

Examensarbete i Vattenbyggnad 2000:5

**Undervattensvåg
brytare**
- en modellstudie

**Erik Cardell
Johan Ekberg**

Vatten Miljö Transport
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2000

Förord

Detta arbete har utförts på Institutionen för vattenbyggnad på Chalmers Tekniska Högskola under hösten och våren 1999-2000. Examensarbetet initierades av institutionen då man tidigare fått förfrågan om undervattensvåg brytare.

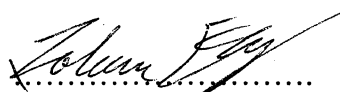
Vi valde detta arbetet på grund av vårt intresse för ämnet och att det anknöt till de kurser vi tidigare läst på Väg och vatten. Arbetet har inneburit att vi har fått varva teori med praktiska modellförsök vilket har gett oss en ökad förståelse för teorin.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare, professor Lars Bergdahl vid Institutionen för vattenbyggnad, som har stöttat oss under hela arbetets gång. Vi vill också tacka övriga anställda och doktorander vid institutionen som hjälpt oss i vårt arbete.

Göteborg 000328



.....
Erik Cardell



.....
Johan Ekberg

Sammanfattning

Ibland vill man skydda en kust eller någon utsatt plats utan att förstöra den fria vattenytan. En enkel och ganska billig lösning är att anlägga en undervattensvåg brytare i form av en sprängstensvall. Frågan är då hur effektivt denna typ av våg brytare dämpar de infallande vågorna. Ett mått på att avgöra denna effekt är att bestämma dess transmissionskoefficient.

Vi valde att utvärdera transmissionskoefficienten genom att bygga en fysisk modell i skala 1:10. Våg brytarmodellen byggdes upp i en 80 meter lång vattenränna på Chalmers Tekniska Högskola. Rännan var 2 meter bred och vattendjupet under försöken var 0,7 meter.

Modellen byggdes upp med en tåtkärna av plywood och själva våg brytaren stod på en strandhylla med varierbar bredd. Ovanpå tåtkärnan byggdes sedan våg brytarens aktuella dimensioner upp med makadam, detta för att modellen skulle bli så lik en verklig sprängstensvåg brytare som möjligt. Totalt gjordes 18 olika våg brytare.

För att se effekten för olika vågor valdes 4 frekvenser och 4 våglängder ut. I modellen gav detta vågor mellan 5 och 20 centimeters höjd och 2,33 och 6,06 meters längd. Totalt gjordes 320 stycken försök under den tid mätningarna pågick.

Utvärdering av resultaten har gjorts med hjälp av en FFT- analys där vågenergin i infallande och transmitterad våg beräknats. Försöken visar att det är fullt möjligt att konstruera en undervattensvåg brytare med K_T ner mot 0,3.

Våra resultat visar att undervattensvåg brytare kan användas för ändamål där inte en total dämpning av våghöjden krävs. Tänkbara användningsområden är exempelvis som erosionsskydd och för artificiell kustbildning.

Summary

Sometimes it is desirable to protect a shoreline or a coast without ruining the look of the water surface. A simple and quite economic solution is to construct a submerged breakwater. The question is how effective this type of breakwater reduces wave heights. A way to measure the efficiency of a submerged breakwater is to determine the transmission coefficient.

We chose to evaluate the transmission coefficient through constructing a physical model in a scale of 1:10. The model was built in a water tank with a length of 80 metres, at Chalmers University of Technology. The tank width was 2 metres and the water depth through all the trials were 0,7 metres.

Our model was built up with a core of plywood. The breakwater was placed on a plywood shelf with a variable width. On top of the core the dimensions of the breakwaters were built up with macadam. Totally 18 different breakwaters were built up and more than 300 trials were carried out.

To see the effect for different kind of waves 4 frequencies and 4 wave heights were chosen. In the model this gave wavelengths between 2,33 and 6,06 metres and wave heights between 5 and 20 centimetres.

Evaluations of the trials have been accomplished with a Fast Fourier Transform. The trials show that it is possible to construct a submerged breakwater with a transmission coefficient as low as 0,3.

The results from our study show that submerged breakwaters can be used for purposes where a total reduction of the wave height is not necessary. Therefore this type of breakwater could be used to prevent erosion and for creating new shorelines.

Innehållsförteckning

1. FIGUR- OCH TABELLFÖRTECKNING	2
2. SYMBOLER OCH DEFINITIONER	3
3. INTRODUKTION.....	4
3.1 BAKGRUND	4
3.2 SYFTE.....	4
3.3 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR.....	4
3.4 VÅR UNDERSÖKNING.....	5
4. GRUNDLÄGGANDE TEORI	5
4.1 MODELLREGLER.....	5
4.2 SKALEFFEKTER	6
4.3 VÅGDATA.....	6
4.3.1 Våghöjder	6
4.3.2 Våglängder	6
4.4 DJUPT / GRUNT VATTEN	7
4.5 MAXIMAL VÅGHÖJD.....	7
4.6 FRIKTION.....	7
4.7 TRANSMISSION.....	8
4.7.1 Transmissionskoefficient.....	8
4.8 REFLEKTION.....	8
4.8.1 Reflektionskoefficient.....	9
5. MODELLBESKRIVNING.....	9
5.1 RÄNNAN.....	9
5.2 VÅGGENERATORN.....	10
5.3 VÅGBRYTARMODELLEN.....	10
5.4 FÖRSÖKSSERIerna.....	11
6. METODBESKRIVNING	11
6.1 MÄTPROGRAM (LABVIEW)	11
6.2 VÅGMÄTARE.....	12
6.3 STYRPROGRAM.....	12
6.4 KÖRNINGSRUTIN	13
7. ANALYSFÖRUTSÄTTNINGAR.....	13
7.1 ALLMÄNT.....	13
7.2 MATHCAD.....	14
7.3 FOURIERTRANSFORMERING.....	14
7.3.1 Fouriertransformen	14
7.3.2 Diskret fouriertransformering	15
7.3.3 FFT.....	15
7.4 ENERGISPEKTRUM.....	15
7.5 KLASSISK METOD	17
8. RESULTAT	18
8.1 TRANSMISSIONSKOEFFICIENTER.....	18
8.1.1 Jämförelse av K_T för vågbrytare med given bredd	18
8.1.2 Jämförelse av K_T för vågbrytare med given höjd.....	20
8.1.3 Jämförelse av K_T mellan våra försök och Seeligs försök.....	22
8.1.4 Jämförelse av K_T mellan våra försök och beräknat K_T	23
8.2 REFLEKTIONSKOEFFICIENTER	24
8.2.1 Jämförelse av K_R för vågbrytare med given bredd	25
8.2.2 Jämförelse av K_R för vågbrytare med given höjd	26
8.2.3 Jämförelse av K_R mellan våra försök och Seeligs försök.....	28

9. SLUTSATSER..... 29

10. REFERENSER..... 30

11. APPENDIX..... 31

1. Figur- och tabellförteckning

Tabell 4.1 Våghöjder använda i försöken..... 6

Tabell 4.2 Våglängder använda i försöken..... 6

Tabell 4.3 Förhållande mellan djup och våglängd..... 7

Figur 5.1 Schematisk bild av vågbrytarens uppbyggnad..... 10

Tabell 5.2 Parametrar som varierats i modellförsöken..... 11

Figur 6.1 Schematisk bild över givarnas placering..... 12

Tabell 6.2 Inställningar i styrprogrammet..... 13

Figur 7.1 Exempel på amplitudspektra för infallande och transmitterad våg..... 16

Figur 7.2 Exempel på energispektra för infallande och transmitterad våg..... 17

Figur 7.3 Jämförelse mellan infallande och transmitterad våg..... 17

Figur 8.1 Jämförelse av K_T mellan försök a, c och e..... 19

Figur 8.2 Jämförelse av K_T mellan försök g, i, k och s..... 19

Figur 8.3 Jämförelse av K_T mellan försök m, o och q..... 20

Figur 8.4 Jämförelse av K_T mellan försök a, g och m..... 20

Figur 8.5 Jämförelse av K_T mellan försök c, i och o..... 21

Figur 8.6 Jämförelse av K_T mellan försök e, k och q..... 21

Figur 8.7 Schematisk bild av Seeligs försök med permeabel vågbrytare..... 22

Figur 8.8 Schematisk bild av Seeligs försök med impermeabel vågbrytare..... 22

Figur 8.9 Jämförelse av K_T mellan försök i och Seeligs försök..... 23

Tabell 8.10 K_T beräknade med van der Meer och Daemens formel..... 23

Figur 8.11 Jämförelse av uppmätta K_T och K_T enligt van der Meer och Daemen..... 24

Figur 8.12 Jämförelse av K_R mellan försök a, c och e..... 25

Figur 8.13 Jämförelse av K_R mellan försök g, i, k och s..... 25

Figur 8.14 Jämförelse av K_R mellan försök m, o och q..... 26

Figur 8.15 Jämförelse av K_R mellan försök a, g och m..... 26

Figur 8.16 Jämförelse av K_R mellan försök c, i och o..... 27

Figur 8.17 Jämförelse av K_R mellan försök e, k och q..... 27

Figur 8.18 Jämförelse av K_R mellan försök i och Seeligs försök..... 28

2. Symboler och definitioner

B	vågbrytarkrönets bredd
d	vattendjup
d_s	vattendjup i rännan
C	fåshastighet
F	Froudes tal
f	vågfrekvens
g	jordaccelerationen
h_1	vågbrytarens höjd
h_2	strandhyllans höjd
H	våghöjd
H_i	infallande våghöjd
H_s	signifikant våghöjd
H_t	transmitterad våghöjd
K_R	reflektionskoefficient
K_T	transmissionskoefficient
L	våglängd
L_0	våglängd på djupt vatten
L_m	våglängd i modellen
L_p	våglängd i prototypen
R_c	vattendjupet över vågbrytaren
s	strandhyllans bredd
T_m	vågperiod i modellen
T_p	vågperiod i prototypen
U	våghastighet
Δt	tidssteg i mätserierna

3. Introduktion

3.1 Bakgrund

Undervattensvågbrytare har ett flertal användningsområden, bland annat kan de utnyttjas som kust- och hamnskydd. Som vågskydd är givetvis en undervattensvågbrytare mindre effektiv än en traditionell uppstickande vågbrytare, men som kust- och erosionsskydd kan en undervattensvågbrytare vara mycket lämplig. En kustparallell undervattensvågbrytare kan i vissa fall skapa en ansamling av material som annars skulle transporterats förbi platsen. Strandlinjen byggs successivt ut och en tombolo bildas. Förutsättningarna för att detta ska ske är att vågbrytaren är tillräckligt lång i förhållande till avståndet till den ursprungliga strandlinjen.

Fördelarna med undervattensvågbrytare är att de är billigare att anlägga på grund av mindre materialåtgång och att en mindre arbetsinsats krävs då materialet kan tippas direkt från en pråm. Den mindre materialåtgången ger även en lägre belastning på sjöbotten. Den fria vattenspegeln bibehålls vilket är ytterligare en fördel. En annan viktig aspekt är att vattenomsättningen innanför vågbrytaren påverkas i mindre grad än då en uppstickande vågbrytare anläggs. Undervattensvågbrytaren möjliggör att syrerikt vatten transporteras in över vågbrytaren vilket har en positiv effekt både på vattenkvaliteten och det marina livet i aktuellt område.

Frågan är då hur effektivt en undervattensvågbrytare dämpar infallande vågor. Hur stor del av vågenergin kommer att transmittas över vågbrytarkrönet respektive reflekteras? Detta är frågor som kan besvaras genom att med hjälp av modellförsök beräkna transmissions- och reflektionskoefficienter för denna typ av vågbrytare.

3.2 Syfte

Syftet med undersökningen är att bestämma transmissions- och reflektionskoefficienter för en permeabel undervattensvågbrytare med ett täckande lager av friktionsmaterial. Undersökningen ska också ge svar på frågan om en förlängd strandhylla har en positiv effekt på vågbrytarens nedbrytande egenskaper.

3.3 Tidigare undersökningar

Denna typ av vågbrytare har studerats med hjälp av numeriska modeller av bland annat Kobayashi och Wurjanto (1989). För att kontrollera de numeriska beräkningarna av transmissions- och reflektionskoefficienter har erhållna resultat jämförts med resultat från modellförsök gjorda av Seelig (1980). Det visade sig att resultaten stämde bra överens med värden från försök på småskaliga impermeabla vågbrytare.

Den undersökning som vi främst tittat på och gjort jämförelser med är en undersökning gjord av Seelig (1980) på uppdrag av "Coastal Engineering Research Center". I denna undersökning har både undervattens- och traditionella vågbrytare

testats. Undersökningen omfattar en stor mängd försök med permeabla, semipermeabla och impermeabla vågbrytare.

I Japan utfördes av ett företag Tohoku (1996) en undersökning med undervattensvåg brytare där vågbrytaren stod på en sluttande strand, lutning 1:30. Transmissionskoefficienter beräknade från dessa försök redovisades i undersökningen som funktioner av djup, krönbredd och djup över vågbrytaren. Försök gjordes även med flera små vågbrytare efter varandra istället för en bred vågbrytare.

3.4 Vår undersökning

Den största skillnaden mellan våra försök och tidigare gjorda försök är att vi gjort alla försök med två olika bredder på strandhyllan för att utröna dess inverkan på vågbrytarens nedbrytande egenskaper. Det finns två anledningar till att anlägga en strandhylla. På lösa botten kan man få problem med stabiliteten om inte en successiv avtrappning av lasten sker och då infallande vågor är mycket stora vill man med ett minskat djup få vågen att bryta innan den når vågbrytaren.

Jämfört med Seelig (1980) har vi hållit vattendjupet konstant medan Seelig i sina försök har varierat vattendjupet i rännan. Detta har fått till följd att vi endast har kunnat göra en jämförelse för försök där djup- och höjdförhållanden varit snarlika våra. Anledningen till att vattendjupet hållits konstant är att vi på detta sätt har kunnat göra en noggrannare jämförelse mellan olika parametrars inverkan på K_T . En annan fördel är att våglängderna på detta sätt bibehålls för varje frekvens, vilket inte blir fallet om djupet varierar.

I den här rapporten redovisas resultaten från modellförsöken i diagram där man kan få en vägledning om vilken effekt en undervattensvåg brytare har på olika vågfrekvenser och våghöjder beroende på dess utformning.

4. Grundläggande teori

4.1 Modellregler

Vi har i försöken utgått från en skala på 1:10 på längdenheterna, dock måste man ta hänsyn till vissa modellregler för att övriga parametrar ska bli riktiga. Dessa bygger på att Froudes tal ska vara konstant mellan modell och verklighet.

Froudes tal definieras som:

$$F := \frac{U}{\sqrt{g \cdot d}} \quad (1)$$

där U våghastigheten
 g jordaccelerationen
 d djupet.

Detta ger att längderna i modellen är längderna i prototypen dividerat med 10 medan tiderna och hastigheterna i modellen är tiderna och hastigheterna i prototypen dividerat med $\sqrt{10}$. Se appendix A.

4.2 Skaleffekter

Det finns inte så mycket information att tillgå om skaleffekterna men dessa är antagligen små. Detta visades av Saville (1963) som testade transmissionen för två vågbrytare med samma utformning men där skalan i det ena försöket var 10 gånger större än skalan i det andra försöket. Resultaten han kom fram till var att det systematiska felet mellan de två vågbrytarna var små och där den mindre konstruktionen fick något mer konservativa värden.

Vågtransmissionen genom permeabla vågbrytare bestäms huvudsakligen av laminära och turbulenta energiförluster genom strukturen, vilket visades av Madsen och White (1976).

4.3 Vågdata

För att bestämma lämpliga våghöjder och våglängder för våra modellförsök har vi gjort en utredning av vågklimatet för en viss plats i Göteborgs skärgård. Från denna undersökning har vi sedan tagit ut lämpliga vågdata. Våghöjder och våglängder har räknats ut fram till ett vattendjup på 7 meter då detta motsvarar vattendjupet i rännan med den antagna skalan.

Se appendix B.

4.3.1 Våghöjder

Den signifikanta våghöjden på aktuellt vattendjup blir för ettårsvågen i Askimsviken i Göteborgs skärgård 1,68 meter. Utifrån detta värde har vi sedan valt våghöjder. Följande 4 våghöjder har använts i försöken:

Verklig	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m
Modellen	0,05 m	0,10 m	0,15 m	0,20 m

Tabell 4.1 Våghöjder använda i försöken.

4.3.2 Våglängder

Våglängden på aktuellt vattendjup blir för ettårsvågen 34,7 meter. Utifrån detta värde har vi sedan valt våglängder. Följande 4 våglängder har använts i försöken:

Verklig	23,3 m	29,0 m	46,2 m	60,6 m
Modellen	2,33 m	2,90 m	4,62 m	6,06 m

Tabell 4.2 Våglängder använda i försöken.

4.4 Djupt / grunt vatten

Då man bestämmer det relativa vattendjupet beräknas kvoten mellan djupet och våglängden. Är detta förhållande större än 0,5 så har man djupt vatten, är kvoten mindre än 0,5 men större än 0,04 så sägs det relativa vattendjupet vara i övergångszonen och är kvoten mindre än 0,04 så har man grunt vatten.

Skillnaden mellan dessa tre är formen på vågrörelsen. På djupt vatten har vågen en cirkulär bana medan den på grunt vatten och i övergångszonen har en elliptisk bana. Beräkningsmässigt skiljer sig dessa tre åt genom att utgångsformeln kan förenklas för djupt och grunt vatten. Se Bergdahl (1998 b).

I försöken ligger alltid kvoten mellan 0,04 och 0,5.

Förhållandet mellan djup och våglängd för de fyra frekvenserna:

d =	0,7 m		
f =	0,4 Hz		
L =	6,06 m	ger:	d/L = 0,12
f =	0,5 Hz		
L =	4,62 m	ger:	d/L = 0,15
f =	0,7 Hz		
L =	2,90 m	ger:	d/L = 0,24
f =	0,8 Hz		
L =	2,33 m	ger:	d/L = 0,30

Tabell 4.3 Förhållande mellan djup och våglängd.

4.5 Maximal våghöjd

När en våg rör sig in mot uppgrundande vatten så förändras förhållandet för den teoretiskt maximala våghöjden från att på djupt vatten ha varit $H/L = 0,142$ till att på grunt vatten bli $d/H = 1,28$. Där d är det vattendjup där vågorna börjar bryta. Detta gäller dock endast då uppgrundning sker på en längre sträcka. Således kan inte våghöjden efter en undervattensvågbrytare beräknas som vattendjupet över densamma dividerat med 1,28.

4.6 Friktion

Att våghöjderna efter en vågbrytare minskar beror dels på reflektion mot vågbrytarens lovertsslänt, och dels på en kombination av laminära och turbulenta energiförluster samt att vågformen ändras. En porös och skrovlig yta ökar vågbrytarens förmåga att

absorbera infallande vågenergi vilket innebär att friktionen kommer att få en väsentlig inverkan på K_T .

Friktionen längs rännans botten och väggar antas försumbara, då dessa utgörs av målad stålplåt och glas. En studie gjord av Ellison och Enmark (1976) visar att dessa förluster ligger på cirka 0,1 % per meter för den aktuella rännan.

4.7 Transmission

När en våg träffar en vågbrytarkonstruktion kommer vågenergin antingen att reflekteras, upptas eller transmitteras igenom strukturen. Vad som sker avgörs bland annat av vågens karaktär det vill säga period, amplitud och frekvens i förhållande till rådande vattendjup och vågbryartyp. Geometrin hos vågbrytaren, till exempel släntlutning, krönbredd och vattendjup ovan krönet, har också stor betydelse för hur stor del av den infallande vågenergin som kommer att transmitteras.

En idealisk vågbrytare ska bryta ner eller reflektera näst intill all vågenergi som faller in mot en hamnbassäng. Detta för att få en minimal vågrörelse på vågbrytarens läsida och på så vis förhindra resonans i hamnbassängen.

4.7.1 Transmissionskoefficient

Transmissionskoefficienten K_T är kvoten mellan H_t (transmitterad våghöjd) och H_i (infallande våghöjd). K_T för en undervattensvågbrytare är i de flesta fall högre än 0,4, men en av fördelarna är att för ett givet vatten djup och given vågperiod kommer storleken på transmissionskoefficienten K_T att minska i takt med att infallande våghöjd ökar.

$$K_T = H_t/H_i$$

4.8 Reflektion

Vid mätning av våghöjder i en ränna måste man ta hänsyn till reflektioner som uppstår på tre olika sätt:

- a) Vågor som reflekteras mot vågbrytarläntens lovartsida
- b) Vågor som reflekteras mot strandlänten
- c) Vågor som reflekteras mot vågbladet

Vi har beaktat de två senare genom att beräkna gruppshastigheten för vågorna och på så vis fått fram hur lång tid det tar innan den första reflekterade vågen når fram till givarna på vågbrytarens läsida respektive lovartsida. Mätningarna påbörjas då den första vågen passerat vågbrytaren och avslutas innan de reflekterade vågorna nått fram till givarna. När den reflekterade vågen överlagrar den infallande vågen uppstår svängningar i ytskiktet på den infallande vågen. Detta ser man tydligt både i modellen

och när mätningarna plottas upp i en graf. Hur reflektionerna mot vågbrytarens lovartsida har beaktats tas upp i kapitlet reflektionskoefficient.

4.8.1 Reflektionskoefficient

När modellförsök utförs med regelbundna vågor i en ränna med begränsad längd är det alltid svårt att bestämma infallande våghöjd. Detta på grund av att de infallande vågorna innehåller överlagringar av reflekterade vågor från modellens lovartsslänt. För att ta hänsyn till detta har vi använt oss av en metod som approximerar värdet av den infallande vågen, Sandström (1974). Genom att placera en våggivare, G_1 , i en nod och en våggivare, G_2 , i en buk, kan infallande våghöjd beräknas som medelvärdet av våghöjderna i dessa två punkter. Se bild under kapitlet vågmätare.

G_1 registrerar våghöjd H_N i nod och G_2 registrerar våghöjd H_A i buk. Reflektionskoefficienten K_R kan då beräknas ur följande samband, Johansson (1989):

$$K_R = H_R/H_I = ((H_A - H_N)/2)/((H_A + H_N)/2)$$

där

H_R = reflekterad våghöjd
 H_I = infallande våghöjd
 H_A = våghöjd i buk
 H_N = våghöjd i nod

Storleken på K_R varierar från värdet 1,0 vid total reflektion till noll för ingen reflektion.

Nackdelen med metoden är att det ibland kan vara svårt att lokalisera noderna om den reflekterade vågen är liten.

5. Modellbeskrivning

5.1 Rännan

Rännan där försöken utförts finns i Institutionen för vattenbyggnads lokaler på Chalmers Tekniska Högskola. Den har en total längd av 80 meter och en bredd på 2 meter. Vattendjupet som använts vid försöken har varit 70 centimeter. Rännan är på bägge sidor glasad vilket medför att man kan följa hela förloppet då vågen närmar sig vågbrytaren och slutligen bryter. Dessutom möjliggör detta att förloppet kan videofilmas.

För att skydda rännans glas mot skador så har en glasskiva satts på ena sidan av modellen och en plastskiva på motsstående sida. Skivornas tjocklek var i båda fallen 4 millimeter och antas inte ha påverkat vågutbredningen i rännan.

5.2 Vågubrytaren

Vågubrytaren som är monterad i rännan är en vidareutveckling av en vågubrytare med svängande blad. Fördelen med denna ubrytortyp är att vågbladet kan fås att löpa parallellt med botten och dessutom utföra i princip lika stora svängningar vid botten som vid ytan. En annan fördel är att stora våghöjder kan produceras, upp till 25 centimeter. Ellison och Enmark (1976).

I försöken har vi strävat efter att göra vågor med mellan 5 och 20 centimeters höjd. Genom att ändra amplitudinställning och frekvensinställning hos vågubrytaren, vilket åstadkoms med hjälp av styrprogrammet, så har vi genererat vågor med fyra olika amplituder och fyra olika frekvenser det vill säga 16 kombinationer mellan amplitud och frekvens.

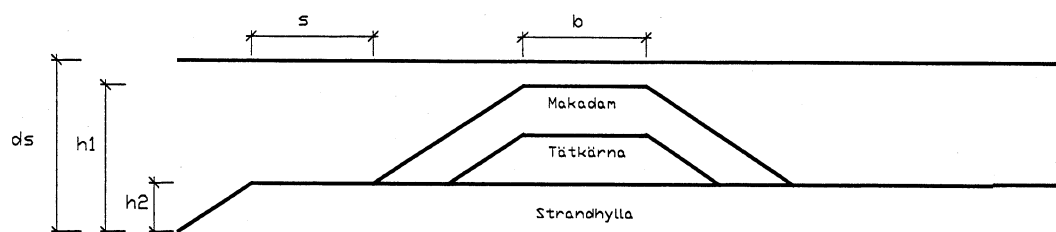
5.3 Vågubrytarmodellen

Modellen är uppbyggd med en tät kärna och ett täckande stenlager för att få en modell så lik verkligheten som möjligt. Tatkärnan är utförd i vattenskyddad formplywood.

Den undre delen, den så kallade strandhyllan, har en höjd av 20 centimeter och är i framkant försedd med en slänt med lutningen 1:1,5. Strandhyllan når i grundutförandet 50 centimeter framför vågubrytarens tå, denna kan dock lätt förlängas till 90 centimeter för att strandhyllans inverkan på transmissionen ska kunna uppskattas. Den totala längden på strandhyllan uppgår i 90 centimetersfallet till 3,70 meter.

Ovanpå strandhyllan står själva tatkärnan. Även denna är 20 centimeter hög och har i sitt grundutförande en krönbredd på 20 centimeter. Framslänten, såväl som bakslänten, har en lutning på 1:1,5. På denna täta konstruktion läggs sedan friktionsmaterialet, dels för att ge vågubrytaren den friktion som eftersträvas samt ge den rätt mått. För att ej behöva använda orimliga mängder sten så förlängs tatkärnan då krönbredden ökas i modellen.

Genom att placera friktionsmaterialet, i vårt fall natursten med diameter mellan 40 och 80 millimeter, på tatkärnan har sedan vågubrytarens form byggts upp. Första försöket gjordes med en vågubrytare med krönbredden 20 centimeter, total höjd 55 centimeter och strandhyllans bredd 50 centimeter. Därefter har vågubrytaren byggts ut i etapper upp till våra maxmått.



Figur 5.1 Schematisk bild av vågubrytarens uppbyggnad.

5.4 Försöksserierna

Det totala antalet försök som utförts på vågbrytarmodellen uppgår till 320 st. Försöken delades in i 20 olika försöksserier från a till t. I varje försöksserie har längden på strandhyllan, krönbredd och vattendjup över krönet hållits konstanta medan frekvens och amplitud har varierats.

Försöksserie s och t utfördes på en modell där krönet på vågbrytaren låg i nivå med vattenytan. Krönbredden var 40 centimeter och strandhyllans längd 50 centimeter för försök s och 90 centimeter för försök t. Resultaten från dessa två försök har sedan använts som referenser då vi jämfört hur vattendjupet över krönet inverkar på transmissionskoefficienten.

Våghöjd	Våglängd	Höjd	Krönbredd	Strandhylla
0,05 cm	2,33 m	0,55 m	0,20 m	0,50 m
0,10 cm	2,90 m	0,60 m	0,40 m	0,90 m
0,15 cm	4,62 m	0,65 m	0,60 m	
0,20 cm	6,06 m	0,70 m		

Tabell 5.2 Parametrar som varierats i modellförsöken.

6. Metodbeskrivning

6.1 Mätprogram (LabView)

LabView är en programutvecklingsmiljö liknande modern C-miljö eller BASIC. En avgörande skillnad är dock att LabView använder ett grafiskt programmeringsspråk, G, medan de andra använder ett textbaserat språk. I LabView finns olika bibliotek med fördefinierade funktioner vilket gör att de flesta programmeringsproblem kan lösas.

Programmen som skapas, eller som finns, i LabView kallas för "virtual instruments (VI)", detta beroende på dels hur programmet fungerar och dels hur det realiseras på datorskärmen. Programmering sker genom att boxar med olika funktioner lagrade, kopplas ihop med streck som symboliserar sladdar. Detta görs i ett fönster kallat "block diagram" och resultatet, exempelvis grafer och tabeller, visas i ett fönster kallat "front panel".

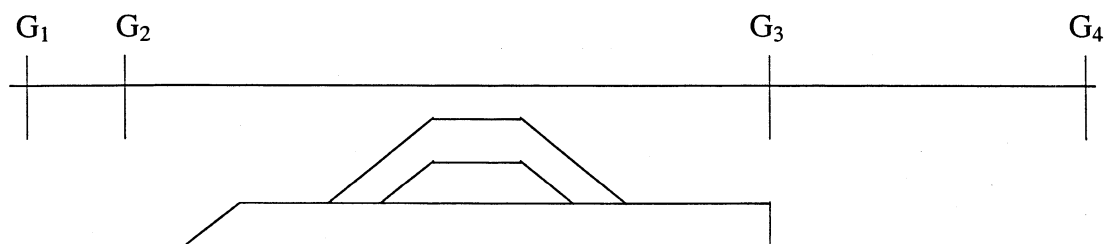
LabView har en hierarkisk uppbyggnad och komplicerade program kan byggas upp med hjälp av underprogram. En av fördelarna med detta system är att varje underprogram kan köras individuellt och därmed underlättas felsökningen.

Bland annat finns ett bibliotek med program och funktioner för insamling och bearbetning av data. Det är dessa funktioner och program som vi använt för att samla in data från våra vågmätningarna.

I LabView tas signalen emot och omvandlas den till den information som efterfrågas. I vårt fall ville vi lista vattenytans läge vid tidpunkter med ett givet tidssteg samt få kurvor över vågorna utritade på skärmen. Det senare för att kontrollera att mätningarna blivit korrekta. Se appendix C.

6.2 Vågmätare

För att mäta vågorna längs försöksupställningen har 4 stycken elektriska motståndsgivare monterade på justerbara spetsmätare använts. Dessa har monterats på tvärgående balkar mitt över rännan.



Figur 6.1 Schematisk bild över givarnas placering.

Givare G_1 och G_2 placerades med ett avstånd på minst två vattendjup framför vågbrytaren beroende på vilken vågperiod som använts. G_3 placerades strax bakom vågbrytaren och G_4 sex meter bakom vågbrytaren.

Givarna kopplades till var sin kanal i en förstärkare, som i sin tur anslöts till ett Lab View program. Varje kanal justerades så att 10 V motsvarade en vågamplitud på 15 centimeter. Detta gick till på så vis att en givare i taget kopplades samman med en voltmeter. Därefter sänktes givaren ned 10 centimeter och förstärkaren justerades tills dess att voltmeteren visade 6,66 V.

I LabView transformerades signalerna från förstärkarna genom att vi placerade en multiplikationsfunktion med en faktor på 1,5 inne i programmet. På så vis kunde en input signal på till exempel 6,66 V plottas som en vågamplitud på 10 centimeter. Varje mättillfälle inleddes med att givarna kalibrerades så att noggrannhet på en tusendels volt erhöles vilket motsvarar en vågrörelse på ungefär 0,015 mm.

6.3 Styrprogram

Ett styrprogram används för att styra vågbladets rörelser. De parametrar som kan ställas in är följande: frekvens, amplitud, gain (förstärkning), relay och ramp (starthastighet). Följande inställningar har använts:

Frekvens	0,4 Hz	0,5 Hz	0,7 Hz	0,8 Hz
Amplitud	600	500	400	350
"	1300	1000	750	650
"	2200	1600	1100	1000
"	2800	2000	1500	1250
Gain	384	384	384	384
Relay	1	1	1	1
Ramp	10	10	10	10

Tabell 6.2 Inställningar i styrprogrammet.

6.4 Körningsrutin

Under försöksperioden användes en viss rutin för att få försöken att flyta så smidigt som möjligt samt för att inga detaljer skulle glömmas bort.

Varje morgon kontrollerades vattennivån i rännan för att se till att vattendjupet hölls konstant och vid behov fylldes vatten på. Därefter modifierades vågbrytaren för dagens försök. När vågbrytaren fått de rätta dimensionerna startades vågmaskinen, se rubriken styrprogram, och en vågserie med den frekvens som stod först på dagens schema kördes för att bestämma lägen för nod och buk. Givare G_1 och G_2 har därefter flyttats till de uppmätta lägena för nod och buk. När vattenytan åter lagt sig kalibrerades givarna. Sedan kördes fyra försök, för den inställda frekvensens fyra amplituder, innan det åter blev dags att mäta in nod och buk för nästa frekvens.

7. Analysförutsättningar

7.1 Allmänt

Ett problem som vi stötte på var hur våra mätvärden skulle utvärderas för att ge den bästa bilden av vågbrytarens förmåga att bryta ner vågorna. Om endast våghöjden beaktas vid utvärdering av transmissionskoefficienten, K_T , så tas ingen hänsyn till vågens utseende, om den är spetsig, sinusformad eller har flera toppar. Därför bestämde vi oss för att utvärdera både på ett klassiskt sätt och med hjälp av en fast fourier transform, kallad FFT.

Reflektionskoefficienten däremot utvärderades med hjälp av de infallande våghöjderna i nod och buk då de infallande vågorna hade en utpräglad sinusform till skillnad från de transmitterade vågorna.

7.2 MathCad

Vi använde ett tidssteg på 0,025 sekunder vid våra vågmätningar. Detta fick till följd att våra mätserier fick olika antal mätvärden på varje period beroende på vald frekvens. Problemet som vi då stötte på var att FFT-analysen kräver 2^n mätvärden på hela perioder, det vill säga 128, 256, 512 etcetera värden.

Vi hade lyckats välja ett tidssteg som inte stämde för en enda av frekvenserna och fick till följd att våra mätserier på något sätt behövde göras om så att vi erhöll de eftersträfvade 256 värdena. Detta problem löstes genom att ett program gjordes i MathCad som tog ut en serie med 256 värden från våra serier med färre värden. Programmet finns redovisat i appendix D.

Programmet fungerar på så sätt att mätserierna, med färre värden än 256, plockas in manuellt i MathCad programmet. Programmet beräknar antal värden i mätserien och den totala tiden som vågmätningen pågått samt räknar ut ett nytt tidssteg. När tidssteget är bestämt gör programmet en linjär interpolering av mätserien för varje nytt tidssteg. Därmed har en ny mätserie skapats med 256 värden där den totala tiden är lika lång som tiden för den ursprungliga mätserien och formen på vågen är densamma.

7.3 Fouriertransformering

Vid analys av vågor används vanligtvis inte fourierserier utan fouriertransformering. Oftast används då en snabb numerisk variant kallad FFT, vilket står för Fast Fourier Transform. Denna teknik gör det möjligt att snabbt analysera stora datamängder.

7.3.1 Fouriertransformen

Syftet med en fouriertransformering är att separera vågformen till en summa av sinusfunktioner med olika frekvenser. Transformen beskriver alla egenskaper hos den ursprungliga funktionen och denna kan återbildas med hjälp av fouriertransformens invers, vilket visas av Bergdahl (1998 a).

Fouriertransformen $H(f)$ av en funktion $h(t)$ definieras av följande integral:

$$H(f) := \int_{-\infty}^{\infty} h(t) \cdot e^{-j2\pi \cdot f \cdot t} dt \quad (2)$$

där t tiden
 f frekvensen
 $h(t)$ vattenytans läge som funktion av tiden

$$j := \sqrt{-1}$$

7.3.2 Diskret fouriertransformering

Situationen i vårt fall efter att vi gjort våra mätningar var att den mätta funktionen fanns som ett antal mätvärden med givna tidsintervall lagrade i en datafil. När fouriertransformen ska utföras måste integralen skrivas om på diskret form. Om antalet mätvärden per serie är N , i vårt fall är $N = 256$ efter bearbetning i MathCad, och mätningens längd är T så är $\Delta t = T / N$. Mätningen antas också ha periodiciteten $f = 1 / T$.

Då detta är fallet kan integralen skrivas som en summa:

$$H_n := \Delta t \cdot \sum_{m=0}^{N-1} h(t_m) \cdot e^{-j \cdot 2 \cdot \pi \cdot m \cdot \frac{n}{N}} \quad (3)$$

där $n = 0, 1 \dots N-1$

7.3.3 FFT

Den snabba fouriertransformen är en metod för att beräkna summorna (3) på ett effektivt och snabbt sätt. Denna metod bygger på den cykliska naturen hos exponentialfunktionen $e^{jx} = e^{j(x+n2\pi)}$ och på symmetriegenskaperna $e^{jx} = -e^{j(x+\pi)}$. Dessutom organiseras beräkningarna i en intelligent ordning för att ytterligare snabba upp transformeringen. Summan (3) kan då skrivas som:

$$H_n := \Delta t \cdot \sum_{m=0}^{N-1} B_m \cdot W_N^{m \cdot n} \quad (4)$$

$$W_N := e^{-j \cdot 2 \cdot \frac{\pi}{N}} \quad (5)$$

där $n = 0, 1 \dots N-1$ se appendix E.

7.4 Energispektrum

För ytvattenvågor används sällan fouriertransformen i sin ursprungliga form utan istället anges oftast kvadraterna på amplituderna. Denna kallas då energispektrum, vågspektrum eller variansspektrum. Variansspektrum kallas det på grund av att vattenytans lägesvariatioan kan skrivas som, Bergdahl (1998 a):

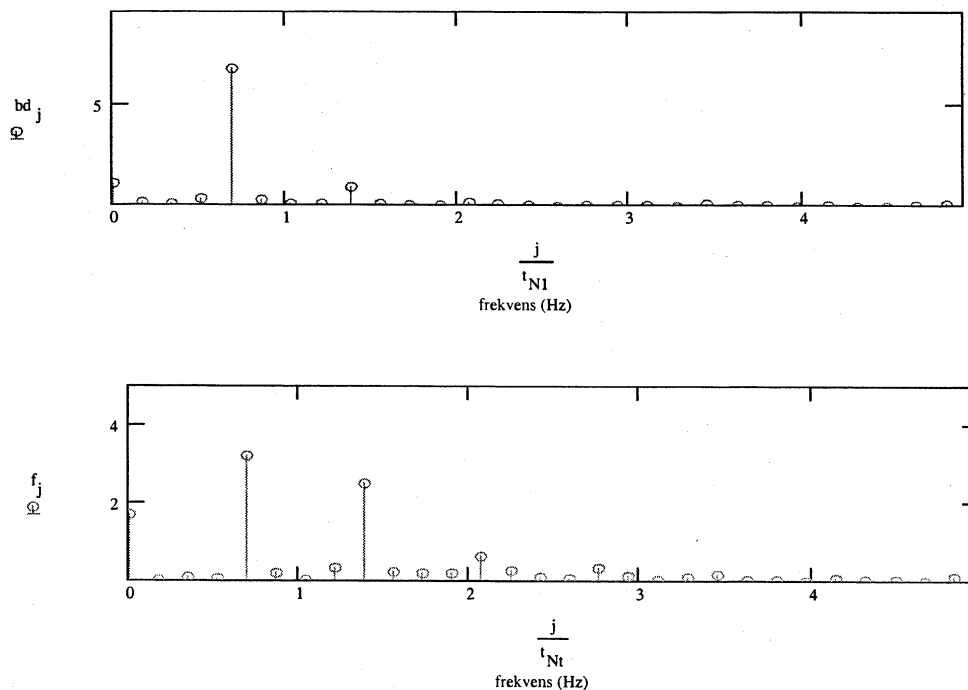
$$\text{Var}\zeta(t) := \frac{1}{T} \int_0^T \zeta^2(t) dt = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{\infty} c_i^2 \quad (6)$$

Där t tiden
 T mätningens varaktighet
 c_i fourierkoefficient

Att benämningen energispektrum används beror på att summan av lägesenergi och rörelseenergi för en våg kan skrivas som:

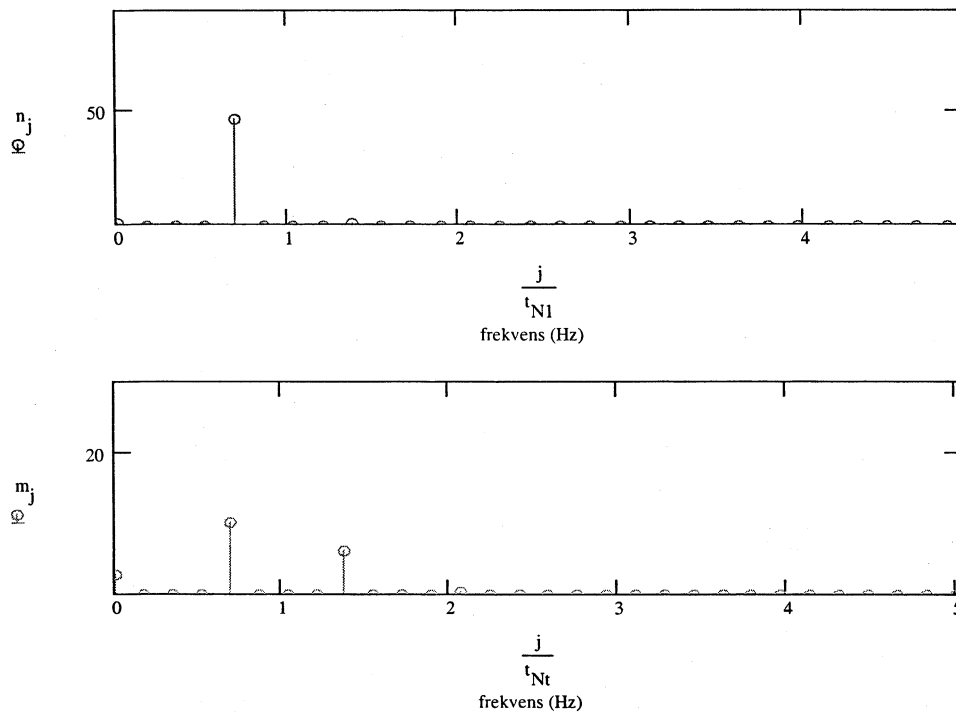
$$W_{\text{tot}} := \rho \cdot g \cdot \sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{2} \cdot c_i^2 \quad (7)$$

Energin integreras från vattenytan ner till botten och ett tidsmedelvärde bildas. Enheten blir J/m^2 och anger energiinnehållet per ytenhet stillvattenyta. Energispektrumet i sin tur anger vågenergis fördelning på olika frekvenser. I figur 7.1 nedan visas exempel på amplitudspektra och i figur 7.2 visas exempel på energispektra det vill säga kvadraterna på värden från amplitudspektra.



Figur 7.1 Exempel på amplitudspektra för infallande och transmitterad våg.

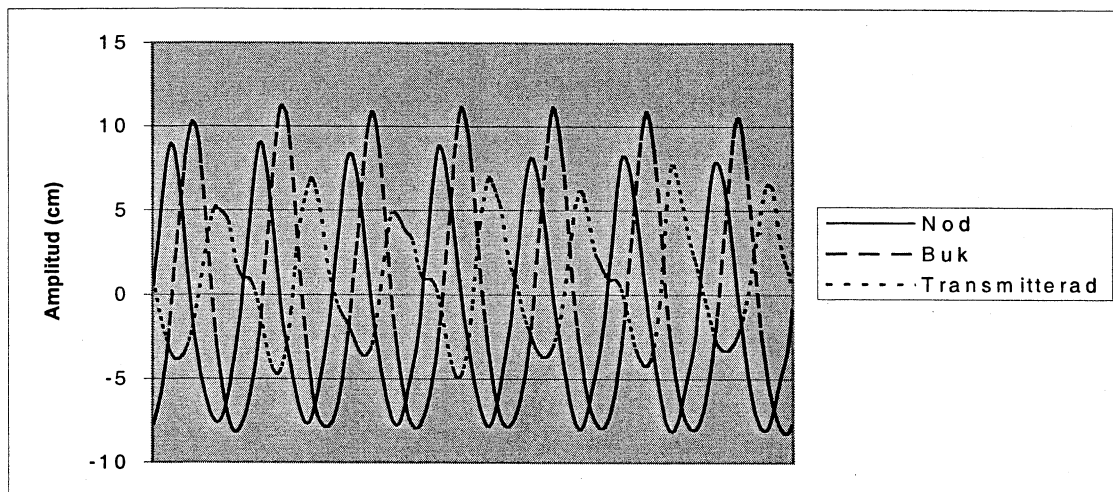
I den övre bilden visas infallande våg med frekvens 0,7 Hz. I den nedre bilden visas den transmitterade vågen med grundfrekvensen samt övertonerna på 1,4 Hz, 2,1 Hz och 2,8 Hz.



Figur 7.2 Exempel på energispektra för infallande och transmitterad våg. Eftersom värdena har kvadrerats syns inte övertonerna lika tydligt i ett energispektrum.

7.5 Klassisk metod

Ett ofta använt sätt för att bestämma transmissionskoefficienten är att använda den transmitterade våghöjden och dividera med den infallande våghöjden. Vi tog ut de högsta respektive lägsta mätpunkterna ur textfilerna för ett antal vågperioder. Antalet mätpunkter varierade mellan 5 och 8 beroende på vilken frekvens vågen haft. Mätserier av vågor med frekvens 0,4 och 0,5 Hz innehöll för få perioder på grund av att mättiden varit begränsad, därför valde vi att plocka 5 mätpunkter från dessa och 8 från vågor med frekvens 0,7 och 0,8 Hz.



Figur 7.3 Jämförelse mellan infallande och transmitterad våg.

Nackdelen med den här metoden var att den i vissa fall kunde vara missvisande speciellt när den transmitterade vågen varit oregelbunden med mycket höga och smala vågtoppar. Om då efterföljande våg haft en låg vågtopp men en djup och spetsig vågdal kunde detta leda till att skillnaden mellan medelvärdet av vågtopparna samt vågdalarna under mättiden var större än den infallande vågen.

Transmissionkoefficienten har därför i vissa fall blivit större än 1,0. Detta inträffade framförallt när den infallande vågen haft en våghöjd på 10 centimeter. Generellt sett fick vi mycket varierande värden på K_T med denna metod. Se appendix F.

8. Resultat

8.1 Transmissionskoefficienter

Transmissionskoefficienterna i våra försök varierar mellan 0,17 och 0,82. I båda fallen är det vågbrytare med extremvärden som gett de lägsta respektive högsta värdena. $K_T = 0,17$ härrör från försök q och frekvens 0,8 Hz och $K_T = 0,82$ härrör från försök a och frekvens 0,8 Hz. Se appendix F.

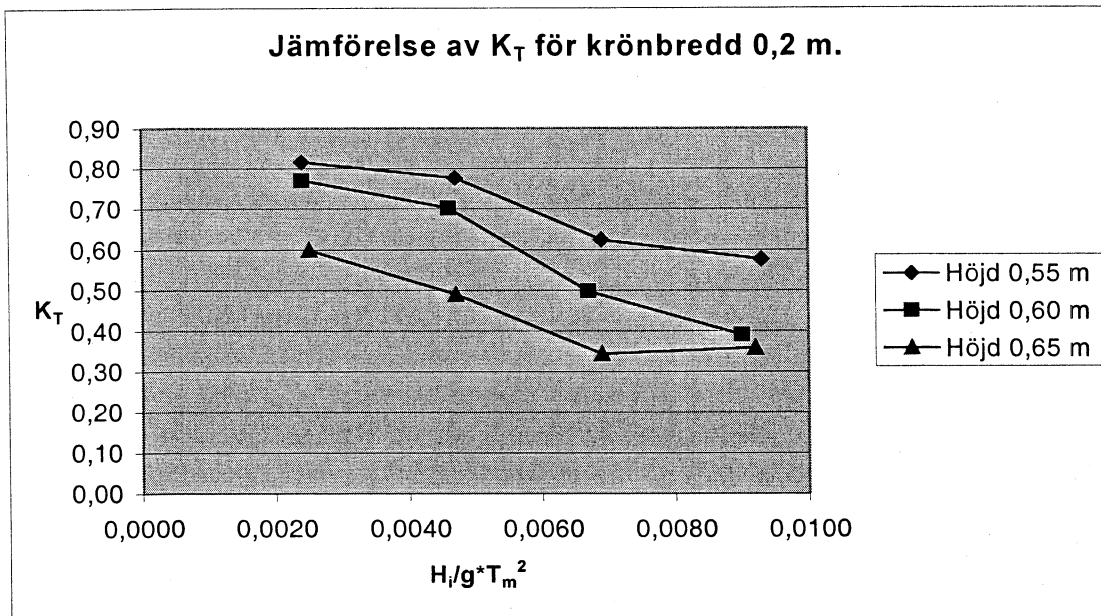
Vi har i kommande avsnitt valt att jämföra K_T från försök med frekvensen 0,7 Hz. Denna frekvens är vald då den bäst motsvarar våglängden för ettårsvågen. Diagram som visar K_T för alla försöken finns redovisade i appendix G, observera dock skillnaden i skala mellan K_T och K_R .

Strandhyllans bredd har visat sig ha en marginell påverkan på K_T vilket har föranlett oss att inte ta upp denna parameter under någon egen rubrik.

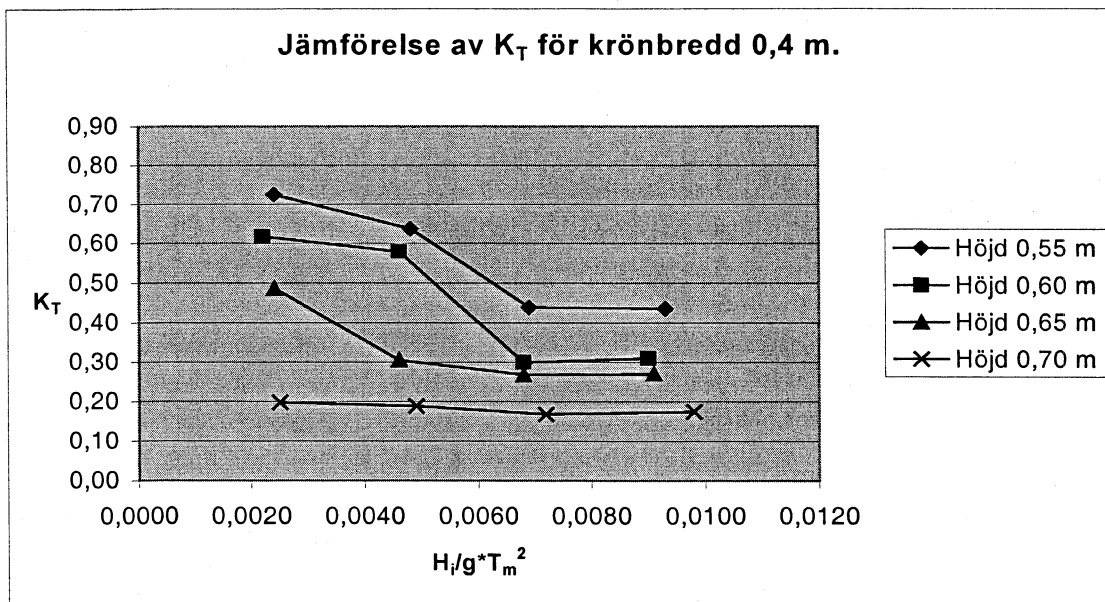
8.1.1 Jämförelse av K_T för vågbrytare med given bredd

Vågbrytarförsöken nedan har givna krönbredder men varierande höjd. Vad man ser är att skillnaden i K_T är större för små vågor än för stora vågor mellan de olika utformningarna på vågbrytarna.

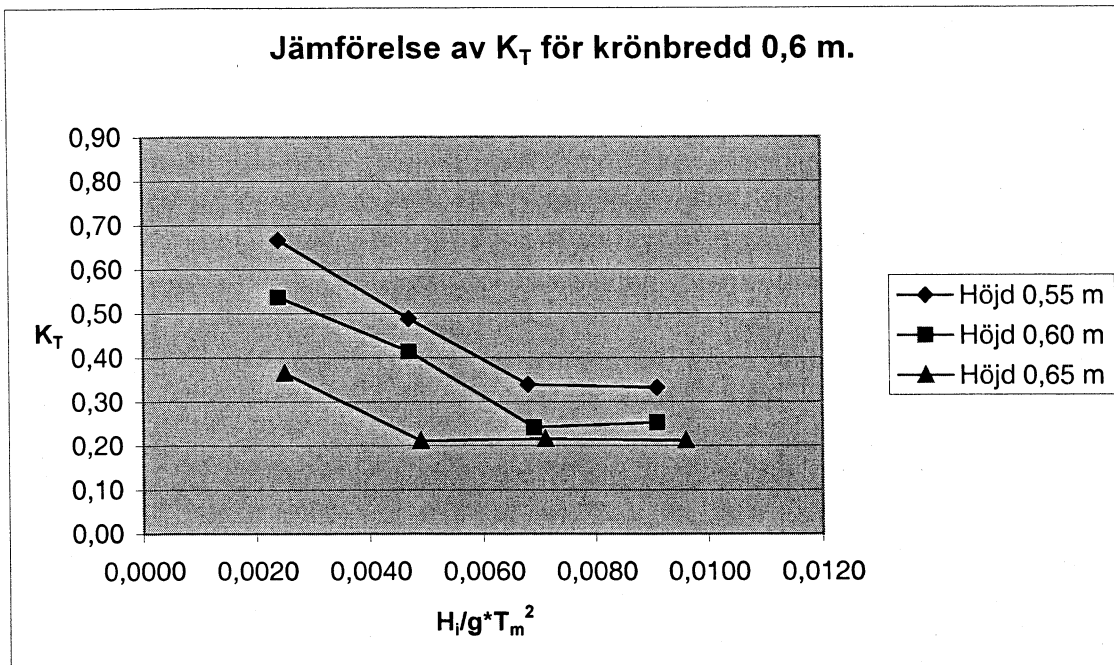
Generellt sett minskar K_T snabbare när höjden ökar för breda krönbredder än för smala vilket visas av att kurvorna för krönbredd 0,2 meter är flackare än för krönbredd 0,6 meter. Dessutom syns tydligt att krönbredden har stor inverkan på K_T .



Figur 8.1 Jämförelse av K_T mellan försök a, c och e.



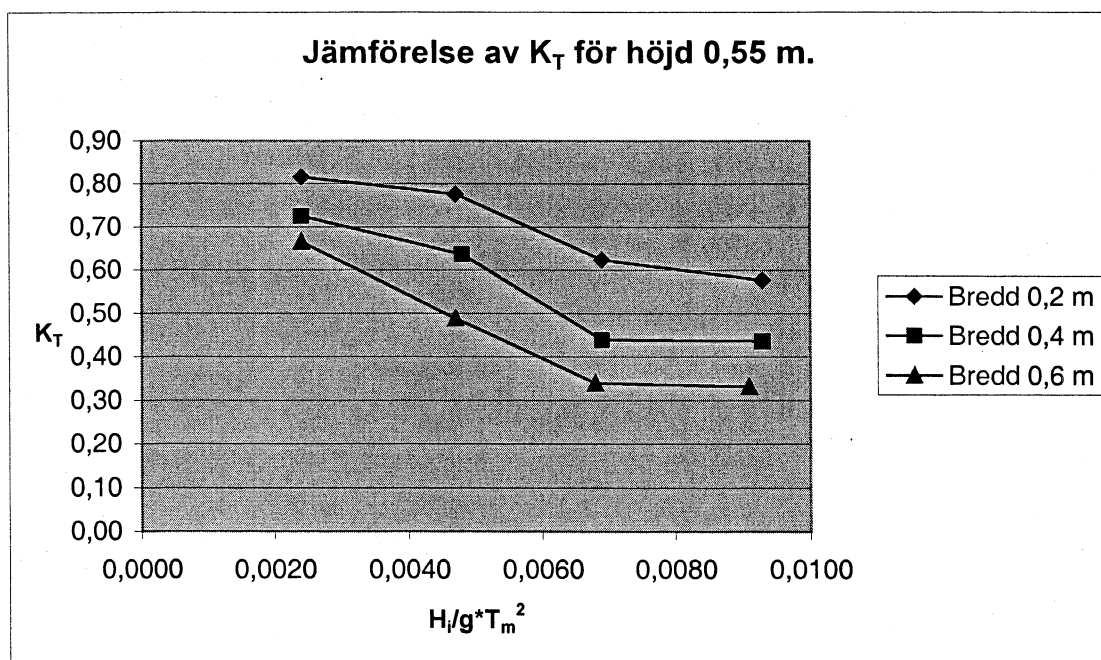
Figur 8.2 Jämförelse av K_T mellan försök g, i, k och s.



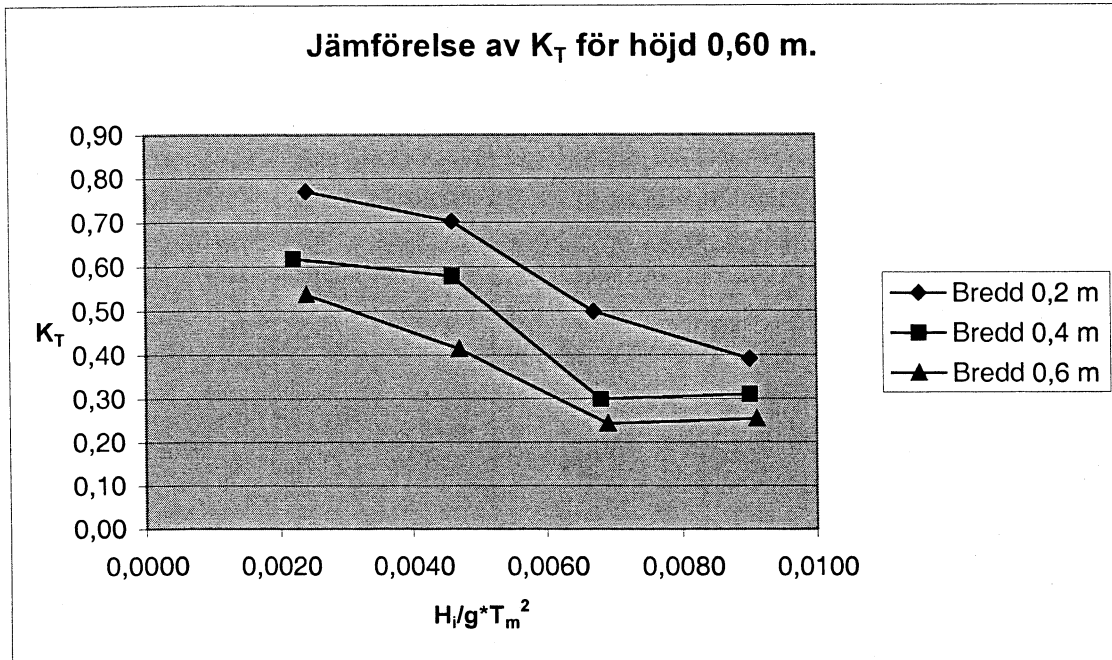
Figur 8.3 Jämförelse av K_T mellan försök m, o och q.

8.1.2 Jämförelse av K_T för vågbrytare med given höjd

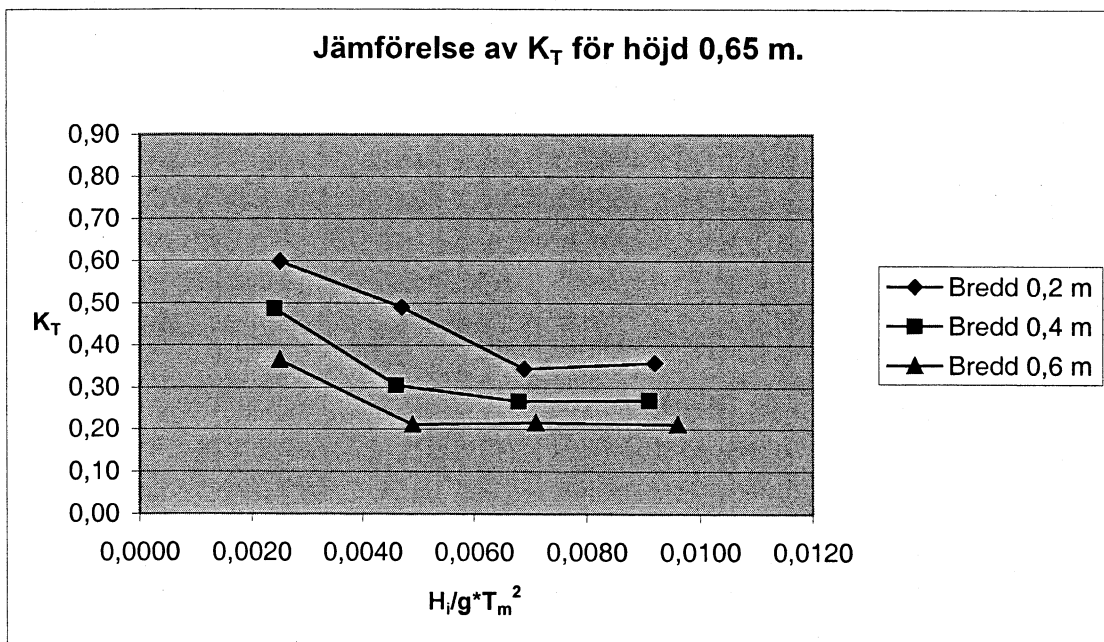
Vågbrytarförsöken nedan har givna höjder men varierande krönbredd. I denna jämförelse har kurvorna för den lägre höjden något flackare lutning än kurvorna för mellanhöjden. Kurvorna för den högsta höjden däremot flackar ut och det verkar som att K_T ej sjunker mer även om våghöjden ökar.



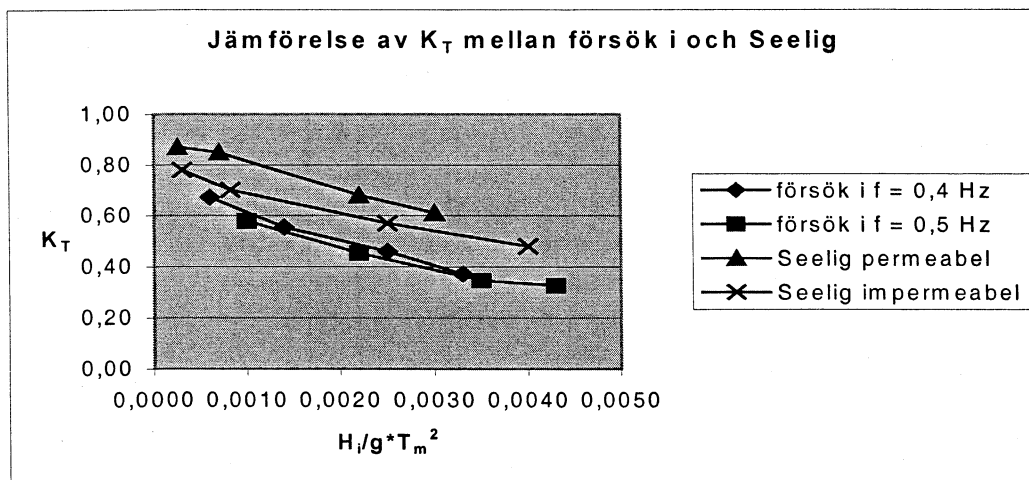
Figur 8.4 Jämförelse av K_T mellan försök a, g och m.



Figur 8.5 Jämförelse av K_T mellan försök c, i och o.



Figur 8.6 Jämförelse av K_T mellan försök e, k och q.



Figur 8.9 Jämförelse av K_T mellan försök i och Seeligs försök.

8.1.4 Jämförelse av K_T mellan våra försök och beräknat K_T

En enkel formel för att beräkna transmissionskoefficienten för vågbrytare presenterades av van der Meer och Daemen (1994). Formeln är framtagen för oregelbundna vågor men vi har ändå valt att göra en jämförelse.

Förhållandet mellan djupet över krönet, R_c , och våghöjden, H_i , ligger till grund för vilket uttryck som används för att bestämma K_T . De djup och våghöjder som vi använt i försöken har i nedanstående tabell använts för att beräkna K_T enligt van der Meer och Daemens formel.

$$-2.0 < R_c / H_i < -1.13 \quad \text{ger} \quad K_T = 0,8$$

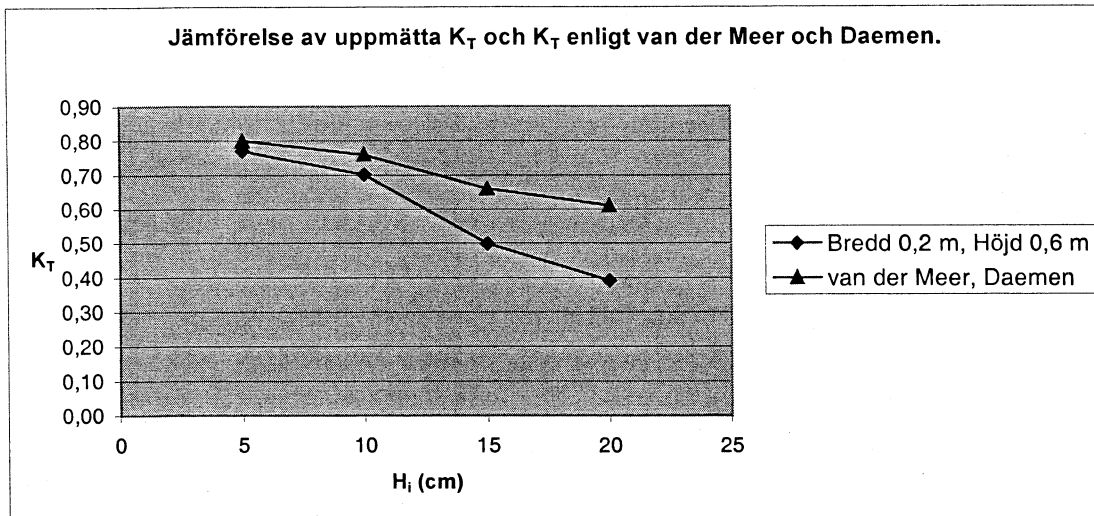
$$-1.13 < R_c / H_i < 2 \quad \text{ger} \quad K_T = 0,46 - 0,3 * R_c / H_i$$

$H_i = 0,05 \text{ m}$			$H_i = 0,10 \text{ m}$		$H_i = 0,15 \text{ m}$		$H_i = 0,20 \text{ m}$	
R_c	R_c / H_i	K_T	R_c / H_i	K_T	R_c / H_i	K_T	R_c / H_i	K_T
-0,05	-1,00	0,76	-0,50	0,61	-0,33	0,56	-0,25	0,54
-0,10	-2,00	0,80	-1,00	0,76	-0,67	0,66	-0,50	0,61
-0,15	-3,00	0,80	-1,50	0,80	-1,00	0,76	-0,75	0,69

Tabell 8.10 K_T beräknade med van der Meer och Daemens formel.

En begränsning med denna formel är att den ej tar hänsyn till vågbrytarens krönbredd. Vid jämförelse med försök a är resultaten jämförbara men vid jämförelse med försök c och e blir K_T för våra försök lägre. Vid större krönbredder blir skillnaderna upp emot 50 % för stora våghöjder.

Nedan har framräknade K_T enligt formeln ovan jämförts med K_T som erhållits ur modellförsök för vågbrytare med 0,2 meters krönbredd och 0,6 meters höjd.



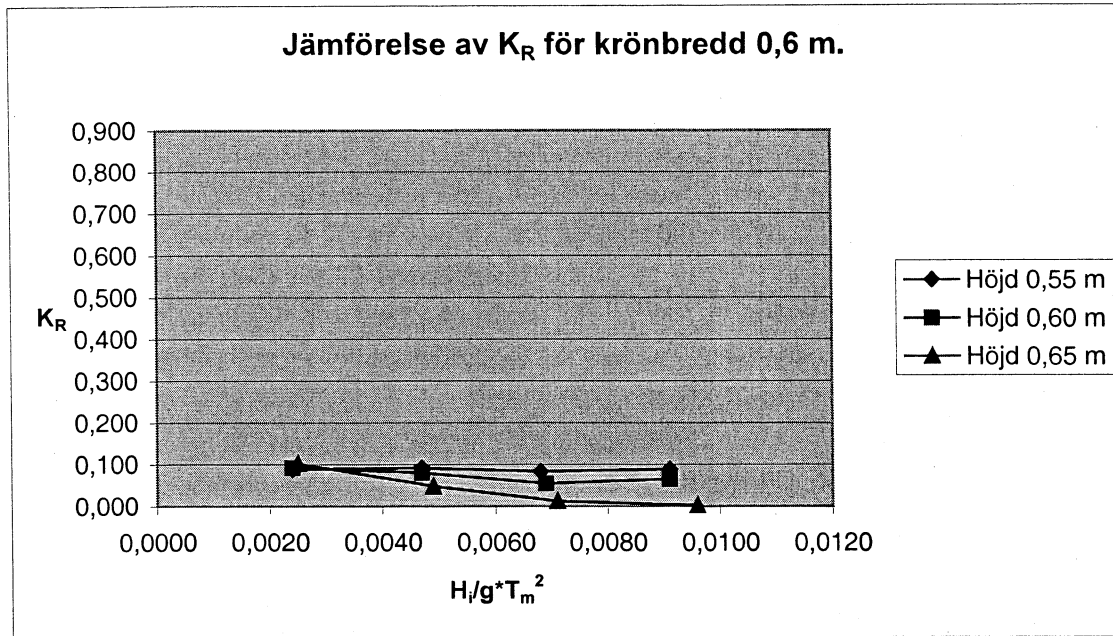
Figur 8.11 Jämförelse av uppmätta K_T och K_T enligt van der Meer och Daemen.

8.2 Reflektionskoefficienter

Skillnaden i infallande våghöjd mellan nod och buk har varit liten för korta våglängder vilket tyder på att reflektionen varit liten. Detta avspeglas också av att K_R för de två högsta frekvenserna varierar mellan 0 och 0,1. För de två lägre frekvenserna varierar K_R mellan 0,1 och 0,3, detta gäller för krönbredder upp till 0,4 meter.

Vid utvärdering av krönbredd 0,6 meter visade det sig att K_R för samtliga frekvenser varierar mellan 0,05 och 0,15. Anledningen till att K_R minskar för de låga frekvenserna kan bero på ökad dissipation, det vill säga att vågenergin övergår till värmeenergi på grund av ökade friktionsförluster. Alla reflektionskoefficienter finns redovisade i diagram i appendix G, observera dock att skalan är olika för K_T och K_R .

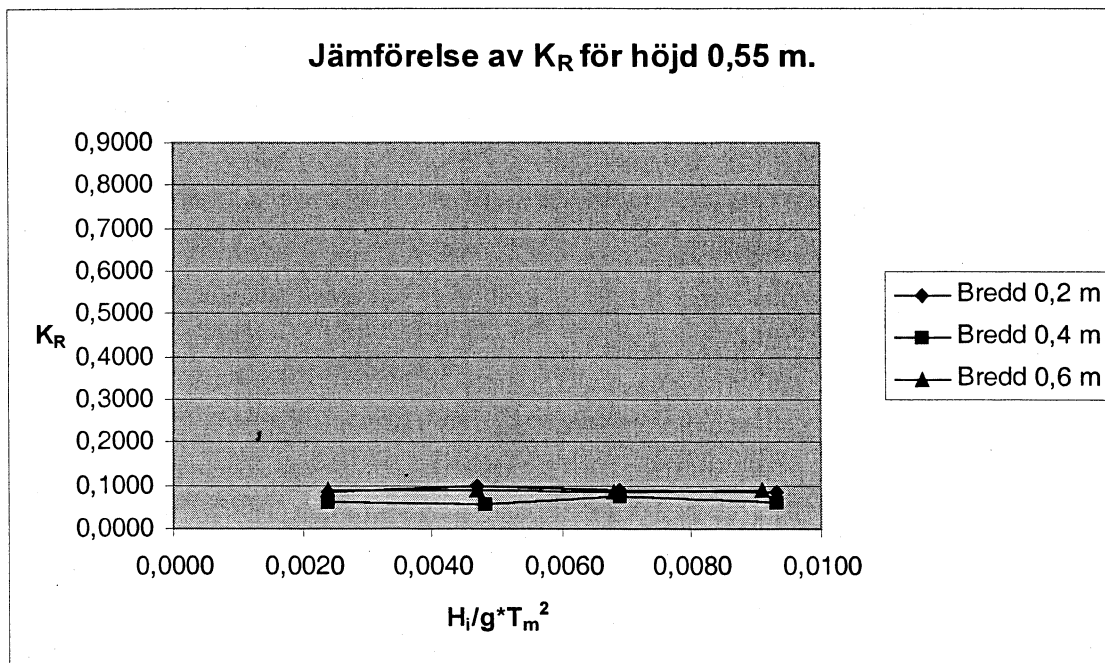
Vi har i kommande avsnitt valt att jämföra K_R från försök med frekvensen 0,7 Hz. Denna frekvens är vald då den bäst motsvarar våglängden för ettårsvågen.



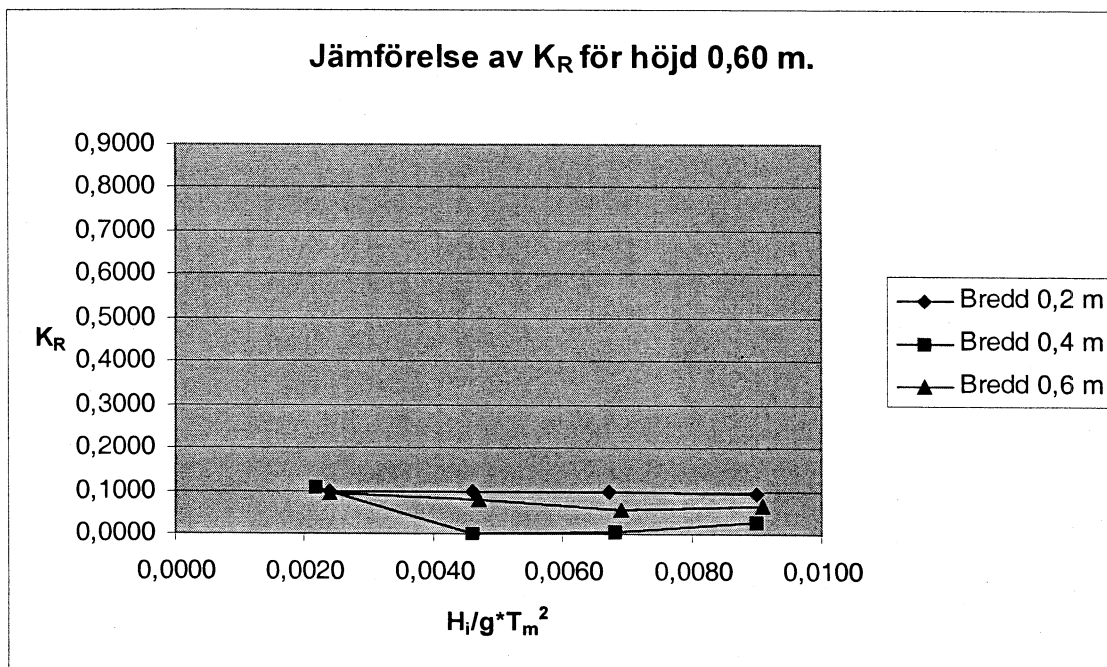
Figur 8.14 Jämförelse av K_R mellan försök m, o och q.

8.2.2 Jämförelse av K_R för vågbrytare med given höjd

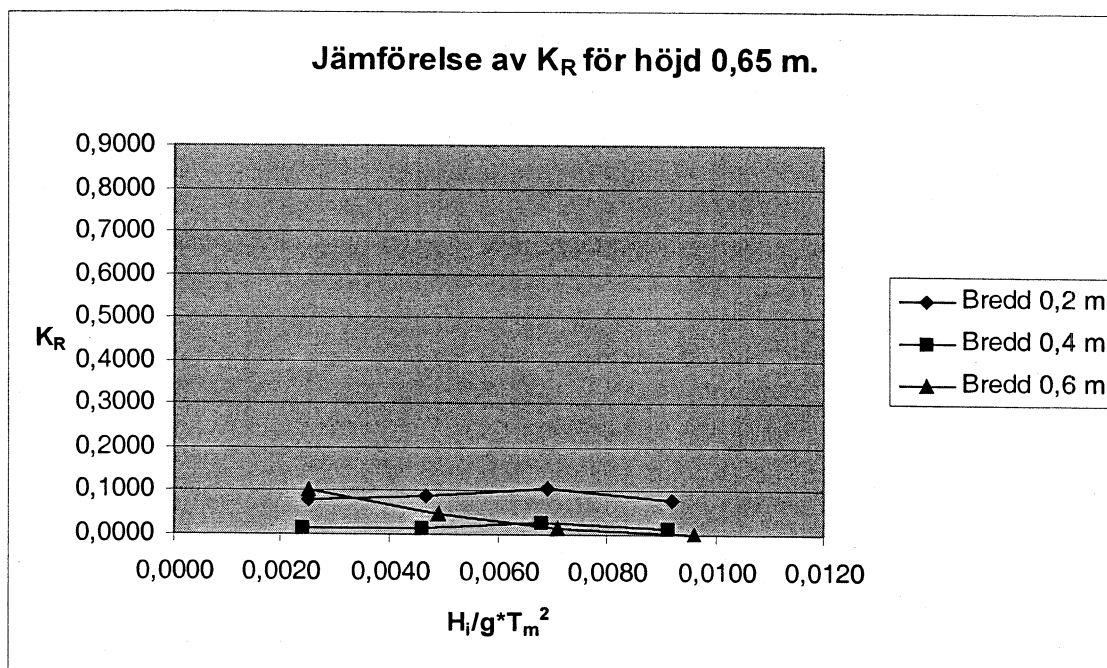
Även här ligger K_R mellan 0 och 0,1 vilket inte ger oss någon information om krönbreddens inverkan på K_R .



Figur 8.15 Jämförelse av K_R mellan försök a, g och m.



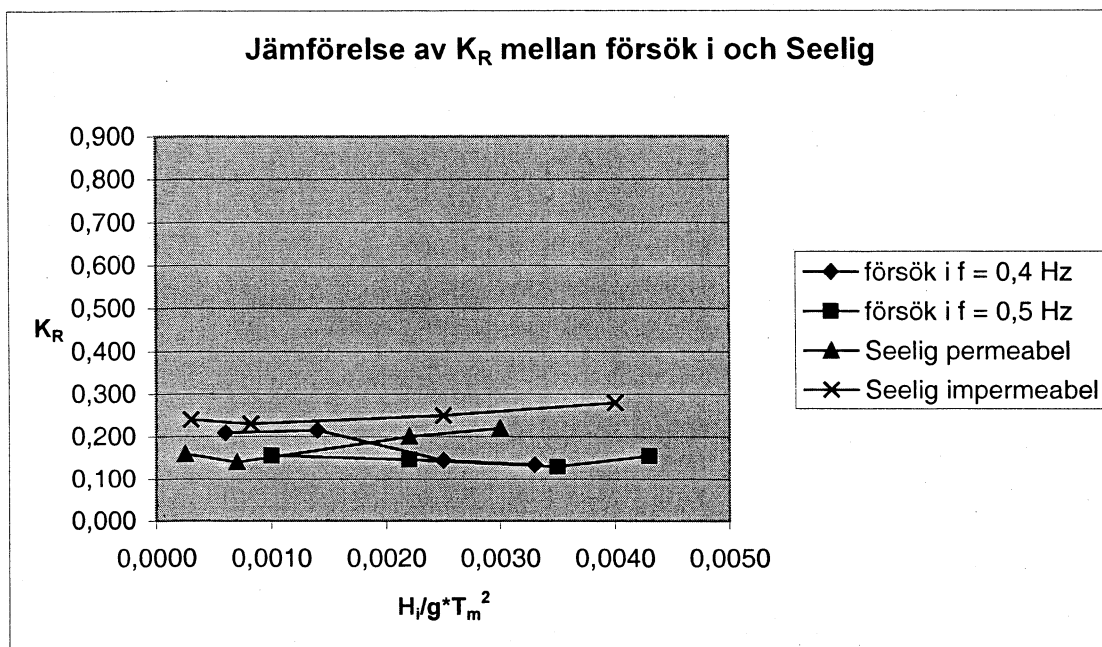
Figur 8.16 Jämförelse av K_R mellan försök c, i och o.



Figur 8.17 Jämförelse av K_R mellan försök e, k och q.

8.2.3 Jämförelse av K_R mellan våra försök och Seeligs försök

Enligt Seeligs försök ökar K_R när våghöjden ökar. Resultaten från våra försök visar dock inga klara samband mellan våghöjd och K_R , se även appendix G.



Figur 8.18 Jämförelse av K_R mellan försök i och Seeligs försök.

9. Slutsatser

Valet av metod för utvärdering av försöken är av stor betydelse då den transmitterade vågen innehåller fler frekvenser än den infallande. Detta syns tydligt då vågen ritas upp i en graf där flera toppar och dalar kan ses över en vågperiod. Följden blev att den transmitterade våghöjden i vissa fall kunde bli högre än den infallande vilket gav missvisande resultat då den klassiska metoden användes. En mer tillförlitlig metod är därför att jämföra vågenergin för den infallande och den transmitterade vågen vilket har gjorts med hjälp av en FFT- analys.

De parametrar som styr transmissionskoefficienten är framförallt krönbredd, vågbrytarhöjd, vattendjup, infallande våghöjd och våglängd. Effekten av en förlängd strandhylla är däremot liten och i försöken har ingen skillnad kunnat ses mellan försök med kort respektive lång strandhylla.

Tendenser som kom fram vid utvärderingen var att för låga vågbrytare har krönbredden en större inverkan på K_T för höga vågor jämfört med låga vågor. För höga vågbrytare gäller motsatsen, det vill säga att krönbredden har mindre inverkan på K_T för höga vågor jämfört med låga vågor.

Försöken visar att det är fullt möjligt att konstruera en undervattensvåggbrytare med K_T ner mot 0,3. Detta gäller för höga vågor, de låga vågorna är med sin ringa våghöjd mindre väsentliga i sammanhanget.

Resultaten från analysen av reflektionskoefficienterna ger varierande värden. De slutsatser som kan dras är att reflektionen i allmänhet är större för vågor med låga frekvenser och att reflektionskoefficienten sällan är större än 0,25. Detta gäller för en krönbredd upp till 0,4 meter. För krönbredd 0,6 meter har vi fått reflektionskoefficienter för samtliga frekvenser på mellan 0,05 och 0,15.

Våra resultat visar att undervattensvåggbrytare kan användas för ändamål där inte en total dämpning av våghöjden krävs. Tänkbara användningsområden blir exempelvis som erosionsskydd, artificiell kustbildning samt skydd av utsatta vågbrytare. Det senare innebär att en undervattensvåggbrytaren anläggs för bryta ner de största vågorna som annars kan skada den uppstickande vågbrytaren.

Vid fortsatta undersökningar av undervattensvåggbrytare rekommenderar vi att man studerar effekten av en högre strandhylla, då den i våra försök verkat vara något för låg. Det kan också vara intressant att undersöka effekten av flera vågbrytare placerade efter varandra.

10. Referenser

- Bergdahl, L., (1998 a). "Vågor och vågkrafter V4 1997/98." Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för vattenbyggnad. Undervisningsskrift Nr 1998:1.
- Bergdahl, L., (1998 b). "Vattenbyggnad fk för V4/V5 läsåret 1998/99." Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för vattenbyggnad. Undervisningsskrift Nr 1998:7.
- Cederwall, K. och Sjöberg, A., (1969). "Hydraulik." Intern skrift Nr. 6. Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för vattenbyggnad.
- Ellison, T. och Enmark, M., (1976). "Vågmodellering." Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för vattenbyggnad. Examensarbete 1976:3.
- Flinkberg, E. och Karlsson, P., (1998). "Efficiency improvement of a wave energy converter: The Mighty Whale." Chalmers University of Technology, Department of Hydraulics. Examensarbete 1998:1.
- Grilli, S.T., Losada, M.A. och Martin, F., (1994). "Characteristics of solitary wave breaking induced by breakwaters." *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, Vol. 120, No. 1, 1994, s. 74-92.
- Hedar, P.A., (1960). "Stability of Rock-fill Breakwaters." Doktorsavhandlingar vid Chalmers Tekniska Högskola Nr 26. Göteborg.
- Hsu, H.-H. och Wu, Y.-C., (1999). "Scattering of water wave by a submerged horizontal plate and a submerged permeable breakwater." *Ocean Engineering* 26, 1999, s. 325-341.
- Hägström, S., (1988). "Hydraulik för V-teknologer." Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för vattenbyggnad. Undervisningsskrift Nr 1988:8, Upplaga 2 1992.
- Johansson, M., (1989). "Barrier-Type Breakwaters- transmission, reflection and forces." Chalmers University of Technology, Department of Hydraulics. Report Series A:19.
- Kobayashi, N. och Wurjanto, A., (1989). "Numerical prediction of wave transmission over submerged breakwaters." Research report no. CACR-89-73.
- Madrigal, B.G. och Valdes Fdez. de Alarcon, J.M., (1992). "Influence of superstructure geometry on the behaviour of vertical breakwaters: Two case studies." P.I.A.N.C. – A.I.P.C.N – Bulletin 1992 no. 76.
- Madsen, O.S. och White, S.M., (1976). "Reflection and Transmission Characteristics of Porous Rubble-Mound Breakwaters." MR 76-5. U.S. Army, Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center. Fort Belvoir. Mars 1976.

- Sandström, Å., (1974). "Measurement of Incident Wave Height in Composite Wave Trains." Proceedings of the 14th Coastal Engineering Conference. Copenhagen. Denmark. Juni 1974.
- Seelig, W.N., (1980). "Two-Dimensional Tests of Wave Transmission and Reflection Characteristics of Laboratory Breakwaters." U.S. Army Coastal Engineering Research Center. Technical Report No. 80-1. Juni 1980.
- U.S. Army Coastal Engineering Research Center, (1984). "Shore Protection Manual 2". Government Printing Office. Washington D.C.
- Van der Meer, J.W. och Daemen, I.F.R., (1994) "Stability and Wave Transmission at Low Crested Rubble-Mound Structures." ASCE Volym 120. 1 Jan/feb 1994. s 1-20.
- http://www.tohoku-epco.jp/Rdcenter-e/rd/ere3_2.htm, (1996)

11. Appendix

[A]	Beräkning av skalfaktorer för tid och hastighet	A1
[B]	Bestämning av vågkaraktistika	B1-B5
[C]	Program som använts i LabView	C1-C2
[D]	MathCad program som använts för att göra om mätserierna	D1-D4
[E]	MathCad program som använts för FFT- analysen	E1-E3
[F]	Försöksserier med indata och resultat	F1-F10
[G]	Vågbrytarens dimensioner samt diagram över K_T och K_R	G1-G20

Appendix A

Bestämning av tids- och hastighetsskalan med hjälp av Froudes tal

Antagen längdskala är: 1:10

Froudes tal

$$F = U / (g * d)^{1/2}$$

U = våghastighet

g = jordaccelerationen

d = vattendjupet

d_m = 0,7 m

d_p = 7 m

s = skalfaktor

Mellan modellen och verkligheten (prototypen) ska F vara konstant, vilket ger att:

$$F = (s * U_m) / (s * (g * d_m)^{1/2}) = U_p / (g * d_p)^{1/2}$$

då $s * U_m = U_p$ så förkortas och förenklas bråket till följande:

$$(g * d_p)^{1/2} = s * (g * d_m)^{1/2} \quad \text{vilket ger: } s = (d_p / d_m)^{1/2} = (7 / 0,7)^{1/2} = 10^{1/2}$$

Skalan för tid och hastigheter blir därmed 1:10^{1/2}

Appendix B

1. Vindförhållande

För att kunna bedöma vågförhållandena vid det valda området krävs en analys och bearbetning av vindstatistiken i området. De dimensionerande vindarna fås genom att vindstatistik från Vinga, 9,5 distans väster om området, studeras. Vi kunde utifrån denna konstatera att de sydliga vindarna kommer att vara dimensionerande för vågbildningen i området, dessutom kommer dessa att ha de längsta stryklängderna. För denna huvudriktning togs sedan ettårsvinden fram.

2. Vågförhållanden

Vågförhållandena i området ligger till grund för hur vi skall välja maxvågen i våra vågbrytarförsök.

3. Beräkningar

3.1 Dimensionerande vindar

För att kunna göra en bedömning av vilka vindar som kommer att bli dimensionerande för området så har vi studerat vindstatistik från Vinga som är baserade på observationer gjorda under en 20 års period. Dessa fördelade sig enligt nedanstående tabell.

Lugnt 330 observationer

	1-5	6-11	12-17	18-23	24-29	>30	Summa
NE	1132	1560	243	4			2939
E	994	1062	87	2			2145
SE	1030	1353	334	33	4		2754
S	1082	1765	828	146	8	1	3830
SW	1187	2206	876	79	2		4350
W	959	1641	621	52	4		3277
NW	1019	1130	306	44			2499
N	882	965	216	33	3		2099
Summa	8285	11682	3511	393	21	1	24223

För att bestämma sannolikheten för en viss vindstyrka och återkomstperiod så har vi använt oss av följande formler.

Sannolikhet för en viss vindstyrka är:

$$p_n = n/(N+1) * N/T$$

Återkomstperioden för denna vind:

$$R_p = 1/p_n$$

n = antalet observationer i en given riktning

N = totala antalet observationer i samma riktning

T = antalet år som statistiken omfattar

Nedanstående tabell visar sannolikheten för en viss vindstyrka med tillhörande återkomsperiod för tre olika vindriktningar.

Sydliga vindar

Intervall	Undre gräns	Antal obs.	Ack. summa	p_n	R_p
>30		1	1	0.05	20.01
24-29		8	9	0.45	2.22
18-23		146	155	7.75	0.13
12-17		828	983	49.14	0.02
6-11		1765	2748	137.36	0.01
1-5		1082	3830	191.45	0.01

Sydostliga vindar

Intervall	Undre gräns	Antal obs.	Ack. summa	p_n	R_p
>30					
24-29		4	4	0.20	5.00
18-23		33	37	1.85	0.54
12-17		334	371	18.54	0.05
6-11		1353	1724	86.17	0.01
1-5		1030	2754	137.65	0.01

Ostliga vindar

Intervall	Undre gräns	Antal obs.	Ack. summa	p_n	R_p
>30					
24-29					
18-23		2	2	0.10	10.00
12-17		87	89	4.45	0.22
6-11		1062	1151	57.52	0.02
1-5		994	2145	107.20	0.01

Dessa värden plottas sedan i ett lin-log diagram.

Ur lin-log diagram fås följande:

Vindrikt.	1 år
Ost	16 m/s
Sydost	21 m/s
Syd	24 m/s

Utifrån tabellen kan vi konstatera att de sydliga vindarna är de dimensionerande. Några korrekationer har inte behövts göras på grund av att mätningarna är gjorda till havs och att de starkaste vindarna uppträder på hösten då temperaturen är lika i luft och vatten. Vindskjuvhastigheten bestäms enligt följande:

$$U_A = 0,71 * U^{1,23}$$

Ost	$U_A =$	33.6	m/s
Sydost	$U_A =$	50.4	m/s
Syd	$U_A =$	52.4	m/s

3.2 Beräkning av den effektiva stryklängden fram till uppgrundningen

Med utgångspunkt från huvudvindriktningen har vi gjort en solfjäderformad sektorindelning +/- 45 grader om denna riktning. Sektorerna utgår från punkten A som per definition är den plats där uppgrundningen börjar.

Sektor	Delsträcka	gd_i/U_A^2	gF_i/U_A^2	gF_{0i}/U_A^2	F_{0i}	Summa F_{0i}
1 $v = 15^\circ$	1	0.0465	10.68	10	2795	
	2	0.0429	14.55	14	3912	6707
2 $v = 15^\circ$	1	0.051	8.23	8.2	2292	
	2	0.0465	13.81	13.8	3857	
	3	0.0429	4.79	4.8	1340	7489
3 $v = 7,5^\circ$	1	0.0608	7	7	1956	
	2	0.0501	4.6	4.6	1286	
	3	0.0429	5.71	5.7	1593	4835
4 $v = 7,5^\circ$	1	0.125	101.4	85	23755	
	2	0.093	16.76	16.8	4695	
	3	0.0733	17.68	17.7	4947	
	4	0.0608	7	7	1956	
	5	0.0501	4.42	4.4	1230	
	6	0.0411	5.71	5.7	1593	38176
5 $v = 15^\circ$	1	0.1252	111.2	90	25152	
	2	0.093	11.97	12	3354	
	3	0.0716	8.47	8.5	2375	
	4	0.0608	6.26	6.3	1761	
	5	0.0537	10.31	10.3	2879	
	6	0.0429	10.31	10.3	2879	38400
6 $v = 15^\circ$	1	0.0394	6.08	6.1	1705	1705
7 $v = 15^\circ$	1	0.0358	2.95	3	838	838

Den effektiva stryklängden fås nu genom följande samband.

v	cos v	F ₀	F ₀ *cos v
37.5	0.793	6707	5319
22.5	0.924	7489	6920
11.25	0.981	4835	4743
3.75	0.998	38176	38000
7.5	0.991	38400	38054
22.5	0.924	1705	1575
37.5	0.793	838	665
Summa	6.404	Summa	95276

$$F_{\text{eff}} = \text{summa} F_0 \cdot \cos v / \text{summa} \cos v$$

$$F_{\text{eff}} = 14878 \text{ m}$$

3.3 Beräkning av vågor där uppgrundning börjar

Nedan används den effektiva stryklängden tillsammans med vindhastigheten för att bestämma vågkaraktäristika vid punkt A.

Ettårsvågen

$$F_{\text{eff}} = 14878 \text{ m}$$

$$gF/U_A^2 = 116.7$$

Ur diagram 4.18 kompendium oceanografi:

$$gH_0/U_A^2 = 0.016 \quad \text{ger att:} \quad H_{s0} = 2.0 \text{ m}$$

Ur diagram 4.19 kompendium oceanografi:

$$gT_0/U_A = 1.4 \quad \text{ger att:} \quad T_{s0} = 5.1 \text{ s}$$

Bestäm djupvattensvåglängden

$$L_{s0} = 1.56 \cdot T_{s0}^2 \quad \text{ger att:} \quad L_{s0} = 40.6 \text{ m}$$

3.4 Inverkan på vågkaraktistika av uppgrundande vatten

Då vågen närmar sig land förändras dess egenskaper och riktning på grund av uppgrundning och refraktion. Här försummas friktionsförluster och vindenergitillskottet vilket innebär att den fortplantade energin kommer att vara konstant mellan två ortogonaler, dragna vinkelrätt mot vågkammarnas riktning.

Ettårsvågen

$$L_0 = 40.6 \text{ m}$$

$$T_0 = 5.1 \text{ s}$$

$$H_0 = 2 \text{ m}$$

d (m)	d/L ₀	d/L	L (m)	tanh(2*π*d/L)	C1/C2	K _g	T (s)
10	0.2463	0.2644	37.8	0.9304			5.1
7	0.1724	0.2017	34.7	0.8529	1.0909	0.9176	5.1
6	0.1478	0.1815	33.1	0.8149	1.0466	0.9135	5.1
5	0.1232	0.1607	31.1	0.7656	1.1140	0.9191	5.1
3	0.0739	0.1177	25.5	0.6289	1.2174	0.9641	5.1

Nedan beräknas våghöjd, våglängd och vågperiod vid olika vattendjup.

$$H_s = H_{s0} * K_g * K_r$$

$$H_{max} = 1.86 * H_s$$

H_{max} = maximal våghöjd

H_s = signifikant våghöjd vid hamnen

H_{s0} = signifikant våghöjd där uppgrundning börjar

K_g = uppgrundningsfaktor tas ur tabell C.1 kompendium oceanografi

K_r = refraktions faktor = sqrt b_0/b_n

b_0, b_n = bredder mellan vågortogonaler på olika ställen av uppgrundningen

Ettårsvågen

$$H_{s0} = 2 \text{ m}$$

Vid 7 meters vattendjup:

$$K_g = 0.9176$$

$$b_0 = 2 \text{ m}$$

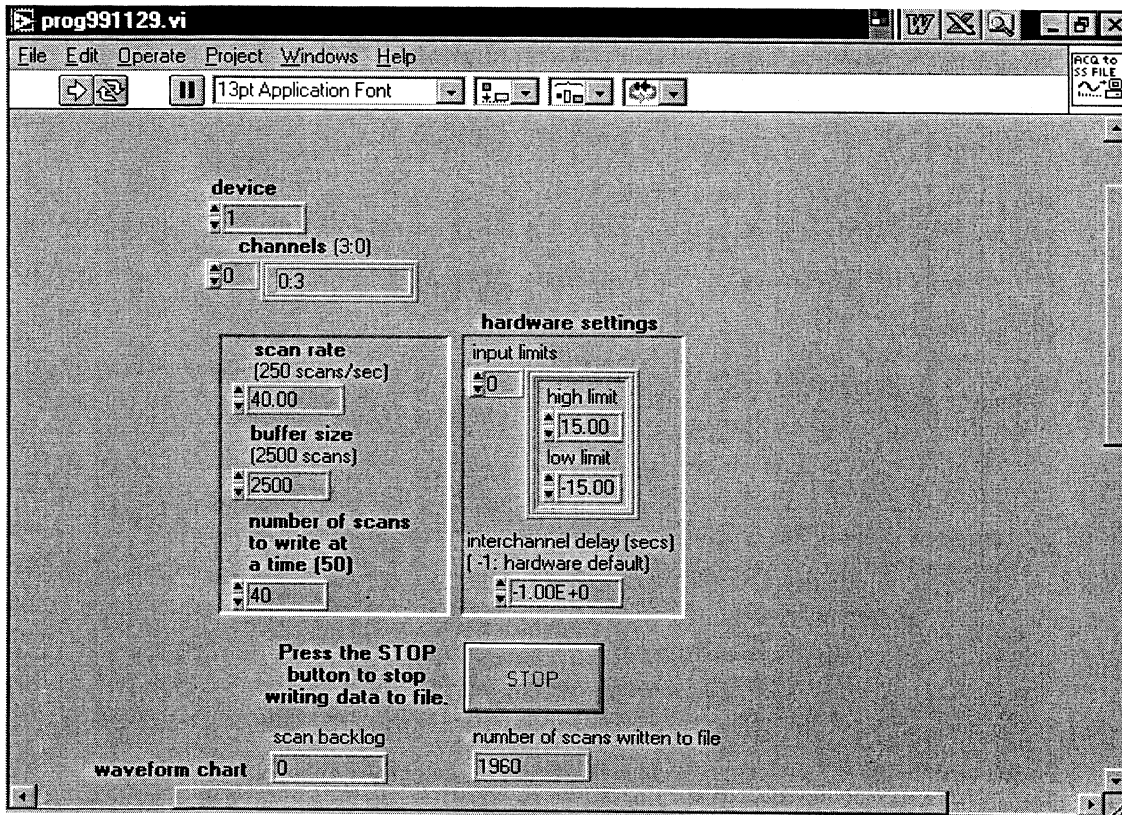
$$b_n = 2.4 \text{ m}$$

$$K_r = 0.9129$$

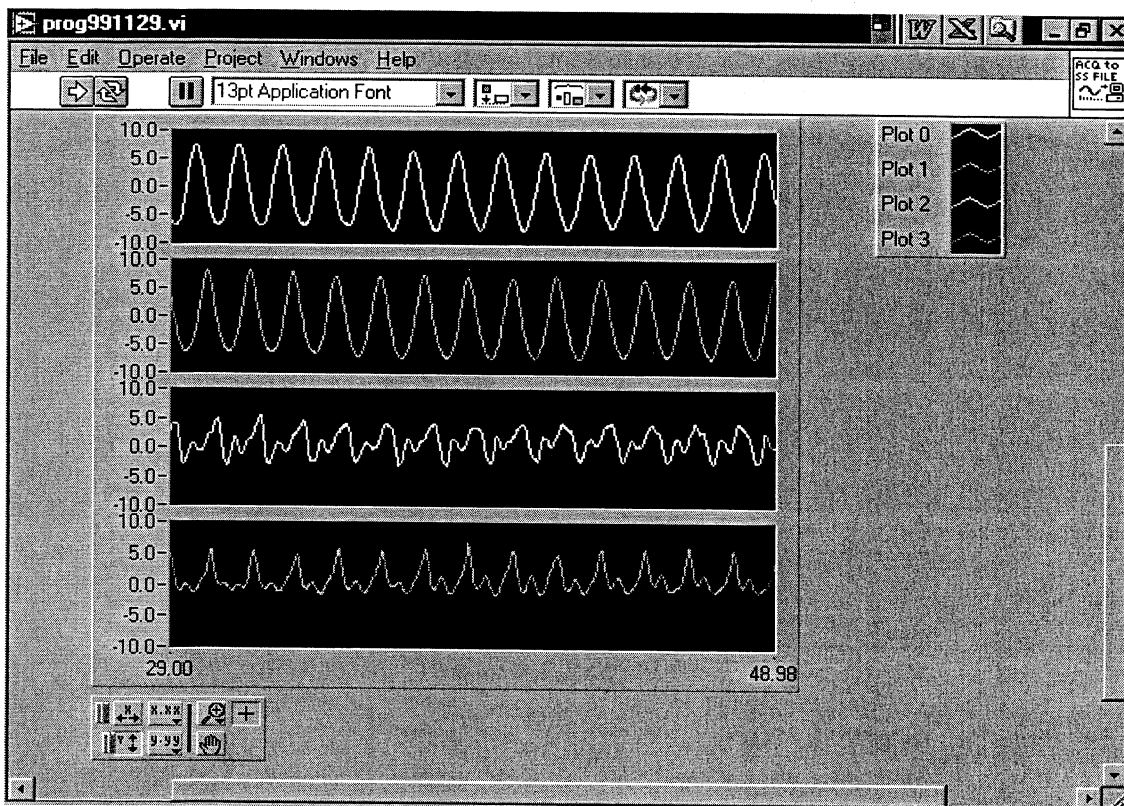
$$H_s = 1.68 \text{ m}$$

$$H_{max} = 3.12 \text{ m}$$

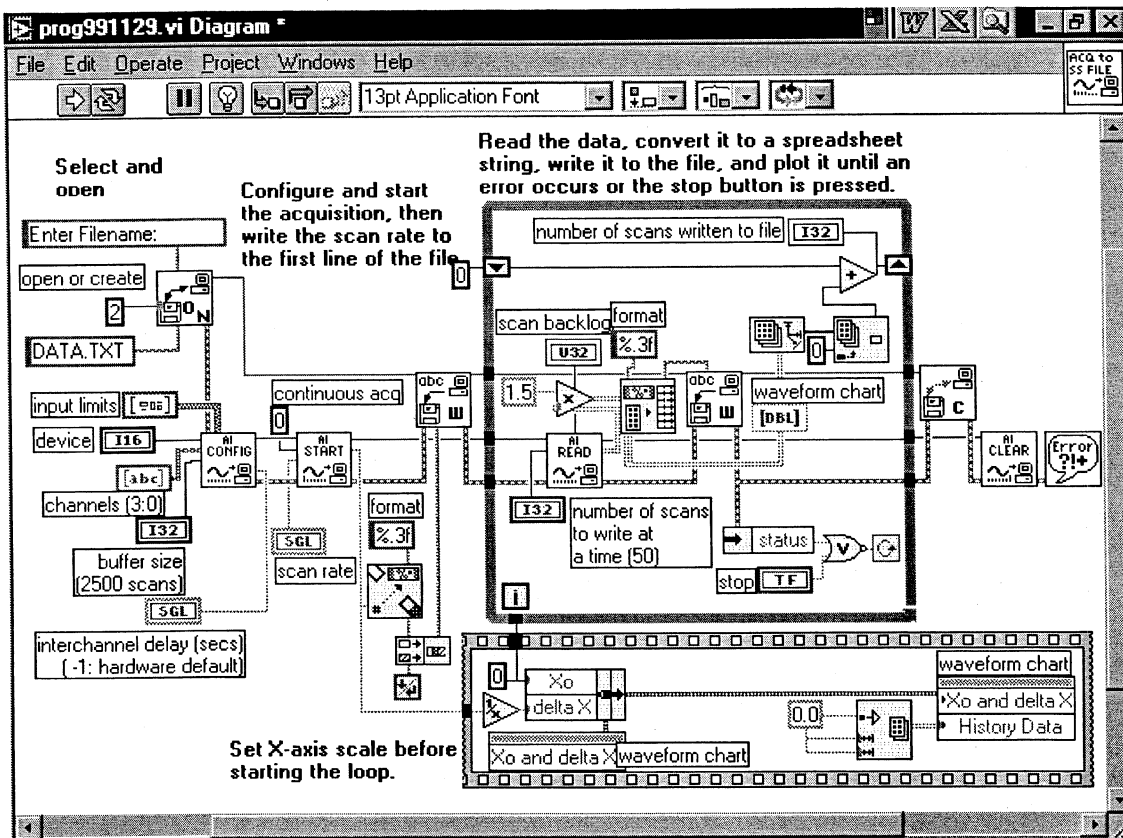
Appendix C



De inställningar som använts i LabView programmet.



Den registrerade vågformen från givare G1-G4 uppritade i separata fönster.



Schema över programmet vi använt i LabView.

Appendix D

Gamla mätseriernas Δ -tider

$$\Delta t := 0.025 \cdot s$$

Antal värden i de nya vektorerna

$$K := 255 \quad k := 0..K$$

Antal värden i gamla mätserier

Infallande våg (nod)	Infallande våg (buk)	Transmitterad våg
$\text{length}(h1) = 233$	$\text{length}(h2) = 233$	$\text{length}(ht) = 233$
$N1 := \text{length}(h1) - 1$	$N2 := \text{length}(h2) - 1$	$Nt := \text{length}(ht) - 1$
$N1 = 232$	$N2 = 232$	$Nt = 232$
$n1 := 0..N1$	$n2 := 0..N2$	$nt := 0..Nt$

Mätseriernas längder

$t_{N1} := N1 \cdot \Delta t$	$t_{N2} := N2 \cdot \Delta t$	$t_{Nt} := Nt \cdot \Delta t$
$t_{N1} = 5.8 \text{ s}$	$t_{N2} = 5.8 \text{ s}$	$t_{Nt} = 5.8 \text{ s}$

Nya mätseriernas Δ -tider

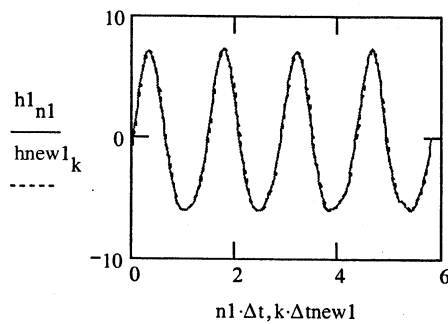
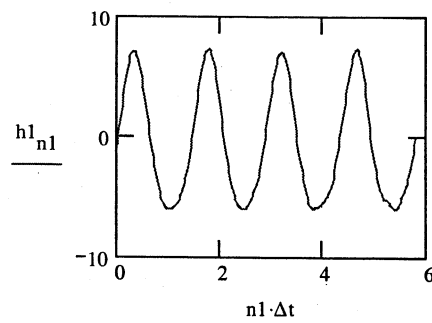
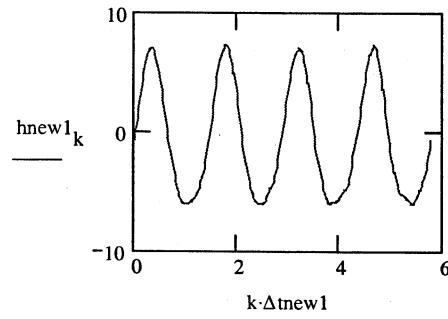
$\Delta t_{\text{new1}} := \frac{t_{N1}}{256}$	$\Delta t_{\text{new2}} := \frac{t_{N2}}{256}$	$\Delta t_{\text{newt}} := \frac{t_{Nt}}{256}$
--	--	--

$\Delta t_{\text{new1}} = 0.023 \text{ s}$	$\Delta t_{\text{new2}} = 0.023 \text{ s}$	$\Delta t_{\text{newt}} = 0.023 \text{ s}$
--	--	--

$t_{\text{new1}_k} := k \cdot \Delta t_{\text{new1}}$	$t_{\text{new2}_k} := k \cdot \Delta t_{\text{new2}}$	$t_{\text{newt}_k} := k \cdot \Delta t_{\text{newt}}$
---	---	---

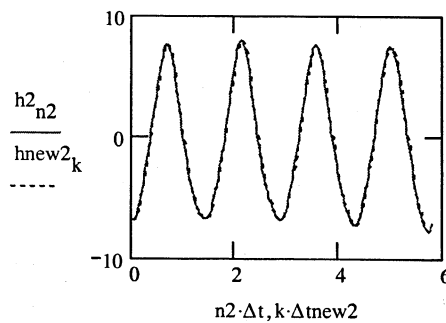
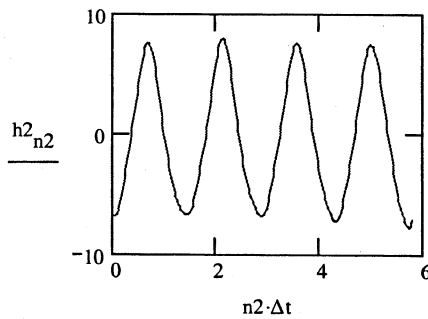
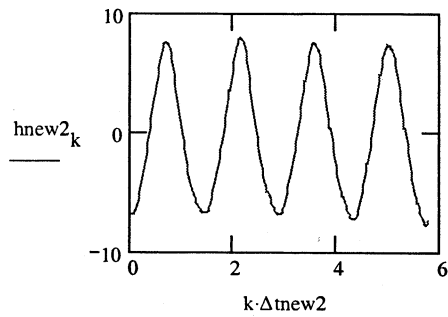
```

hnew1 := | zn0 ← h10
          | n1 ← 1
          | for k ∈ 1, 2 .. K
          |   znk ← h1n1-1 +  $\frac{(h1n1 - h1n1-1) \cdot (tnew1k - t1n1-1)}{n1 \cdot \Delta t}$  if tnew1k > t1n1-1
          |   otherwise
          |     | n1 ← n1 - 1
          |     | znk ←  $\left[ h1n1-1 + \frac{(h1n1 - h1n1-1) \cdot (tnew1k - t1n1-1)}{n1 \cdot \Delta t} \right]$ 
          |     | n1 ← n1 + 1
          | zn
    
```



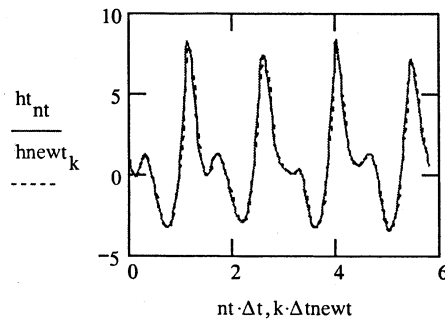
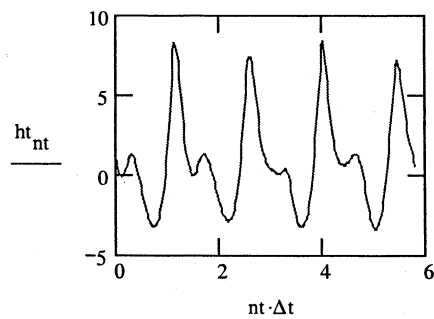
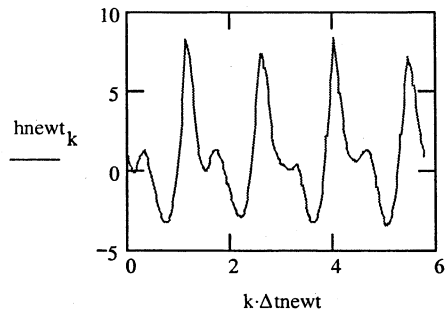
```

hnew2 := | zn0 ← h20
          | n2 ← 1
          | for k ∈ 1, 2 .. K
          |   | znk ← h2n2-1 +  $\frac{(h2_{n2} - h2_{n2-1}) \cdot (tnew2_k - t2_{n2-1})}{n2 \cdot \Delta t}$  if tnew2_k > t2_{n2-1}
          |   | otherwise
          |   |   | n2 ← n2 - 1
          |   |   |   | znk ←  $\left[ h2_{n2-1} + \frac{(h2_{n2} - h2_{n2-1}) \cdot (tnew2_k - t2_{n2-1})}{n2 \cdot \Delta t} \right]$ 
          |   |   | n2 ← n2 + 1
          | zn
    
```



```

hnewt:= | zn0 ← ht0
         | nt ← 1
         | for k ∈ 1, 2 .. K
         |   | znk ← htnt-1 +  $\frac{(ht_{nt} - ht_{nt-1}) \cdot (tnewt_k - tt_{nt-1})}{nt \cdot \Delta t}$  if tnewtk > ttnt-1
         |   | otherwise
         |   |   | nt ← nt - 1
         |   |   |   | znk ←  $\left[ ht_{nt-1} + \frac{(ht_{nt} - ht_{nt-1}) \cdot (tnewt_k - tt_{nt-1})}{nt \cdot \Delta t} \right]$ 
         |   |   | nt ← nt + 1
         | zn
    
```



Appendix E

FFT - analys

$$j := 0.. \frac{K+1}{2}$$

Infallande våg (nod)

Infallande våg (buk)

Transmitterad våg

$a := \text{FFT}(\text{hnew1})$

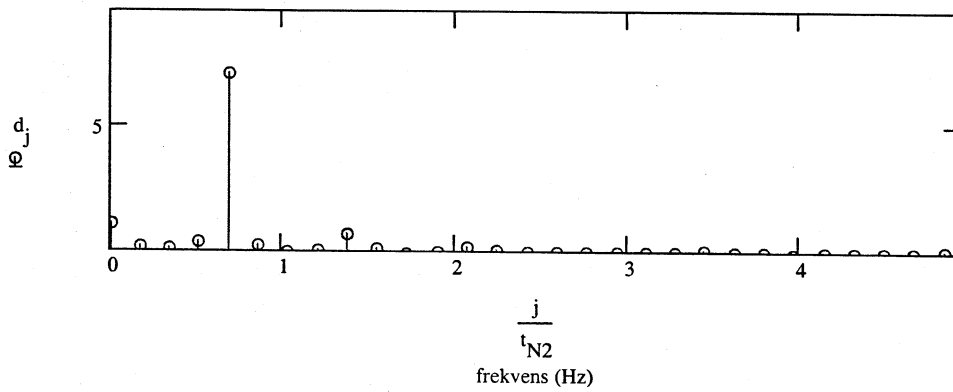
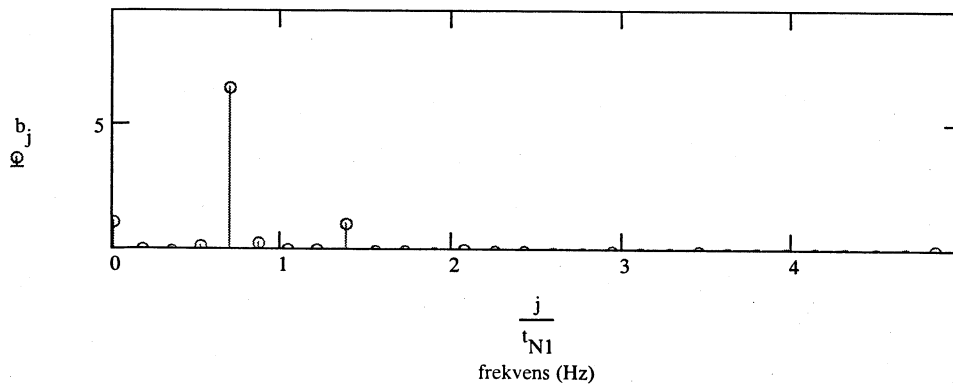
$c := \text{FFT}(\text{hnew2})$

$e := \text{FFT}(\text{hnew})$

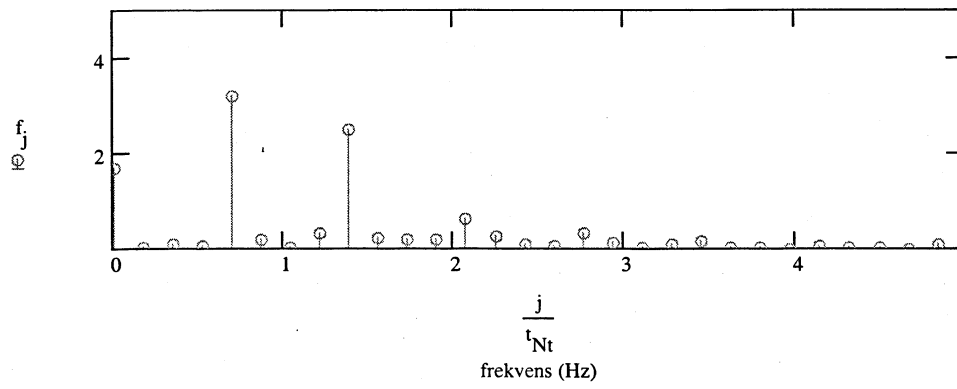
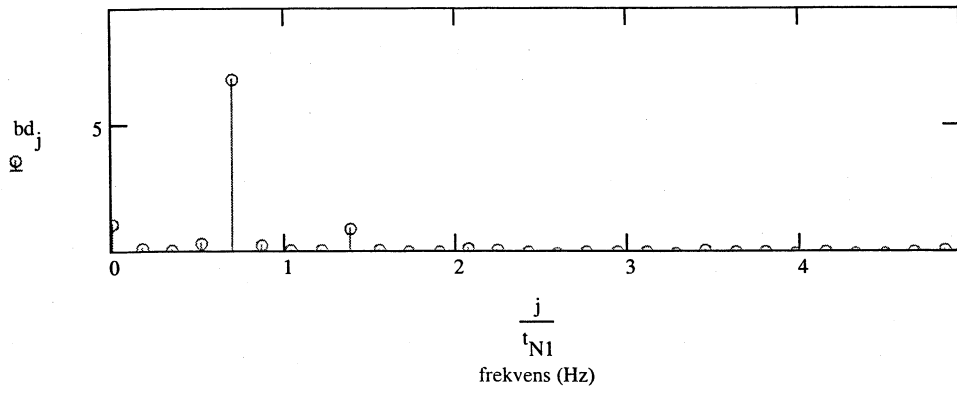
$$b_j := 2 \cdot |a_j|$$

$$d_j := 2 \cdot |c_j|$$

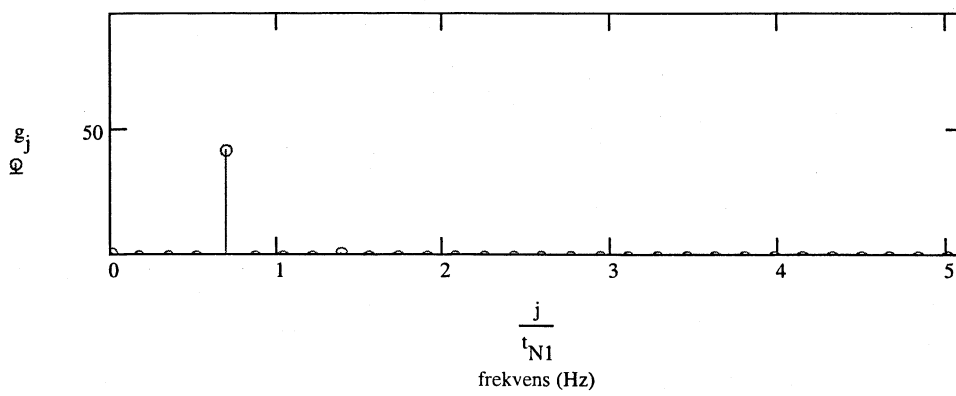
$$f_j := 2 \cdot |e_j|$$



$$bd_j := \frac{(b_j + d_j)}{2}$$



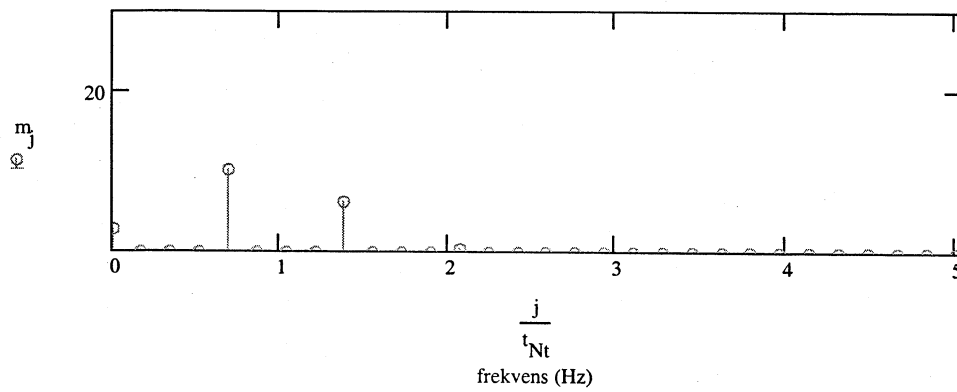
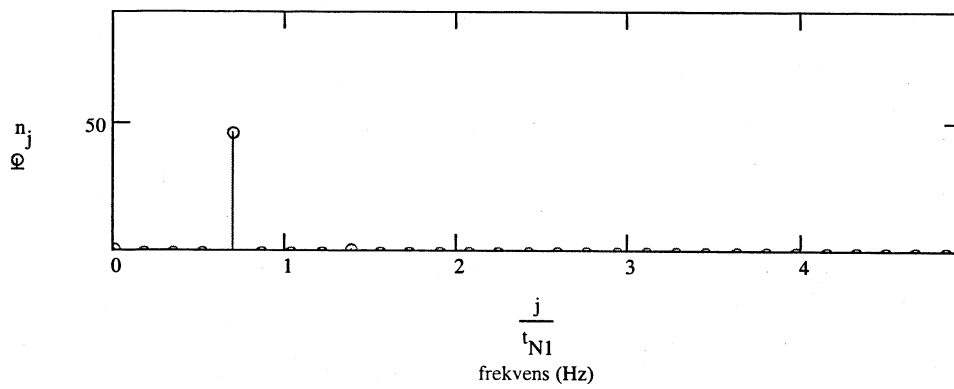
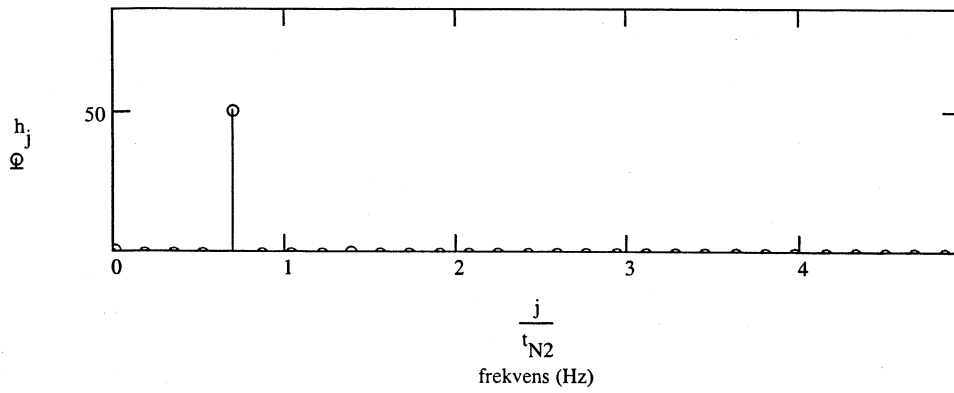
$$g_j := (b_j)^2$$



$$h_j := (d_j)^2$$

$$m_j := (f_j)^2$$

$$n_j := (bd_j)^2$$



$$nn_j := \left(\frac{n_j}{2}\right)^2$$

$$nn := \sum_j nn_j$$

$$nn = 528.017$$

$$mm_j := \left(\frac{m_j}{2}\right)^2$$

$$mm := \sum_j mm_j$$

$$mm = 37.844$$

$$Kt := \frac{\sqrt{mm}}{\sqrt{nn}}$$

$$Kt = 0.268$$

Appendix F

Försöksomgång 1

B= 0,20 m
h₂= 0,20 m
d_s= 0,70 m

Försök a	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fa_0,4-a_600	0,50 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	4,01 cm	3,17 cm	0,79	0,68	0,080	0,0007
fa_0,4-a_1300	0,50 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	9,05 cm	7,67 cm	0,85	0,57	0,139	0,0015
fa_0,4-a_2200	0,50 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	15,94 cm	14,52 cm	0,91	0,57	0,141	0,0026
fa_0,4-a_2800	0,50 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	20,06 cm	17,54 cm	0,87	0,53	0,141	0,0033
fa_0,5-a_500	0,50 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	4,24 cm	3,94 cm	0,93	0,77	0,127	0,0011
fa_0,5-a_1000	0,50 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	8,77 cm	8,66 cm	0,99	0,59	0,155	0,0022
fa_0,5-a_1600	0,50 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	13,48 cm	14,31 cm	1,06	0,46	0,198	0,0034
fa_0,5-a_2000	0,50 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	15,68 cm	16,04 cm	1,04	0,47	0,102	0,0040
fa_0,7-a_400	0,50 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	4,87 cm	4,84 cm	0,99	0,82	0,085	0,0024
fa_0,7-a_750	0,50 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	9,44 cm	8,93 cm	0,95	0,78	0,097	0,0047
fa_0,7-a_1100	0,50 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	13,80 cm	12,98 cm	0,94	0,62	0,089	0,0069
fa_0,7-a_1500	0,50 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	18,71 cm	15,50 cm	0,83	0,58	0,085	0,0093
fa_0,8-a_350	0,50 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	5,07 cm	4,76 cm	0,94	0,82	0,041	0,0033
fa_0,8-a_650	0,50 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	9,80 cm	9,61 cm	0,98	0,65	0,052	0,0064
fa_0,8-a_1000	0,50 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	14,88 cm	12,88 cm	0,87	0,62	0,057	0,0097
fa_0,8-a_1250	0,50 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	18,19 cm	14,50 cm	0,80	0,63	0,055	0,0119
Försök b	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fb_0,4-a_600	0,90 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	4,00 cm	3,32 cm	0,83	0,66	0,067	0,0007
fb_0,4-a_1300	0,90 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	8,93 cm	7,61 cm	0,85	0,63	0,133	0,0015
fb_0,4-a_2200	0,90 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	15,45 cm	14,87 cm	0,96	0,56	0,114	0,0025
fb_0,4-a_2800	0,90 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	20,01 cm	18,41 cm	0,92	0,52	0,104	0,0033
fb_0,5-a_500	0,90 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	4,18 cm	3,82 cm	0,91	0,68	0,197	0,0011
fb_0,5-a_1000	0,90 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	8,57 cm	8,42 cm	0,98	0,64	0,187	0,0022
fb_0,5-a_1600	0,90 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	13,97 cm	14,84 cm	1,06	0,56	0,185	0,0036
fb_0,5-a_2000	0,90 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	17,45 cm	15,70 cm	0,90	0,43	0,162	0,0044
fb_0,7-a_400	0,90 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	4,96 cm	4,82 cm	0,97	0,79	0,069	0,0025
fb_0,7-a_750	0,90 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	9,60 cm	8,63 cm	0,90	0,77	0,067	0,0048
fb_0,7-a_1100	0,90 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	13,84 cm	13,43 cm	0,97	0,64	0,087	0,0069
fb_0,7-a_1100	0,90 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	18,56 cm	15,88 cm	0,86	0,61	0,079	0,0093
fb_0,8-a_350	0,90 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	5,14 cm	4,90 cm	0,95	0,82	0,033	0,0034
fb_0,8-a_650	0,90 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	9,82 cm	10,07 cm	1,03	0,70	0,024	0,0064
fb_0,8-a_1000	0,90 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	14,87 cm	13,05 cm	0,88	0,68	0,018	0,0097
fb_0,8-a_1250	0,90 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	18,28 cm	14,71 cm	0,81	0,53	0,014	0,0119

Försöksomgång 1

B= 0,20 m
h₂= 0,20 m
d_s= 0,70 m

Försök c	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fc_0,4-a_600	0,50 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	3,91 cm	3,20 cm	0,83	0,66	0,157	0,0006
fc_0,4-a_1300	0,50 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	8,78 cm	8,92 cm	1,02	0,58	0,200	0,0014
fc_0,4-a_2200	0,50 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	15,24 cm	14,43 cm	0,95	0,54	0,163	0,0025
fc_0,4-a_2800	0,50 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	19,89 cm	17,60 cm	0,89	0,48	0,153	0,0032
fc_0,5-a_500	0,50 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	4,15 cm	4,00 cm	0,96	0,68	0,192	0,0011
fc_0,5-a_1000	0,50 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	8,49 cm	8,55 cm	1,01	0,59	0,194	0,0022
fc_0,5-a_1600	0,50 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	13,57 cm	13,22 cm	0,97	0,39	0,174	0,0035
fc_0,5-a_2000	0,50 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	17,18 cm	13,81 cm	0,80	0,40	0,175	0,0044
fc_0,7-a_400	0,50 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	4,83 cm	4,78 cm	0,99	0,77	0,096	0,0024
fc_0,7-a_750	0,50 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	9,32 cm	9,72 cm	1,04	0,70	0,098	0,0046
fc_0,7-a_1100	0,50 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	13,49 cm	11,74 cm	0,87	0,50	0,099	0,0067
fc_0,7-a_1500	0,50 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	18,01 cm	13,57 cm	0,75	0,39	0,092	0,0090
fc_0,8-a_350	0,50 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	5,02 cm	5,04 cm	1,00	0,80	0,026	0,0033
fc_0,8-a_650	0,50 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	9,34 cm	9,63 cm	1,03	0,69	0,026	0,0061
fc_0,8-a_1000	0,50 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	14,20 cm	11,84 cm	0,83	0,55	0,025	0,0093
fc_0,8-a_1250	0,50 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	17,52 cm	13,16 cm	0,75	0,48	0,015	0,0114
Försök d	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fd_0,4-a_600	0,90 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	3,88 cm	3,00 cm	0,77	0,63	0,147	0,0006
fd_0,4-a_1300	0,90 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	cm	cm	finns ej			
fd_0,4-a_2200	0,90 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	15,14 cm	14,31 cm	0,95	0,51	0,165	0,0025
fd_0,4-a_2800	0,90 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	19,88 cm	17,05 cm	0,86	0,46	0,137	0,0032
fd_0,5-a_500	0,90 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	4,15 cm	3,85 cm	0,93	0,64	0,212	0,0011
fd_0,5-a_1000	0,90 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	8,47 cm	8,44 cm	1,00	0,50	0,246	0,0022
fd_0,5-a_1600	0,90 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	13,66 cm	13,11 cm	0,96	0,42	0,234	0,0035
fd_0,5-a_2000	0,90 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	16,76 cm	14,02 cm	0,84	0,42	0,237	0,0043
fd_0,7-a_400	0,90 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	4,95 cm	4,86 cm	0,98	0,75	0,049	0,0025
fd_0,7-a_750	0,90 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	9,31 cm	9,13 cm	0,98	0,69	0,050	0,0046
fd_0,7-a_1100	0,90 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	13,87 cm	11,96 cm	0,86	0,48	0,026	0,0069
fd_0,7-a_1500	0,90 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	18,20 cm	13,75 cm	0,76	0,47	0,061	0,0091
fd_0,8-a_350	0,90 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	4,89 cm	4,92 cm	1,01	0,76	0,030	0,0032
fd_0,8-a_650	0,90 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	9,39 cm	9,16 cm	0,98	0,71	0,015	0,0061
fd_0,8-a_1000	0,90 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	14,18 cm	11,33 cm	0,80	0,53	0,007	0,0092
fd_0,8-a_1250	0,90 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	17,15 cm	12,39 cm	0,72	0,47	0,004	0,0112

Försöksomgång 1

B= 0,20 m
h₂= 0,20 m
d_s= 0,70 m

Försök e	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fe_0,4-a_600	0,50 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	3,95 cm	3,01 cm	0,76	0,52	0,217	0,0006
fe_0,4-a_1300	0,50 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	8,87 cm	8,06 cm	0,91	0,42	0,206	0,0014
fe_0,4-a_2200	0,50 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	15,44 cm	12,47 cm	0,81	0,44	0,161	0,0025
fe_0,4-a_2800	0,50 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	19,58 cm	15,90 cm	0,81	0,42	0,173	0,0032
fe_0,5-a_500	0,50 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	4,05 cm	3,97 cm	0,98	0,48	0,234	0,0010
fe_0,5-a_1000	0,50 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	8,37 cm	7,44 cm	0,89	0,42	0,223	0,0021
fe_0,5-a_1600	0,50 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	13,89 cm	11,74 cm	0,85	0,33	0,214	0,0035
fe_0,5-a_2000	0,50 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	17,39 cm	11,96 cm	0,69	0,31	0,192	0,0044
fe_0,7-a_400	0,50 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	4,91 cm	5,19 cm	1,06	0,60	0,081	0,0025
fe_0,7-a_750	0,50 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	9,41 cm	8,54 cm	0,91	0,49	0,087	0,0047
fe_0,7-a_1100	0,50 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	13,75 cm	10,84 cm	0,79	0,34	0,109	0,0069
fe_0,7-a_1500	0,50 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	18,48 cm	11,58 cm	0,63	0,36	0,080	0,0092
fe_0,8-a_350	0,50 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	4,91 cm	5,00 cm	1,02	0,55	0,020	0,0032
fe_0,8-a_650	0,50 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	9,39 cm	7,26 cm	0,77	0,49	0,010	0,0061
fe_0,8-a_1000	0,50 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	14,10 cm	9,57 cm	0,68	0,34	0,005	0,0092
fe_0,8-a_1250	0,50 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	17,29 cm	10,43 cm	0,60	0,36	0,011	0,0113
Försök f	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
ff_0,4-a_600	0,90 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	4,00 cm	3,00 cm	0,75	0,53	0,245	0,0007
ff_0,4-a_1300	0,90 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	9,00 cm	7,98 cm	0,89	0,47	0,214	0,0015
ff_0,4-a_2200	0,90 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	15,70 cm	12,72 cm	0,81	0,44	0,169	0,0026
ff_0,4-a_2800	0,90 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	20,19 cm	16,88 cm	0,84	0,40	0,119	0,0033
ff_0,5-a_500	0,90 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	4,24 cm	3,70 cm	0,87	0,52	0,293	0,0011
ff_0,5-a_1000	0,90 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	8,57 cm	7,51 cm	0,88	0,43	0,280	0,0022
ff_0,5-a_1600	0,90 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	13,95 cm	12,02 cm	0,86	0,34	0,282	0,0036
ff_0,5-a_2000	0,90 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	17,38 cm	12,94 cm	0,75	0,31	0,225	0,0044
ff_0,7-a_400	0,90 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	4,96 cm	5,31 cm	1,07	0,60	0,028	0,0025
ff_0,7-a_750	0,90 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	9,34 cm	8,96 cm	0,96	0,50	0,034	0,0047
ff_0,7-a_1100	0,90 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	14,15 cm	10,96 cm	0,78	0,35	0,024	0,0071
ff_0,7-a_1500	0,90 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	18,53 cm	11,86 cm	0,64	0,39	0,007	0,0093
ff_0,8-a_350	0,90 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	4,91 cm	4,97 cm	1,01	0,58	0,044	0,0032
ff_0,8-a_650	0,90 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	9,31 cm	7,85 cm	0,84	0,52	0,005	0,0061
ff_0,8-a_1000	0,90 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	14,31 cm	9,22 cm	0,64	0,33	0,005	0,0093
ff_0,8-a_1250	0,90 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	17,33 cm	11,14 cm	0,64	0,34	0,037	0,0113

Försöksomgång 2

B= 0,40 m
h₂= 0,20 m
d_s= 0,70 m

Försök g	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fg_0,4-a_600	0,50 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	3,99 cm	3,42 cm	0,86	0,66	0,170	0,0007
fg_0,4-a_1300	0,50 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	8,90 cm	9,35 cm	1,05	0,53	0,179	0,0015
fg_0,4-a_2200	0,50 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	15,55 cm	14,01 cm	0,90	0,54	0,165	0,0025
fg_0,4-a_2800	0,50 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	20,86 cm	18,10 cm	0,87	0,42	0,100	0,0034
fg_0,5-a_500	0,50 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	4,12 cm	4,07 cm	0,99	0,68	0,222	0,0010
fg_0,5-a_1000	0,50 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	8,51 cm	9,00 cm	1,06	0,58	0,210	0,0022
fg_0,5-a_1600	0,50 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	13,81 cm	13,07 cm	0,95	0,46	0,221	0,0035
fg_0,5-a_2000	0,50 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	17,24 cm	14,73 cm	0,85	0,36	0,202	0,0044
fg_0,7-a_400	0,50 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	4,89 cm	4,83 cm	0,99	0,73	0,060	0,0024
fg_0,7-a_750	0,50 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	9,59 cm	10,35 cm	1,08	0,64	0,057	0,0048
fg_0,7-a_1100	0,50 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	13,92 cm	12,13 cm	0,87	0,44	0,077	0,0069
fg_0,7-a_1500	0,50 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	18,58 cm	12,31 cm	0,66	0,44	0,061	0,0093
fg_0,8-a_350	0,50 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	4,90 cm	4,81 cm	0,98	0,73	0,022	0,0032
fg_0,8-a_650	0,50 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	9,49 cm	8,27 cm	0,87	0,69	0,014	0,0062
fg_0,8-a_1000	0,50 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	14,45 cm	11,57 cm	0,80	0,44	0,005	0,0094
fg_0,8-a_1250	0,50 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	18,02 cm	11,82 cm	0,66	0,39	0,015	0,0118
Försök h	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fh_0,4-a_600	0,90 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	3,89 cm	3,34 cm	0,86	0,67	0,173	0,0006
fh_0,4-a_1300	0,90 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	7,88 cm	9,03 cm	1,15	0,60	0,208	0,0013
fh_0,4-a_2200	0,90 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	14,91 cm	14,27 cm	0,96	0,59	0,167	0,0024
fh_0,4-a_2800	0,90 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	20,24 cm	17,13 cm	0,85	0,41	0,100	0,0033
fh_0,5-a_500	0,90 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	4,12 cm	4,00 cm	0,97	0,67	0,206	0,0010
fh_0,5-a_1000	0,90 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	8,39 cm	9,22 cm	1,10	0,61	0,211	0,0021
fh_0,5-a_1600	0,90 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	13,22 cm	13,14 cm	0,99	0,44	0,251	0,0034
fh_0,5-a_2000	0,90 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	15,25 cm	13,76 cm	0,90	0,34	0,193	0,0039
fh_0,7-a_400	0,90 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	4,79 cm	4,73 cm	0,99	0,75	0,058	0,0024
fh_0,7-a_750	0,90 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	9,35 cm	10,37 cm	1,11	0,64	0,054	0,0047
fh_0,7-a_1100	0,90 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	13,53 cm	11,97 cm	0,89	0,44	0,079	0,0068
fh_0,7-a_1500	0,90 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	18,14 cm	12,72 cm	0,70	0,45	0,059	0,0091
fh_0,8-a_350	0,90 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	4,98 cm	4,88 cm	0,98	0,73	0,061	0,0033
fh_0,8-a_650	0,90 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	9,47 cm	8,56 cm	0,90	0,70	0,074	0,0062
fa_0,8-a_1000	0,90 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	14,21 cm	11,31 cm	0,80	0,49	0,075	0,0093
fh_0,8-a_1250	0,90 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	17,44 cm	12,15 cm	0,70	0,41	0,078	0,0114

Försöksomgång 2

B= 0,40 m
h₂= 0,20 m
d_s= 0,70 m

Försök i	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fi_0,4-a_600	0,50 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	3,89 cm	3,24 cm	0,83	0,67	0,209	0,0006
fi_0,4-a_1300	0,50 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	8,68 cm	10,36 cm	1,19	0,56	0,215	0,0014
fi_0,4-a_2200	0,50 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	15,51 cm	12,67 cm	0,82	0,46	0,145	0,0025
fi_0,4-a_2800	0,50 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	19,93 cm	16,27 cm	0,82	0,37	0,134	0,0033
fi_0,5-a_500	0,50 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	4,10 cm	3,85 cm	0,94	0,58	0,156	0,0010
fi_0,5-a_1000	0,50 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	8,51 cm	9,24 cm	1,09	0,45	0,146	0,0022
fi_0,5-a_1600	0,50 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	13,55 cm	11,28 cm	0,83	0,35	0,130	0,0035
fi_0,5-a_2000	0,50 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	16,88 cm	13,24 cm	0,78	0,33	0,155	0,0043
fi_0,7-a_400	0,50 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	4,31 cm	5,05 cm	1,17	0,62	0,108	0,0022
fi_0,7-a_750	0,50 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	9,22 cm	10,66 cm	1,16	0,58	0,000	0,0046
fi_0,7-a_1100	0,50 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	13,57 cm	11,18 cm	0,82	0,30	0,003	0,0068
fi_0,7-a_1500	0,50 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	18,11 cm	11,44 cm	0,63	0,31	0,028	0,0090
fi_0,8-a_350	0,50 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	4,89 cm	4,82 cm	0,99	0,60	0,075	0,0032
fi_0,8-a_650	0,50 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	9,23 cm	8,67 cm	0,94	0,56	0,074	0,0060
fi_0,8-a_1000	0,50 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	14,18 cm	10,23 cm	0,72	0,31	0,076	0,0093
fi_0,8-a_1250	0,50 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	17,48 cm	9,70 cm	0,56	0,31	0,072	0,0114
Försök j	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fj_0,4-a_600	0,90 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	3,98 cm	3,29 cm	0,83	0,55	0,093	0,0006
fj_0,4-a_1300	0,90 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	8,96 cm	9,51 cm	1,06	0,43	0,064	0,0015
fj_0,4-a_2200	0,90 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	15,63 cm	12,25 cm	0,78	0,39	0,051	0,0025
fj_0,4-a_2800	0,90 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	20,00 cm	16,18 cm	0,81	0,37	0,062	0,0033
fj_0,5-a_500	0,90 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	4,09 cm	3,67 cm	0,90	0,55	0,233	0,0010
fj_0,5-a_1000	0,90 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	8,49 cm	9,42 cm	1,11	0,41	0,212	0,0022
fj_0,5-a_1600	0,90 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	13,87 cm	11,49 cm	0,83	0,35	0,212	0,0035
fj_0,5-a_2000	0,90 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	17,25 cm	13,06 cm	0,76	0,30	0,186	0,0044
fj_0,7-a_400	0,90 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	4,92 cm	5,00 cm	1,02	0,62	0,066	0,0025
fj_0,7-a_750	0,90 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	9,42 cm	10,52 cm	1,12	0,51	0,049	0,0047
fj_0,7-a_1100	0,90 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	13,83 cm	10,85 cm	0,79	0,31	0,058	0,0069
fj_0,7-a_1500	0,90 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	18,20 cm	11,49 cm	0,63	0,32	0,066	0,0091
fj_0,8-a_350	0,90 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	4,93 cm	5,02 cm	1,02	0,57	0,049	0,0032
fj_0,8-a_650	0,90 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	9,46 cm	8,38 cm	0,89	0,52	0,058	0,0062
fj_0,8-a_1000	0,90 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	14,36 cm	9,62 cm	0,67	0,29	0,056	0,0094
fj_0,8-a_1250	0,90 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	17,55 cm	10,44 cm	0,60	0,28	0,074	0,0114

Försöksomgång 2

B= 0,40 m
h₂= 0,20 m
d_s= 0,70 m

Försök k	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fk_0,4-a_600	0,50 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	3,84 cm	2,94 cm	0,77	0,50	0,221	0,0006
fk_0,4-a_1300	0,50 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	8,67 cm	7,38 cm	0,85	0,36	0,174	0,0014
fk_0,4-a_2200	0,50 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	15,33 cm	12,41 cm	0,81	0,37	0,150	0,0025
fk_0,4-a_2800	0,50 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	19,80 cm	15,33 cm	0,77	0,38	0,154	0,0032
fk_0,5-a_500	0,50 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	4,11 cm	3,89 cm	0,95	0,50	0,186	0,0010
fk_0,5-a_1000	0,50 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	8,50 cm	8,16 cm	0,96	0,34	0,172	0,0022
fk_0,5-a_1600	0,50 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	13,70 cm	11,27 cm	0,82	0,30	0,166	0,0035
fk_0,5-a_2000	0,50 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	17,12 cm	12,69 cm	0,74	0,29	0,117	0,0044
fk_0,7-a_400	0,50 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	4,83 cm	4,85 cm	1,00	0,49	0,013	0,0024
fk_0,7-a_750	0,50 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	9,30 cm	8,13 cm	0,87	0,31	0,013	0,0046
fk_0,7-a_1100	0,50 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	13,68 cm	10,85 cm	0,79	0,27	0,003	0,0068
fk_0,7-a_1500	0,50 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	18,14 cm	10,86 cm	0,60	0,27	0,015	0,0091
fk_0,8-a_350	0,50 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	4,85 cm	5,05 cm	1,04	0,53	0,059	0,0032
fk_0,8-a_650	0,50 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	9,07 cm	7,02 cm	0,77	0,35	0,050	0,0059
fk_0,8-a_1000	0,50 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	14,13 cm	8,82 cm	0,63	0,22	0,049	0,0092
fk_0,8-a_1250	0,50 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	17,42 cm	9,34 cm	0,54	0,24	0,047	0,0114
Försök l	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fl_0,4-a_600	0,90 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	3,86 cm	2,97 cm	0,77	0,46	0,188	0,0006
fl_0,4-a_1300	0,90 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	8,93 cm	7,86 cm	0,88	0,37	0,161	0,0015
fl_0,4-a_2200	0,90 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	15,58 cm	11,96 cm	0,77	0,35	0,099	0,0025
fl_0,4-a_2800	0,90 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	20,69 cm	16,21 cm	0,78	0,33	0,098	0,0034
fl_0,5-a_500	0,90 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	4,18 cm	3,93 cm	0,94	0,43	0,252	0,0011
fl_0,5-a_1000	0,90 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	8,66 cm	8,32 cm	0,96	0,34	0,226	0,0022
fl_0,5-a_1600	0,90 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	13,86 cm	11,14 cm	0,80	0,28	0,225	0,0035
fl_0,5-a_2000	0,90 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	17,41 cm	12,59 cm	0,72	0,29	0,184	0,0044
fl_0,7-a_400	0,90 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	4,89 cm	4,92 cm	1,01	0,50	0,071	0,0024
fl_0,7-a_750	0,90 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	9,44 cm	8,31 cm	0,88	0,32	0,051	0,0047
fl_0,7-a_1100	0,90 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	13,91 cm	10,58 cm	0,76	0,27	0,046	0,0069
fl_0,7-a_1500	0,90 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	18,44 cm	12,17 cm	0,66	0,29	0,029	0,0092
fl_0,8-a_350	0,90 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	4,92 cm	4,67 cm	0,95	0,48	0,026	0,0032
fl_0,8-a_650	0,90 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	9,34 cm	6,96 cm	0,75	0,32	0,033	0,0061
fl_0,8-a_1000	0,90 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	14,44 cm	8,16 cm	0,57	0,23	0,043	0,0094
fl_0,8-a_1250	0,90 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	17,61 cm	10,52 cm	0,60	0,25	0,024	0,0115

Försöksomgång 2

B= 0,40 m
h₂= 0,20 m
d_s= 0,70 m

Försök s	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fs_0,4-a_600	0,50 m	0,70 m	2,50 s	6,06 m	4,31 cm	2,62 cm	0,61	0,25	0,054	0,0007
fs_0,4-a_1300	0,50 m	0,70 m	2,50 s	6,06 m	9,41 cm	6,89 cm	0,73	0,27	0,06	0,0015
fs_0,4-a_2200	0,50 m	0,70 m	2,50 s	6,06 m	16,63 cm	12,36 cm	0,74	0,27	0,048	0,0027
fs_0,4-a_2800	0,50 m	0,70 m	2,50 s	6,06 m	21,69 cm	15,53 cm	0,72	0,27	0,075	0,0035
fs_0,5-a_500	0,50 m	0,70 m	2,00 s	4,62 m	4,34 cm	3,43 cm	0,79	0,23	0,127	0,0011
fs_0,5-a_1000	0,50 m	0,70 m	2,00 s	4,62 m	8,34 cm	6,51 cm	0,78	0,30	0,184	0,0021
fs_0,5-a_1600	0,50 m	0,70 m	2,00 s	4,62 m	14,71 cm	9,72 cm	0,66	0,18	0,151	0,0037
fs_0,5-a_2000	0,50 m	0,70 m	2,00 s	4,62 m	18,31 cm	10,40 cm	0,57	0,20	0,16	0,0047
fs_0,7-a_400	0,50 m	0,70 m	1,43 s	2,90 m	4,99 cm	3,70 cm	0,74	0,20	0,052	0,0025
fs_0,7-a_750	0,50 m	0,70 m	1,43 s	2,90 m	9,90 cm	6,30 cm	0,64	0,19	0,008	0,0049
fs_0,7-a_1100	0,50 m	0,70 m	1,43 s	2,90 m	14,34 cm	7,24 cm	0,51	0,17	0,002	0,0072
fs_0,7-a_1500	0,50 m	0,70 m	1,43 s	2,90 m	19,56 cm	9,30 cm	0,48	0,18	0,017	0,0098
fs_0,8-a_350	0,50 m	0,70 m	1,25 s	2,33 m	5,15 cm	3,15 cm	0,61	0,18	0,029	0,0034
fs_0,8-a_650	0,50 m	0,70 m	1,25 s	2,33 m	9,85 cm	4,98 cm	0,51	0,14	0,015	0,0064
fs_0,8-a_1000	0,50 m	0,70 m	1,25 s	2,33 m	15,00 cm	6,58 cm	0,44	0,13	0,034	0,0098
fs_0,8-a_1250	0,50 m	0,70 m	1,25 s	2,33 m	18,52 cm	7,59 cm	0,41	0,15	0,058	0,0121
Försök t	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
ft_0,4-a_600	0,90 m	0,70 m	2,50 s	6,06 m	4,24 cm	2,62 cm	0,62	0,25	0,010	0,0007
ft_0,4-a_1300	0,90 m	0,70 m	2,50 s	6,06 m	9,44 cm	6,48 cm	0,69	0,25	0,022	0,0015
ft_0,4-a_2200	0,90 m	0,70 m	2,50 s	6,06 m	16,79 cm	12,07 cm	0,72	0,25	0,013	0,0027
ft_0,4-a_2800	0,90 m	0,70 m	2,50 s	6,06 m	22,07 cm	15,68 cm	0,71	0,24	0,030	0,0036
ft_0,5-a_500	0,90 m	0,70 m	2,00 s	4,62 m	4,43 cm	3,42 cm	0,77	0,23	0,142	0,0011
ft_0,5-a_1000	0,90 m	0,70 m	2,00 s	4,62 m	9,04 cm	6,81 cm	0,75	0,21	0,165	0,0023
ft_0,5-a_1600	0,90 m	0,70 m	2,00 s	4,62 m	14,73 cm	10,02 cm	0,68	0,19	0,170	0,0038
ft_0,5-a_2000	0,90 m	0,70 m	2,00 s	4,62 m	18,51 cm	11,40 cm	0,62	0,29	0,174	0,0047
ft_0,7-a_400	0,90 m	0,70 m	1,43 s	2,90 m	5,24 cm	3,16 cm	0,60	0,18	0,046	0,0026
ft_0,7-a_750	0,90 m	0,70 m	1,43 s	2,90 m	9,91 cm	5,43 cm	0,55	0,16	0,017	0,0049
ft_0,7-a_1100	0,90 m	0,70 m	1,43 s	2,90 m	14,43 cm	7,69 cm	0,53	0,16	0,007	0,0072
ft_0,7-a_1500	0,90 m	0,70 m	1,43 s	2,90 m	19,67 cm	9,49 cm	0,48	0,20	0,022	0,0098
ft_0,8-a_350	0,90 m	0,70 m	1,25 s	2,33 m	5,27 cm	3,09 cm	0,59	0,16	0,032	0,0034
ft_0,8-a_650	0,90 m	0,70 m	1,25 s	2,33 m	10,01 cm	4,60 cm	0,46	0,14	0,002	0,0065
ft_0,8-a_1000	0,90 m	0,70 m	1,25 s	2,33 m	15,21 cm	6,95 cm	0,46	0,13	0,017	0,0099
ft_0,8-a_1250	0,90 m	0,70 m	1,25 s	2,33 m	18,32 cm	8,69 cm	0,48	0,16	0,010	0,0119

Försöksomgång 3

B= 0,60 m
h₂= 0,20 m
d_s= 0,70 m

Försök m	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fm_0,4-a_600	0,50 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	3,88 cm	3,67 cm	0,95	0,80	0,130	0,0006
fm_0,4-a_1300	0,50 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	8,68 cm	10,84 cm	1,25	0,68	0,101	0,0014
fm_0,4-a_2200	0,50 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	15,46 cm	13,50 cm	0,87	0,43	0,117	0,0025
fm_0,4-a_2800	0,50 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	19,15 cm	16,49 cm	0,86	0,38	0,130	0,0031
fm_0,5-a_500	0,50 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	4,18 cm	4,04 cm	0,97	0,64	0,057	0,0011
fm_0,5-a_1000	0,50 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	8,56 cm	9,98 cm	1,17	0,47	0,073	0,0022
fm_0,5-a_1600	0,50 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	13,80 cm	11,80 cm	0,86	0,39	0,067	0,0035
fm_0,5-a_2000	0,50 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	17,08 cm	14,53 cm	0,85	0,34	0,090	0,0044
fm_0,7-a_400	0,50 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	4,88 cm	4,67 cm	0,96	0,67	0,088	0,0024
fm_0,7-a_750	0,50 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	9,35 cm	10,25 cm	1,10	0,49	0,091	0,0047
fm_0,7-a_1100	0,50 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	13,66 cm	11,49 cm	0,84	0,34	0,083	0,0068
fm_0,7-a_1500	0,50 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	18,19 cm	10,63 cm	0,58	0,33	0,088	0,0091
fm_0,8-a_350	0,50 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	4,93 cm	4,44 cm	0,90	0,61	0,134	0,0032
fm_0,8-a_650	0,50 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	8,86 cm	8,30 cm	0,94	0,64	0,117	0,0058
fm_0,8-a_1000	0,50 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	14,14 cm	10,58 cm	0,75	0,38	0,139	0,0092
fm_0,8-a_1250	0,50 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	17,62 cm	10,37 cm	0,59	0,33	0,124	0,0115
Försök n	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fn_0,4-a_600	0,90 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	3,77 cm	3,32 cm	0,88	0,71	0,126	0,0006
fn_0,4-a_1300	0,90 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	8,69 cm	8,87 cm	1,02	0,54	0,142	0,0014
fn_0,4-a_2200	0,90 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	15,52 cm	12,74 cm	0,82	0,41	0,087	0,0025
fn_0,4-a_2800	0,90 m	0,55 m	2,50 s	6,06 m	19,85 cm	15,98 cm	0,81	0,36	0,101	0,0032
fn_0,5-a_500	0,90 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	4,04 cm	3,90 cm	0,97	0,63	0,155	0,0010
fn_0,5-a_1000	0,90 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	8,37 cm	10,66 cm	1,27	0,51	0,150	0,0021
fn_0,5-a_1600	0,90 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	13,59 cm	11,44 cm	0,84	0,39	0,156	0,0035
fn_0,5-a_2000	0,90 m	0,55 m	2,00 s	4,62 m	16,91 cm	12,94 cm	0,77	0,30	0,179	0,0043
fn_0,7-a_400	0,90 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	4,80 cm	4,47 cm	0,93	0,62	0,147	0,0024
fn_0,7-a_750	0,90 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	9,29 cm	9,84 cm	1,06	0,52	0,141	0,0046
fn_0,7-a_1100	0,90 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	13,53 cm	11,48 cm	0,85	0,36	0,136	0,0068
fn_0,7-a_1500	0,90 m	0,55 m	1,43 s	2,90 m	18,23 cm	11,83 cm	0,65	0,32	0,137	0,0091
fn_0,8-a_350	0,90 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	4,81 cm	4,42 cm	0,92	0,61	0,097	0,0031
fn_0,8-a_650	0,90 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	9,18 cm	8,05 cm	0,88	0,62	0,111	0,0060
fn_0,8-a_1000	0,90 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	14,10 cm	9,26 cm	0,66	0,36	0,100	0,0092
fn_0,8-a_1250	0,90 m	0,55 m	1,25 s	2,33 m	17,43 cm	9,75 cm	0,56	0,33	0,091	0,0114

Försöksomgång 3

B= 0,60 m
h₂= 0,20 m
d_s= 0,70 m

Försök o	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fo_0,4-a_600	0,50 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	3,98 cm	3,53 cm	0,89	0,54	0,141	0,0006
fo_0,4-a_1300	0,50 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	8,89 cm	8,11 cm	0,93	0,47	0,125	0,0014
fo_0,4-a_2200	0,50 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	15,52 cm	12,45 cm	0,80	0,41	0,136	0,0025
fo_0,4-a_2800	0,50 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	20,02 cm	16,05 cm	0,80	0,36	0,138	0,0033
fo_0,5-a_500	0,50 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	4,16 cm	3,95 cm	0,95	0,54	0,085	0,0011
fo_0,5-a_1000	0,50 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	8,52 cm	9,04 cm	1,06	0,37	0,084	0,0022
fo_0,5-a_1600	0,50 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	13,71 cm	10,12 cm	0,74	0,28	0,099	0,0035
fo_0,5-a_2000	0,50 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	16,79 cm	12,27 cm	0,73	0,27	0,114	0,0043
fo_0,7-a_400	0,50 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	4,88 cm	4,82 cm	0,99	0,54	0,091	0,0024
fo_0,7-a_750	0,50 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	9,32 cm	9,05 cm	0,97	0,41	0,080	0,0047
fo_0,7-a_1100	0,50 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	13,81 cm	11,23 cm	0,81	0,24	0,054	0,0069
fo_0,7-a_1500	0,50 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	18,22 cm	10,44 cm	0,57	0,25	0,065	0,0091
fo_0,8-a_350	0,50 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	4,88 cm	4,88 cm	1,00	0,54	0,118	0,0032
fo_0,8-a_650	0,50 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	9,30 cm	7,43 cm	0,80	0,46	0,107	0,0061
fo_0,8-a_1000	0,50 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	14,25 cm	8,89 cm	0,62	0,25	0,086	0,0093
fo_0,8-a_1250	0,50 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	17,43 cm	9,20 cm	0,53	0,25	0,064	0,0114
Försök p	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fp_0,4-a_600	0,90 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	3,95 cm	3,47 cm	0,88	0,52	0,042	0,0006
fp_0,4-a_1300	0,90 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	8,82 cm	8,60 cm	0,98	0,45	0,057	0,0014
fp_0,4-a_2200	0,90 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	15,45 cm	12,06 cm	0,78	0,34	0,034	0,0025
fp_0,4-a_2800	0,90 m	0,60 m	2,50 s	6,06 m	20,01 cm	16,34 cm	0,82	0,31	0,043	0,0033
fp_0,5-a_500	0,90 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	4,15 cm	3,71 cm	0,89	0,50	0,163	0,0011
fp_0,5-a_1000	0,90 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	8,49 cm	9,10 cm	1,07	0,37	0,154	0,0022
fp_0,5-a_1600	0,90 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	13,74 cm	10,57 cm	0,77	0,28	0,166	0,0035
fp_0,5-a_2000	0,90 m	0,60 m	2,00 s	4,62 m	17,14 cm	11,86 cm	0,69	0,25	0,155	0,0044
fp_0,7-a_400	0,90 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	4,80 cm	4,76 cm	0,99	0,53	0,127	0,0024
fp_0,7-a_750	0,90 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	9,20 cm	9,21 cm	1,00	0,40	0,125	0,0046
fp_0,7-a_1100	0,90 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	13,60 cm	10,60 cm	0,78	0,27	0,129	0,0068
fp_0,7-a_1500	0,90 m	0,60 m	1,43 s	2,90 m	18,27 cm	9,70 cm	0,53	0,25	0,110	0,0091
fp_0,8-a_350	0,90 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	4,74 cm	4,73 cm	1,00	0,58	0,102	0,0031
fp_0,8-a_650	0,90 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	9,07 cm	7,90 cm	0,87	0,45	0,094	0,0059
fp_0,8-a_1000	0,90 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	14,19 cm	8,91 cm	0,63	0,25	0,066	0,0093
fp_0,8-a_1250	0,90 m	0,60 m	1,25 s	2,33 m	17,52 cm	9,32 cm	0,53	0,22	0,050	0,0114

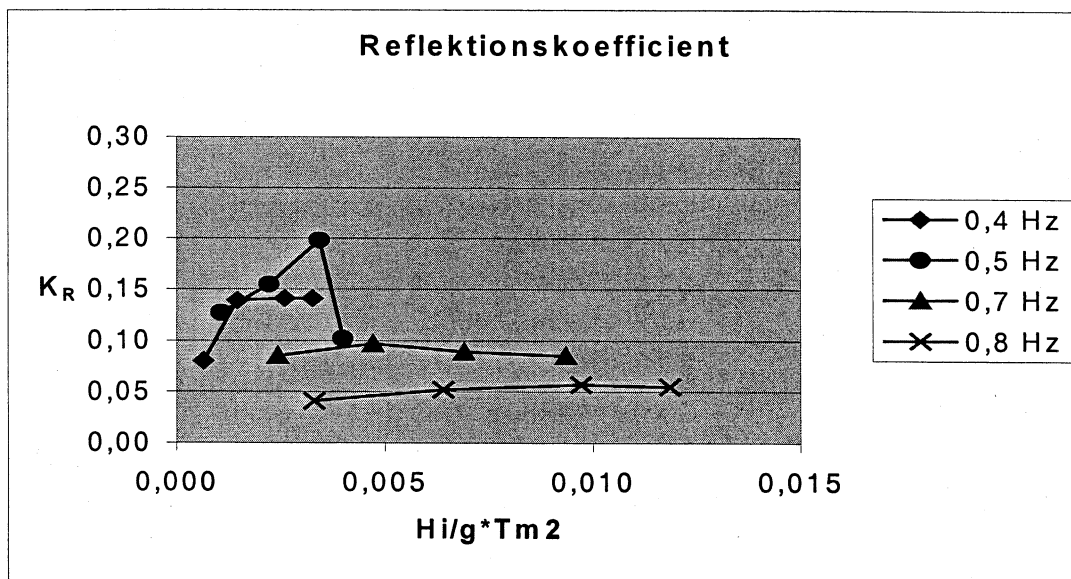
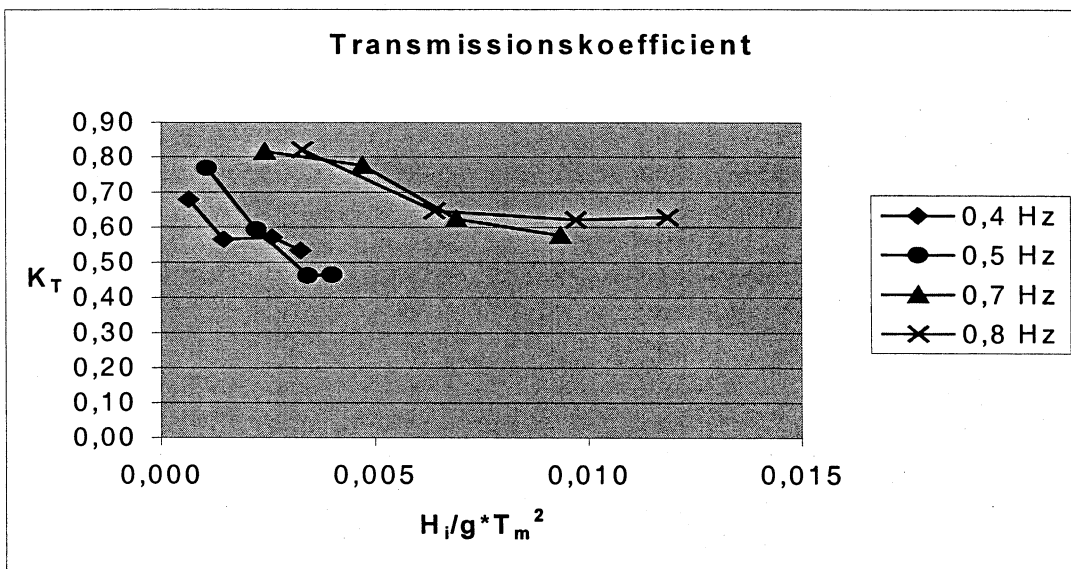
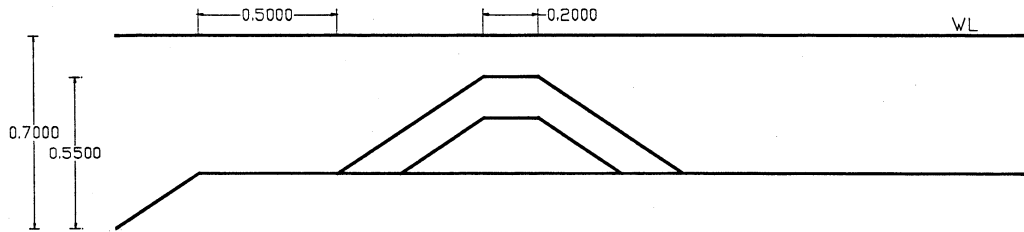
Försöksomgång 3

B= 0,60 m
h₂= 0,20 m
d_s= 0,70 m

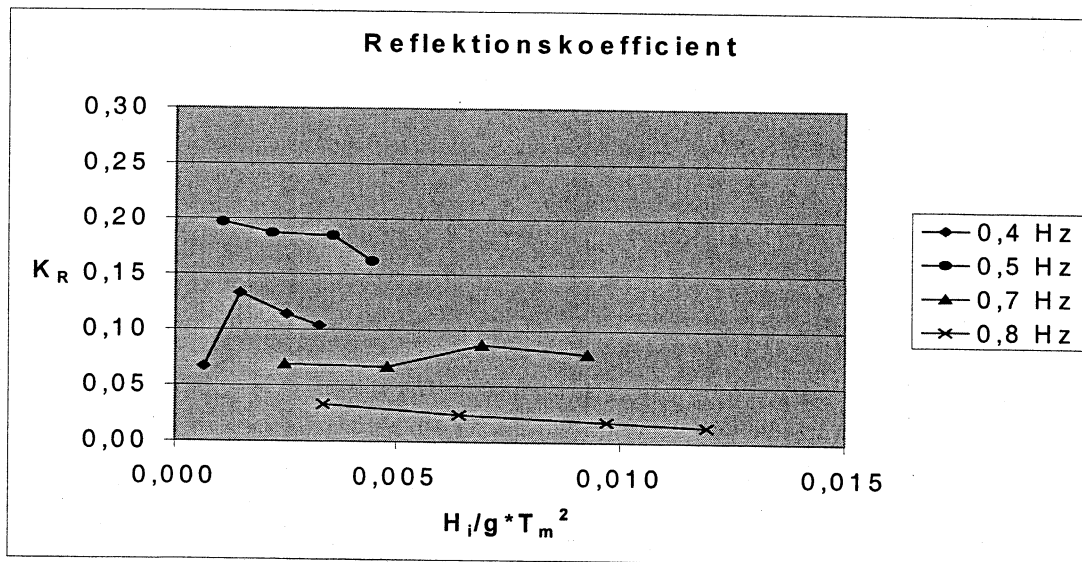
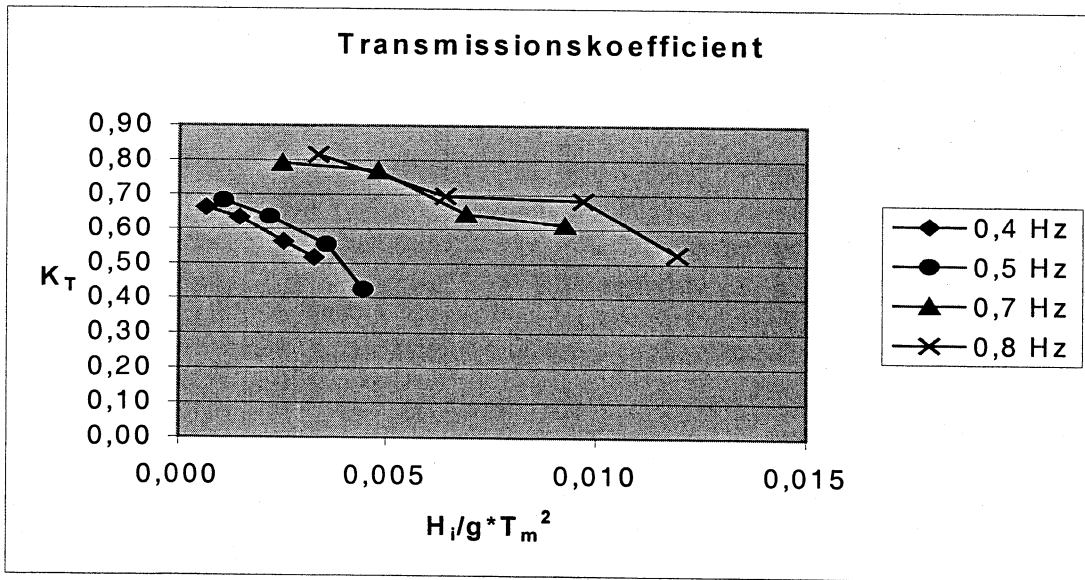
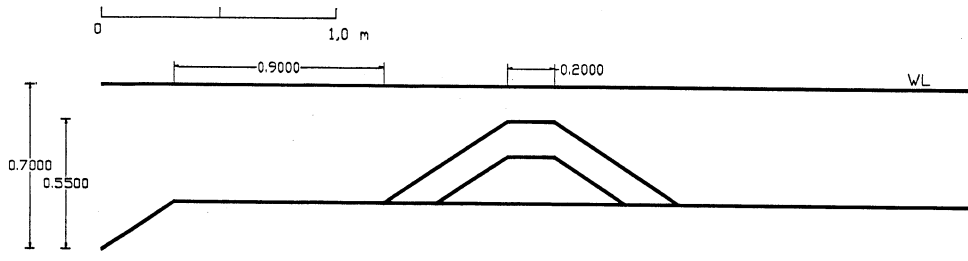
Försök q	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fq_0,4-a_600	0,50 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	4,04 cm	3,52 cm	0,87	0,40	0,078	0,0007
fq_0,4-a_1300	0,50 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	9,10 cm	7,57 cm	0,83	0,44	0,068	0,0015
fq_0,4-a_2200	0,50 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	15,90 cm	13,71 cm	0,86	0,35	0,074	0,0026
fq_0,4-a_2800	0,50 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	20,83 cm	15,76 cm	0,76	0,31	0,084	0,0034
fq_0,5-a_500	0,50 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	4,25 cm	4,96 cm	1,17	0,39	0,047	0,0011
fq_0,5-a_1000	0,50 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	8,80 cm	7,47 cm	0,85	0,28	0,078	0,0022
fq_0,5-a_1600	0,50 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	14,37 cm	10,53 cm	0,73	0,26	0,088	0,0037
fq_0,5-a_2000	0,50 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	16,80 cm	11,16 cm	0,66	0,27	0,161	0,0043
fq_0,7-a_400	0,50 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	5,02 cm	5,03 cm	1,00	0,37	0,101	0,0025
fq_0,7-a_750	0,50 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	9,75 cm	6,99 cm	0,72	0,21	0,048	0,0049
fa_0,7-a_1100	0,50 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	14,20 cm	9,99 cm	0,70	0,22	0,012	0,0071
fq_0,7-a_1500	0,50 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	19,25 cm	9,57 cm	0,50	0,21	0,002	0,0096
fq_0,8-a_350	0,50 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	4,83 cm	4,85 cm	1,00	0,42	0,033	0,0032
fq_0,8-a_650	0,50 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	9,80 cm	6,72 cm	0,69	0,23	0,019	0,0064
fq_0,8-a_1000	0,50 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	14,99 cm	8,10 cm	0,54	0,17	0,004	0,0098
fq_0,8-a_1250	0,50 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	18,33 cm	8,95 cm	0,49	0,20	0,032	0,0120
Försök r	s	h ₁	T _m	L _m	H _i	H _t	K _T	K _T (fft)	K _R	H _i /g*T _m ²
fr_0,4-a_600	0,90 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	4,11 cm	3,28 cm	0,80	0,35	0,044	0,0007
fr_0,4-a_1300	0,90 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	9,23 cm	7,18 cm	0,78	0,30	0,034	0,0015
fr_0,4-a_2200	0,90 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	15,80 cm	12,09 cm	0,77	0,30	0,038	0,0026
fr_0,4-a_2800	0,90 m	0,65 m	2,50 s	6,06 m	21,14 cm	15,70 cm	0,74	0,30	0,055	0,0034
fr_0,5-a_500	0,90 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	4,34 cm	4,43 cm	1,02	0,34	0,093	0,0011
fr_0,5-a_1000	0,90 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	8,89 cm	7,27 cm	0,82	0,25	0,095	0,0023
fr_0,5-a_1600	0,90 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	14,28 cm	9,79 cm	0,69	0,22	0,139	0,0036
fr_0,5-a_2000	0,90 m	0,65 m	2,00 s	4,62 m	17,65 cm	12,31 cm	0,70	0,22	0,175	0,0045
fr_0,7-a_400	0,90 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	5,13 cm	5,19 cm	1,01	0,36	0,111	0,0026
fr_0,7-a_750	0,90 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	9,51 cm	6,89 cm	0,72	0,22	0,078	0,0047
fr_0,7-a_1100	0,90 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	14,19 cm	9,74 cm	0,69	0,24	0,035	0,0071
fr_0,7-a_1500	0,90 m	0,65 m	1,43 s	2,90 m	18,96 cm	10,10 cm	0,53	0,22	0,054	0,0095
fr_0,8-a_350	0,90 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	5,07 cm	4,58 cm	0,90	0,40	0,010	0,0033
fr_0,8-a_650	0,90 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	9,76 cm	6,23 cm	0,64	0,22	0,033	0,0064
fr_0,8-a_1000	0,90 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	14,89 cm	7,97 cm	0,54	0,18	0,005	0,0097
fr_0,8-a_1250	0,90 m	0,65 m	1,25 s	2,33 m	18,05 cm	9,25 cm	0,51	0,20	0,016	0,0118

Appendix G

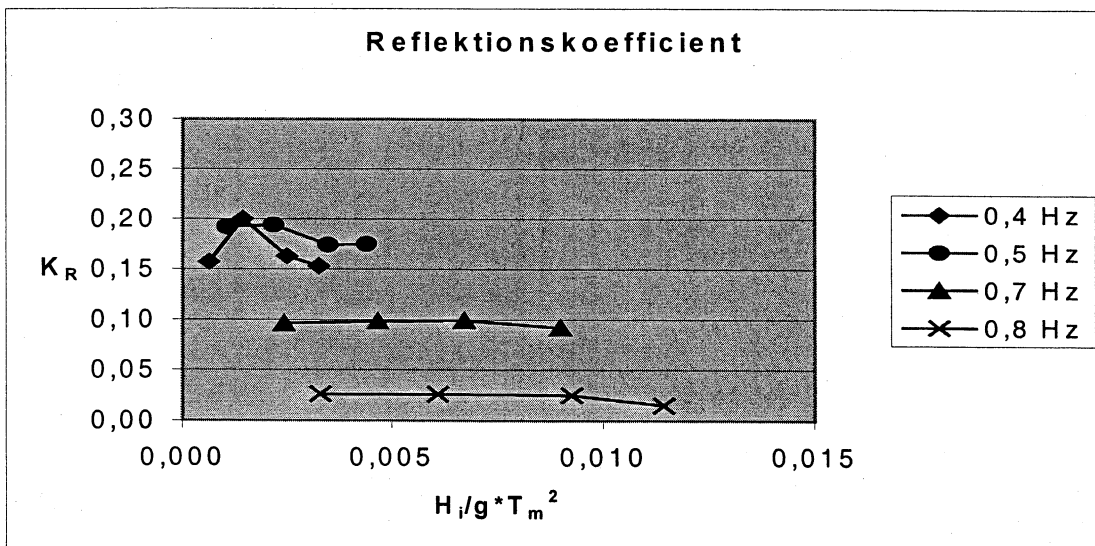
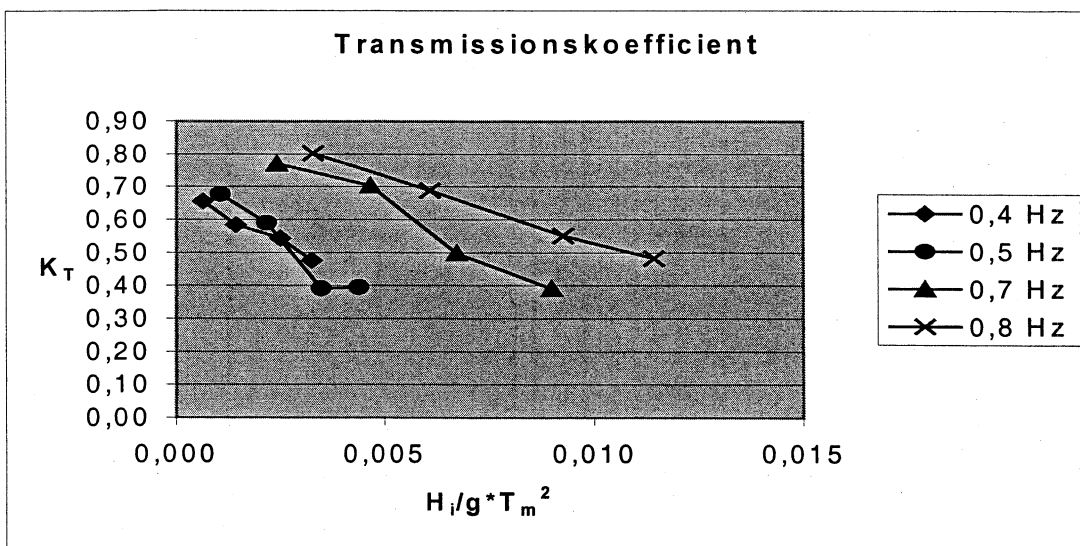
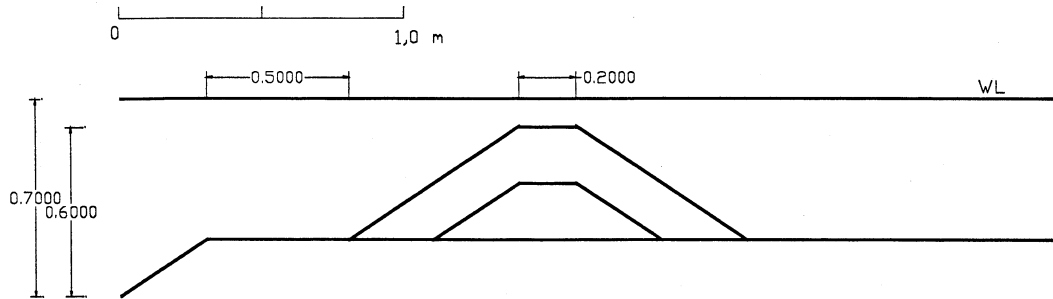
Försök a



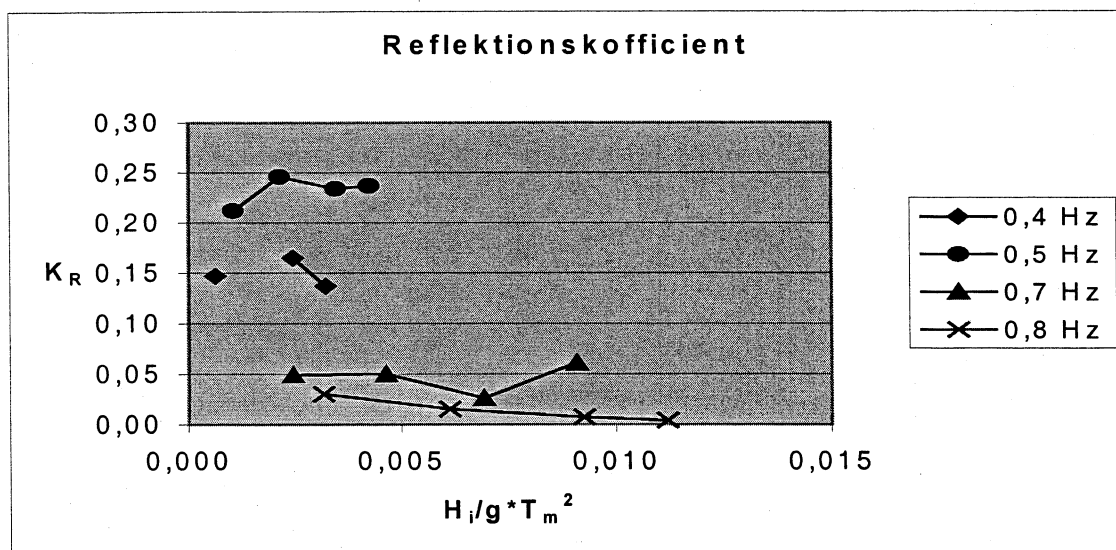
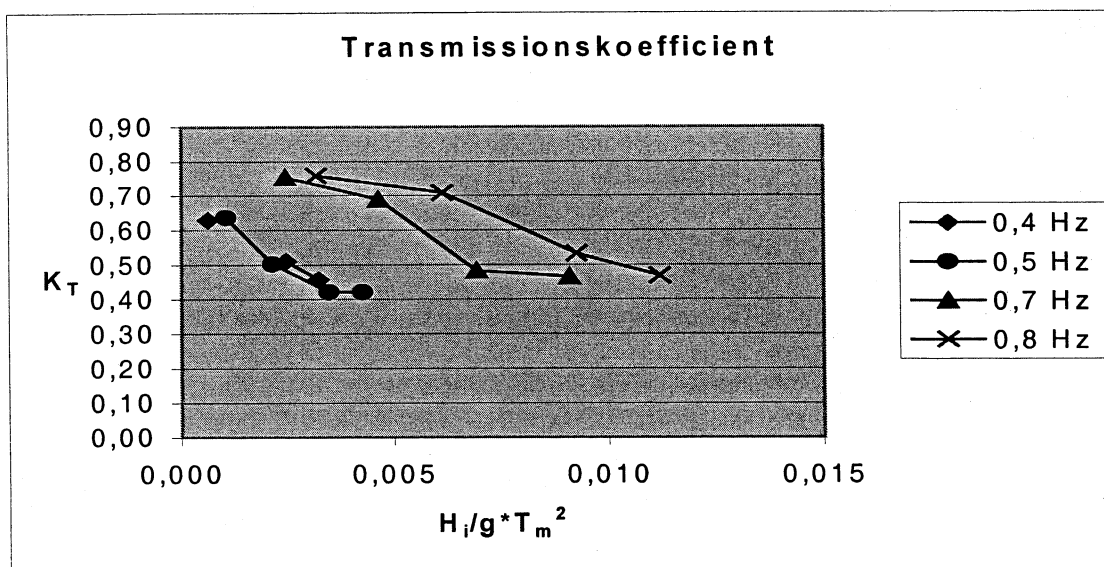
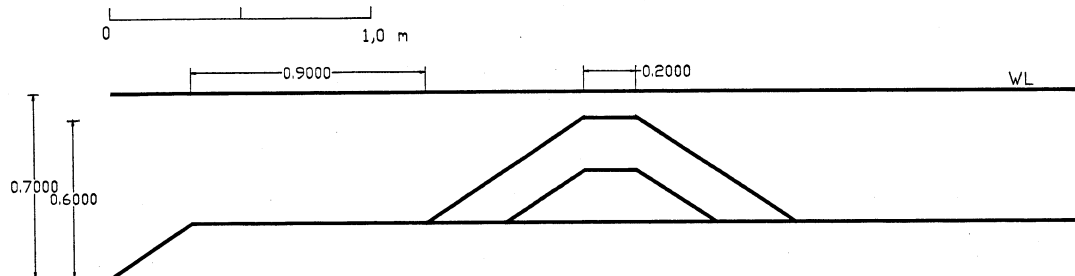
Försök b



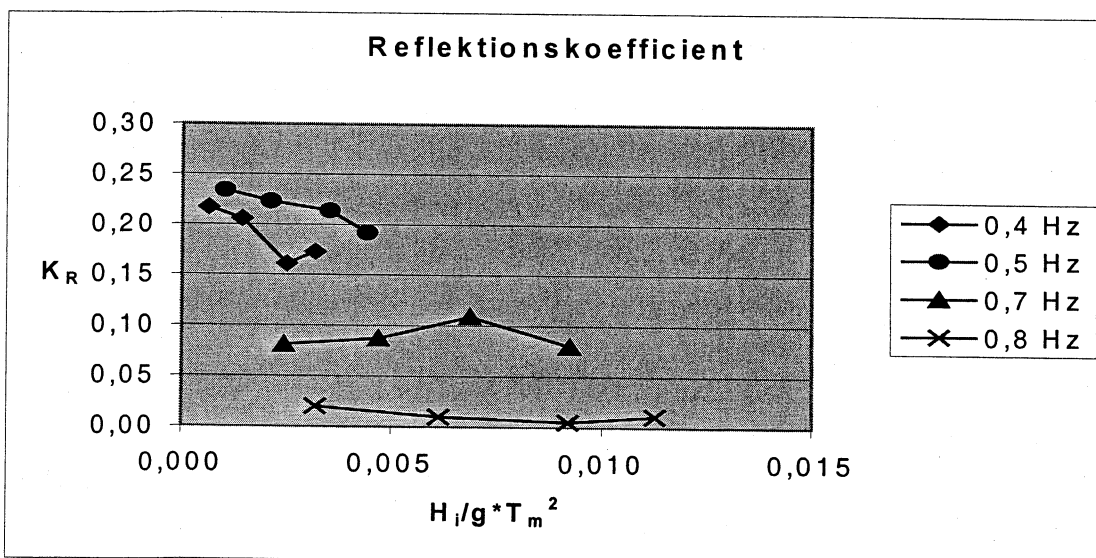
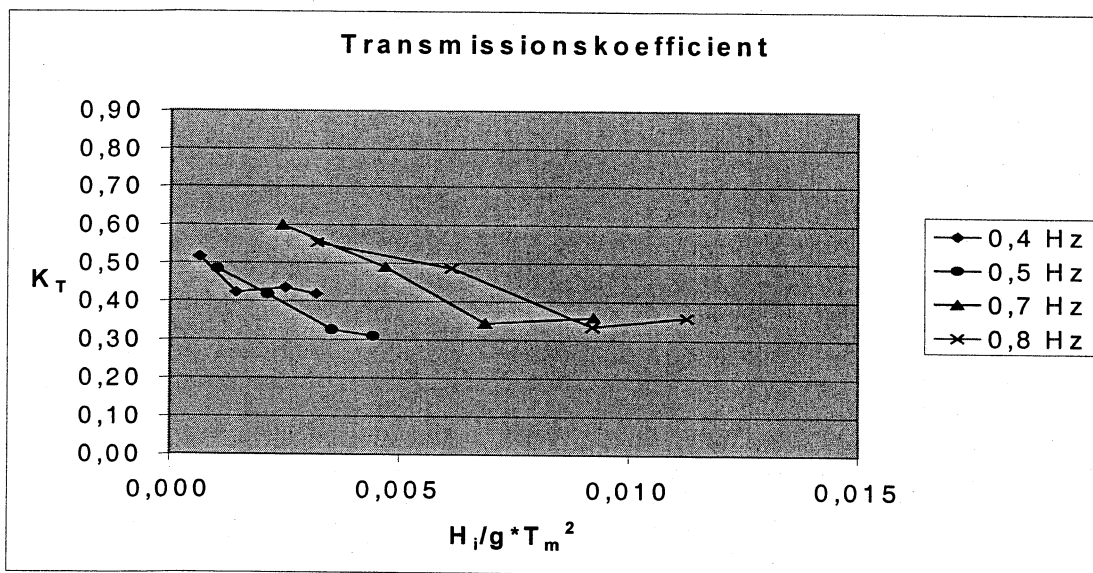
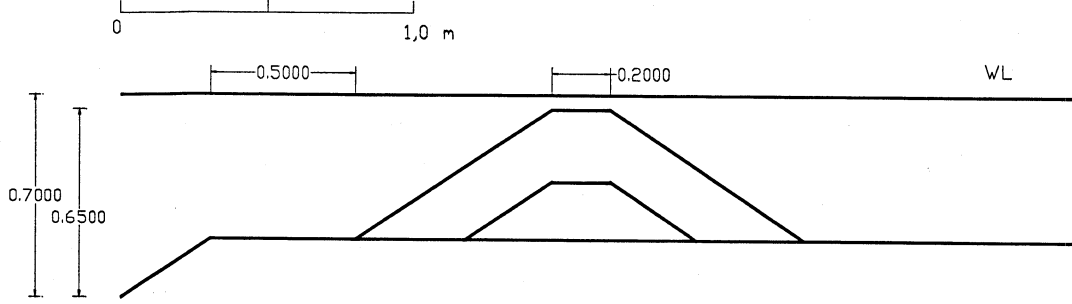
Försök c



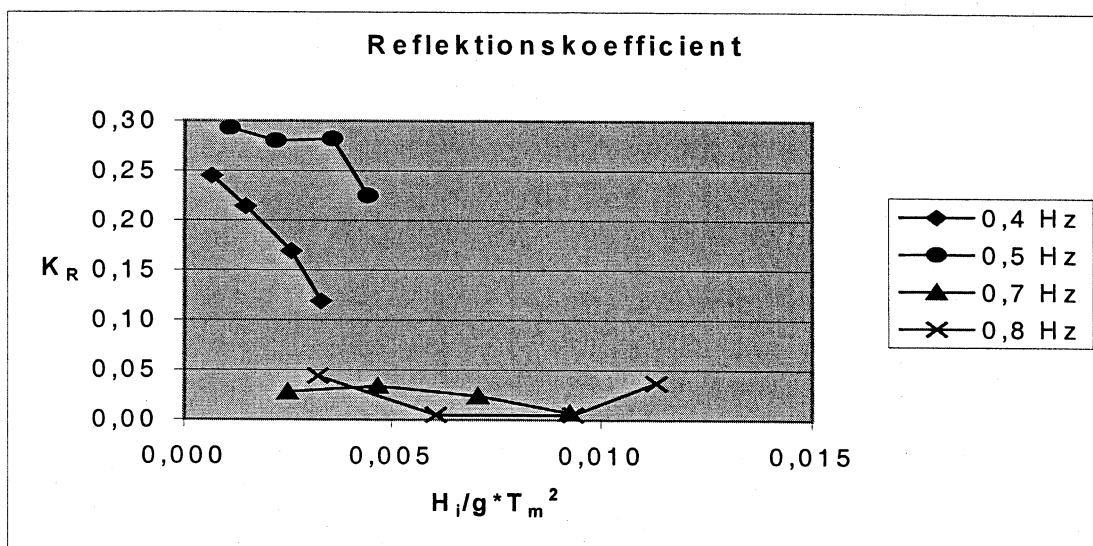
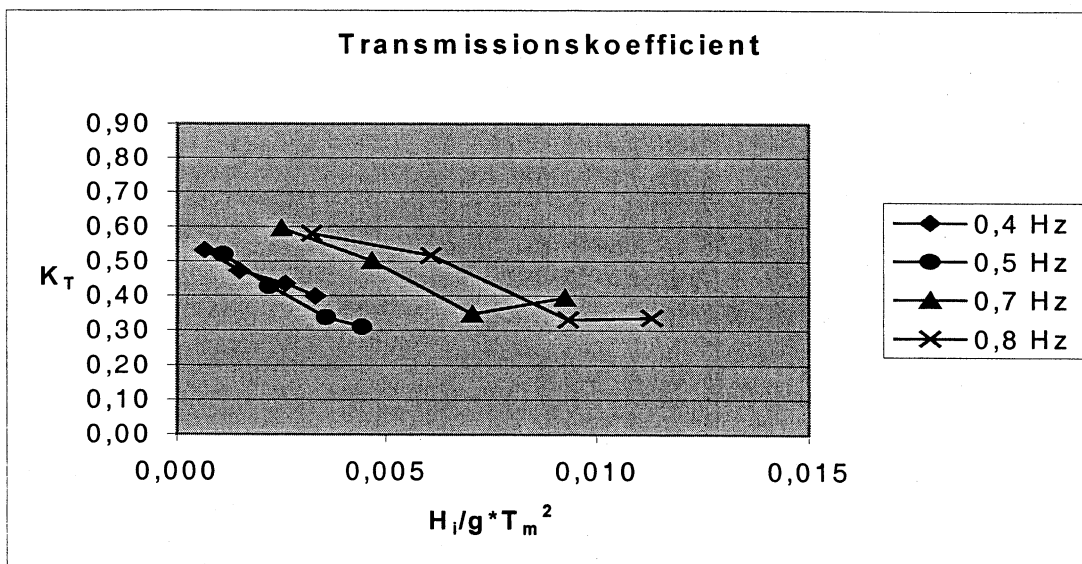
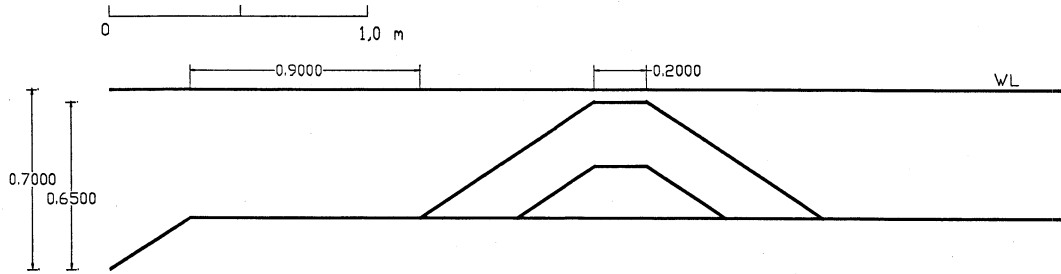
Försök d



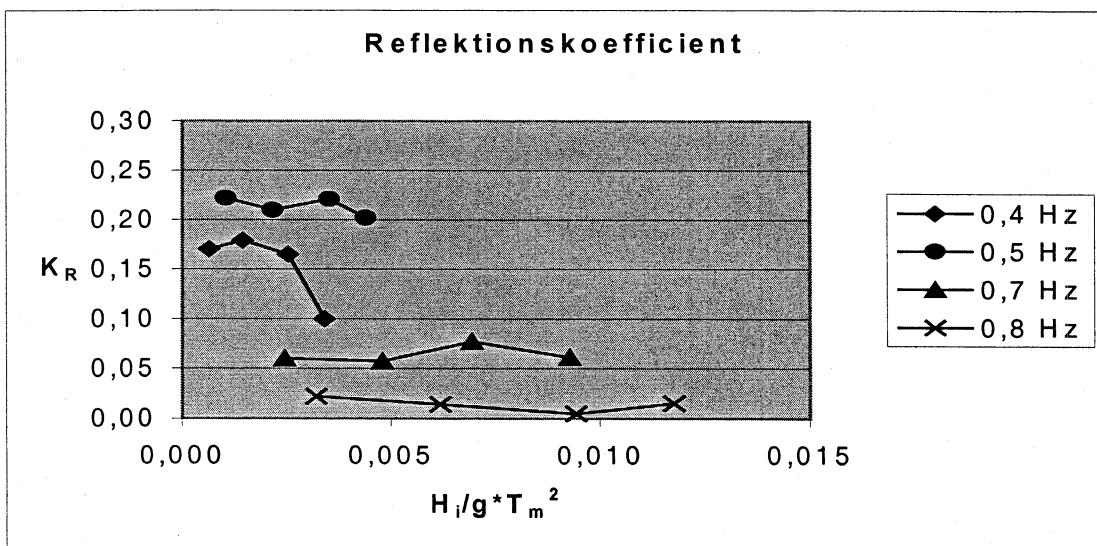
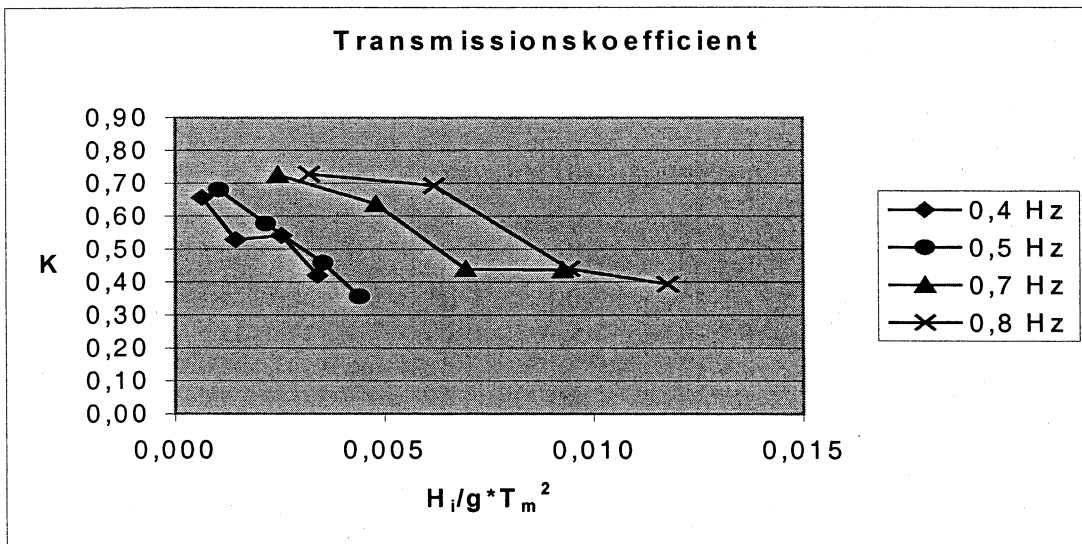
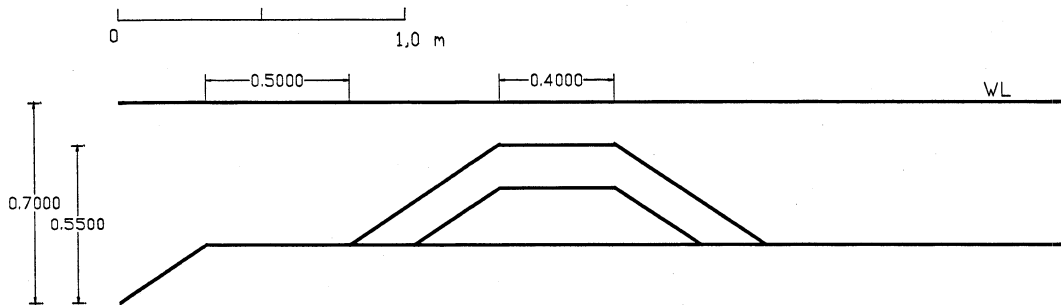
Försök e



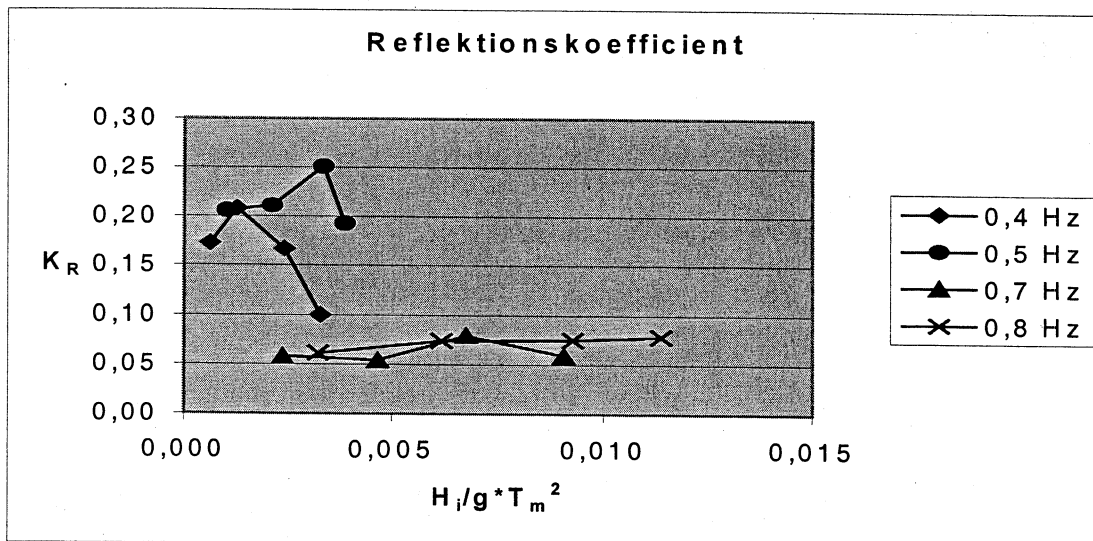
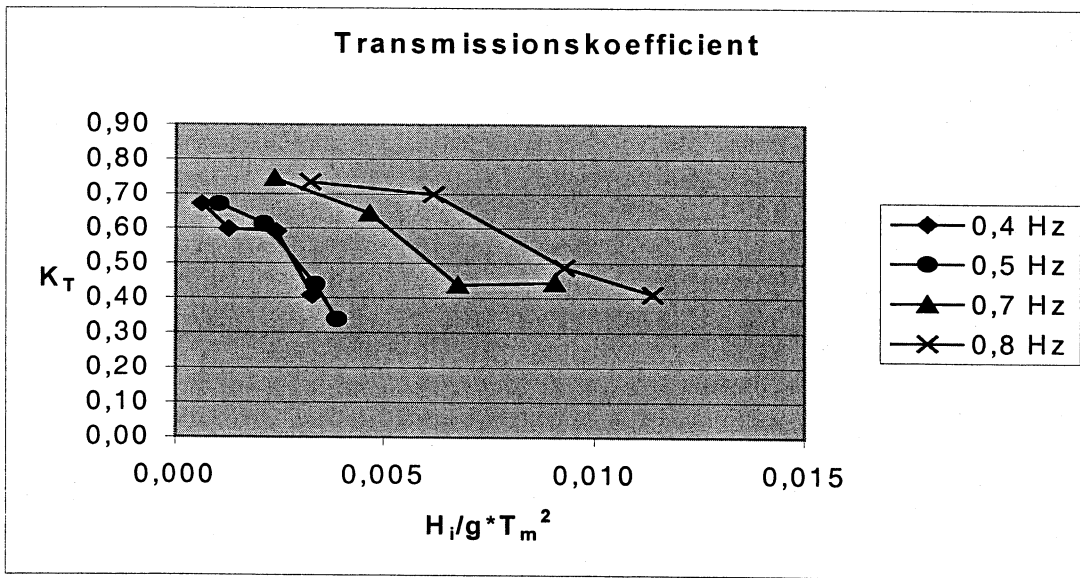
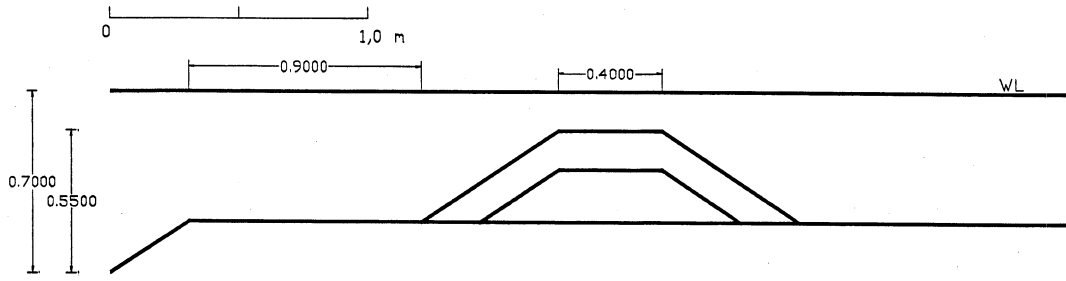
Försök f



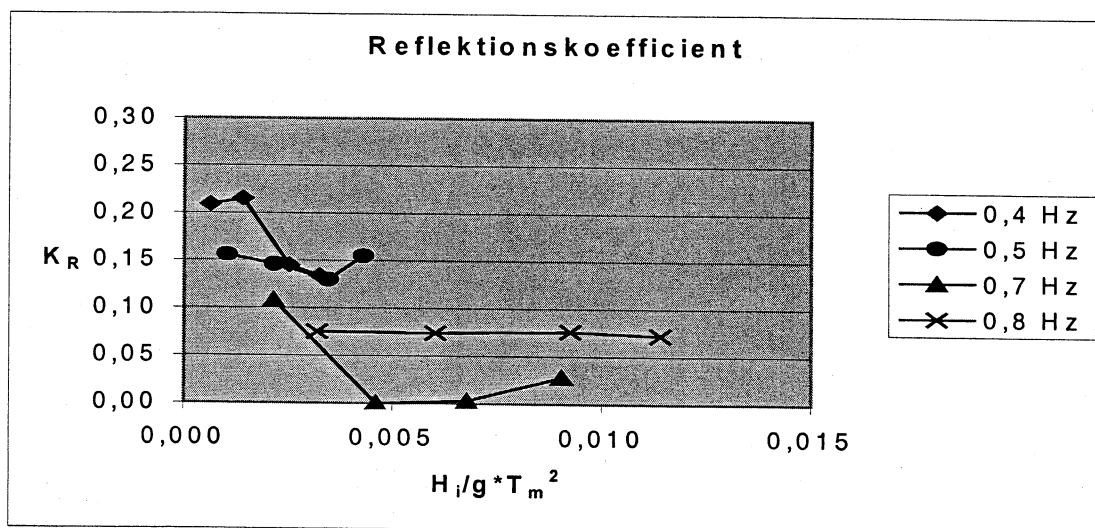
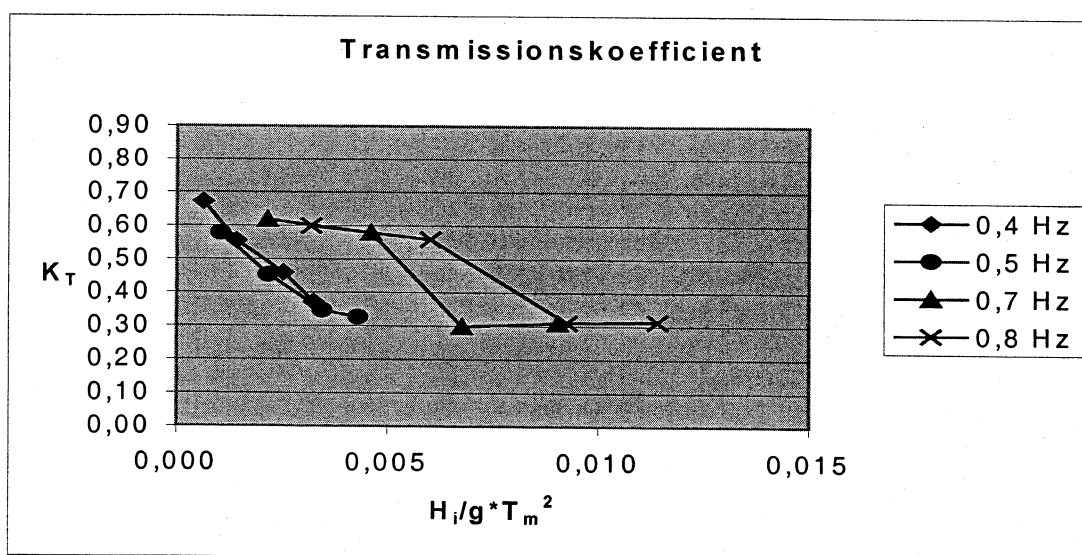
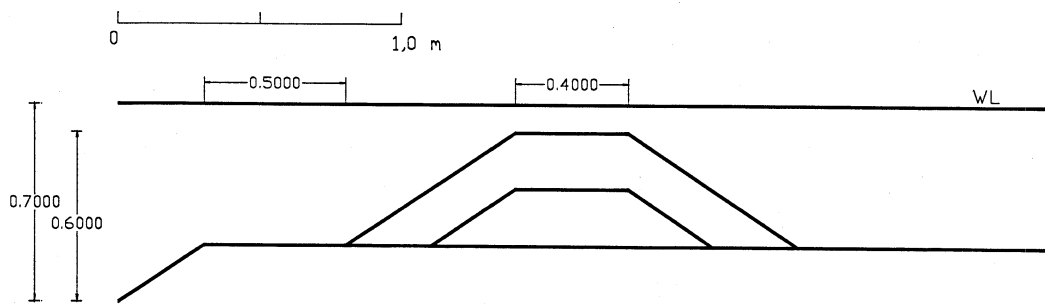
Försök g



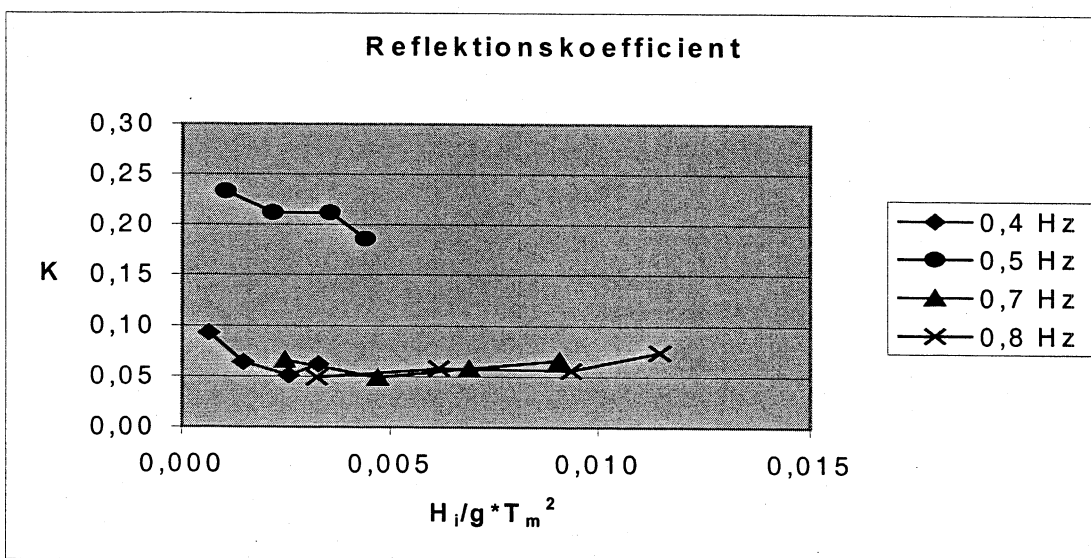
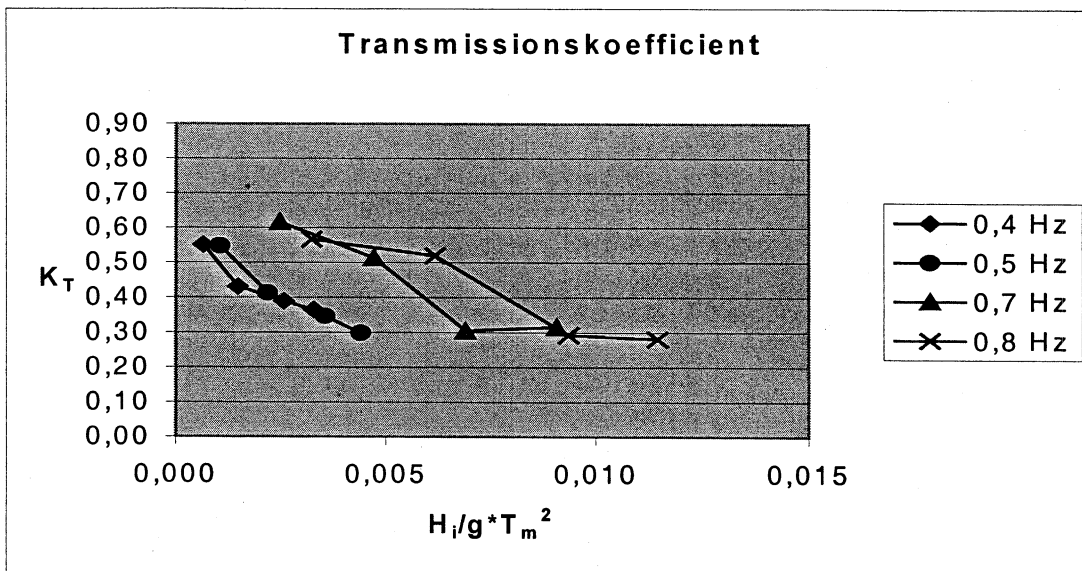
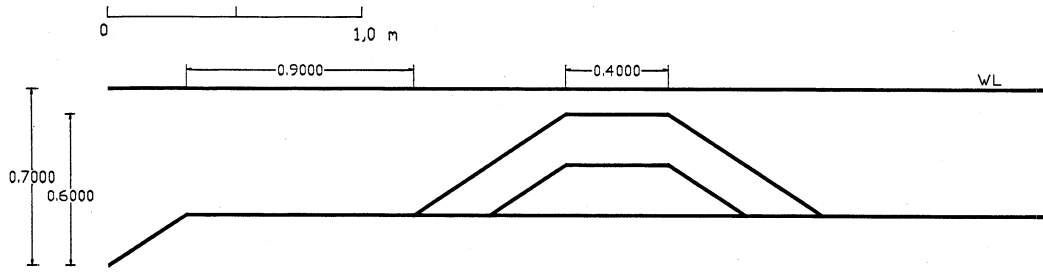
Försök h



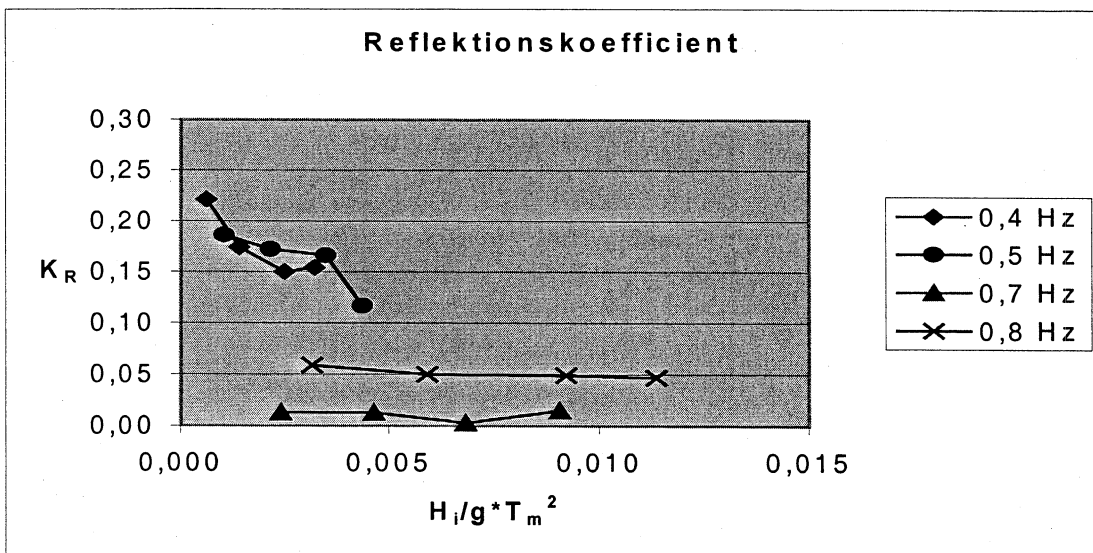
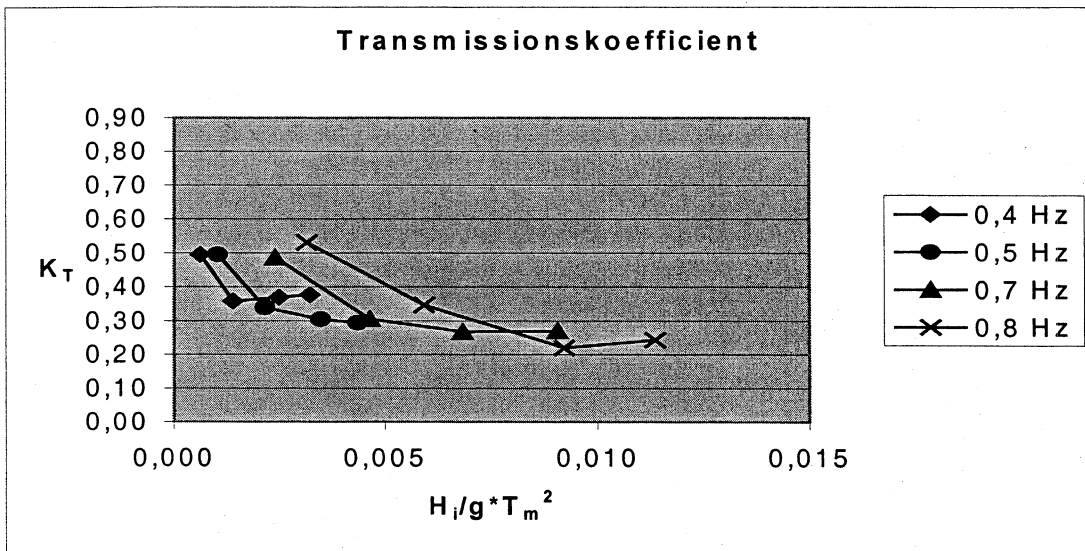
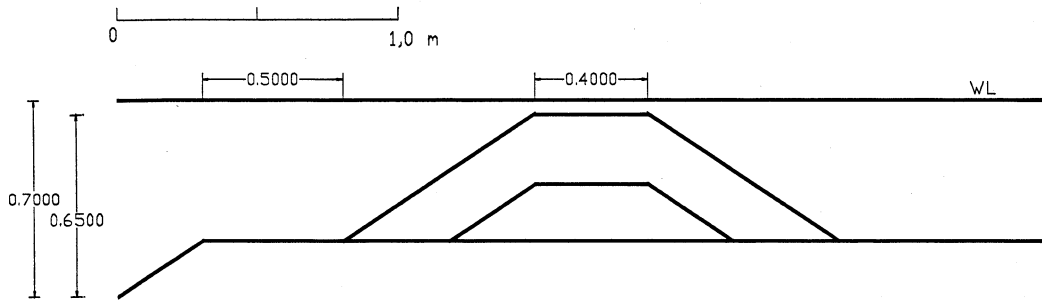
Försök i



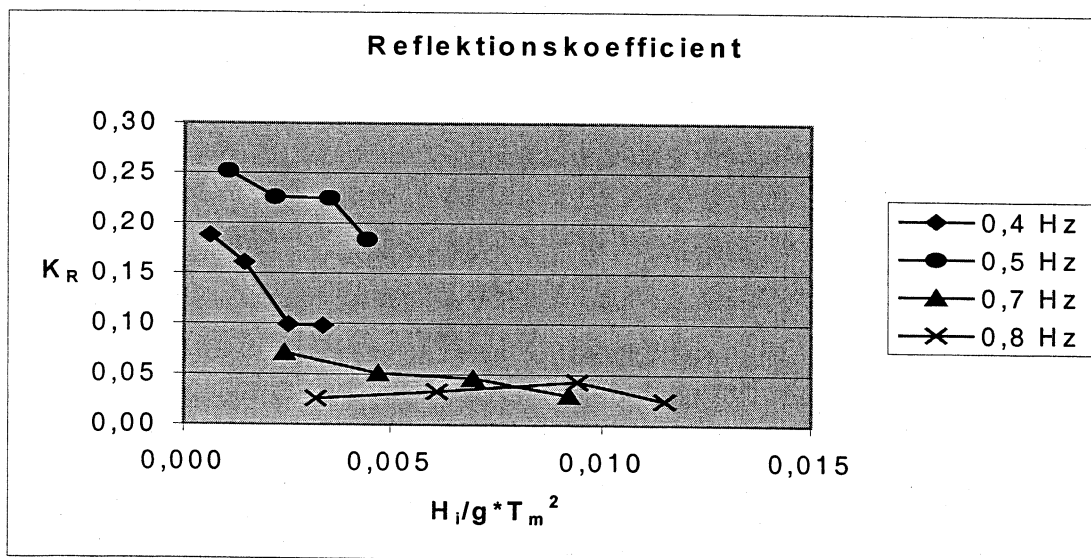
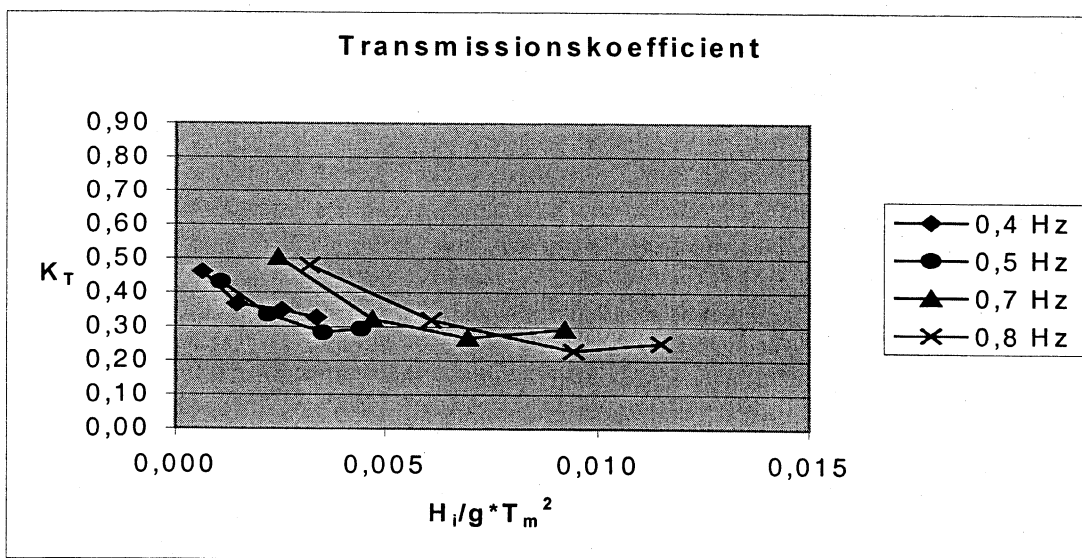
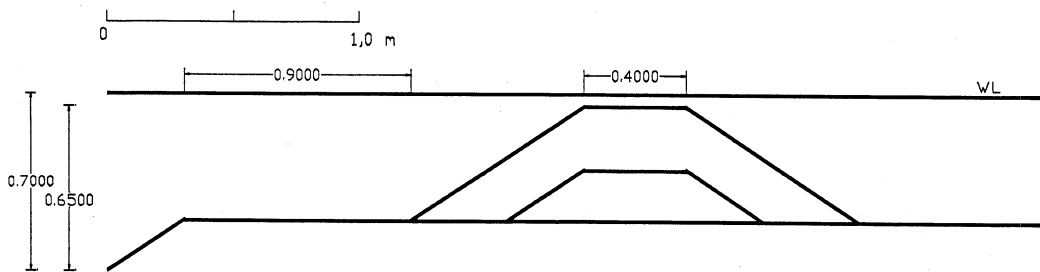
Försök j



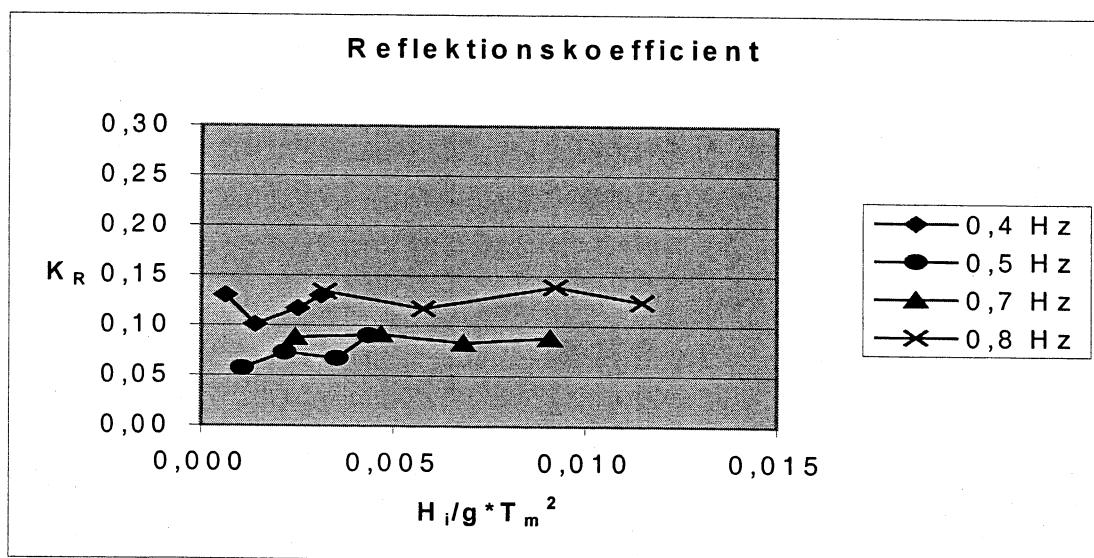
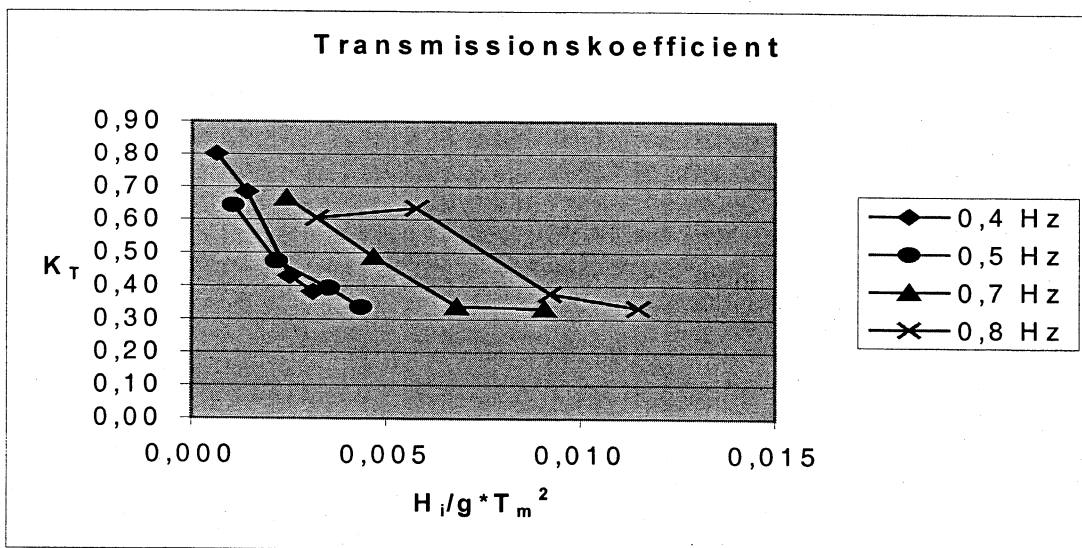
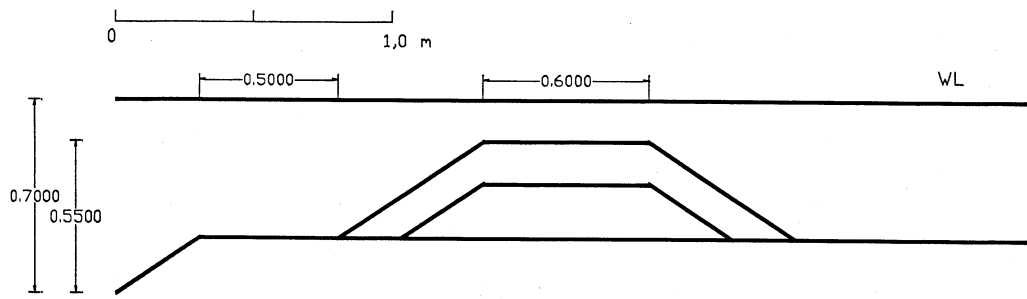
Försök k



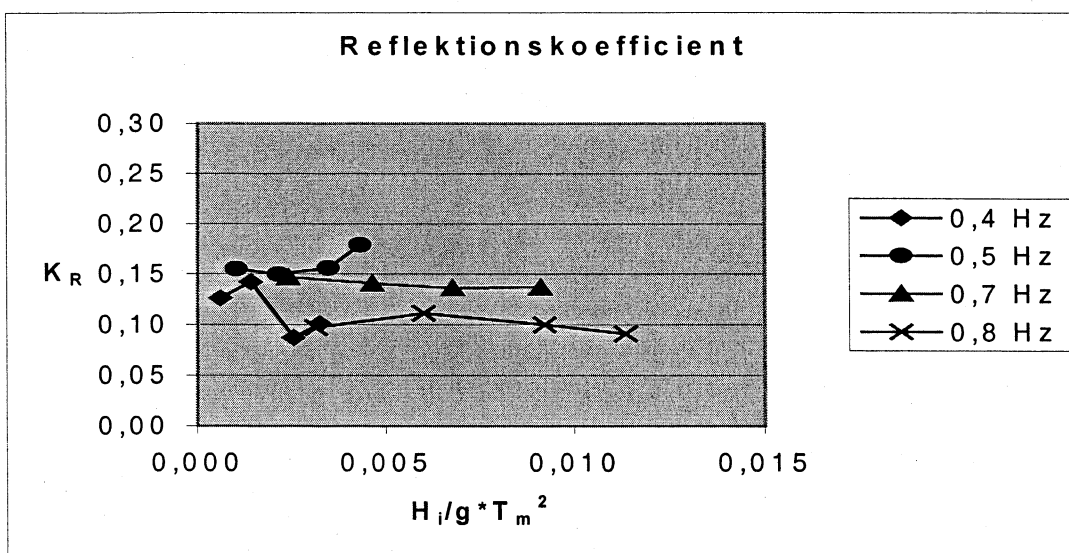
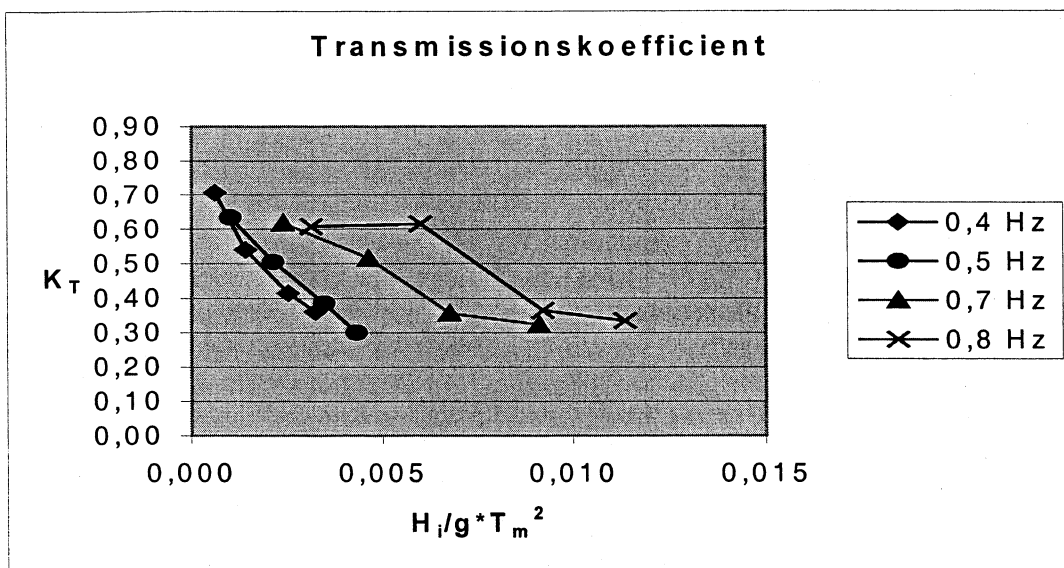
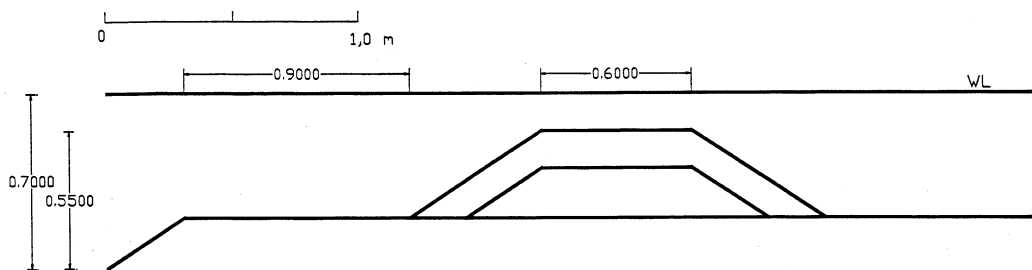
Försök I



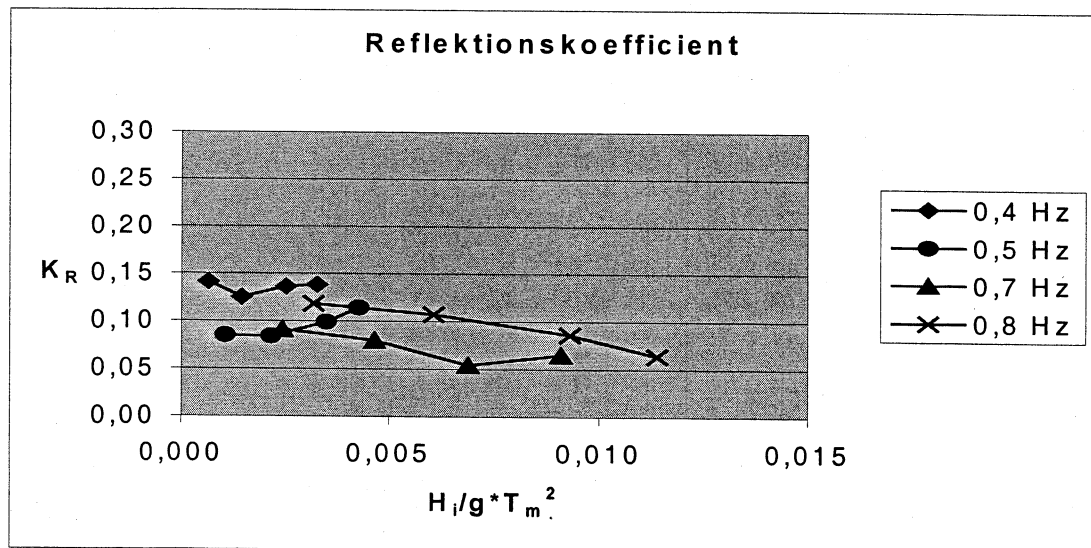
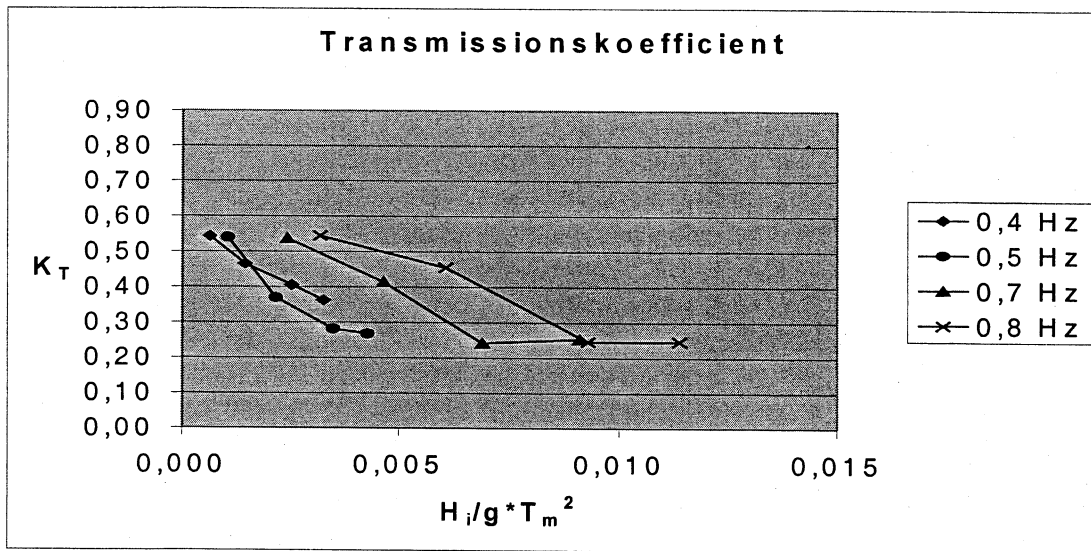
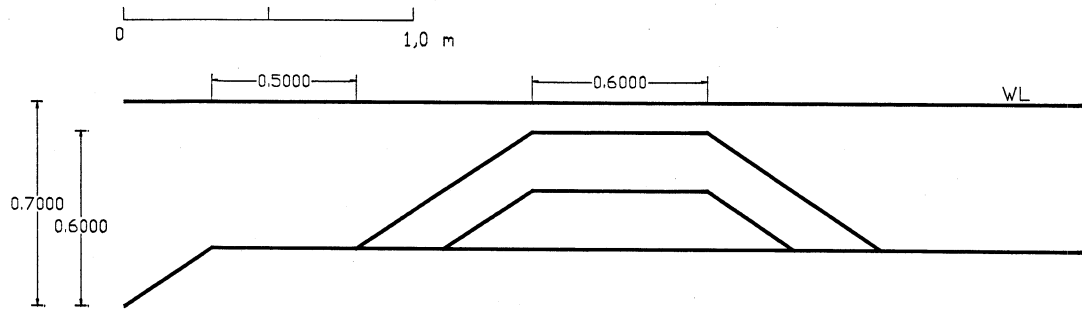
Försök m



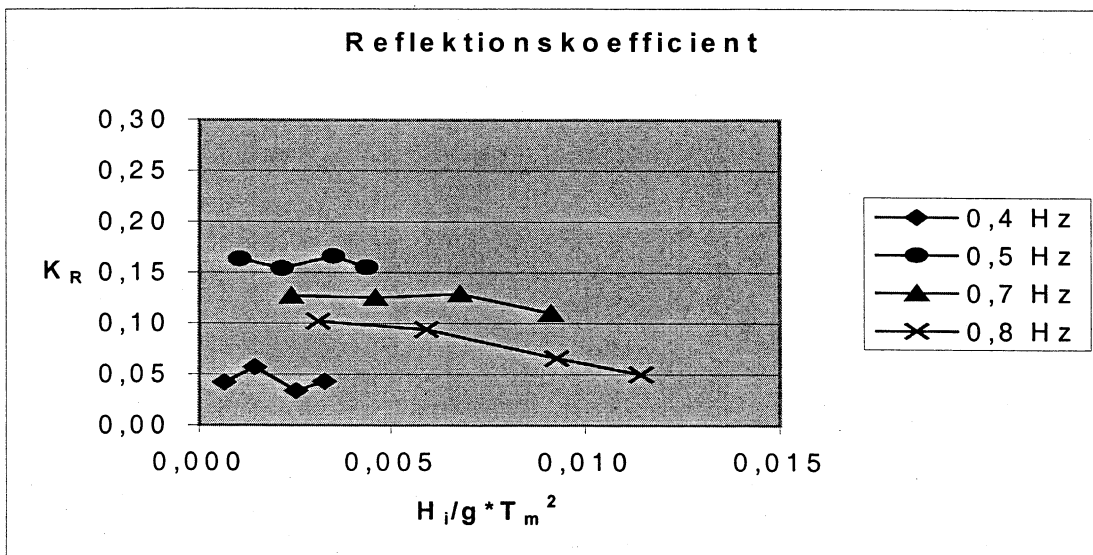
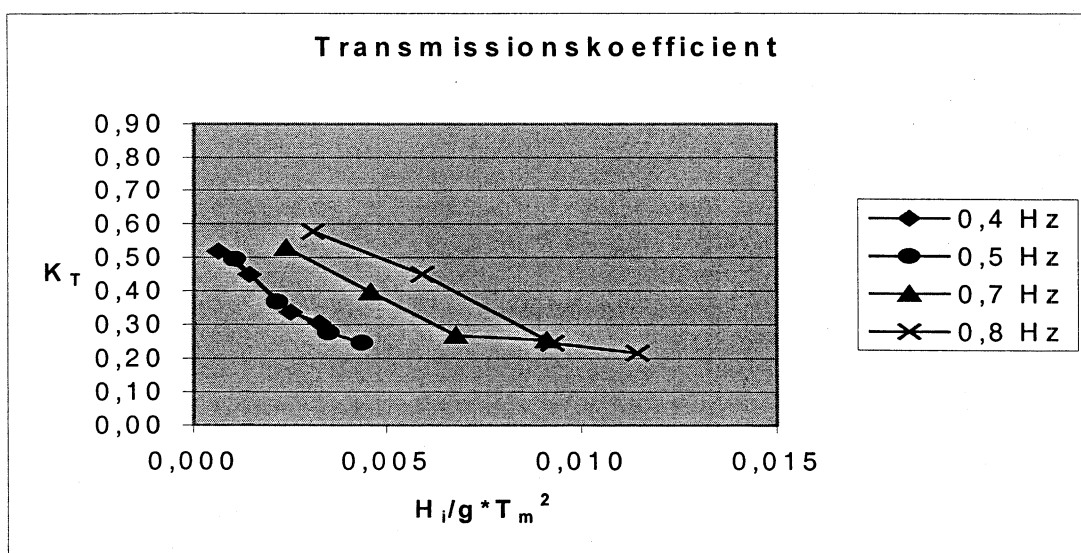
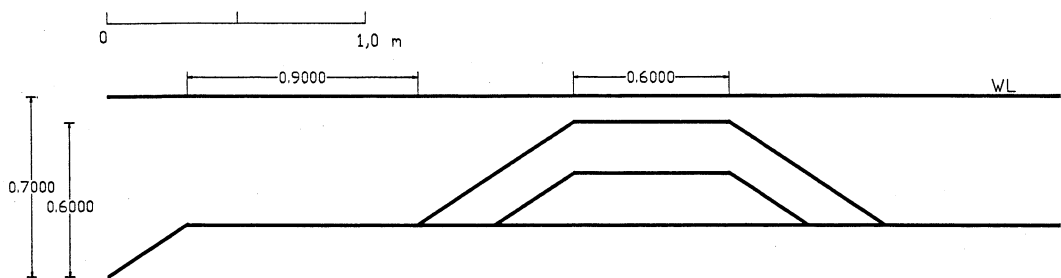
Försök n



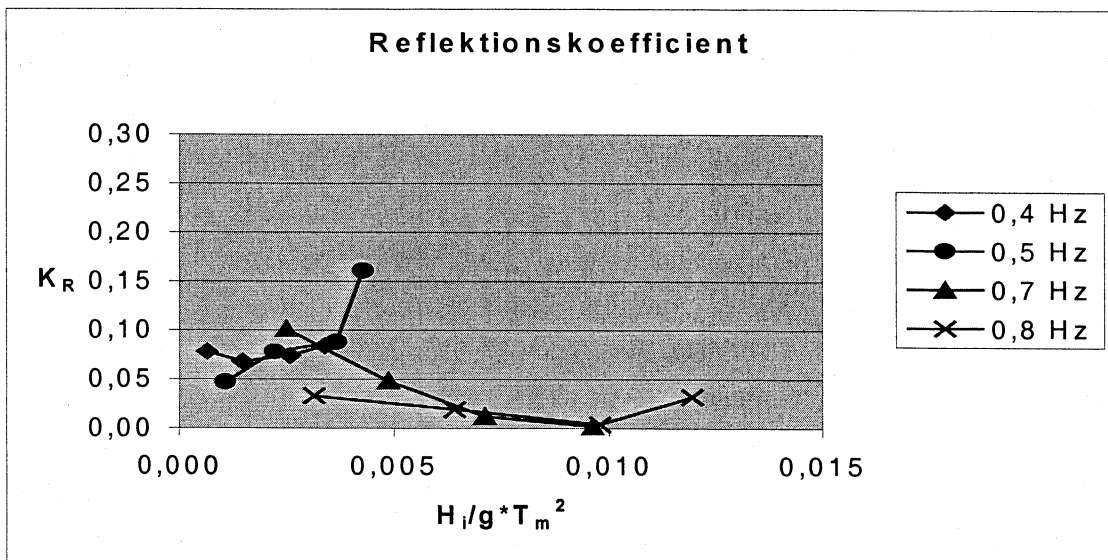
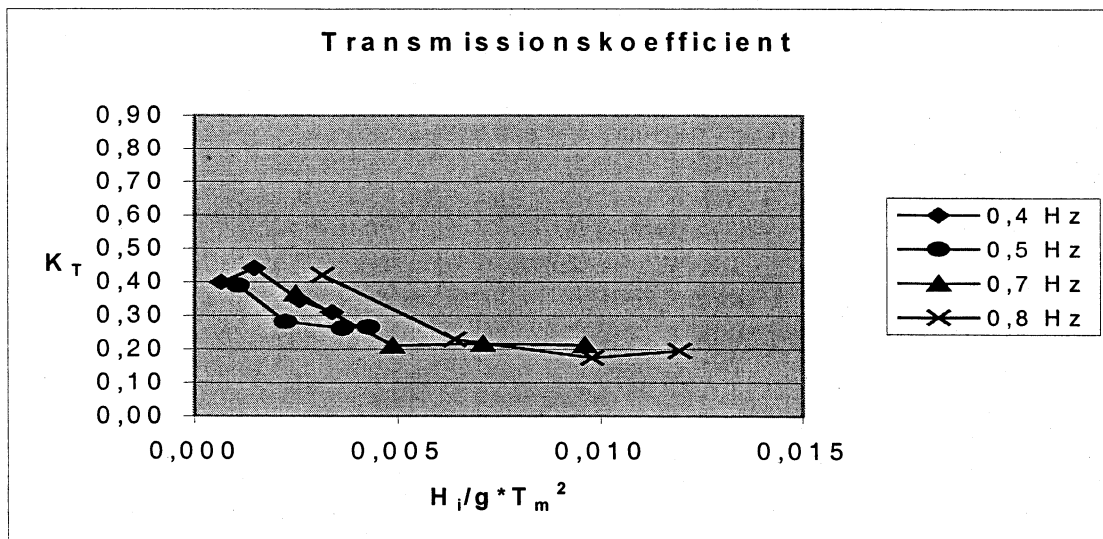
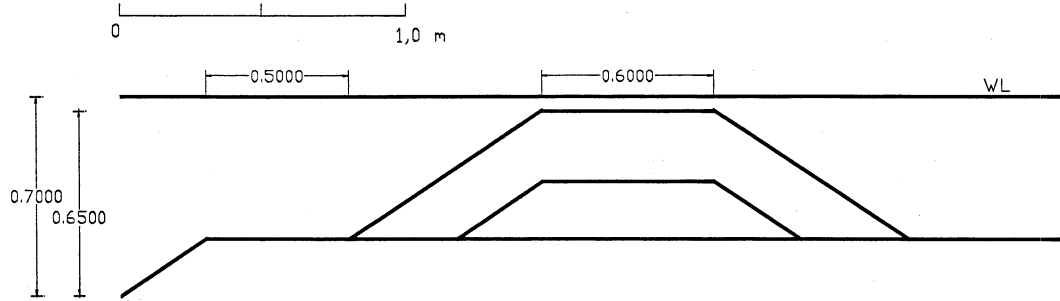
Försök o



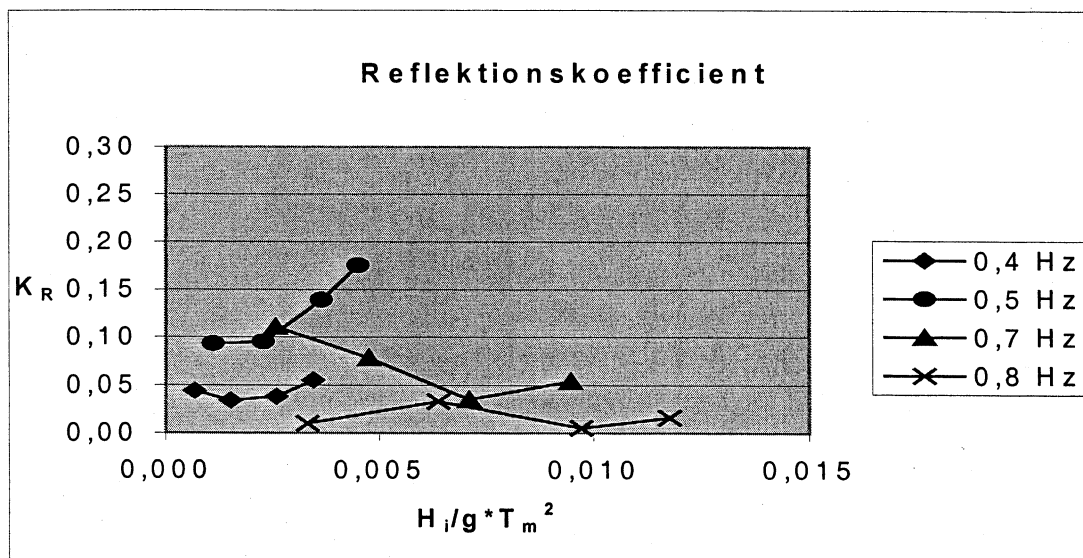
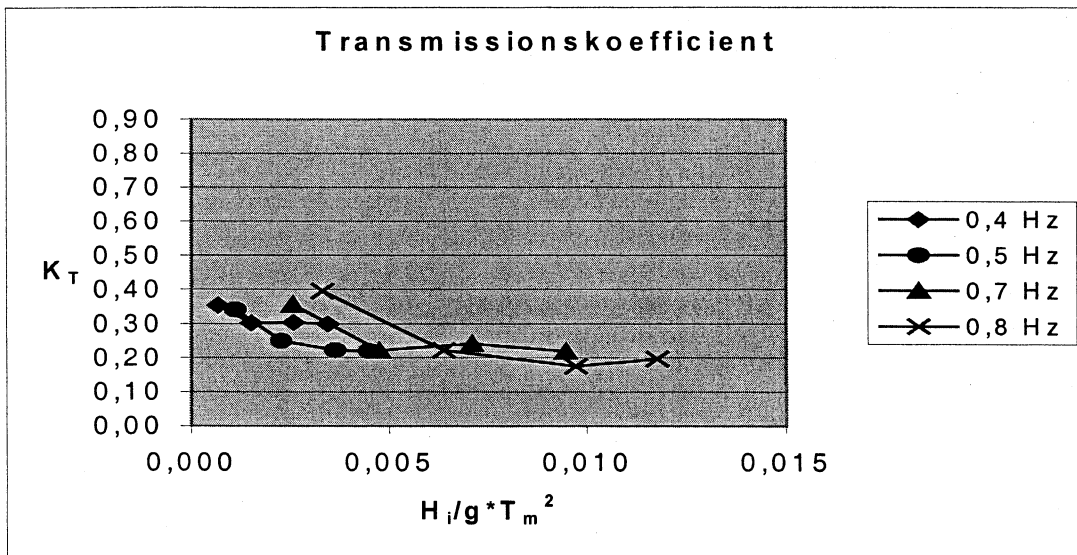
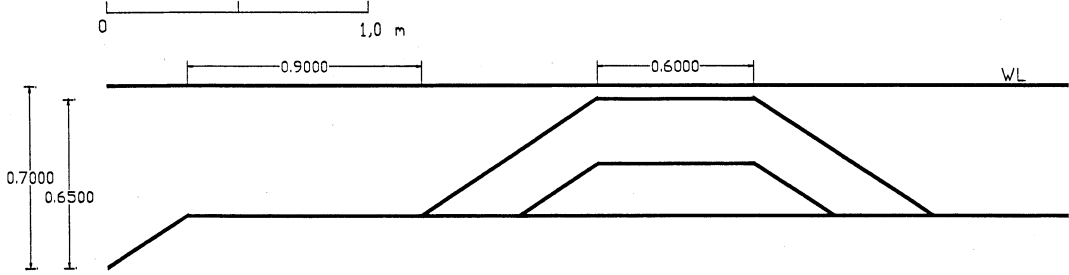
Försök p



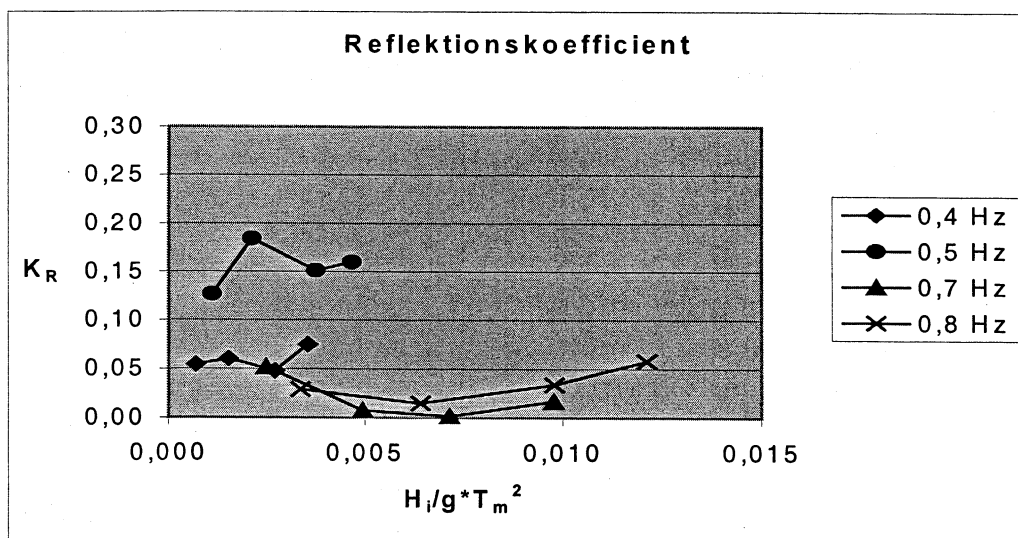
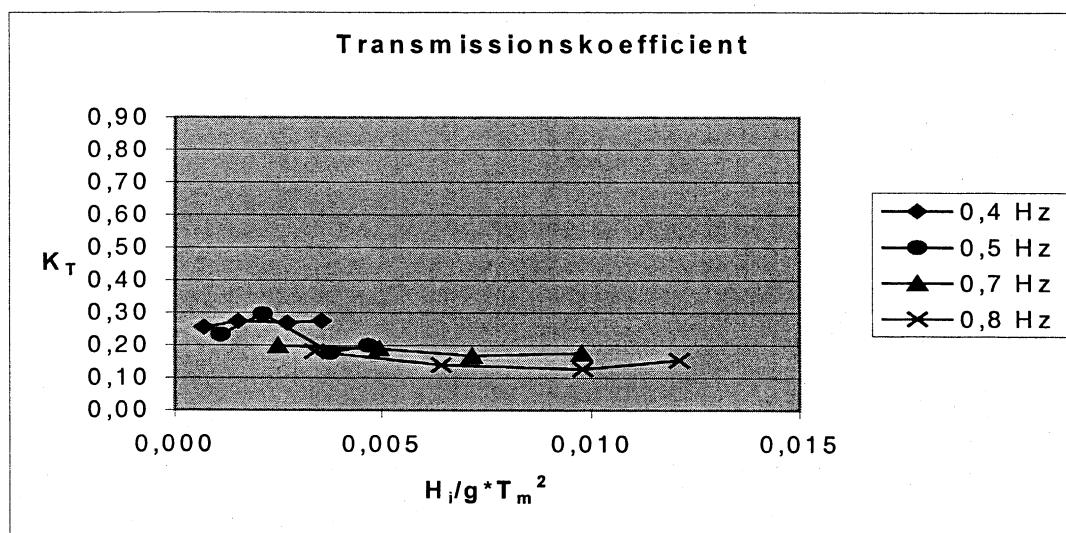
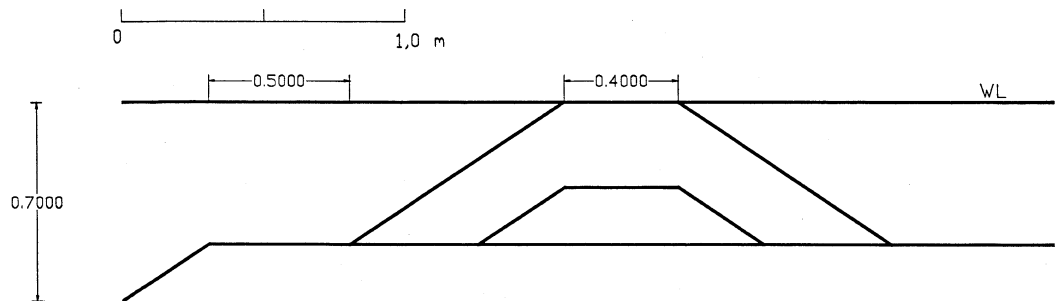
Försök q



Försök r



Försök s



Försök t

