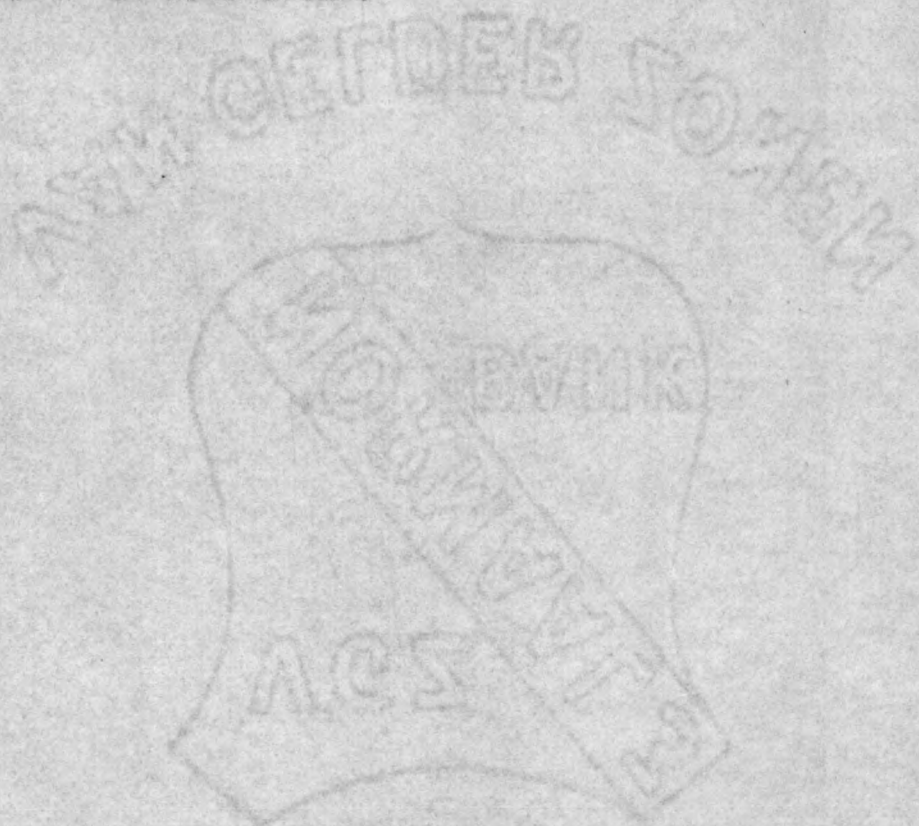


VW-HAV- 3214  
Visser- 1965

VERSLAG GOLFONDERZOEK HAVEN "RAS LANUF".

van

H. Visser en R. de leeuw.



INHOUD.

I. Inleing.	blz. 1.
II. Beschrijving model en meetmethode.	blz. 1.
III. Bepaling hoogte invallende golf.	blz. 2.
IV. Bepaling terugkaatsingscoëfficiënt tegen de verticale wand.	blz. 3.
V. De invloed van de terugkaatsing tegen de buitenzijde van de golfbreker op de diffractie.	blz. 4.
VI. Berekening van golfhoogten t.g.v. diffractie en terugkaatsing.	blz. 6.
VII. Bespreking van de metingen.	blz. 7.
Bijlagen.	blz. 10.

## I. Inleiding.

Ten einde te komen tot een zo economisch mogelijk ontwerp van de haven van Ras Lanuf, is aan het voorlopig ontwerp daarvan (zie vooronderzoek) (fig.1) en een aantal varianten daarop (fig.2) een modelonderzoek gedaan naar het golfpatroon in de haven tengevolge van diffractie.

Dit onderzoek was noodzakelijk omdat de vorm van de haven zodanig was, dat met de bestaande rekenmethodes het golfpatroon niet kon worden bepaald.

Wel is onderzocht of het mogelijk is bij dit type haven met een eenvoudige rekenwijze golfhoogten te bepalen in verschillende punten die overeenstemmen met de gemeten waarden (werkelijkheid).

Ook is het effect van de terugkaatsing tegen de buitenzijde van de golfbreker op de diffractie onderzocht, en zijn de gemeten waarden weer vergeleken met rekenresultaten.

Tenslotte zijn nog speciale metingen verricht ten behoeve van de ontwikkeling van een rekenmachineprogramma voor het berekenen van diffractiepatronen in havens.

## II. Beschrijving Model en Meetmethode.

I.v.m. de afmetingen van de bak en van het prototype is de lengteschaal van het model  $S_L = 1:75$  gekozen. Volgens Froude is dan de tijdschaal  $S_T = \sqrt{S_L} = \sqrt{75}$ . De ingestelde periode van de aanwezige golfmachine was  $T_m = 0,87$  sec. Dit houdt voor de werkelijkheid in een golf met periode  $T_w = 0,87 \cdot \sqrt{75} = 7,54$  sec, hetgeen voor het gebied van Ras Lanuf een reële waarde is.

Daarom is hiermee gemeten. De diepte, die in werkelijkheid 12 m. bedraagt, is in het model bij schaal 1:75 16 cm., en de golflengte  $L = \frac{g \cdot T^2}{2\pi} \operatorname{tgh} \frac{2\pi D}{L}$  geeft  $L = 0,92$  m.

Overeenkomend met de werkelijkheid was in het model de bodem t.p.v. de haven horizontaal (beton) en waren de golfbrekers verticaal gemaakt.

De verbindingsdam van de haven met de kust is weggelaten in het model om te veel storende terugkaatsing te voorkomen. Bovendien is getracht de invloed van de tegen de golfbreker teruggekaatste golf te verminderen door te voorkomen dat deze ook tegen de begrenzingen van het bassin terugkaatst door hiertegen dempend materiaal (steengaas) aan te brengen.

Achter het model loopt de bodem van de bak langzaam op, zodat de golven daar uitdempen.

Daar het weglaten van de verbindingsdam naar de kust tot gevolg heeft dat de golven aan die kant ook kunnen doorlopen en dus door diffractie van invloed zijn op het golfbeeld in de haven (vooral bij de varianten II, III, IV, V, VIII, en IX.) is daar ter plaatse een dam naar achteren gebouwd, die dit voorkomt. (fig. 3 toont een schets van het model).

#### Meetmethode.

De golfhoogten zijn gemeten in de haven en daarbuiten in de punten van een vierkantennet m.b.v. elektronische golfhoogte meet- en registratieapparatuur.

#### Metingen.

##### III. Bepaling hoogte invallende golf (zie fig. 4 A en B).

Door de beperkte afmetingen van de bak waarin het model geplaatst is, ontstaat t.g.v. terugkaatsing tegen de golfbreker en de wanden van de bak een onregelmatig golfbeeld voor de havenmond, waaruit een golfhoogte moet worden gedestilleerd, die als invallende golf (100%) voor de haven kan worden gebruikt.

Daar de invloed van de terugkaatsing tegen de wanden zoveel mogelijk is geëlimineerd door de plaatsing van absorberend materiaal tegen die wanden, blijft slechts over de terugkaatsing met diffractie tegen de golfbreker die de meting van de invallende golf bemoeilijkt. Een ruitvormig golfpatroon was goed waarneembaar.

Daar de teruggekaatste golf de invallende op bepaalde punten versterkt, en op andere verzwakt, is getracht de hoogte van de invallende golf te bepalen door het gemiddelde te nemen van een groot aantal meetpunten voor de haven (fig. 4).

Dit is allereerst gedaan met een talud voor de golfbreker (fig. 4A) om de hoogte van de teruggekaatste golf te beperken. Het resultaat hiervan was op het registratiepapier een gemiddelde golfhoogte van 21,5 mm., waarbij 22,5 mm. volgens de ijking overeenkwam met een ware golfhoogte van 5 cm.

Om te controleren of er verschillen bestaan tussen het centrum van het terugkaatsingsgebied en daarbuiten, zijn in de

richting loodrecht op het golfschot de waarden uitgezet van de gesommeerde golfhoogten in de punten van een lijn evenwijdig aan het golfschot. Het gemiddelde van 21,5 mm. blijkt zowel in de buurt van het golfschot als van de golfbreker te gelden.

Vervolgens is het talud voor de golfbreker verwijderd en zijn de golfhoogten in de zelfde punten opnieuw gemeten. Duidelijk zichtbaar is dan, dat de teruggekaatste golf een veel onrustiger golfbeeld veroorzaakt.

Uit de metingen wordt nu een gemiddelde hoogte van 23,3 mm. berekend. Als we de waarden van de gesommeerde golfhoogten in de punten van een lijn evenwijdig aan het golfschot weer uitzetten, krijgen we een vreemd resultaat. De eerste acht lijnen vanaf het golfschot geven ook hier een gemiddelde waarde van 21,5 mm. Dichter naar de golfbreker loopt de gemiddelde waarde gelijkmatig op.

Dat door meer terugkaatsing grotere verschillen in de waarden optreden is begrijpelijk, maar dat het gemiddelde hoger wordt is niet te verklaren.

Ook is getracht de hoogte van de invallende golf te bepalen door de eerste golven te meten na de start van de golfmachine. Dit had weinig succes, omdat na een paar golven de teruggekaatste golf al weer verstoring werkte en bovendien waren de eerste golven niet erg regelmatig. Er was echter wel te zien dat de golf ongeveer een hoogte van 21 mm. moet hebben.

Uiteindelijk is de 100% golf van 21,5 mm. aangehouden.

#### IV. Bepaling terugkaatsingscoëfficiënt tegen de verticale wand.

De terugkaatsingscoëfficiënt wordt bepaald uit de gemeten golfhoogten in twee raaien loodrecht op de voorste golfbreker (zie fig. 5). In deze figuur bepalen we  $H_{max.}$  en  $H_{min.}$  in mm. op Sanborn registratiepapier. De afwijking van het gemiddelde bepaald de terugkaatsingscoëfficiënt:

$$r = \frac{H_{max.} - H_{min.}}{H_{max.} + H_{min.}} = 60 \text{ o/o}$$

Opvallend is dat de gemiddelde golfhoogte  $\frac{1}{2}(H_{\max.} + H_{\min.})$  hier hoger is dan de hiervoor bepaalde invallende golf. Dit kunnen we niet verklaren, maar het is verder niet van belang voor de terugkaatsingscoëfficiënt.

V. De invloed van de terugkaatsing tegen de buitenzijde van de golfbreker op de diffractie.

Een theoretische oplossing voor het diffractieprobleem is gegeven door Sommerfeld.

De voorwaarden waarvoor zijn oplossing geldt, Zijn:

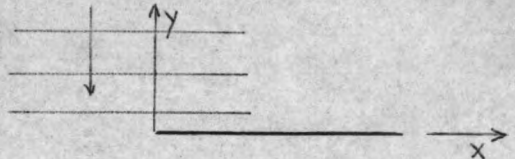
1. Lineaire golftheorie (dus kleine amplitude)
2. Constante diepte.
3. Half oneindig lange, rechte, oneindig dunne golfbreker.
4. 100 % terugkaatsing.

De moeilijkheid in de praktijk is dat nooit 100 % terugkaatsing optreedt. Kunnen we dan toch iets met de sommerfeldoplossing doen? Dit zullen we bekijken.

Voorwaarde op de golfbreker:

$$y=0, x>0 : \frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0$$

Dit betekent 100 % terugkaatsing.



We kennen de snelheidspotential van de invallende golf.

$$\varphi_{\text{inv.}} = \text{Re} \left[ \frac{ga \cosh k(d+z)}{\omega \cosh kd} e^{i(\omega t + ky)} \right]$$

We stellen nu de snelheidspotential van de golf achter de golfbreker:

$$\varphi = \text{Re} \left[ \frac{ga \cosh k(d+z)}{\omega \cosh kd} G(x, y) e^{i\omega t} \right]$$

Hierin is G een complexe functie.

$$\text{Nu is } \frac{\varphi}{\varphi_{\text{inv.}}} = G e^{-iky}$$

$$\left| \frac{\varphi}{\varphi_{\text{inv.}}} \right| = \text{verhouding amplitudes} = K_D = \text{diffr. coëff.}$$

$$\text{arg. } \frac{\varphi}{\varphi_{\text{inv.}}} = \text{arg. } G - ky = \text{faseverschil tussen } \varphi \text{ en } \varphi_{\text{inv.}}$$

De invallende golf is bekend; kennen we G, dan is ook de resulterende golf bekend.

De voorwaarden waaraan deze oplossing moet voldoen, zijn dezelfde als voor iedere golf:

1.  $\frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0$  bij  $z = -\infty$  klopt.
2.  $p$  is constant aan het oppervlak:  $\omega^2 = gk \tanh kd$ .
3. Laplace(continuiteit):  $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0$

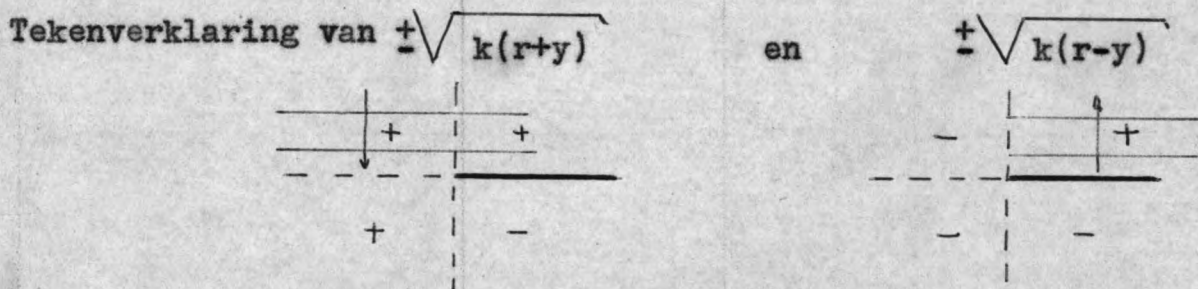
Dit geeft :  $\frac{\partial^2 G}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 G}{\partial y^2} + k^2 G = 0$

Op de golfbreker :  $\frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0 \rightarrow \frac{\partial G}{\partial y} = 0$  op  $y=0, x > 0$

Sommerfeld vond als oplossing voor  $G$  :

$$G = e^{iky} \frac{e^{i\frac{\pi}{4}}}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\sqrt{k(r+y)}} e^{-is^2} ds + e^{-iky} \frac{e^{i\frac{\pi}{4}}}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\sqrt{k(r-y)}} e^{-is^2} ds$$

A B



In de oplossing voor  $G$  is A de invloed van de invallende golf en B de invloed van de teruggekaatste golf. Uit de formule blijkt dat voor  $y = 0$ , d.w.z. direkt achter de golfbreker, de invloed van de invallende golf gelijk is aan de invloed van de teruggekaatste golf. Bovendien is te zien dat verder van de golfbreker af ( $y < 0$ ) de invloed van de teruggekaatste golf steeds kleiner wordt.

Nu het probleem dat er geen 100 % terugkaatsing is. Dan gaat de sommerfeld-oplossing theoretisch niet op. Als we nu voor de punten direkt achter de golfbreker ( $y = 0$ ) toch van de sommerfeld-oplossing uitgaan, dan kunnen we bepalen hoe de verhouding van de golfhoogten in een bepaald punt bij verschillende terugkaatsingscoëfficiënten zal zijn. De verhouding is dan:  $\frac{H}{H_2} = \frac{1+r}{1+r_2}$  waarbij  $r_1$  en  $r_2$  de terugkaatsingscoëfficiënten zijn. Wij hebben gemeten met verticale wand:  $r = 0,6$  (zie resultaat meting I) en met een grindtalud:  $r \approx 0$  (zie meting VI)!



In een punt moeten de golfhoogten van meting I en meting VI zich verhouden als  $\frac{1 + 0,6}{1 + 0} = 1,6:1$ .

Met wat goede wil is dit wel in de metingen te zien, maar zij zijn toch zo weinig nauwkeurig (kleine golfhoogten) dat we er geen conclusies aan durven verbinden.

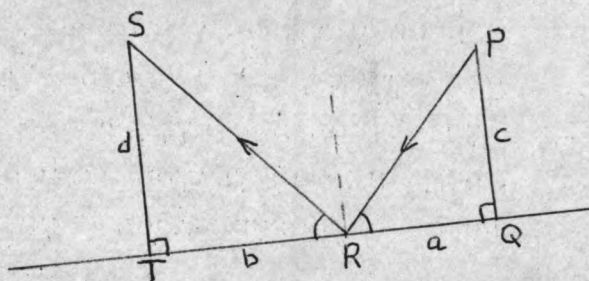
VI. Berekening van golfhoogten t.g.v. diffractie en terugkaatsing.

De sommerfeld-oplossing is door Cornu grafisch voorgesteld (spiraal van Cornu). M.b.v. deze spiraal is de hoogte van de gediffracteerde invallende golf en van de gediffracteerde teruggekaatste golf in ieder punt te bepalen.

De waarden zijn in de punten A, B, C en D (zie meting VII + bijlage) m.b.v. de spiraal bepaald. Hierop moet worden gesuperponeerd de van de achterwand teruggekaatste golf. Hiertoe is voor ieder punt (A-D) het punt bepaald op de achterwand waar de golf bij rechtlijnige voortplanting terugkaatst (A'-D') m.b.v. gelijkvormige driehoeken.

$$\triangle PQR \sim \triangle STR$$

zodat  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$



c, d en a+b kunnen in de figuur van meting VII worden opgemeten. Vervolgens kunnen a en b berekend worden, waarmee de terugkaatsingspunten (A', B', C', D') op de achterwand bekend zijn. Nu kan voor de punten A', B', C' en D' de invallende golfhoogte m.b.v. de spiraal van Cornu worden bepaald en daarvan 60 % worden opgeteld bij de hiervoor bepaalde golfhoogten in A, B, C, en D. Hierbij is verwaarloosd de diffractie van de tegen de achterwand teruggekaatste golf die ontstaat t.g.v. het naar binnen toe kleiner worden van de invallende golf op de wand.

De totale berekende golfhoogten in de punten in percentages van de 100 % golf zijn :

- A :  $0,22 + 0,3 \times 0,6 = 0,40$       40 %  
B :  $0,14 + 0,21 \times 0,6 = 0,27$       27 %

$$C : 0,10 + 0,17 \times 0,6 = 0,20 \quad 20 \text{ } ^{\circ}/\text{o}$$
$$D : 0,11 + 0,28 \times 0,6 = 0,28 \quad 28 \text{ } ^{\circ}/\text{o}$$

Voor vergelijking met de gemeten waarden zie de bespreking van de betreffende metingen.

### VII. Bespreking van de metingen.

#### Meting I.

In het model van het eerste voorlopig ontwerp zijn in de haven de golfhoogten gemeten en omgerekend in  $^{\circ}/\text{o}$  van de invallende golf (zie bijlage). Hierbij blijkt dat het niet mogelijk is  $^{\circ}/\text{o}$ -lijnen te tekenen. Door terugkaatsing tegen de verticale wanden is het golfbeeld in de haven hiervoor te onregelmatig. Wel blijkt de 50  $^{\circ}/\text{o}$  lijn redelijk overeen te komen met wat uit de theorie zou volgen.

#### Meting II.

Daar de golfhoogten in de haven bij meting I zeer klein blijken te zijn en we bovendien veronderstellen dat de achterste golfbreker door terugkaatsing van de gediffracteerde golf eerder een ongunstige dan een gunstige invloed heeft, is nu gemeten aan een model zonder deze golfbreker. Om bovendien de terugkaatsing tegen de golfbreker van de bestaande haven te verminderen, is hiertegen een talud aangebracht.

Inderdaad blijken in dit model de golfhoogten kleiner te zijn dan bij meting I. Echter blijkt de 50  $^{\circ}/\text{o}$  -lijn onregelmatiger van vorm te zijn. Ook hierbij is het niet mogelijk andere  $^{\circ}/\text{o}$  -lijnen te tekenen.

#### Meting III.

Het talud tegen de golfbreker van de bestaande haven is bij uitvoering tamelijk kostbaar. Daarom is vervolgens gemeten wat het gevolg is van het weglaten van dit talud.

De golfhoogten blijken hierbij duidelijk hoger te zijn dan bij meting II.

#### Meting IV.

Daar ook bij meting III de golfhoogten nog tamelijk laag zijn ( $\pm 20\%$  van de invallende golf), is het de moeite waard om nog een model te onderzoeken, waarbij de voorste golfbreker verkort is.

In het gebied van de meerplaatsen van de schepen wordt de golf nu  $\pm 25\%$  van de invallende golf.

#### Meting V.

Onderzocht is hierbij het effect dat een dikke kop op het golfbeeld in de haven en voor de havenmond heeft. Voor de havenmond blijken de golfhoogten kleiner te worden. Dit is het gevolg van het feit dat de dikke kop degolven als het ware de haven in doet draaien. Hierdoor komt minder energie ter beschikking voor de golven vóór de haven. Dit verschijnsel zal nog nader in detail worden onderzocht in een ander model.

Dat de golven t.g.v. meer energie in de haven hoger worden, is nauwelijks te constateren. Waarschijnlijk is dit het gevolg van een vertroebeling van het golfpatroon door allerlei terugkaatsing.

#### Meting VI.

Deze meting is verricht met een grindtalud aan de voorzijde van de golfbreker om het effect van de terugkaatsing tegen deze voorzijde op de diffractie na te gaan.

#### Meting VII.

Deze meting is verricht om na te gaan of het mogelijk is een dergelijke haven met een eenvoudige berekening van de diffractie en terugkaatsing tegen de achterste golfbreker de golfhoogten te bepalen.

Als we de berekende waarden (Hst. VI) vergelijken met de metingen, dan blijken ze slecht overeen te stemmen. Hierbij mogen we uiteraard niet de waarden in de meetpunten zelf vergelijken, maar moeten we de berekende waarden vergelijken met de grootste van de gemeten waarden in het gebied om die punten. Dit is omdat we bij de berekening hebben aangenomen dat de invallende en de teruggekaatste golf in fase zijn (we hebben ze opgeteld), terwijl dat in het bepaalde

meetpunt niet het geval behoeft te zijn. Wel zal dit ergens in de buurt van het meetpunt het geval zijn.

Wij vermoeden dat de slechte overeenstemming tussen berekende en gemeten waarden het gevolg is van terugkaatsing in het deel van de haven voor de mond van de bestaande haven(wand A). De gemeten waarden zijn namelijk aanmerkelijk hoger dan de berekende waarden.

#### Meting VIII.

Om het effect van de storende terugkaatsing, waarover bij meting VII gesproken is te elimineren is in dit model dat deel van de golfbreker weggelaten, opnieuw gemeten en vergeleken met de berekende waarden. De gemeten waarden blijken inderdaad lager te zijn dan bij meting VII. Zij zijn ook hier echter nog hoger dan de berekende waarden, hetgeen waarschijnlijk het gevolg is van terugkaatsing in de rest van de haven.

Om een voldoende hoge golf tegen de achterwand te krijgen, zijn beide metingen (VII en VIII) uitgevoerd met verkorte voorste golfbreker.

#### Meting IX.

Deze meting, die niet bij het onderzoek hoort, is gedaan voor het W.L. om de resultaten te vergelijken met de uitkomsten van een door het W.L. ontwikkeld rekenmachine-programma voor diffractieberekeningen met terugkaatsing.

BIJLAGEN!



AN DER GELDEN SOMMEN



Bijlage meting VII.

Golflengte op schaal van tekening:  $L = 3,07$  cm.

Bepaling gediffracteerde invallende golf.

Punt A :  $r = 12,8$  cm.       $y = 12,2$  cm.

$$w = \frac{12,8 - 12,2}{3,07} = 0,196 \quad \frac{H}{H_1} = 0,22$$

Punt B :  $r = 14,2$  cm.       $y = 12,2$  cm.

$$w = \frac{14,2 - 12,2}{3,07} = 0,65 \quad \frac{H}{H_1} = 0,14$$

Punt C :  $r = 16,1$  cm.       $y = 12,2$  cm.

$$w = \frac{16,1 - 12,2}{3,07} = 1,26 \quad \frac{H}{H_1} = 0,10$$

Punt D :  $r = 12,4$  cm.       $y = 8,9$  cm.

$$w = \frac{12,4 - 8,9}{3,07} = 1,15 \quad \frac{H}{H_1} = 0,11$$

Bepaling gediffracteerde teruggekaatste golf.

Punt A :  $r = 12,8$  cm.       $y = -12,2$  cm.

$$w = \frac{12,8 + 12,2}{3,07} = 8,2 \quad \frac{H}{H_1} \approx 0$$

Ook in de punten B, C en D zal de waarde van  $\frac{H}{H_1}$  verwaarloosbaar klein zijn.

Bepaling terugkaatsingspunten (A', B', C' en D')

Punt A' :  $a + b = 7,9$  cm.       $\frac{a}{b} = \frac{11,3}{1,3}$

$$a = \frac{11,3}{12,6} \times 7,9 = 7,1 \text{ cm.}$$

Punt B' :  $a + b = 11$  cm.       $\frac{a}{b} = \frac{11,3}{2,5}$

$$a = \frac{11,3}{13,8} \times 11 = 9,1 \text{ cm.}$$

$$\text{Punt C}' : a + b = 14,3 \quad \frac{a}{b} = \frac{11,3}{3,7}$$

$$a = \frac{11,3}{15} \times 14,3 = 10,7 \text{ cm.}$$

$$\text{Punt D}' : a + b = 11,4 \text{ cm.} \quad \frac{a}{b} = \frac{11,3}{6,2}$$

$$a = \frac{11,3}{17,5} \times 11,4 = 7,3 \text{ cm.}$$

Bepaling gediffracteerde invallende golf.

$$\text{Punt A}' : r = 13,3 \text{ cm.} \quad y = 13,1 \text{ cm.}$$

$$w = \frac{13,3 - 13,1}{3,07} = 0,065 \quad \frac{H}{H_1} = 0,3$$

$$\text{Punt B}' : r = 14,5 \text{ cm.} \quad y = 13,8 \text{ cm.}$$

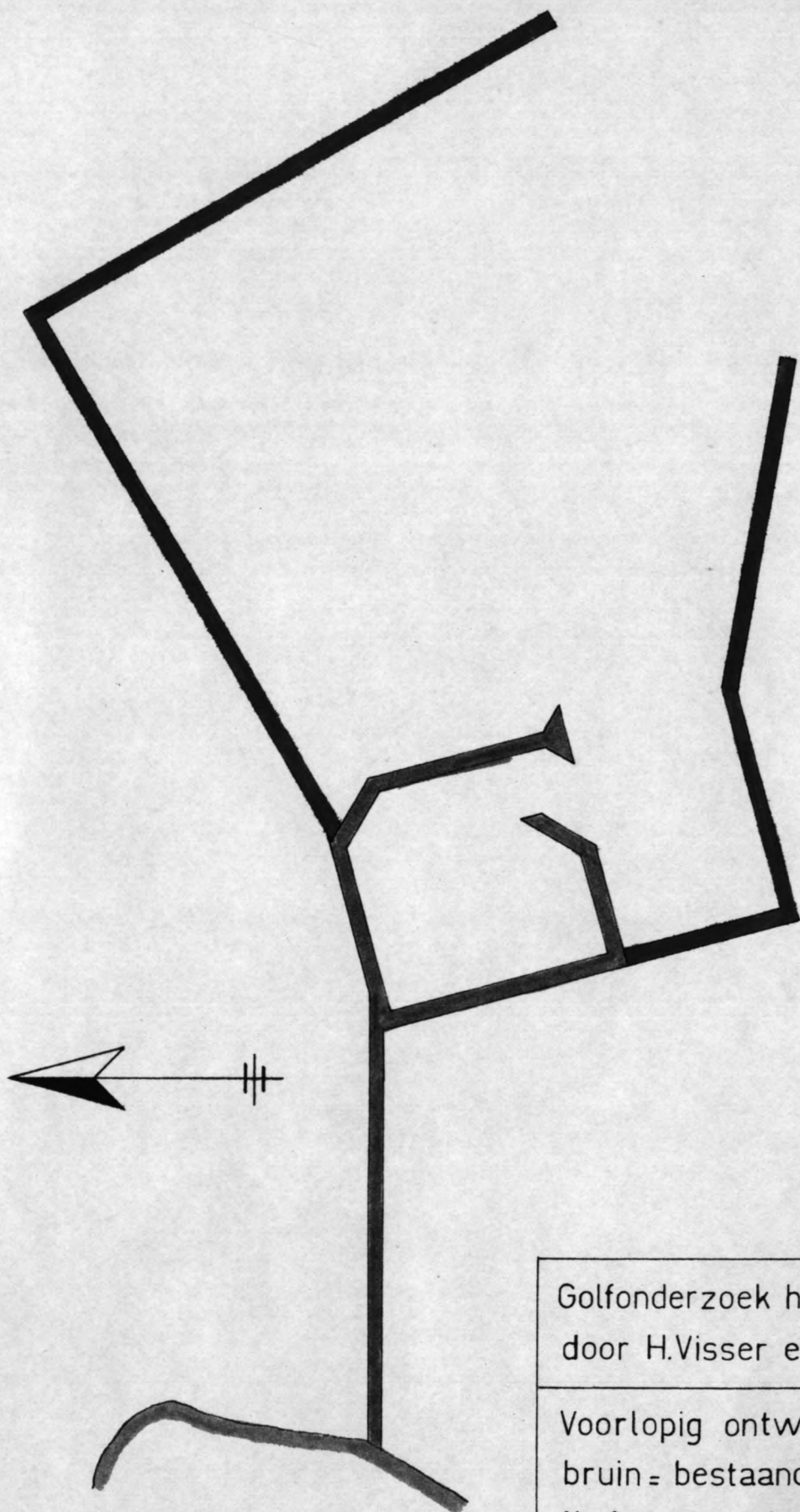
$$w = \frac{14,5 - 13,8}{3,07} = 0,218 \quad \frac{H}{H_1} = 0,21$$

$$\text{Punt C}' : r = 15,5 \text{ cm.} \quad y = 14,4 \text{ cm.}$$

$$w = \frac{15,5 - 14,4}{3,07} = 0,37 \quad \frac{H}{H_1} = 0,17$$

$$\text{punt D}' : r = 13,5 \text{ cm.} \quad y = 13,2 \text{ cm.}$$

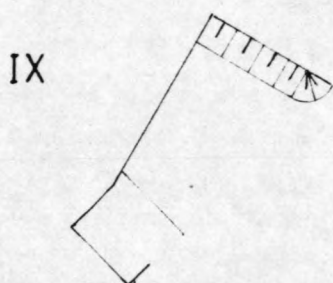
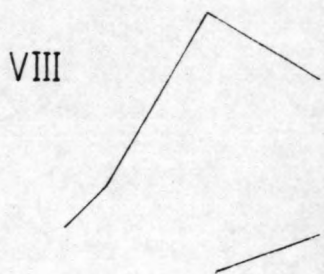
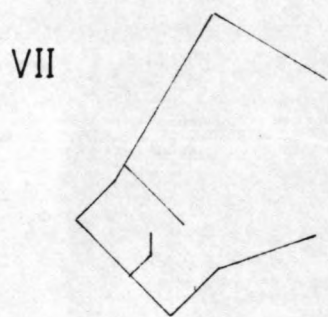
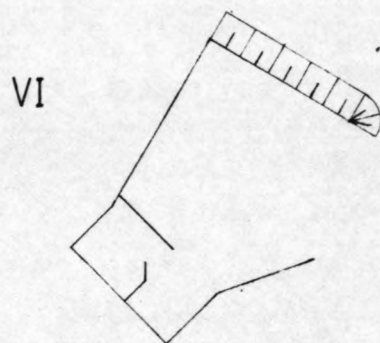
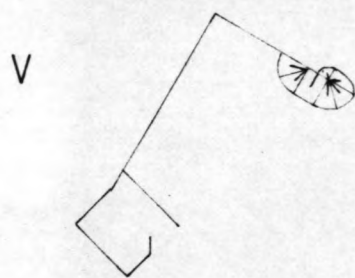
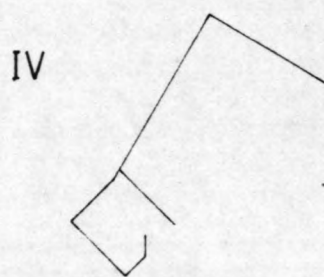
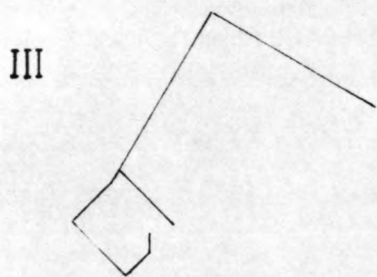
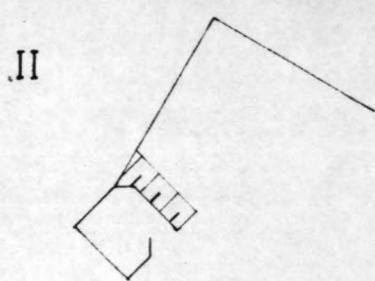
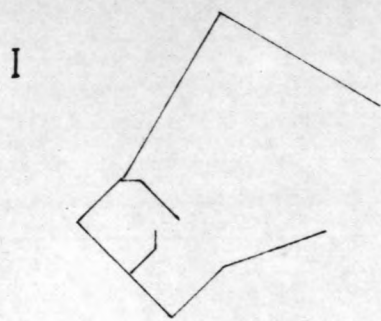
$$w = \frac{13,5 - 13,2}{3,07} = 0,087 \quad \frac{H}{H_1} = 0,28$$



Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
door H.Visser en R.de Leeuw

Voorlopig ontwerp haven  
bruin = bestaand    blauw = ontwerp  
fig.1            schaal 1:400

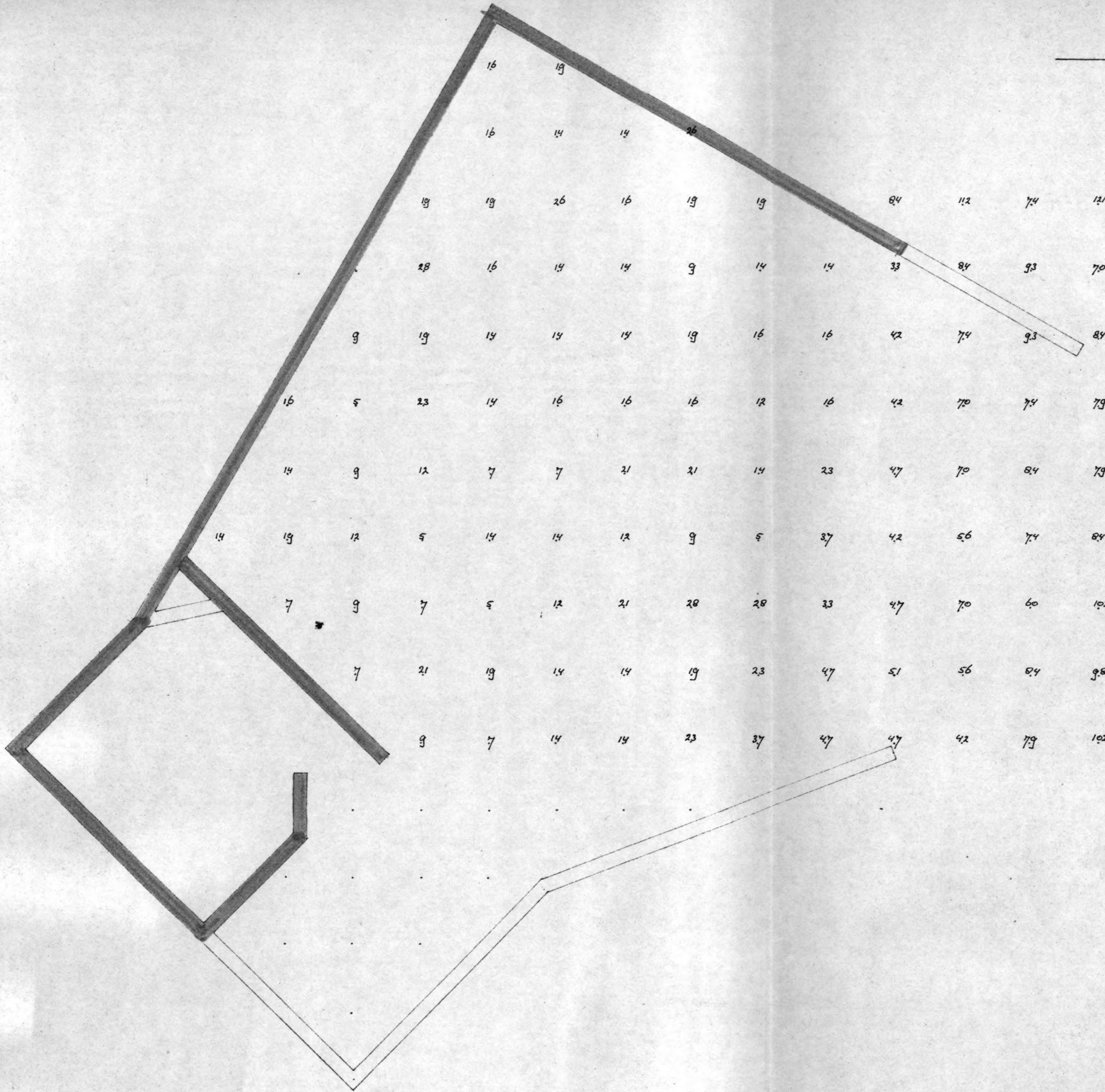




Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
door H.Visser en R.de Leeuw

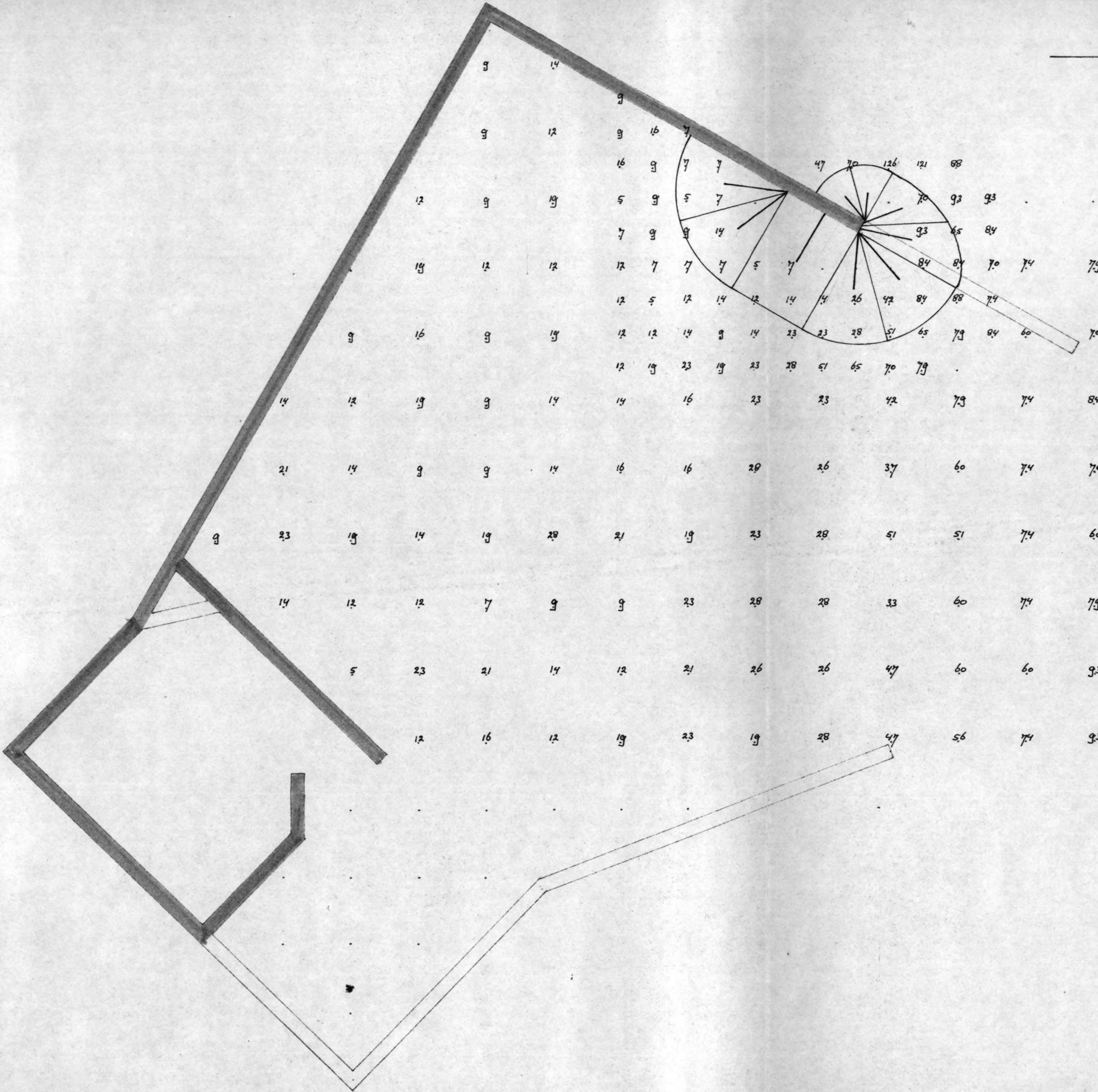
De verschillende  
onderzochte modellen  
fig. 2 schaal 1:200

invalende golf



Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
 door H.Visser en R.de Leeuw

Meting IV  
 Golfhoogten in procenten van de invallende  
 golf schaal 1:30 modelschaal 1:75

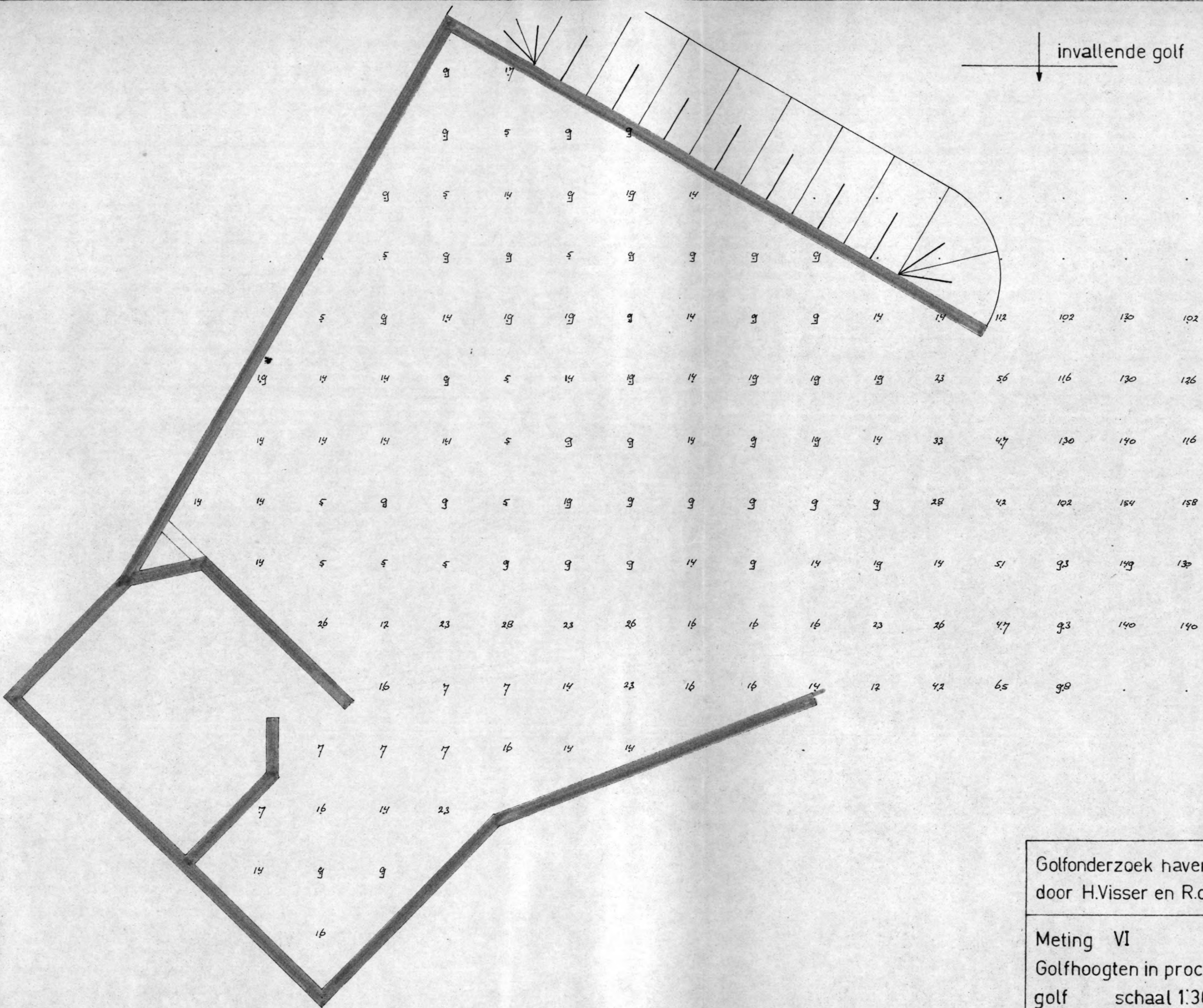


↓ invallende golf

Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
 door H.Visser en R.de Leeuw

---

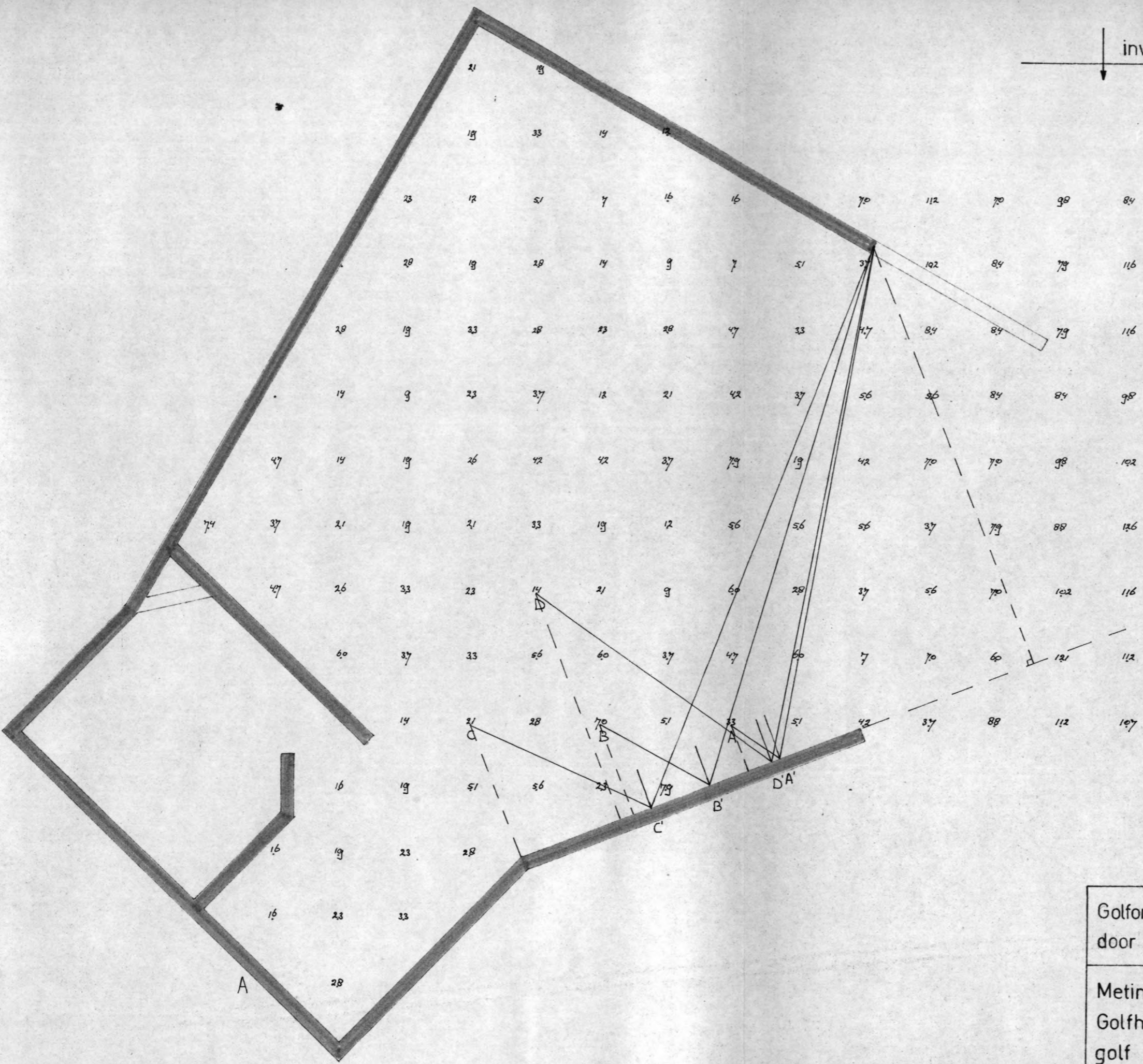
Meting V  
 Golfhoogten in procenten van de invallende  
 golf      schaal 1:30      modelschaal 1:75



Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
 door H.Visser en R.de Leeuw

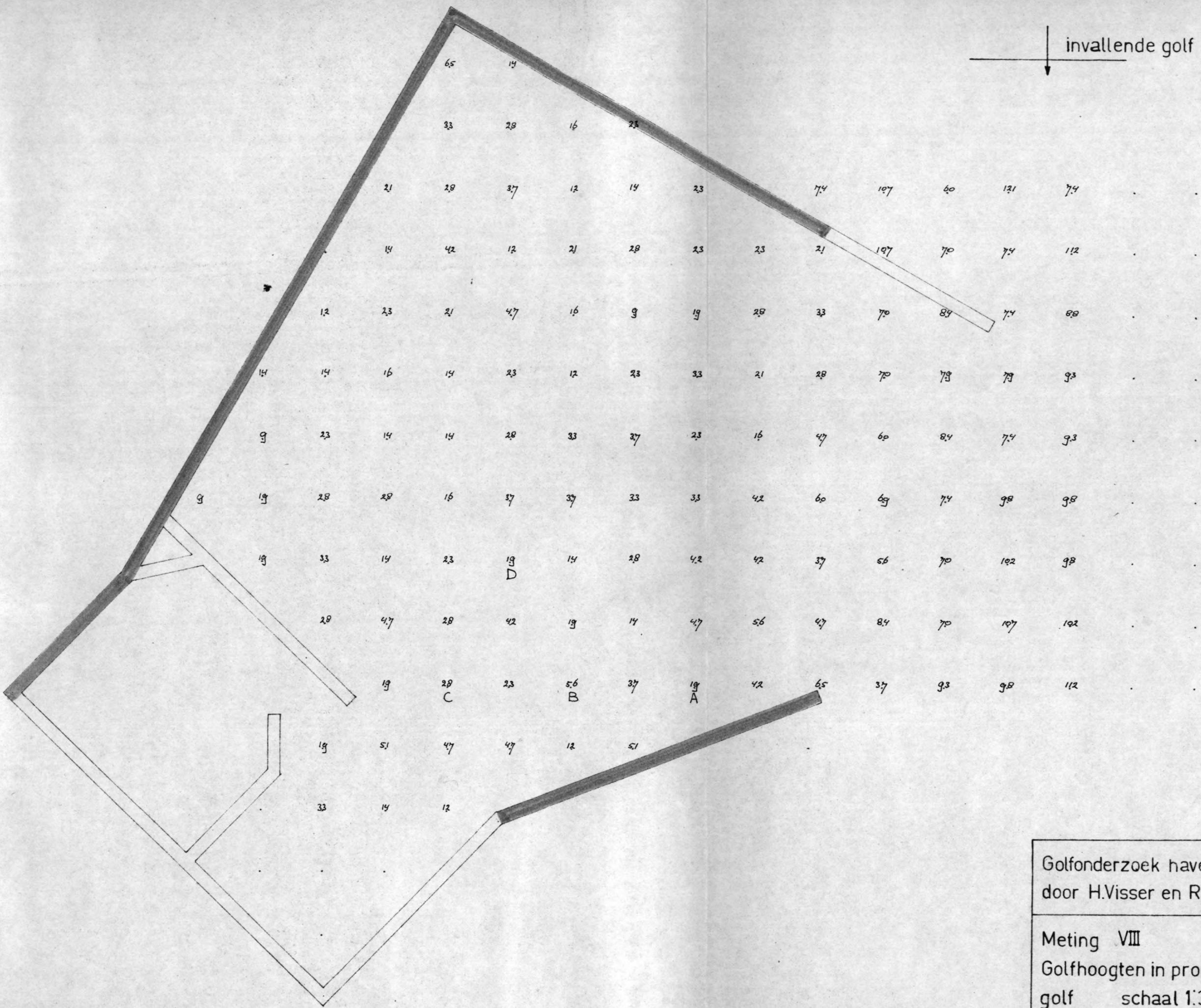
Meting VI  
 Golfhoogten in procenten van de invallende  
 golf schaal 1:30 modelschaal 1:75

invallende golf



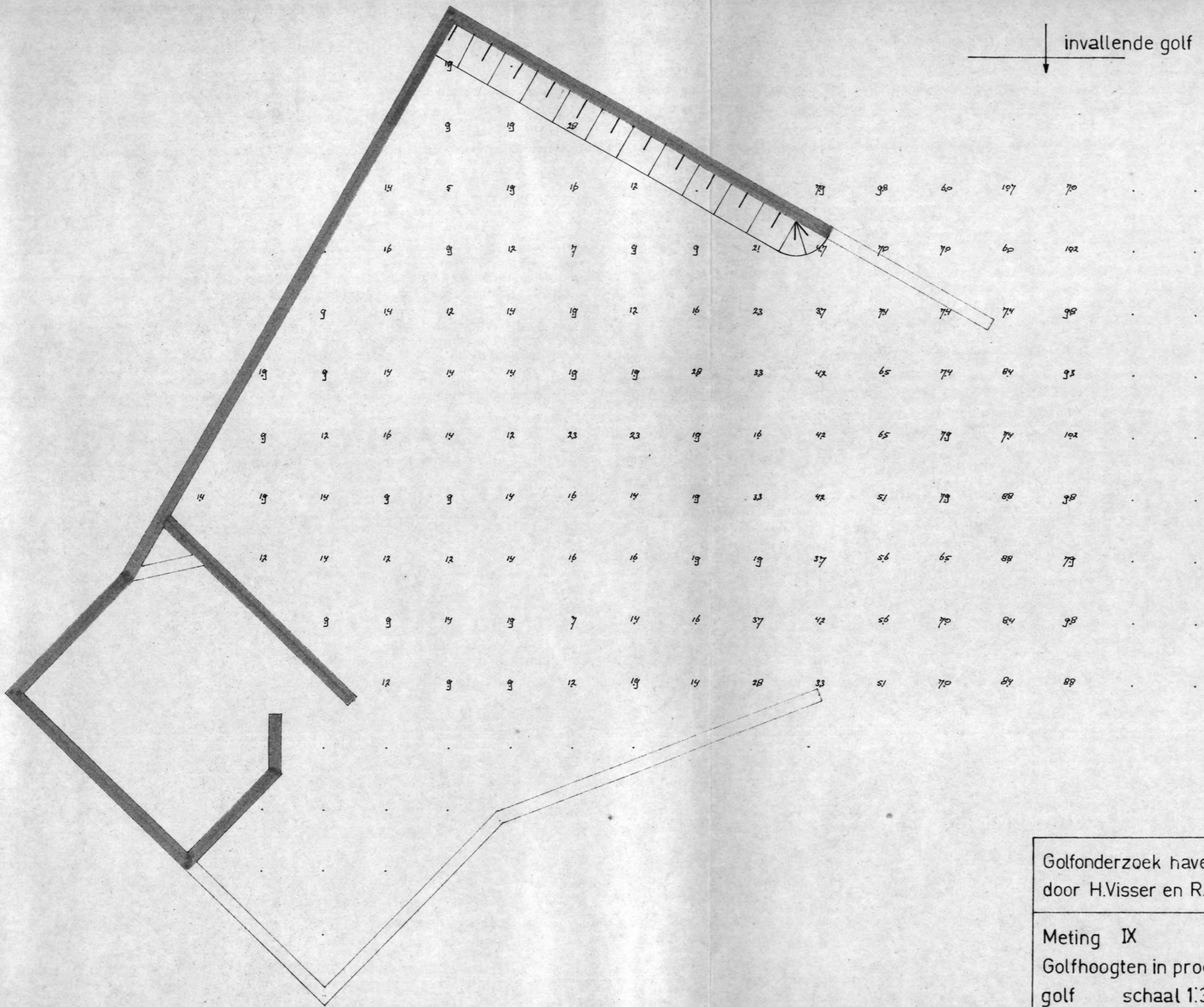
Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
door H.Visser en R.de Leeuw

Meting VII  
Golfhoogten in procenten van de invallende  
golf      schaal 1:30      modelschaal 1:75



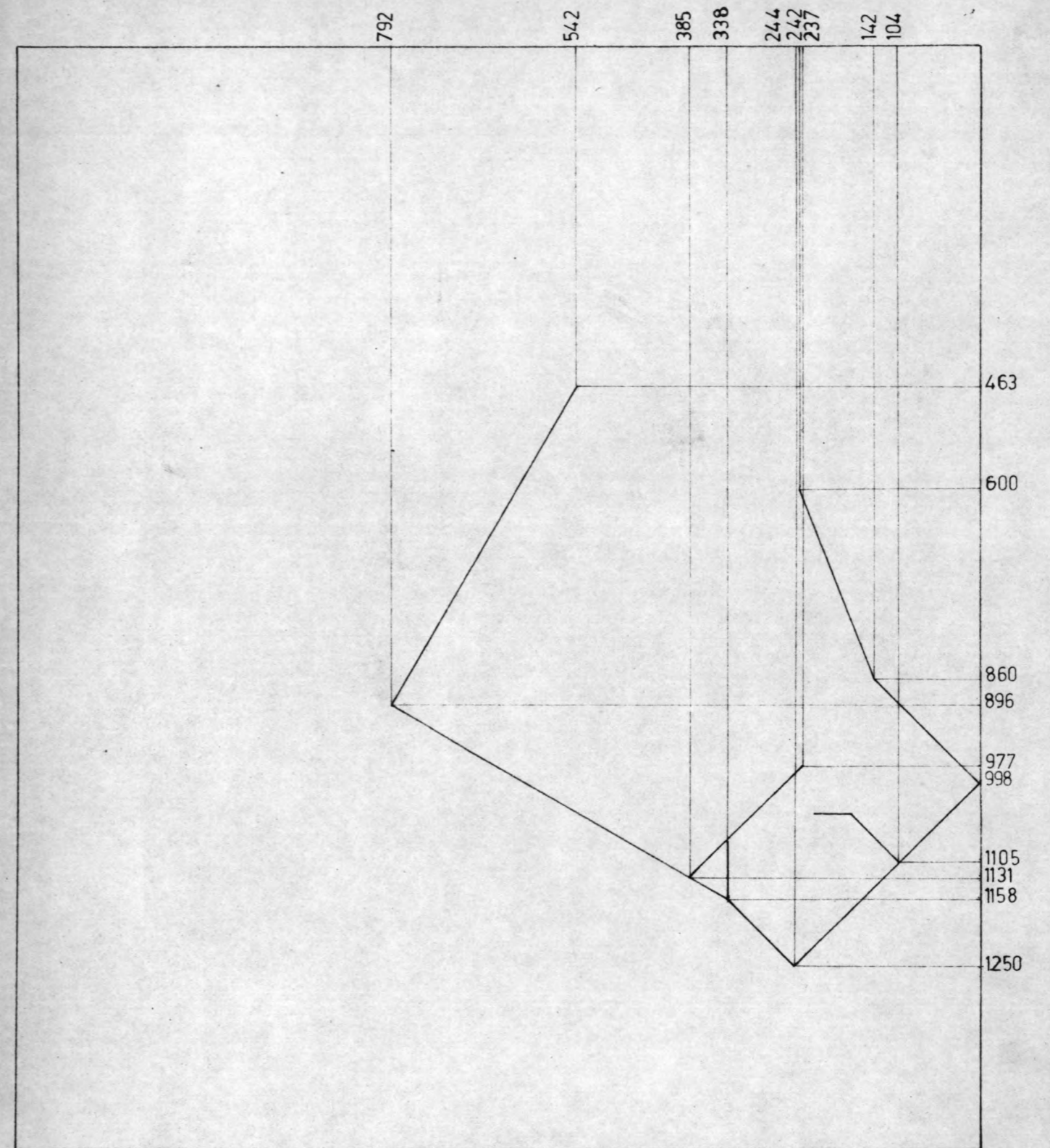
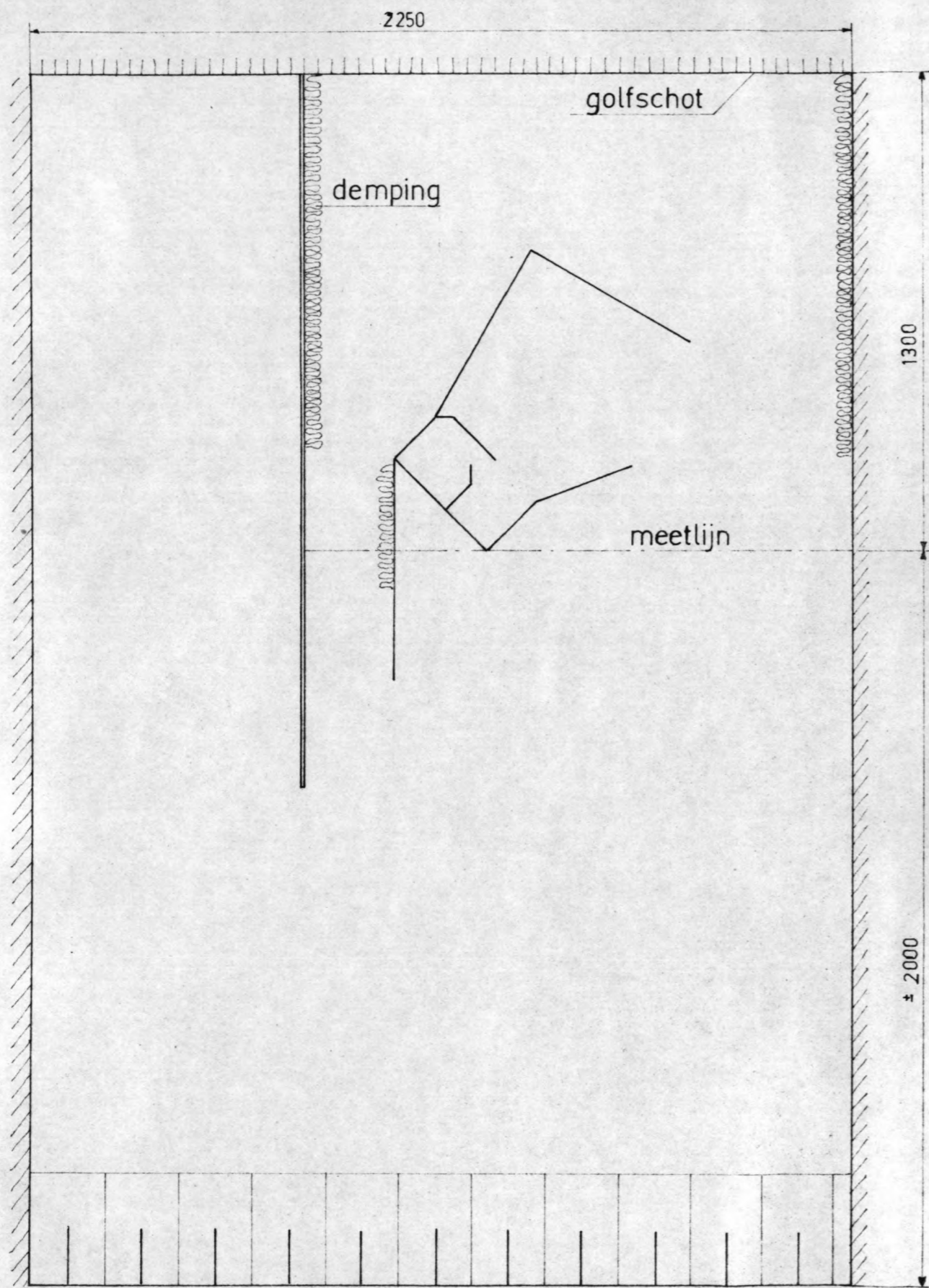
Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
 door H.Visser en R.de Leeuw

Meting VIII  
 Golfhoogten in procenten van de invallende  
 golf      schaal 1:30      modelschaal 1:75



Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
 door H.Visser en R.de Leeuw

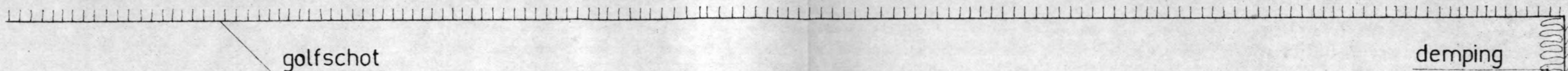
Meting IX  
 Golfhoogten in procenten van de invallende  
 golf schaal 1:30 modelschaal 1:75



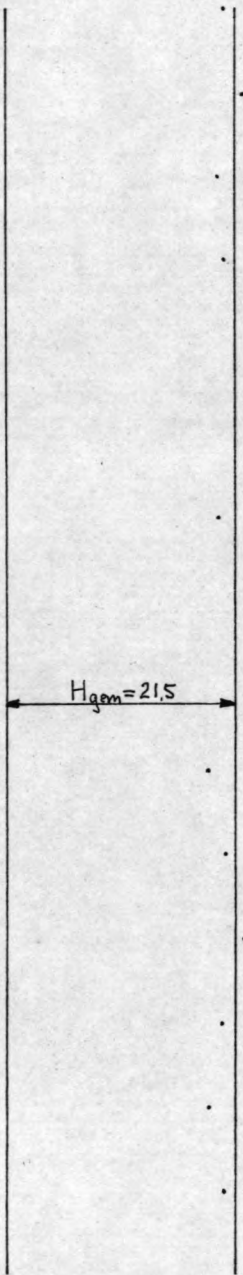
Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
door H.Visser en R.de Leeuw

Situatie model in de bak  
schalen 1:75 1:150  
fig. 3

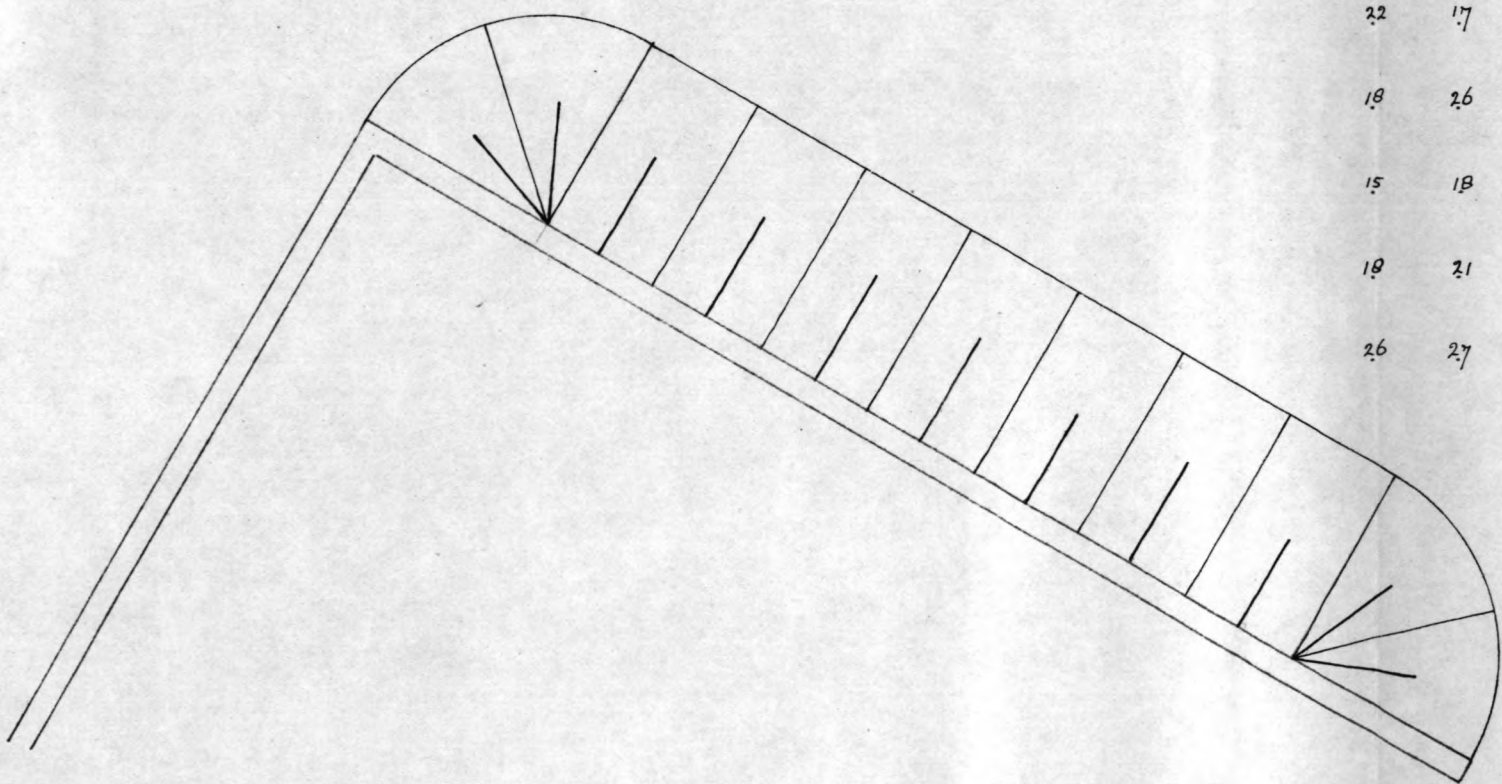




18	20	20	18	23	25	20	144
21	21	23	22	26	23	19	155
20	19	17	21	20	18	23	138
23	19	15	19	22	19	26	143
20	21	29	24	23	28	28	173
22	25	22	21	26	27	18	161
19	16	15	22	18	22	25	137
24	21	18	21	30	29	21	164
28	23	24	29	31	19	15	169
15	19	25	22	17	15	18	131
18	16	18	23	22	21	25	143
22	17	24	28	22	21	21	155
18	26	24	20	18	15	20	141
15	18	17	17	18	22	26	133
18	21	20	18	23	24	29	143
26	27	26	26	22	19	29	173

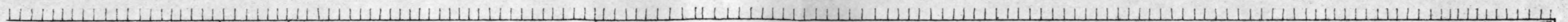


$$112 \sqrt{2403} \quad | \quad 21,5 = H_{gem}$$



Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
door H.Visser en R.de Leeuw

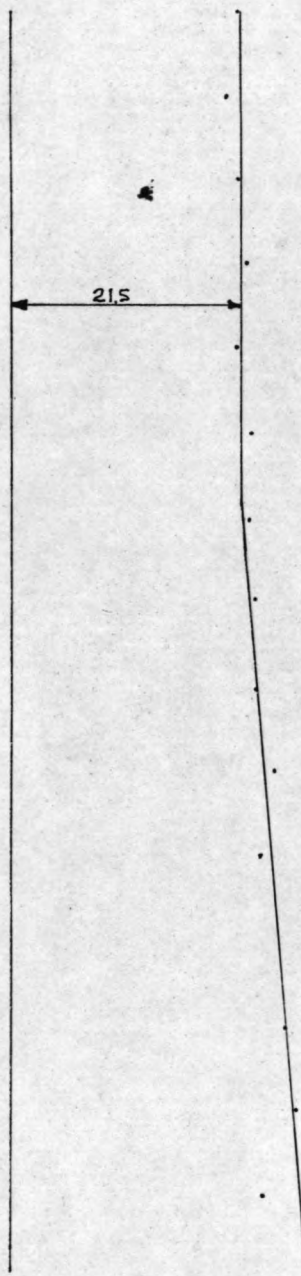
Bepaling hoogte invallende golf  
schaal 1:30    modelschaal 1:75  
fig. 4<sup>a</sup>



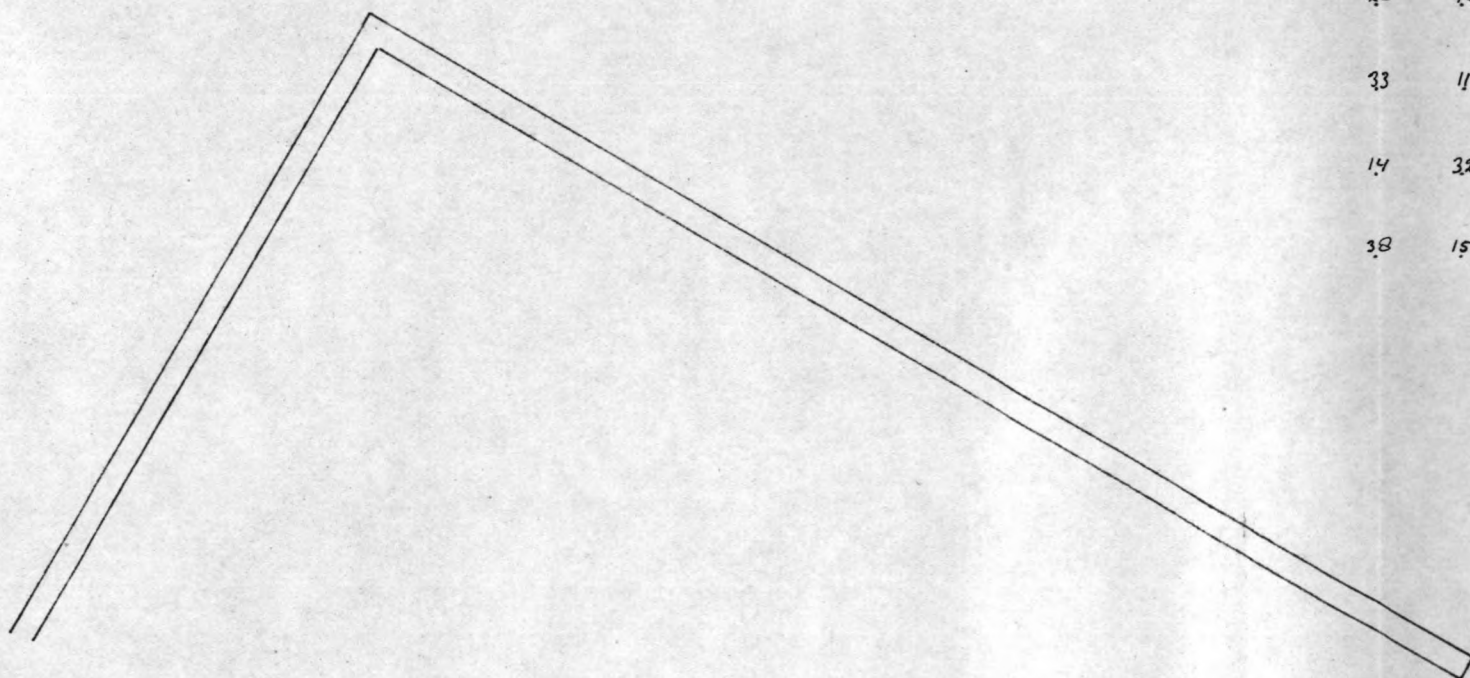
golfschot

demping

20	24	20	20	26	19	18	147
27	18	16	12	29	28	10	140
26	11	14	32	20	14	31	148
15	23	28	14	18	34	20	152
29	19	15	23	25	14	22	147
14	15	29	21	11	35	31	156
24	30	14	18	37	17	14	154
19	11	30	31	9	24	35	159
20	35	20	12	37	26	9	159
21	9	32	39	12	19	41	173
19	39	20	17	33	22	13	163
35	13	32	36	13	23	41	193
20	40	22	13	37	32	14	178
33	11	28	31	15	18	40	186
14	32	22	11	29	41	16	165
38	15	21	40	28	11	40	193

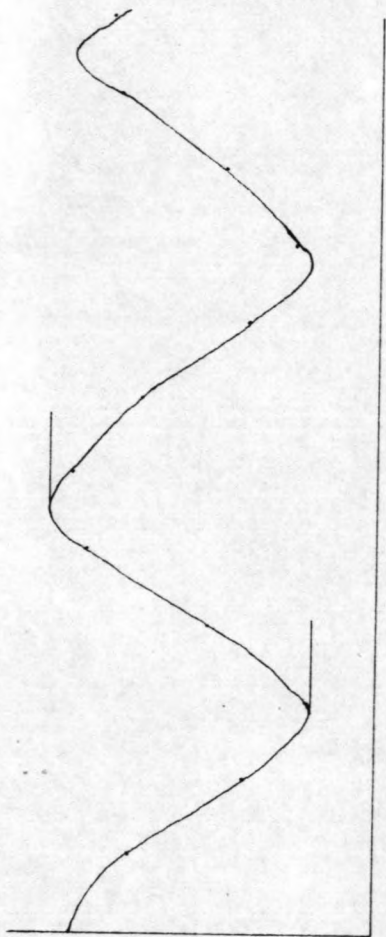


$$112 \sqrt{2613} \sqrt{23,3 = H_{gem.}}$$

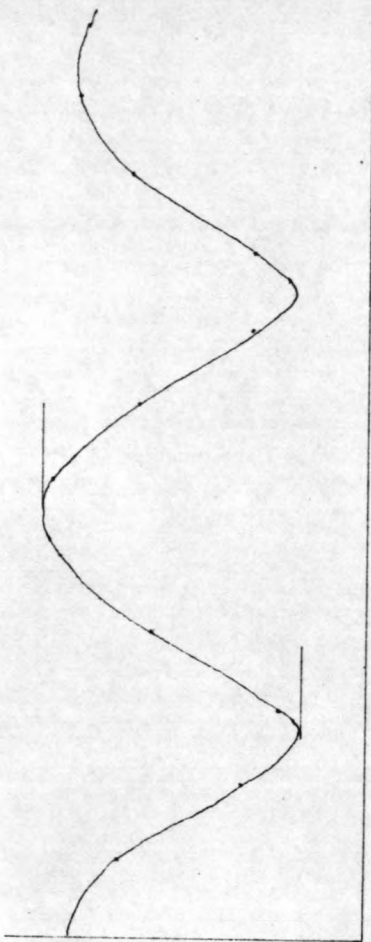


Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
door H.Visser en R.de Leeuw

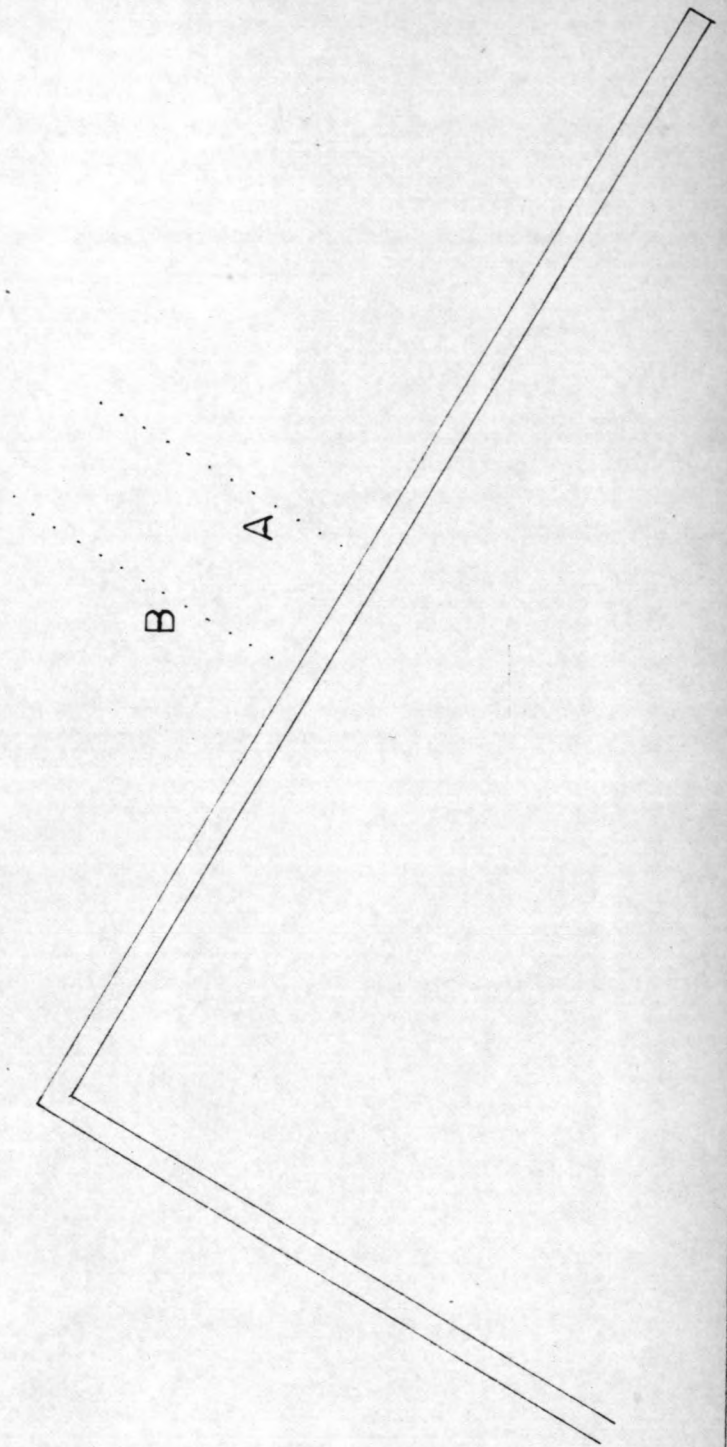
Bepaling hoogte invallende golf  
schaal 1:30 modelschaal 1:75  
fig. 4<sup>b</sup>



raai A



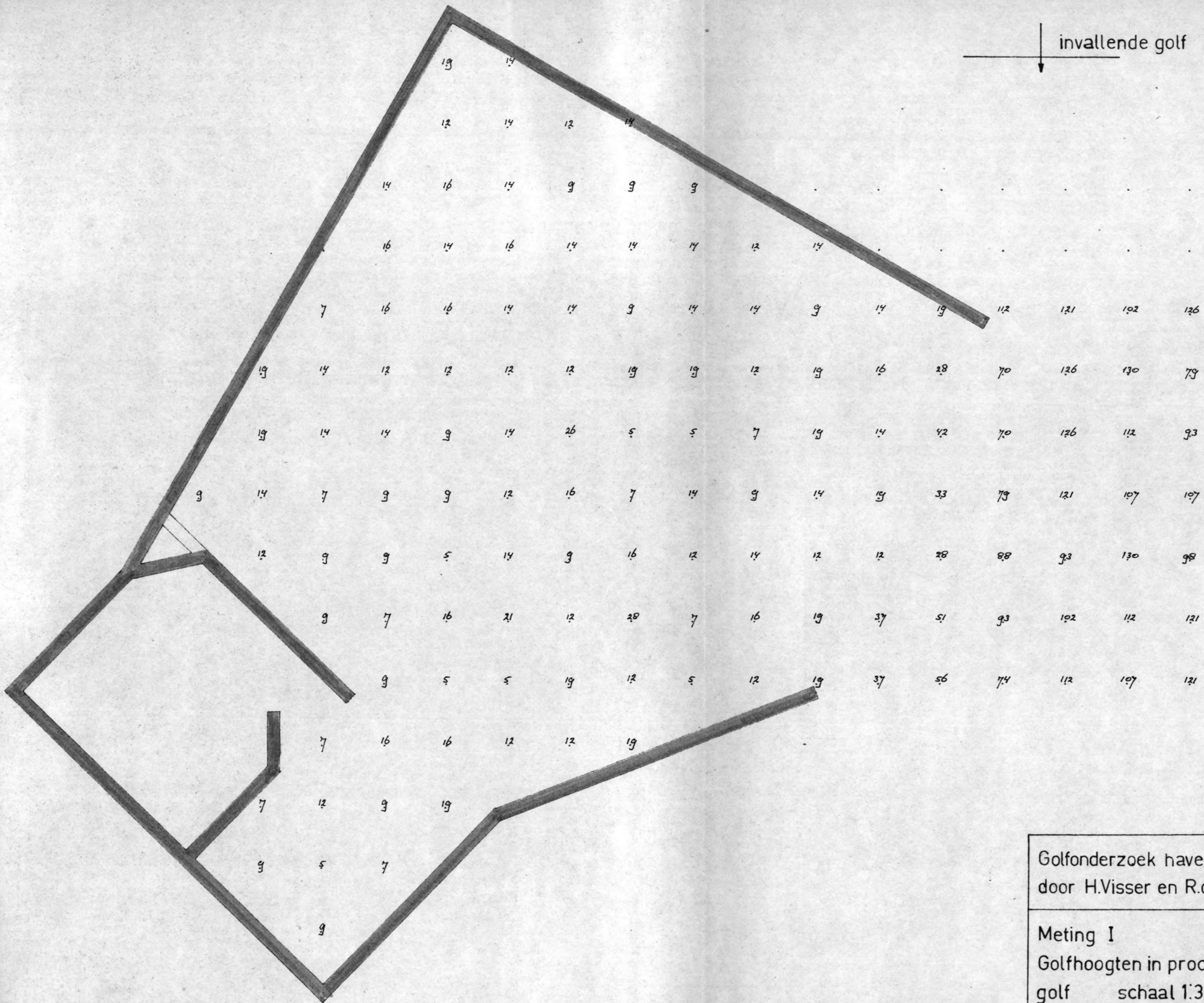
raai B



Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
door H.Visser en R.de Leeuw

Bepaling terugkaatsingcoëff.  
schaal 1:30 en 1:10


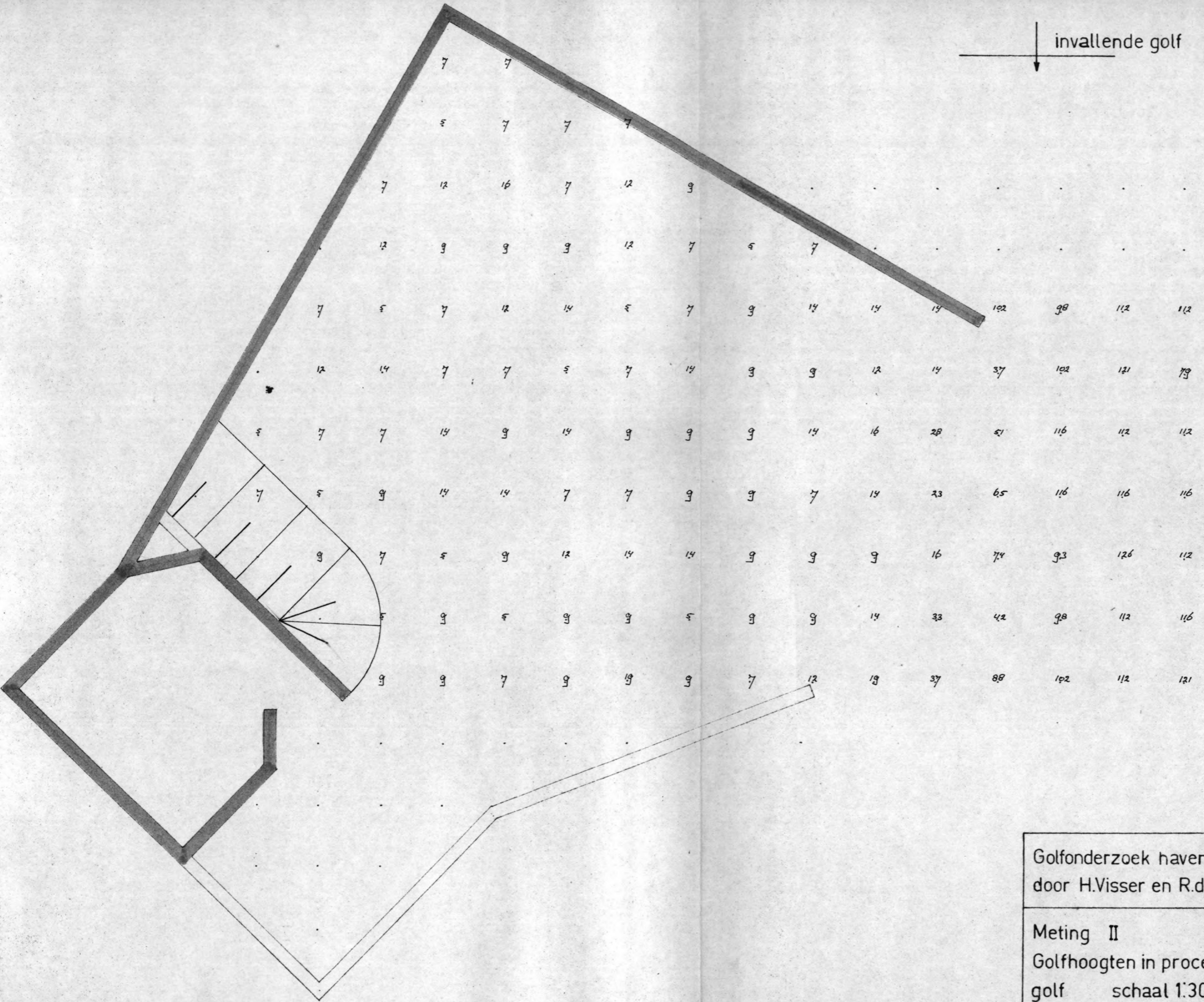
fig. 5



Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
 door H.Visser en R.de Leeuw

Meting I  
 Golfhoogten in procenten van de invallende  
 golf      schaal 1:30      modelschaal 1:75

invalende golf

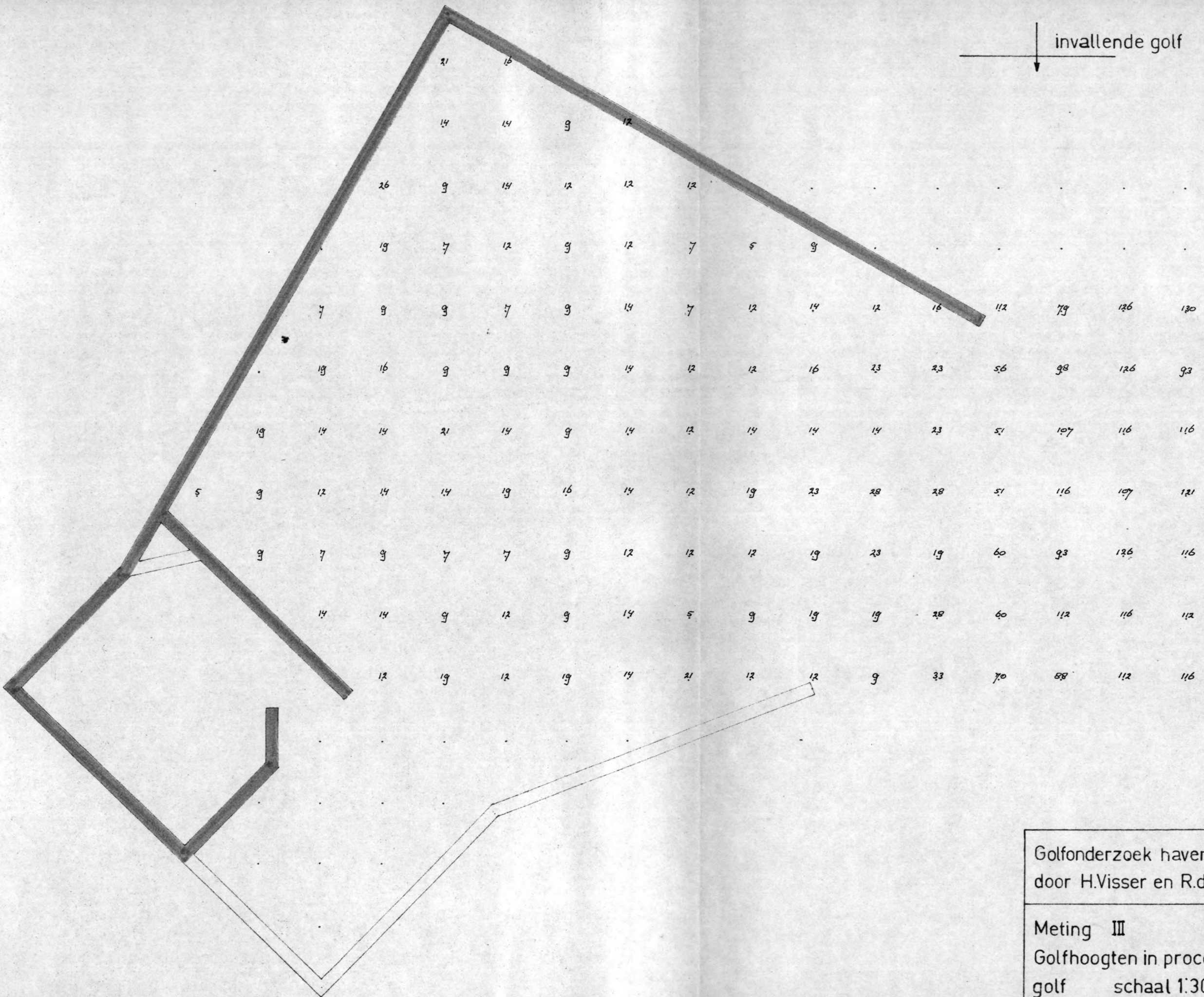



Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
 door H.Visser en R.de Leeuw

---

Meting II  
 Golfhoogten in procenten van de invallende  
 golf      schaal 1:30      modelschaal 1:75

↓ invallende golf



Golfonderzoek haven Ras Lanuf  
door H.Visser en R.de Leeuw

Meting III  
Golfhoogten in procenten van de invallende  
golf schaal 1:30 modelschaal 1:75

