

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt
3. Frage

Bau der Häfen an sandigen Küsten

BERICHT

VON

H. WORTMAN

Ingénieur du Waterstaat

NAVIGARE



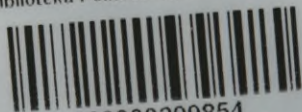
NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GRS. M. B. H.)
169, rue de Flandre, 169

15984868

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299854



~~118211~~

11-348756

Bauart von Häfen an sandiger Küste

EINLEITUNG

Die Küste der Niederlande südlich von Hoek van Holland ist mit Sandbänken und Untiefen umgeben, die von den zu den vielen Mündungsarmen des Rheines und der Schelde führenden Tiefen durchschnitten werden. Von Hoek van Holland bis zum Helder ist die Küste auf eine Länge von 120 km fast ganz ohne Sandbänke, und der Meeresgrund fällt sanft und gleichmässig ab. Im Norden des Helders treten wieder Untiefen auf, die durch den Zugang zur Zuider-See durchschnitten werden. Die Küste zwischen Hoek van Holland und dem Helder stellt sich als hohler Bogen dar, dessen Sehne von S.S.W. nach N.N.O. gerichtet ist; die Küste ist sandig und von einer Dünenkette umsäumt, deren Höhe und Breite wechselt. (Bl. II, Fig. I.)

Der Strand besteht, wie überall längs der niederländischen Küste, aus feinem, mit Muschelüberresten durchsetztem Sande. Die Entfernung zwischen dem Fuss der Düne und dem Strandriff beträgt bei gewöhnlicher Ebbezeit durchschnittlich 150 m. Die Tiefenlinie von 8 m unter dem Ebbespiegel liegt in 1500 bis 2000 m Entfernung vom Fuss der Düne; die 15 m Linie in 5000 bis 6000 m Entfernung. Der Flutwechsel bei Hoek van Holland beträgt 1,55 m, am Helder 1,16 m. Die Tidenströmungen laufen mit der Küste gleich, der Flutstrom ist von Südosten nach Nordwesten gerichtet, seine grösste Geschwindigkeit erreicht im Mittel 0,75 m pro Sekunde. Der Ebbestrom hat die umgekehrte Richtung, seine Höchstgeschwindigkeit erreicht im Mittel 0,55 m pro Sekunde. Der mit der Küste gleichgerichtete Verlauf der Strömungen verursacht einen fortdauernden Angriff auf den sandigen Meeresboden und infolgedessen hat die Küste von Hoek van Holland und dem Helder die Neigung zurück zu weichen. Seit dem 10. Jahr-

Akc. Nr.

~~1609/52~~

3PU-B-340/2017

hundert ist die Küste von Katwijk um mehr als 5 km zurückgetreten; deshalb ist man gezwungen gewesen, an mehreren Stellen, wo der Dünensaum nur schmal ist, Deckwerke zu errichten, um das Zurückweichen der Niedrigwasserlinie aufzuhalten.

Die Küste der Niederlande liegt ganz frei und ist den vorherrschenden Winden aus den Richtungen zwischen Südwest und Norden sehr ausgesetzt. Südwest und Weststürme sind am häufigsten; die Nordweststürme sind am heftigsten und bringen die höchste Flut.

Die Schlickmenge, die im Meerwasser enthalten ist, ist verhältnissmässig gering; darum ist der Schlickfall für die Häfen, die längs dieser Küste liegen auch von keiner besonderen Bedeutung.

Seit 1865 sind an der holländischen Küste zwei Häfen angelegt worden: der von Ymuiden und der kleine Hafen von Scheveningen. Die anderen holländischen Häfen liegen an den Mündungen der grossen Flüsse, wie Vlissingen und Hoek van Holland, oder am Eingang und längs der Zuider-See, wie der Helder und Harlingen.

Von den Häfen von Ymuiden und Scheveningen, sollen nachstehend einige Einzelheiten angeführt werden. Sie können als vorbildliche Anlagen für Häfen gelten, die den eigenartigen Bedingungen unterworfen sind, die eine sandige, den herrschenden Winden sehr ausgesetzte Küste ohne vorgelagerte Sandbänke auferlegt; und die Erfahrungen die man bei der Erbauung und Unterhaltung der Häfen sammeln konnte, dürften beim Studium der der zweiten Abteilung des Congresses vorliegenden Frage von Nutzen sein.

Der Hafen von Ymuiden.

Hydrographische Verhältnisse. — Der Hafen von Ymuiden, dient dem Kanal von Amsterdam zur Nordsee als Vorhafen. Er ist in den Jahren 1865 bis 1878 gleichzeitig mit dem Kanal von einer concessionierten, durch den Staat und die Stadt Amsterdam unterstützten Gesellschaft erbaut worden.

Da sich der Gesellschaft Geldschwierigkeiten in den Weg stellten, wurden die Arbeiten 1883 dem Staate überlassen; seither sorgt dieser für die Unterhaltung und Verbesserung sowohl des Kanals, wie des Hafen von Ymuiden.

Der Vorhafen wurde auf dem flachen Strande nach Plänen des englischen Ingenieurs John Hawkshaw erbaut; er umfasst eine Fläche von 120 ha, ist durch zwei hochwasserfreie Molen geschützt, die an ihrer Wurzel 1200 m von einander entfernt sind und nach der Mittellinie des Hafens zusammenlaufend zwischen den beiden Molenköpfen eine Einfahrt von 260 m lassen. (Bl. I, Fig. I.)

Die Achse der Fahrrinne des Vorhafens läuft senkrecht zur Küste und bildet mit der Achse des Amsterdamer Kanals einen Winkel von 25 Grad. Die Einfahrtsschleusen von Ymuiden liegen in diesem Kanal 1200 m vom Dünenfuss entfernt. Auf die Breite des Ebbestrandes sind die Seiten des Fahrwassers im Abstand von 220 m durch niedrige, aus Faschinenwerk und Steinen bestehenden Leitdämme begrenzt. Nach dem 1864 ausgearbeiteten Plan, sollte der neue Kanal den alten Amsterdamer Hafen für Schiffe mit höchstens 6,50 m Tiefgang zugänglich machen und seine Sohle sollte 7 m unter dem auf 0,50 m - A. P. festgesetzten Flutspiegel liegen. Die Fahrrinne des Vorhafens wurde auf 8,50 m - A. P. festgelegt gleich 7,70 m zur Ebbezeit.

Die mittlere gewöhnliche Ebbe in Ymuiden steht auf 0,80 m - A. P., die Flut steigt bis 3,68 m + A. P. und die niedrigste Ebbe fällt ab bis 2,10 m - A. P.

Bauart der Molen. — Die Molen reichen bis zur Tiefenlinie 8,50 m - A. P. in See hinaus, die sich 1865 in einer Entfernung von 1400 m vom Dünenfuss befand.

Die Molenköpfe sind 250 m von einander entfernt, aber die Breite der Einfahrt ist auf 220 m durch die Betonblöcke, die später den Molenköpfen als Wellenbrecher vorgelagert worden sind, vermindert. Jede Mole hat in der Krümmung gemessen 1528 m Länge und an der Wurzel 6 m, in der Nähe des Molenkopfes 8 m Stärke; dieser bildet ein Rechteck von 9,50 m Seitenlänge. Die Krone der Mole liegt am Strande auf 4 m + A. P. und steigt bis auf 5 m + A. P. zum Molenkopf zu; der Kopf trägt eine Leuchtbake, die Molen sind aus Beton. Noch dem ursprünglichen Plan sollten die Betonblöcke, die auf einem innerhalb der Düne gelegenen Werkplatz hergestellt wurden, ohne vorherige Sicherung des sandigen Untergrunds gegen Ausspülungen in wagerechten Lagen auf den Seegrund versetzt werden. (Pl. I, Fig. 3.)

Die Betonblöcke sollten als Bekleidungsmauern dienen und der Kern zwischen ihnen mit Beton an Ort und Stelle ausgefüllt werden. (Pl. I, Fig. 2.) Die Arbeiten wurden 1867 bei der nördlichen Mole begonnen, indem man die Blöcke mittels eines Krans, der sich auf einem Holzgerüst bewegte, auf den Seegrund verlegte; die gewählte Bauart wurde alsbald als ungenügend erkannt. Die Bekleidungsmauern versanken im Sand des Meeresgrundes unter der ausfressenden Wirkung der Wellen und das Werk wurde durch die Stürme des folgenden Winters auf eine Länge von 50 m zerstört. (Pl. I, Fig. 4.)

Man beschloss nun, den Seegrund durch eine Steinschüttung aus Basalt von 1 m mittlerer Dicke zu schützen, die um 30 bis 40 m vor die Seiten der Mole vortreten sollte. Ehe man auf diesen Steingrund die Betonblöcke legte, die den Körper der Mole bilden, liess man ihn sich während eines Jahres unter dem Einfluss der Wellen setzen.

Dieses Mal hatte man mehr Erfolg und konnte die Arbeit fortsetzen, obgleich zu wiederholten Malen ein kaum vollendeter Teil des Werkes während eines Sturmes zerstört wurde.

Bis 1869 wurden die Betonblöcke mittels eines hölzernen Bagerüstes an Ort und Stelle gebracht, das man nach Bedarf nach dem Kopf der Mole hin verlängerte. Dieses Gerüst litt oft schweren Schaden und wurde gegen Ende 1869 vollständig zerstört. Man beschloss jetzt, die Blöcke mit Hilfe eines Krans zu verlegen, der auf dem schon vollendeten Stück der Mole lief. Dieser hölzerne Kran erhielt den Namen *Titan* und war der erste seiner Art; bei späteren Molenbauten fanden solche Krane vielfach Verwendung. Die südliche Mole wurde 1869 und nach dem gemäss den Erfahrungen von 1869 verbesserten Plan sogleich mit Grundausschüttung aus Basalt gebaut; zum Versetzen der Blöcke wurde ein zweiter *Titan* auf dieser Mole aufgestellt.

Die zu den Molenbauten verwendeten Betonblöcke haben ein Gewicht von 6 t (6 000 kg) und sind bis zur Höhe von 2,40 m + A. P. in wagerechten Lagen versetzt. Ueber dem Ebbespiegel sind die Blöcke in Mörtel gemauert und durch Eisenklammern verbunden.

Wellenbrecher. — Als die im Bau befindlichen Molen bis zu beträchtlicher Tiefe vorgeschritten waren, wurde die 1868 angenommene Bauart als noch zu schwach erkannt. Trotz des

schützenden Basallagers, bildeten sich längs der Mole unter der ausfressenden Wirkung der Strömungen Rinnen, und an manchen Stellen senkte sich der Seegrund 3 bis 5 m. Das gab Veranlassung zu ernsthaften Befürchtungen, und es wurde ein Ausschuss durch die Regierung ernannt, der die Sachlage prüfen sollte.

Nach seinem Gutachten wurde beschlossen, die Molen nach der offenen See hin durch Wellenbrecher zu schützen, die aus regellos verlegten Betonblöcken bis zur Höhe von 2,40 m + A. P. bestehen sollten. Die durch den Bau der Wellenbrecher verursachten Kosten wurden vom Staat übernommen, da die Geldlage der concessionierten Gesellschaft ihr solche beträchtlichen Ausgaben, wie sie durch diese Aenderung des ursprünglichen Planes entstanden, nicht gestattete. Die Betonblöcke, die bei den Wellenbrechern verwandt werden, haben ein Gewicht von 10 bis 20 t; sie wurden mittels Titanen gelegt.

Nun gelang es die beiden Molen bis zur Höhe 2,40 m + A. P. im Jahre 1878 zu vollenden, wonach noch im gleichen Jahr der Oberbau aus Beton, in einem Stück, an Ort und Stelle hergestellt wurde.

Die Kosten der beiden Molen können auf 12 Millionen Gulden (20 200 200 Mark) veranschlagt worden, wovon 3 340 000 Gulden (5 640 000 Mark) auf die Wellenbrecher kommen.

Unterhaltung der Molen und Wellenbrecher. — Seit der Vollendung 1878, haben die Molen des Hafen von Ymuiden nur geringen Schaden gelitten, und die Unterhaltung konnte sich auf die allmähliche Bekleidung des Betons des Oberbaus, der anfang Risse zu zeigen, durch Klinkermauerwerk beschränken.

Die Wellenbrecher bedurften grösserer Unterhaltungsarbeiten. Infolge von Ausspülungen längs des äusseren Fusses, verringert sich ihr Querschnitt fortgesetzt und während jeden Sturmes werden einige Blöcke der Böschung durch den Anprall der Wogen verschoben.

Es handelt sich also darum, jedes Jahr einige Reserveblöcke in die Wellenbrecher einzusetzen, die innerhalb der Düne hergestellt und auf Wagen zur Mole gebracht werden. Die Blöcke werden mittels zweier Dampfkrane von 20 bezw. 12 Pferdestärken versetzt, die auf den Molen laufen.

Von 1883 bis 1906 hat man zur Unterhaltung der Wellen-

brecher längs der südlichen Mole 767 Blöcke von 20 t und 450 Blöcke von 10 t, und längs der Nordmole 968 Blöcke von 10 t verlegt.

Die in Ymuiden gemachte Erfahrung beweist, dass das Gewicht der Betonblöcke, selbst derjenigen von 20 t, nicht genügt, um dem Wogenanprall bei Sturm zu widerstehen. Bei dem Sturm am 23. Dezember 1894, einem der heftigsten, die die niederländische Küste heimgesucht haben, wurden 5 Blöcke der Wellenbrecher zu 20 t über die Mole geworfen und fielen in den Vorhafen, während 35 andere Blöcke verschoben wurden.

Die Kraft der Wellen ist am Molenkopf am grössten, und deshalb werden dort die Blöcke am öftesten verschoben. Man hat dem Uebel zu steuern versucht, indem man die Blöcke untereinander durch Ketten verband und hat damit befriedigende Ergebnisse erzielt.

Nach dem sich 1905 die Anzahl der am Molenkopf zu versetzenden Blöcke infolge der seit 1901 vorgenommenen Vertiefung der Einfahrtstrinne vermehrt hatte, hat man die Blöcke von 10 t um den nördlichen Molenkopf durch schwerere Blöcke zu ersetzen begonnen und dabei Eisenbeton verwandt. Zu diesem Zwecke hat man Kästen in Eisenbeton mit Leinenboden hergestellt, die in die Wellenbrecher mit Hilfe der Dampfkrane versenkt, und darauf mit Beton gefüllt werden. Auf diese Weise erhält man Blöcke von 80 t.

1907 ist der Versuch am südlichen Molenkopf fortgesetzt worden, wo man Kästen noch grösserer Abmessung mit Hilfe des 20-Tonnen-Krans verlegte; die Blöcke erreichten hier ein Gewicht von 150 t. Das Ergebnis war das beste und die Versetzung der Blöcke um den nördlichen Molenkopf hat seit 1905 ganz aufgehört.

Baggerung. — Nach dem ursprünglichen Plan sollte eine Fahrrinne in elliptischer Form zwischen den Molen mit einer Höchstbreite von 650 m und einer Tiefe von 8,50 – A. P. ausgebaggert werden. Dazu waren rechnermässig 1 800 000 cbm Sand auszuheben.

Als 1875 der Molenbau genügend fortgeschritten war, begann man mit den Baggerarbeiten und bediente sich dazu dreier alter Fischerboote, die mit einer Pumpe und einem Saugrohr

versehen waren; der Vorschlag rührte von dem englischen Ingenieur D. Hutton her, der zur Zeit im Dienst des Bauunternehmers stand. Dieses Verfahren wurde später vervollkommenet und führte zum Bau der neuen Saugbagger. Man stellte zur Herstellung der Fahrrinne bald fest, dass eine beträchtlich grössere Masse Sand zu beseitigen sei, als man berechnet hatte, da die Neigung der Böschungen sich auf 1:10 bis 1:20 stellte. Dazu kamen noch die erheblichen Sandmassen, die die See bei Sturm hereinwarf. Es erwies sich daher als notwendig, die Zahl der Bagger auf 9 zu erhöhen; 7 davon waren Saugbagger und 2 waren Eimerbagger. Mit diesem Geräte gelang es am 2. November 1876, dem Tage der Eröffnung des Amsterdamer Seekanals, eine in der Sohle 70 m breite, 5,50 m – A. P. tiefe Fahrrinne zu schaffen.

Der englische Unternehmer musste die Arbeiten aufgeben; die Vollendung der Fahrrinne wurde einem holländischen Unternehmer übertragen, der alsbald weit leistungsfähigeres Baggergerät in Tätigkeit setzte; im Jahre 1878 bestand es aus 12 Saugbaggern, 8 Eimerbaggern, 58 Klappprähmen und 9 Schleppern. 1882 wurde die Tiefe von 8,50 m – A. P. erreicht, aber nur in einer gradlinigen Fahrrinne von 250 m Sohlbreite; den ursprünglichen Plan einer elliptischen Fahrrinne hatte man der aufgetretenen Schwierigkeiten halber aufgegeben.

Von 1875 bis 1882 wurden aus der Fahrrinne 5 200 000 cbm Sand, gemessen in den Baggerprähmen, ausgehoben.

Ausserdem sind in offener See von der Hafeneinfahrt 334 000 cbm Sand gebaggert worden, um eine Einfahrtsrinne von 8,50 m – A. P. zu schaffen. Das Baggergut wurde in See in 3 bis 4 km Entfernung vom Strande verschüttet.

Die in den Jahren 1875 bis 1882 ausgeführten Baggerarbeiten haben 4 540 000 Gulden (7 500 000 Mark) gekostet, durchschnittlich also das Kubikmeter 0,81 Gulden (1,37 Mark).

Die Gesamtkosten für den Bau des Vorhafens von Ymuiden beliefen sich demnach auf 16 540 000 Gulden (27 Millionen 900 000 Mark).

Unterhaltung und Vertiefung der Fahrrinne im Hafen. — Nach der Uebernahme der Arbeiten durch den Staat im Jahre 1883 ist der Querschnitt des Amsterdamer Kanals und der

Fahrrinne im Vorhafen von Ymuiden mehrere Male erweitert worden, um den stetig wachsenden Bedürfnissen der Seeschifffahrt zu genügen.

Von 1889 bis 1896 wurde die Tiefe des Amsterdamer Kanals auf 9 m – A. P. gebracht. Zur selben Zeit wurde die Fahrrinne des Vorhafens von Ymuiden auf 9,50 m – A. P. ausgebaut und die Einfahrtsrinne in offener See ausserhalb der Molen bis zur Tiefenlinie von 9,50 m – A. P. bei einer Sohlbreite von 190 m vertieft. 1901 bis 1905 wurde die Fahrrinne im Hafen bis zu 10,50 m – A. P. vertieft (9,70 m unter dem Spiegel zur gewöhnlichen Ebbezeit) und die elliptische Form, die 1865 geplant war, wurde endlich teilweise mit einer Höchstbreite von 300 m verwirklicht.

Die Einfahrtsrinne ausserhalb der Molen wurde bis 10,50 m – A. P. auf 230 m Breite vertieft; die Tiefenlinie von 10,50 m – A. P. befand sich vorher in einer mittleren Entfernung von 450 m vor der Hafeneinfahrt.

Die Baggerarbeiten in Verbindung mit der Vertiefung des Amsterdamer Kanals bis auf 10,50 m bei 50 m Sohlbreite bezweckten, den Amsterdamer Hafen für Schiffe von 9 m Tiefgang zugänglich zu machen. Die Vertiefung der Fahrrinne und der Einfahrt wurde mit demselben Baggergerät bewirkt, das auch zur Erhaltung der gewonnenen Tiefen diente. Es besteht aus 3 bis 4 Saugbaggern und 2 bis 3 Eimerbaggern. Die Abtragsmassen, die der Fahrrinne und der Einfahrtsrinne ausserhalb der Molen seit 1883 (in Prähmen gemessen) entnommen worden sind, haben folgende Beträge :

Jahr	Baggerungen ausserhalb der Molen — cbm	Baggerungen in der Fahrrinne des Vorhafens — cbm
1883	50,500	387,500
1884	69,800	504,100
1885	45,800	375,900
1886	83,300	550,800
1887	75,200	401,400
1888	56,400	376,000
1889	59,600	364,200
1890	82,800	368,900
1891	61,300	402,600

Jahr	Baggerungen	Baggerungen in der	
	ausserhalb der Molen	Fahrrinne des Vorhafens	
—	cbm	cbm	
1892	87,900	751,500	} Vertiefungen bis 10,50 m — A. P.
1893	61,000	561,000	
1894	159,900	483,500	
1895	182,400	341,700	
1896	94,300	366,100	
1897	103,800	555,000	
1898	98,200	493,900	} Vertiefungen bis 10,50 m — A. P. und Verbreiterung des Vorhafens.
1899	104,400	387,000	
1900	106,100	481,300	
1901	95,100	870,500	
1902	139,800	973,500	
1903	195,100	715,600	
1904	124,000	838,300	
1905	128,500	680,900	
1906	205,000	745,700	

Von 1883 bis 1905 wurden die ausgebagerten Massen in 5 km Entfernung von der Küste in See geschüttet, und zwar an Stellen, wo die Tiefe 13 m bei Ebbe überschritt. Seit 1906 schafft man sie bis zu 6 km von der Küste hinaus an Stellen, deren Tiefe mehr als 16 m beträgt.

Seit 1906 besteht das Baggergerät, das immer betriebsbereit liegt und sobald das Wetter günstig ist, in Tätigkeit tritt, aus :

1. Drei Saugbagger mit Laderaum von 400 cbm Inhalt, deren jeder 600 cbm Sand in der Stunde aus 13 Tiefe fördert ;
2. Drei Eimerbagger, deren jeder 225 cbm Schlick in der Stunde aus einer Tiefe von 13 m hebt, und
3. Neun Dampfklapprähmen mit einem Fassungsraum von 220 cbm.

Die Saugbagger arbeiten hauptsächlich ausserhalb der Molen und in der Nähe der Hafeneinfahrt, während die Eimerbagger im Innern des Hafens arbeiten und aus der Fahrrinne den schlickhaltigen Sand baggern, den die See fortgesetzt ablagert.

Trotz beständiger Baggerung kann natürlich unmöglich während des ganzen Jahres die Mindesttiefe von 10,50 m — A. P. erhalten werden, die für die Fahrrinne im Hafen festgesetzt ist.

Die Versandung der Einfahrtsrinne ausserhalb der Molen wird hauptsächlich durch die Strömung bei Winden aus den Richtungen von Südwesten nach Nordosten verursacht. Ein Teil des Sandes, der durch die Strömung herangeschwemmt wird, tritt in den Hafen und lagert sich beim nördlichen Molenkopf ab; dort erreicht die Versandung ihren Höhepunkt. Es gibt Stellen, wo die jährliche Sandablagerung, zu deren Beseitigung beständig gebaggert wird, eine Schicht von 3 bis 5 m bilden würde.

So kommt es, dass während fortgesetzt stürmischem Wetter, wenn die Bagger weder in offener See noch an der Hafeneinfahrt arbeiten können, die Mindesttiefe von 10,50 m – A. P. nicht in der ganzen Breite der Fahrrinne vorhanden ist, obgleich immer eine schiffbare Rinne von dieser Tiefe und der nötigen Breite am Kopf der südlichen Mole erhalten bleibt.

In letzter Zeit versucht man, die Mindesttiefe von 10,50 m sicher zu stellen, indem man die Einfahrtsrinne bis zur Tiefe von 12 m – A. P. ausgebaggert, und 1906 hat man eine gewisse Fläche bis 300 m nördlich von der Einfahrtsrinne auf die gleiche Tiefe gebracht, um hier eine Ablagerungsstelle für den durch die Flut herangespülten Sand zu schaffen, der sonst die Einfahrt versperren würde. Mit diesem Vorgehen hat man sehr befriedigende Ergebnisse erzielt.

Das starke Anschwellen der im Jahre 1906 ausserhalb der Molen gebaggerten Sandmengen kommt hauptsächlich von den Baggerungen im Norden der Einfahrt, von deren Vertiefung und von der Verbreitung der Fahrrinne des Vorhafens, die 1905 vollendet wurde.

1906 wurden den Schiffen während 256 Tagen eine Tiefe von 10,50 m – A. P. bekannt gegeben, die in der ganzen Ausdehnung der Fahrrinne und der Einfahrt zur Verfügung stand. Während der übrigen 109 Tage hatte man eine Tiefe von weniger als 10 m – A. P. zu verzeichnen, was ganz befriedigend für einen Hafen scheint, dessen Molen früher nur bis zu einer Tiefenlinie von 8,50 m – A. P. vorgestreckt waren.

1906 konnten die Bagger ausserhalb der Molen während 267 Tagen der Dünung wegen überhaupt nicht arbeiten, und während 167 Tagen war jede Baggerung im Vorhafen und in See unmöglich.

Die Ausgaben für Baggerarbeiten in den Jahren 1883 bis 1906 betragen 6 050 000 Gulden (10 200 000 Mark) wovon 490 000

Gulden (830 000 Mark) auf die Vertiefung und Verbreitung der Fahrrinne entfallen und 5 560 000 Gulden (9 550 000 Mark) auf die Unterhaltung der gewonnenen Tiefen kommen.

Die jährlichen Durchschnittskosten der Unterhaltung der Tiefe betragen von 1883 bis 1887 233 500 Gulden (386 000 Mark) und von 1901 bis 1906 312 000 Gulden (526 000 Mark).

In diesen Zahlen sind die Kosten für Peilungen, die bei günstigem Wetter monatlich vorgenommen werden, die Kosten für Betonung der Fahrrinne und alle anderen Nebenausgaben inbegriffen.

Die Höhe der jährlichen Unterhaltungskosten steigert sich nicht mit der Menge des jährlich ausgebaggerten Sandes. Da das Baggergerät und die Besatzung stets betriebsbereit sind, so ist es in der Tat nur der Verbrauch an Kohlen und die Nebenausgaben, die mit der ausgebaggerten Menge wechseln.

Die Kosten für 1 cbm Schlick, im Prahm gemessen, betragen jetzt 0,32 Gulden (0,538 Mark).

Veränderung der hydrographischen Verhältnisse durch die Molenbauten. — Der Bau der massiven Molen, die 1400 m vom Fuss der Düne vorspringen und die Tideströmungen längs der Küste stören, hat eine beträchtliche Aenderung der hydrographischen Verhältnisse der Küste hervorgerufen. (Plan I, Fig. 1.)

Durch die Südmole ist der Flutstrom von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt, er läuft nun längs der äusseren Seite des Bauwerks mit vermehrter Geschwindigkeit und erreicht, wenn er den südlichen Molenkopf verlässt, eine Höchstgeschwindigkeit von 1,20 m in der Sekunde.

Die Strömung fliesst dann vor der Hafeneinfahrt vorbei und zwar in der Richtung des äussersten Teiles der Mole und nimmt erst weiterhin die alte Richtung längs der Küste auf. Ein Teil der Flutströmung tritt in das Hafenbecken in der Nähe des nördlichen Molenkopfes ein, läuft darauf längs dieser Mole weiter, und breitet sich schliesslich in dem südlichen Teil des Hafenbeckens aus, nachdem er die Einfahrt des Kanals gekreuzt hat, die zu den Schleusen führt.

Diese Ablenkung des Flutstromes bewirkt eine Versandung der Hafeneinfahrt und eines Teils des Beckens beim nördlichen Molenkopf, die ihre grösste Stärke bei Stürmen von

Südwest bis Nordwest erreicht, wenn der Grund von den Wellen aufgewühlt wird.

Der Ebbestrom hat dieselbe Bewegung in entgegengesetzter Richtung, aber da seine Geschwindigkeit weit geringer als die des Flutstromes ist, so hat er nicht die Kraft den Seegrund erheblich zu verändern.

Im allgemeinen entstehen durch das Einengen der Tideströmung längs des äussersten Teiles der Mole Unterwaschungen der Bauwerke; jetzt sind dort Tiefen von 9 bis 10 m — A. P.

Der Molenbau hat ein Vorrücken des Strandes in den Winkeln ergeben, die durch die Molen und den Küstenstrich gebildet sind. Vergleicht man die Lage von 1861, einige Jahre vor Beginn der Arbeiten, mit derjenigen von 1883 und 1906 und lässt dabei die Rinnen längs der Molen und die Vertiefung der Einfahrtsrinne durch Baggerung ausser Betracht, so bemerkt man, dass die Tiefenlinie von 9 und 10 m — A. P. um 100 bis 150 m nach See zu herangerückt ist; diese Bewegung hat während der Jahre 1883 bis 1906 an der nördlichen Küste fortgedauert; südlich von der Einfahrt sind dagegen die 9 und 10 m Kurven nach der Küste zurückgerückt.

Die Kurve von 10,50 m — A. P. hat beinahe ihre ursprüngliche Lage seit 1864 behalten und die Kurve von 13 m — A. P. hat sich der Küste genähert. Die Neigung des Seegrundes ist also gegenüber der Hafeneinfahrt steiler geworden.

Näher der Küste sind die Kurven von 4 und 5 m — A. P. und die Niedrigwasserbänke im Süden des Hafens seit 1883 mehr an die Küste herangerückt.

Das beweist, dass das Vorrücken des Strandes seit 1883 nicht erheblich zugenommen hat und dass nicht zu befürchten ist, dass die Sandablagerungen eines Tages die Molenköpfe erreichen und dadurch die Zugänglichkeit des Hafens in Gefahr bringen werden.

Der Hafen von Scheveningen.

Hydrographische Verhältnisse. — Der Hafen von Scheveningen ist für die grosse Schifffahrt von keiner Bedeutung. Er wurde von 1901 bis 1904 als Nothafen für Fischerboote gebaut, die früher an der Küste von Scheveningen auf den Strand liefen. Während der Wintermonate wurden diese

Boote an der Dünenböschung aufgeschleppt, bis sie in genügender Höhe in Sicherheit vor den Wellen bei Sturmflut waren, oder sie flüchteten sich in die inneren Häfen längs des Stromes zwischen Rotterdam und dem Meer.

Nach der Errichtung von Uferdeckungen auf dem Strand von Scheveningen, mit der man nach den Sturmfluten von 1894 und 1895 begann, um den fortwährenden Abbruch der Dünen an dieser Stelle der Küste zu verhüten, wurde das Auflaufen auf dem Strande schwieriger; gleichzeitig wuchs die Zahl der Fischerboote und die alte Form der Boote ohne Kiel wurde allmählich durch eine auf Kiel gebaute besser segelnde Bootsform verdrängt. Man beschloss deshalb in Scheveningen einen Hafen zu bauen, wo die Fischerboote ihren Fang an Land bringen und während der Wintermonate Schutz suchen konnten.

Dieser geplante Hafen unterlag besonderen Bedingungen, die den Bau schwierig gestalteten und zu einer Lösung führten, die den Bedürfnissen der neuzeitlichen Fischerei nur ungenügend entsprach. Um zu jeder Zeit Dampfer mit Schleppnetzen (*steamtrawlers*) mit einem Tiefgang von ungefähr 4,50 m aufnehmen zu können, hätte man in der Tat dem Hafen eine Sohlentiefe von 6 m - A. P. geben müssen. Die militärischen Behörden erhoben gegen den Bau eines solchen Hafens in Scheveningen ohne gleichzeitigen Bau von ziemlich kostspieligen Befestigungen, die den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens in Frage gestellt hätten, Einspruch.

Aus den eingeleiteten Verhandlungen ergab sich, dass die militärischen Behörden dem Bau eines unbefestigten Hafens nur dann zustimmten, wenn er für Schiffe von höchstens 2 m Tiefgang zugänglich sei, entsprechend der augenblicklichen Fischerflotte von Scheveningen. Ausserdem wurde festgelegt, dass die Molenköpfe Minengänge enthalten müssten, um sie im Notfalle sprengen zu können. Die Gestalt und Bauart des Hafens ergibt sich aus den oben angeführten Bedingungen.

Da die gewöhnliche Ebbe in Scheveningen auf 0,75 m - A. P. und die gewöhnliche Flut auf 0,85 m + A. P. steht, wurde die Sohlage des Hafens auf 2,66 m - A. P. festgesetzt und beschlossen, die Tiefe durch Baggerung so zu unterhalten, dass sie nie 2,66 m - A. P. überschreiten, und nie weniger als 2,16 m - A. P. betragen sollte.

Die Schiffe werden also im Hafen eine Tiefe von wenigstens

1,37 m bei Ebbe und nur von 3,01 m bei Flut finden, was den Fischerbooten von 2 m Tiefgang erlaubt, während drei bis vier Stunden in jeder Tide ein- und auszulaufen.

In Uebereinstimmung mit der festgesetzten Tiefe für die Fahrrinne des Hafens wurde beschlossen, die Molen des Vorhafens bis zur Tiefenlinie von 3 m - A. P. vorzuschieben, die 300 m vom Dünenfuss entfernt lag.

Die Länge des auf dem Strand zu erbauenden Vorhafens konnte also 300 m nicht überschreiten, und da man diese Entfernung als ungenügend ansah, um mit vollen Segeln ein-fahrenden Schiffen zu gestatten abzustoppen, so beschloss man einen zweiten Hafen innerhalb der Düne zu schaffen, wo die einfahrenden Schiffe nach Bedarf auf den Strand laufen könnten, ehe sie in den Nothafen gingen, und wo die den Hafen verlassenden Schiffe sich für die Ausfahrt vorbereiten könnten.

Der Hafen von Scheveningen, der 1905 der Schifffahrt übergeben wurde, umfasst also einen Vorhafen auf dem Strand, der durch zwei steinerne Molen geschützt ist und eine Fläche von 6,5 ha hat, einen zweiten, innerhalb der Düne gelegenen Vorhafen von 3,5 ha Grösse, wo sich einige Ausbesserungswerften befinden und einen Nothafen von 6,8 ha, der gleichzeitig zum Löschen und Laden für die Fischerboote bestimmt ist. (Pl. II, Fig. 2.)

Da sich die dritte, der Abteilung für Seeschifffahrt des Kongresses vorgelegte Frage nur auf den Bau von Häfen in sandiger Küste bezieht, soll in den folgenden Seiten nur von dem auf Staatskosten am Strand von Scheveningen erbauten Vorhafen die Rede sein.

Bauart der Molen. — Nach dem Entwurf dieses Vorhafens sollten die Molen bis zur Tiefenlinie von 3 m - A. P. vorgeschoben werden, die 275 m vom Dünenfuss entfernt war. Zur Zeit als die Arbeiten beginnen sollten, war die Tiefe auf dieser Stelle auf 4 m - A. P. gestiegen, da sich eine Furche in gleicher Richtung mit der Küste gebildet hatte; später, während des Baues der südlichen Mole verschwand die Furche und liess eine Tiefe von mehr als 3 m an der Hafeneinfahrt und ausserhalb der Molen zurück.

Die Hafeneinfahrt liegt 280 m vom Dünenfuss, eine Fahr- rinne von 60 m Breite führt nach dem innern Vorhafen. Die

Molen haben in der Krümmung gemessen eine Länge von 320 m. An ihrer Wurzel haben sie 330 m Abstand und laufen gegen die Einfahrt so zusammen, dass die Entfernung zwischen den Molenköpfen 130 m beträgt; dies erscheint für einen Hafen dieser Klasse als eine recht grosse Einfahrtsbreite, sie wurde aber für nötig befunden, um den etwas schwerfälligen Segelbooten der jetzigen scheveninger Fischerflotte das Einlaufen zu erleichtern.

Die Krone der Molen liegt auf der Höhe von 4,60 m + A. P., mit der Brüstung auf 5,60 m + A. P. Höhe, das heisst, 2 m über der höchsten Flut, die in Scheveningen bis zu 3,53 m steigt.

Der Molenbau war eine ziemlich schwierige Arbeit, wenn man die geringen Tiefen, die die Fahrzeuge nur haben durften, und das Fehlen eines Schutzhafens in der unmittelbarer Nähe von Scheveningen, in Betracht zieht.

Die Mündung des Entwässerungskanals vom Haag, der von zwei niedrigen Steinmolen begrenzt ist und am Strand südlich des neuen Hafens mündet, konnte nur Schiffen mit sehr geringem Tiefgang als Liegeplatz dienen, da die Fahrrinne bei Ebbe beinahe trocken ist. Der nächste Schutzhafen von Hoek van Holland war 17 km von Scheveningen entfernt.

Die Molen sind aus Beton. Der erste Teil von 70 m Länge, der auf dem Vorstrand etwas über gewöhnlicher Flut liegt, wurde in einem Stück gebaut, indem man den Boden zwischen zwei hölzernen Spundwänden bis 1 m unter die Höhe des Strandes aushob, dann Beton einstampfte und schliesslich die Spundwand wieder auszog. Um diesen Teil gegen Unterwaschungen zu schützen, wurde auf beiden Seiten eine 4 m breite Steinpackung vorgelegt, deren Fuss auf einer Pfahlreihe ruht. (Pl. II, Fig. 4.)

Weiter hinaus sind die Molen aus Betonblöcken zusammengesetzt, während die Molenköpfe durch drei mit Beton ausgefüllte eiserne Senkkästen, von den später noch die Rede sein wird, gebildet werden.

Ehe man Blöcke und Kasten versetzte, musste man den Seegrund gegen Unterspülung schützen. Zu diesem Zwecke hat man Unterlagen von 0,50 m starken Sinckstücken aus Faschinen verwendet; sie wurden auf dem Strand zur Ebbezeit gebaut und mit der Flut an ihren Platz geflösst, wo man sie durch Belastung mit Steinen oder Kies, die auf Kähnen von der

Mündung des Entwässerungskanals herangebracht wurden, versenkte.

Nach der Seeseite springen die Sinkstücke 10 bis 30 m vor den Molenkörpern vor, was als genügend zur Verhütung von Unterspülungen befunden wurde. (Pl. II, Fig. 3.) Soweit als möglich versenkte man die Sinkstücke einige Monate früher, ehe man mit dem Verlegen der Blöcke und Kästen begann; die Fugen wurden durch Steine und Kies vom Kahn aus ausgefüllt und bald stopften Muscheln alle Zwischenräume so, dass die Sinkstücke eine hinreichend feste Unterlage für den Molenkörper bildeten.

Man musste mit der Zusammenpressung der Faschinen unter das Gewicht der Blöcke und des Titankrans, der auf der Mole zum Verlegen der Blöcke lief, rechnen, da dieser Druck beträchtliche Senkungen hervorrufen konnte. Deshalb hat man, statt die Blöcke in horizontaler Lage zu verlegen, eine Bauart gewählt, bei der die Blöcke schräg gelegt werden, damit sie sich getrennt von einander senken können, ohne ihre gegenseitige Lage zu den benachbarten Blöcken zu verändern.

Das Verfahren ist zum ersten Male bei Karachee (*Monora-Hafendamm*) benützt worden.

Bei den Molen von Scheveningen sind die Blöcke unter einer Neigung von 71° (1:3) in drei Reihen gelegt; davon tritt die mittlere um eine halbe Blockstärke vor den anderen hervor, um die durchlaufenden Querfugen zu vermeiden. (Pl. II, Fig. 5, 6, 7.) Die Blöcke haben eine Dicke von 1,50 m, die Breite der mittleren Blöcke beträgt 1 m, die der Seitenblöcke 2 m bis 2,50 m, je nach der ganzen Breite der Mole, die von 5 m gegen den Molenkopf auf 6 m anwächst. Die Höhe der Blöcke wechselt von 2,50 m bis 3,50 m je nach der Tiefe des Seegrundes. Wenn diese 2 m - A. P. überschritt, wurde ein zweiter Block auf den ersteren gelegt, so dass die obere Fläche der Blöcke sich in einer ungefähr gleichbleibenden Höhe von 2,35 m + A. P. befindet.

Die Blöcke der beiden seitlichen Reihen wurden unter sich mit Eisenankern verbunden, die durch die Löcher geführt wurden, die man bei der Herstellung der Blöcke für die Klauen zum Versetzen ausgespart hatte.

Die Blöcke wurden mittels eines Drehkranses von 27 t Tragkraft und 7 m Auslage vom Drehpunkt verlegt, der auf dem schon vollendeten Teil des Bauwerkes lief. Ehe man einen

Block an seine Stelle brachte, wurde der vorher mit Sinkstücken aus beschwerten Faschinen bedeckte Seegrund, durch einen Taucher eingeebnet, der dazu nach Bedarf Kies schüttete. Die Verwendung schräg gestellter Blöcke führte in Scheveningen zu sehr befriedigenden Ergebnissen, da sich sowohl während des Baues als auch nachher keine Schwierigkeiten eingestellt haben.

Während der Tage, an denen in Sée gearbeitet werden konnte, wurde das Legen der Blöcke Tag und Nacht fortgesetzt, sodass man durchschnittlich auf 12 Blöcke in vierundzwanzig Stunden kam.

Trotz dieser Beschleunigung der Arbeit hat der Molenbau ziemlich lange Zeit beansprucht, da selbst während der Sommermonate die Arbeit in See während mehrerer Wochen unmöglich war.

Während des Molenbaues hat man in den Blockreihen Senkungen bis zu 0,30 m beobachtet, die durch das Gewicht des Kranes und der die Blöcke heranschleppenden Lokomotiven verursacht wurden, ohne dass jedoch der Molenkörper die geringsten Risse zeigte.

Nachdem alle Blöcke gelegt waren, wurden die Zwischenräume wie auch die Löcher für die Klauen so gut wie möglich durch Eingiessen von Beton gefüllt, hierauf der Oberbau der Mole an Ort und Stelle zwischen zwei Bekleidungsmauern aus Basaltmauerwerk aus Beton hergestellt.

Blöcke mit Senkkastengründung. — Der Bau der äussersten Molenenden hat weit grössere Schwierigkeiten gemacht.

Da die militärischen Behörden in diesem Teil der Mole sechs Minenkammern mit Abstand von 7,50 m in Höhe von 2,50 m — A. P. gefordert hatten, die mit Zugangsröhren aus Guss-eisen versehen und in dem Betonklotz der Mole vollständig wasserdicht untergebracht sein sollten, so musste man unter diesen Bedingungen von der Anwendung schräger Blöcke absehen.

Man beschloss deshalb diesen Teil der Mole von 45 m Länge einschliesslich des Molenkopfes mittels eiserner Senkkasten herzustellen, die die Minenkammern vorher eingebaut erhalten und nach dem Versetzen mit Beton ausgefüllt werden konnten. Das äusserste Ende jeder Mole wurde aus drei solchen Senkkasten gebildet. Jeder hatte 15 m Länge und 6,35 m Höhe,

die Breite schwankte zwischen 6 m und 7,70 m, je nach der Molenbreite, die gegen den Molenkopf anwächst, der äusserste Senkkasten bildet den halbkreisförmigen Abschluss des Molenkopfes. (Pl. II, Fig. 8.)

Zur Ansteifung der Seitenwände wurde jeder Senkkasten durch Eisenwände in zehn Kammern geteilt; davon dienen zwei cylinderförmige zur Aufnahme der Minenkammern. Jede Kammer wurde mit einer Schutzöffnung zum Einlassen des Wassers versehen, wodurch der Kasten versenkt werden sollte. Die Senkkästen wurden auf einer Werft in der Nähe von Amsterdam gebaut. Nachdem sie mit einer Betonschicht von 0,50 m bis 1 m beschwert und mit einem Holzdeck, das nach dem Versenken (Fig. 10) entfernt werden sollte, versehen worden waren, wurden sie zuerst nach Ymuiden geschleppt und dann über See nach Scheveningen.

Während der Fahrt und des Versenkens der Kästen waren die Eisenwände durch Holzstreben verstärkt, die man im Augenblick der Füllung entfernte. Nach der Ankunft eines Kastens in Scheveningen, machte man ihn mit Ankern und Spillen fest. Beim Kentern des Flusutstromes wurden dann die Ziehschützen geöffnet, um Wasser einzulassen, bis der Kasten auf dem Grund stand. Man trug dabei dafür Sorge, dass zwei Kammern trocken blieben, um sie gleich nachdem der Kasten auf Grund stand, mit Beton zu füllen.

Während des Ausbetonierens wurde das Wasser von zwei andern Kammern ausgepumpt, die man nun ihrerseits mit Beton füllte und so fort, bis der ganze Kasten ausbetoniert war. Die beiden letzten cylindrischen Kammern wurden erst gefüllt, nachdem die Minenkammern und Röhren drin angebracht waren. Auf diese Weise gelang es, die Kästen im Trocknen mit Beton zu füllen. Durchschnittlich erforderte das Verlegen und Füllen eines Kastens zwei Tage. Die Kästen wurden ungefähr in einer Tiefe von 4 m - A. P. versenkt; die Eisenwand reichte bis auf 2,35 + A. P.; später entfernte man den über 0,20 m - A. P. aufragenden Teil; zu diesem Zwecke war er am unteren Teil mit Schraubenmuttern befestigt.

Der Oberbau der Mole über dem Senkkasten wurde aus Beton hergestellt, der an Ort und Stelle zwischen den Bekleidungsmauern aus Basaltmauerwerk eingestampft wurde. (Pl. II, Fig. 9.)

Der dreieckige leere Zwischenraum zwischen dem ersten Senkkasten und den letzten schrägen Blöcken wurde unter gewöhnlicher Ebbe durch Betonsäcke, und über dem Wasserspiegel durch Betonblöcke von besonderer Form ausgefüllt; sie hatten ein Gewicht von 1,5 t und wurden mittels eines kleinen Handkrans verlegt.

Obgleich die Verwendung von Blöcken mit Senkkastengründung bei den Molen von Scheveningen schliesslich zu gutem Erfolge führte und die äussersten Molenenden seit 1903 dem Wogenanprall sehr gut widerstanden haben, so haben sich während des Baues doch viele Schwierigkeiten eingestellt.

In Anbetracht der selbst bei Hochwasser geringen verfügbaren Tiefe in Scheveningen, durfte der Tiefgang der schwimmenden Kästen 2,50 m nicht überschreiten, was eine Verstärkung der Eisenwände durch eine Beton- oder Mauerschicht nicht gestattete. Man musste sich also darauf beschränken, die Wände durch Holzstreben während der Beförderung zu verstärken.

Dazu kam, dass die Entfernung von 46 km zwischen Scheveningen und Ymuiden den Erfolg der Verlegung bei dem sehr unbeständigen Wetter an der niederländischen Küste in Frage stellte. In der Tat kam es zweimal vor, dass ein Senkkasten der von Ymuiden bis vor Scheveningen geschleppt worden war, die Reise bis Hoek van Holland fortsetzen musste, um in diesem Hafen Schutz zu suchen; da ein plötzlicher Umschlag des Wetters das Festlegen und das Versenken in Scheveningen unmöglich gemacht hatte; einige Zeit danach mussten sie dann nach Scheveningen zurückbefördert werden.

Der erste von Ymuiden hergeführte Kasten wurde vom Flutstrom fortgetrieben, da die Ankertaue infolge einer unvorhergesehenen Verstärkung der Strömung rissen; er strandete in einiger Entfernung von der im Bau befindlichen Mole, und wurde von einem Sturm zerstört, der einige Tage später einsetzte. Der Kasten musste ersetzt werden, und die Reste wurden später durch Sprengungen mit Dynamit weggeräumt.

Bei einem andern Kasten, dessen Füllung gerade beendet war, wurden die Eisenwände durch den Anprall der Wellen während eines Sturmes herausgerissen, und bedeutende Lücken in noch nicht erhärteten Füllbeton geschlagen. Die Lücken wurden später durch Einlegen von Betonsäcken bis zum ge-

wöhnlichen Flutwasserspiegel geschlossen, und das übrige durch Ziegelmauerwerk gefüllt.

Da die inneren Wände des Kastens verhindern, dass sich der Beton der benachbarten Kammern verbindet, so konnte man in Scheveningen nicht erreichen, dass alle Blöcke zusammen einen einzigen fugenlosen Block bilden.

Der Beton jeder Kammer stellt jedoch einen Klotz aus einem Stück von ungefähr 90 t dar, was schon eine ziemlich schwere Masse bedeutet. Ausserdem wurden die Kammern der Kästen, die den Molenkopf bilden, durch Eisenanker verbunden, die durch die inneren Wände hindurchgehen.

Wellenbrecher. — Der äussere Fuss der Molen wurde gegen Unterwaschung durch eine Steinschüttung aus Basaltbruchsteinen geschützt, deren jeder ungefähr 500 kg wiegt.

Da man seither beobachtet hat, dass diese Steine durch die Wellenwirkung bei Sturm fortwährend nach der Küste zu wandern, hat man beschlossen, sie durch schwerere Steine zu ersetzen, indem man, wie in Ymuiden Eisenbetonkästen verwendete, die nach dem Verlegen mit Beton gefüllt wurden.

Baggerungen. — Um die Fahrrinnen des Vorhafens in elliptischer Form und in einer Tiefe von 2,66 m — A. P. zu schaffen, sind 177 000 cbm Sand, in Prähmen gemessen, ausgebaggert worden. Die Baggerung ist mit einem Saugbagger von geringem Tiefgang (2,40 m) der nur während der Flut arbeitete, vorgenommen worden. Das Baggergut wurde 1 km vom Hafen in See verschüttet, wo die Tiefe mehr als 4 m bei Ebbe betrug.

Kosten. — Die Kosten der Molenbauten haben sich auf 800 000 Gulden (1 340 000 Mark) belaufen. Die Herstellung der Fahrinne des Vorhafens hat 80 000 Gulden (134 000 Mark) gekostet.

Die Gesamtarbeiten für den Scheveninger Hafen, einschliesslich der Hafenbecken innerhalb der Düne, die auf Kosten des Haags gebaut wurden, haben 2 400 000 Gulden (4 020 000 Mark) gekostet.

Unterhaltung der Tiefe der Fahrinne. — Als über den für den Scheveninger Hafen aufgestellten Entwurf verhandelt wurde, hat man die Befürchtung ausgesprochen, dass sich grosse Schwierigkeiten bieten würden, die für die Fahrinne

des Vorhafens gewählte Tiefe von 2,16 m und 2,66 m — A. P. aufrecht zu erhalten, in Anbetracht des Umstandes der Hafeneinfahrt in der Nähe des Strandes. Deshalb hatte man wirkliche Massnahmen getroffen, um Sandablagerungen schnell zu entfernen, die die Fahrrinne und die Einfahrt versperren könnten, indem man den Saugbagger immer in Bereitschaft hielt, der beim Bau des Hafens die Fahrrinne ausgebaggert hatte.

Die seit 1905 gesammelten Erfahrungen haben zu ganz andern Ergebnissen geführt. Es hat wenig Mühe verursacht, die Mindesttiefe von 2,16 m — A. P. in der ganzen Ausdehnung der Fahrrinne zu erhalten, und meistens stand die Höchsttiefe von 2,66 m — A. P. im äusseren Teil des Vorhafens und in See ausserhalb der Molen zur Verfügung. Tatsächlich betragen die seit der Vollendung der Fahrrinne 1905 ausgebaggerten Sandmassen nur 3 000 cbm in der Fahrrinne des Vorhafens und 2 700 cbm in See vor der Hafeneinfahrt. Das günstige Ergebnis kommt von der Vertiefung der inneren Becken, deren Tiefe früher auf 2,66 m — A. P. festgesetzt war, aber danach auf 3,90 — A. P. gebracht wurde, um den Schiffen genügende Tiefe während der tiefsten Ebbe zu sichern. Jetzt geht der Sand, der in den Vorhafen von der See bei Sturm eindringt, zum grössten Teil in den Vorhafen innerhalb der Düne, der + 1,50 m tiefer ist, und lagert sich dort ab.

Um die Tiefe der inneren Becken von 2,66 m auf 3,90 m — A. P. zu bringen, sind von 1905 bis 1907 von dem inneren Vorhafen 183 000 cbm Sand ausgebaggert worden, während zur Erweiterung des Querschnitts nur 39 000 cbm zu baggern gewesen wären. Der Rest von 144 000 cbm ist demnach aus dem äusseren Vorhafen eingedrungen. Die Sandablagerungen im Schutzbecken haben wenig Bedeutung und die Unterhaltung der Tiefe hat bis jetzt nur die Beseitigung geringer Mengen schlickhaltigen Sandes erfordert.

Die Baggerung in den inneren Becken erfolgt mit dem Saugbagger, der zur Unterhaltung des äusseren Vorhafens bestimmt ist; das Baggergut wird in See verschüttet.

Die Bewegung des Sandes nach dem Becken innerhalb der Düne hat im Vorhafen Unterwaschungen längs des inneren Molenfusses verursacht, so dass es nötig wurde, diesen durch

einen Streifen Sinkstücke aus Faschinen zu schützen, die 10 m vor die Mole vorspringen.

Ehe dieser schützende Streifen längs der südlichen Mole fertiggestellt war, setzte 1905 im Oktober ein heftiger Sturm ein, der eine ziemlich bedeutende Unterwaschung unter einem Teil dieser Mole, die aus einem Stück auf dem Seegrund hergestellt war, verursachte. Des Unterbaues beraubt, sank sie auf eine Länge von ungefähr 50 m, während der Teil der Mole, der aus Blöcken in Senkkästen zusammengesetzt war, vollständig unversehrt blieb.

Die Lücke wurde übrigens leicht geschlossen. Man baute zwei Abdämmungen aus Spundbohlen längs des gesunkenen Teiles und schüttete Beton bis zum Wasserspiegel unter die ursprüngliche Bauwerksohle, wonach die Mole in einem Stück nach dem ursprünglichen Querschnitt wieder hergestellt wurde.

SCHLUSS

Obleich man sich hauptsächlich bei Seebauten davor hüten muss, allgemeine allerorts anwendbare Regeln aufstellen zu wollen, da die örtlichen Bedingungen selbst bei zwei verhältnismässig nahe gelegenen Häfen oft von einander abweichen, so kann man aus den hier angeführten Beispielen doch manche Beobachtungen von allgemeiner Gültigkeit ableiten. Zunächst machte man beim Bau der Häfen von Ymuiden und Scheveningen die Erfahrung, dass man beim Bau eines Hafens in sandiger Küste nicht genug Sorgfalt auf den Schutz des Untergrundes und der Böschung unter Wasser gegen Unterspülung durch Strömung und Wellen verwenden kann.

Dieser Schutz kann gebildet werden entweder durch Bedeckung des Grundes mit einem Steinwurf aus Bruchsteinen, der genügend weit vor die beiden Wände und vor den jeweiligen Kopf der im Bau befindlichen Mole vorspringt, oder durch Sinkstücke aus Faschinen mit Steinbelastung die den Vorteil haben, den Bedarf an Steinen beträchtlich einzuschränken, da die Sinkstücke bei der Unterspülung des Bodens an ihren Rändern nachsinken und die Auskolkung auf einen ziemlich schmalen Streifen beschränken. Um die zerstörende Wirkung der Zusammenpressung des Grundbaues aus Sinkstücken auf einen Molenkörper zu verhüten, der aus Betonblöcken von be-

schränkten Abmessungen gebildet ist, kann man die Blöcke mit Erfolg in schrägen Lagen versetzen, wie man es in Scheveningen und anderwärts getan hat.

Die während des Unterhaltungsbaues des Hafens von Ymuiden gesammelte Erfahrung beweist, dass unter derartigen Bedingungen die Erhaltung einer genügenden Tiefe in der Fahrrinne und vor der Hafeneinfahrt durch wiederholte, nicht übermässig teure Baggerungen ermöglicht wird.

Das Beispiel von Ymuiden beweist ferner, dass es unter besonderen Bedingungen möglich ist, durch kräftige Baggerung eine grössere Tiefe zu erreichen und zu erhalten, als zu Anfang der Arbeiten an den Stellen, wo die Molenköpfe gebaut wurden, vorhanden war. Das darf aber nicht in dem Sinne ausgelegt werden, dass man beim Entwurf eines Hafens an sandiger Küste nicht nötig hätte, die Molen bis über die der angestrebten Einfahrtstiefe entsprechende Tiefenlinie vorzuschieben. Nur im Falle es nicht möglich wäre, die Molen ohne aussergewöhnliche Kosten zu verlängern, um die Tiefe der Einfahrtsrinne eines schon bestehenden Hafens zu vergrössern, kann man immer auf Baggerungen zurückgreifen, die heutzutage viel wirksamer und weniger kostspielig als früher sind.

Amsterdam, August 1907.

H. WORTMAN.



INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St. Petersburg - 1908

II. Abteilung : Seeschifffahrt

3. Frage

BERICHT

VON

H. WORTMAN

BLATT I

Pl. I

Port d'Ymuiden

Echelle 1 à 10000

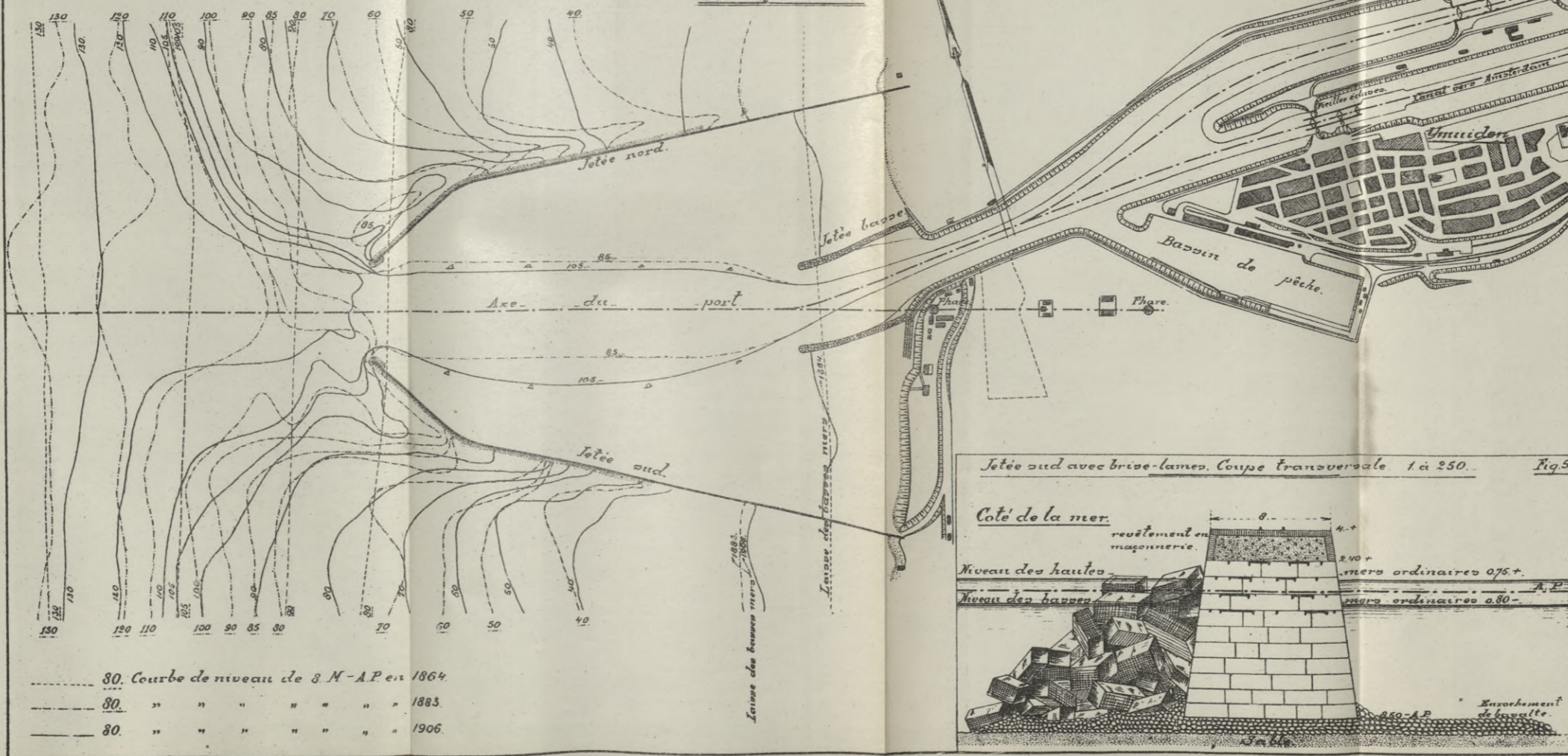


Fig. 1

Jétée sur l'estran d'après le plan de 1864

Coupe transversale. 1 à 250

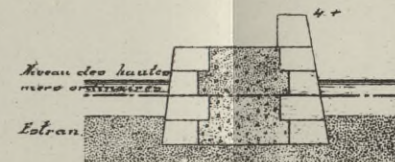


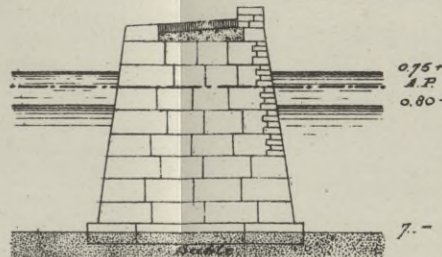
Fig. 2

Fig. 3

Jétée nord d'après le plan de 1864

Coupe transversale. 1 à 250

Côté de la mer.



Jétée sud avec brise-lames. Coupe transversale. 1 à 250.

Fig. 5

Côté de la mer

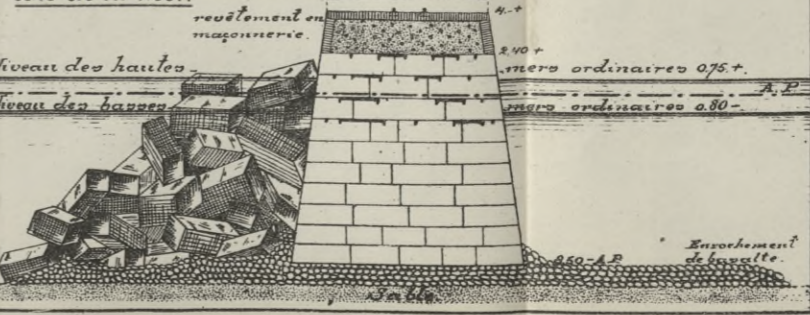
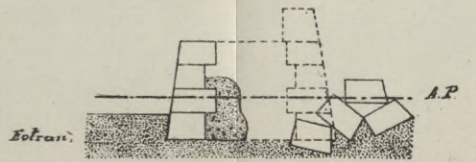


Fig. 4

Jétée sur l'estran après les tempêtes de 1867-1868. 1 à 250.



ИЗДАТЕЛЬСТВО ИМПЕРАТОРСКОГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

СЧИТАЕТСЯ ЗА ПОДАРОК

XI Когресс - 21 Петербург - 1908

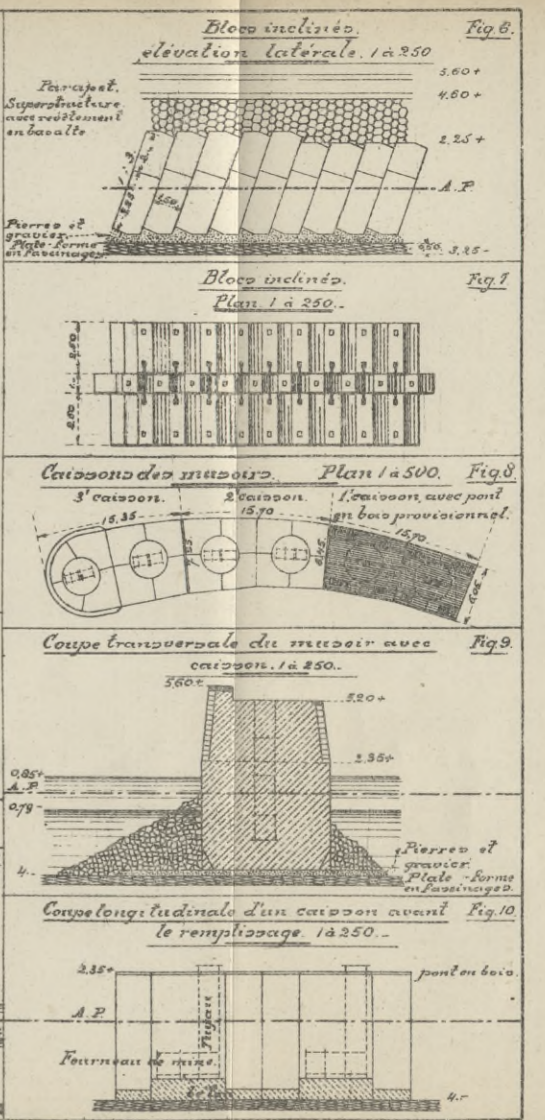
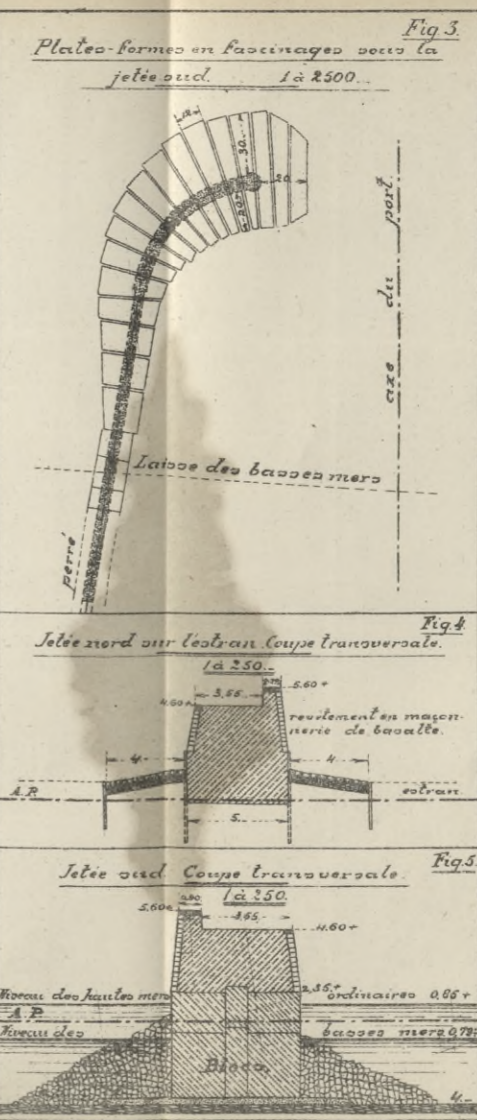
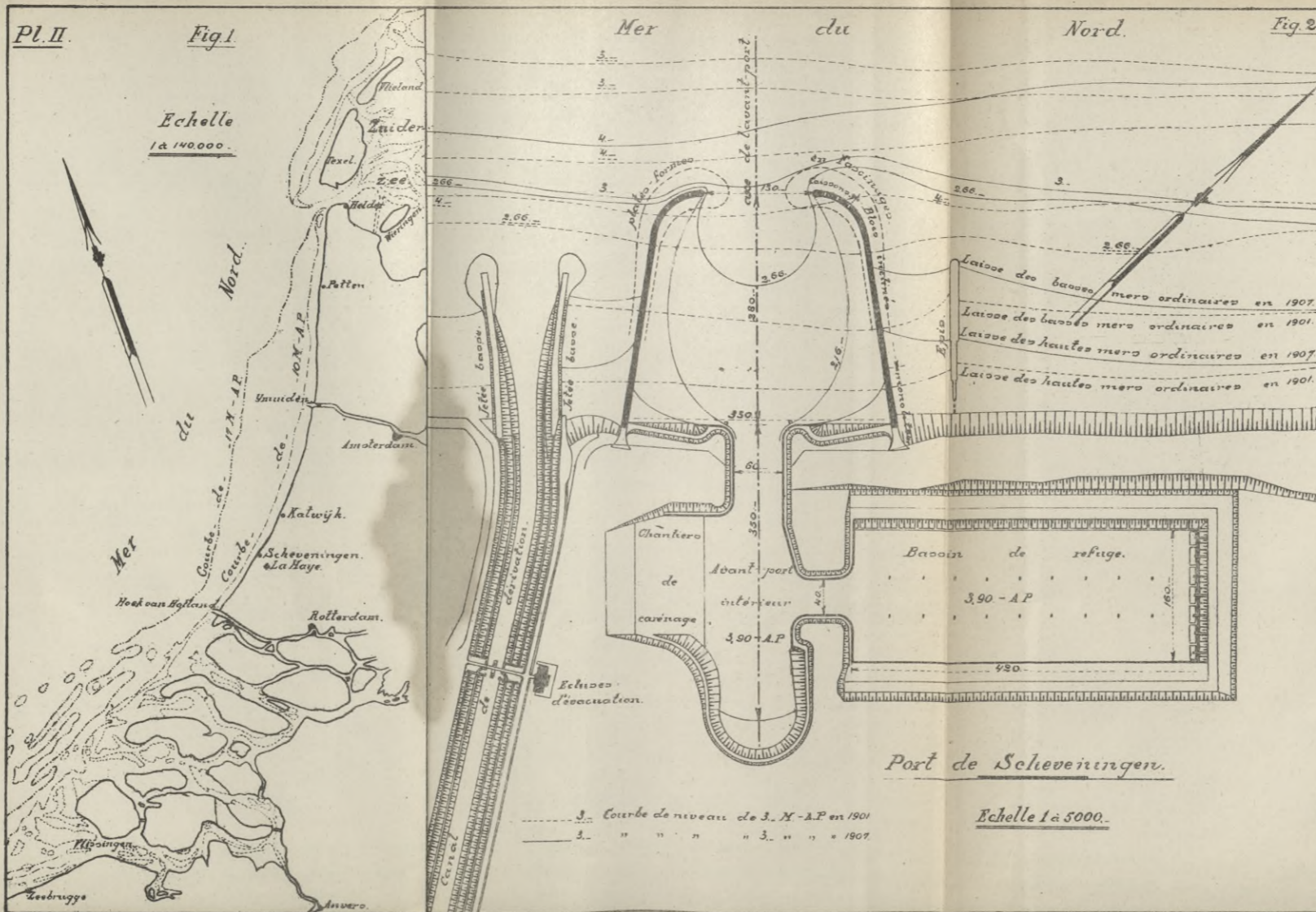
II. Актиния: Описание

В. П. П.

Издатель

И. П. П.

1908



POLITECHNIKA KRAKOWSKA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349756

Kdn. Zam. 480/55 20.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299854