



**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

**Aalborg Universitet**

## **Strandby Havn**

*rapport om modelforsøg med stenmole*

Burcharth, Hans F.

*Publication date:*  
1974

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Burcharth, H. F. (1974). *Strandby Havn: rapport om modelforsøg med stenmole*. Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning. Bulletin Nr. 10

### **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](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



**BULLETIN NR. 10**  
**STRANDBY HAVN**  
**RAPPORT OM MODELFORSG MED STENMOLE**

**LABORATORIET FOR HYDRAULIK OG HAVNEBYGNING**  
AALBORG UNIVERSITETSCENTER DANMARKSGADE 19 AALBORG DANMARK

AALBORG UNIVERSITETSCENTER      DANMARKS INGENIØRAKADEMI  
Danmarksgade 19      9000 Aalborg      Danmark      telefon (08) 160533

LABORATORIET FOR HYDRAULIK OG HAVNEBYGNING  
Ingeniørdocent H. F. Burcharth

BULLETIN NR. 10  
STRANDBY HAVN  
RAPPORT OM  
MODELFORSØG MED STENMOLE  
OKTOBER 1974

INDHOLDSFORTEGNELSE:

1. Indledning	side	1
2. Konklusion	side	2
3. Bølge- og vandstandsforhold	side	3
4. Molens stabilitet	side	5
5. Overskyl over mole	side	6
6. Udførte modelforsøg	side	7

Bilag

1	Plan af mole
2	Tværsnit i mole

## 1. Indledning

Denne rapport omhandler resultatet af en række modelforsøg til en nærmere undersøgelse af udformningen af moletværnsnit for en ny forhavn i Strandby havn.

Modelforsøgene er blevet iværksat af Strandby havns tekniske rådgiver, civilingeniør J. Bülow Beck, og forsøgene er den 18. oktober 1974 blevet fremvist for repræsentanter for Strandby havn og Frederikshavn kommune.

Laboratoriet har tidligere, i 1972-73, udført modelforsøg med bølgeuro i forbindelse med fastsættelse af linieføringen for den ny forhavn. Disse forsøg er beskrevet i laboratoriets bulletin nr. 4: "Strandby havn, Ny forhavn, Modelforsøg med bølgeuro" april 1973.

Fra laboratoriets side har undersøgelsen været forestået af ingeniørdocent H. F. Burcharth og civilingeniør Torben Larsen.

## 2. Konklusion

På grundlag af de udførte undersøgelser skal man anbefale, at molerne med de på bilag 1 anførte linieføringer udføres som beskrevet nedenfor:

### Alternativ 1

Molestrækning	Stenstørrelse i dæklag t	kronekote i m efter D.N.N.	1,25 m høj bølgeskærm	
			ja	nej
<u>Nordre mole</u>				
yderste del	2,5	2,0	x	
inderste del	1,5	2,0	x	
<u>Søndre mole</u>				
yderste del	2,5	2,0		x
inderste del	1,5	2,0		x

### Alternativ 2

Molestrækning	Stenstørrelse i dæklag t	kronekote i m efter D.N.N.	1,25 m høj bølgeskærm	
			ja	nej
<u>Nordre mole</u>				
yderste del	2,5	2,5		x
inderste del	1,5	2,5		x
<u>Søndre mole</u>				
yderste del	2,5	2,0		x
inderste del	1,5	2,0		x

Der antages overalt at være skråningsanlæg 2,0 på molernes havside.



### 3. Bølge- og vandstandsforhold

Da der ikke foreligger bølgemålinger fra Vendsyssels østkyst, er man henvist til bølgeberegninger på grundlag af vindstatistikker og opmåling af frie stræk.

I nedenstående skema er angivet bølgedata for bølger, som må forventes ud for Hirsholmene.

	vind fra E			vind fra NE			vind fra SE		
	12 m/s	20 m/s	30 m/s	12 m/s	20 m/s	30 m/s	12 m/s	20 m/s	30 m/s
$H_S$	1,76	3,38	4,90	1,76	3,38	4,90	1,25	2,33	3,75
$L_O$	58,2	97,5	126	58,2	97,5	126	36,0	57,5	105
$T_S$	6,1	8,0	9,0	6,1	8,0	9,0	4,8	6,1	8,2

$H_S$  er den signifikante bølgehøjde defineret som middelhøjden af den højeste trediedel af bølgerne,  $L_O$  er bølgelængden på dybt vand og  $T_S$  er den signifikante bølgeperiode defineret tilsvarende  $H_S$ .

I nedenstående skema er angivet bølgelængder på henholdsvis 3 m, 4 m og 5 m vanddybde i ovennævnte situationer samt den maksimalt mulige bølgehøjde på disse vanddybder.

dybde		vind fra E			vind fra NE			vind fra SE		
		12 m/s	20 m/s	30 m/s	12 m/s	20 m/s	30 m/s	12 m/s	20 m/s	30 m/s
3 m	$H_S$	1,76	2,45	2,48	1,76	2,45	2,48	1,25	2,33	2,52
	L	31,2	41,5	46,4	31,2	41,5	46,4	23,8	30,8	43,2
4 m	$H_S$	1,76	3,12	3,43	1,76	3,12	3,43	1,25	2,33	3,28
	L	35,4	45,3	55,9	35,4	45,3	55,9	26,6	35,3	49,3
5 m	$H_S$	1,76	3,38	4,13	1,76	3,38	4,13	1,25	2,33	
	L	38,9	52,4	60,6	38,9	52,4	60,6	28,7	38,6	54,8
	$T_S$	6,1	8,0	9,0	6,1	8,0	9,0	4,8	6,1	3,75

Som det fremgår af disse tabeller, reduceres bølgehøjden for de største bølger væsentligt på grund af vanddybdens indflydelse. Det er derfor væsentligt at kende vandstanden i forbindelse med de kraftige østlige vinde.

Ved kraftige østlige vinde vil der normalt opstå lavvande med en størrelse på 0,5 - 1,0 m. Imidlertid må det dog forventes, at i situationer, hvor vinden f.eks. drejer hurtigt fra N eller NW til NE, opnås ikke en tilstrækkelig hurtig sænkning af vandspejlet i Kattegat til at undgå, at store bølger fra den østlige sektor forekommer samtidig med vandspejlet omkring daglig vande. Da en sådan situation dog kun forventes at forekomme sjældent, skønnes det rimeligt kun at tage hensyn til det forhold ved molens totalstabilitet.

Man skal på denne baggrund anbefale følgende dimensioneringskriterier for molerne for den ny forhavn

	Molens totalstabilitet		Overskyl, sandgennemtrængning	
	Bølgehøjde $H_S$	vandstand, kote	Bølgehøjde $H_S$	vandstand
Nordre mole yderste del	3,4 m	0,0	3,0 m	-0,5
Nordre mole inderste del	2,5 m	0,0	2,5 m	-0,5
Søndre mole yderste del	3,0 m	-0,3	2,5 m	-0,5
Søndre mole inderste del	2,5 m	-0,3	2,5 m	-0,5

På dette grundlag opnås for det første, at konstruktionens totalstabilitet sikres, og dernæst at der foretages en økonomisk afvejning, når overskyl og dermed sandindtrængningen fastsættes.

#### 4. Dæklagets stabilitet

Det antages, at moletværnsnittet udformes som foreslået af civ.ing. J. Bülow Beck med en skråningsanlæg på 2,0 på havsiden. Det antages, at der anvendes søsten med en stenvægtfylde på 2,65 t/m<sup>3</sup>. På grundlag af de af Hudson udarbejdede dimensioneringskriterier beregnes stenstørrelsen i dæklaget til følgende:

	Bølgehøjde	Stenstørrelse i t	
		ingen beskadigelse	4% beskadigelse
Nordre mole yderste del	3,4	4,2	1,7
inderste del	2,5	1,7	0,7
Søndre mole yderste del	3,0	2,9	1,2
inderste del	2,5	1,7	0,7

På grundlag af laboratoriets erfaringer har man ikke skønnet det nødvendigt at udføre modelforsøg med dæklagets stabilitet, idet ovennævnte kriterier har vist sig at føre til rimeligt nøjagtige resultater.

Såfremt der vælges et moletværnsnit, som udsættes for delvis overskyllning, skal man gøre opmærksom på, at molens krone og øverste del af skråningen på havnesiden må dækkes af sten med mindst samme størrelse som på havsiden.



### 5. Overskyl over mole

Bølgeoverskyllet over en mole afhænger i almindelighed af bølgehøjden  $H$ , bølgestejlheden  $s = \frac{H}{L}$ , molens højde over middelvandspejlet  $h$ , skråningsanlægget  $a$ , vanddybden foran molen samt moleoverfladens ruhed og porøsitet.

I den aktuelle situation angiver litteraturen (Wiegel (1967): "Oceanographical Engineering"), at opskyllet kan beregnes til 0,9 - 1,0 gange bølgehøjden. Laboratoriet har udført modelforsøg (målestok 1:25) og har fundet, at opskyllet på den foreslåede mole kan fastsættes til 1,0 gange bølgehøjden.

Såfremt molen bygges med en lavere kronekote end svarende til ovenstående, kan bølgeoverskyllet pr. længdeenhed pr. tidsenhed beregnes ud fra følgende formel:

$$q = k \frac{(H - h)^2}{T}$$

Konstanten  $k$  er for det aktuelle moletværsnit ved modelforsøg bestemt til 0,6.

Herefter kan nedenstående overskyl beregnes:

H - h m	Overskyl m <sup>3</sup> /sec/m
0	0
0,5	0,02
1,0	0,08
1,5	0,17

Bølgeperiode  $T = 8$  sec

Forsøgene viser, at ovenstående som tilnærmelse også kan benyttes, såfremt molen forsynes med en bølgeskærm, idet man i dette tilfælde skal addere 2/3 gange højden af bølgeskærmen til molens kronekote.

## 6. Udførte modelforsøg

Modelforsøgene blev udført i laboratoriets bølgebassin og målestoksforholdet var 1:25. Ved samtlige forsøg blev to moletværsnit samtidig påvirket således, at en direkte sammenligning var mulig. De to moletværsnit var ens med undtagelse af en bølgeskærm med en højde på 1,25 m (prototypemål) placeret på det ene tværsnit.

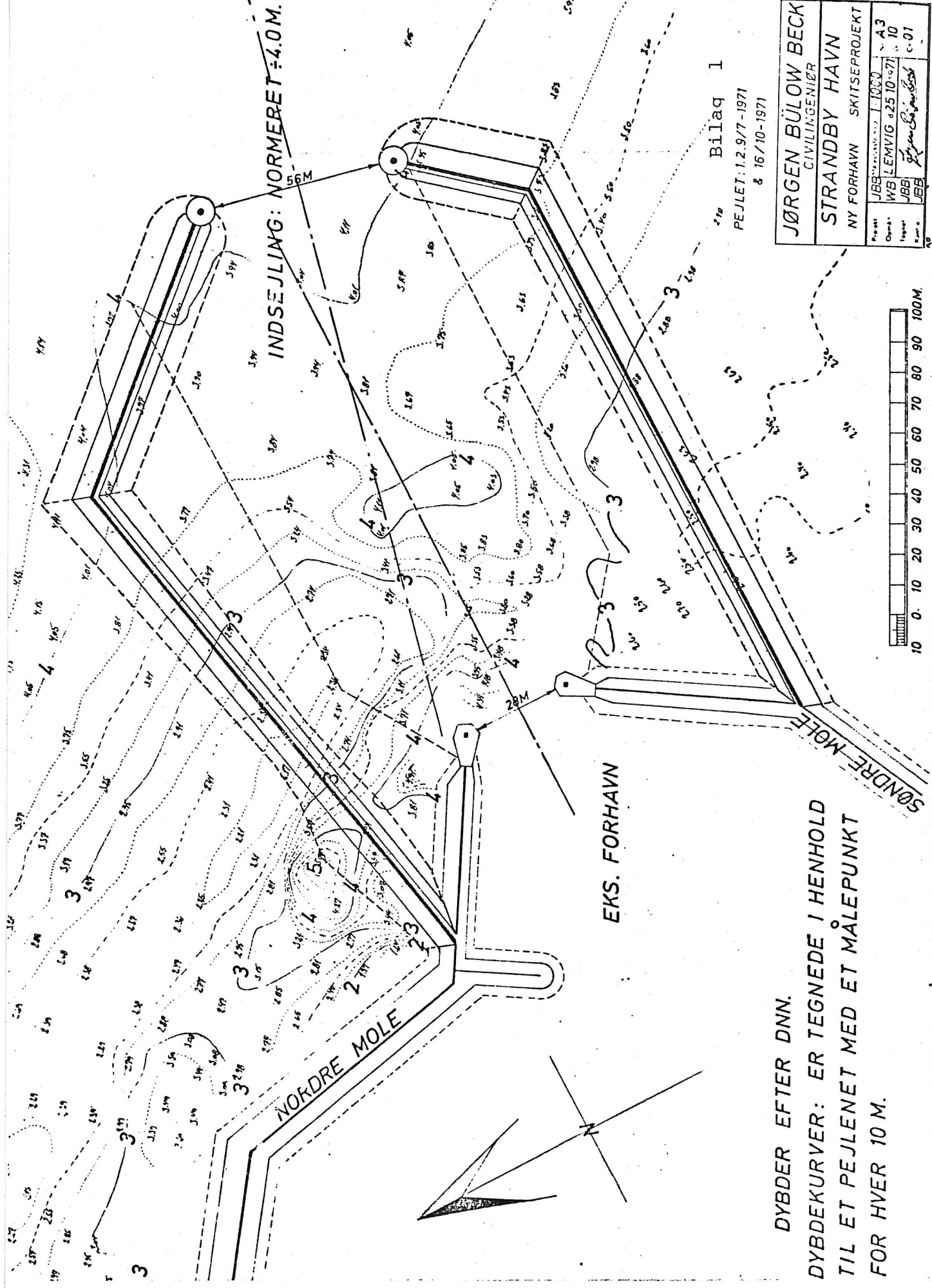
Der blev udført forsøg med vandstand i kote -1,0 , -0,5 , 0,0 , +0,5 , +1,0 og i hver situation blev moletværsnittene udsat for bølger svarende til vindstyrker på 12 m/s, 20 m/s og 30 m/s (d.v.s. vindstyrke 6, 8 og 11 efter Beauforts skala). For hver af disse situationer blev opskylshøjden registreret og i de tilfælde, hvor der var overskyl, blev overskyllede vandmængder målt. Disse resultater er sammenfattet i foregående afsnit "Overskyl over mole" på side 6.

INDSEJLING: NORMERET ±4.0M.

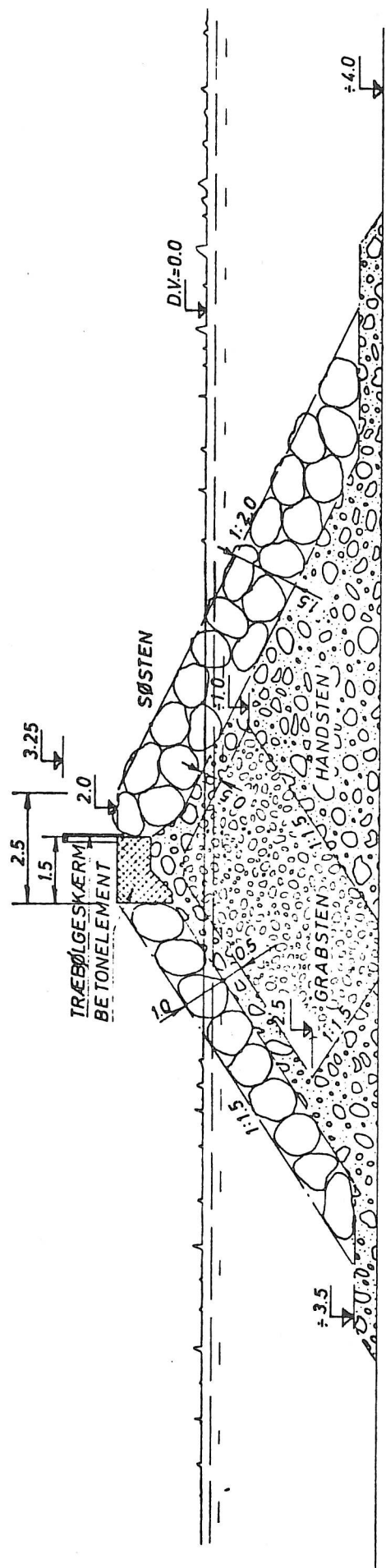
Bilag 1

PEJLET: 1.2.9/7-1971  
& 16/10-1971

JØRGEN BÜLOW BECK CIVILINGENIØR	
STRANDBY HAVN	
NY FORHAVN SKITSEPROJEKT	
Projekt	JBB 1000
Omst.	WB LEMVIG d 25 10 1971
Legt	JBB 10
Skal.	JBB 10
Udsk.	JBB 10
c-01	

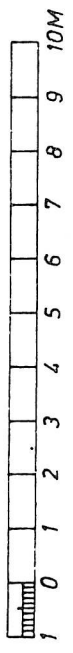


DYBDER EFTER DNN.  
DYBDEKURVER: ER TEGNEDE I HENHOLD  
TIL ET PEJLENET MED ET MÅLEPUNKT  
FOR HVER 10 M.



STENMOLE

UBENÆVNTE MÅL I METER.



Bilag 2

<b>JØRGEN BULOW BECK</b> CIVILINGENIØR		Projekt: JBB	Skitse: 1:100	Nr. A4
<b>STRANDBY HAVN</b>		Opmålt: LEMVIG 318 8 1071	Gr. 11	G. 11
NY FORHAVN SKITSEPROJEKT		Tegnet: JBB	Kontroll: [Signature]	C. 01

KOTER EFTER D.N.N.

Bulletiner fra Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning:

- Bulletin nr. 1 H. F. Burcharth og Torben Larsen  
"Introduktion af laboratoriet" december 1971
- Bulletin nr. 2 H. F. Burcharth og Torben Larsen  
"Elementær laboratoriepraktik for bygningsingeniør-  
studerende" april 1972
- Bulletin nr. 3 Michael Brorsen, H. F. Burcharth og Torben Larsen  
"Stabilitet af doloskråninger" marts 1973
- Bulletin nr. 4 Strandby havn Ny forhavn  
Modelforsøg med bølgeuro, april 1973
- Bulletin nr. 5 Referat af studierejse til Holland,  
efteråret 1973
- Bulletin nr. 6 Helsingør Nordhavn  
Modelforsøg med bølgeuro, april 1974
- Bulletin nr. 7 H. F. Burcharth  
"Forslag til lystbådehavne i Aalborg" august 1974
- Bulletin nr. 8 K. Erling Navntoft  
"Metode til samtidig måling af hastighed og sedi-  
mentkoncentration i stationære strømninger med  
sediment i suspension" august 1974
- Bulletin nr. 9 M. Brorsen, H. F. Burcharth og Torben Larsen  
"Stability of dolos slopes" august 1974
- Bulletin nr. 10 Strandby Havn  
Rapport om modelforsøg med stenmole, oktober 1974