



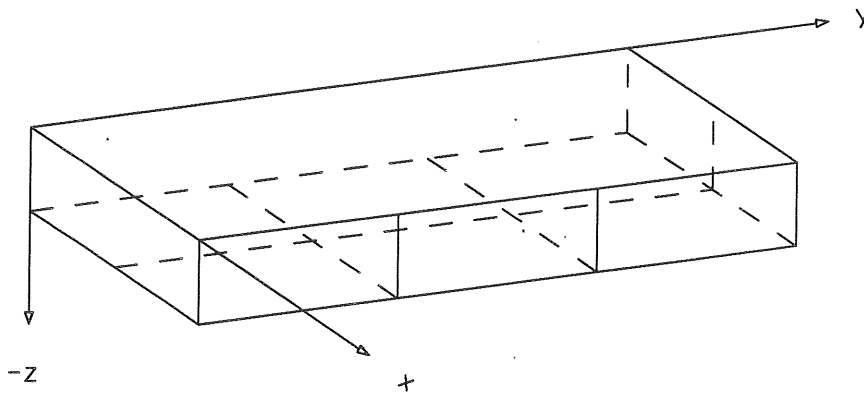
Institutionen för vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

Att använda randelementprogrammet

WAMIT

för analys av vågskydd till småbåtshamnar



av

Reine Högberg



Institutionen för vattenbyggnad
Chalmers tekniska högskola

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

Att använda randelementprogrammet
WAMIT för analys av vågskydd till småbåtshamnar

av

Reine Högberg

Examensarbete
Nr. 1992:2

Göteborg 1992

Adress: Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola
412 96 GÖTEBORG

Telefon: 031-772 10 00
Telefax: 031-772 21 28

SAMMANFATTNING

Denna studie avser att, med hjälp av strålnings/diffraktionsprogrammet WAMIT (Wave Analysis MIT), studera i vattenytan fast monterade vågbrytares vågbrytande förmåga med avseende på transmission och diffraktion. Analysen avser även att bedömma WAMIT:s duglighet som verktyg för sådana studier.

Studien är uteslutande gjord genom datorsimulering.

WAMIT är ett sk randelementprogram där vågbrytarens våta yta diskretiseras till element. Inledningsvis undersöktes numeriska effekter av att variera de ingående ytelementens storlek. Utifrån de resultaten konstaterades ett samband mellan vågperiod och ytelementstorlek. Detta samband och datorkapaciteten fick utgöra grund för den i fortsättningen valda ytelementstorleken.

I studien ingick att skapa ett indataprogram som genererar ytelementkoordinaterna till WAMIT:s geometriska datafil (GDF). Källkoden till detta program presenteras i rapportens appendix.

Då WAMIT utgår från en tredimensionell teori utfördes jämförelser med ett tvådimensionellt program, RECT, (Johansson, 1991). I det fall man i WAMIT utgår från vågbrytarens utbredningslängdcentrum (y-led) får man inom vågbrytarens närområde en mycket god överensstämmelse med det tvådimensionella resultatet. Konklusionen är att tidsvinsten blir mycket stor om man inledningsvis använder ett 2D-program för utgallringen av ett stort antal vågbrytartvärnsnitt.

Under studien av effekten av diffraktion runt vågbrytaren påvisas i WAMIT vågbrytarlängdens betydelse för diffraktionens inverkan på transmissionskoefficienten. I samband med detta arbete skapades med hjälp av WAMIT ett antal vågelevationsfält bakom vågbrytaren. Vid analysen av dessa fält insågs, på grund av mängden extrempunkter i vätskeytan, behovet av någon typ av medelvärdesbildning av vågelevationen i vågbrytarens närområde. Med anledning av skapandet av dessa fält uppstod behovet av att komplettera WAMIT med ett grafiskt vågmönstergenererande hjälpprogram. Ett sådant program skulle, genom att visualisera resultaten, förbättra WAMIT:s duglighet som verktyg vid vågbrytaranalys avsevärt.

Slutligen behandlas, med WAMIT, varierande vågbrytartvärnsnitts vågbrytande egenskaper utifrån en medelvärdesanalys av transmissionskoefficienten inom vågbrytarnas närområde. Resultaten visar förutom vertikala skärmars positiva inverkan på vågdämpningen även risken för numeriska effekter i WAMIT och den stora skillnad mellan fast monterade och förankrat flytande vågbrytare.

SUMMARY

The intention with this study was, by using the radiation/diffraction program WAMIT (Wave Analysis MIT), to analyse the wave damping effects for fixed breakwaters and to estimate the capability of WAMIT as a tool for this analysis.

All studies are done by computer simulations.

WAMIT is a boundary element program in which the wet surface of the breakwater is discretised into panels. Numerical effects due to the choice of size of panels has been investigated. As a result of the change of panel sizes one could observe a relationship between the panel size and the wave period.

One part of the study was to create a program which is generating the panel coordinates of the Geometric Data File (GDF) of WAMIT. The source code of that program is presented in the appendix of this report.

Since WAMIT is based on a three-dimensional theory, a number of results was compared with results analysed by a two-dimensional program, RECT (Johansson, 1991). The result of the comparison is most satisfying when the three-dimensional result is assumed from the centre of the breakwater along the y-axis and in a close range along the x-axis, (no influence by diffraction). The conclusion of this result is that a major time saving is possible by using a two-dimensional program in an initial stage when analysing a large number of breakwaters.

During the study of the effects of diffraction the influence of the breakwater length is discussed. Connected to this study a number of fields concerning the transmitted/diffracted wave, behind the breakwater, was plotted as wave images. During the evaluation of these fields the necessity of some sort of mean value analysis, referring to the transmission coefficient, was obvious due to the presence of extreme points in the vicinity of the breakwater. When accomplishing these field images the need of creating a graphic wave image generating program, as a complement to WAMIT, was most evident. Such program would considerably improve the capability of WAMIT as a tool for breakwater analyses.

Finally the transmission coefficient was, by a mean value analysis, studied for a number of different breakwaters. The result indicates the advantage of using vertical fenders and the large difference between fixed and floating breakwaters.

FÖRORD

Denna studie har genomförts vid Institutionen för Vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola, och konsultfirman Dynamar AB.

Studien är genomförd såsom ett examensarbete ingående i civilingenjörsutbildningen vid sektionen för Väg- och Vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola.

Det skall också tilläggas att studien aldrig kunnat genomföras utan den hjälp och uppmuntran jag fått av min handledare Tekn. Dr. Mickey Johansson på Dynamar AB och Professor Lars Bergdahl vid Institutionen för Vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola.

Göteborg, Juni 1992

Reine Högberg

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sid.

SAMMANFATTNING

SUMMARY

FÖRORD

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	INLEDNING	1
2.	BERÄKNINGSMODELL	3
2.1	Allmänt om modell, beräknade parametrar	3
2.2	WAMIT, en kort presentation	4
2.3	Creator, indataprogram till WAMIT	6
2.4	Tvådimensionell kontra tredimensionell beräkning	8
3.	VERIFIERING AV MODELL	9
3.1	Utformning av mesh	9
3.2	Tvådimensionella kontra tredimensionella resultat	13
3.3	Inverkan av diffraktion	16
4.	VÅGDÄMPNING HOS OLIKA VÅGBRYTARTYPER	24
	REFERENSER	28
	APPENDIX: Källkod till indataprogram	

1. INLEDNING

Denna rapport avser att teoretiskt studera olika fasta vågbrytartyper och deras vågbrytande egenskaper. Analyser har utförts för regelbundna vågor med hjälp av randelementprogrammet WAMIT (Wave Analysis MIT) (version 3.1 ND). WAMIT beskrivs närmare i kapitel 2.2.

Vid institutionen för vattenbyggnad på Chalmers Tekniska Högskola har tidigare gjorts studier av dessa fenomen men man har då i huvudsak använt sig av tvådimensionella teoretiska modeller och laboratorieförsök. WAMIT är ett generellt tredimensionellt program.

För att få en jämförelse med tidigare studier med liknande problemställning har jag använt mig av en doktorsavhandling av Tekn. Dr. Mickey Johansson, Johansson (1989). Johanssons avhandling bygger till största del på tvådimensionella teorier. Det tvådimensionella programmet RECT, Johansson (1991), har därvid jämförts med WAMIT. Detta har inneburit att endast rakt infallande vågor studerats.

I föreliggande arbete har stor vikt lagts på att kartlägga lämpligheten av att använda WAMIT som analysprogram för fasta (och i princip även för flytande) vågbrytare.

I min studie ingick även att skapa ett program som förenklar en annars mycket tidskrävande inmatning av geometriska koordinater för de olika vågbrytarnas ytelement. Detta program (Creator) finns beskrivet i ett eget kapitel.

I det inledande skedet undersöktes WAMIT:s noggrannhet genom att studera effekten av att variera storleken på vågbrytarnas ingående ytelement.

För att eventuellt hitta ett mönster i den transmitterande vågens utbredning bakom en vågbrytare beräknades vågelevationen i ett stort antal punkter vid olika vågperioder. Liknande diagram finns i Shore Protection Manual Vol. I 1984 men avser då diffraktion hos totalabsorberande bottenfasta vågbrytare till skillnad från föreliggande studie då vågorna även transmitterar under vågbrytarna.

I anslutning till skapandet av vågutbredningsfälten undersöks även vågklimatets förändring på grund av diffraktion runt vågbrytaren och huruvida WAMIT är dugligt som verktyg vid bedömning av en vågbrytares vågdämpande förmåga.

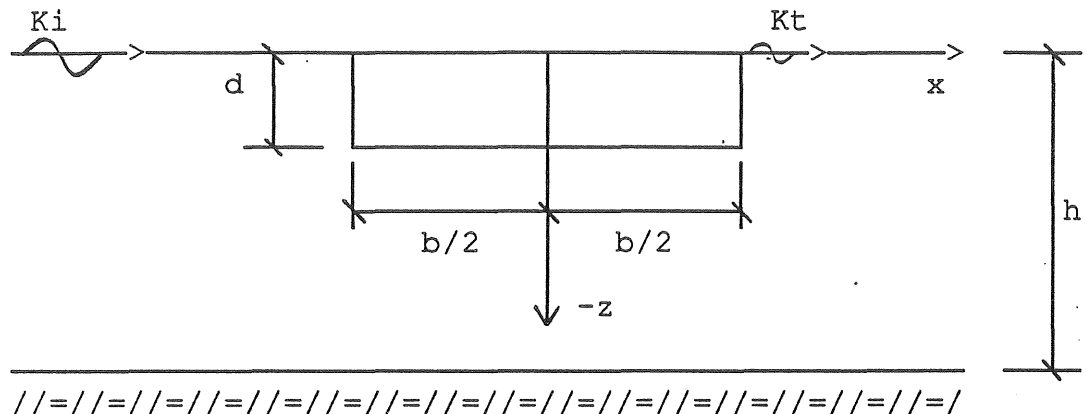
Slutligen jämfördes vågbrytare med vertikala skärmar och vågbrytare med varierande geometrier för att undersöka om man kunde få någon förbättring av den vågbrytande förmågan.

Försöken gjordes uteslutande genom datorsimulering på en 386 PC, 33 MHz. Alla program är skrivna i FORTRAN 77 (ANSI standard) och kompilerade med Lahey F77L kompilator. Resultaten redovisas i respektive kapitel men även mer kortfattat i sammanfattningen.

2. BERÄKNINGSMODELL

2.1 Allmänt om modell, beräknade parametrar

Den modell som uteslutande använts som mall för alla försök och beräkningar är en vågbrytare av bostyp.



Figur 2.1 Vågbrytare av bostyp

Vågbrytarens tvärsnitt valdes utgående från vad som kan vara lämplig storlek för en ponton i en småbåtshamn. Höjden d och bredden b beräknades för en stabilt flytande ponton med densiteten 464 kg/m^3 (fritt från diverse flytande vågbrytare). Vattendjupet h är genomgående 6.0 meter efter att studerat 4.0, 6.0, 10.0 och oändligt djup och funnit att 6.0 meter är ett bra medelvärde och representativt för ett hamnområde. Skillnaden mellan resultaten för djupen 4.0, 6.0 och 10.0 meter var mycket liten.

Vid körning i WAMIT har vågbrytaren antagits som fast monterad i vattenytan vilket kan ses som att vågbrytaren monterats på bottenfasta pelare där pelarnas inverkan på vågorna försummas. Det skall poängteras att det i princip inte är svårare att köra flytande vågbrytare i WAMIT men att det i denna studie varit praktiskt att begränsa sig till fasta vågbrytare.

Vattenområdet kring vågbrytaren är antaget som oändligt stort och alla kringliggande ytor är totalabsorberande vilket i det här fallet innebär att ingen reflektion tagits med i beräkningarna.

Inledningsvis beräknades infallsvinklarna 0, 15, 30 och 45 på den infallande vågen men vartefter studien mer inriktade sig på jämförelser med en 2D-teori övergick jag till att enbart behandla rakt infallande vågor.

WAMIT (Wave Analysis MIT), MIT (1986), är ett strålnings/diffraktionsprogram utvecklat för att analysera samverkan mellan ytvågor och marina konstruktioner. WAMIT är baserat på en tredimensionell randelementmetod och innehåller två program som beräknar hastighetspotentialer och önskade hydrodynamiska parametrar var för sig. Vattendjupet kan vara ändligt eller oändligt. Den kropp som analyseras kan vara ytpenetrerande, helt nedsänkt under vattenytan, monterad vid sjöbotten och/eller placerad vid en eller två vertikala skärmar. Randvillkoret vid den fria vattenytan är lineariserat och strömningen antas vara idealisk, rotationsfri och tidsharmonisk.

Strålnings- och diffraktionshastighetspotentialerna på kroppens våta yta analyseras utgående från lösningen av en integralekvation som man fått genom att använda Green's teorem.

Green's teorem innebär kortfattat att man diskretiserar en yta istället för en volym. Green's teorem finns noggrannare beskrivet i WAMIT-manualen (MIT 1986).

Ett flertal olika lösningsmetoder har utvecklats och förbättrats i WAMIT för att på så sätt öka precisionen och effektiviteten på lösningen och att exploatera dugligheten för ett brett fält av datorsystem, allt från Pc till superdatorer.

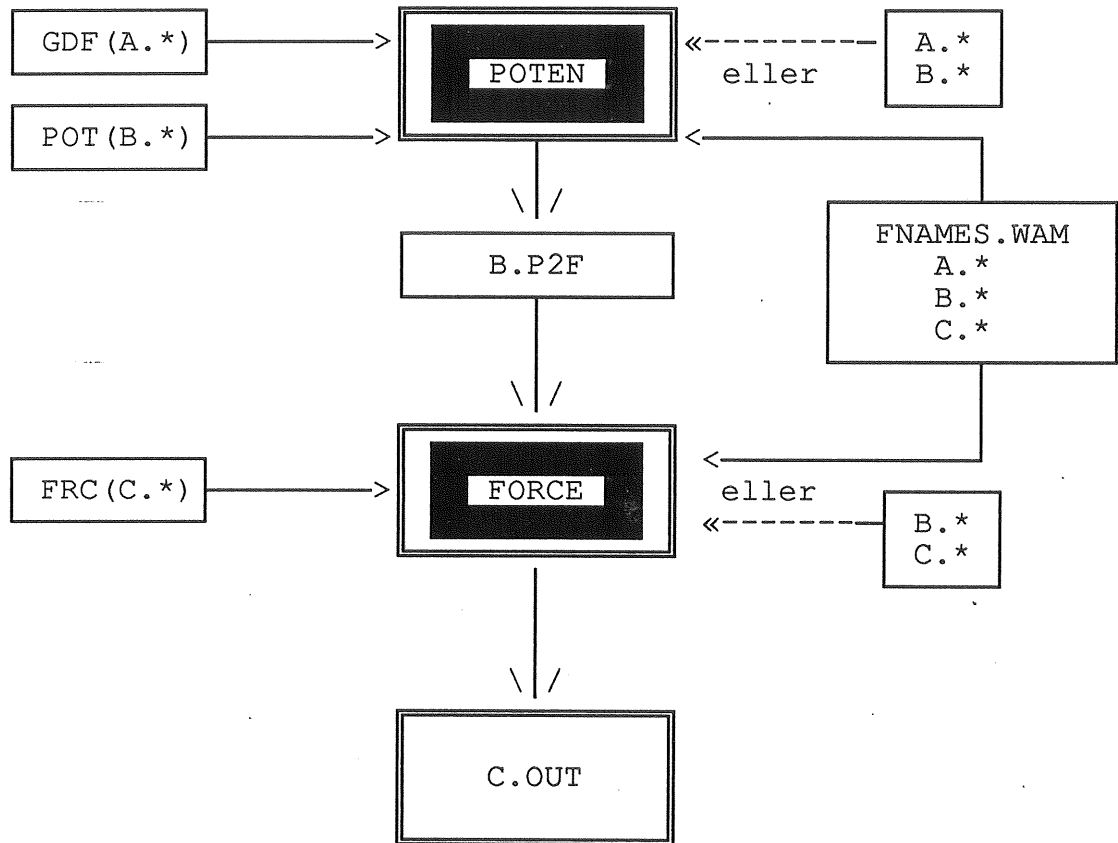
Följande storheter kan räknas fram med hjälp av WAMIT:

- * Hydrostatiska koefficienter
- * Added -mass och dämpningskoefficienter för stela kroppars rörelser
- * Pådrivande vågkrafter och moment genom Haskind-relationerna
- * Pådrivande vågkrafter och moment genom att direkt lösa diffraktionsproblemet
- * Rörelseamplituder och faser för flytande kroppar
- * Hydrodynamiska tryck på kroppens yta
- * Hydrodynamiska tryck i vätskeområdet
- * Vågelevationer
- * Flödeshastighetsvektorer i vätskeområdet
- * Horisontella driftskrafter och girmoment

Två, ett eller inget plan med symmetri kan förekomma.

Programmet innehåller två huvudmoduler; POTEN, som löser strålnings- och diffraktionshastighetspotentialerna på kroppsytan för angivna rörelsemöder, frekvenser (perioder) och vågornas infallsvinklar, och FORCE, som i sin tur beräknar globala storheter inkluderat hydrodynamiska koefficienter, rörelser och driftskrafter.

Av alla de möjligheter som kan utnyttjas i WAMIT har jag endast använt de utdata som ger vågelevationen i de punkter som kan anses som intressanta.



Figur 2.2 Flödesschema med huvudprogrammen POTEN och FORCE med deras vidhängande in och utdatafiler

För en mer ingående beskrivning av de olika filerna, studera WAMIT-manualen, MIT (1986).

2.3 CREATOR, indataprogram till WAMIT

För att underlätta den annars mycket tidskrävande inmatningen av geometriska data till WAMIT:s GDF-fil, skapades hjälpprogrammet Creator. Programmet skapar, med hjälp av få indata, koordinaterna för alla ingående ytelement.

Vid körning av Creator har man möjlighet att välja antingen en geometrisk form typ låda eller ett helt valfritt tvärsnitt. Alla geometrier antas vara dubbelsymmetriska i x,y -led.

Y-axeln är orienterad som vågbrytarens utbredningslängd rätvinkligt mot en rakt infallande våg. X-axeln är i sin tur orienterad som vågbrytarens bredd och positiv längs den rakt infallande vågens utbredningsriktning. Z-axeln avser vågbrytarens tjocklek och är negativ nedåt. Origo är placerat i vattenytan och vågbrytarens mittpunkt i x,y -led.

Vid inmatning av en vågbrytare av lådtype anges längd, bredd och djup följt av antalet ytelement i vardera riktning. För en vågbrytare med valfritt tvärsnitt anges längd, antal ytelement i längsled och i x,z -led. Därefter får användaren ange tvärsnittets randkoordinater i x,z -led ($y = 0$), observera att z är negativt nedåt.

Då GDF-filen namnsatts lagras filen i aktuellt bibliotek och om man så vill placeras filen även i FNames.WAM, se WAMIT-manualen.

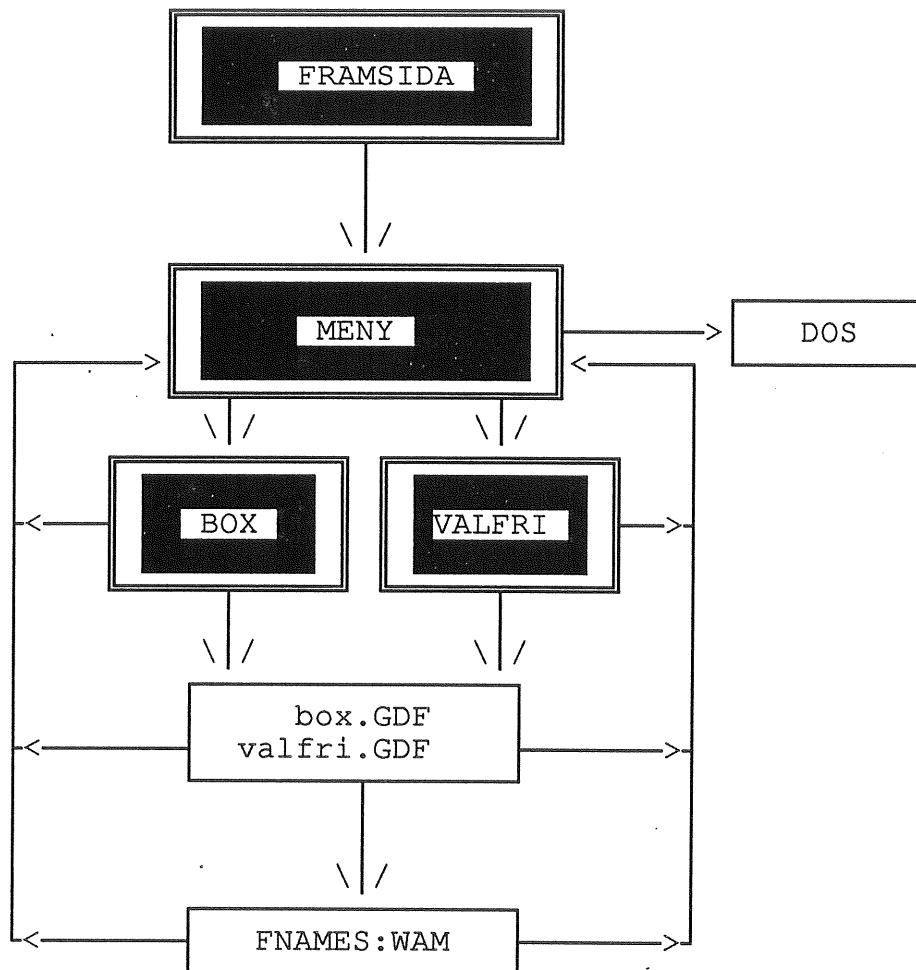
På grund av den oändliga variationsmöjligheten i tvärsnittsutformningen för en vågbrytare med valfritt tvärsnitt måste användaren själv gå in i GDF-filen och manuellt deklarerat ytelementkoordinaterna för vågbrytarens halva sida (pga dubbelsymmetrin). Med vågbrytarens sida menas det tvärsnitt i x,z -led där y är lika med halva längden (pga dubbelsymmetrin). Därefter måste det extra antalet ytelement adderas till det tidigare värdet på antalet ytelement (NEQN).

Glöm ej att kontrollera så att NEQN ej överskrider maximala värdet på NEQN för din version av WAMIT, se WAMIT-manualen.

Källkoden är gjord på ett sådant sett att en användare så lätt som möjligt skall kunna gå in i programmet och göra de ändringar som kan tyckas vara lämpliga. Detta kan till exempel vara lämpligt om man skulle vilja skapa andra geometrier än dubbelsymmetriska. Ursprungsprogrammet förutsätter, som sagts tidigare, ett dubbelsymmetriskt tvärsnitt. Det kan även tänkas att man vid skapandet av GDF-filen även vill ange indata till POT-filen och/eller FRC-filen, behoven kan som sagt skilja i all oändlighet beroende på vilket resultat man söker. Programmet är skrivet i FORTRAN 77 och kompilerat med Lahey F77L kompilator.

I och med detta ger jag alla användare friheten att använda min källkod på det sätt som han/hon tycker passar bäst, jag frisäger mig även från alla fel som kan uppstå i och med användandet av programmet.

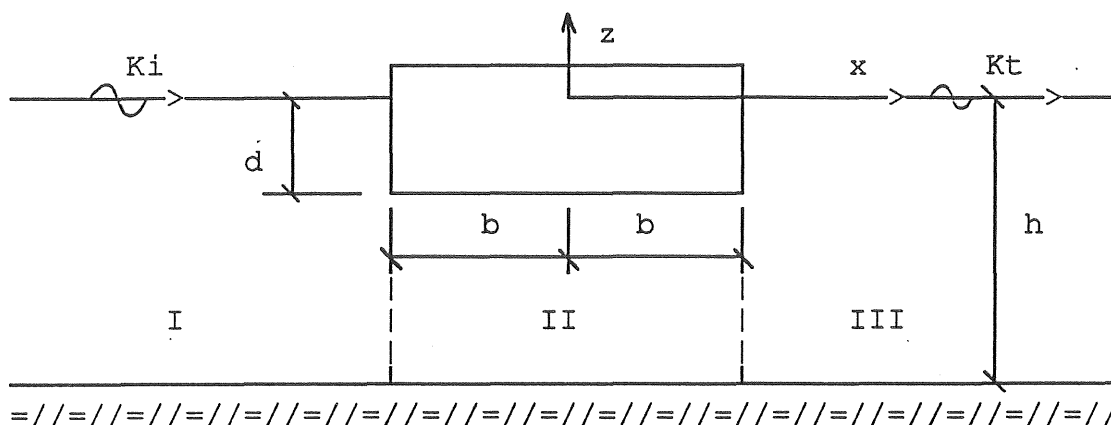
Källkoden är uppbyggd av ett huvudprogram (MENY.for) och två subrutiner (KALLE/HOBBE .for). Kalle beräknar punkterna för geometrier av boxtyp och Hobbe beräknar motsvarande för ett valfritt tvärsnitt.



Figur 2.3 Flödesschema för Creator

2.4 Tvådimensionell kontra tredimensionell beräkning

I den tvådimensionella teori som avhandlas i en rapport av Johansson (1989) utgår man från ett tvärsnitt av en vågbrytare och dess kringliggande vattenområde.



Figur 2.4 Exempel på en definition av vätskeområdet och geometriska benämningar vid en tvådimensionell lösning

Vattenområdet antas vara oändligt i x-led vilket innebär att ingen reflektion mot strand påverkar den transmitterade vågen. Vågelevationen antas således vara konstant på ett oändligt avstånd från vågbrytaren. Beräkningsmässigt indelas vätskeområdet kring vågbrytaren i tre till fyra delområden beroende på vågbrytarens tvärsnitt. I det fall man avser att studera ett godtyckligt tvärsnitt analyseras området närmast vågbrytaren med hjälp av Green:s teorem som genomgående används i den tredimensionella analysen.

Green:s teorem, som enkelt uttryckt används som en integralfunktion för att förenkla komplicerade volymsintegraler, finns mer noggrant beskriven i WAMIT-manualen (MIT 1986).

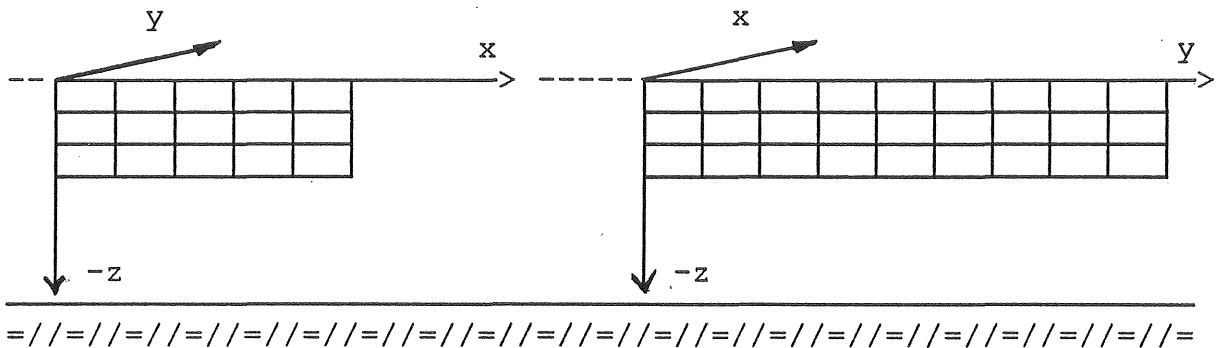
I den tredimensionella analysen indelas den studerade kroppen i en mängd ytelement och det omgivande mediet beräknas med en mängd volymsintegraler som förenklats med Green:s teorem. Denna noggranna indelning ger ett mer verklighetsanpassat resultat då man i varje godtyckligt vald punkt får alla aktuella tryck och rörelser i x,y,z-led. I min studie innebär detta att den transmitterade vågen kan studeras utifrån inverkan av diffraktion och hur K_t varierar i olika punkter bakom vågbrytaren. Genom att tillföra denna tredje dimension antas resultatet bli mer realistiskt än vid en tvådimensionell analys.

För en mer ingående beskrivning av den tredimensionella teorin se MIT (1986) och Johansson (1986) respektive Johansson (1989) för den tvådimensionella teorin.

3. VERIFIERING AV MODELL

3.1 UTFORMNING AV MESH

Utformningen av meshen innebär att vågbrytaren indelas i en mängd ytelement enligt Finita Element Metoden. För att skapa en mesh till WAMIT anger man, beroende på symmetri, koordinaterna för ytelementen i sida (x,y-led) och för botten. Detta gäller för vågbrytare i vattenytans linje, när det gäller nedsänkta kroppar skall hela volymen definieras. Som nämnts i tidigare kapitel är inmatningen av koordinater till WAMIT:s GDF-fil en mycket tidskrävande uppgift varför man i regel skapar ett inmatningsprogram för detta ändamål.

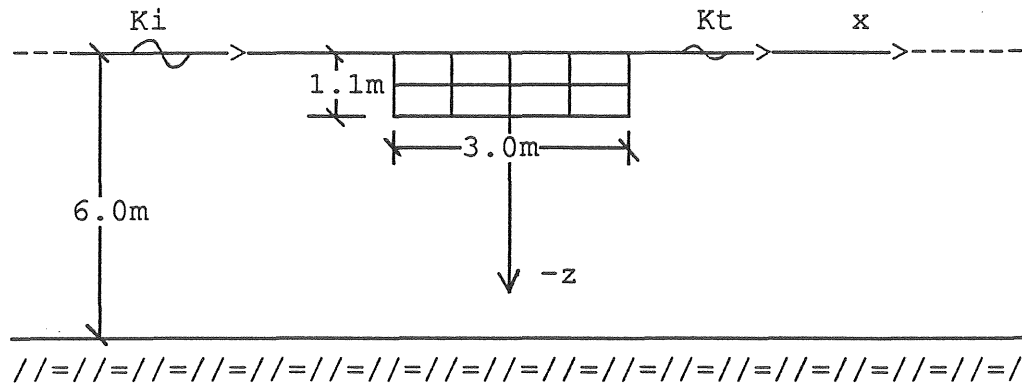


Figur 3.1 Mesh av vågbrytare

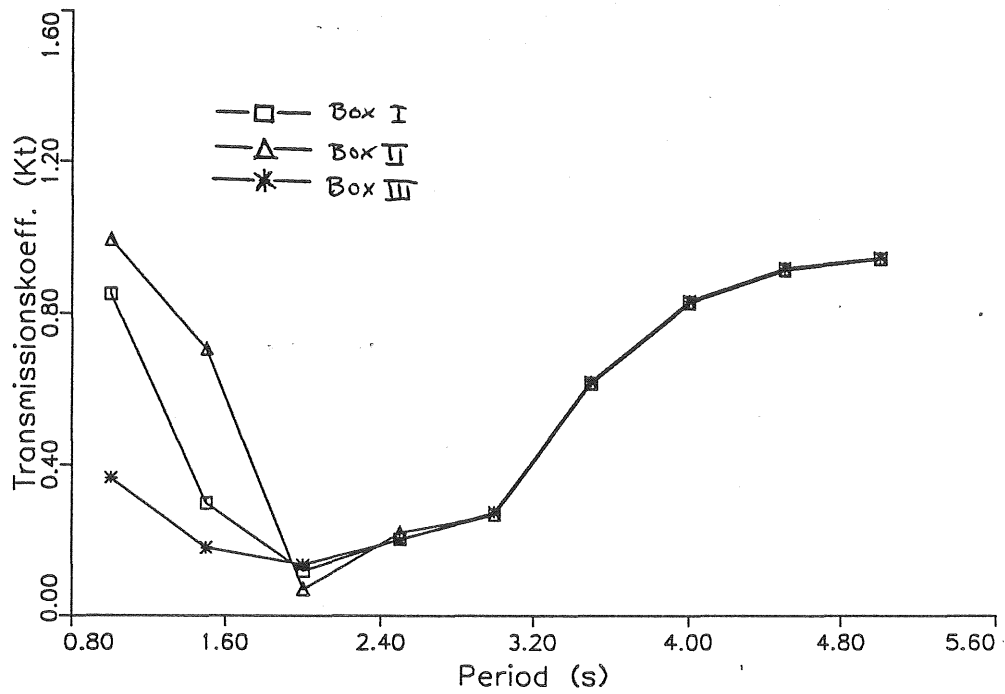
Under skapandet av meshprogrammet Creator användes genomgående en ytelementstorlek på 0.5×0.5 m². Vartefter programmet färdigställdes och testkörningar i WAMIT gjorts så framkom en del underliga resultat för Kt vid små perioder (1.0 - 2.0 s).

På det stadiet uppkom frågan om huruvida elementstorleken inverkar på resultatet och om någon relation mellan elementstorleken och perioden kan finnas.

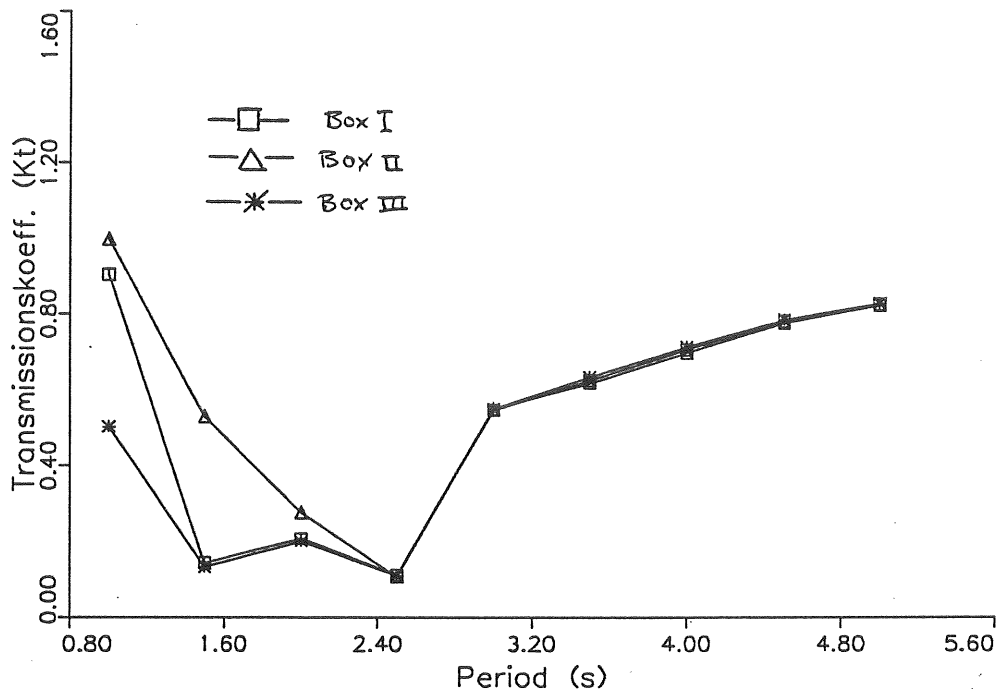
För att undersöka dessa frågor skapades tre likadana vågbrytare men med olika indelning vad gäller ytelementstorleken. Vågbrytaren var av bostyp med sida 3.0 m, utbredningslängd i y-led 50 m och djupgående i z-led 1.1 m. Vattendjupet sattes till 6.0 meter. Box I behöll elementstorleken 0.5×0.5 m² medan de nya ytelementen ändrades till på Box II 1.0×1.0 m² och Box III 0.3×0.3 m².



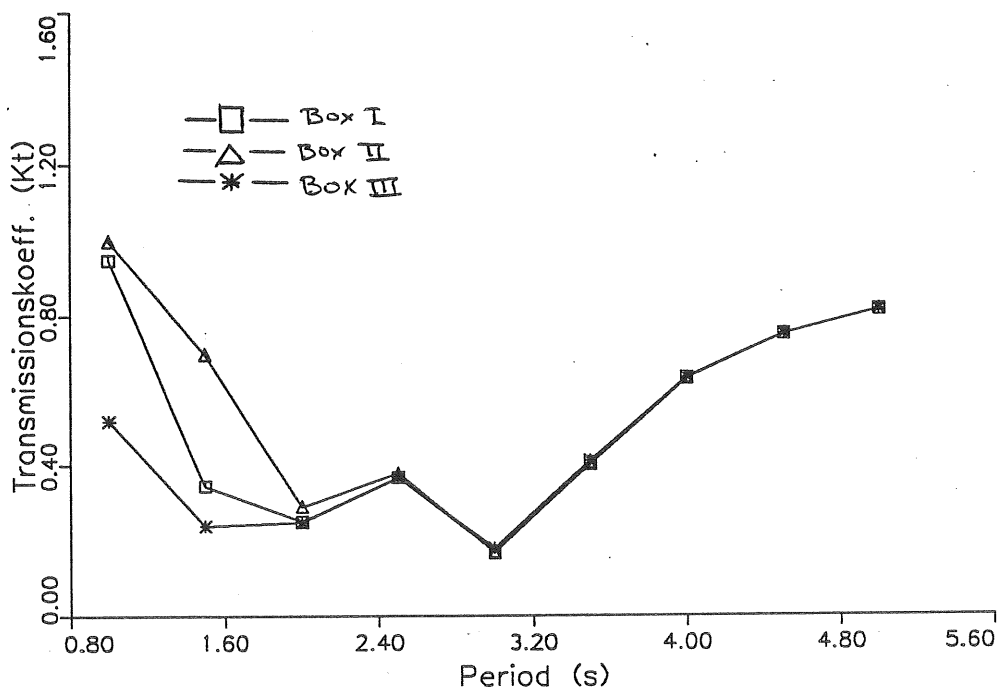
Figur 3.2 Box I, II, III



Figur 3.3 K_t som funktion av perioden T (s) vid avståndet 5.0 meter bakom vågbrytarna.



Figur 3.4 Kt som funktion av perioden T(s) vid avståndet 20.0 meter bakom vågbrytarna.



Figur 3.5 Kt som funktion av perioden T(s) vid avståndet 50.0 meter bakom vågbrytarna.

Ändringarna gav att för små paneler minskade Kt kraftigt för perioden 1.0 s medan perioderna 1.5 och 2.0 påverkades betydligt mindre, i övrigt var Kt oförändrat i jämförelse med resultaten från körningarna med större ytelement. Med 1.0 m² elementen försämrades värdena på Kt för perioderna 1.0, 1.5 betydligt. Att notera är att Kt även ökade för perioden 2.0 s. Alla resultaten jämfördes med de inledande körningarna.

Ett problem med körningar med så små ytelement som 0.3 * 0.3 m² är att beräkningarna i WAMIT blir mycket tidskrävande, i detta fall ca 3 timmar per period. Utgående från dessa resultat använde jag fortsättningsvis en ytelementstorlek på ca 0.5 * 0.5 m² och tog inte så stor notis vid perioderna under 2.0 s.

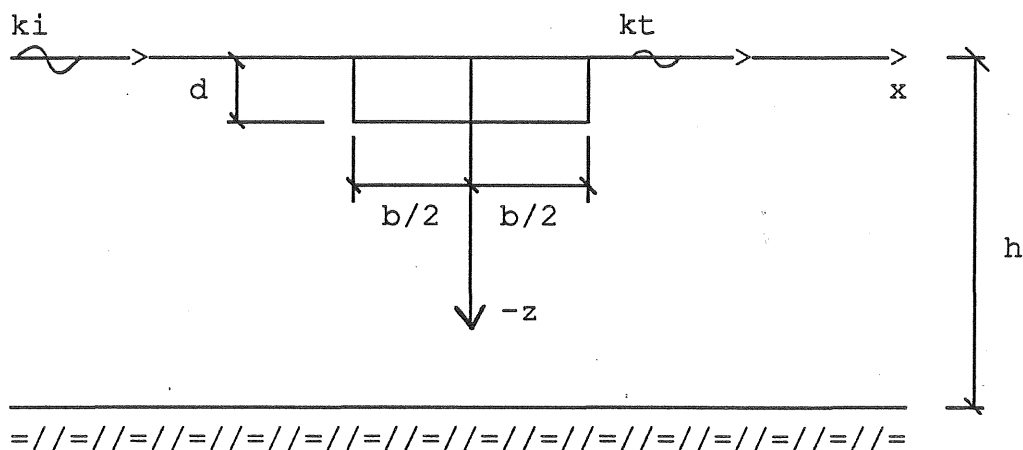
3.2 Tvådimensionella kontra tredimensionella resultat

Som tidigare nämnts ansågs en jämförelse av resultat från en 2D kontra 3D-analys särskilt intressant.

3D-analysen genomfördes med programmet WAMIT och 2D-analysen med hjälp av Mickey Johansson framtagen analysprogrammet RECT, Johansson (1991).

Modellen var en fast vågbrytare av bostyp med för 3D-analysen utbredningslängden 50 m och i övrigt bredd 3 m och djup (från vattenytan) 1.1 m.

Vattendjupet sattes till 6 m och perioderna som analyserades var 2.0 - 5.0 s med 0.5 s intervall.



Figur 3.6 Geometriska data

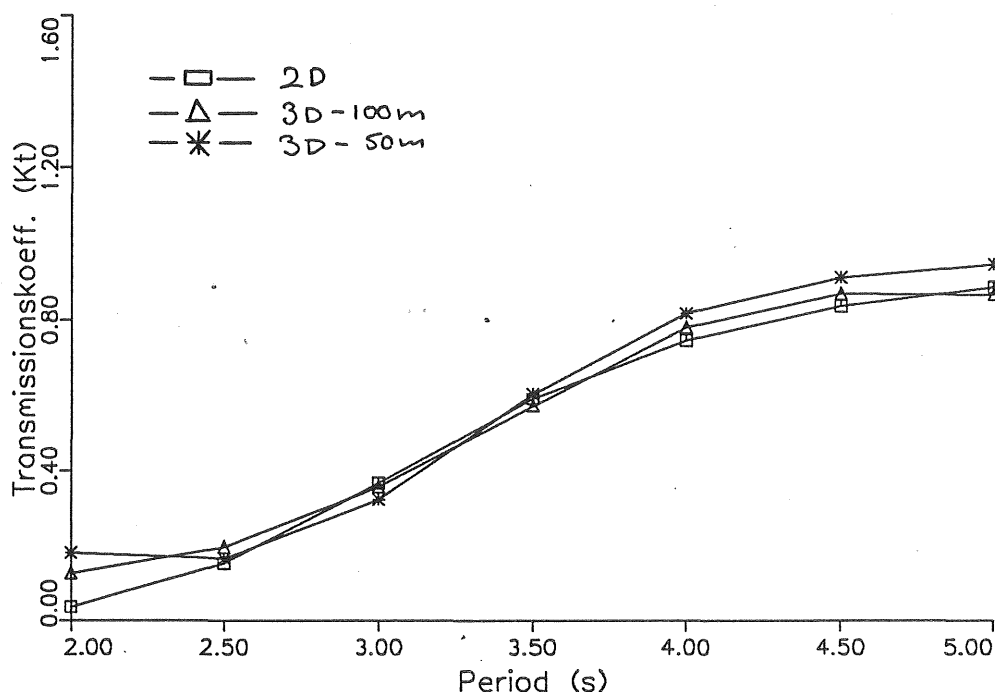
För att kunna jämföra resultaten studerades endast rakt infallande vågor i den 3 dimensionella analysen. Rakt infallande vågor är av naturliga skäl den enda riktning som kan studeras i en 2 D-analys. I 3D-modellen krävs även att vi har en oändlig vätskeyta kring vågbrytaren eller att de intilliggande områdena är totalabsorberande.

I försökens inledande skede gjordes en del grova jämförelser mellan tidigare utförda 2 D-analyser och motsvarande 3 D - analyser för att få en uppfattning om huruvida resultaten var jämförbara. Man kunde utifrån de resultaten se att transmissionskoefficienten gick mot ett för allt högre perioder men det var också det enda som var gemensamt mellan de olika analyserna.

Vartefter elementuformningen till WAMIT:s GDF-fil förbättrats och noggrannheten höjts, kunde en allt större överensstämmelse synas. Den slutliga jämförelsen ger ett betydligt bättre resultat än väntat.

I en 2-D-teori antas den transmitterade vågen vara konstant över ett långt avstånd bakom vågbrytaren medan den i 3-D-teorin varierar, under inverkan av diffraktion, för att succesivt öka och gå mot 1.0. Av denna anledning valdes i WAMIT en serie punkter upp till avståndet 10 meter från vågbrytarens centrum. Utgående från dessa punkter beräknades medelvärdet av transmissionskoefficienterna för respektive period fram. För att få en bättre jämförelse infogades i figuren även motsvarande resultat av den längre vågbrytare som omnäms i det följande avsnittet berörande diffraktion. Vad som är viktigt att notera är att mätpunkterna bakom vågbrytaren måste utgå från dess centrum i y-led i annat fall påverkas resultatet av diffraktion och andra 3D-effekter. Dessa effekter åskådliggörs bäst i figur 3.10-12. Vid avstånd över 10 meter från vågbrytaren är transmissionskoefficientens förändring så stor att 2D/3D-resultaten är helt ojämförbara.

$x = 2.5 - 10.0$ $Y = 0.00$ (m)

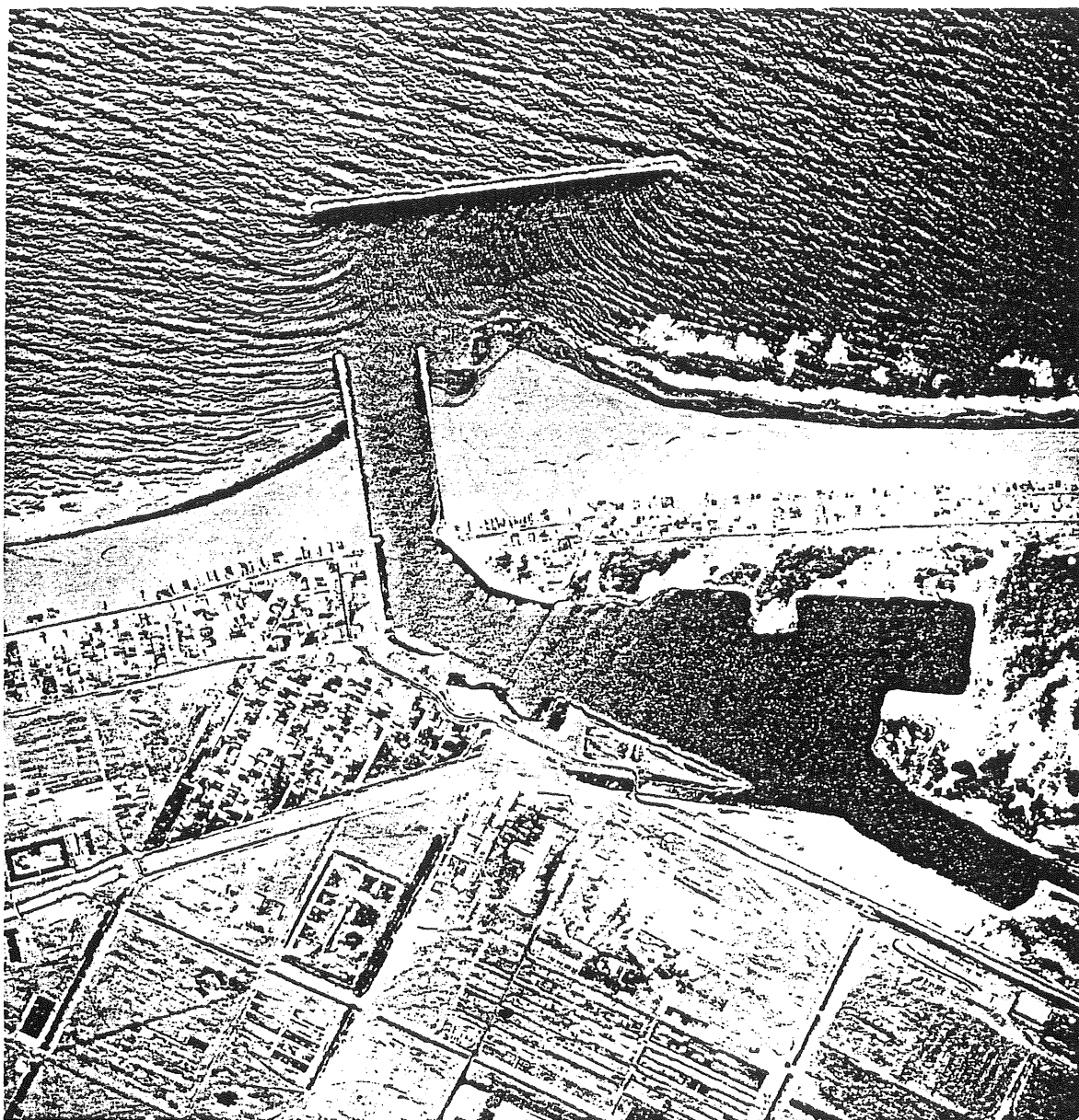


Figur 3.7 Transmissionskoefficienten vid 2-D respektive 3-D teori.

Som man kan se av resultatet vid en direkt jämförelse av kurvorna är överensstämmelsen mycket god då medelavvikelsen för transmissionskoefficienten ligger på 0.047.

I just detta fallet med en vågbrytare av boxtyp kan det vara mycket tidssparande att först göra sina inledande försök med ett enkelt 2-D program för att sedan vid en mer noggrann analys övergå till att göra sina körningar i tex. WAMIT. Vid det här tillfället tog en körning i RECT ca. 2-4 min att jämföra med en motsvarande körning i WAMIT som i det här fallet tar minst 30 min beroende på meshens täthet, antal mätpunkter och datorns kapacitet. Till detta kommer också inmatningen av koordinater till WAMIT:s GDF-fil. Den stora begränsningen med att göra sina beräkningar i två dimensioner är att man endast får ut den rena transmissionen utan inverkan av diffraktion eller eventuell reflektion från intilliggande begränsningsytor som tex. hamnbassängsområden eller stränder. Som nämndes tidigare i kapitlet är 2D-analysen bunden till rakt infallande vågor, vid andra infallsvinklar måste en 3D-analys användas.

Under förutsättning att man som resultat endast vill få transmissionen, utan inverkan av diffraktion eller reflektion, för ett vågbrytartyvärsnitt är slutsatsen att ett 2D-program typ RECT kan fungera som ett bra komplement till WAMIT vid inledande studier av vågbrytares vågdämpande förmåga.



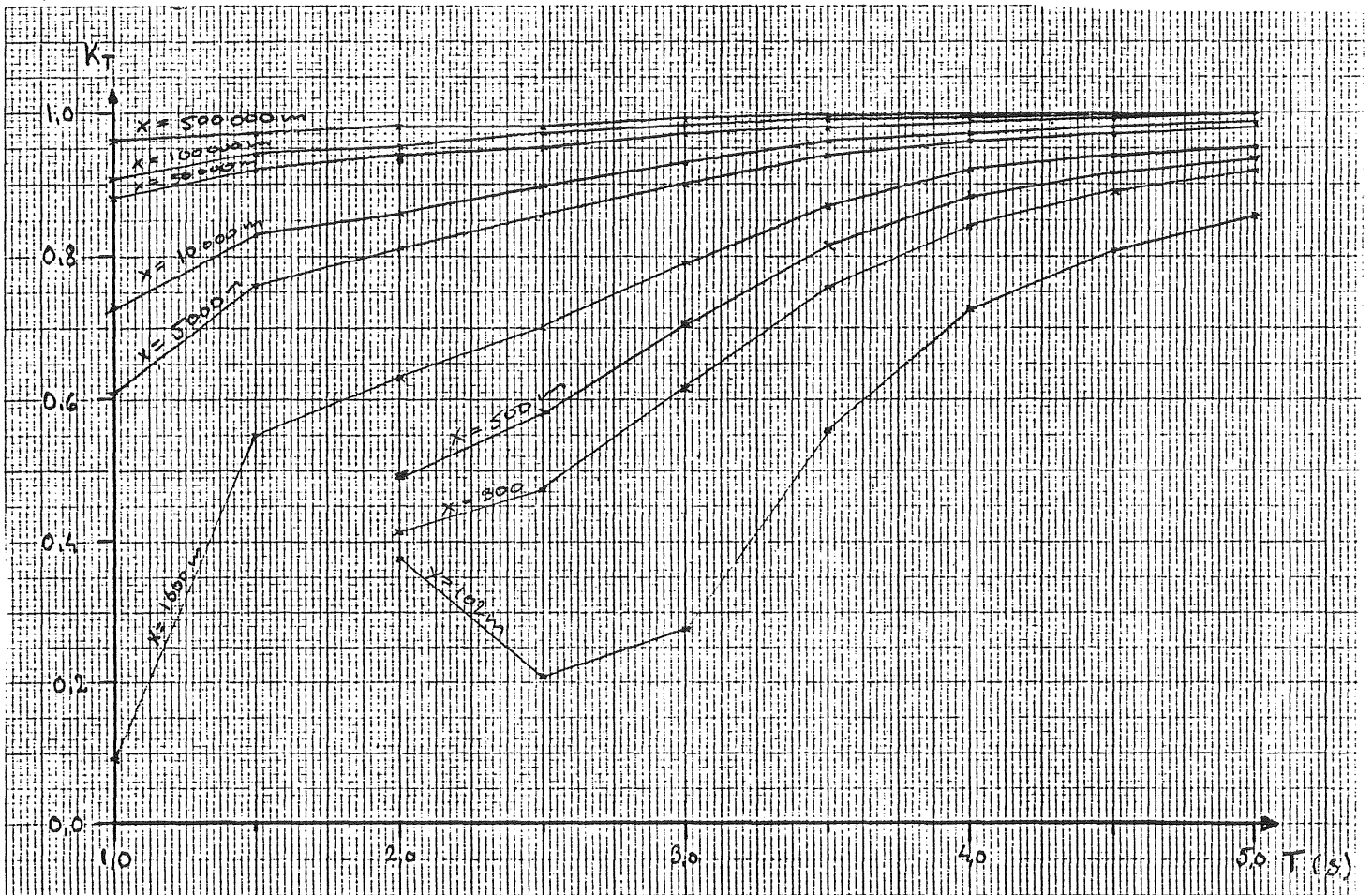
Figur 3.8

Diffraktion för snett infallande vågor vid Channel Islands hamnvågbrytare, Californien. (Shore Protection Manual vol I 1984)

För att få en uppfattning om när den transmitterade vågen helt återgått till den infallande vågens storlek, dvs när K_T blir 1.0, studerades en mätserie för en mängd punkter längs x-axeln upp till avståndet 50 mil från vågbrytaren.

Den vågbrytare som användes vid försöket var av box-typ med sidan 3.0 meter, djup 1.1 från vattenytan och utbredningslängden 50 meter i y-led. Denna vågbrytartyg är den som genomgående använts som mall vid alla jämförelser och försök, (se fig 2.1).

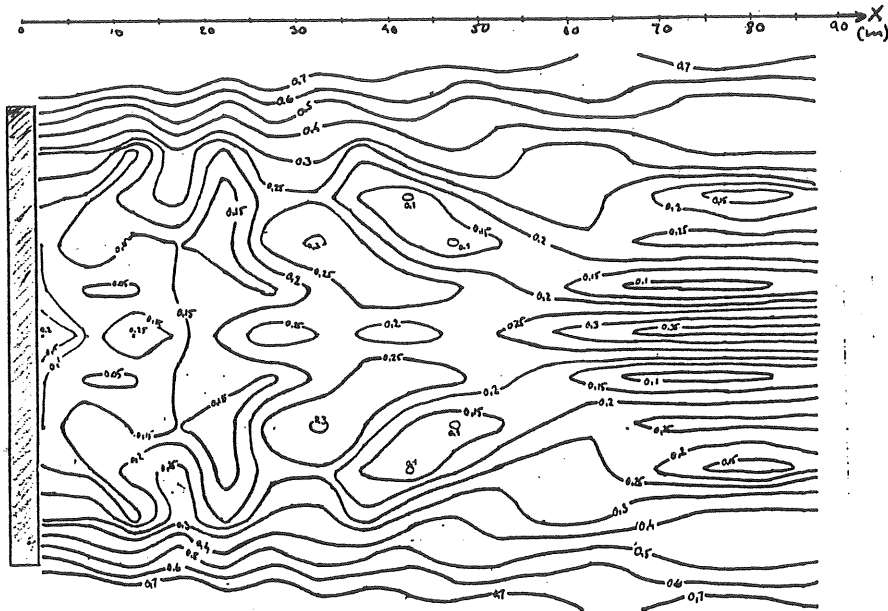
Resultaten av K_T 's variation längs x-axeln för perioderna 1.0-5.0 s presenteras i ett och samma diagram.



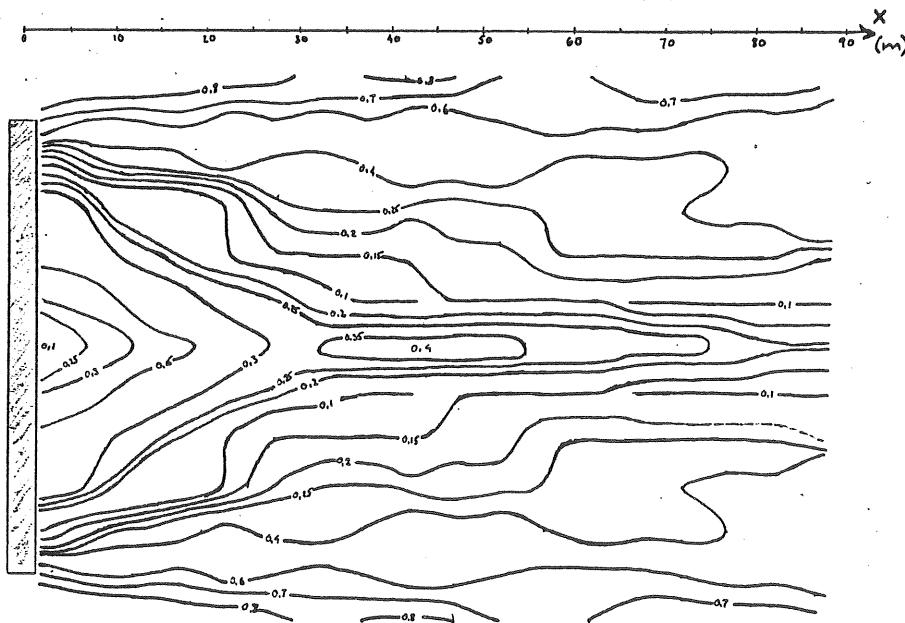
Figur 3.9 K_T 's variation vid olika avstånd och perioder.

Vid en studie av den transmitterande vågens variation ser man att K_T ökar mycket långsamt för korta perioder. Resultaten för perioder under 2.0 s är enligt problemet med meshens indelning, som nämnts i tidigare kapitel, relativt ointressanta på grund av osäkerheten kring huruvida storleken på ytelementen inverkar på resultatet.

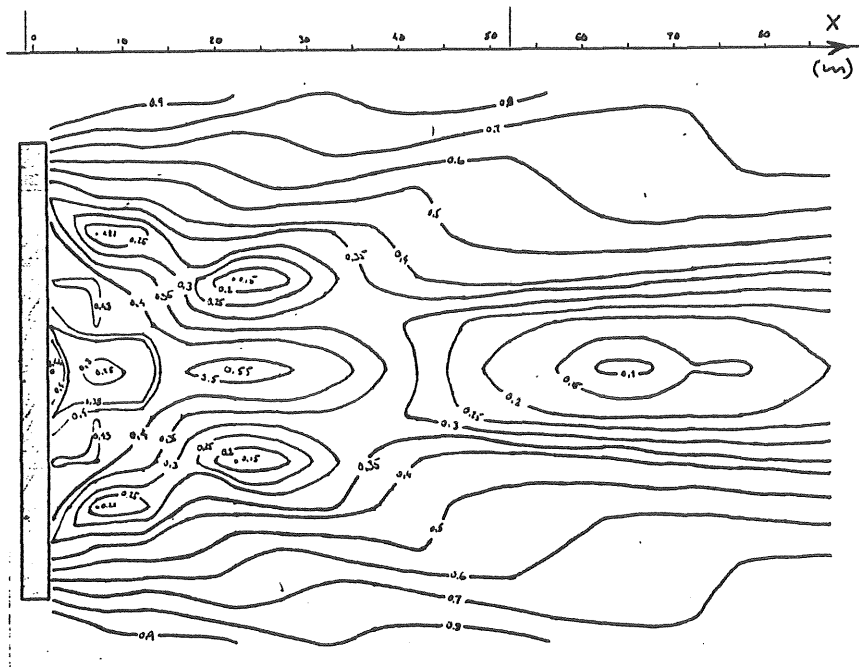
Vad som däremot var intressant att studera var hur diffraktionen runt vågbrytarens hörn påverkade resultatet. För att få en bättre överblick över vågornas utbredning och hur de sammanfaller bakom hela vågbrytaren skapades med hjälp av WAMIT fält med vågelevationer för perioderna 2.0, 2.5 och 3.0 s.



Figur 3.10 Vågutbredning vid $T = 2.0$ s.



Figur 3.11 Vågutbredning vid $T = 2.5$ s.



Figur 3.12 Vågutbredning vid $T = 3.0$ s.

Efter en jämförelse mellan de olika fälten ser man att den transmitterade vågen påverkas allt mer av diffraktion runt hörnen på vågbrytaren då T (perioden) ökar. För avstånd över 90 meter kan man utgående från kurvorna i figur 3.9 se att K_t , under inverkan av diffraktion, kommer att gå mot 1.0.

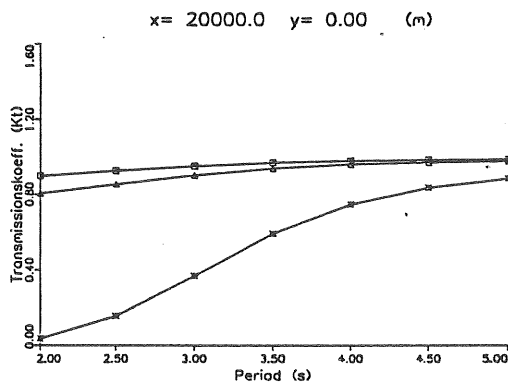
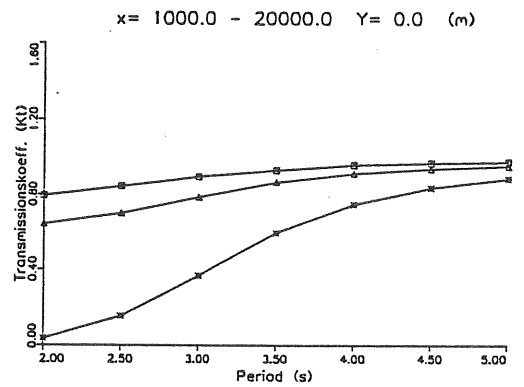
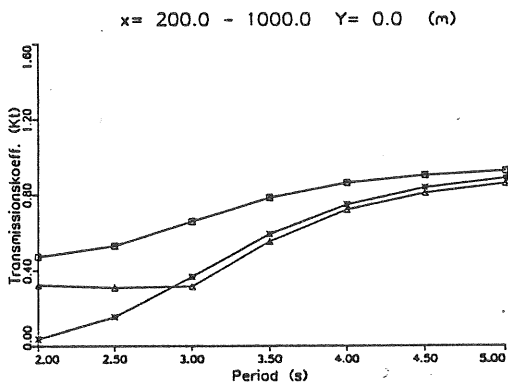
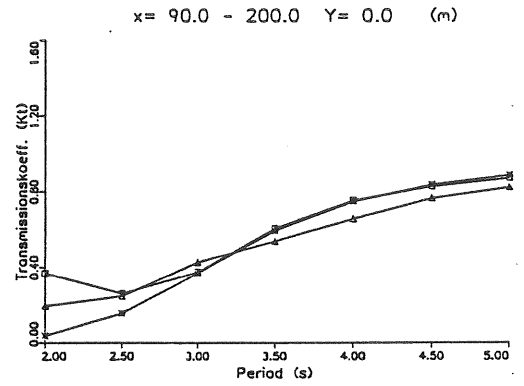
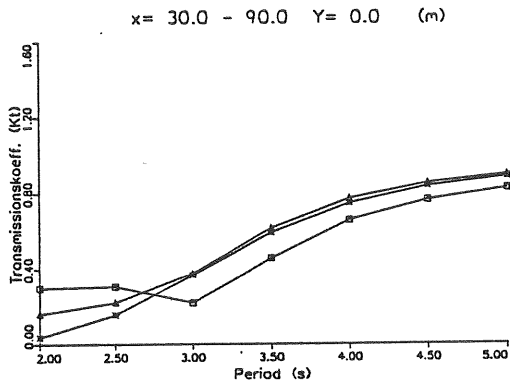
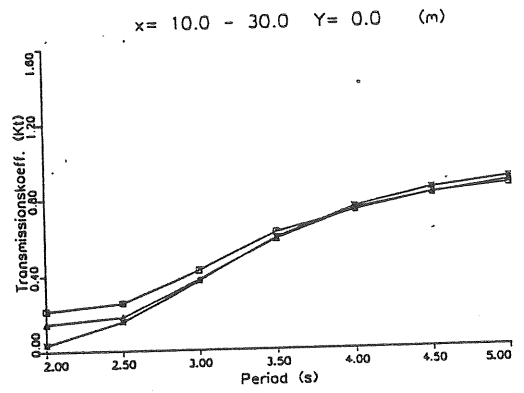
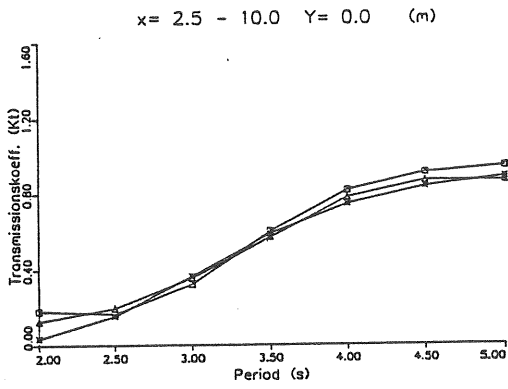
En intressant iakttagelse som gjordes vid skapandet av vågutbredningsmönstren är de maximi/minimipunkter som uppträder på olika punkter i fälten. Vad som är viktigt att komma ihåg är att den infallande vågen är helt regelbunden vilket gör att dessa max/min-punkter är periodberoende. Detta kan även ses vid en jämförelse mellan figurerna 3.10-12. Vid en körning med ett sjötillstånd, dvs att den infallande vågen skapats genom en sammanlagring av ett stort antal perioder, kan man anta att en utsläckning av max/min-punkterna sker och vi får ett jämnare vågmönster bakom vågbrytaren. Att vågmönstren är symmetriska i y -led är helt avhängigt av den rakt infallande vågen. Skulle andra infallsvinklar användas förändras vågmönstret bakom vågbrytaren avsevärt. I Shore Protection Manual Vol.I 1984 är en mängd vågmönsterdiagram redovisade och kan ge en bild av hur förändringarna vid olika förutsättningar kan te sig. Här är dock endast bottenfasta totalabsorberande vågbrytare behandlade vilket omöjliggör en direkt jämförelse med mina resultat som även inkluderar de vågor som passerar under vågbrytaren.

Som ett resultat av upptäckten av dessa max/min-punkter infann sig frågan om riktigheten i att, vid jämförelser av den transmitterade vågen hos olika vågbrytartyper, välja specifika punkter och att sedan utifrån de jämförda resultaten dra slutsatser om vågbrytarnas vågdämpande egenskaper. Problemet som uppstår är att man vid valet av punkter kan ha turen/oturen att hamna mitt på vågtoppar eller dalar. Detta problem är som störst i vågbrytarens närområde dvs upp till ett avstånd av ca 50 meter bakom vågbrytaren beroende på vald period. För avstånd över 50 meter är vågmönstren mer utjämnade vilket gör resultaten mer jämförbara. För att få så jämförbara och riktiga värden som möjligt inom 50 meters området gjordes fortsättningsvis mycket täta mätningar där ett medelvärde för vissa avståndsintervall användes som jämförelseunderlag. Den mest exakta lösningen är dock att för varje vågbrytartyp skapa ett vågmönsterfält men eftersom detta är en mycket tidskrävande metod bör man inledningsvis göra någon typ av medelvärdesanalys för att minska antalet intressanta vågbrytartyper.

Med anledning av den tidskrävande uppgift att manuellt plotta upp vågmönsterfält bakom en vågbrytare bör man i framtiden skapa ett hjälpprogram till WAMIT som direkt kan plotta upp dessa fält. På detta sett skulle man med hjälp av WAMIT få ett mycket användbart verktyg till att teoretiskt analysera vågbrytares prestanda.

För att återgå till att undersöka diffraktionens effekt på den vågdämpande förmågan skapades en vågbrytare med samma tvärsnitt som tidigare men med dubbla utbredningslängden. Längden sattes således till 100 meter men ytelementstorleken behölls från tidigare, dvs $0.5 * 0.5$ m².

Tanken var att visa att man genom att öka utbredningslängden hos vågbrytaren kan förskjuta diffraktionens inverkan till ett längre avstånd från densamma. Genom att använda samma tvärsnitt på de båda vågbrytartyperna var det en förhoppning att vågdämpningen skulle vara i det närmaste identisk till det avstånd där diffraktionen påverkar resultatet. Från kapitlet behandlande 2D/3D-teori infogas i diagrammen resultatet från körningen med 2D-programmet RECT då detta resultat visar den rena transmissionen utan inverkan av diffraktion. Anledningen var att på detta sett enkelt se transmissionskoefficientens förändring på grund av 3D-effekter. Därefter var det intressant att studera på vilket avstånd bakom vågbrytarna transmissionskoefficienten sammanfaller för att sedan gå mot 1.0.



—*— 2D.
 —□— 3D-50m
 —△— 3D-100m

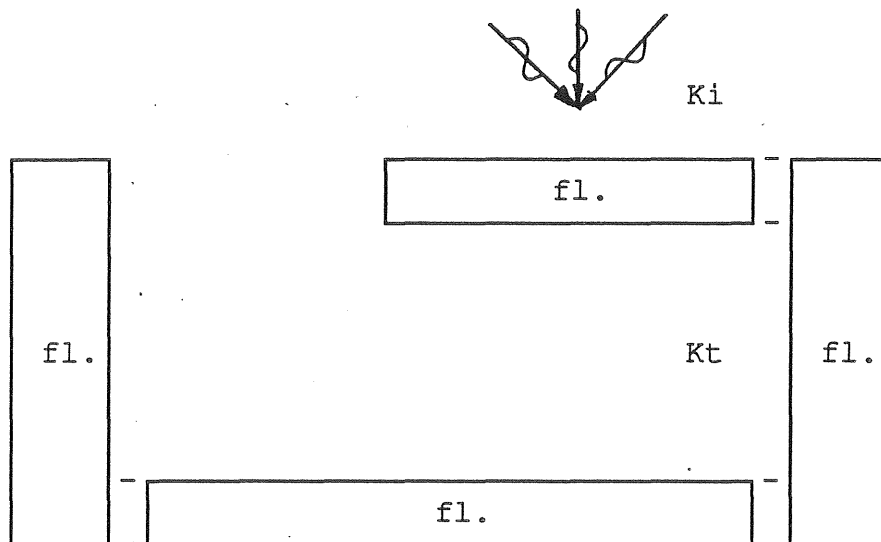
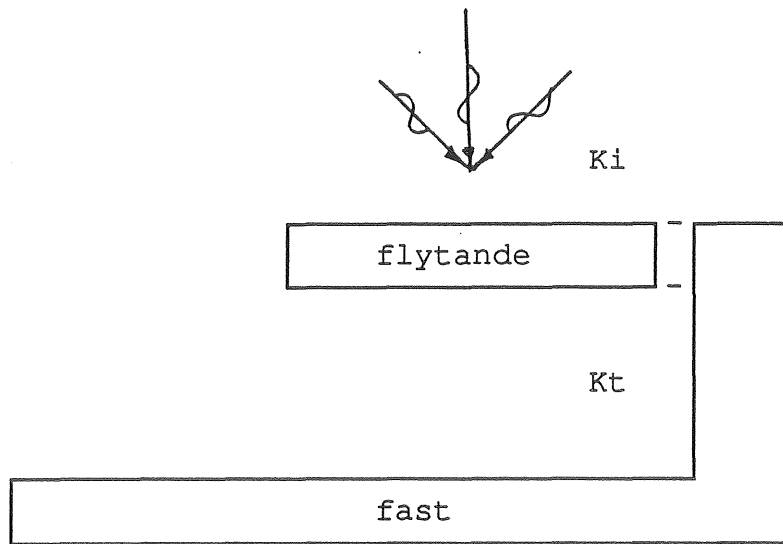
Figur 3.13 Transmissionskoefficienten (K_t) för vågbrytare med utbredningslängd 100 m kontra 50 m.

För avstånd upp till 10 m bakom vågbrytaren kan man se att K_t vid perioderna 2.5 - 5.0 s stämmer väl överens både mellan de olika vågbrytarna och gentemot 2D-kurvan. Enligt resultatet i kapitlet angående 2D kontra 3D-beräkningar är medelavvikelsen på transmissionskoefficienten (K_t) i detta intervallet 0.047. I nästa intervall 10 - 30 m kan man notera att en viss förändring skett för 50 metersvågbrytaren i perioderna 2.0 - 3.5 s däremot är transmissionen bakom 100 metersvågbrytaren i det närmaste oförändrad. Även i nästa intervall, 30 - 90 m, är K_t för den långa vågbrytaren väl jämförbar med 2D-kurvan medan avvikelsen blir allt större för den korta vågbrytaren. Det som sedan händer i intervallen 90 - 200, 200 - 1000, 1000 - 20000 och 20000 m är att K_t för båda vågbrytarna avviker allt mer från 2D-kurvan. När man jämför de sista intervallen med varandra ser man att K_t för de båda vågbrytarna närmar sig varandra för att slutligen i stort sett sammanfalla. Den punkt där K_t är 1.0 för alla perioder (2.0 - 5.0 s) kommer utgående från dessa resultat att nås på ett mycket långt avstånd bakom vågbrytarna (se fig. 3.9). Sista jämförelsedagrammet (fig. 3.13) är på avståndet 2.0 mil bakom vågbrytarna vilket redan det måste anses som ett långt avstånd från en vågbrytare med utbredningslängden 50 - 100 meter.

Med utgångspunkt från dessa resultat kan man se att diffraktionens inverkan på transmissionen varierar kraftigt beroende på vågbrytarens utbredningslängd. Vid en jämförelse mellan de båda vågbrytarna ser vi att K_t , längs x-axeln utgående från vågbrytarens centrum, är i stort sett opåverkad av diffraktionen upp till ca. 10 m från den korta vågbrytaren och ca. 90 m från den långa. Dessa resultat grundar sig på att man utgår från vågbrytarens centrum i y-led i annat fall då andra utgångspunkter väljs störs den transmitterade vågen fortare och en jämförelse med 2D-beräkningarna omöjliggörs, se figur 3.10-12.

För att sedan få en rimlig bedömning av huruvida den ena eller den andra vågbrytaren är bättre eller sämre ur vågdämpningshänseende krävs att man studerar och jämför ett stort antal mätpunkter i x,y-led bakom respektive vågbrytare.

Efter det att jag började med denna rapport har ett antal förbättringar gjorts i WAMIT och en ny version har släppts (version 4.0). Förutom att man ökat maxantalet paneler åtta gånger (från 256 (v 1.0) till 2048 st. (v 4.0)) har man bland annat infört möjligheten att beräkna upp till fyra kroppar samtidigt. Detta innebär att man till skillnad från tidigare, där endast en eller två skärmar kunde inkluderas som begränsning, nu även kan skapa olika typer av miljöer med hjälp av dessa valfria kroppar. Det kan till exempel vara intressant att skapa en miljö liknande en småbåtshamn med samverkande fasta respektive flytande vågbrytare. Genom att ta ut vågelevationen inom det begränsade området kan man få en god bild av vågmiljön för alla tänkbara riktningar på den infallande vågen. En begränsning är att kropparna/väggarna endast kan antas som totalreflekterande. Då en vägg eller kropp skall vara totalabsorberande utelämnas den helt enkelt.



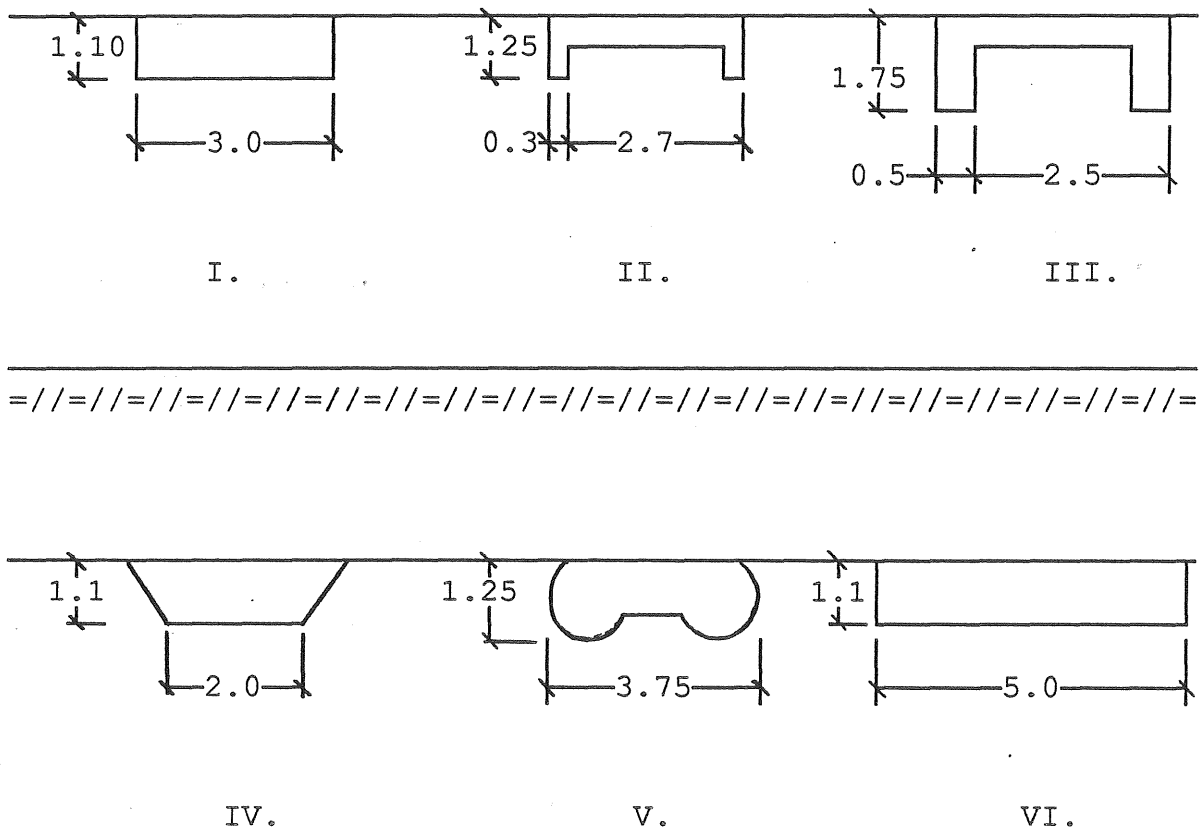
Figur 3.14 Exempel på vågbrytarmiljöer som kan beräknas i WAMIT version 4.0.

4. VÅGDÄMPNING FÖR OLIKA VÅGBRYTARTYPER

När rapporten inleddes var stor vikt lagd på att studera olika typer av vågbrytartvårsnitt och deras vågdämpande förmåga men vartefter studien fortgick kom denna del lite i skuggan av att arbetet mer inriktades på att dels undersöka WAMIT:s duglighet som verktyg för sådana utvärderingar och dels jämförelser med 2D-analys.

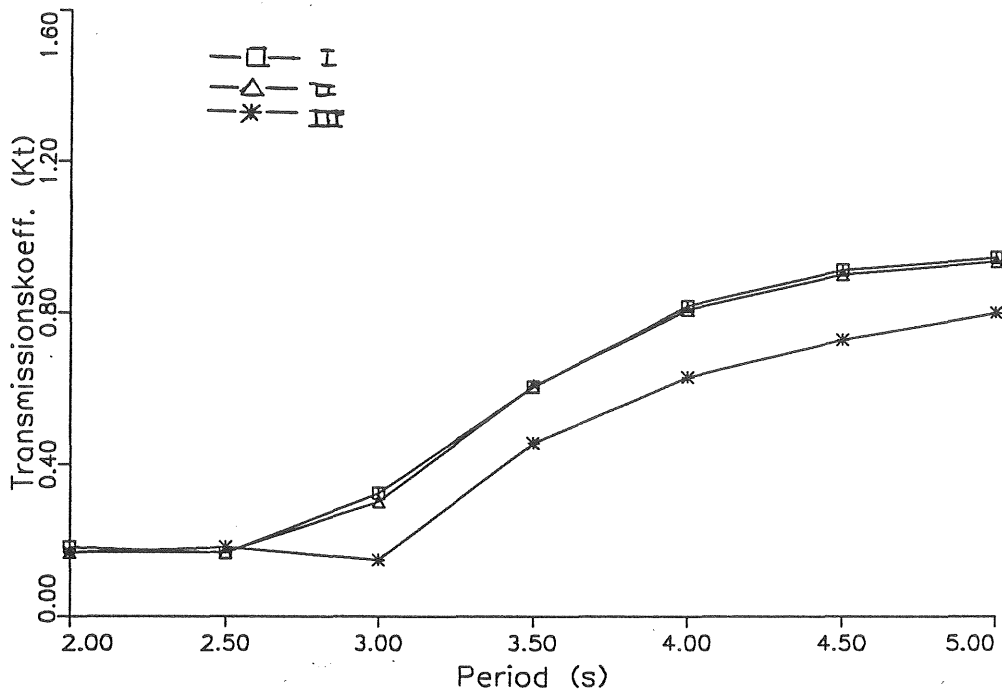
De tvärsnitt som provades var, förutom boxtyper med varierande bredd och höjd, vågbrytare med skärmar och med ett valfritt format. Vågbrytare med skärmar var det tvärsnitt som var mest intressant att studera och jämföra med boxtypen. Att vågbrytare med skärm ofta förekommer i anslutning till småbåtshamnar gjorde inte studien mindre intressant.

Vågbrytarna är antagna som fast monterade vid vattenytan och vattendjupet är satt till 6.0 meter. Kt studeras utgående från vågbrytarnas centrum i y-led och upp till avståndet 10.0 meter i x-led. Alla resultat är beräknade i WAMIT.



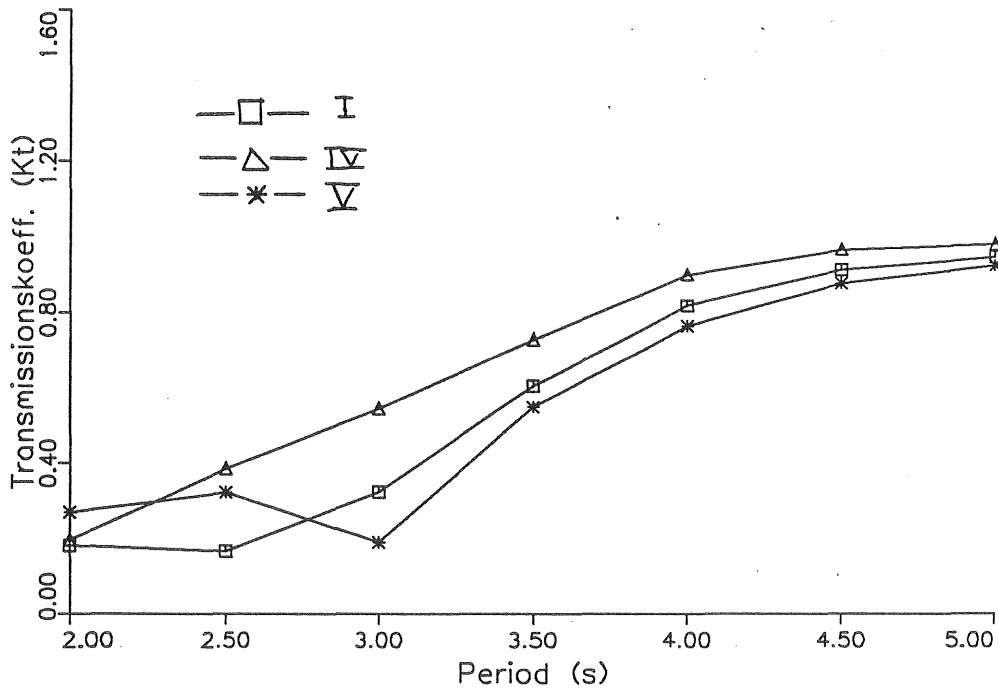
Figur 4.1 Val av vågbrytartvårsnitt.

$x = 2.5 - 10.0 \quad Y = 0.0 \quad (m)$



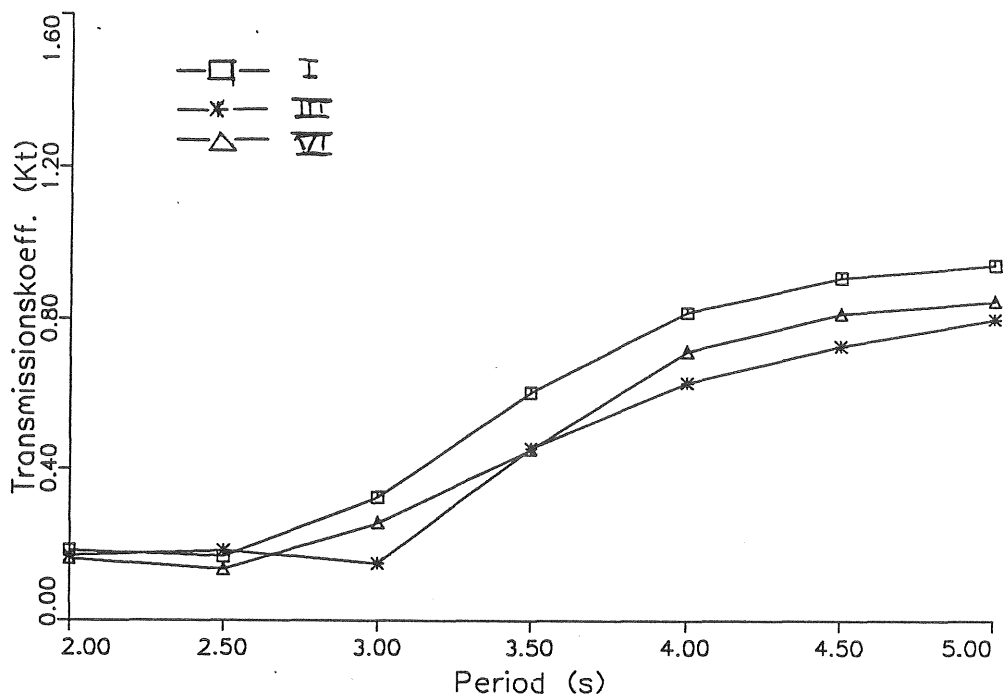
Figur 4.2 Jämförelse mellan tvärsnitten I, II och III

$x = 2.5 - 10.0 \quad Y = 0.0 \quad (m)$



Figur 4.3 Jämförelse mellan tvärsnitten I, IV och V

$$x = 2.5 - 10.0 \quad Y = 0.0 \quad (m)$$



Figur 4.4 Jämförelse mellan tvärsnitten I, III och VI

Resultaten, som utgör medelvärdet av K_t inom vågbrytarnas närområde, är utvärderade efter den första ansats som avhandlades i avsnittet angående diffraktion vilket innebär att inga fält över vågelevationen är framtagna för de olika tvärsnitten.

Kurvorna ger inga överaskande resultat utan bekräftar mer det som kan anses som en rimlig slutledning det vill säga att djupare skärmar och bredare vågbrytare ger bättre resultat. Ett fall som ger ett mer avvikande resultat gentemot tidigare försök är tvärsnitt IV, invers trapets, som enligt Matsson (1980) ger en bättre dämpning än en box. Det måste tilläggas att den studien förutsätter att vågbrytaren är dämpad med ett förankringssystem vilket gör att vågbrytaren själv påverkar den transmittande vågen genom egna rörelser. Det påpekas även att pontonrörelserna blir större för den inversa trapetsen. intressant är att vågbrytaren i ett fast system har en betydligt sämre vågdämpningsförmåga än en box (se fig. 4.3). Resultatet påvisar den stora skillnad som föreligger vid fasta kontra dämpade vågbrytare.

Utgående från dessa resultat kan man se att det är mer effektivt att förse vågbrytaren med skärmar än att öka dess bredd. En viktig iakttagelse som gjordes under utprovningen av tvärsnitten är att man i WAMIT kan få ett resultat som endast varierar på grund av numeriska effekter i programvaran. Detta kan uppstå då man vid inmatningen av geometriska data till GDF-filen deklarerar för smala/små segment, exempelvis tunna/grunda skärmar. Ett exempel på detta kan synas i figur

4.2 där skärmarna i tvärsnitt II är för små i förhållande till tvärsnitt I:s area. Kurvorna blir då i det närmaste helt identiska. Detta problem avhjälpes genom att förstora skärmarna typ tvärsnitt III som i jämförelse med en box av samma storlek (bredd*djup) ger en bättre dämpning. I det fallet att tvärsnitt III antas som flytande och förankrad kan man räkna med ett ännu bättre resultat då även vågbrytarens massa och rörelser påverkar och dämpar den transmitterade vågen.

Det fortsatta arbetet att få fram en så effektiv vågbrytare som möjligt med hjälp av WAMIT och dessa resultat är att skapa det vågutbredningsmönster som behandlas i kapitel 3.2. Här inser man också behovet av att skapa det hjälpprogram som nämns i kapitel 3.2. Ett sådant hjälpprogram som utgående från WAMIT:s utdata kan generera ett vågmönsterfält skulle inte bara vara tidssparande utan även på ett bra sätt visualisera WAMIT:s resultat. I min studie är som tidigare nämnts endast fast monterade vågbrytare behandlade men det är i WAMIT inget större merarbete att studera förankrade flytande vågbrytare.

REFERENSER

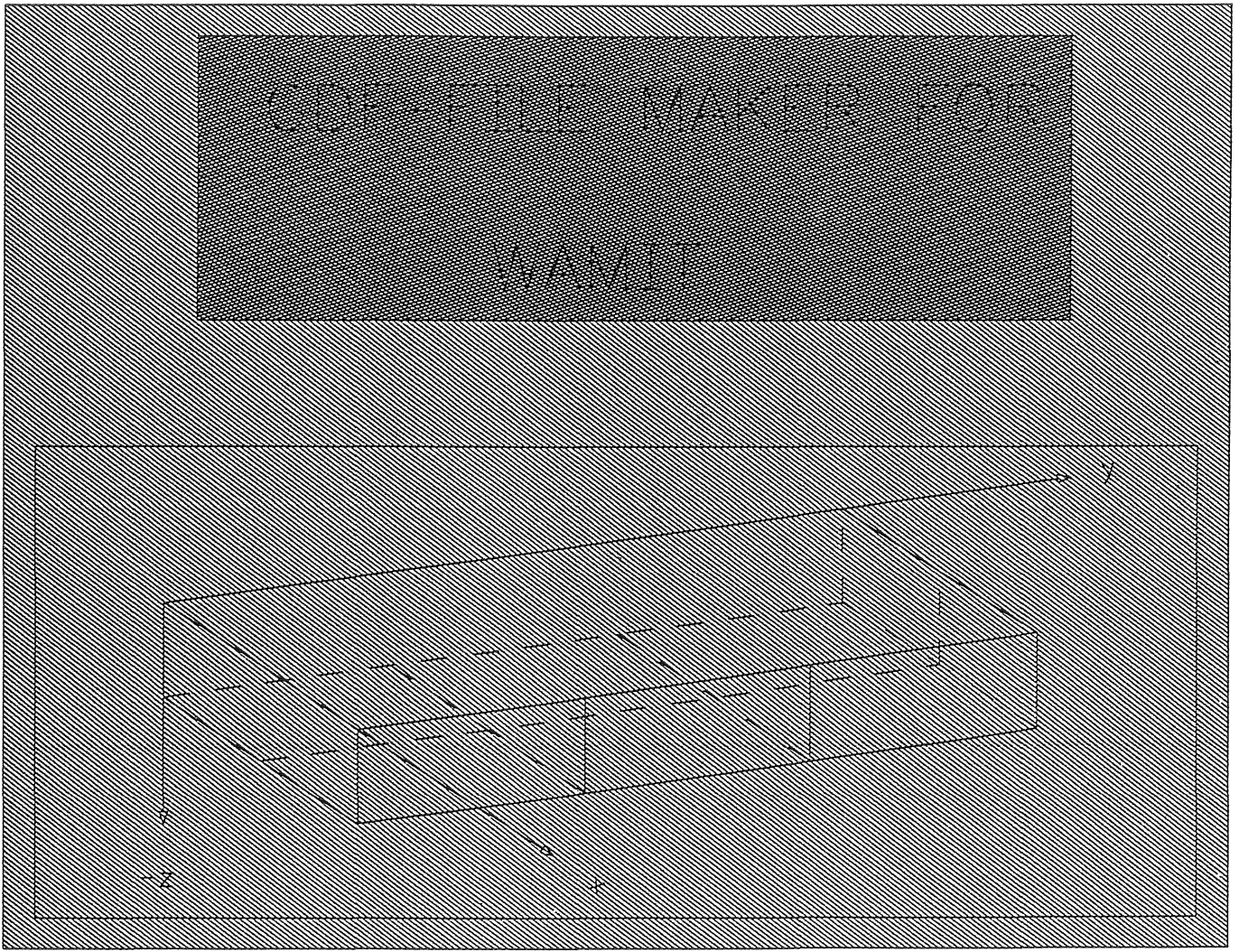
- Johansson, M. (1989): Barrier-type breakwaters (transmission, reflection and forces). Report Series A:19, Department of Hydraulics, Chalmers University of Technology, Gothenburg.
- Johansson, M. (1991): RECT. A radiation diffraction program for the analysis of floating breakwaters with rectangular cross-section. Report Series C:35, Department of Hydraulics, Chalmers University of Technology, Gothenburg.
- Johansson, M. (1986): Transient Motions of Large Floating Structures. Report Series A:14, Department of Hydraulics, Chalmers University of Technology, Gothenburg.
- Massachusetts Institute of Technology, (1986): WAMIT. A radiation-diffraction panel program for wave-body interactions. Version 3.1 ND, Department of Ocean Technology, MIT, Massachusetts.
- Matsson, B. (1980): Vågskydd för småbåtshamnar. Institutionen för vattenbyggnad, Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm.
- Shore Protection Manual, (1984): US Army Coastal Engineering Research Center, US Government of Printing Office, Washington D.C.

APPENDIX

Källkod till indataprogram

Följande källkod är kompilerad med Lahey F77L kompilator.

Använt kommando : F77L *.FOR
optlink *.obj,creator.exe,,util+graph



REINE HØGBERG 1991

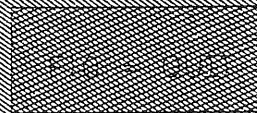
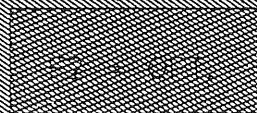
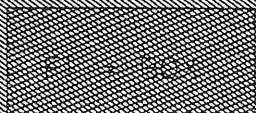
This program creates a Geometric Data File (GDF) to the radiation/diffraction program WAMIT.

There are two options in creating the GDF file, Box or Optional geometry.

Created GDF file is stored in current directory.

Please refer to your WAMIT manual for maximum value of panels (NEON).

Maximum of NEON depends on the version of WAMIT.



HUVUDPROGRAM

```

*** HUVUDPROGRAM ***
INTEGER IX
REAL X0,Y0
CHARACTER KZ*2 ,NAMN*18,NAMN1*18,NAMN2*5,NAMN3*13
CHARACTER R1*48,R2*43,R3*47,R4*25,R5*49,R6*51,R7*17,R8*48
CHARACTER R9*8,R10*9,R11*10
CALL SYSTEM('CLS')
CALL PLOTS (0,1,0)

```

```

*** *****
*** * RUBRIK *
*** *****

```

```

CALL NEWPEN(9)
CALL BAR(0.25,0.75,0.0,7.50,10.,7.50,3,20)
CALL NEWPEN(1)
CALL BAR(1.75,5.75,0.0,2.25,6.75,2.25,2,20)
CALL NEWPEN(0)
CALL BAR(0.5,1.0,0.0,3.75,9.5,3.75,4,40)
CALL NEWPEN(10)
NAMN = 'GDF-FILE MAKER FOR'
NAMN1 = 'REINE HOGBERG 1991'
NAMN2 = 'WAMIT'
NAMN3 = 'PRESS ANY KEY'
CALL SYMBOL(2.25,7.25,.5,NAMN,0.0,18)
CALL SYMBOL(4.0,6.0,.5,NAMN2,0.0,5)
CALL SYMBOL(8.2,.5,.19,NAMN1,0.0,18)
CALL NEWPEN(4)
CALL SYMBOL(4.55,.25,.2,NAMN3,0.0,13)

```

```

*** *****
*** * SKAPAR KOORDINATSYSTEM *
*** *****

```

```

X0=2.0
Y0=3.5
KZ='-z'
CALL NEWPEN (2)
CALL AROHD (X0,Y0,5.0,1.5,.1,0,11)
CALL SYMBOL(5.25,1.25,.25,CHAR(120),326.3,1)
CALL NEWPEN (2)
CALL AROHD (X0,Y0,9.0,4.5,.1,0,11)
CALL SYMBOL(9.25,4.5,.25,CHAR(121),8.1,1)
CALL NEWPEN (2)
CALL AROHD (X0;Y0,2.0,1.75,.1,0,11)
CALL SYMBOL(1.8,1.25,.25,KZ,0.0,2)

```

```

*** *****
*** * RITAR BOX *
*** *****

```

```

CALL NEWPEN(5)
CALL PLOT(2.0,2.75,3)
CALL PLOT(3.5,1.75,2)
CALL NEWPEN(3)
CALL PLOT(3.5,2.5,2)
CALL NEWPEN(4)
CALL PLOT(8.75,3.25,2)

```

HUVUDPROGRAM

```
CALL NEWPEN(3)
CALL PLOT(8.75,2.5,2)
CALL NEWPEN(4)
CALL PLOT(3.5,1.75,2)
CALL NEWPEN(5)
CALL PLOT(7.25,4.25,3)
CALL PLOT(8.75,3.25,2)
CALL PLOT(2.0,2.75,3)
CALL NEWPEN(4)
CALL DASHP(7.25,3.5,.2)
CALL NEWPEN(3)
CALL DASHP(7.25,4.25,.2)
CALL NEWPEN(5)
CALL PLOT(7.25,3.5,3)
CALL DASHP(8.75,2.5,.2)
```

```
*** *****
*** * RITAR PANELER *
*** *****
```

```
CALL NEWPEN(4)
CALL PLOT(2.75,2.25,3)
CALL DASHP(8.0,3.0,.2)
CALL NEWPEN(3)
CALL DASHP(8.0,3.75,.2)
CALL PLOT(3.75,3.0,3)
CALL NEWPEN(5)
CALL DASHP(5.25,2.0,.2)
CALL NEWPEN(3)
CALL PLOT(5.25,2.75,2)
CALL NEWPEN(5)
CALL PLOT(5.5,3.25,3)
CALL DASHP(7.0,2.25,.2)
CALL NEWPEN(3)
CALL PLOT(7.0,3.0,2)
IX = IXKEY()
```

```
*** *****
*** * INFO & VAL AV GEOMETRI *
*** *****
```

```
10 CALL SYSTEM('CLS')
CALL PLOTS(0,1,0)
CALL NEWPEN(9)
CALL BAR(.25,.75,0.0,7.5,10.25,7.5,3,20)
CALL NEWPEN(1)
CALL BAR(1.0,3.5,0.0,4.5,8.75,4.5,2,40)
CALL NEWPEN(0)
CALL BAR(2.0,1.0,0.0,.75,1.75,.75,2,40)
CALL BAR(4.5,1.0,0.0,.75,1.75,.75,2,40)
CALL BAR(7.0,1.0,0.0,.75,1.75,.75,2,40)
CALL NEWPEN(7)
R1='This program creates a Geometric Data File (GDF) '
R2='to the radiation/diffraction program WAMIT.'
R3='There are two options in creating the GDF file,'
R4='Box or Optional geometry.'
R5='Created GDF file is stored in current directory.'
R6='Please refer to your WAMIT manual for maximum value'
```


HUVUDPROGRAM

```

R7='of panels (NEQN).'
R8='Maximum of NEQN depends on the version of WAMIT.'
R9='F1 = BOX'
R10='F2 = OPT.'
R11='F10 = QUIT'
CALL SYMBOL(1.5,7.5,.29,R1,0.0,48)
CALL SYMBOL(1.5,7.0,.29,R2,0.0,43)
CALL SYMBOL(1.5,6.5,.29,R3,0.0,47)
CALL SYMBOL(1.5,6.0,.29,R4,0.0,25)
CALL SYMBOL(1.5,5.5,.29,R5,0.0,49)
CALL SYMBOL(1.5,5.0,.29,R6,0.0,51)
CALL SYMBOL(1.5,4.5,.29,R7,0.0,17)
CALL SYMBOL(1.5,4.0,.29,R8,0.0,48)
CALL NEWPEN(4)
CALL SYMBOL(2.25,1.25,.22,R9,0.0,8)
CALL SYMBOL(4.75,1.25,.22,R10,0.0,9)
CALL SYMBOL(7.25,1.25,.22,R11,0.0,10)
20  IX = IXKEY()
    IF (IX.EQ.1059) THEN
        CALL SYSTEM('MODE 80')
        CALL KALLE
        GOTO 10
    ELSEIF (IX.EQ.1060) THEN
        CALL SYSTEM('MODE 80')
        CALL HOBBE
        GOTO 10
    ELSEIF (IX.EQ.1068) THEN
        GOTO 30
    ENDIF
    GOTO 20
30  CALL SYSTEM('MODE 80')
    WRITE(*,*) 'HAVE A NICE DAY !'
    END

```

SUBROUTIN KALLE

SUBROUTINE KALLE

```

*** C *****
*** C * REKTANGEL VALFRI LÄNGD BREDD OCH HÖJD *
*** C * KOORDINATSYST MOTURS, ÖPPEN LÅDTYP, Z=0 VID V.Y *
*** C * VALFRITT ANTAL PANELER (max antal, se wamitmanualen) *
*** C *****
INTEGER M, N, ISX, ISY, NEQN, K, LD, BD, HD, S, Q, QM, IX
REAL X(1600, 4), Y(1600, 4), Z(1600, 4), H, B, L, G, A, P
CHARACTER NAME*11, OK*2, POT*11, FRC*11
INCLUDE 'SPINATTR.HDR'
1 CALL SYSTEM('MODE 80')
CALL SETATTR(YELLOCHR + DBLUBKG + BRITE)
CALL CLS
WRITE(*, *)
WRITE(*, 301) 'THIS PROGRAM CREATES A GDF-FILE FOR A BREAKWATER'
WRITE(*, 301) 'IN THE SHAPE OF A BOX.'
WRITE(*, 301) 'THE GEOMETRY IS UNDERSTOOD TO BE BISYMMETRICAL.'
WRITE(*, *)
WRITE(*, *)
WRITE(*, 301) 'TOTAL LENGTH ALONG THE Y-AXIS (m) ? '
READ(*, *) L
WRITE(*, 301) 'TOTAL WIDTH ALONG THE X-AXIS (m) ? '
READ(*, *) B
WRITE(*, 301) 'TOTAL DEPTH ALONG THE Z-AXIS (m) ? '
READ(*, *) H
WRITE(*, *)
WRITE(*, *)
WRITE(*, 301) 'NUMBER OF PANELS FOR half THE LENGTH ALONG '
WRITE(*, 301) 'THE Y-AXIS (Integer) ? '
READ(*, *) LD
WRITE(*, 301) 'NUMBER OF PANELS FOR half THE WIDTH ALONG '
WRITE(*, 301) 'THE X-AXIS (Integer) ? '
READ(*, *) BD
WRITE(*, 301) 'NUMBER OF PANELS ALONG THE Z-AXIS (Integer) '
WRITE(*, 301) ' ? '
READ(*, *) HD
WRITE(*, *)
ISX=1
ISY=1
G=9.80665
NEQN=(BD+HD)*LD+BD*HD
WRITE(*, 302) 'TOTALT NUMBER OF PANELS = ', NEQN
WRITE(*, 301) '(for maximum number of panels, refer to the '
WRITE(*, 301) 'WAMIT manual.) '
WRITE(*, *)
WRITE(*, 301) 'INPUT OK (Y/N/MENU=M) ? '
READ(*, 99) OK
IF (OK.EQ.'N') THEN
  GOTO 1
ELSEIF (OK.EQ.'M') THEN
  GOTO 73
ENDIF
WRITE(*, *)
WRITE(*, *)
WRITE(*, *) '( please wait ) '

```

SUBROUTIN KALLE

```

*** C *****
*** C * SKAPAR Y-VÄRDEN FÖR FÖRSTA PANELSLINGAN I X,Z-LED *
*** C *****

Y(1,1)=L/(2.*LD)
Y(1,4)=L/(2.*LD)
Y(1,2)=.0
Y(1,3)=.0
S=BD+HD
DO 10 M=2,S
  DO 20 N=1,4
    Y(M,N)=Y(1,N)
20 CONTINUE
10 CONTINUE

*** C *****
*** C * SKAPAR X,Z-VÄRDEN FÖR FÖRSTA SLINGAN I Z-LED *
*** C *****

DO 30 M=1,HD
  DO 40 N=1,4
    X(M,N)=B/2.
40 CONTINUE
30 CONTINUE
DO 50 M=1,HD
  DO 60 N=1,2
    Z(M,N)=-H*(M-1.)/HD
    Z(M,N+2)=-H*M/HD
60 CONTINUE
50 CONTINUE

*** C *****
*** C * SKAPAR X,Z-VÄRDEN FÖR FÖRSTA SLINGAN I X-LED *
*** C *****

DO 65 M=HD+1,S
  DO 66 N=1,4
    Z(M,N)=-H
66 CONTINUE
65 CONTINUE
DO 90 M=HD+1,S
  DO 100 N=1,2
    X(M,N)=B*(S+1-M)/(2.*BD)
    X(M,N+2)=B*(S-M)/(2.*BD)
100 CONTINUE
90 CONTINUE

*** C *****
*** C * SKAPAR ALLA PANELER I FRONT OCH BOTTEN.... *
*** C *****

A=0
Q=HD+BD
DO 110 K=Q,NEQN-(HD*BD)-Q,Q
  A=A+1
  P=A*L/(2.*LD)
  DO 120 M=1,Q

```

SUBROUTIN KALLE

```

        DO 130 N=1, 4
            Y (K+M, N) =Y (1, N) +P
            X (K+M, N) =X (K+M-Q, N)
            Z (K+M, N) =Z (K+M-Q, N)
130     CONTINUE
120     CONTINUE
110     CONTINUE

*** C      *****
*** C      * SKAPAR SIDOPANELERNA          *
*** C      *****

QM=HD*BD
DO 140 M=NEQN-QM+1, NEQN
    DO 150 N=1, 4
        Y (M, N) =L/2.
150     CONTINUE
140     CONTINUE
X (NEQN-QM+1, 1) =0.
X (NEQN-QM+1, 2) =B/ (2*BD)
X (NEQN-QM+1, 3) =B/ (2*BD)
X (NEQN-QM+1, 4) =0.
DO 160 M=NEQN-QM+2, NEQN-QM+HD
    DO 170 N=1, 4
        X (M, N) =X (NEQN-QM+1, N)
170     CONTINUE
160     CONTINUE
A=0
DO 180 M=NEQN-QM+1, NEQN-QM+HD
    A=A+1
    DO 190 N=1, 2
        Z (M, N) =-H* (A-1) /HD
        Z (M, N+2) =-H*A/HD
190     CONTINUE
180     CONTINUE
A=0
DO 200 K=NEQN-QM+HD, NEQN-HD, HD
    A=A+1
    P=A*B/ (2*BD)
    DO 210 M=1, HD
        DO 220 N=1, 4
            X (K+M, N) =X (NEQN-QM+1, N) +P
            Z (K+M, N) =Z (K+M-HD, N)
220     CONTINUE
210     CONTINUE
200     CONTINUE

*** C      *****
*** C      * LAGRAR FILEN SOM *.GDF EFTER EGET VAL *
*** C      *****

CALL SYSTEM('CLS')
CALL SETATTR(YELLOCHR + DBLUBKG + BRITE)
CALL CLS
WRITE (*, *)
WRITE (*, 301) 'NAME THE GDF-FILE (ex.BOX.GDF). '
READ (*, 99) NAME
WRITE (*, *)

```

SUBROUTIN KALLE

```

WRITE (*, *)
WRITE (*, *) ' ( please wait ) '
OPEN (UNIT=60, FILE=NAME, ACCESS='SEQUENTIAL', RECL=20000)
99  FORMAT (11A)
299 FORMAT (' ', TR2, A9, TR1, A8)
300 FORMAT (' ', 2F9.5)
301 FORMAT (' ', TR19, A)
302 FORMAT (' ', TR19, A, TR1, I4)
305 FORMAT (' ', TR19, A21, TR1, A11)
350 FORMAT (' ', 2I2)
400 FORMAT (' ', F9.5, TR5, F9.5, TR5, F9.5)
WRITE (60, 299) ' GDF FÖR', NAME
WRITE (60, 300) L, G
WRITE (60, 350) ISX, ISY
WRITE (60, *) NEQN
DO 70 M=1, NEQN
    DO 80 N=1, 4
        WRITE (60, 400) X (M, N), Y (M, N), Z (M, N)
80  CONTINUE
70  CONTINUE
CLOSE (UNIT=60)
WRITE (*, *)
CALL SYSTEM ('CLS')
CALL SETATTR (YELLOCHR + DBLUBKG + BRITE)
CALL CLS
WRITE (*, *)
WRITE (*, 305) 'THE FILE IS STORED AS ', NAME
WRITE (*, *)

```

```

*** C      *****
*** C      * LÄGGER IN NAME.GDF I FNAMES.WAM *
*** C      *****

```

```

WRITE (*, *)
WRITE (*, 301) 'ADD TO FNAMES.WAM ? (Y/N) '
READ (*, 99) OK
IF (OK.EQ.'N') THEN
    GOTO 73
ENDIF
WRITE (*, *)
WRITE (*, *)
WRITE (*, 301) 'State the POT-file in question.(ex ONK.POT) '
WRITE (*, 301) ' '
READ (*, *) POT
WRITE (*, 301) 'State the FRC-file in question.(ex ONK.FRC) '
WRITE (*, 301) ' '
READ (*, *) FRC
OPEN (UNIT=65, FILE='FNAMES.WAM', ACCESS='SEQUENTIAL', RECL=2000)
WRITE (65, *) NAME
WRITE (65, *) POT
WRITE (65, *) FRC
CLOSE (UNIT=65)
WRITE (*, *)
WRITE (*, 301) 'THE FILE IS ADDED TO FNAMES.WAM.'
WRITE (*, *)
WRITE (*, *)
WRITE (*, *)
WRITE (*, *)

```

SUBRUTIN KALLE

```
73  WRITE(*,301)'      ( press any key )'  
     IX=IXKEY()  
     CALL SYSTEM('MODE 80')  
     CALL PLOTS(0,1,0)  
     RETURN  
     END
```

SUBROUTIN HOBBE

SUBROUTINE HOBBE

```

*** C *****
*** C * VÅGBRYTARE MED VALFRI LÄNGD, BREDD, HÖJD & TVÄRSNITT *
*** C * KOORDINATSYST MOTURS, ÖPPEN LÅDTYP, Z=0 VID V.Y *
*** C * VALFRITT ANTAL PANELER (max antal, se wamitmanualen) *
*** C *****

INTEGER M, N, ISX, ISY, NEQN, LD, HBD, R, IX, S
REAL X(1600, 4), Y(1600, 4), Z(1600, 4), K(500, 2), L, G, A, P
CHARACTER NAME*11, OK*2, POT*11, FRC*11
INCLUDE 'SPINATTR.HDR.'
1 CALL SYSTEM('MODE 80')
CALL SETATTR( DBLUBKG + BRIGHT)
CALL CLS
CALL CURON(0)
CALL CURTYP(3*256+6)
WRITE(*, 301) 'THIS PROGRAM CREATES A GDF-FILE FOR A BREAKWATER'
WRITE(*, 301) 'WITH OPTIONAL CROSS SECTION.'
WRITE(*, 301) 'INPUT IS DONE BY GIVING THE GEOMETRY ALONG THE'
WRITE(*, 301) 'X, Z-AXIS FOR THE STATED NUMBER OF PANELS.'
WRITE(*, 301) 'THE GEOMETRY IS UNDERSTOOD TO BE BISYMMETRICAL.'
WRITE(*, 301) 'PLEASE NOTE THAT LAST X=0 !!!'
WRITE(*, *)
WRITE(*, 301) 'THE SIDE OF THE BREAKWATER IS ADDED MANUALLY '
WRITE(*, 301) 'TO THE GDF-FILE.'
WRITE(*, 301) "PLEASE DON'T FORGET TO ADD THE NUMBER OF PANELS"
WRITE(*, 301) 'TO "NEQN".'
WRITE(*, *)
WRITE(*, 301) 'TOTAL LENGTH ALONG THE Y-AXIS (m) ? '
READ(*, *) L
WRITE(*, 301) 'NUMBER OF PANELS FOR half THE LENGTH ALONG'
WRITE(*, 301) 'THE Y-AXIS (Integer) ? '
READ(*, *) LD
WRITE(*, 301) 'NUMBER OF PANELS ALONG THE X, Z-AXIS (Integer) ? '
READ(*, *) HBD
WRITE(*, *)
WRITE(*, *)
WRITE(*, 301) 'INPUT OK (Y/N/MENU=M) ? '
READ(*, 99) OK
IF (OK.EQ.'N') THEN
  GOTO 1
ELSEIF (OK.EQ.'M') THEN
  GOTO 73
ENDIF
ISX=1
ISY=1
G=9.80665
NEQN=LD*HBD

*** C *****
*** C * INDATA AV X, Z-KOORDINATER *
*** C *****

CALL SYSTEM('CLS')
CALL SETATTR( DBLUBKG + BRIGHT)
CALL CLS

```

SUBROUTIN HOBBE

```

WRITE (*,*)
WRITE (*,301) 'X-KOORDINATES IS GIVEN FOR HALF THE WIDTH.'
WRITE (*,*)
WRITE (*,*)
DO 5 N=1,HBD+1
  S=N
  IF (N.EQ.HBD+1) THEN
    WRITE (*,201) 'X',N,'=0 !!!'
    WRITE (*,*)
    S=N+2
  ENDIF
  WRITE (*,199) 'X',N,'=', 'Z',N,'='
  CALL LOCATE(4+S, 32)
  READ (*,304)K(N,1)
  CALL LOCATE(4+S, 54)
  READ (*,304)K(N,2)
  CALL LOCATE(4+S, 75)
5 CONTINUE
WRITE (*,*)
WRITE (*,302) 'TOTALT NUMBER OF PANELS (excl. side) = ',NEQN
WRITE (*,301) '(for maximum number of panels, refer to the '
WRITE (*,301) 'WAMIT manual.)'
WRITE (*,*)
WRITE (*,*)
WRITE (*,301) 'INPUT OK (Y/N/MENU=M) ? '
READ (*,99) OK
IF (OK.EQ.'N') THEN
  GOTO 1
ELSEIF (OK.EQ.'M') THEN
  GOTO 73
ENDIF
WRITE (*,*)

*** C *****
*** C * SKAPAR Y-VÄRDEN FÖR FÖRSTA PANELSLINGAN I X,Z-LED *
*** C *****

Y(1,1)=L/(2.*LD)
Y(1,4)=L/(2.*LD)
Y(1,2)=.0
Y(1,3)=.0
DO 10 M=2,HBD
  DO 20 N=1,4
    Y(M,N)=Y(1,N)
20 CONTINUE
10 CONTINUE

*** C *****
*** C * SKAPAR X,Z-VÄRDEN FÖR FÖRSTA SLINGAN I Z-LED *
*** C *****

DO 30 M=1,HBD
  DO 40 N=1,2
    X(M,N)=K(M,1)
    X(M,N+2)=K(M+1,1)
    Z(M,N)=K(M,2)
    Z(M,N+2)=K(M+1,2)

```


SUBRUTIN HOBBE

40 CONTINUE

30 CONTINUE

```

*** C *****
*** C * SKAPAR ALLA PANELER I FRONT OCH BOTTEN.... *
*** C *****

```

A=0

DO 50 R=HBD, LD*HBD, HBD

A=A+1

P=A*L/(2.*LD)

DO 60 M=1, HBD

DO 70 N=1, 4

Y(R+M, N)=Y(1, N)+P

X(R+M, N)=X(R+M-HBD, N)

Z(R+M, N)=Z(R+M-HBD, N)

70 CONTINUE

60 CONTINUE

50 CONTINUE

```

*** C *****
*** C * LAGRAR FILEN SOM *.GDF EFTER EGET VAL *
*** C *****

```

CALL SYSTEM('CLS')

CALL SETATTR(DBLUBKG + BRIGHT)

CALL CLS

WRITE(*,*)

WRITE(*,301)'NAME THE GDF FILE (ex. TOMBA.GDF). '

READ(*,99) NAME

WRITE(*,*)

WRITE(*,*)

WRITE(*,*)'(please wait)'

OPEN (UNIT=60, FILE=NAME, ACCESS='SEQUENTIAL', RECL=20000)

99 FORMAT(11A)

199 FORMAT(' ', TR28, A1, I2, A1, TR18, A1, I2, A1)

201 FORMAT(' ', T19, A1, I2, A5)

299 FORMAT(' ', TR2, A9, TR1, A11)

300 FORMAT(' ', 2F9.5)

301 FORMAT(' ', TR19, A)

305 FORMAT(' ', TR19, A21, TR1, A11)

302 FORMAT(' ', TR19, A, TR1, I4)

304 FORMAT(F9.5)

350 FORMAT(' ', 2I2)

400 FORMAT(' ', F9.5, TR5, F9.5, TR5, F9.5)

WRITE(60,299)' GDF FÖR', NAME

WRITE(60,300) L, G

WRITE(60,350) ISX, ISY

WRITE(60,*)NEQN

DO 75 M=1, NEQN

DO 80 N=1, 4

WRITE(60,400) X(M, N), Y(M, N), Z(M, N)

80 CONTINUE

75 CONTINUE

CLOSE (UNIT=60)

CALL SYSTEM('CLS')

CALL SETATTR(DBLUBKG + BRIGHT)

CALL CLS

SUBROUTIN HOBBE

```
WRITE(*,*)
WRITE(*,305)'THE FILE IS STORED AS ',NAME
WRITE(*,*)
```

```
*** C *****
*** C * LÄGGER IN NAME.GDF I FNAMES.WAM *
*** C *****
```

```
WRITE(*,*)
WRITE(*,301)'ADD TO FNAMES.WAM ? (Y/N) '
READ(*,99) OK
IF (OK.EQ.'N') THEN
  GOTO 72
ENDIF
WRITE(*,*)
WRITE(*,*)
WRITE(*,301)'State the POT-file in question.(ex ONK.POT) '
WRITE(*,301)' '
READ(*,*) POT
WRITE(*,301)'State the FRC-file in question.(ex ONK.FRC) '
WRITE(*,301)' '
READ(*,*) FRC
OPEN(UNIT=65,FILE='FNAMES.WAM',ACCESS='SEQUENTIAL',RECL=2000)
WRITE(65,*) NAME
WRITE(65,*) POT
WRITE(65,*) FRC
CLOSE (UNIT=65)
WRITE(*,*)
72 WRITE(*,301)'THE FILE IS ADDED TO FNAMES.WAM.'
WRITE(*,*)
WRITE(*,301)"PLEASE DON'T FORGET TO ADD THE SIDE PANELS"
WRITE(*,301)'TO THE GDF-FILE AND TO ADD THE NUMBER OF '
WRITE(*,301)'PANELS TO "NEQN".'
WRITE(*,*)
WRITE(*,*)
WRITE(*,*)
WRITE(*,301)' ( press any key )'
IX=IXKEY()
73 CALL SYSTEM('MODE 80')
CALL PLOTS(0,1,0)
RETURN
END
```

