



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Rapport om: Modelforsøg med forbedring af indsejlingen til Bagenkop Havn

august 1978

Larsen, Torben

Publication date:
1978

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Larsen, T. (1978). *Rapport om: Modelforsøg med forbedring af indsejlingen til Bagenkop Havn: august 1978*. Aalborg Universitetscenter, Inst. for Vand, Jord og Miljøteknik, Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Michael Damsgaard

**RAPPORT OM
MODELFORSØG MED FORBEDRING
AF INDSEJLINGEN TIL BAGENKOP HAVN
AUGUST 1978**

AALBORG UNIVERSITETSCENTER
LABORATORIET FOR HYDRAULIK OG HAVNEBYGNING
SOHNGÅRDHOLMSVEJ 57 DK-9000 AALBORG DANMARK

AALBORG UNIVERSITETSCENTER

INSTITUTTET FOR VAND, JORD OG MILJØTEKNIK

Sohngårdsholmsvej 57 DK-9000 Aalborg Danmark telefon (08) 142333

LABORATORIET FOR HYDRAULIK OG HAVNEBYGNING

Ingeniørdocent H. F. Burcharth

RAPPORT OM MODELFORSØG MED

FORBEDRING AF INDSEJLINGEN TIL BAGENKOP HAVN

AUGUST 1978

INDHOLDSFORTEGNELSE:

1. Indledning	side	1
2. Konklusion	side	2
3. Bølge- og vandstandsforhold ved Bagenkop havn .	side	3
4. Beskrivelse af model og modelforsøg	side	4
5. Måleresultater	side	5
6. Kommentarer til måleresultater	side	10

BILAGSFORTEGNELSE:

Oversigtsplan og placering af målepunkter	bilag nr.	1
-------------------------------------------	-----------	---

1. Indledning

På foranledning af Havnecon ApS har man for Sydlangeland kommune udført en række modelforsøg med bølgeuroen i Bagenkop havn med henblik på at vurdere konsekvenserne ved en afkortning af den nordre dækmole. Denne afkortning er ønsket af Langeland-Kiel Linien af hensyn til besejlingsforholdene.

Man har fra laboratoriets side, ved et møde på Bagenkop havn, haft lejlighed til at besigtige forholdene og diskutere problemerne med repræsentanter for kommune, færgeselskab og Havnecon ApS, og der har været afholdt en fremvisning af modelforsøgene i Aalborg, hvor samme repræsentanter var til stede. Ved udførelsen af modelforsøgene har desuden akademiingeniør Sven Aaen, Havnecon ApS direkte medvirket.

Herværende rapport er udarbejdet af civilingeniør Torben Larsen.

2. Konklusion

Undersøgelsens resultater fremgår af afsnit 5. Nedenstående er resumeret hovedpunkterne:

1. Det nuværende bølgeuroniveau i bassin III er relativt højt.
2. En mindre afkortning af nordmolen på f.eks. 15 m vil kun i meget begrænset omfang forøge bølgeuroen i den eksisterende, indre havn, herunder bassin III.
3. En sådan afkortning af nordmolen vil give en ikke helt uvæsentlig forøgelse af bølgeuroen ved færgeløbet, men det må bero på færge-selskabets skøn, om dette kan accepteres mod at få den ønskede forbedring af besejlingsforholdene.

3. Bølge- og vandstandsforhold ved Bagenkop havn

Det frie stræk ved Bagenkop havn er ret konstant 22-24 sømil i retnin-
ger fra S til WNW. Fra WNW (ca. 250° az) til NNW til N aftager det frie
stræk jævnt fra ca. 10 sømil til omkring 5 sømil.

Ved anvendelse af empiriske fritstrækdiagrammer kan man forvente neden-
stående bølgeforhold ud for havnen.

Retning	Vindstyrke			
	15 m/s		25 m/s	
	H_S m	T_S sec	H_S m	T_S sec
S-WNW	1,9	6,0	3,2	7,5
WNW-NNW til N	1,5	4,5	2,3	5,7

H_S er den signifikante bølgehøjde, defineret som den gennemsnitlige
højde af den største trediedel af bølgerne. H_S er normalt 1,60 gange
så høj som middelhøjden.

T_S er den signifikante bølgeperiode, defineret som den gennemsnitlige
bølgeperiode af den trediedel af bølgerne som har de længste perio-
der. T_S er normalt ca. 1,4 gange så stor som middelperioden.

Hvad angår vandstandsforholdene må generelt forventes, at vinde i den
vestlige sektor fra N til S giver lavvande ved Bagenkop. Med henvisning
til vurderinger foretaget af Dansk Hydraulisk Institut i forbindelse
med modelforsøg med vestre dækmole i 1972 skønnes, at vandstanden ved
vind i denne sektor af styrker på 15-25 m/sec vil være 0,5-1,0 m under
daglig vande. Dette sammenholdt med dybdeforholdene ud for havnen giver
dog næppe mærkbare ændringer af de før omtalte bølgeforhold ud over, at
man i helt ekstreme tilfælde med f.eks. storm fra W (30 m/sec) vil få
en mindre reduktion af den teoretisk beregnede bølgehøjde. Man skønner,
at den signifikante bølgehøjde formentlig aldrig vil overskride 3,0 m.

4. Beskrivelse af model og modelforsøg

Modellen blev opbygget i længdemålestoksforholdet 1:100.

Af praktiske grunde blev modellen opbygget med vandret bund, idet det simpelt kan eftervises, at denne afvigelse fra virkeligheden er uden betydning for måleresultaterne. Vanddybden i modellen blev af måletekniske grunde fastsat til 7 cm. Modellen blev iøvrigt opbygget med impermeable moler og således at reflektionsforholdene blev reproduceret bedst muligt, da dette erfaringsmæssigt er den vigtigste fejlkilde ved sådanne forsøg.

Samtlige opstillinger blev undersøgt for bølgeperioderne 4 sec, 5,8 sec og 7 sec omregnet til prototypeforhold.

I det følgende afsnit er måleresultaterne angivet. Man angiver her bølgehøjdekoefficientens variation over havneområdet. Bølgehøjdekoefficienten er et udtryk for den relative bølgehøjde og defineres som bølgehøjden i det aktuelle målepunkt divideret med den indkomne bølgehøjde umiddelbart foran havnemundingen

5. Måleresultater

Nedenstående er angivet samtlige måleresultater ved modelforsøgene.
Placering af angivne målepunkter fremgår af bilag nr. 1.

Forsøg nr. 1

Eksisterende forhold.

Bølger fra NW

Punkt	K			K middel
	T = 4 sec	T = 5,8 sec	T = 7 sec	
1	1,00	1,00	1,00	
2	0,93	0,35	0,67	0,65
3	0,40	0,68	0,86	0,65
4	0,31	0,48	0,17	0,40
5	0,79	0,12	0,66	0,52
6	0,40	0,32	0,68	0,47
7	0,29	0,15	0,54	0,33
8	0,58	0,14	0,59	0,44
9	0,54	0,32	0,29	0,38
10	0,40	0,12	0,25	0,26
11	0,27	0,13	0,28	0,23
12	0,32	0,13	0,59	0,35
13	0,10	0,17	0,16	0,14
14	0,09	0,10	0,22	0,14
15	0,27	0,09	0,36	0,24
16	0,19	0,15	0,70	0,35
17	0,07	0,11	0,20	0,13
18	0,27	0,26	0,29	0,27
19	0,36	0,16	0,30	0,27
20	0,15	0,11	0,05	0,10
21	0,13	0,09	0,05	0,09
22	0,04	0,09	0,05	0,06
23	0,06	0,04	0,05	0,05
24	0,11	0,04	0,03	0,06
25	0,08	0,07	0,07	0,08
26	0,13	0,14	0,02	0,10
27	0,16	0,10	0,04	0,10
28	0,19	0,13	0,09	0,14
29	0,23	0,21	0,09	0,18

Forsøg nr. 2

Nordre mole afkortet med 25 m og nyt molehoved etableret.
Bølger fra NW

Punkt	K			
	T = 4 sec	T = 5,8 sec	T = 7 sec	middel
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,60	0,45	1,20	0,75
3	0,39	0,74	1,43	0,85
4	0,28	0,67	0,76	0,57
5	0,97	0,19	1,24	0,80
6	0,51	0,20	0,63	0,45
7	0,45	0,38	0,27	0,37
8	0,21	0,28	0,39	0,29
9	0,36	0,27	0,51	0,38
10	0,31	0,23	0,68	0,41
11	0,22	0,22	0,63	0,36
12	0,24	0,15	0,51	0,30
13	0,10	0,39	0,28	0,26
14	0,13	0,12	0,29	0,18
15	0,13	0,13	0,28	0,18
16	0,15	0,15	0,63	0,31
17	0,10	0,10	0,12	0,11
18	0,25	0,18	0,50	0,31
19	0,15	0,15	0,37	0,22
20	0,07	0,21	0,04	0,11
21	0,07	0,24	0,04	0,12
22	0,06	0,15	0,07	0,09
23	0,05	0,06	0,08	0,06
24	0,06	0,06	0,12	0,08
25	0,07	0,09	0,22	0,13
26	0,08	0,16	0,15	0,13
27	0,08	0,14	0,06	0,09
28	0,10	0,12	0,20	0,14
29	0,18	0,20	0,22	0,20

Forsøg nr. 3

Nordre mole afkortet med 15 m, intet molehoved.
Bølger fra NW.

Punkt				K
	T = 4 sec	T = 5,8 sec	T = 7 sec	middel
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,60	0,33	1,13	0,69
3	0,28	0,72	1,26	0,75
4	0,17	0,65	0,44	0,42
5	0,48	0,23	1,11	0,61
6	0,32	0,30	0,61	0,41
7	0,31	0,29	0,22	0,27
8	0,15	0,18	0,37	0,23
9	0,40	0,31	0,54	0,42
10	0,26	0,15	0,10	0,17
11	0,23	0,18	0,34	0,25
12	0,23	0,19	0,70	0,37
13	0,13	0,19	0,32	0,21
14	0,12	0,14	0,49	0,25
15	0,13	0,13	0,42	0,23
16	0,16	0,25	0,73	0,38
17	0,12	0,18	0,31	0,20
18	0,13	0,34	0,27	0,25
19	0,20	0,18	0,23	0,23

Forsøg nr. 4

Nordre mole drejet mod nord på yderste 50 m, således at et nyt molehoved ligger 75 m NE for molehoved på vestmole.
Bølger fra NW.

Punkt				K
	T = 4 sec	T = 5,8 sec	T = 7 sec	middel
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,86	0,23	0,93	0,67
3	0,31	0,67	1,14	0,71
4	0,23	0,46	0,36	0,35
5	0,62	0,14	0,89	0,55
6	0,30	0,32	0,58	0,40
7	0,33	0,19	0,27	0,26
8	0,23	0,13	0,30	0,22
9	0,26	0,27	0,39	0,31
10	0,25	0,25	0,16	0,22
11	0,17	0,23	0,27	0,22
12	0,18	0,26	0,50	0,31
13	0,17	0,18	0,20	0,18
14	0,15	0,04	0,24	0,14
15	0,13	0,11	0,30	0,18
16	0,21	0,18	0,61	0,33
17	0,15	0,15	0,20	0,17
18	0,18	0,21	0,32	0,24
19	0,20	0,14	0,30	0,21

Forsøg nr. 5 (Bølgeforholdene ved færgelæjet)

Eksisterende forhold. Bølger fra WNW

punkt				K
	T = 4 sec	T = 5,8 sec	T = 7 sec	middel
30	0,32	0,17	0,13	0,21
31	0,28	0,15	0,19	0,21
32	0,37	0,23	0,18	0,26
33	0,27	0,42	0,06	0,25

30-33	0,31	0,24	0,14	0,23

Forsøg nr. 6 (Bølgeforholdene ved færgelæjet)

Nordre mole afkortet med 25 m og nyt molehoved etableret.

Bølger fra WNW

punkt				K
	T = 4 sec	T = 5,8 sec	T = 7 sec	middel
30	0,62	0,18	0,15	0,32
31	0,65	0,13	0,16	0,31
32	0,55	0,61	0,27	0,48
33	0,67	0,64	0,19	0,50

30-33	0,62	0,39	0,19	0,40

Forsøg nr. 7 (Bølgeforholdene ved færgelæjet)

Nordre mole afkortet med 15 m og intet molehoved.

Bølger fra WNW

punkt				K
	T = 4 sec	T = 5,8 sec	T = 7 sec	middel
30	0,38	0,09	0,12	0,20
31	0,32	0,14	0,17	0,21
32	0,21	0,61	0,24	0,35
33	0,96	0,82	0,23	0,67

30-33	0,47	0,42	0,19	0,36

Forsøg nr. 8 (Bølgeforholdene ved færgelæjet)

Nordre mole afkortet med 15 m og nyt molehoved etableret.

Bølger fra WNW

punkt				K
	T = 4 sec	T = 5,8 sec	T = 7 sec	middel
30	0,31	0,25	0,26	0,27
31	0,16	0,23	0,27	0,22
32	0,58	0,46	0,33	0,46
33	0,23	0,59	0,30	0,37

30-33	0,32	0,38	0,29	0,33

Forsøg nr. 9 (Bølgeforholdene ved færgelejet)

Nordre mole drejet mod N, således at et nyt molehoved ligger 75 m NE for molehovedet på vestmole.

Bølger fra WNW

punkt	K			
	T = 4 sec	T = 5,8 sec	T = 7 sec	middel
30	0,56	0,21	0,17	0,31
31	0,38	0,20	0,15	0,24
32	0,74	0,58	0,25	0,52
33	0,10	0,70	0,19	0,33

30-33	0,45	0,42	0,19	0,35

6. Kommentarer til måleresultater

Man ser af resultaterne, at havnens østligste bassin (bassin III) har de største bølgehøjdekoefficienter og dermed den største bølgeuro. Bølgeuroen forekommer generelt set at ligge på et relativt højt niveau. Ved en nyanlagt lystbådehavn ville man formentlig tilstræbe et niveau på omkring halvdelen til en trediedel af det man ser i dette bassin. Samler man resultaterne ved at tage gennemsnittet for de enkelte kajstrækninger fås følgende:

Bassin III

	eksisterende forhold	N-mole afkortet 25 m, nyt molehoved	N-mole afkortet 15 m, intet molehoved	N-mole, yderste del flyttet mod N
NW-kaj	0,30	0,38	0,28	0,25
NE-kaj	0,24	0,31	0,28	0,24
SE-kaj	0,24	0,22	0,29	0,22
SW-kaj	0,22	0,21	0,23	0,22

Man bemærker her, at en afkortning af molen, som forventet, vil forøge bølgeuroen. Forøgelsen er dog relativt lille og man skønner, at det i praksis ville være vanskeligt visuelt i bassinet at konstatere ændringen. Man skal imidlertid pege på, at en afkortning af molen desuden vil forøge den vindsektor, som giver bølgeuro. Dvs. der må forventes en vis forøgelse af hyppigheden af generende bølgeuro. Men en mindre afkortelse af molen med 15 m må alt i alt skønnes at medføre en meget begrænset forøgelse af bølgeuroen på i værste fald 20%.

En flytning af nordmolens yderste del indebærer som ventet, at de nuværende forhold kan opretholdes eller forbedres svagt.

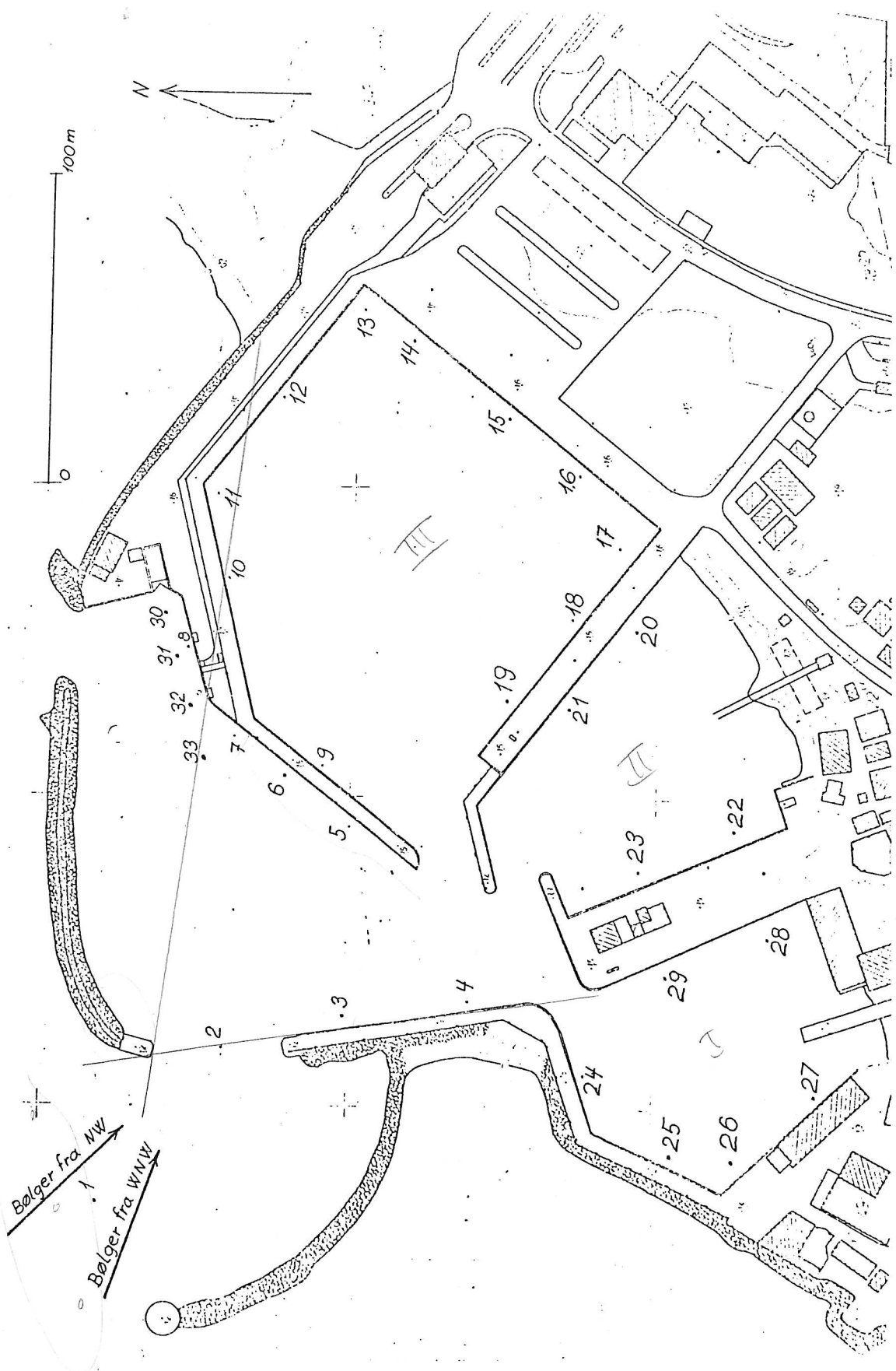
For færgeløjets vedkommende har undersøgelsen kun været af mere orienterende art, idet der henvises til den tidligere, grundigere undersøgelse fra 1968, foretaget af Dansk Hydraulisk Institut, som bl.a. omfattede modellforsøg med skibsbevægelser i færgeløjet. For færgeløjets vedkommende vil det imidlertid være en mere vestlig retning, som er kritisk, og man valgte en bølgeretning fra WNW til belysning af forholdene for færgeren. Resultaterne kan sammenfattes således:

Eksisterende forhold 0,23

N-mole afkortet med 25 m, nyt molehoved	0,40
N-mole afkortet med 15 m, intet molehoved	0,36
N-mole afkortet med 15 m, nyt molehoved	0,33
N-mole, yderste del flyttet mod N	0,35

Man bemærker her en forøgelse på en trediedel, såfremt molen afkortes med 15 m. Af afsnit 5 ses desuden at forøgelsen er størst ved de små bølgeperioder. Man må derfor forvente en mærkbar forøgelse af uroen omkring færgeløjet ved de moderate til kraftige vindstyrker (f.eks. 10-20 m/s) medens man ved de helt ekstreme situationer, hvor færgen formentlig ikke er i drift, kun får en relativ lille ændring. En nøjere afklaring af denne problemstilling ville kræve modelforsøg af samme omfang, som tidligere udført af Dansk Hydraulisk Institut og måtte omfatte modelforsøg med skibsbevægelserne, hvilket er et væsentligt mere langvarigt og omkostningskrævende forsøg. I den aktuelle situation ville det formentlig være rimeligst om fergeselskabet foretog afvejningen af, om man ønsker en vis forøgelse af bølgehøjden ved færgeløjet, som ovenfor beskrevet, for derved at opnå en påkrævet forbedring af besejlingsforholdene.

Man skal afslutningsvis pege på, at både de nuværende bølgeuroforhold, især i bassin III, og besejlingsforholdene for færgen på længere sigt vil kræve større ændringer end den påtænkte afkortning af nordmolen, såfremt man ønsker disse forhold bragt på et niveau, som man ville anvende ved nyanlæg af havne i dag.



Bagenkop havn

Modelforsøg med bølgeuro

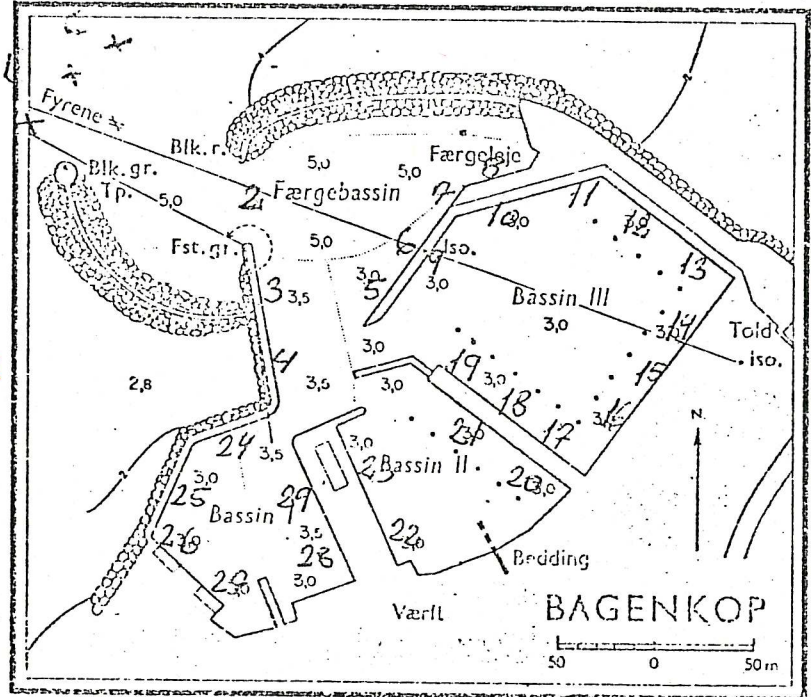
Oversigtsplan og placering af målepunkter

BILAG NR. 1

Modelforsøg, bølgeuro.

Dato: 20.06.78

Øret: Bhaen



Eksisterende Kørn
Bølgeur N.W.

= 6 cm
model
ilesok vandret
100

shel
ledes
ring
lge
de.

	målehid 20sek		Modelhid 25sek		Modelhid 25sek		K	
	St	K	St	K	St	K		
	$4,00 = T_N = 1/50 \text{ sek}$		$T_N = 5,8 \text{ sek}$		$2,5 \text{ sek} = T_N = 1/40 \text{ sek}$			
	$3,25 = T_M = 1/6,5 \text{ sek}$		$T_M = 5,1 \text{ sek}$		$6,5 \text{ sek} = T_M = 1/37,5 \text{ sek}$			
A	1,95	2,23	2,20	2,19	2,20	2,38		
B	1,31	1,76	1,65	1,82	2,36	2,33		
C	1,22	1,99	1,70	1,63	2,34	2,14		
1	1,84	1,00	1,91	1,00	2,44	1,00		
2	1,71	0,93	0,66	0,35	1,62	0,69	0,65	0,59
3	0,74	0,40	1,29	0,62	2,15	0,86	0,65	
4	0,58	0,21	0,91	0,48	0,42	0,14	0,40	0,44
5	1,45	0,79	0,22	0,12	1,64	0,66	0,52	
6	0,73	0,40	0,62	0,32	1,70	0,62	0,44	0,25
7	0,54	0,29	0,22	0,15	1,34	0,57	0,33	
8	1,02	0,58	0,24	0,14	1,44	0,57	0,44	0,08
9	1,00	0,54	0,61	0,32	0,73	0,32	0,38	
10	0,73	0,40	0,22	0,12	0,63	0,25	0,26	0,11
11	0,49	0,34	0,25	0,13	0,70	0,28	0,23	
12	0,59	0,32	0,24	0,13	1,46	0,59	0,35	0,06
13	0,73	0,10	0,33	0,14	0,41	0,16	0,14	
14	0,79	0,09	0,19	0,10	0,55	0,22	0,14	0,02
15	0,50	0,27	0,18	0,09	0,90	0,36	0,24	
16	0,35	0,19	0,29	0,15	1,25	0,70	0,35	0,02
17	0,13	0,04	0,21	0,11	0,59	0,20	0,13	
18	0,50	0,24	0,50	0,26	0,71	0,39	0,29	0,02
19	0,64	0,36	0,30	0,16	0,75	0,30	0,24	
20	0,24	0,13	0,21	0,11	0,13	0,08	0,10	0,02
21	0,33	0,13	0,14	0,09	0,12	0,05	0,09	
22	0,04	0,04	0,12	0,09	0,12	0,05	0,06	0,02
23	0,11	0,06	0,08	0,04	0,12	0,05	0,05	
24	0,20	0,11	0,07	0,04	0,07	0,03	0,06	0,02
25	0,14	0,08	0,13	0,07	0,12	0,07	0,08	
26	0,23	0,13	0,24	0,14	0,06	0,02	0,10	0,02
27	0,29	0,16	0,20	0,10	0,11	0,07	0,40	
28	0,35	0,11	0,24	0,13	0,23	0,09	0,14	0,02
29	0,42	0,23	0,40	0,21	0,23	0,09	0,18	