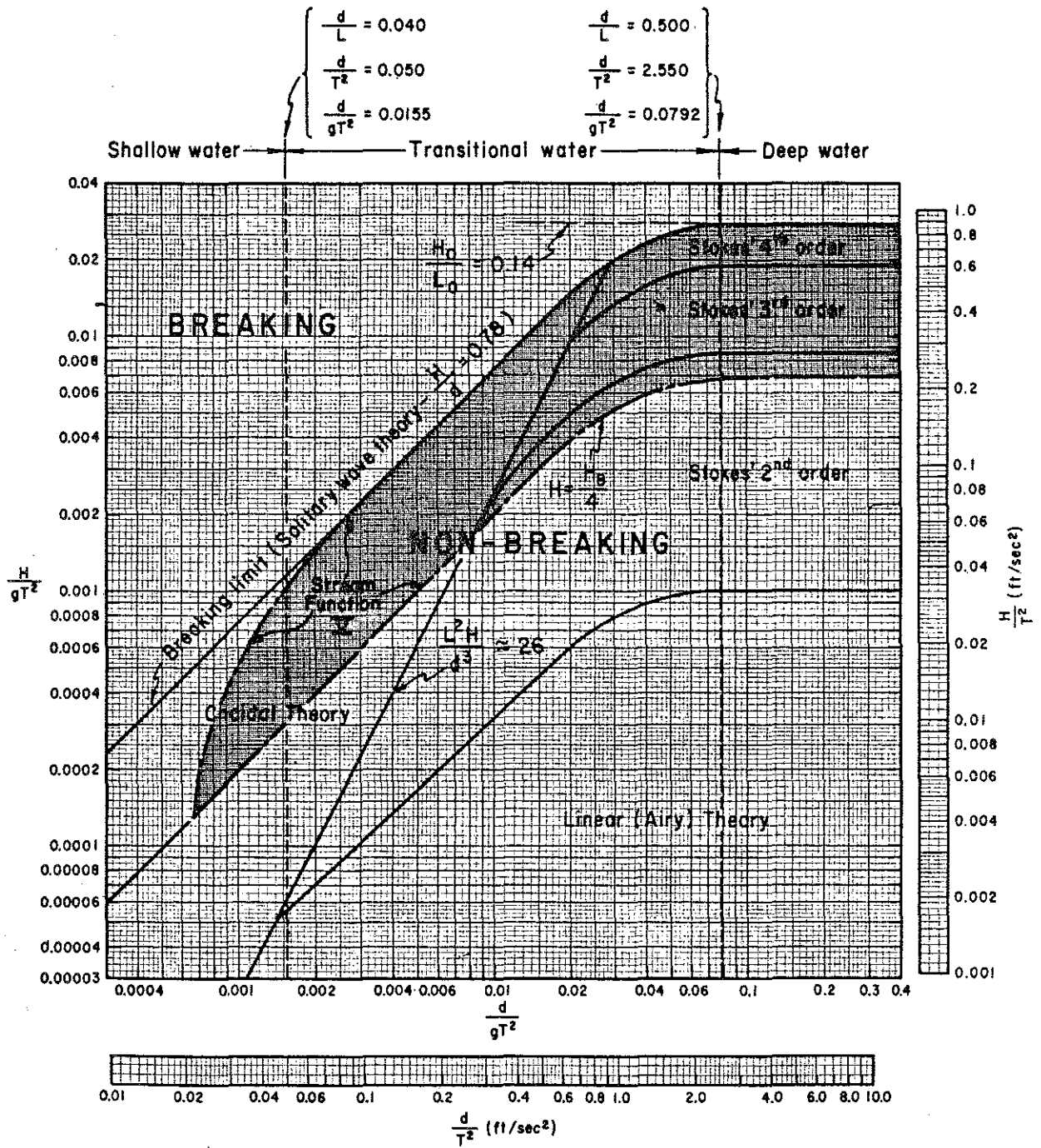
AMPLITUDES OF JONSWAP SPECTRUM



RESPONSE FUNCTION, AFTER FFT



GILTIGHETSOMRADEN FÖR OLIKA VÄGTEORIER



REFERENSER

- <1> Akesson, Tägnfors och Friberg, 1980,
SFVBAT-II, a computer program for space frame vibration
analysis,
Division of solid Mechanics,
Chalmers University of Technology,
Volym 1 och 2
- <2> Bell K., Sigbjörnsson R., Smith K. E., 1975,
Convib, a computer program for dynamic analysis of
gravity type offshore platforms, users manual,
Selskapet for industriell och teknisk forskning ved
Norges Tekniske Högskole, Trondheim
- <3> Sjöberg A., 1983
Vindvågor, undervisningsskrift 1983,
Institutionen för Vattenbyggnad,
Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg
- <4> Hallam M. G. et al, 1978,
Dynamics of marine structures, Report UR 8,
CIRIA underwater group, London,
2:nd edition
- <5> DET NORSKE VERITAS, 1977,
Rules for the design, construction and inspection of
offshore structures,
Høvik, Norway
Appendix B (LOADS) and G (DYNAMIC ANALYSIS)

- <6> Johti Shankar et al, 1982, september 20-22,
Wave interaction with arbitrarily shaped submerged
cylinders,
Ocean 82 conference record of industry, Government and...,
Partners in progress, Washington DC, USA
- <7> Chakrabarti S. K., 1980,
Impact of analytical, model and field studies on the
design of offshore structures,
Statens skeppsprovninganstalt, Göteborg
- <8> Gran S., 1973,
Wave forces on submerged cylinders,
Offshore technology conference, Dallas, Texas,
Paper nr OTC 1817
- <9> Håland L., Småland E., 1980,
Final report. Frequency table of significant wave
heights and extreme values for selected positions
at the continental shelf,
Norges Meteorologiska Institut, Oslo
- <10> Lunne T., Kjekstad O., 1979,
Soil parameters used for design of gravity platforms
in the north sea,
Norges Geotekniske Institut,
Rapport nr 127

- <11> Bergdahl L., Melin H., 1985,
Wavefield, manual till ett program för beräkning av
ytvattenvågor,
Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg
- <12> Offshoreprojekt 83, Slutredovisning, 1983,
Institutionen för konstruktionsteknik,
Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg