

เอกสารอ้างอิง

1. Quinn, Alonro Def, Design and Construction of Ports and Marine Structures. Mc Graw - Hill Company, Inc., New York, 1961.
2. "Bangkok Port Dolphin at Bang Hua Sua at km. 14.0 on the Chao Phraya River," First Project Report, Prof. Dr. Lackner & Partners Consulting Engineers, n.p., 1983.
3. Committee for Waterfront Structures of the Society for Harbor Engineering and the German Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering, "Recommendations of the Committee for Waterfront Structures EAU 1980," Wilhelm Ernst & Sohn, n.p., 1982.
4. Costa, F.V, "The Berthing Ship," The Dock and Harbour Authority, Vol. XLV, pp. 523-525, 1964
5. The Overseas Costal Area Development Institute of Japan, "Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan 1983," Bureau of Ports and Harbours, Ministry of Transport, Port and Harbour Research Institute, Ministry of Transport, n.p., 1983.
6. Satoshi IWAI and Sumio YAJIMA, "Wind Pressure Acting on Ships in Moorage", Proc. of the 26th Meeting of Japan Navigation Society, 1961.
7. Meyerhof, G.G, "Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soil," Proc. A.S.C.E., Vol. 82, S.M.1, pp.1-10, 1956.

8. Chang, Y.L., "Lateral Pile Loading Tests", Trans.A.S.C.E, Vol.102, 1937.
9. British Standards Institution, "Code of Practice for Fixed Offshore Structures (BS 6235 : 1982),"British Standards Institution,London, 1982.
10. Permanent International Association of Navigation Congresses, "Geotechnical Aspects of Flexible Breasting Dolphin Design, Report of the International Commission for Improving the Design of Fender Systems, pp.112 - 135, PUVREZ S.A., Brussels, n.d. {Supplement to Bulletin N 45 (1984)}
11. Poulos, H.G., and E.H. Davis, Pile Foundation Analysis and Design, John Willey and Sons, Inc.,n.p., 1980.
12. ชัย มุกคพันธ์ และ คาซูโอะ นากาฮาวา, ปรุพิภพศาสตร์และวิศวกรรมรากฐาน สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านเทคนิคระหว่างประเทศ, กรุงเทพมหานคร, 2526.
13. Working Group on Fender System Design, "Design of Fender Systems." Japanese National Section of PIANC,n.p., 1980.
14. Sherif, Gamal, Elastically Fixed Structures, Wilhelm Ernst & Sohn, n.p., 1974.
15. Oil Companies International Marine Forum, "Prediction of Wind and Current Loads on VICCS," Witherby & Co. Ltd., London, 1977.

ภาคผนวก ก .
สรุปข้อมูลของ เรือเดินทะเล



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.1 Seagoing Vessels

Tonnage		Displacement	Overall-length	Length between Perps	Beam	Draft
GRT	DWT	Kn	m	m	m	m

5.1.1.1 Passenger Vessels

80000	-	750000	315	295	35.5	11.5
70000	-	650000	315	295	34.0	11.0
60000	-	550000	310	290	32.5	10.5
50000	-	450000	300	280	31.0	10.5
40000	-	350000	265	245	29.5	10.0
30000	-	300000	230	210	28.0	10.0

5.1.1.2 Bulk Cargo Freighters (Ore, Coal, Grain etc.)

-	1000000	11450000	511	491	88.0	32.5
-	900000	10350000	500	480	85.0	31.0
-	800000	9200000	485	465	82.0	30.0
-	700000	8050000	471	451	79.0	29.0
-	600000	6940000	454	434	75.0	27.5
-	540000	6250000	442	442	72.5	26.5
-	500000	5800000	435	415	71.0	26.0
-	450000	5240000	424	404	68.5	25.0
-	420000	4900000	418	398	67.0	24.5
-	380000	4450000	407	386	64.5	24.0
-	340000	4000000	398	378	62.5	23.0
-	300000	3560000	385	364	59.5	22.0
-	275000	3260000	376	355	57.5	21.5
-	250000	3000000	367	346	55.5	21.0
-	225000	2700000	356	336	53.5	20.5
-	200000	2400000	345	326	51.0	19.5
-	175000	2120000	330	315	48.5	18.5
-	150000	1800000	315	300	46.0	16.5
-	125000	1550000	295	280	43.5	16.0

Tonnage		Displacement	Overall length	Length between Perps	Beam	Draft
GRT	DWT	Kn	m	m	m	m

Bulk Cargo Freighters (Continuation)

-	1000000	1250000	280	265	41.0	15.0
-	850000	1050000	265	255	38.0	14.0
-	650000	850000	255	245	33.5	13.0
-	450000	600000	230	220	29.0	11.5
-	350000	450000	210	200	27.0	11.0
-	250000	300000	190	180	24.5	10.5
-	150000	200000	165	155	21.5	9.5

The dimensions in the table can be expected to vary according to conditions in shipyard and shipping areas.

5.1.1.3 Mixed Cargo Freighters (Full Deck Construction)

100000	15000	200000	165	155	21.5	9.5
7500	11000	150000	150	140	20.0	9.0
5000	7500	100000	135	125	17.5	8.0
4000	6000	80000	120	110	16.0	7.5
3000	4500	60000	105	100	14.5	7.0
2000	3000	40000	95	90	13.0	6.0
1500	2200	30000	90	85	12.0	5.5
1000	1500	20000	75	70	10.5	4.5
500	700	10000	60	55	8.5	3.5

There appears to be trend towards construction of larger cargo freighters. If necessary, the dimensions used in section 5.1.1.2 may be used.

5.1.1.4 Fishing Vessels

2500	-	20000	90	80	14.0	5.9
2000	-	25000	85	75	13.0	5.6
1500	-	21000	80	70	12.0	5.3
1000	-	17500	75	65	11.0	5.0
800	-	15500	70	60	10.5	4.8
600	-	12000	65	55	10.0	4.5
400	-	8000	55	45	8.5	4.0
200	-	4000	40	35	7.0	3.5

5.1.1.5 Container Ships

Tonnage	Displacement	Overall-length	Length between Perps	Beam	Draft	Number of Containers	Generation
DWT	kN	m	m	m	m	circa	
50000	735000	290	275	32.4	13.0	2000	3rd
42000	610000	285	270	32.3	12.0	2300	3rd
36000	510000	270	255	31.8	11.7	2000	3rd
30000	415000	228	214	31.0	11.3	1670	2nd
25000	340000	212	198	30.0	10.7	1300	2nd
20000	270000	198	184	28.7	10.0	1100	2nd
15000	200000	180	166	26.5	9.0	810	1st

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข .

สรุปการหาแรงลมและกระแสน้ำที่กระทำกับหลักผูก เรือกลางน้ำ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาแรงลมและแรงจากกระแสน้ำที่กระทำต่อเรือที่ผูกกับหลักผูกเรือ

แรงลมและแรงจากกระแสน้ำที่กระทำต่อเรือที่ผูกกับหลักผูกเรือจะหาได้จากรายงานของ OCIMF "Prediction of Wind Current Loads on VICCS" ซึ่งจะใช้สูตรต่อไปนี้เพื่อคำนวณแรงดังกล่าว

แรงลม

$$\text{แรงตามแนวยาว: } F_{xw} = C_{xw} \times \left(\frac{P_w}{760} \right) \times v_w^2 \times A_T \text{ (Kn)}$$

$$\text{แรงตามขวางที่ท้ายเรือ: } F_{yaw} = C_{yaw} \times \left(\frac{P_w}{760} \right) \times v_w^2 \times A_L \text{ (Kn)}$$

$$\text{แรงตามขวางที่หัวเรือ: } F_{yfw} = C_{yfw} \times \left(\frac{P_w}{760} \right) \times v_w^2 \times A_L \text{ (Kn)}$$

C_{xw}, C_{yaw}, C_{yfw} เป็นสัมประสิทธิ์ที่ขึ้นอยู่กับทิศทางของลมที่กระทำกับเรือ

$\frac{1}{760}$ เป็น Conversion factor $\frac{\text{Kn} \cdot \text{m}}{\text{Kg} \cdot \text{Knot} \cdot \text{Sec}}$

V_w ความเร็วลม (Knots)

A_L พื้นที่รับลมตามยาว (m^2)

A_T พื้นที่รับลมตามขวาง (m^2)

P_w ความหนาแน่นของอากาศ $0.1193 \text{ Kg} \cdot \frac{\text{sec}^2}{\text{m}^4}$

แรงจากกระแสน้ำ

$$\text{แรงตามแนวยาว: } F_{xc} = C_{xc} \times \left(\frac{P_c}{760} \right) \times V_c^2 \times T \times L_{BP} \text{ (Kn)}$$

$$\text{แรงตามขวางที่ท้ายเรือ: } F_{yac} = C_{yac} \times \left(\frac{P_c}{760} \right) \times v_c^2 \times T \times L_{BP} \text{ (Kn)}$$

$$\text{แรงตามขวางที่หัวเรือ: } F_{yfc} = C_{yfc} \times \left(\frac{P_c}{760} \right) \times v_c^2 \times T \times L_{BP} \text{ (Kn)}$$

C_{xc}, C_{yac}, C_{yfc} เป็นสัมประสิทธิ์ที่ขึ้นอยู่กับทิศทางของกระแส น้ำ รูปร่างของเรือและอัตราส่วนระหว่างความลึกของน้ำกับระยะจมของเรือ

V_c ความเร็วของกระแส น้ำ (Knots)

T ระยะจมของเรือ (m)

L_{BP} ความยาวของเรือเมื่อเชือกค้ำฉาก (m)

P_c ความหนาแน่นของน้ำ $104.47 \text{ Kg} \cdot \frac{\text{sec}^2}{\text{m}^4}$

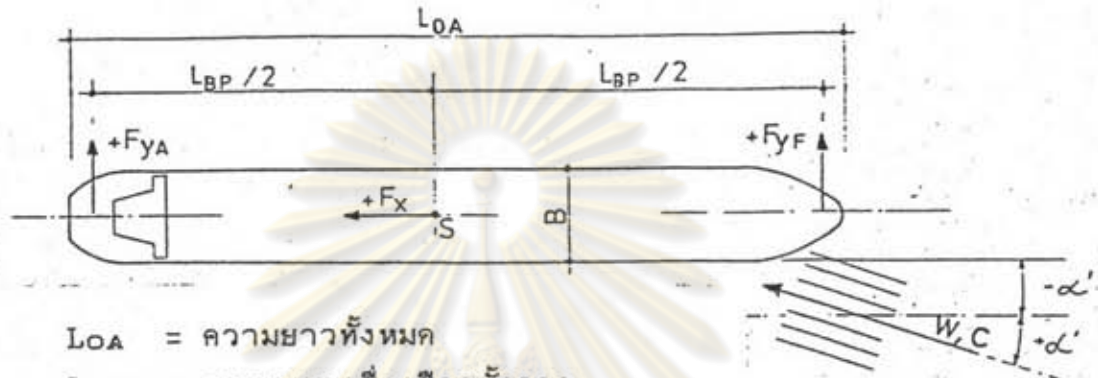
การรวมแรง

แรงรวมระหว่างแรงลมและแรงจากกระแสน้ำมีดังนี้

$$F_x = F_{xa} + F_{xc}$$

$$F_{ya} = F_{yaw} + F_{yac}$$

$$F_{yf} = F_{yfw} + F_{yfc}$$



L_{OA} = ความยาวทั้งหมด

L_{BP} = ความยาวเมื่อ เชือกตั้งฉาก

B = ความกว้างเรือ

คำนวณแรงที่กระทำกับเรือ

สัมประสิทธิ์แรงลมกรณีเรือ เปล่า

แรงลมที่กระทำค่อท้ายเรือจะสูงสุดเมื่อลมพัดในมุม $\alpha'_{พ} = 110^\circ$
และแรงลมที่กระทำค่อหัวเรือจะสูงสุดเมื่อลมพัดในมุม $\alpha'_{พ} = 65^\circ$

$$C_{yaw} = 0.55 \quad (\alpha'_{พ} = 110^\circ)$$

$$C_{yfw} = 0.495 \quad (\alpha'_{พ} = 65^\circ)$$

$$C_{xw} = 0.87 \quad (\alpha'_{พ} = 0^\circ)$$

กรณีเรือบรรทุกเต็ม

$$C_{yaw} = 0.495 \quad (\alpha'_{พ} = 115^\circ)$$

$$C_{yfw} = 0.26 \quad (\alpha'_{พ} = 80^\circ)$$

$$C_{xw} = 0.95 \quad (\alpha'_{พ} = 0^\circ)$$

สัมประสิทธิ์ของแรงจากกระแสน้ำ

ความลึกของน้ำ = 10 m.

อัตราส่วนระหว่างความลึกของน้ำกับระยะกินน้ำลึกของเรือ

จะเป็น

$$r = \frac{10.0}{3.0} = 3.33 \quad (12,000 \text{ GRT})$$

กรณีเรือเปล่า

$$r = \frac{10.0}{2.5} = 4.0 \quad (3,000 \text{ GRT})$$

$$r = \frac{10.0}{9.5} = 1.05 \text{ (12,000 GRT)}$$

กรณีเรือเปล่า

$$r = \frac{10.0}{7.0} = 1.43 \text{ (3,000 GRT)}$$

ประมาณค่ากระแสหน้าทามุมขนานกับตัวเรือหรือทามุมสูงสุดไม่เกิน $\pm 3^\circ$
สรุปสัมประสิทธิ์แต่ละกรณีดังนี้

a) 12,000 GRT (เรือเปล่า)

$$C_{xc} = 0.08 \text{ (}\alpha'_c = 0^\circ\text{)}$$

$$C_{yac} = 0.04 \text{ (}\alpha'_c = 177^\circ\text{)}$$

$$C_{yfc} = 0.03 \text{ (}\alpha'_c = 3^\circ\text{)}$$

b) 12,000 GRT (เรือบรรทุกของเต็ม)

$$C_{xc} = 0.08 \text{ (}\alpha'_c = 0^\circ\text{)}$$

$$C_{yac} = 0.19 \text{ (}\alpha'_c = 177^\circ\text{)}$$

$$C_{yfc} = 0.18 \text{ (}\alpha'_c = 3^\circ\text{)}$$

c) 3,000 GRT (เรือเปล่า)

$$C_{xc} = 0.08 \text{ (}\alpha'_c = 0^\circ\text{)}$$

$$C_{yac} = 0.03 \text{ (}\alpha'_c = 177^\circ\text{)}$$

$$C_{yfc} = 0.02 \text{ (}\alpha'_c = 3^\circ\text{)}$$

d) 3,000 GRT (เรือบรรทุกของเต็ม)

$$C_{xc} = 0.09 \text{ (}\alpha'_c = 0^\circ\text{)}$$

$$C_{yac} = 0.05 \text{ (}\alpha'_c = 177^\circ\text{)}$$

$$C_{yfc} = 0.04 \text{ (}\alpha'_c = 3^\circ\text{)}$$

แรงคามแนวยาว

a) 12,000 GRT (เรือเปล่า) $L = 164.0 \text{ m}$

$$F_{xw} = 0.87 \times \frac{(0.1193)}{760} \times 39^2 \times 460 = 96 \text{ Kn}$$

$$F_{xc} = 0.08 \times \frac{(104.47)}{760} \times 3 \times 3^2 \times 164 = 49 \text{ Kn}$$

$$\text{แรง } F_x \text{ (เรือเปล่า)} = 145 \text{ Kn}$$

b) 12,000 GRT (เรือบรรทุกของเต็ม)

$$F_{xw} = 0.95 \times \frac{(0.1193)}{760} \times 39^2 \times 320 = 73 \text{ Kn}$$

$$F_{xc} = 0.08 \times \frac{(104.47)}{760} \times 3^2 \times 9.5 \times 164 = 154 \text{ Kn}$$

$$\text{แรง } F_x \text{ (เรือบรรทุก)} = 227 \text{ Kn}$$

c) 3,000 GRT (เรือเปล่า) $L_{BP} = 95.0 \text{ m}$

$$F_{xw} = 0.87 \times \frac{(0.1193)}{760} \times 39^2 \times 210 = 44 \text{ Kn}$$

$$F_{xc} = 0.08 \times \frac{(104.47)}{760} \times 3^2 \times 2.5 \times 95 = 24 \text{ Kn}$$

$$\text{แรง } F_x \text{ (เรือเปล่า)} = 68 \text{ Kn}$$

d) 3,000 GRT (เรือบรรทุกของเต็ม)

$$F_{xw} = 0.95 \times \frac{(0.1193)}{760} \times 39^2 \times 150 = 34 \text{ Kn}$$

$$F_{xc} = 0.09 \times \frac{(104.47)}{760} \times 3^2 \times 7 \times 95 = 74 \text{ kN}$$

$$\text{แรง } F_x \text{ (เรือบรรทุก)} = 108 \text{ kN}$$

แรงที่กระทำตามขวางค้ำฉากกับท้ายเรือ

a) 12,000 GRT (เรือเปล่า)

$$F_{yaw} = 0.55 \times \frac{(0.1193)}{760} \times 52^2 \times 1860 = 434 \text{ kN}$$

$$F_{yac} = 0.04 \times \frac{(104.47)}{760} \times 3^2 \times 3 \times 164 = 24 \text{ kN}$$

$$\text{แรง } F_{ya} \text{ (เรือเปล่า)} = 458 \text{ kN}$$

b) 12,000 GRT (เรือบรรทุกของเต็ม)

$$F_{yaw} = 0.495 \times \frac{(0.1193)}{760} \times 52^2 \times 770 = 434 \text{ kN}$$

$$F_{yac} = 0.19 \times \frac{(104.47)}{760} \times 3^2 \times 9.5 \times 164 = 366 \text{ kN}$$

$$\text{แรง } F_{ya} \text{ (เรือบรรทุก)} = 528 \text{ kN}$$

c) 3,000 GRT (เรือเปล่า)

$$F_{yaw} = 0.55 \times \frac{(0.1193)}{760} \times 52^2 \times 630 = 434 \text{ kN}$$

$$F_{yac} = 0.03 \times \frac{(104.47)}{760} \times 3^2 \times 2.5 \times 95 = 9 \text{ kN}$$

$$\text{แรง } F_{ya} \text{ (เรือเปล่า)} = 156 \text{ kN}$$

d) 3,000 GRT (เรือบรรทุกของเต็ม)

$$F_{yaw} = 0.495 \times \frac{(0.1193)}{760} \times 52^2 \times 300 = 63 \text{ kN}$$

$$F_{yac} = 0.05 \times \frac{(104.47)}{760} \times 3^2 \times 7 \times 95 = 41 \text{ kN}$$

$$\text{แรง } F_{ya} \text{ (เรือบรรทุก)} = 104 \text{ kN}$$

แรงที่กระทำตามขวางตั้งฉากกับหัวเรือ

a) 12,000 GRT (เรือเปล่า)

$$F_{yfw} = 0.495 \times \frac{(0.1193)}{760} \times 52^2 \times 1860 = 391 \text{ kN}$$

$$F_{yfc} = 0.03 \times \frac{(104.47)}{760} \times 3^2 \times 3 \times 164 = 18 \text{ kN}$$

$$\text{แรง } F_{yf} \text{ (เรือเปล่า)} = 409 \text{ kN}$$

b) 12,000 GRT (เรือบรรทุกของเต็ม)

$$F_{yfw} = 0.495 \times \frac{(0.1193)}{760} \times 52^2 \times 770 = 85 \text{ kN}$$

$$F_{yfc} = 0.03 \times \frac{(104.47)}{760} \times 3^2 \times 9.5 \times 164 = 347 \text{ kN}$$

$$\text{แรง } F_{yf} \text{ (เรือบรรทุก)} = 432 \text{ kN}$$

c) 3,000 GRT (เรือเปล่า)

$$F_{yfw} = 0.495 \times \frac{(0.1193)}{760} \times 52^2 \times 630 = 132 \text{ kN}$$

$$F_{yfc} = 0.02 \times \frac{(104.47)}{760} \times 3^2 \times 2.5 \times 95 = 6 \text{ kN}$$

$$\text{แรง } F_{yf} \text{ (เรือเปล่า)} = 138 \text{ kN}$$

d) 3,000 GRT (เรือบรรทุกของเต็ม)

$$F_{yfw} = 0.26 \times \frac{(0.1193)}{760} \times 52^2 \times 300 = 33 \text{ kN}$$

$$F_{yfo} = 0.04 \times \frac{(104.47)}{760} \times 3^2 \times 7 \times 95 = 33 \text{ kN}$$

$$\text{แรง } F_{yt} \text{ (เรือบรรทุก)} = 66 \text{ kN}$$

สรุปได้ค่าตารางต่อไปนี้

สภาวะบรรทุก		แรงคามยาว Fx (kN)	แรงคามขวาง Fya (kN) Fyf(kN)	
12,000 GRT	เรือเปล่า	145	458	409
	เรือบรรทุกเต็ม	227	528	432
3,000 GRT	เรือเปล่า	68	156	138
	เรือบรรทุกเต็ม	108	104	66

การหาแรงที่กระทำกับเรือที่ผูกอยู่กับหลักผูก เรือขณะมีเรืออื่นแล่นผ่าน

a) เรือที่ผูกขนาด 12,000 GRT

ความยาว $L_1 = 172 \text{ m}$

ขอมาทึบกันน้ำลึก $T_1 = 8.2 \text{ m}$

ความเร็ว $U_1 = 0$

b) เรือแล่นผ่านขนาด 12,000 GRT

ความยาว $L_2 = 172 \text{ m}$

กินน้ำลึกสูงสุด $T_2 = 9.5 \text{ m}$

ความเร็ว $U_2 = 6 \text{ knots}$

ระยะห่างจากเรือที่ผูก $D = 60 \text{ m}$

c) สัมประสิทธิ์

สำหรับแรงคามขวาง $C_{y\max} = 0.25$

สำหรับโมเมนต์หักเห (Yaw Moment) $C_{n\max} = 0.06$

$$L_m = \frac{L_1 + L_2}{2} = 172 \text{ m}$$

$$T_m = \frac{T_1 + T_2}{2} = 8.85 \text{ m}$$

$$U_m = \frac{U_1 + U_2}{2} = 3.0 \text{ knots}$$

$$K = \frac{(0.3 \times L_m)^2}{D} = 0.74$$

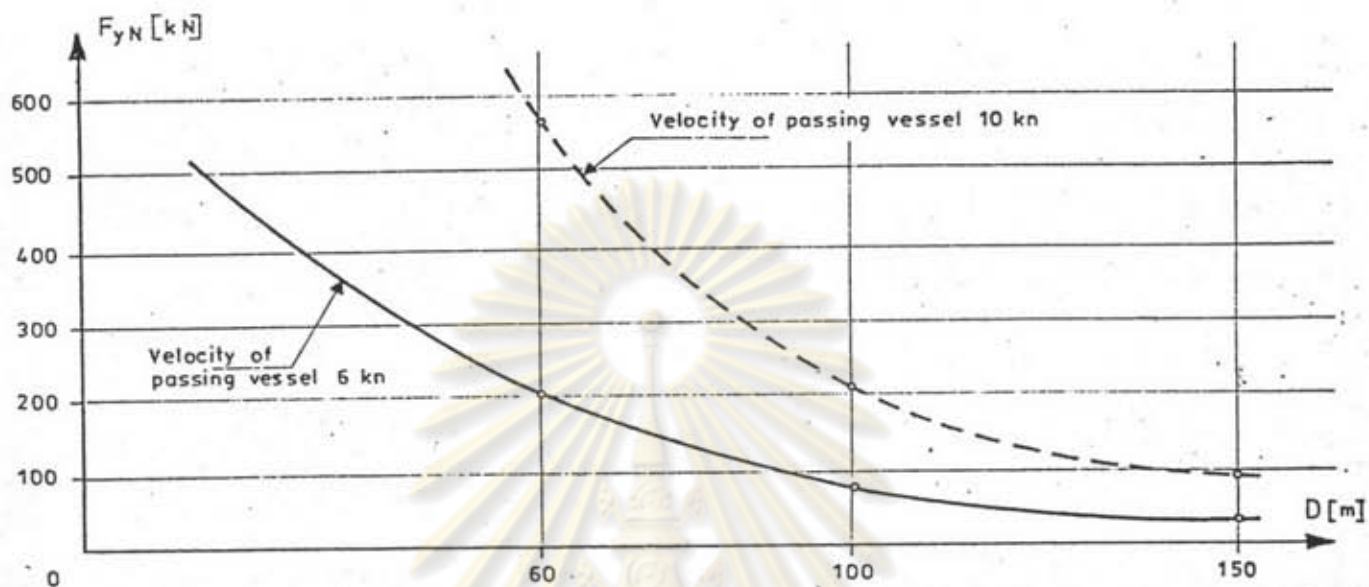
$$\begin{aligned} \text{แรงกระทำสูงสุด (Ymax)} &= K \times C_{y_{\max}} \times \rho \times \frac{(0.5144 \times U_m)^2 \times L_m \times T_m}{2} \\ &= 0.74 \times 0.25 \times 1.025 \frac{(0.5144 \times 3)^2 \times 172 \times 8.85}{2} \\ &= 344 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{โมเมนต์สูงสุด (Nmax)} &= K \times C_{n_{\max}} \times \rho \times \frac{(0.5144 \times U_m)^2 \times L_m^2 \times T_m}{2} \\ &= 0.74 \times 0.06 \times 1.025 \frac{(0.5144 \times 3)^2 \times 172 \times 8.85}{2} \\ &= 14,188 \text{ kNm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{yn} &= 0.5 \times Y_{\max} + 0.4 \times \frac{N_{\max}}{LBP} \\ &= 0.5 \times 344 + 0.4 \times \frac{14188}{164} \\ &= 207 \text{ kN} \end{aligned}$$

ซึ่งเมื่อพิจารณาเรือขนาด 12,000 GRT ที่แล่นด้วยความเร็ว 10 knots และ 6 knots ที่ระยะ 100 m และ 150 m แล้ว สามารถเขียนกราฟได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.
วิธี Elasticallry Fixed Structures



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.ความเป็นมาของปัญหา

โดยทั่วไปมีอยู่ 3 วิธีในการคำนวณคานที่วางบนพื้นยึดหยุ่น คือ

- The modulus of subgrade reaction method.
- The modulus of compressibility method.
- The combined method of the modulus of subgrade reaction and the modulus of compressibility.

แต่ในปัจจุบันยังไม่สามารถที่จะพิจารณาว่าวิธีใดเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดได้แต่พิจารณาเป็นกรณี เช่น ในการคำนวณ Foundation Beams ที่ถูกกระทำโดยน้ำหนักบรรทุกจะใช้ The modulus of subgrade reaction method นอกจากกรณี Foundation Beams แล้ว เสาเข็มและเข็มฝัดซึ่งใช้ถ่ายแรงในแนวราบก็สามารถใช้วิธีนี้ได้โดยมีการกระทำ Model tests ของเสาเข็มขนาดใหญ่เพื่อยืนยันถึงความเป็นไปได้ที่จะใช้วิธีนี้ในการคำนวณ

2.Numerical calculation

เนื่องจากความยุ่งยากในการแก้สมการ Differential เพื่อที่จะใช้วิธี modulus of subgrade reaction ดังนั้นจึงได้มีการทำตารางและตัวเลขขึ้นเพื่อสะดวกในการใช้งาน

จากรูปที่ 2.1 คานจะถูกแบ่งเป็น m ส่วนเท่า ๆ กัน หากทำการกระจายความค้ำแบ่งเป็น $(m+1)$ ค้ำนั้นสมการจำนวน $(m+1)$ จำเป็นต้องใช้ในการหาค่าค้ำสมการต่อไปนี้

$$S_1 = \frac{P_1}{KS_1} = S_{1a} + S_{1b} + S_{1c} \quad (2.1)$$

$$S_{1a} = \frac{L - X_1}{L} \cdot S_1, \quad (2.2)$$

$$S_{1b} = \frac{X_1}{L} \cdot S_{m+1}$$

$$S_{1c} = \frac{1}{E} \left(\frac{L}{d} \right)^3 \cdot \left[\sum_{j=1}^{j=n} P_j \cdot \zeta_{1j} - L \cdot \sum_{k=1}^{k=m+1} P_k \cdot \eta_{1k} \right]. \quad (2.3)$$

$$\frac{P_1}{KS_1} = \frac{L - X_1}{L} \cdot \frac{P_1}{KS_1} + \frac{X_1}{L} \cdot \frac{P_{m+1}}{KS_{m+1}} + \frac{1}{E} \left(\frac{L}{d} \right)^3 \cdot \left[\sum_{j=1}^{j=n} P_j \cdot \zeta_{1j} - L \cdot \sum_{k=1}^{k=m+1} P_k \cdot \eta_{1k} \right]. \quad (2.4)$$

$$KC = \frac{E}{KS_{m+1} \cdot L} \left(\frac{d}{L} \right)^3, \quad (2.5)$$

$$KC \left[\frac{KS_{m+1}}{KS_1} \cdot P_1 - \frac{KS_{m+1}}{KS_1} \cdot \frac{L - X_1}{L} \cdot P_1 - \frac{X_1}{L} \cdot P_{m+1} \right] + \sum_{k=1}^{k=m+1} P_k \cdot \eta_{1k} = \frac{1}{L} \cdot \sum_{j=1}^{j=n} P_j \cdot \zeta_{1j}, \quad (2.6)$$

เมื่อ

N_{1k} = influence factor ของการค้ำที่จุด i ของคานยังแขวนอยู่บนจุดรองรับ a และ b ซึ่งมีแรงสามเหลี่ยมที่มีฐานยาว

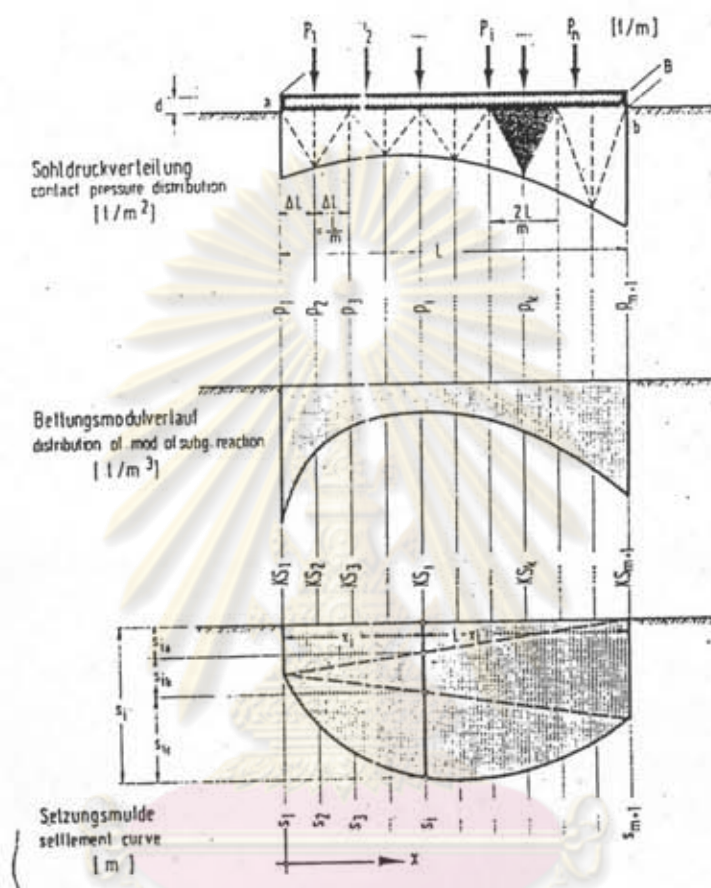


Bild 2.1 Systemskizze zur numerischen Berechnung.
Fig. 2.1 System sketch for the numerical calculation

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\frac{2L}{m} \text{ กระหาที่จุด } k$$

S_{ij} = influence factor ของการค้ำที่จุด i ของคานซึ่งแขวนอยู่บนจุดรองรับ a และ b ซึ่งมีแรง $p=1$ กระหาที่จุด j

3. วิธีการใช้ตาราง

3.1 ตัวเลือกของการกระจาย modulus of subgrade reaction การกระจาย modulus of subgrade reaction จะมีหลายแบบขึ้นกับคุณสมบัติที่แตกต่างกันของชั้นดิน มีแบบของการกระจายทั้งหมด 13 แบบดังรูป 3.1

3.2 ตัวเลือกของการใช้แรง

แรงที่กระทำมี 2 แบบ

- แรงในแนวราบ

- โมเมนต์ที่กระทำที่ส่วนบนของ Fixed number

แต่อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณาแรงกระทำในกรณีต่าง ๆ จะเป็นไปตามรูปที่ 3.2 ซึ่งมีแรงกระทำทั้งหมด 4 แบบ

3.3 ตัวเลือกของ The system rigidities

$$KC = \frac{E}{KSU \cdot L} \cdot (d)^3$$

เมื่อ E = Modulus of elasticity the number material (t/m^2)

KSU = modulus of subgrade reaction at the lower end of the member (t/m^3)

L = ความยาวของ member (m)

d = ความหนาของ member บริเวณที่รับแรงค้ำ, สำหรับหน้าค้ำที่เป็นสี่เหลี่ยม (m)
สำหรับหน้าค้ำอื่น

$$d = 3\sqrt{12I/B}$$

I = moment of inertia (m^4)

B = ความกว้างของ member (m)
สำหรับหน้าค้ำวงกลม

$$d = 1,676 \cdot r$$

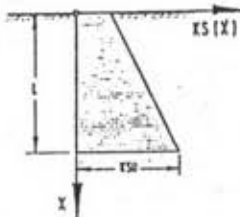
r = รัศมีของวงกลม (m)

3.4 วิธีคำนวณหาค่าแรงจากตาราง

3.4.1 วิธีคำนวณการกระจายของความค้ำ

จากตารางจะให้ influence coefficients FP สำหรับ

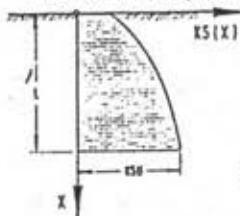
Lineare Zunahme der Bettungsmoduli mit der Tiefe
linear increase of mod of subg. reaction with depth



$$KS(X) = KSU \left\{ \alpha + \beta \frac{X}{L} \right\}$$

Fall case	α	β
1	0.00	1.00
2	0.25	0.75
3	0.50	0.50
4	0.75	0.25
5	1.00	0.00

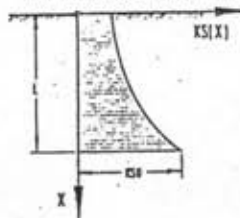
Zunahme der Bettungsmoduli mit der Tiefe als Wurzelfunktion
increase of mod. of subg. reaction with depth as a square root function



$$KS(X) = KSU \left\{ \alpha + \beta \sqrt{\frac{X}{L}} \right\}$$

Fall case	α	β
6	0.00	1.00
7	0.25	0.75
8	0.50	0.50
9	0.75	0.25

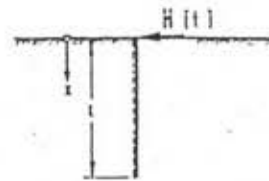
Zunahme der Bettungsmoduli mit der Tiefe als Potenzfunktion
increase of mod. of subg. reaction with depth as a power function



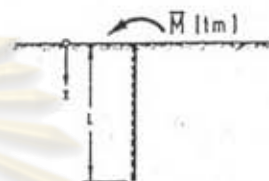
$$KS(X) = KSU \left\{ \alpha + \beta \left(\frac{X}{L} \right)^2 \right\}$$

Fall case	α	β
10	0.00	1.00
11	0.25	0.75
12	0.50	0.50
13	0.75	0.25

Bild 3.1 Gewählte Bettungsmodulverteilungen längs der eingespannten Länge
Fig. 3.1 Chosen distribution of the mod. of subg. reaction along the fixed length



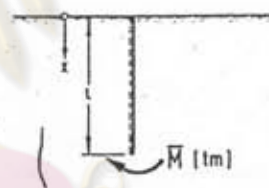
Lastfall 1
loading case 1
Einzellast am Stabkopf
single force at the upper end



Lastfall 2
loading case 2
Einzelmoment am Stabkopf
single moment at the upper end



Lastfall 3
loading case 3
Einzellast am Stabfuß
single force at the lower end



Lastfall 4
loading case 4
Einzelmoment am Stabfuß
single moment at the lower end

Bild 3.2 Untersuchte Lastfälle
Fig. 3.2 Investigated loading cases

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำนวณการกระจายของความดัน

แรงกระทำเป็นจุด

$$P = FP \cdot \frac{H}{L \cdot B} \quad (t/m^2) \quad (3.2)$$

สำหรับโมเมนต์

$$P = FP \cdot \frac{\bar{M}}{L^2 \cdot B} \quad (t/m^2) \quad (3.3)$$

3.4.2 วิธีคำนวณการเคลื่อนที่ในแนวราบ

จากตารางจะให้ influence coefficients FS สำหรับ

คำนวณการเคลื่อนที่ในแนวราบ

แรงกระทำเป็นจุด

$$S = FS \cdot \frac{H}{KSU \cdot L \cdot B} \quad (m) \quad (3.4)$$

สำหรับโมเมนต์

$$S = FS \cdot \frac{\bar{M}}{KSU \cdot L^2 \cdot B} \quad (m) \quad (3.5)$$

3.4.3 วิธีคำนวณแรงเฉือน

จากตารางจะให้ influence coefficients FQ สำหรับ

คำนวณแรงเฉือน

แรงกระทำเป็นจุด

$$Q = FQ \cdot H \quad (t) \quad (3.6)$$

สำหรับโมเมนต์

$$Q = FQ \cdot \frac{\bar{M}}{L} \quad (t) \quad (3.7)$$

3.4.4 วิธีคำนวณโมเมนต์คด

จากตารางจะให้ influence coefficients FM สำหรับ

คำนวณโมเมนต์คด

แรงกระทำเป็นจุด

$$M = FM \cdot H \cdot L \quad (tm) \quad (3.8)$$

สำหรับโมเมนต์

$$M = FM \cdot \bar{M} \quad (tM) \quad (3.9)$$

3.5.5 วิธีคำนวณ angular rotations

จากตารางจะให้ influence coefficients FO และ F1

สำหรับคำนวณ angular rotations ที่ส่วนบน ($x/L = 0$) และส่วนล่าง ($x/L = 1$)

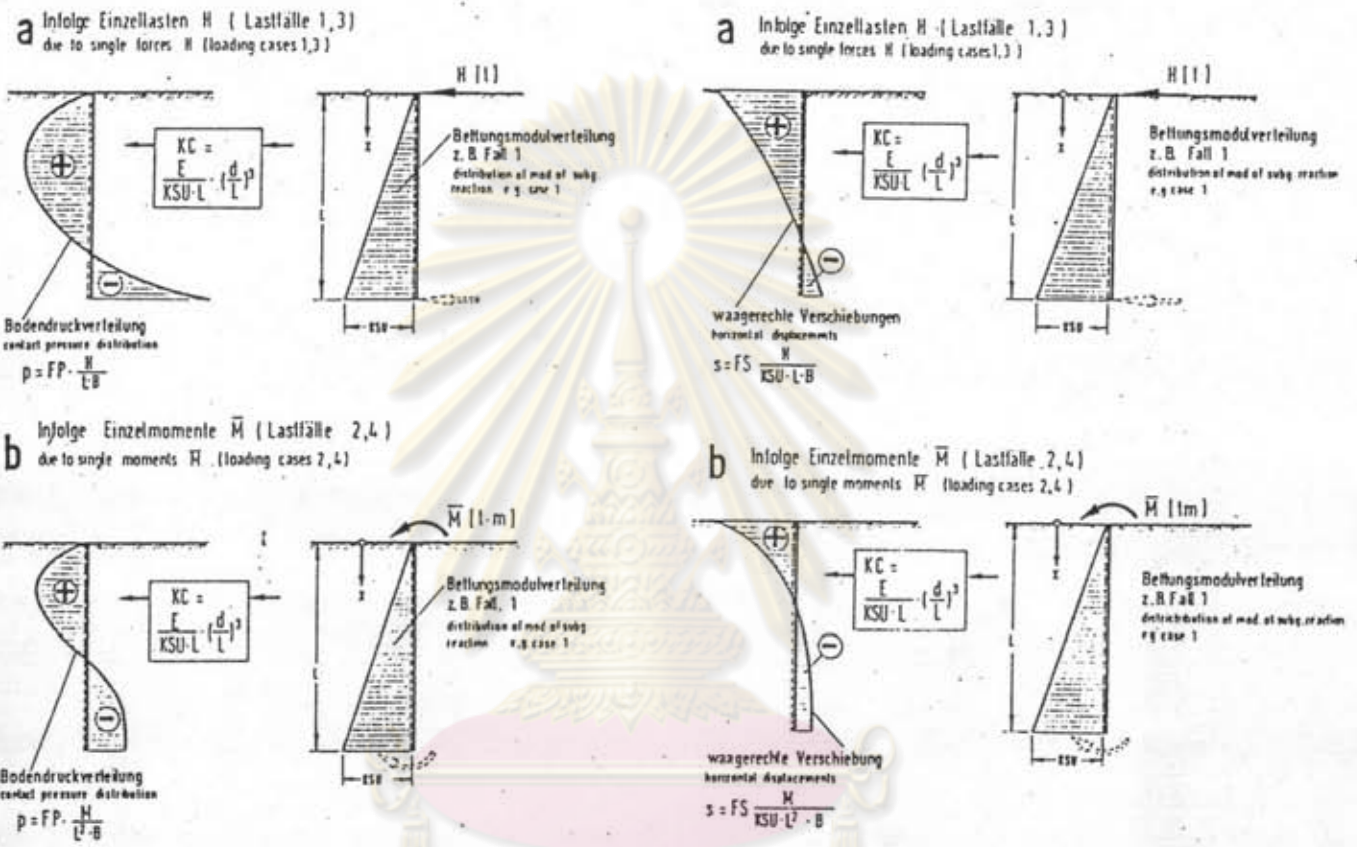


Bild 3.3 Berechnung der Bodendruckverteilung
 Fig. 3.3 Calculation of the contact pressure distribution

Bild 3.4 Berechnung der waagerechten Verschiebungen
 Fig. 3.4 Calculation of the horizontal displacements

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

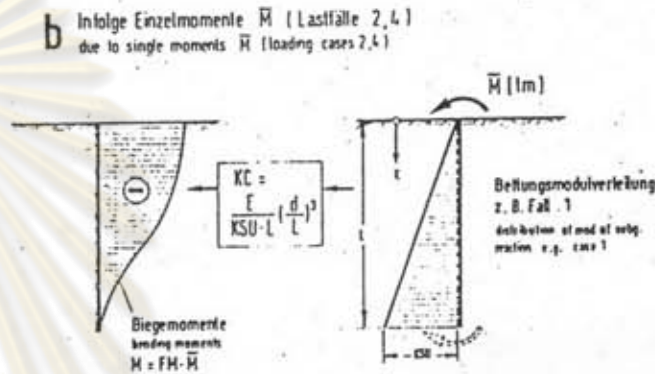
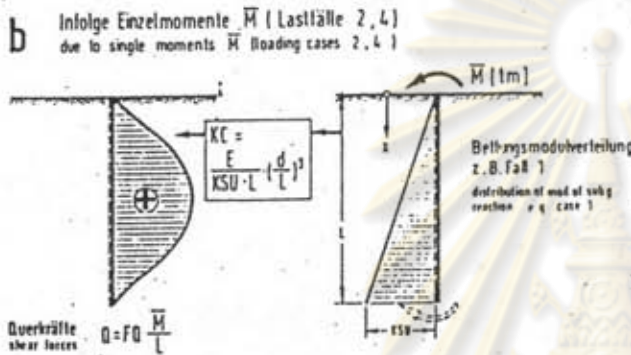
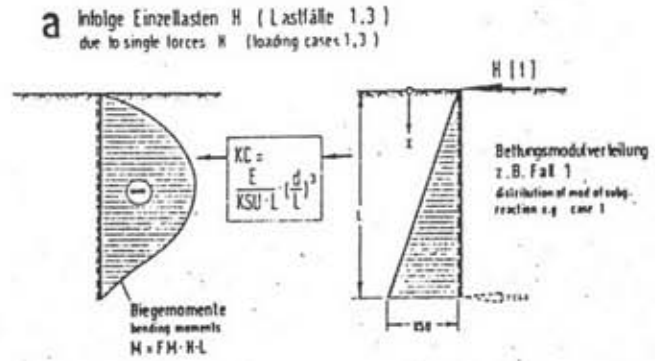
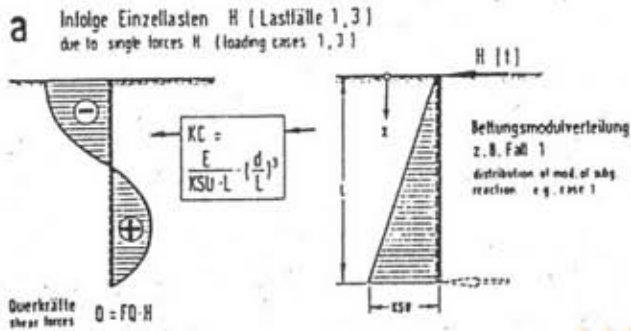


Bild 3.5 Berechnung der Querkräfte
Fig. 3.5 Calculation of the shear forces

Bild 3.6 Berechnung der Biegemomente
Fig. 3.6 Calculation of the bending moments

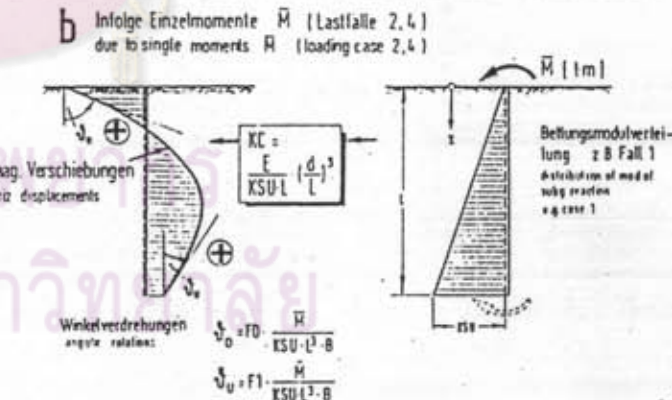
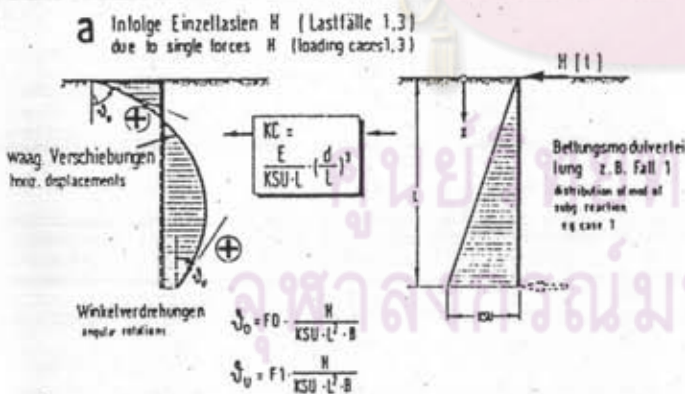


Bild 3.7 Berechnung der Winkelverdrrehungen
Fig. 3.7 Calculation of the angular rotations

แรงกระทำเป็นจุด

$$v_o = F0. \frac{H}{KSU.L^2.B}$$

$$v_u = F1. \frac{H}{KSU.L^2.B} \quad (3.10)$$

สำหรับโมเมนต์

$$v_o = F0. \frac{M}{KSU.L^3.B}$$

$$v_u = F1. \frac{M}{KSU.L^3.B} \quad (3.11)$$



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FALL 6 $K_5(Y) = K_5 J \sqrt{X/L}$

KC = 10.0000

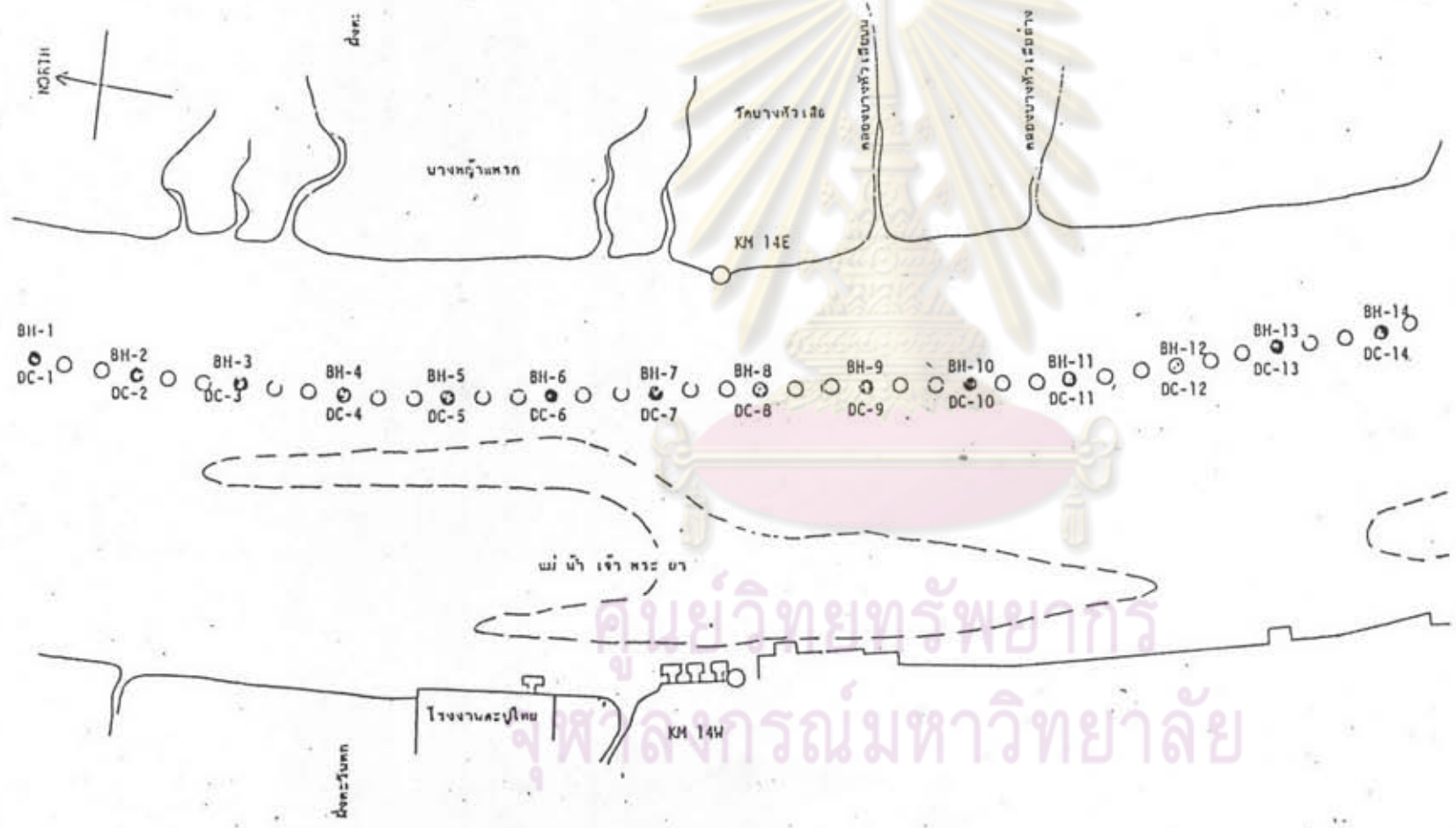
LASTFALL 1 $X^0/L=0.0$					LASTFALL 2 $X^0/L=0.0$				
X/L	FF	FS	FC	FM	X/L	FP	FS	FO	FM
0.00	.0000	9.6025	-1.0000	0.0000	1.00	.0000	13.5138	0.0000	-1.0000
.05	1.9963	8.9275	-.9501	-.04917	.05	2.7673	12.3756	.0692	-.99885
.10	2.6097	8.2527	-.8349	-.09392	.10	3.5545	11.2404	.2272	-.99160
.15	2.9350	7.5782	-.6963	-.13227	.15	3.9143	10.1032	.4140	-.97565
.20	3.0875	6.9041	-.5453	-.16336	.20	4.0155	8.9739	.6122	-.95001
.25	3.1152	6.2304	-.3907	-.18677	.25	3.9263	7.8525	.8108	-.91442
.30	3.0432	5.5573	-.2367	-.20244	.30	3.6855	6.7288	1.0011	-.86907
.35	2.8890	4.8843	-.0820	-.21054	.35	3.3175	5.5977	1.1761	-.81457
.40	2.6545	4.2130	.0705	-.21144	.40	2.8391	4.4791	1.3301	-.75191
.45	2.3750	3.5418	.1765	-.20570	.45	2.2625	3.3727	1.4575	-.68200
.50	2.0707	2.8712	.2867	-.19405	.50	1.5969	2.2593	1.5541	-.60657
.55	1.6374	2.2012	.4082	-.17735	.55	.8498	1.1458	1.6152	-.52713
.60	1.1864	1.5317	.4487	-.15658	.60	.0270	.0349	1.6372	-.44571
.65	.6085	.8627	.4957	-.13287	.65	-.9665	-1.0748	1.6162	-.36413
.70	.1223	.1940	.5172	-.10743	.70	-1.8267	-2.1933	1.5489	-.28485
.75	-.4107	-.4743	.5117	-.08161	.75	-2.8500	-3.2999	1.4319	-.21012
.80	-1.0217	-1.1423	.4752	-.05683	.80	-3.9337	-4.7990	1.2623	-.14254
.85	-1.6689	-1.8192	.4073	-.03461	.85	-5.0750	-5.5046	1.0371	-.08481
.90	-2.3508	-2.4780	.2074	-.01659	.90	-6.2717	-6.6109	.7535	-.03981
.95	-3.0561	-3.1457	.1721	-.00445	.95	-7.5217	-7.7171	.4086	-.01043
1.00	-3.8134	-3.8134	0.0000	0.00000	1.00	-8.8233	-8.8233	0.0000	0.00000
F0=	13.5138	F1=	-17.3578		F0=	22.7934	F1=	-22.1228	

LASTFALL 3 $X^0/L=1.0$					LASTFALL 4 $X^0/L=1.0$				
X/L	FF	FS	FC	FM	X/L	FP	FS	FO	FM
0.00	-.0000	-7.8273	0.0000	0.00000	1.00	-.0000	-13.3678	0.0000	0.00000
.05	-.7573	-7.3855	-.7189	-.01032	.05	-2.7419	-12.2817	-.0685	-.00114
.10	-.9309	-2.9436	-.9611	-.00225	.10	-3.5277	-11.1555	-.2253	-.00832
.15	-.9689	-2.5019	-.1085	-.00952	.15	-3.8921	-10.0494	-.4108	-.02415
.20	-.9212	-2.0599	-.1550	-.01314	.20	-3.9995	-8.9432	-.6081	-.04960
.25	-.8090	-1.6180	-.1791	-.02204	.25	-3.9184	-7.8368	-.8060	-.08497
.30	-.6441	-1.1760	-.2355	-.03293	.30	-3.6863	-6.7302	-.9961	-.13007
.35	-.4342	-.7339	-.2624	-.04543	.35	-3.3267	-5.6231	-1.1715	-.18433
.40	-.1845	-.2917	-.2773	-.05898	.40	-2.8559	-4.5155	-1.3260	-.24697
.45	.1011	.1507	-.2900	-.07299	.45	-2.2856	-3.4072	-1.4546	-.31650
.50	.4196	.5033	-.2667	-.08673	.50	-1.6249	-2.2979	-1.5523	-.39191
.55	.7685	1.0362	-.2372	-.09941	.55	-.8807	-1.1875	-1.6150	-.47115
.60	1.1459	1.4794	-.1894	-.11015	.60	-.0586	-.0756	-1.6394	-.55265
.65	1.5503	1.9229	-.1220	-.11902	.65	.8369	1.0379	-1.6190	-.63423
.70	1.9807	2.3668	-.0337	-.12200	.70	1.8016	2.1533	-1.5530	-.71379
.75	2.4344	2.8110	.1767	-.12102	.75	2.8327	3.2709	-1.4372	-.78975
.80	2.9119	3.2556	.2103	-.11395	.80	3.9273	4.3908	-1.2682	-.85661
.85	3.4117	3.7005	.3684	-.09958	.85	5.0830	5.5133	-1.0429	-.91463
.90	3.9330	4.1457	.5520	-.07668	.90	6.2979	6.6386	-.7584	-.95991
.95	4.4749	4.5912	.7622	-.04394	.95	7.5700	7.7667	-.4117	-.98943
1.00	5.0367	5.0367	1.0000	0.00000	1.00	8.8977	8.8977	0.0000	-1.00000
F0=	-8.8232	F1=	9.8977		F0=	-22.1228	F1=	22.6512	

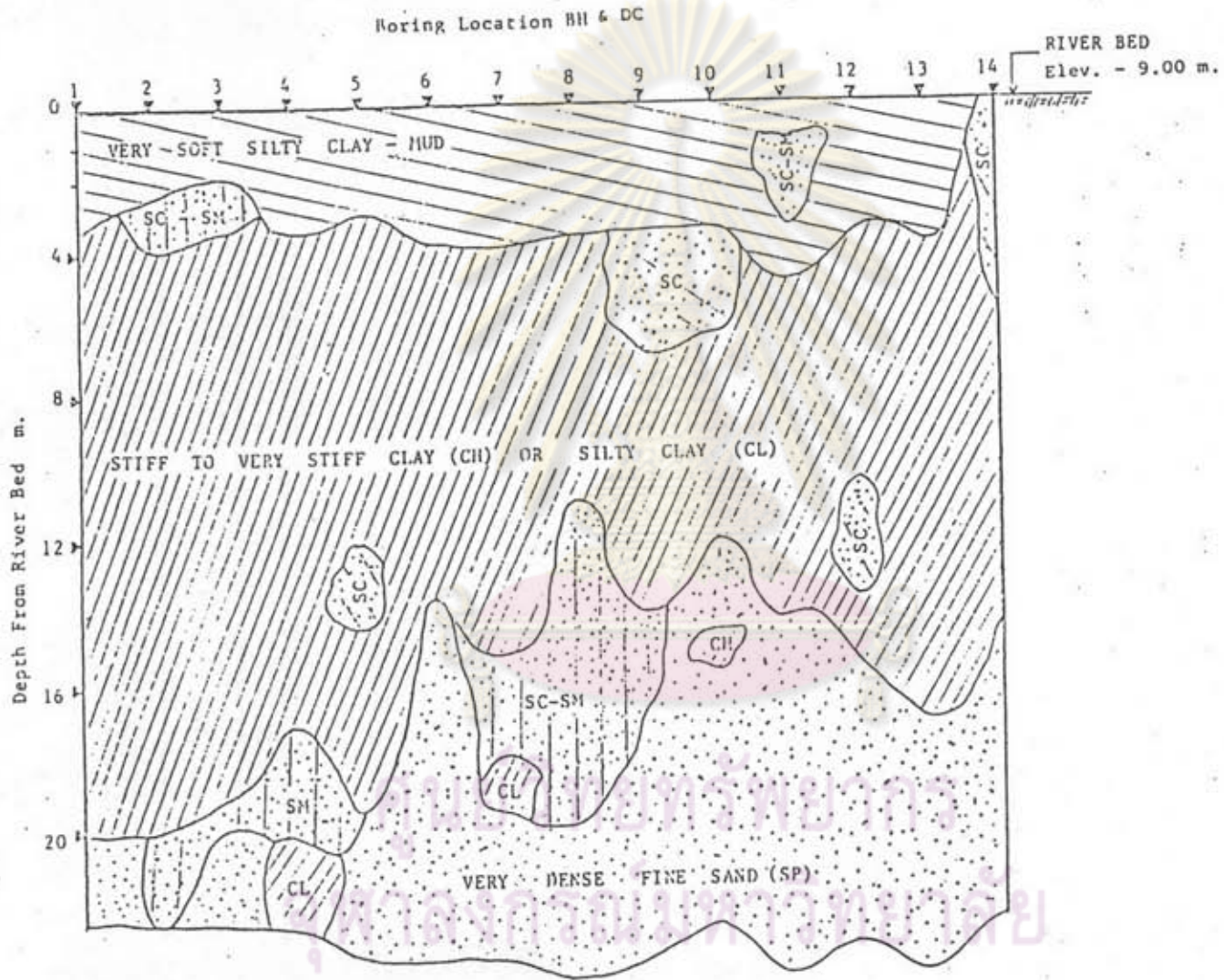
ภาคผนวก ง .
สรุปผลการทดสอบคืนและรูปทัศนหลุมซุกसारวง
ค. บางหัว เลือ กม.14 ของแม่น้ำเจ้าพระยา



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



BORING AND DUTCH CONE TEST LOCATION MAP



SIMPLIFIED SOIL PROFILE ALONG THE MIDSTREAM DOLPHIN

Undrained Shear Strength c_u (t/m²) Obtained from Unconfined Compression Tests

El.-9,00 m = Existing River Bed

$c_u = \frac{1}{2} \times q_u$

Depth (m) below existing river bed	BH1	BH2	BH3	BH4	BH5	BH6	BH7	BH8	BH9	BH10	BH11	BH12	BH13	BH14
1,0														
2,0														
3,0														
4,0				4,8	5,0			3,1				4,6		
5,0	0,7	6,7	4,8	6,6	3,8	4,2	2,8	7,5				5,3	5,8	
6,0	6,3	8,2	6,5		2,6	7,7	5,1	4,7			5,8	4,5	7,3	
7,0	4,2	4,2	9,4	5,1	5,9	7,6	6,7	7,8	7,4		5,3	5,9	7,3	2,7
8,0	7,2	4,6		5,1	6,3	3,4	5,6	3,1	2,7	7,5	6,9		8,1	5,5
9,0	3,6		6,0	4,2	7,7	8,0			4,7	5,0	4,5			5,1
10,0	3,0		2,9	6,6	3,0		7,7			3,2	6,4			6,3
11,0			0,6	6,5					6,8		5,0			5,3
12,0									2,7	6,5				
13,0									6,7		8,1			3,3
14,0									4,5					7,9
15,0									6,1					

Undrained Shear Strength c_u (t/m²) Obtained from Unconfined Compression Tests

Effective Shear Parameters

A total of 12 direct shear tests was performed.

The results are as follows:

BH	Depth (m)	ϕ' degree	c' t/m ²
1	5.0 - 5.5	28.8	9.3
2	7.0 - 7.5	26.6	10.75
3	10.0 - 10.5	24.2	12.0
4	7.5 - 8.0	21.2	14.75
7	7.0 - 7.5	36.9	9.5
8	7.5 - 8.0	26.5	10.75
9	14.0 - 14.5	16.7	17.5
10	10.5 - 11.0	31.0	11.75
11	8.0 - 8.5	17.7	8.5
12	3.5 - 4.0	32.2	6.25
13	7.0 - 7.5	16.7	11.0
14	9.0 - 9.5	13.7	13.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Soil Mechanics Parameters Applicable for the
Design of the Dolphins

Taking into account the results of the borings, of the dutch cone penetration tests, as well as of the soil mechanics investigations, 3 sections with soil parameters differing from each other can be distinguished.

Section "A"

Comprising:

BH (1) to (4)
(6) to (8)
(11) to (13)

Section "B"

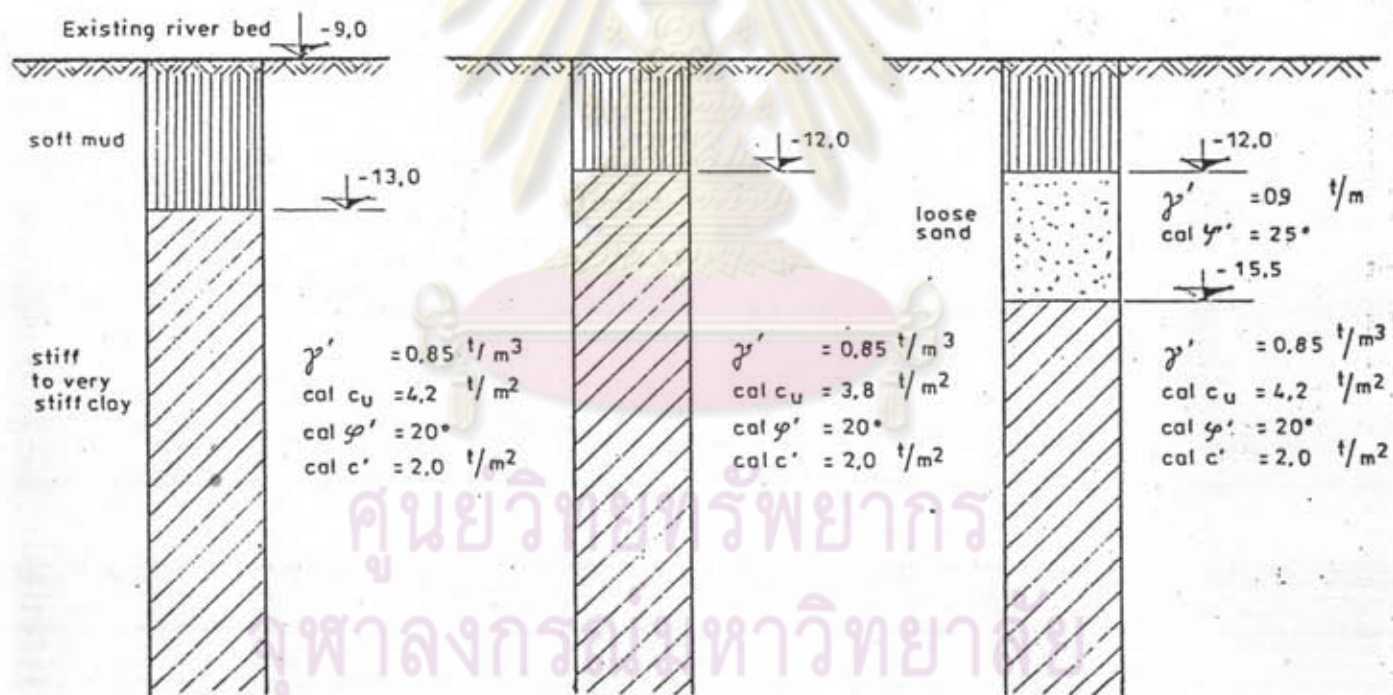
Comprising:

BH (5)

Section "C"

Comprising:

BH (9)+(10)+(14)



ภาคผนวก จ.
ตารางการ เปรียบเทียบหลักรับแรงกระแทกขนาดต่าง ๆ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPARISON OF ALTERNATIVE MONO-PILE BREASTING DOLPHIN DESIGNS

ENERGY ABSORPTION CAPACITY
MAX. STEEL YIELD STRESS

$$A = 95 \text{ tm}$$

$$\sigma_p = 36000 \text{ t/m}^2$$

DOLPHIN DESIGN No.	—	1	2	3	4	5					
IMPACT FORCE	P (t)	200	210	220	230	240					
TUBE DIAMETER	d (m)	1,38	1,45	1,52	1,59	1,66					
REQUIRED DRIVING DEPTH	t (m)	21,00	20,99	20,99	20,98	20,97					
REQUIRED TUBE WALL THICKNESSES	t _k (mm)	16	16	16	16	16					
	t ₁ (mm)	44	42	40	39	37					
	t _p (mm)	77	72	67	63	60					
TOTAL PILE WEIGHT (EXCEPT PILE HEAD)	G (t)	65,99	65,29	64,67	64,15	63,73					
ELAST DOLPHIN DEFLECTION	Y (m)	0,95	0,91	0,86	0,83	0,79					
STABILITY RATIO	R/t _k ≤ 73	43,1	45,3	47,5	49,7	51,9					

COMPARISON OF ALTERNATIVE MONO-PILE BREASTING DOLPHIN DESIGNS

ENERGY ABSORPTION CAPACITY
MAX. STEEL YIELD STRESS.

$$A = 95 \text{ tm}$$

$$\sigma_p = 45000 \text{ t/m}^2$$

DOLPHIN DESIGN No.	—	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
IMPACT FORCE	P (t)	100	150	170	180	190	200	210	240	260	
TUBE DIAMETER	d (m)	0,79	1,18	1,34	1,42	1,50	1,58	1,66	1,90	2,06	
REQUIRED DRIVING DEPTH	t (m)	19,27	19,22	19,20	19,19	19,18	19,17	19,17	19,16	19,17	
REQUIRED TUBE WALL THICKNESSES	t _k (mm)	16	16	16	16	16	16	16	17	18	
	t ₁ (mm)	59	37	33	31	30	29	28	25	25	
	t _p (mm)	131	61	51	48	45	42	40	34	31	
TOTAL PILE WEIGHT (EXCEPT PILE HEAD)	G (t)	51,53	42,66	41,77	41,49	41,29	41,16	41,10	41,53	42,42	
ELAST. DOLPHIN DEFLECTION	Y (m)	1,90	1,27	1,12	1,06	1,00	0,95	0,91	0,79	0,73	
STABILITY RATIO	R/t _k ≤ 57	24,7	36,9	41,9	44,4	46,9	49,4	51,9	55,9	57,2	

COMPARISON OF ALTERNATIVE MONO-PILE BREASTING DOLPHIN DESIGNS

ENERGY ABSORPTION CAPACITY
MAX. STEEL YIELD STRESS

$$A = 95 \text{ tm}$$

$$\sigma_p = 56000 \text{ t/m}^2$$

DOLPHIN DESIGN No.	—	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
IMPACT FORCE	P (t)	100	120	130	140	150	160	170	190	200	
TUBE DIAMETER	d (m)	0,90	1,08	1,17	1,27	1,36	1,45	1,54	1,71	1,79	
REQUIRED CRIVING DEPTH	t (m)	17,62	17,59	17,58	17,57	17,57	17,57	17,58	17,63	17,68	
REQUIRED TUBE WALL THICKNESSES	t _k (mm)	16	16	16	16	16	16	17	18	19	
	t ₁ (mm)	35	30	28	26	25	24	23	22	22	
	t _p (mm)	57	45	40	37	34	31	29	26	25	
TOTAL PILE WEIGHT (EXCEPT PILE HEAD)	G (t)	28,63	27,71	27,52	27,45	27,50	27,62	28,18	29,46	30,67	
ELAST. DOLPHIN DEFLECTION	Y (m)	1,90	1,58	1,46	1,36	1,27	1,19	1,12	1,00	0,95	
STABILITY RATIO	R/t _k ≤ 47	28,1	33,8	36,6	39,7	42,5	45,3	45,3	47,5	47,1	

COMPARISON OF ALTERNATIVE MONO-PILE BREASTING DOLPHIN DESIGNS

ENERGY ABSORPTION CAPACITY
MAX. STEEL YIELD STRESS

$$A = 95 \text{ tm}$$

$$\sigma_p = 65000 \text{ t/m}^2$$

DOLPHIN DESIGN No.	—	24	25	26	27	28					
IMPACT FORCE	P (t)	100	120	130	140	150					
TUBE DIAMETER	d (m)	0,99	1,19	1,29	1,38	1,47					
REQUIRED DRIVING DEPTH	t (m)	16,56	16,56	16,58	16,63	16,7					
REQUIRED TUBE WALL THICKNESSES	t _k (mm)	16	16	17	18	19					
	t ₁ (mm)	26	23	22	22	22					
	t _p (mm)	37	30	28	26	24					
TOTAL PILE WEIGHT (EXCEPT PILE HEAD)	G (t)	20,92	21,06	21,65	22,54	23,72					
ELAST. DOLPHIN DEFLECTION	Y (m)	1,90	1,58	1,46	1,36	1,27					
STABILITY RATIO	R/t _k ≤ 40	30,9	37,2	37,9	38,3	38,7					

COMPARISON OF ALTERNATIVE MONO-PILE BREASTING DOLPHIN DESIGNS

ENERGY ABSORPTION CAPACITY
 MAX. STEEL YIELD STRESS

$$A = 95 \text{ tm}$$

$$\sigma_p = 70000 \text{ N/m}^2$$

DOLPHIN DESIGN No.	—	29	30	31	32	33					
IMPACT FORCE	P (t)	100	120	130	140	150					
TUBE DIAMETER	d (m)	1,04	1,24	1,33	1,42	1,50					
REQUIRED EMBEDDING DEPTH	t (m)	16,07	16,12	16,20	16,30	16,44					
REQUIRED TUBE WALL THICKNESSES	t _k (mm)	16	17	18	19	20					
	t ₁ (mm)	23	21	21	21	21					
	t _p (mm)	31	25	23	22	21					
TOTAL PILE WEIGHT (EXCEPT PILE HEAD)	G (t)	18,34	19,31	20,36	21,72	23,35					
ELAST. DOLPHIN DEFLECTION	Y (m)	1,90	1,58	1,46	1,36	1,27					
STABILITY RATIO	R/t _k ≤ 38	32,5	36,5	36,9	37,4	37,5					

ภาคผนวก ฉ.
ตารางการ เปรียบเทียบหลักผูก เรือขนาดต่าง ๆ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPARISON OF ALTERNATIVE MONO-PILE MOORING DOLPHIN DESIGNS

DESIGN MOORING LOAD
MAX. STEEL YIELD STRESS

$$P = 160 \text{ t}$$

$$\sigma_p = 24000 \text{ t/m}^2$$

DOLPHIN DESIGN No.	—	1	2	3	4	5					
THEOR. ENERGY ABSORPTION CAPACITY	A (tm)	15	20	25	30	40					
TUBE DIAMETER	d (m)	3,05	2,52	2,27	2,02	1,66					
REQUIRED DRIVING DEPTH	t (m)	11,70	13,13	14,01	15,03	16,98					
REQUIRED TUBE WALL THICKNESSES	t_k (mm)	17	25	23	20	17					
	t_1 (mm)	17	25	28	31	40					
	t_p (mm)	17	26	32	42	66					
TOTAL PILE WEIGHT	G (t)	37,18	47,39	46,50	50,0	65,87					
ELAST. DOLPHIN DEFLECTION	Y (m)	0,19	0,25	0,31	0,38	0,50					
STABILITY RATIO	$R/t_k \leq 104$	89,7	50,4	49,4	50,5	48,8					

COMPARISON OF ALTERNATIVE MONO-PILE MOORING DOLPHIN DESIGNS

DESIGN MOORING LOAD
MAX. STEEL YIELD STRESS

$$P = 160 \text{ t}$$

$$\sigma_p = 36000 \text{ N/m}^2$$

DOLPHIN DESIGN No.	—	6	7	8	9	10					
THEOR. ENERGY ABSORPTION CAPACITY	A (tm)	29	30	40	50	60					
TUBE DIAMETER	d (m)	2,57	2,51	2,12	1,88	1,67					
REQUIRED DRIVING DEPTH	t (m)	12,97	13,17	14,61	15,71	16,91					
REQUIRED TUBE WALL THICKNESSES	t _k (mm)	16	17	22	19	17					
	t ₁ (mm)	16	17	23	25	29					
	t _p (mm)	16	17	25	32	42					
TOTAL PILE WEIGHT	G (t)	30,80	32,05	37,78	38,07	43,12					
ELAST. DOLPHIN DEFLECTION	Y (m)	0,36	0,38	0,50	0,63	0,75					
STABILITY RATIO	R/t _k ≤ 73	80,3	73,8	48,2	49,5	49,1					



ประวัติผู้เขียน

นายชวินทร์ ลีสมัคร เกิดเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2503 ที่
โรงพยาบาลราชวิถี กรุงเทพมหานคร

จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
เมื่อปีการศึกษา 2520

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา
จากภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เมื่อปีการศึกษา 2524

จากนั้นได้เข้าทำงานที่การทำเรือแห่งประเทศไทย ในตำแหน่งวิศวกร
ตรี (โยธา) ประจำแผนกวิศวกรรม กองแบบแผนและคำนวณ ฝ่ายการช่าง จน
กระทั่งปี 2531 นี้ได้ไปประจำสำนักงานโครงการก่อสร้างท่าเรือพาณิชย์แหลมฉบัง
ทำหน้าที่ควบคุมงานก่อสร้างท่าเรือพาณิชย์แหลมฉบัง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย