

### **Aalborg Universitet**

Rapport om: Modelforsøg med bølgeuro i Odden Havn april 1979

Larsen, Torben

Publication date:

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 Odden Havn: april 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 -

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.

Downloaded from vbn.aau.dk on: July 04, 2025

RAPPORT OM MODELFORSØG MED BØLGEURO I ODDEN HAVN APRIL 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 ODDEN HAVN

April 1979

## INDHOLDSFORTEGNELSE:

1.	Indledning	side	Ŀ
2.	Konklusion	side	2
3.	Bølgeforholdene ved Odden havn	side	3
4.	Beskrivelse af model og modelforsøg	side	5
5.	Måleresultater	side	6
6.	Kommentarer til måleresultater	side	9

# BILAGSFORTEGNELSE:

Placering af målepunkter Bilag nr. 1

#### 1. Indledning

Herværende rapport beskriver en række modelforsøg med bølgeuroen i Odden havn. Undersøgelsens målsætning har været at afklare, hvilke foranstaltninger der vil være hensigtsmæssige for at kunne udnytte den nuværende yderhavn som lystbådehavn. Man har således vurderet virkningen af en forlængelse af nordre ydermole samt virkningen af et mindre dækværk etableret inde i yderhavnen.

Planlægningen af modelforsøgene har været foretaget i samarbejde med Havnecon Consulting, Lemvig, som har været rådgiver for Trundholm kommune i denne sag.

Modelforsøgene blev besigtiget af repræsentanter fra Odden havn, Trundholm kommune og Havnecon Consulting i laboratoriet torsdag den 22. marts 1979.

Denne rapport er udarbejdet af civilingeniør Torben Larsen.

## 2. Konklusion

Undersøgelsens måleresultater fremgår af denne rapports afsnit 5. Måleresultaterne kan sammenfattes til følgende konklusioner:

- Bølgeuroen i forhavnen er med den nuværende havneudformning så kraftig under situationer med vind fra E til NE, at forhavnen ikke på forsvarlig måde vil kunne anvendes som lystbådehavn.
- 2. Såfremt den nordre ydermole forlænges ca. 50 m mod E, vil yderhavnen kunne udnyttes til lystbådehavn. Desuden opnås en betydningsfuld reduktion af bølgeuroen i den eksisterende inderhavn. En forlængelse af molen vil desuden forbedre besejlingsforholdene af havnen.
- 3. Et indre dækværk i forhavnen vil kun sikre tilstrækkelig bølgero for lystbåde i den sydøstlige del af yderhavnen. Forholdene i den eksisterende inderhavn ændres ikke mærkbart.

## 3. Bølgeforholdene ved Odden havn

Odden havn er eksponeret for bølger kommende fra en sektor fra NW over N til ESE. På grund af havnemundingens orientering mod ESE er det imidlertid kun bølger fra sektoren NNE til ESE, som kan forventes at give anledning til bølgeuro i havnen. Det frie stræk varierer som følger i denne sektor.

Retning	Frit stræk sømil	
NNE	50	
NE	50	
ENE	40 .	
E	15	
ESE til E	5	

Med baggrund i disse værdier og empiriske fritstrækdiagrammer kan følgende dybvandsbølger ud for havnen beregnes under forudsætning af ubegrænset vindvarighed.

Retning	Vindstyr	ke 12 m/s	Vindstyr	ke 18 m/s	Vindstyr	ke 25 m/s
	<sup>H</sup> S	T <sub>S</sub>	<sup>H</sup> s	<sup>T</sup> S	<sup>H</sup> S	Ts
	m	sec	m	sec	m	sec
NNE	2,0	6,5	3,3	7,9	5,0	9,2
NE	2,0	6,5	3,3	7,9	5,0	9,2
ENE	1,8	6,1	3,0	7,5	4,6	8,7
E	1,3	4,8	2,1	5,8	3,0	6,8
ESE til E	0,8	3,5	1,3	4,2	2,0	5,0

Den signifikante bølgehøjde  ${\rm H_S}$  er defineret som middelværdien af bølgehøjden for den største trediedel af bølgerne. Den signifikante bølgeperiode  ${\rm H_S}$  er defineret på tilsvarende måde. Det kan antages, at den signifikante bølgeperiode er ca. 1,25 gange middelbølgeperioden. I det følgende anvendes kun middelbølgeperioden, betegnet  ${\rm H_S}$ 

Vanddybden i indsejlingsområdet er ca. 4,5 m i forhold til daglig vande. Da kraftig vind fra den nordlige sektor kan give op til 1 m højvande og da sydlige til sydøstlige vinde kan give indtil 0,8 m lavvande, skønnes det, at der hverken forekommer høj- eller lavvande fra vinde i den kritiske sektor omkring øst. Det skal understreges, at denne antagelse kun er rimelig i relation til vurdering af bølge-

uroen i forhavnen.

På grund af den begrænsede vanddybde i indsejlingsområdet vil man være i den situation under ekstreme vejrforhold, at de største bølger vil bryde før de når helt ind til havnen. Dette medfører, at bølgerne i indsejlingsområdet vil være mindre end hvad der er angivet ovenfor. Nedenstående er angivet skønnede bølgeparametre i indsejlingsområdet.

Retning	Vindstyr H <sub>S</sub>	xe 12 m/s T sec	Vindstyr H m	te 18 m/s T sec	Vindstyrk <sup>H</sup> s m	e 25 m/s T sec
NNE NE ENE	2,0 2,0 1,8	5,2 5,2 4,9	2,7 2,7 2,7	6,3 6,3 6,0	2,7 2,7 2,7	7,4 7,4 7,0
E ESE	1,3	3,8	2,1 1,3	4,6 3,4	2,7	5,4 4,0

#### 4. Beskrivelse af model og modelforsøg

Modellen blev opbygget i laboratoriets bølgebassin i målestoksforholdet 1:60. I henhold til de gældende modellove blev tidsmålestokken  $\sqrt{1:60} = 1:7.8$ . Dette indebar, at bølgehøjder og -længder i modellen reproduceres 60 gange mindre end i naturen samt at bølgeperioder reproduceres 7.8 gange mindre. I denne rapport angives imidlertid alle resultater omregnet til de virkelige forhold.

Af praktiske grunde blev modellen opbygget med vandret bund. Dette er en mindre afvigelse fra de virkelige forhold, som i dette tilfælde er af uvæsentlig betydning.

Modelforsøgene blev udført med bølger fra 2 retninger. Primært valgte man at undersøge forholdene for bølger kommende fra ENE, som skønnedes at være den retning, som med de nuværende forhold medfører den kraftigste bølgeuro i havnen. Endvidere har man fundet det nødvendigt at udføre modelforsøg med bølger kommende fra ESE til E, da denne retning må antages at være den farligste, såfremt nordmolen forlænges ca. 50 m mod E. For bølgeretningen ENE har man anvendt bølgeperioderne 3,5 sec, 4,5 sec og 6,0 sec og ved bølgeretningen ENE til E anvendtes bølgeperioderne 3,5 sec og 4,5 sec. Ved forsøgene anvendtes uregelmæssige bølger, svarende til de i naturen forekommende og de angivne bølgeperioder er middelbølgeperioder (zero crossing period).

Det skal anføres, at man ved modelforsøgene har opbygget molerne således at overskyl ikke har fundet sted. Imidlertid vil man ved en eventuel projektering af en moleforlængelse kunne gå ud fra, at et mindre bølgeoverskyl ikke har væsentlig indflydelse på bølgeuroen i det aktuelle tilfælde.

# 5. Måleresultater

Nedenstående er angivet måleresultaterne fra måling af bølgehøjdekoefficienterne ved modelforsøgene. Bølgehøjdekoefficienten er defineret som bølgehøjden på det aktuelle sted divideret med den indkomne bølgehøjde umiddelbart uden for forhavnen. Målepunkternes placering er vist på bilag nr. 1.

## 5.1 Bølger fra ENE

#### Eksisterende forhold

Punkt	T = 3,5 sec	T = 4,5  sec	T = 6,0 sec	middel
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	0,33 0,20 0,11 0,61 0,35 0,17 0,41 0,34 0,28 0,67 0,47 0,45	0,48 0,25 0,15 0,50 0,29 0,20 0,45 0,41 0,29 0,57 0,45 0,49	0,50 0,31 0,17 0,37 0,29 0,27 0,50 0,34 0,33 0,62 0,55 0,52 0,35	0,44 0,25 0,14 0,49 0,31 0,21 0,45 0,36 0,30 0,62 0,49 0,49

# 50 m forlængelse af ydermole

Punkt	T = 3,5 sec	T = 4,5  sec	T = 6,0 sec	middel
1	0,15	0,09	0,09	0,11
2	0,06	0,07	0,09	0,07
3	. 0,06	0,06	0,07	0,06
4	0,13	0,09	0,12	0,11
5	0,11	0,07	0,09	0,09
6	0,21	0,06	0,09	0,17
7	0,16	0,09	0,24	0,16
8	0,12	0,08	0,12	0,11
9	0,10	0,07	0,15	0,11
10	0,16	0,18	0,32	0,22
11	0,15	0,15	0,27	0,19
12	0,15	0,15	0,24	0,18
13	0,11	0,09	0,15	0,12

Ny mole i yderhavn

Punkt	T = 3,5  sec	T = 4,5  sec	T = 6.0  sec	middel
1	udgår	<del>-</del>	_	_
2	0,08	0,08	0,12	0,09
3	0,10	0,09	0,12	0,10
4	0,28	0,26	0,21	0,25
5	0,09	0,19	0,18	0,15
6	0,11	0,11	0,11	0,11
7	0,38	0,33	0,38	0,36
8	0,16	0,30	0,28	0,25
9	0,13	0,14	0,27	0,18
10	0,64	0,64	0,63	0,64
11	0,48	0,49	0,52	0,50
12	0,41	0,60	0,60	0,54
13	0,32	0,33	0,28	0,31

# Sammenstilling af middelværdier

Punkt	Eks. forhold	50 m forlængelse	mole i yderhavn
1	0,44	0,11	_
2	0,25	0,07	0,09
3	0,14	0,06	0,10
4	0,49	0,11	0,25
5	0,31	0,09	0,15
6	0,21	0,17	0,11
<del>-</del> 7	0,45	0,16	0,36
8	0,36	0,11	0,25
9	0,30	0,11	0,18
10	0,62	0,22	0,64
11	0,49	0,19	0,50
12	0,49	0,18	0,54
13	0,33	0,12	0,31

# 5.2 Bølger fra ESE til E

# Eksisterende forhold

Punkt	T = 3,5  sec	T = 4,5  sec	middel
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	0,28 0,10 0,15 0,40 0,24 0,16 0,38 0,22 0,29 0,69 0,57 0,31	0,47 0,18 0,15 0,51 0,44 0,20 0,42 0,38 0,27 0,77 0,66 0,49	0,38 0,14 0,15 0,46 0,34 0,18 0,40 0,30 0,28 0,73 0,61 0,40
13	0,33	0,39	0,36

50 m forlængelse af ydermole

Punkt	T = 3,5 sec	T = 4,5  sec	middel
1	0,17	0,14	0,16
2	0,09	0,07	0,08
3	0,15	0,10	0,12
4	0,10	0,10	0,10
5	0,10	0,08	0,09
6	0,12	0,09	0,10
7	0,08	0,09	0,08
8	0,08	0,08	0,08
9	0,12	0,09	0,10
10	0,26	0,22	0,24
11	0,20	0,19	0,20
12	0,17	0,16	0,16
13 	0,09	0,11	0,10

# Ny mole i yderhavn

Punkt	T = 3,5 sec	T = 4,5  sec	middel
1	udgår	_	_
2	0,09	0,09	0,09
3	0,12	0,12	0,12
4	0,45	0,47	0,46
5	0,23	0,27	0,25
6	0,14	0,17	0,16
7	0,33	0,40	0,36
8	0,34	0,31	0,32
9	0,36	0,27	0,32
10	0,71	0,75	0,73
11	0,65	0,66	0,66
12	0,41	0,52	0,46
13	0,43	0,44	0,44

# Sammenstilling af middelværdier

Punkt	Eks. forhold	50 m forlængelse	mole i yderhavn
1	0,38	0,16	_
2	0,14	0,08	0,09
3	0,15	0,12	0,12
4	0,46	0,10	0,46
5	0,34	0,09	0,25
6	0,18	0,10	0,16
7	0,40	0,08	0,36
8	0,30	0,08	0,32
9	0,28	0,10	0,32
10	0,73	0,24	0,73
11	0,61	0,20	0,66
12	0,40	0,16	0,46
13	0,36	0,10	0,44

#### 6. Kommentarer til måleresultater

Det ses af måleresultaterne, at man ved kraftige vindstyrker fra omkring ENE har bølgehøjder i forhavnen på op til halvdelen af den indkomne bølgehøjde. Da man i en lystbådehavn må kræve, at bølgehøjden ikke overskrider 10-20 cm ses det umiddelbart, at de eksisterende forhold ikke tillader udnyttelse af forhavnen til lystbådehavn.

Såfremt man etablerer en forlængelse af nordre ydermole med ca. 50 m opnås en reduktion af bølgeuroen i forhavnen til ca. en trediedel ved bølger fra ENE. Den gennemsnitlige bølgehøjdekoefficient for det område, hvor man har overvejet at placere broer for lystbåde, er 0,ll, hvilket netop må skønnes at være acceptabelt under de mest kritiske situationer i sommerhalvåret. Forholdene ved den nordligste del af østre indermole synes dog ikke at være helt tilfredsstillende, hvorfor en bro på dette sted formentlig må reserveres gæstebåde.

En mole i inderhavnen ses at give forbedrede forhold i den sydlige og sydøstlige del af forhavnen, medens den resterende, nordlige del formentlig fortsat vil være relativt urolig.

Hvad angår bølgeuroen i den eksisterende havn bemærker man, at en 50 m forlængelse af nordmolen giver en væsentlig forbedring af forholdene i inderhavnen (fiskerihavnen), medens en mole i yderhavnen ikke ændrer bølgeuroen væsentligt, men måske giver en svag, men næppe mærkbar forværring af situationen.

Det skal afslutningsvis anføres, at man ud over ovennævnte forsøg også har udført nogle enkelte orienterende forsøg med et let dækværk i yderhavnen bestående af en pælebro, hvorpå der var placeret en halvpermeabel træflage fra kote -1,0 til kote +1,0. En sådan konstruktion skønnes ikke at være i stand til at modstå bølgepåvirkningen i den tænkte udformning. Desuden må konstruktionen frarådes, da den giver anledning til forøget bølgeuro i den mest kritiske del af indsejlingsområdet.

