



Rapport om: Modelforsøg med bølgeuro i Grenå Fiskerihavn

november 1979

Larsen, Torben

Publication date:
1979

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Larsen, T. (1979). *Rapport om: Modelforsøg med bølgeuro i Grenå Fiskerihavn: november 1979*. Aalborg Universitetscenter, Inst. for Vand, Jord og Miljøteknik, Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning.

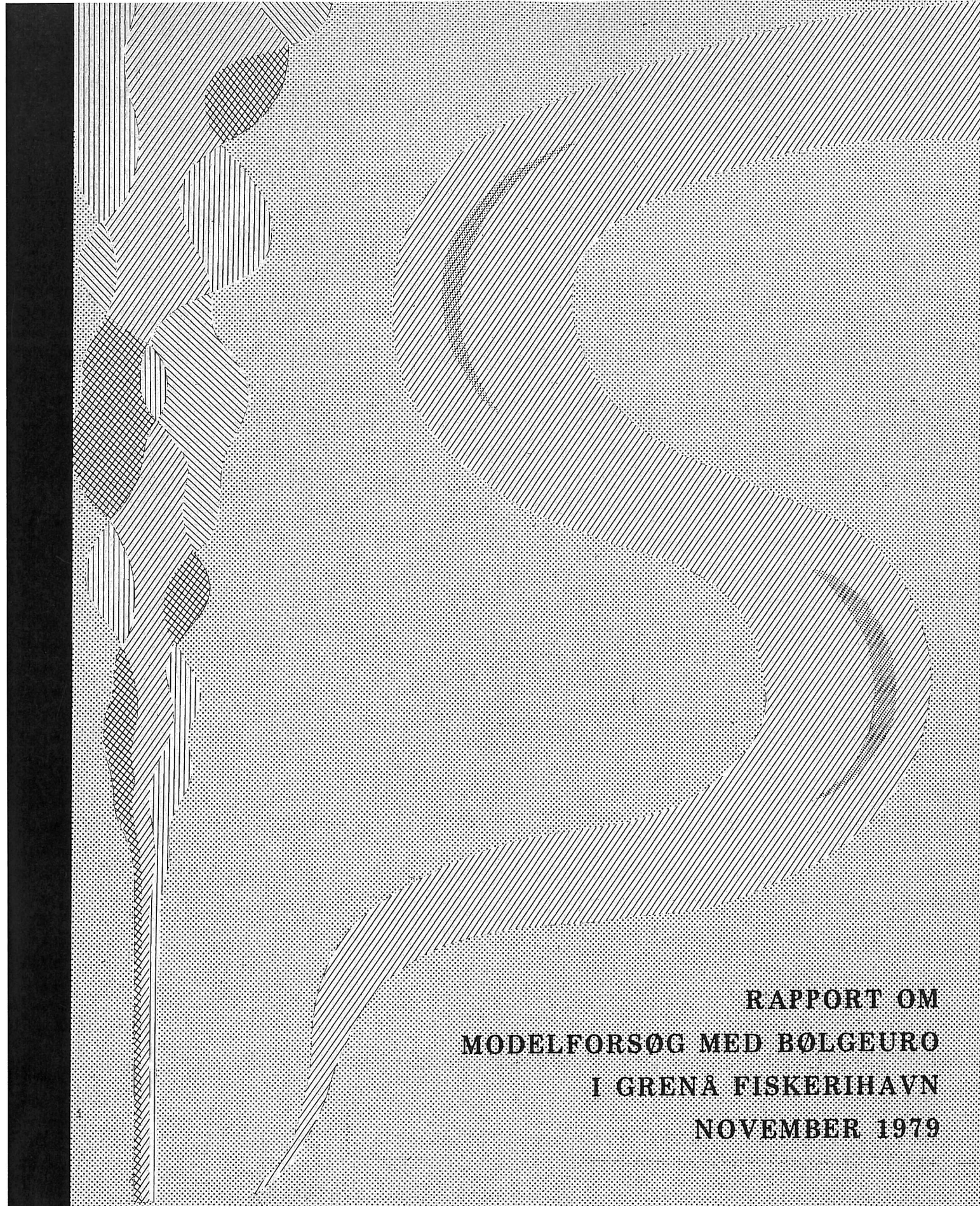
General rights

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.



**RAPPORT OM
MODELFORSØG MED BØLGEURO
I GRENÅ FISKERIHAVN
NOVEMBER 1979**

**AALBORG UNIVERSITETSCENTER
LABORATORIET FOR HYDRAULIK OG HAVNEBYGNING
SOHNGARDSHOLMSVEJ 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

Rapport om

MODELFORSØG MED BØLGEURO

I GRENÅ FISKERIHAVN

November 1979

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	side	1
2. Konklusion	side	2
3. Bølge- og vandstandsforhold ved Grenå havn	side	3
4. Beskrivelse af model og modelforsøg	side	5
4.1 Beskrivelse af model	side	5
4.2 Beskrivelse af modelforsøg	side	5
5. Måleresultater	side	6
6. Kommentarer til måleresultater	side	12
6.1 Kortperiodiske bølgers virkning	side	12
6.2 Langperiodiske bølgers virkning	side	12

Bilagsfortegnelse

Plan af Grenå havn	Bilag nr.	1
Bølgespektrum ved vindstyrke 17 m/s fra NNE	Bilag nr.	2
Bølgespektrum ved vindstyrke 20 m/s fra NNE	Bilag nr.	3
Bølgespektrum ved vindstyrke 24 m/s fra NNE	Bilag nr.	4
Normeret areal under JONSWAP-spektrum	Bilag nr.	5
Principforslag nr. 1	Bilag nr.	6
Principforslag nr. 4a	Bilag nr.	7
Principforslag nr. 4b	Bilag nr.	8

1. Indledning

Herværende rapport beskriver en række modelforsøg med bølgeuroen i Grenå sydhavn og fiskerihavn. Baggrunden for igangsætning af undersøgelsen var erfaringer med generende bølgeuro i denne del af havnen ved kraftige vindstyrker fra nord-nordøst. Man har derfor ved modelforsøg undersøgt, hvilke forbedringer det ville være muligt at opnå, såfremt en ændring af havnens geometri blev foretaget.

Undersøgelsen har været koordineret af akademiingeniør Bo heller fra Grenå kommune og civilingeniør Torben Larsen fra AUC. Modelforsøgene blev udført af civilingeniør Michael Brorsen og Torben Larsen.

På et møde i laboratoriet den 29. august 1979 blev modelforsøgene fremvist for Grenå kommunes kommunalbestyrelses havneudvalg og ledende embedsmænd fra kommunen samt civilingeniør J. Bülow Bech, Havnecon Surveying ApS. På dette møde blev de forskellige alternativer gennemdrøftet.

Herværende rapport er udarbejdet af Torben Larsen.

2. Konklusion

Undersøgelsens måleresultater fremgår af rapportens afsnit nr. 5 og nedenstående har man sammenfattet de væsentligste forhold:

1. Under de nuværende forhold er situationer med generende bølgeuro i sydhavnen og fiskerihavnen begrænset til tidspunkter med storm fra NNE. Hvad angår almindelig kortperiodisk bølgeuro ligger man under sådanne situationer på et niveau, som man må karakterisere som liggende på grænsen af det acceptable.
2. Med hensyn til at forbedre de eksisterende forhold må man skønne, at kun det af Grenå havn udarbejdede forslag 4a vil have fornøden virkning. Dette forslag er angivet på bilag nr. 8.
3. Modelforsøgene viste, at der foreligger mulighed for at langperiodisk bølgeuro kan forekomme i sydhavnen og i fiskerihavnen. Måling af dette pågår og når dette er afsluttet, vil der blive udarbejdet et tillæg til herværende rapport om dette.

3. Bølge- og vandstandsforhold ved Grenå havn

Undersøgelsen har afgrænset sig til at vurdere forholdene i sydhavnen og fiskerihavnen og derfor har det kun været relevant at betragte bølger kommende fra sektoren mellem N og NE. Vurdering af bølgeforholdene tager udgangspunkt i den af "Havnecon Surveying ApS" udførte hydrografiske forundersøgelse for kystområdet ved Grenå havn.

Til brug for modelforsøgene udvalgte man følgende tre sæt karakteristiske bølgeparametre:

Betegnelse	C	A	B
Overskridelseshyppighed [timer pr. år]	10	1	0,1
Vindstyrke [m/sec]	17	20	24
Bølgehøjde (signifikant) H_S [m]	1,8	2,3	2,9
Bølgeperiode (middel) T_Z [sec]	4,5	5,1	5,7

Ved ovennævnte undersøgelse fandt man, at bølgespektret for stormbølgerne ved Grenå med god tilnærmelse fulgte det såkaldte JONSWAP-bølgeenergisppektrum:

$$G(f) = \frac{\alpha g^2}{(2\pi)^2} \frac{1}{f^5} \exp - \frac{5}{4} \left(\frac{f}{f_p}\right)^{-4} \gamma \exp \frac{-\left(\frac{f}{f_p} - 1\right)^2}{2\sigma^2}$$

hvor de indgåede parametre har følgende betydning

g tyngdeaccelerationen 9,81 m/sec²

f frekvensen (den uafhængige variabel)

f_p topfrekvensen $f_p = \frac{1}{1,38 T_Z}$

γ dimensionsløs koefficient = 3,5

σ dimensionsløs koefficient = 0,07 for $f < f_p$ og
= 0,09 for $f > f_p$

exp eksponentialfunktionen

$$\alpha \quad \text{normeringskonstant} = \frac{H_S^2}{16 I(f_p)}$$

$I(f_p)$ normeret areal under spektrum, se bilag nr. 2-4.

For de tre sæt bølgeparametre blev tilhørende tre bølgespektre beregnet. Disse er angivet på bilag nr. 2-1, 2-2 og 2-3.

Hvad angår vandstandsforholdene har udgangspunktet været, at kraftige vinde fra N og NE i gennemsnit ikke giver anledning til væsentlige vandspejlsændringer. Modelforsøgene har derfor været udført med normal vandstand. Det skal bemærkes, at en sådan procedure kun vil være rimelig i relation til bølgeuroen i det aktuelle havneafsnit. Hvad angår bølgeuro i færdhavn og stabilitet af møler må man formentlig tage hensyn til muligt sammenfald af bølgepåvirkning og højvande.

4. Beskrivelse af model og modelforsøg

4.1 Beskrivelse af model

Modellen blev opbygget i målestoksforholdet 1:150 af hensyn til pladsforholdene i laboratoriets bølgebassin. Vanddybderne i yderhavn og færgeshavn var konstant lig 6 m og vanddybden i sydhavnen og fiskerihavnen blev udført i overensstemmelse med de af Grenå kommune udførte pejlinger. Med et længdemålestoksforhold på 1:150 bliver tids- og hastighedsmålestok 1:12,25.

Som omtalt i afsnit 3 koncentrerede modelforsøgene sig om bølger fra NNE-lig retning, idet man på forhånd kunne fastslå, at det kun var denne bølgeretning som kunne være kritisk for bølgeuroen i sydhavnen og fiskerihavnen. På bilag nr. 1 "Oversigtsplan" er målepunkternes placering angivet.

I det enkelte målepunkt blev bølgehøjden målt med laboratoriets induktive bølgehøjdemåler, som blev aflæst af et microprocessor-voltmeter, som var i stand til at måle den gennemsnitlige bølgehøjde midlet over et tidsrum svarende til ca. 10 min i prototypen.

4.2 Beskrivelse af modelforsøg

Modelforsøgene udførtes med de under afsnit 3 omtalte tre karakteristiske sæt uregelmæssige bølgetog. Måleproceduren var, at hvert forsøg indledtes med at middelbølgehøjden målt i fire punkter umiddelbart uden for havnemundingen. Herefter målt bølgehøjden i hvert enkelt målepunkt inde i havnen. Herefter kunne man udregne "bølgehøjdekoefficienten" som forholdet mellem bølgehøjden i det aktuelle punkt og den indkomne bølgehøjde uden for havnen.

Under modelforsøgene viste det sig, at langperiodiske bølger kunne opstå i dele af de indre havnebassiner. Der er derfor foretaget en elektronisk filtrering af bølgemålingerne for at bortfiltrere disse langperiodiske effekter. Der har desuden i en række tilfælde været foretaget målinger af de langperiodiske bølger, hvor de almindelige kortperiodiske bølger har været bortfiltreret. I det senere afsnit om kommentarer til måleresultaterne er dette spørgsmål nærmere diskuteret.

På bilagene 4.2-1 til 4.2-4 er angivet de alternative modeludformninger som har været undersøgt.

5. Måleresultater

I det følgende gives de vigtigste måleresultater fra undersøgelsen. Det skal dog bemærkes, at der har været foretaget adskillige flere målinger til undersøgelse af, om lokale ændringer i havnen skulle kunne give forbedringer af bølgeuroforholdene. Af forhold som bl.a. har været undersøgt er

1. Grenå havns forslag nr. 2 og 3 til ændring af indsejlingen af sydhavnen.
2. Opfyldning under broer i sydhavnen med halvpermeable stenkastninger.
3. Yderligere indsnævring af indsejling fra sydhavn til fiskerihavn.
4. Flytning af bro i sydhavn fra udgående fra vestkaj til udgående fra nordkaj plus opfyldning under bro med halvpermeabel stenkastning.

Grenå havn modelforsøg

MÅLTE BØLGEHØJDEKOEFFICIENTER

Eksisterende forhold

kortperiodiske bølger

punkt	A-bølger	B-bølger	C-bølger
1-3	1,00	1,00	1,00
4	0,16	0,19	0,13
5	0,18	0,16	0,11
6	0,10	0,084	0,10
7	0,12	0,13	0,13
8	0,12	0,15	0,18
9	0,15	0,13	0,13
10	0,080	0,13	0,088
11	0,080	0,12	0,10
12	0,12	0,14	0,12
13	0,04	0,06	0,06
14	0,04	0,07	0,06
15	0,05	0,07	0,06
16	0,08	0,09	0,07
17	0,04	0,07	0,08
18	0,05	0,07	0,05
19	0,09	0,07	0,07
20	0,06	0,07	0,06
21	0,06	0,07	0,05

langperiodiske bølger

punkt	A-bølger	B-bølger	C-bølger
15	0,03	0,09	
17	0,03	0,09	
18	0,05	0,11	

Grenå havn modelforsøg

MÅLTE BØLGEHØJDEKOEFFICIENTER

Forslag nr. 1

kortperiodiske bølger

punkt	A-bølger	B-bølger	C-bølger
1-3	1,00	1,00	1,00
4	0,09		
5	0,09		
6	0,09		
7	0,07		
8	0,05		
9	0,07		
10	0,07		
11	0,07		
12	0,10		
13	0,04		
14	0,05		
15	0,03		
16	0,05		
17	0,04		
18	0,04		
19	0,04		
20	0,06		
21	0,07		

langperiodiske bølger

punkt	A-bølger	B-bølger	C-bølger
15	0,03	0,07	
17	0,02	0,07	
18	0,03	0,08	

Grenå havn modelforsøg

MÅLTE BØLGEHØJDEKOEFFICIENTER

Forslag nr. 4a

kortperiodiske bølger

punkt	A-bølger	B-bølger	C-bølger
1-3	1,00	1,00	1,00
4		0,12	0,10
5		0,10	0,08
6		0,08	0,06
7		0,08	0,11
8		0,10	0,08
9		0,09	0,06
10		0,07	0,11
11		0,11	0,01
12		0,14	0,13
13		0,05	0,06
14		0,05	0,07
15		0,05	0,07
16		0,07	0,06
17		0,04	0,05
18		0,06	0,06
19		0,07	0,07
20		0,06	0,08
21		0,05	0,06

langperiodiske bølger

punkt	A-bølger	B-bølger	C-bølger
15		0,05	0,03
17		0,04	0,03
18		0,05	0,04

Grenå havn modelforsøg

MÅLTE BØLGEHØJDEKOEFFICIENTER

Forslag nr. 4b

kortperiodiske bølger

punkt	A-bølger	B-bølger	C-bølger
1-3	1,00	1,00	1,00
4	0,11	0,15	0,13
5	0,11	0,11	0,15
6	0,08	0,10	0,07
7	0,11	0,12	0,12
8	0,10	0,15	0,10
9	0,08	0,11	0,12
10	0,11	0,13	0,13
11	0,13	0,19	0,17
12	0,20	0,22	0,17
13	0,10	0,06	0,08
14	0,07	0,05	0,06
15	0,06	0,06	0,07
16	0,10	0,06	0,07
17	0,05	0,04	0,05
18	0,07	0,08	0,07
19	0,08	0,08	0,09
20	0,09	0,07	0,09
21	0,05	0,05	0,06

langperiodiske bølger

punkt	A-bølger	B-bølger	C-bølger
15	0,05	0,05	0,04
17	0,05	0,04	0,04
18	0,06	0,05	0,06

Sammenstilling af måleresultater

kortperiodiske bølger type B $H_S = 2,5$ m $T_Z = 5,7$ sec

	Indkomne bølger		gennemsnit sydhavn		gennemsnit fiskerihavn	
	H	m	H	m	H	m
Eksisterende forhold	2,5		0,35		0,15	
Forslag 4a	2,5		0,25		0,14	
Forslag 4b	2,5		0,35		0,15	

langperiodiske bølger type B

	Inderste del af fiskerihavn Bølgehøjde m
Eksisterende forhold	0,24
Forslag 4a	0,12
Forslag 4b	0,12

6. Kommentarer til måleresultater

6.1 Kortperiodiske bølgers virkning.

Ved vurdering af de eksisterende forhold må man konstatere, at niveauet for bølgeuroen selv under ekstreme forhold ikke er alarmende højt. Men man bemærker at bølgehøjdekoefficienten vokser med voksende bølgehøjde, hvilket har til konsekvens at de ekstreme stormforhold kan blive relativt mere ubehagelige end de mere moderate kulingsituationer. Desuden må man tage i betragtning at langt den største del af tiden er denne del af havnen formentlig roligere end de fleste andre danske fiskerihavne. Dette medfører, at man ved fortøjning og fending af kutterne indstiller sig på disse i gennemsnit gunstige vilkår. Når der så en gang om året eller en gang hvert andet år kommer en kraftig storm fra NNE, vil denne give relativt store ulemper, fordi man i mindre grad her i Grenå er indstillet på at indrette sig med en mærkbar bølgeuro.

På grund af det relativt store frie stræk i NNE-lig retning er de indkomne bølger forholdsvis lange. Dette medfører at mulighederne for at dæmpe bølgerne i havnen er begrænsede. Måleresultaterne viser da også, at de moderate forslag til ændring af indsejlingen til sydhavnen ikke medfører nogen væsentlig forbedring af forholdene. Dette gælder de af Grenå havn betegnede forslag nr. 1, 2 og 3.

De mere radikale ændringer af indsejlingen til sydhavnen, som er betegnet forslag 4a, 4b og 4c, giver større mulighed for reduktion af bølgeuroen. Imidlertid viser måleresultaterne også i dette tilfælde, at forbedringen selv i det mest omfattende forslag (forslag 4a) kun er begrænset, idet man ifølge målingerne opnår en ca. 30% formindskelse af uroen i sydhavnen og uændrede forhold i Fiskerihavnen. De to øvrige forslag giver kun ændringer som er af samme størrelsesorden som måleusikkerheden.

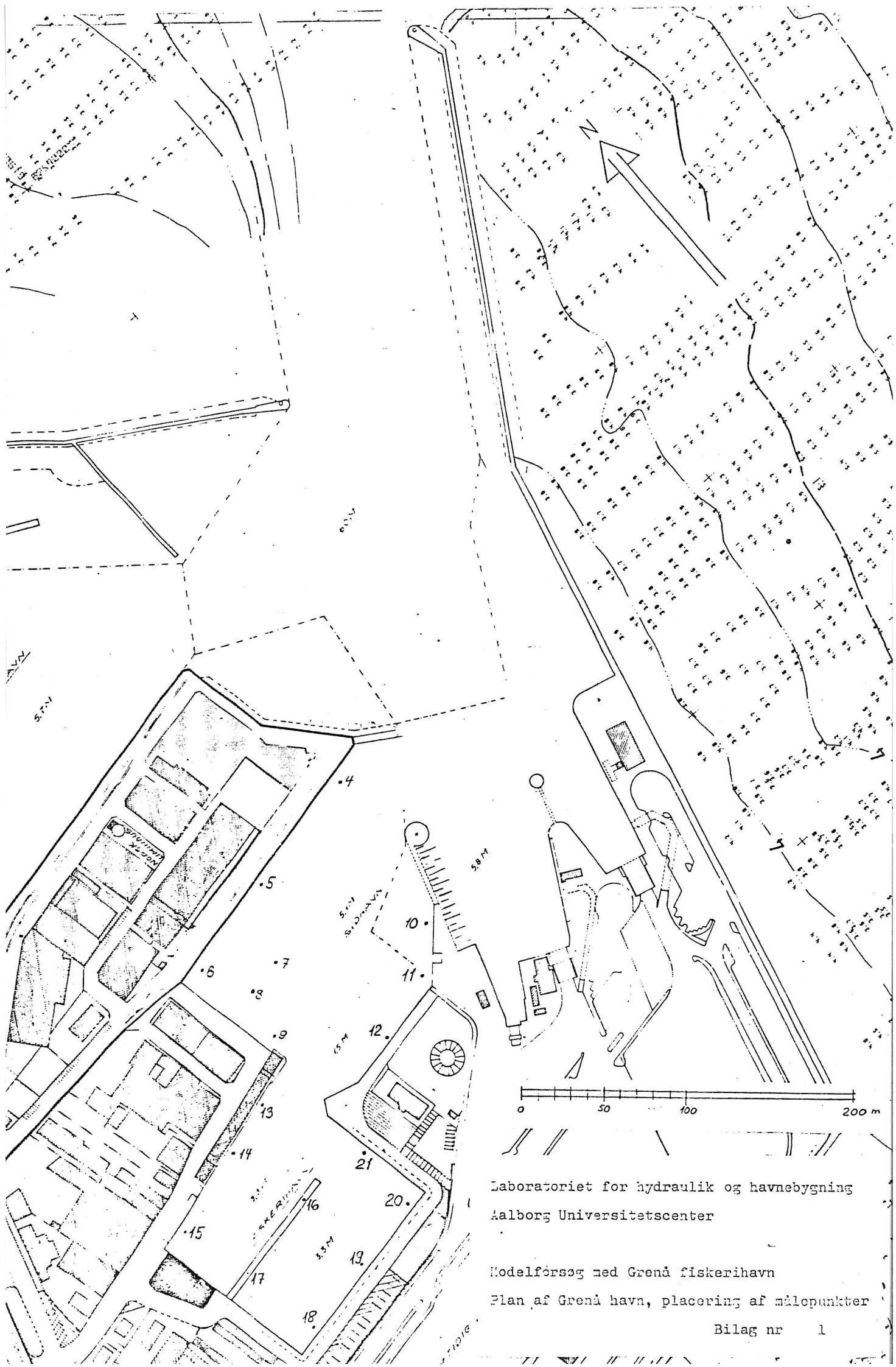
For de kortperiodiske bølger må man derfor konkludere, at kun forslag 4a giver en mærkbar forbedring, men at forbedringen må skønnes at være relativ lille i forhold til omkostningerne ved at gennemføre forslaget.

6.2 Langperiodiske bølger

Som tidligere omtalt konstaterede man ved modelforsøgene, at der i den inderste del af fiskerihavnen kunne måles langperiodiske bølger af samme eller større højde end hvad der kunne måles for de kortperiodiske bølger. Perioden for de langperiodiske bølger var af størrelsesordenen 2 min og den målte bølgehøjde var ca. 25 cm. Desuden skal det bemærkes, at fænomenet kun forekom i nogen betydelig størrelse ved de kraftigste indkomne bølger.

Man kan ikke på det foreliggende grundlag med sikkerhed konstatere, at disse langperiodiske bølger også vil forekomme i virkeligheden. Det er således velkendt, at uregelmæssige bølger genereret i laboratoriet kan medføre at visse sekundære effekter i de kortperiodiske bølger giver energitilførsel til langperiodiske bølger. Der er dog flere ting, herunder lokale erfaringer, der tyder på langperiodiske bølger forekommer i virkeligheden, men om størrelsen svarer til hvad der er målt i modellen må anses for at være tvivlsomt.

For at kunne belyse dette spørgsmål nøjere, har man påbegyndt målinger af bølgeuroen i den inderste del af fiskerihavnen. Disse målinger foretages med en tryktransducer placeret ca. 1,5 m under vandoverfladen, fastgjort til broen i fiskerihavnen. Imidlertid har der i de ca. 3 måneder måleren har været opstillet ikke forekommet vejrforhold af interesse for bølgeuroen i fiskerihavnen. Man har derfor fundet det hensigtsmæssigt at afslutte rapporteringen af modelforsøgene på nuværende tidspunkt, og afvente resultaterne af disse bølgemålinger indtil fornødent materiale foreligger og først derefter konkludere nærmere om betydningen af de langperiodiske bølger.

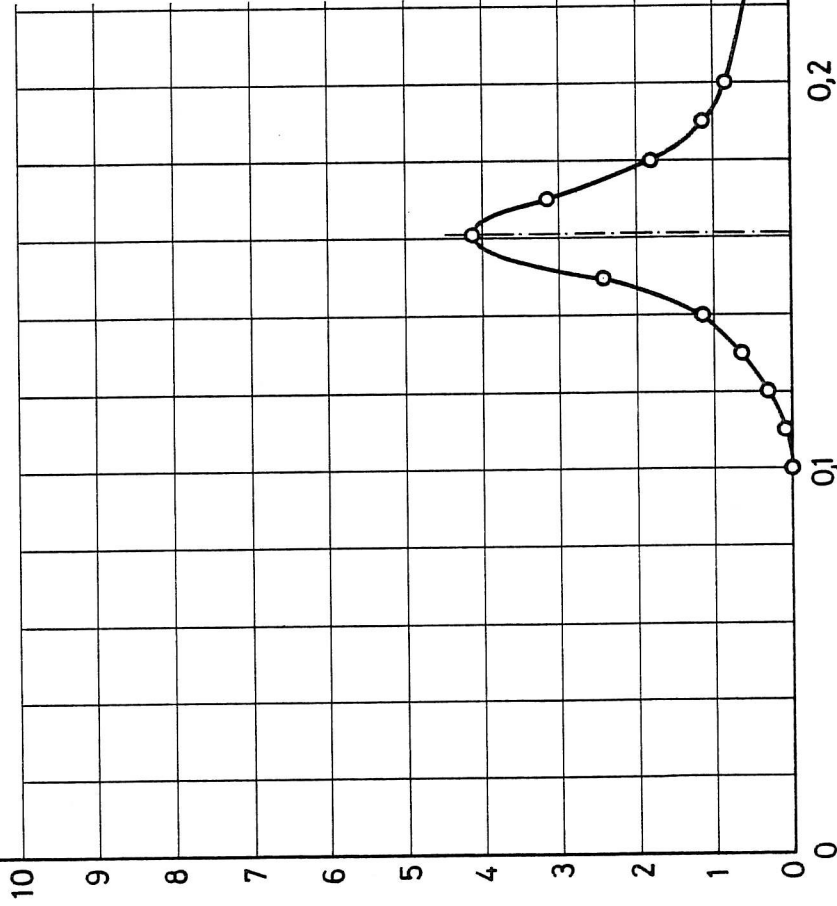


Laboratoriet for hydraulik og havnebygning
 Aalborg Universitetscenter

Modelforsøg med Grenå fiskerihavn
 Plan af Grenå havn, placering af målepunkter

Spektral tæthed

$G(f) \Delta m^2 \text{ sek}$



JONSWAP bølgespektrum Type C
 $H_S = 1,8 \text{ m}$ $T_Z = 4,5 \text{ sec}$

$\gamma = 3,5$

$\alpha = 0,0072$

$f_p = 0,161 \text{ Hz}$

$m_0 = 0,203 \text{ m}^2$

frekvens

Laboratoriet for hydraulik og havnebygning
Aalborg Universitetscenter

Modelforsøg med Grenå fiskerihavn

Bølgespektrum type C

Bilag nr 2

Spektralæthed
 $G(f) \Delta$ m² sek

JONSWAP bølgespektrum Type A

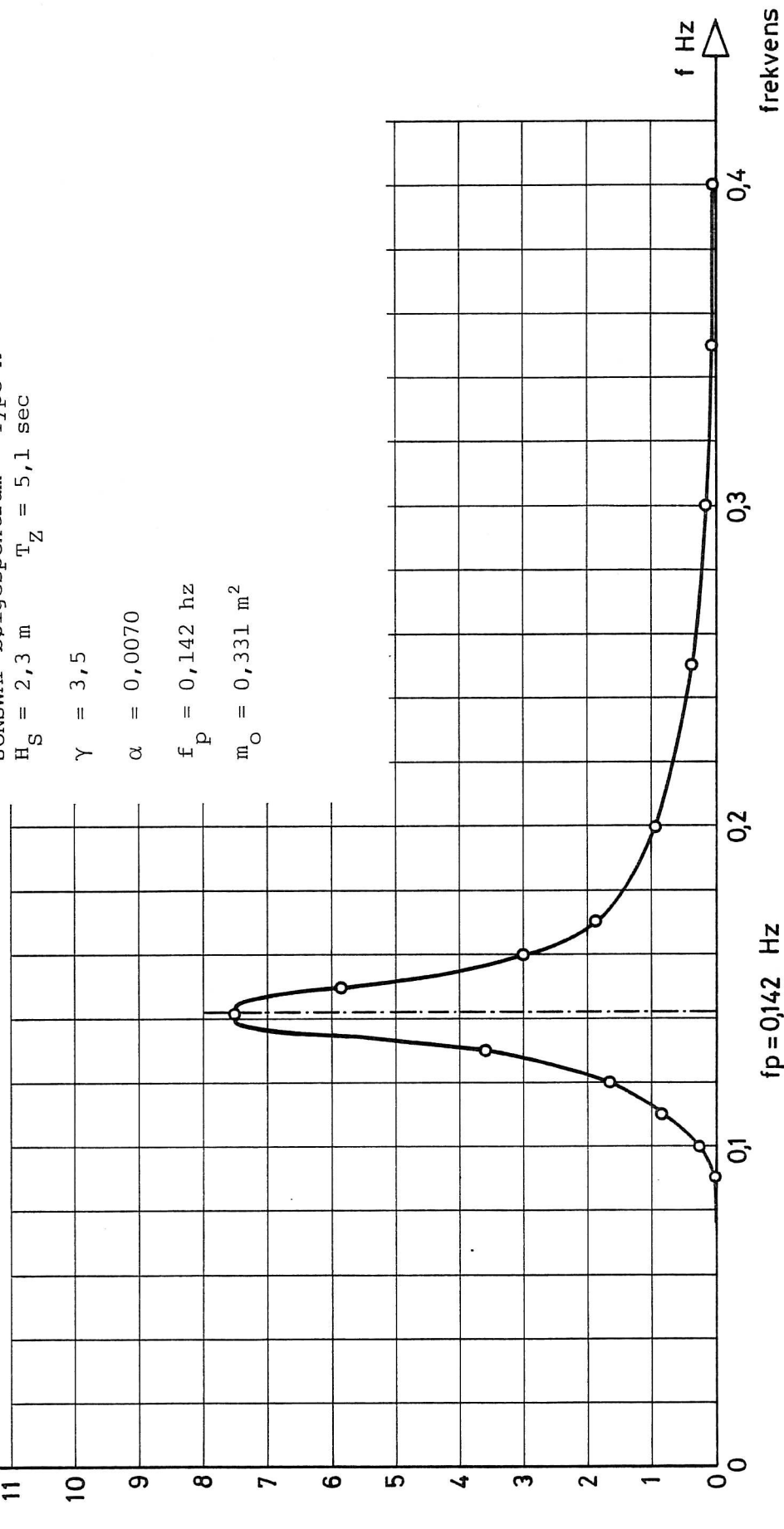
$H_s = 2,3$ m $T_Z = 5,1$ sec

$\gamma = 3,5$

$\alpha = 0,0070$

$f_p = 0,142$ hz

$m_0 = 0,331$ m²

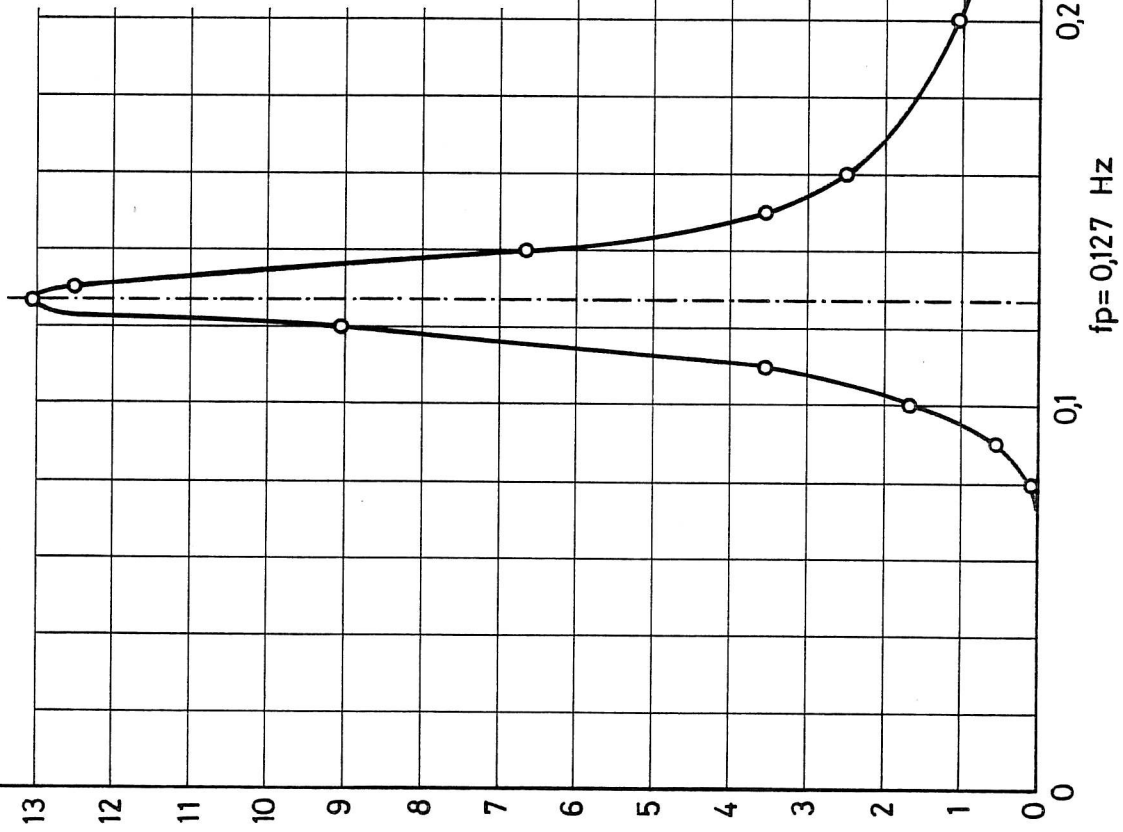


Laboratoriet for hydraulik og havnebygning
Aalborg Universitetscenter

Modelforsøg med Grenå fiskerihavn
Bølgespektrum type A Bilag nr 3

Spektralæthed

$G(f) \Delta m^2 \text{ sek}$



JONSWAP bølgespektrum Type B

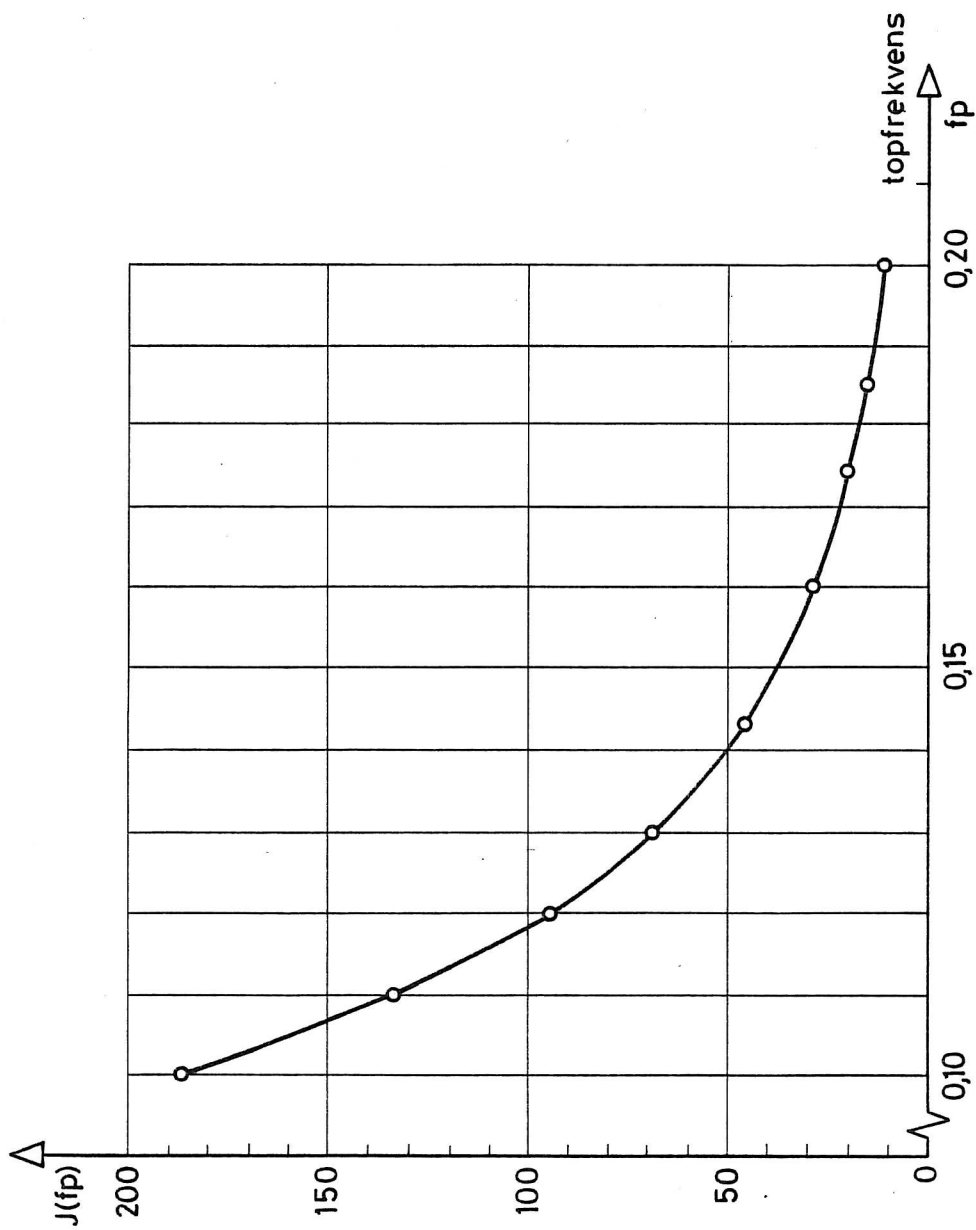
$H_S = 2,9 \text{ m}$ $T_Z = 5,7 \text{ sec}$

$\gamma = 3,5$

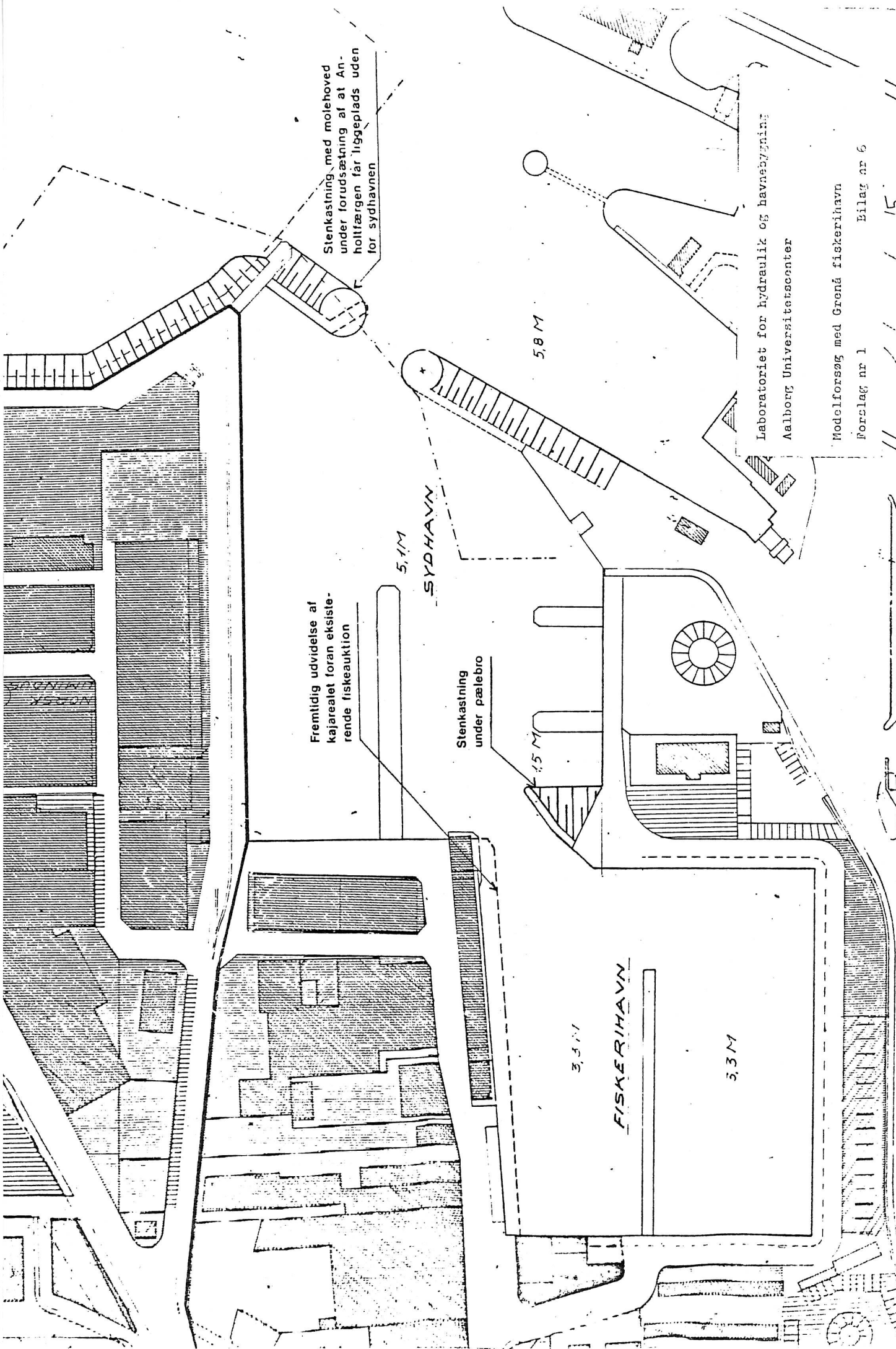
$\alpha = 0,0070$

$f_p = 0,127 \text{ Hz}$

$m_0 = 0,526 \text{ m}^2$



$J(f_p)$ er en hjælpestørrelse til bestemmelse af JONSWAP-spektret ud fra given bølgehøjde og given bølgeperiode.



Stenkastning med molehoved
 under forudsætning af at An-
 holdtærgen får liggeplads uden
 for sydhavnen

Fremtidig udvidelse af
 kajarealeret foran eksiste-
 rende fiskeauktion

Stenkastning
 under pælebro

Laboratoriet for hydraulik og havnebygning
 Aalborg Universitetscenter

Modelforsøg med Grønd fiskerihavn
 Forslag nr 1

Bilag nr 6

15

5,1M

5,8 M

4,5 M

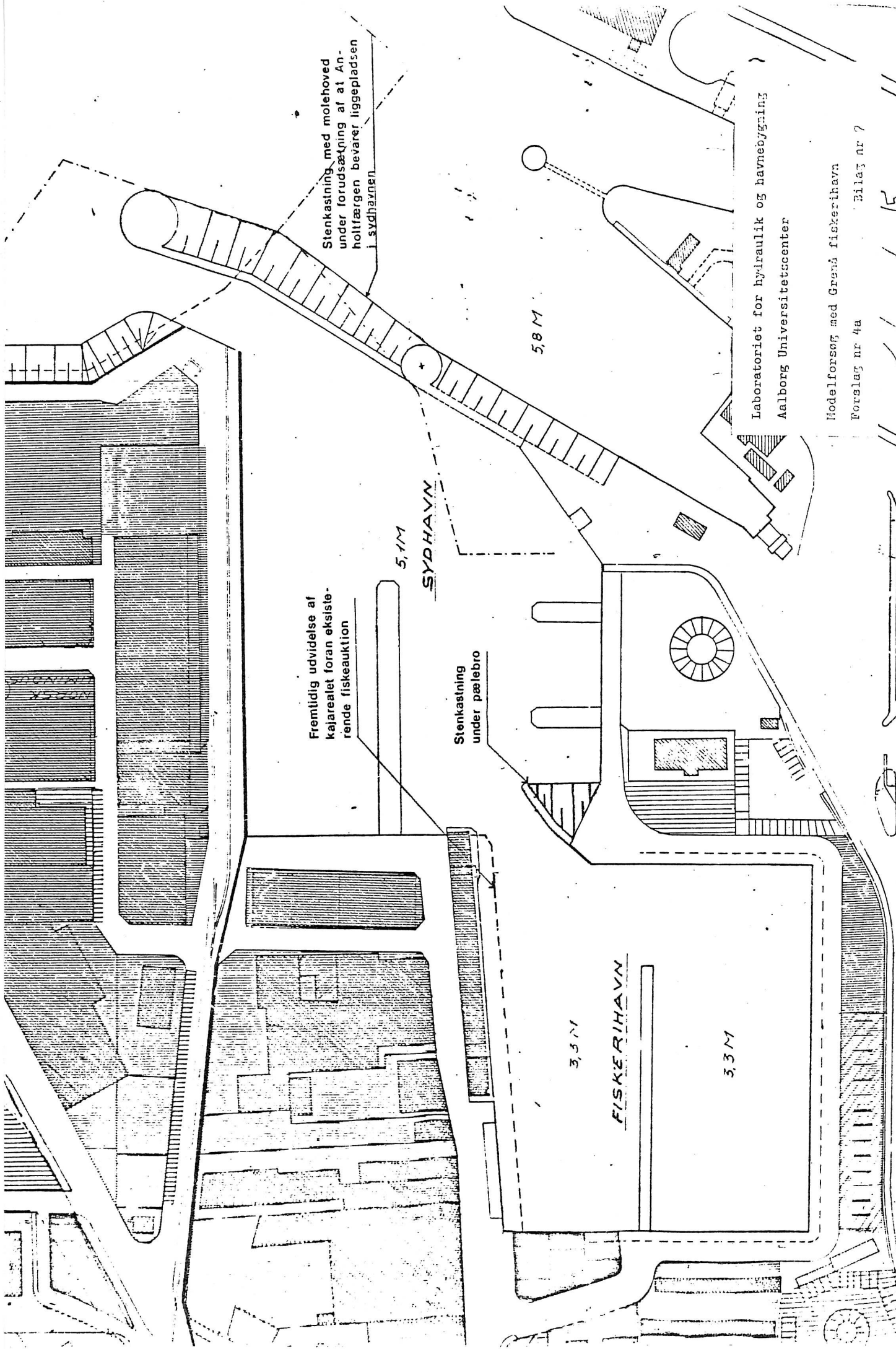
3,3 M

3,3 M

SYDHAVN

FISKERIHAVN

SAGNEN
 KASSEBANKEN



Stenkastning med molehoved
under forudsætning af at An-
holtfærgerne bevarer liggepladsen
i sydhavnen

Fremtidig udvidelse af
kajarealet foran eksiste-
rende fiskeauktion

Stenkastning
under pælebro

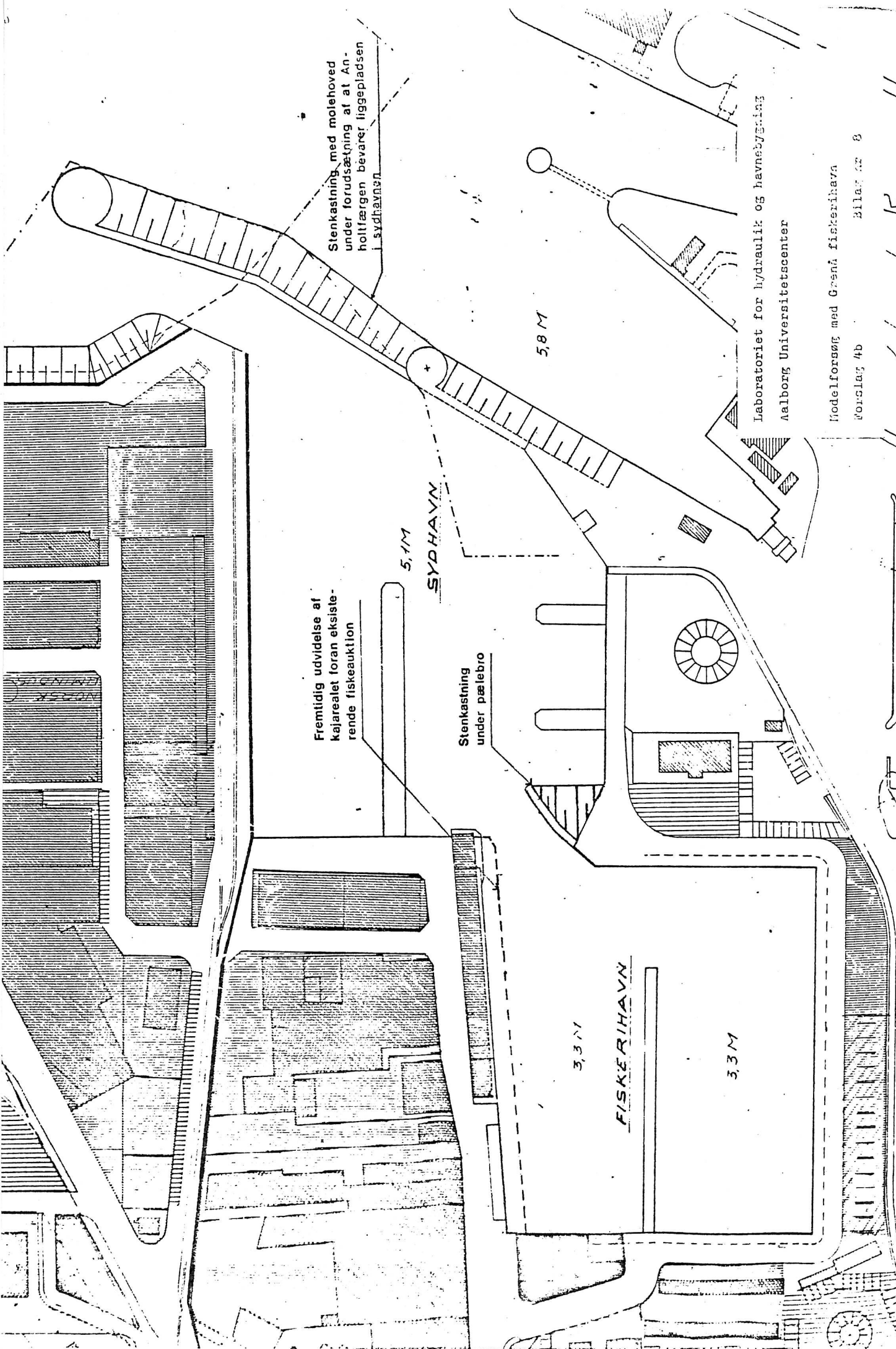
Laboratoriet for hydraulik og havnebygning
Aalborg Universitetscenter

Modelforsørg med Grenå fiskerihavn

Forslag nr 4a

Bilag nr 7

15



Stenkastning, med molehoved under forudsætning af Anholtrægeren bevares liggepladsen sydhavnen

Fremtidig udvidelse af kalarealet foran eksisterende fiskeauktion

Stenkastning under pælebro

Laboratoriet for hydraulik og havnebygning
Aalborg Universitetscenter

Modelforsøg med Grand fiskerihavn
Forlæg 4b

Bilag nr 8

15