

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
borgerhout

GROOT DIFFRACTIEMODEL

UITBOUW VOORHAVEN ZEEBRUGGE

**resonantie onderzoek
in de l.n.g. haven**

AANVULLING

1980

MOD. 381-6

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
borgerhout antwerpen



ministerte van openbare werken
bruggen en wegen
bestuur der waterwegen

UITBOUW VOORHAVEN ZEEBRUGGE
GROOT DIFFRACTIEMODEL
RESONANTIEPROEVEN L.N.G.-HAVEN
(Aanvulling)

MOD. 381-6

<u>INHOUD.</u>	<u>BLZ.</u>
1. OPDRACHTSOMSCHRIJVING	1
2. MODEL	1
2.1. Gebruikte plannen	1
2.2. De basisaannamen voor de proeven en de metingen op het model	2
3. DE UITGEVOERDE PROEVEN EN HUN RESULTATEN	2
3.1. Diffractie proeven op de variante C	2
3.2. Onderzoek naar verhoogde golfpenetratie en resonantie	3
3.2.1. Werkwijze	4
3.2.2. De proeven uitgevoerd op het model	5
3.2.2.1. Variante C	6
3.2.2.2. Variante D	6
4. BESLUIT.	7
ALGEMENE BEMERKING	8
LIJST DER BIJLAGEN	9

1. OPDRACHTSOMSCHRIJVING.

Tijdens de 22e Werkgroep Laboratoriumstudies van 27 juni 1980 werd door de Tijdelijke Vereniging Zeebouw Zeezand gevraagd nog enkele bijkomende diffractie en resonantie proeven uit te voeren voor de L.N.G.-haven voor de situatie zonder buitenhavendammen.

Het diffractie onderzoek is een aanvulling op het rapport mod. 381-3 "Uitbouw voorhaven Zeebrugge - groot diffractiemodel - Uitbouwfasen voorhaven Zeebrugge".

Het resonantie onderzoek is een aanvulling op het rapport mod. 381-4 "Uitbouw voorhaven Zeebrugge - groot diffractiemodel - Resonantie onderzoek in de L.N.G.haven '82".

Dit onderzoek werd uitgevoerd op het groot diffractiemodel van de haven van Zeebrugge op schaal 1/150 (bijlage 1).

2. MODEL.

Voor een uitgebreide beschrijving van het model wordt verwezen naar de voornoemde rapporten.

2.1. Gebruikte plannen.

De variante beproefd in het model is gebouwd volgens plan I 44-067-1 en I 44-067-2 opgemaakt door de Tijdelijke Vereniging Zeebouw Zeezand.

De bestaande situatie werd gebouwd volgens de plannen vermeld onder § 2.2. van het rapport mod. 381-1.

Ten overstaan van de bovenvernoemde plannen zijn verschillende wijzigingen doorgevoerd. Deze veranderingen werden aangebracht na onderling overleg. De modelproeven werden uitgevoerd zoals de configuratie in dit rapport. De gebruikte coördinaten, zoals vermeld op de bouwplannen, zijn degene die in de bovenvermelde plannen zijn opgenomen.

2.2. De basisaannamen voor de proeven en de metingen op het model.

Deze zijn verschillend voor de diffractie proeven en de resonantie proeven. Zij zullen dan ook besproken worden bij de bespreking van de onderscheidene proeven.

3. DE UITGEVOERDE PROEVEN EN HUN RESULTATEN.

3.1. Diffractie proeven op de variante C (bouwplan bijlage 2).

De diffractie proeven werden uitgevoerd volgens de methode beschreven in rapport mod. 381-3 § 3-3. waarbij de configuratie van de haven zo voordelig mogelijk werd gesitueerd ten overstaan van het golfschot (bijlage 1).

De proeven zijn uitgevoerd met golven met een periode van 9 s natuur bij een waterdiepte van $Z + 4.70$ m voor de richtingen W (bijlage 3), WNW (bijlage 4), NW (bijlage 5) en NNW (bijlage 6).

De gemiddelde golfhoogte in de L.N.G.-haven bedraagt :

W	→	14,7	%
WNW	→	8	%
NW	→	8,1	%
NNW	→	3	%

De gemiddelde procentuele golfhoogte is het gemiddelde van de procentuele golfhoogten van de combinatie van de tijen 1 tot en met 4 en de kolommen D, E en F.

Het optredend golfpatroon biedt een grote gelijkenis met het golfpatroon van de variante 7-3 (rapport mod. 381-3).

De lage waarden van de procentuele golfhoogten, alsmede de vorm van het golfpatroon duiden op een rustig golfklimaat in de L.N.G.-haven.

3.2 Onderzoek naar verhoogde golfpenetratie en resonantie.

Voor de basisaannamen voor de modelproeven, alsmede voor de werkwijze van meten op het model wordt verwezen naar rapport mod. 381-4.

De onderzochte richtingen zijn WNW, NW en NNW en de waterstand bedraagt Z + 4.70 m.

In afwijking op het vorige rapport werd geen Fourieranalyse uitgevoerd.

Het doel van het onderzoek was na te gaan of lange golven met een periode gelegen tussen 22 sec. en 123 sec. een verhoogde golfpenetratie zouden kunnen geven in de L.N.G.-haven en of alsdan een eventuele resonantie zou kunnen ontstaan.

3.2.1. Werkwijze.

Hieronder wordt in het kort even de werkwijze geschetst.

1. Onderzoek naar een verhoogde golfpenetratie. =====

Het golfschot werd zodanig ingesteld dat een continu veranderende periode werd verkregen, zodat alle perioden tussen 22 sec. en 123 sec. afgelopen worden. Hierbij wordt een intermitterende meting gedaan (alle 3 min. model) in de punten zoals aangeduid op de bijlage 7.

Uit de opmeting in de verschillende punten E2, E4 en D'3 resulteert per golfrichting een kromme die de golfpenetratie coëfficiënt weergeeft per periode. Deze golfpenetratie coëfficiënt wordt gedefinieerd als de verhouding van de golfhoogte binnen en buiten de haven. Er zal rekening gehouden worden met die perioden waar de golfpenetratie coëfficiënt duidelijk boven de waarde 1 uitstijgt om een eventueel verder onderzoek uit te voeren naar resonantie (voorbeeld bijlage 8).

2. Onderzoek naar resonantie. =====

Na vergelijking van de krommen die opgesteld werden na het voorgaande onderzoek, kunnen bepaalde perioden waar een vermoeden bestaat tot resonantie los van elkaar bestudeerd worden, ditmaal bij een constante periode. Hieruit volgt dat de metingen kunnen verricht worden over een groter aantal punten, die verspreid liggen over de haven. Hieruit resulteren dan 2 soorten figuren : . / . .

- a. een grafiek zoals vermeld onder punt 1 van deze paragraaf, maar over een groter aantal plaatsen in de haven, echter met een beperking tot enkele perioden (voorbeeld bijlage 12)
- b. een eventueel resonantiepatroon bij de verschillende opgemeten perioden (voorbeeld bijlage 13).

Uit deze beide grafieken kunnen gevolgtrekkingen gemaakt worden naar eventueel mogelijke resonanties.

3. Onderzoek naar stromingen in het model.
=====

Op de punten M1 en M2 (zie bijlage 7) werden stroommeters gelegd, teneinde de grootte en de richting van de eventuele stromingen te bepalen. Deze metingen gaven echter geen resultaat, noch wat betreft de grootte, noch wat betreft de richting van de stroomsnelheden, omdat de stromingen dermate klein zijn.

Hierom zullen verder in dit rapport, de eventueel voorkomende stromingen niet meer behandeld worden.

3.2.2. De proeven uitgevoerd op het model.
=====

De hierboven beschreven manier van werken werd uitgevoerd op twee verschillende configuraties van het L.N.G. dok.

De eerste configuratie, die variante C zal genoemd worden in navolging van rapport mod. 381-4, voorziet één enkel L.N.G.-dok gerealiseerd op Z-13 m. (Bouwplan bijlage 2).

De tweede configuratie, die variante D genoemd wordt, voorziet de realisatie van een L.N.G. en V.L.C.C. dok respectievelijk op Z-13 m. en Z-18 m. (bijlage 14).

3.2.2.1. Variante C. (Bouwplan bijlage 2)

Uit de vergelijking van de drie verschillende krommen die het resultaat zijn van het onderzoek naar een verhoogde golfpenetratie, die uitgevoerd werden voor de WNW richting (bijlage 8), de NW richting (bijlage 9) en de NNW richting (bijlage 11) komen geen golfpenetratie coëfficiënten voor hoger dan de waarde 1. Wel is een lichte verhoging merkbaar voor punt E4 (zie ook bijlage 7) tussen 70 en 80 s. Ter controle werd de NW richting herdaan (bijlage 10) waar deze verhoging zich verder doorzet.

Daarom werd overgegaan voor deze NW richting naar het eigenlijke resonantie onderzoek voor perioden tussen 67.5 s. en 80 s. (bijlage 12 en 13). Hieruit valt te besluiten dat geen eigenlijke resonantie in het model is voorgekomen maar dat men eerder van een verhoogde golfpenetratie mag spreken, voor een periode rond 80 sec.

3.2.2.2. Variante D (Bouwplan bijlage 14).

De proeven op de variante D werden eveneens uitgevoerd volgens dezelfde methode zoals hierboven beschreven.

Uit de grafieken (relatie : golfpenetratie coëfficiënt - golfperiode) (richting WNW bijlage 15 ; richting NW bijlage 16 en richting NNW bijlage 17) valt vooral voor de richting NW een zeer hoge golfpenetratie coëfficiënt op tussen 50 en 60 s., terwijl voor de andere perioden deze coëfficiënt beduidend kleiner blijft.

Daarom zijn resonantieproeven met constante periode uitgevoerd voor de drie bestudeerde richtingen namelijk WNW, NW en NNW.

De grafieken "golfpenetratie - constante periode" vindt men op de bijlage 18, 19 en 20. Deze grafieken bevatten slechts de punten uit het L.N.G.-dok t.t.z. de combinatie der rijen 1 t.e.m. 5 en de kolommen D, E en F. Deze resonantiepatronen bevinden zich op de bijlagen 21, 22 en 23.

De piek opgemeten op de bijlage 16 voor een periode van 58 sec. komt zeer duidelijk terug voor de richting NW (bijlage 19), terwijl deze voor de beide aanliggende richtingen kleiner is. Hetzelfde beeld valt ook duidelijk op uit de resonantiepatronen. Wegens de hoge waarden van de penetratie coëfficiënt mag men hier dan ook spreken van mogelijke resonantie.

4. BESLUIT.

Aan de hand van de modelproeven, die uitgevoerd werden volgens de basisaannamen vermeld onder § 2 van onderhavig rapport, kunnen de volgende besluiten geformuleerd worden.

- Bij de variante C (verdieping voor V.L.C.C)(bouwplan bijlage 2) valt bij

de diffractieproeven (met golfperiode 9 sec.) geen noemenswaardige verandering te merken t.o.v. ander vergelijkbare configuraties (vb. variante 7-3 uit rapport 381-3). De gemiddelde procentuele golfhoogte ter hoogte van de ligplaats van de L.N.G.-tanker blijft beneden 15% van de golfhoogte buitengaats.

-Bij de resonantieproeven kan bij de variante C (geen verdieping voor V.L.C.C) gesproken worden van een mogelijkheid tot verhoogde golfpenetratie rond 80 s. natuur, zonder dat eigenlijke resonantie voorkomt. Onder verhoogde golfpenetratie wordt verstaan dat de golfhoogte buiten de haven en de golfhoogte binnen de haven ongeveer gelijk zijn.

-Bij de variante D (verdieping voor V.L.C.C) (bouwplan bijlage 14) kan resonantie optreden bij golfperioden tussen 50 en 60 s. Er werden waarden voor de golfhoogte in het L.N.G.-dok opgemeten tot 4 maal de buitengaatse golfhoogte voor de richting NW.

ALGEMENE BEMERKING

In dit rapport wordt de mogelijkheid van verhoogde golfpenetratie en resonantie in de L.N.G.-haven, tengevolge van het voorkomen van eventueel lange golven met een periode gelegen tussen 22 sec. en 123 sec., behandeld.

Hierbij wordt uitdrukkelijk gesteld dat dit rapport geen studie is naar het voorkomen van dergelijke lange golven op open zee, noch dat uit reden van dit onderzoek, mag verondersteld worden dat dergelijke golven zouden voorkomen op de Noordzee in de omgeving van de haven van Zeebrugge.

Borgerhout, November 1980

De wd. e.a. Ingenieur van
Bruggen en Wegen,
belast met de studie,



ir. W. GRARE

De Hoofdingenieur-Directeur van
Bruggen en Wegen,
Directeur van het
Waterbouwkundig Laboratorium,



ir. P. ROOVERS.

LIJST DER BIJLAGEN

Bijlage nr.

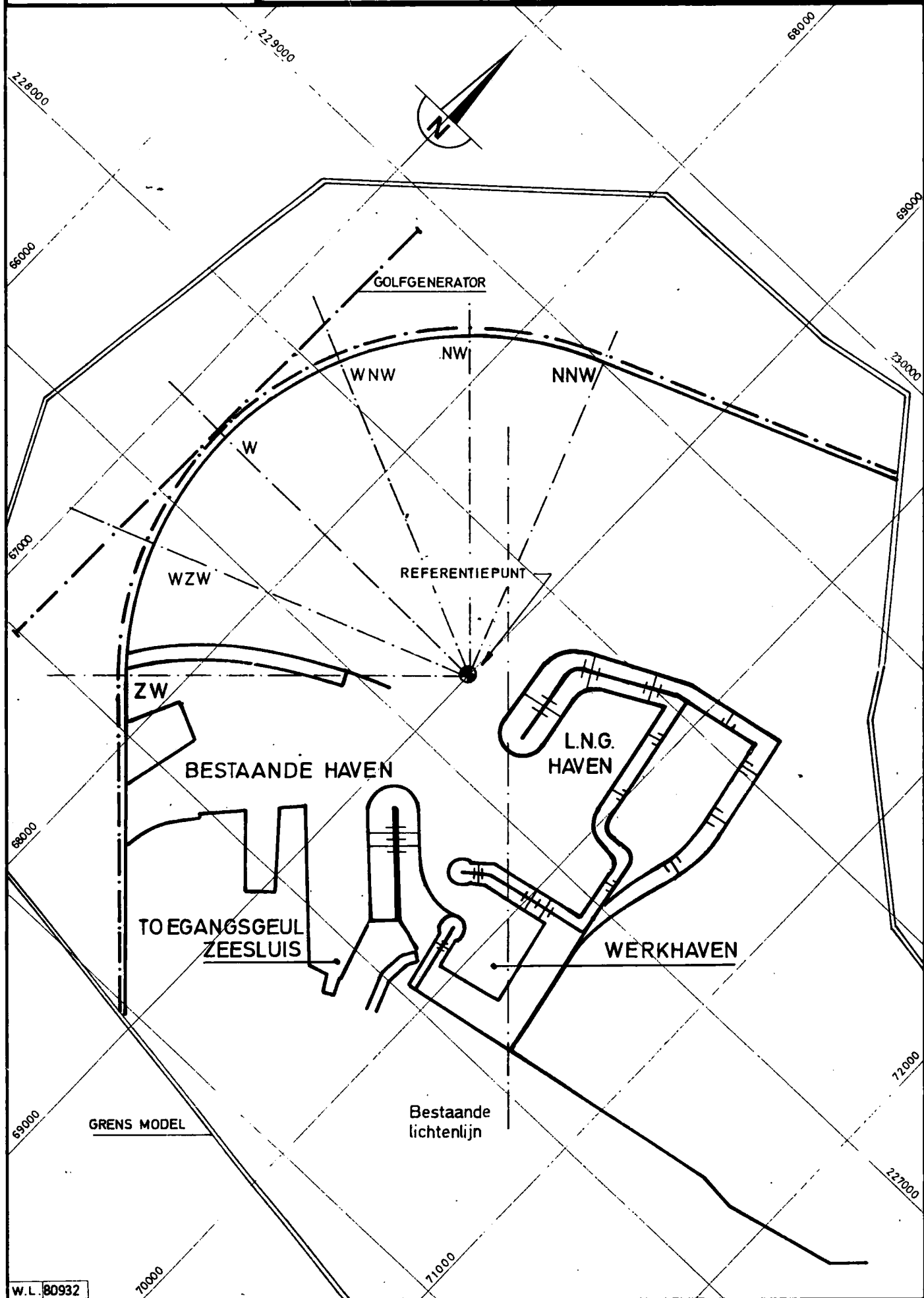
1	Situatieschets	
2	Variante C Bouwplan	
3	Variante C Diffractieproeven L.N.G.-haven	W
4	Variante C Diffractieproeven L.N.G.-haven	WNW
5	Variante C Diffractieproeven L.N.G.-haven	NW
6	Variante C Diffractieproeven L.N.G.-haven	NNW
7	Meetpuntenrooster	
8	Variante C Relatie golfpenetratie-periode	WNW
9	Variante C Relatie golfpenetratie-periode	NW
10	Variante C Relatie golfpenetratie-periode	NW - herhaling
11	Variante C Relatie golfpenetratie-periode	NNW
12	Variante C Relatie golfpenetratie-konstante periode	NW
13	Variante C Resonantieproeven L.N.G.-haven	NW
14	Variante D Bouwplan	
15	Variante D Relatie golfpenetratie-periode	WNW
16	Variante D Relatie golfpenetratie-periode	NW
17	Variante D Relatie golfpenetratie-periode	NNW
18	Variante D Relatie golfpenetratie-konstante periode	WNW
19	Variante D Relatie golfpenetratie-konstante periode	NW
20	Variante D Relatie golfpenetratie-konstante periode	NNW

- 21 Variante D Resonantieproeven L.N.G.-haven WNW
- 22 Variante D Resoanttieproeven L.N.G.-haven NW
- 23 Variante D Resonantieproeven L.N.G.-haven NNW



Schaal : 1/25000

SITUATIESCHETS

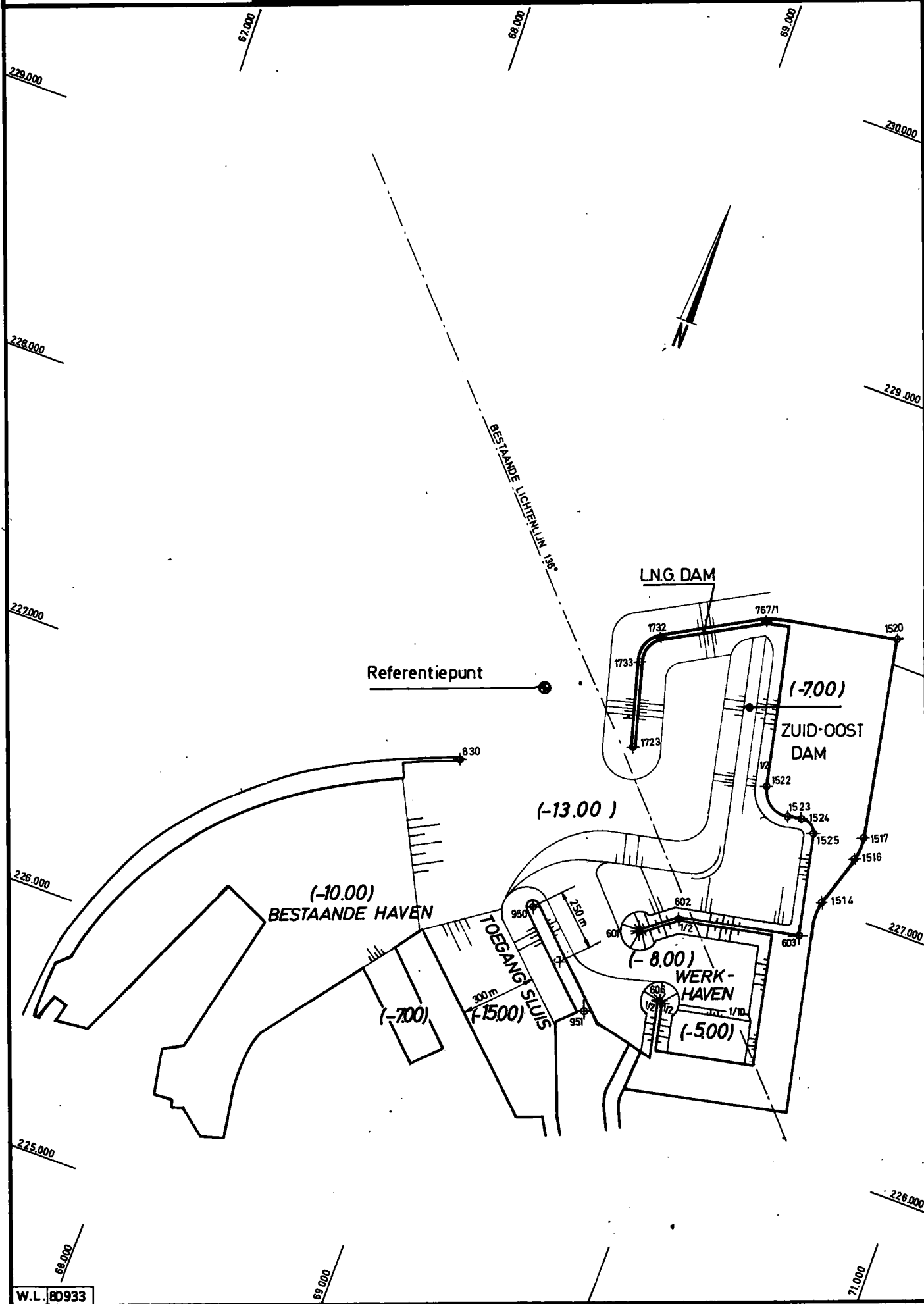




Schaal: 1 / 20000
Ref. plan: T.V.Z. I 44-067-1

VARIANTE C

BOUWPLAN

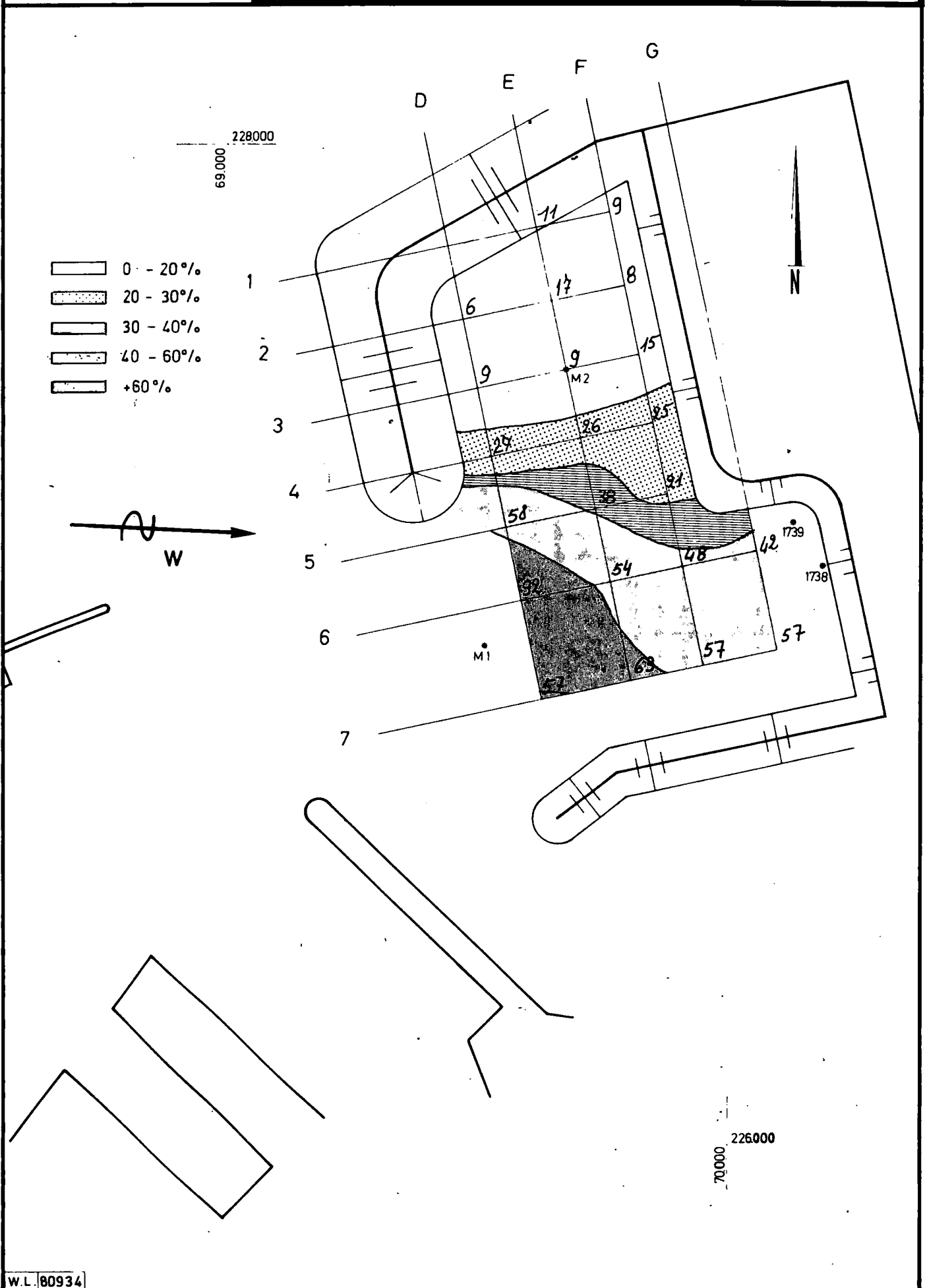




Schaal: 1/10000
Periode: 9s
Waterstand Z+4,70 m

DIFFRACTIEPROEVEN L.N.G. HAVEN
VARIANTE C

RICHTING W

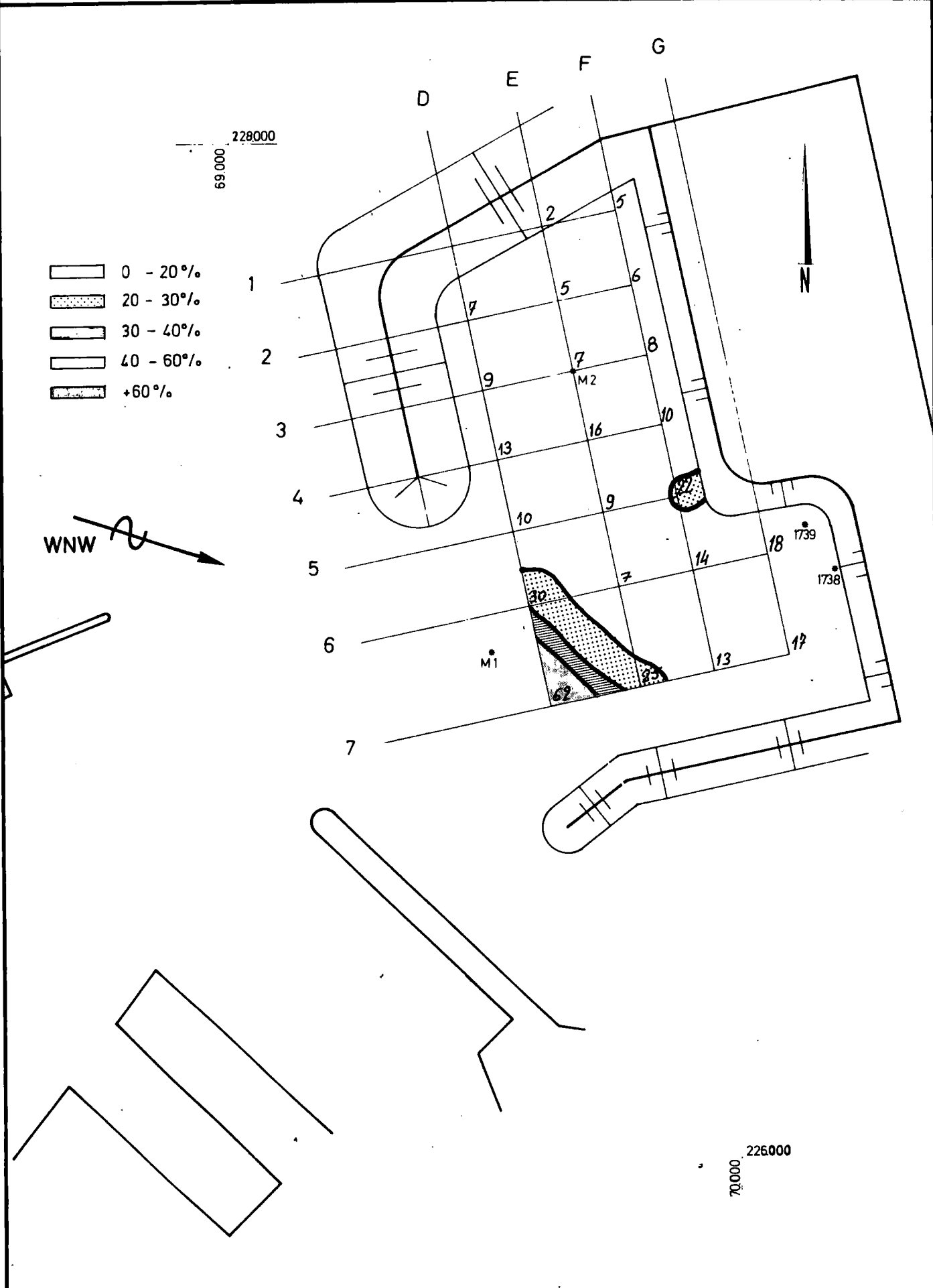




Schaal: 1/10000
Periode: 9s
Waterstand Z+4,70 m

DIFFRACTIEPROEVEN L.N.G. HAVEN
VARIANTE C

RICHTING WNW

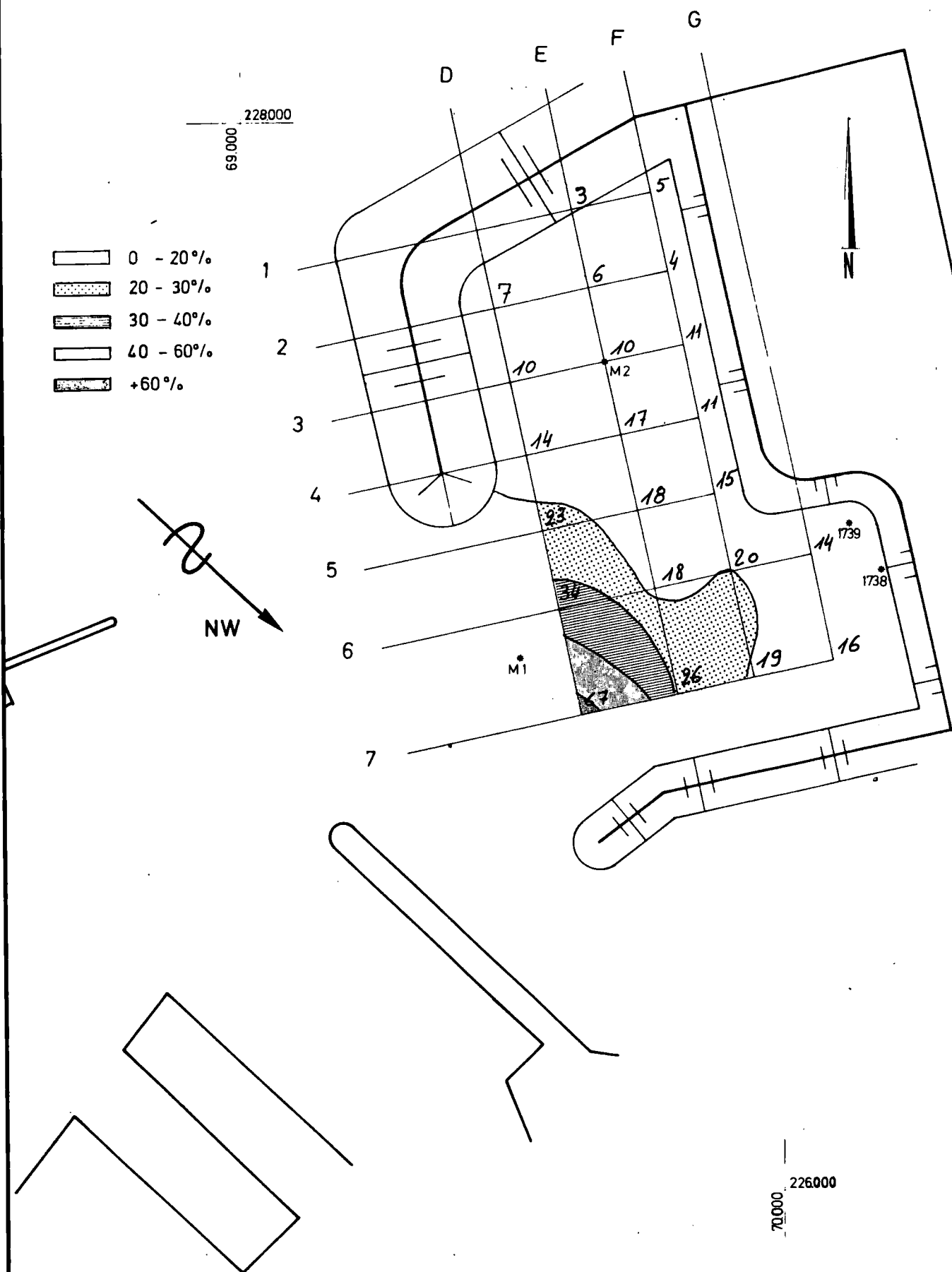




Schaal: 1/10000
Periode: 9s
Waterstand Z+4,70 m

DIFFRACTIEPROEVEN L.N.G. HAVEN
VARIANTÉ C

RICHTING NW

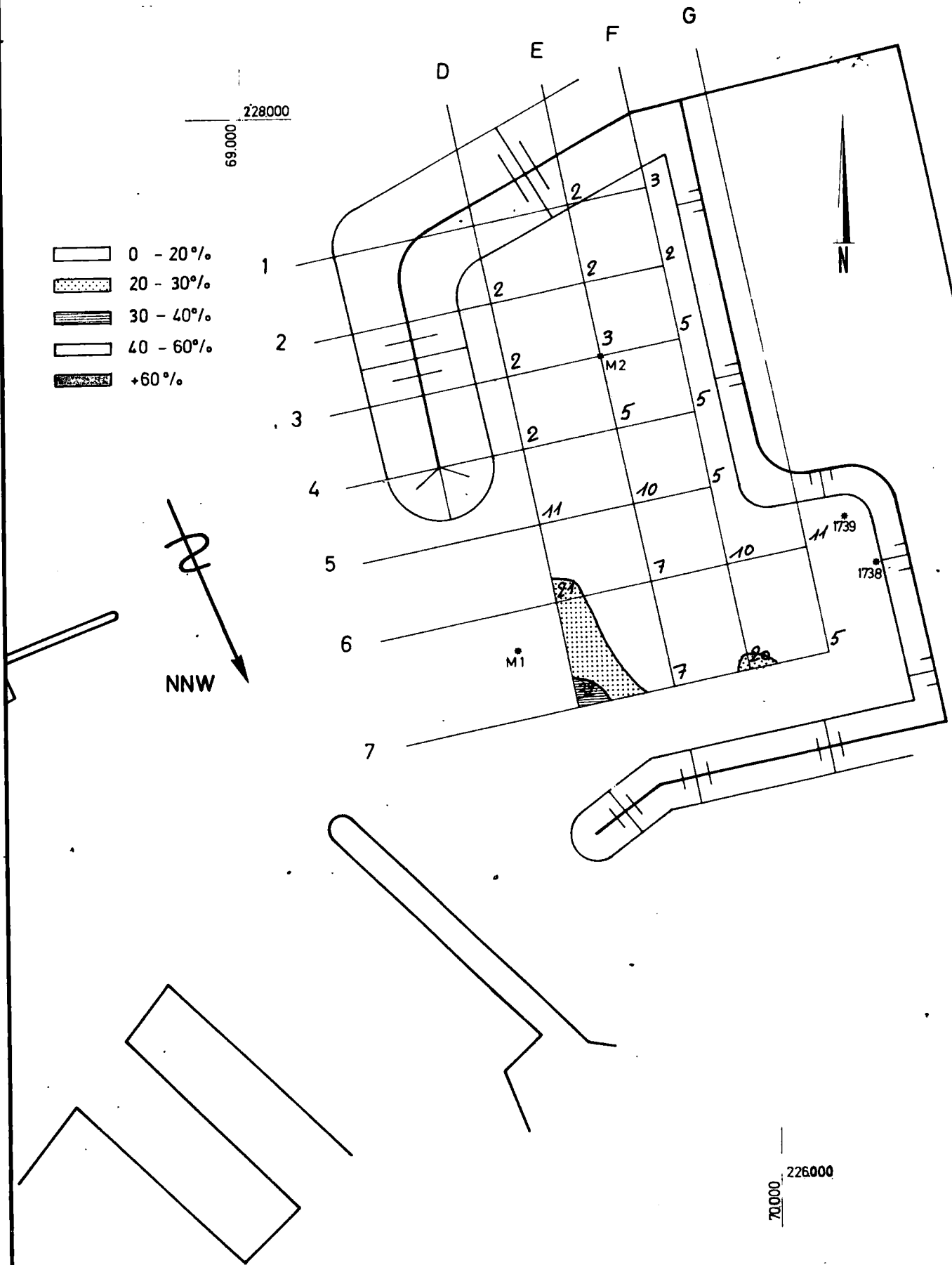




Schaal: 1/10000
Periode: 9s
Waterstand Z+4,70 m

DIFFRACTIEPROEVEN L.N.G. HAVEN
VARIANTE C

RICHTING NNW

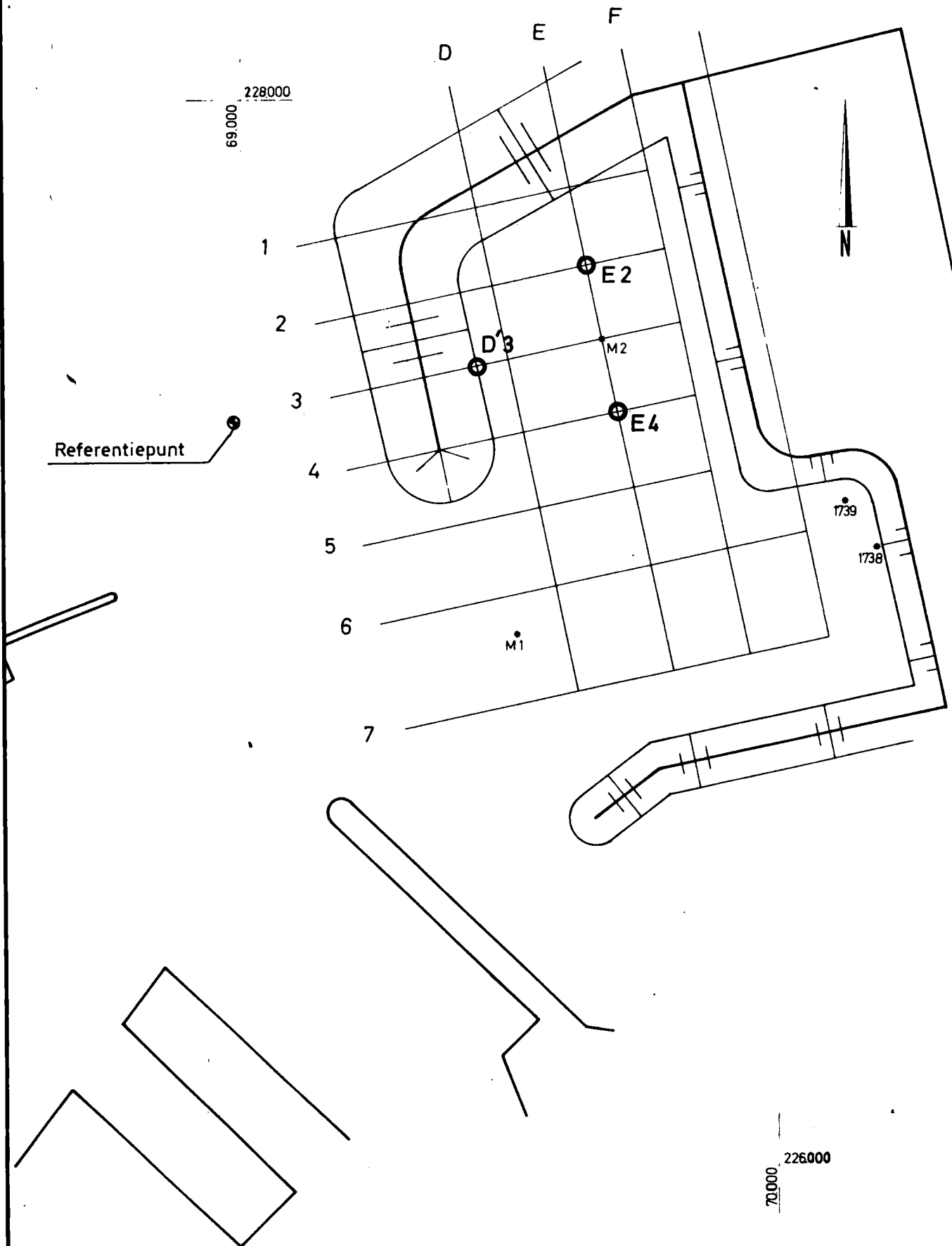




Schaal: 1/10000

MEETPUNTENROOSTER

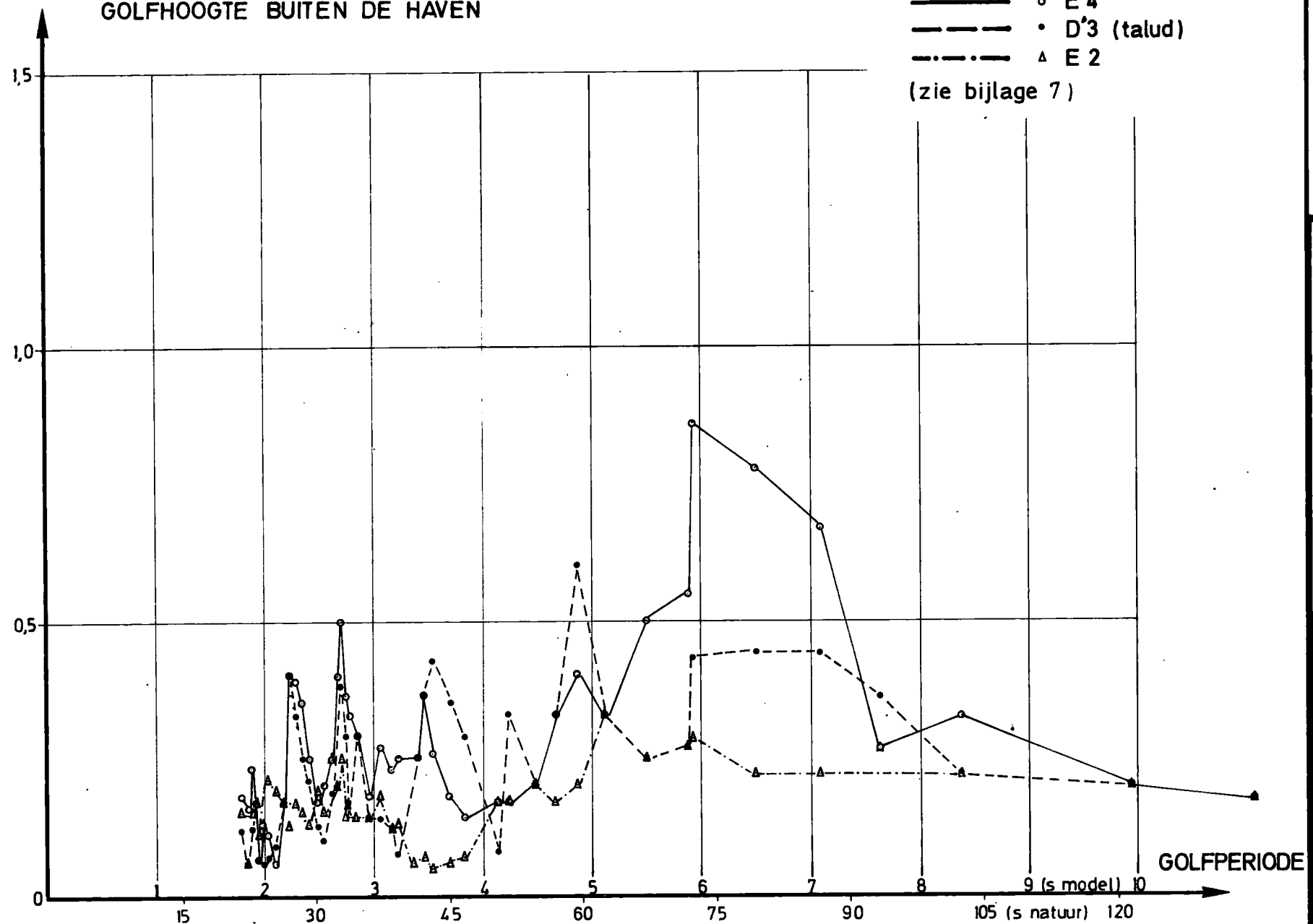
De punten E2,D3,E4 zijn gebruikt voor het onderzoek naar verhoogde golfpenetratie





GOLFHOOGTE BINNEN DE HAVEN
GOLFHOOGTE BUITEN DE HAVEN

Golfhoogte gemeten ter hoogte van
—•— E 4
- - - D'3 (talud)
- · - · - E 2
(zie bijlage 7)



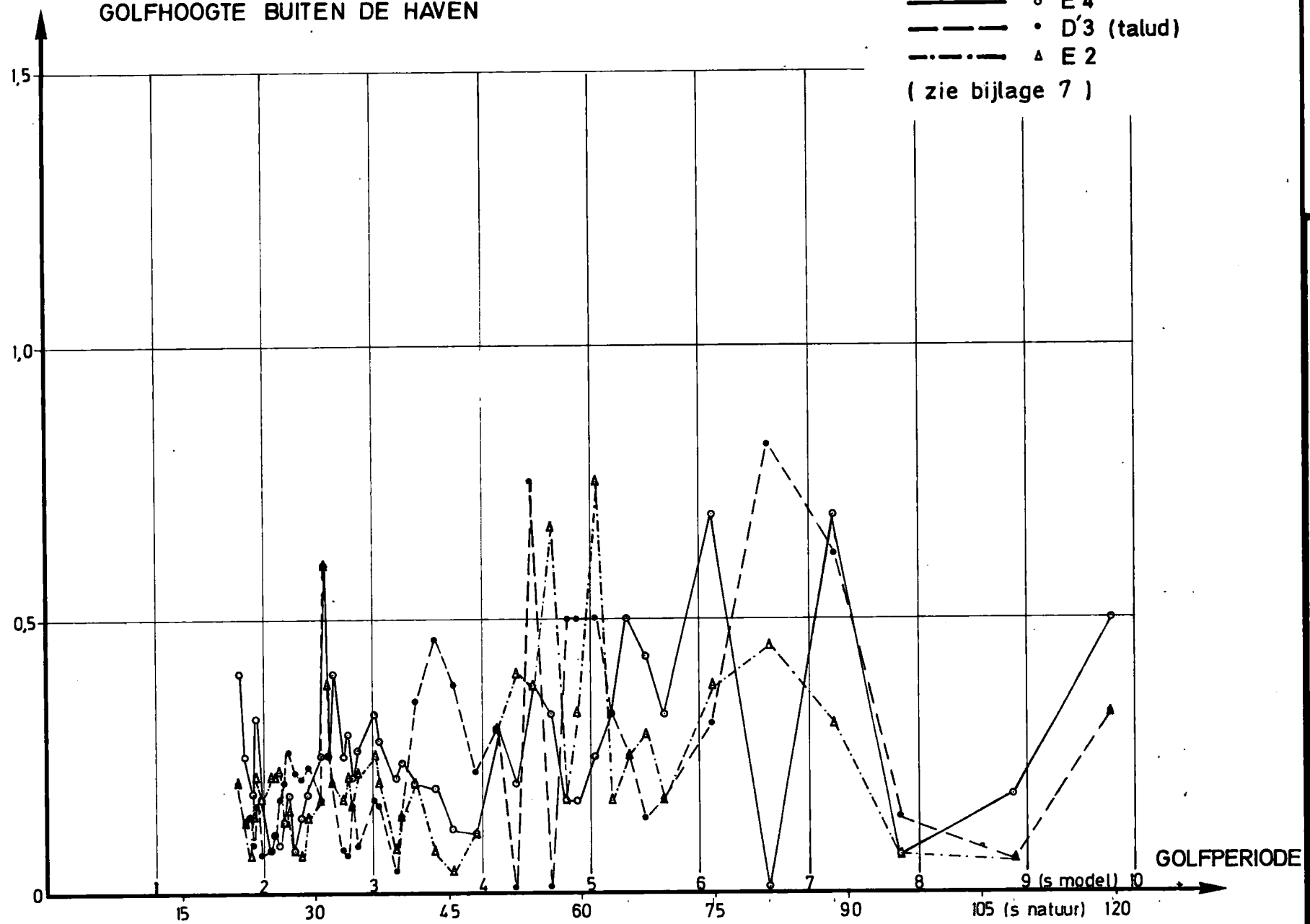
W.L. 80939



RELATIE GOLFPENETRATIE - PERIODE
VARIANTE C RICHTING NW

GOLFHOOGTE BINNEN DE HAVEN
GOLFHOOGTE BUITEN DE HAVEN

Golfhoogte gemeten ter hoogte van
— o E 4
- - - • D'3 (talud)
- · - · - Δ E 2
(zie bijlage 7)



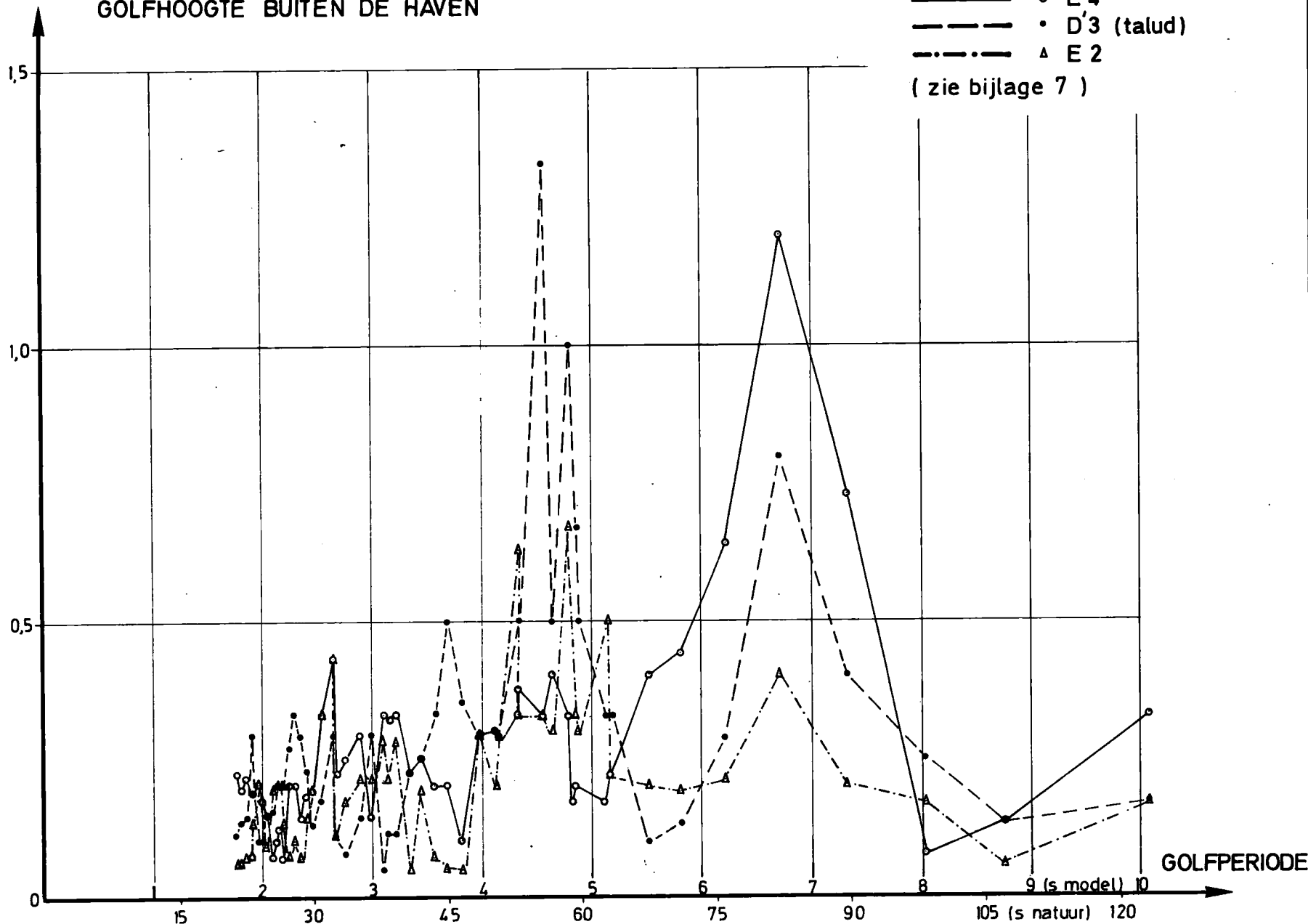


GOLFHOOGTE BINNEN DE HAVEN
GOLFHOOGTE BUITEN DE HAVEN

Golfhoogte gemeten ter hoogte van

- E 4
- D'3 (talud)
- .-.- E 2

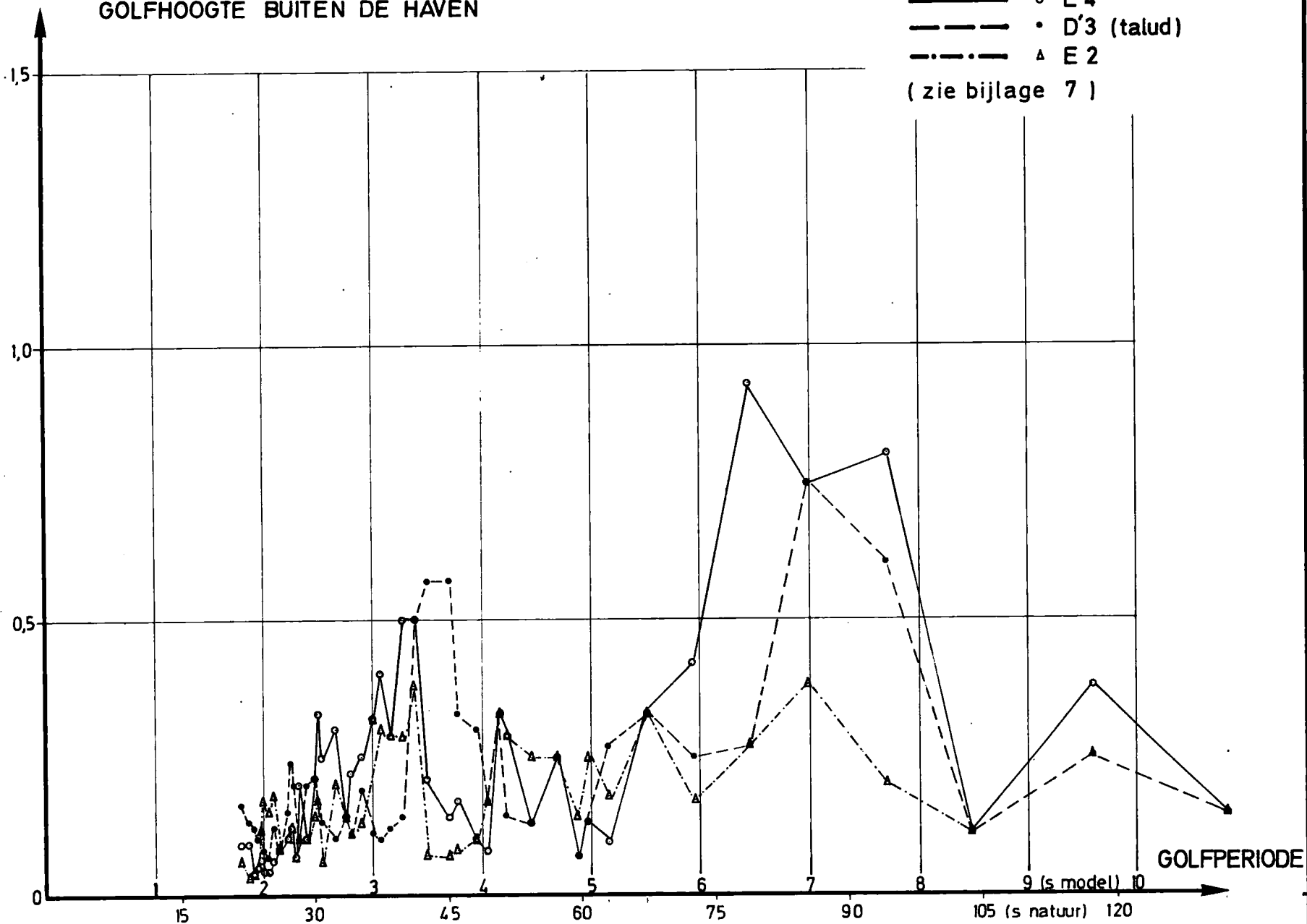
(zie bijlage 7)



GOLFHOOGTE BINNEN DE HAVEN
GOLFHOOGTE BUITEN DE HAVEN

Golfhoogte gemeten ter hoogte van

- o E 4
 - - - • D'3 (talud)
 - · - · - Δ E 2
- (zie bijlage 7)

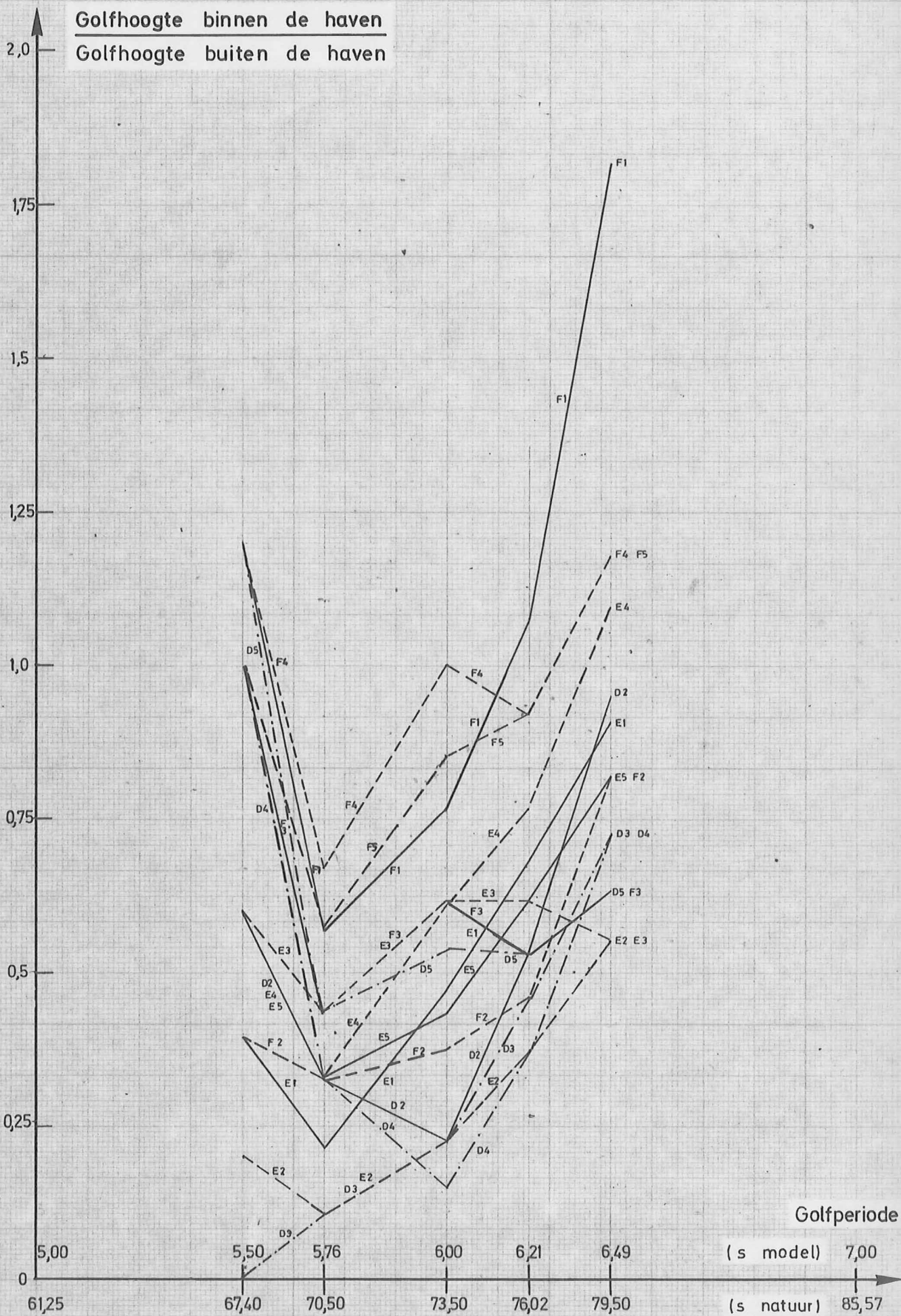


WATERBOUWKUNDIG
 LABORATORIUM
 borgerhout antwerpen

MOD. 381-6 UITBOUW VOORHAVEN ZEEBRUGGE
 GROOT-DIFFRACTIEMODEL
 RELATIE GOLFPENETRATIE - PERIODE
 VARIANTE C RICHTING NNW

Bijlage II

RELATIE GOLFPENETRATIE - CONSTANTE PERIODE
VARIANTE C RICHTING NW



W.L. 80943



Schaal: 1/20.000
Waterstand: Z + 4,70 m

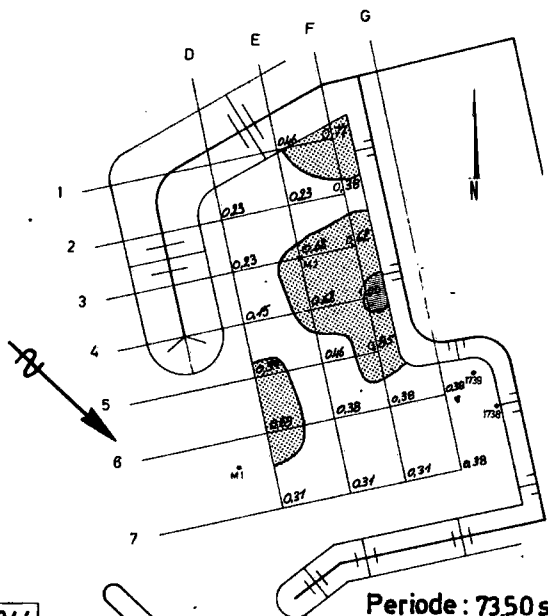
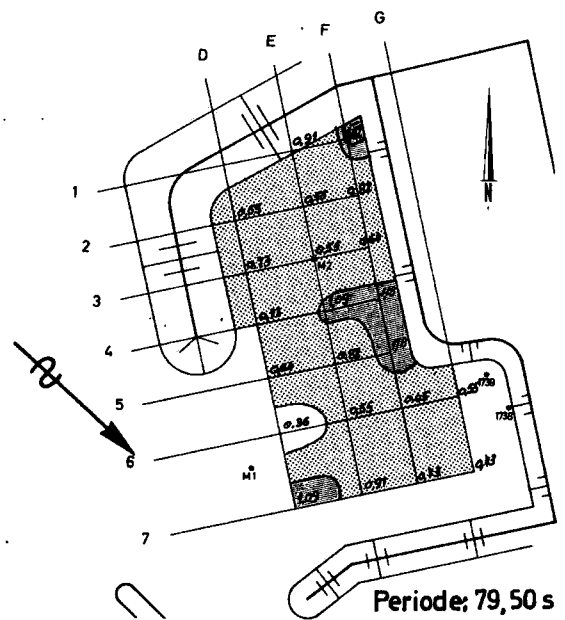
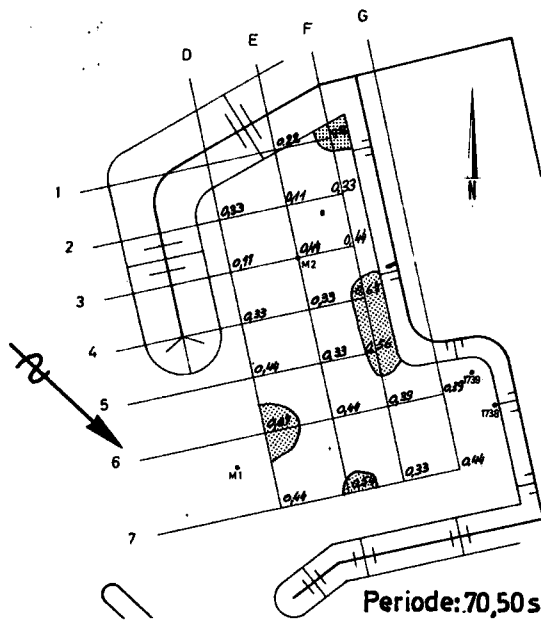
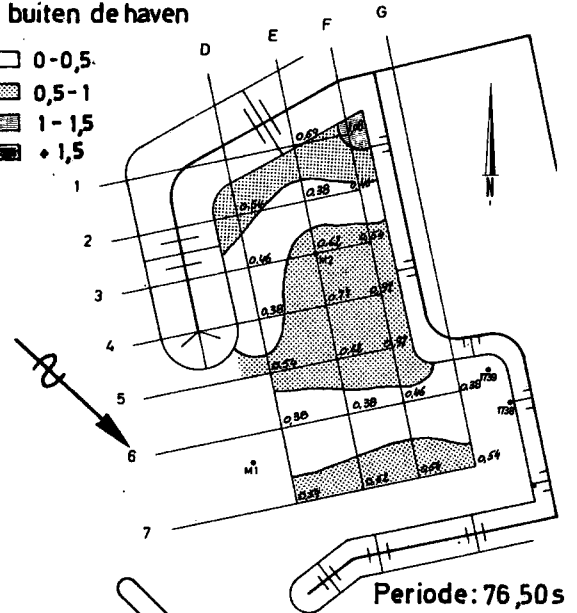
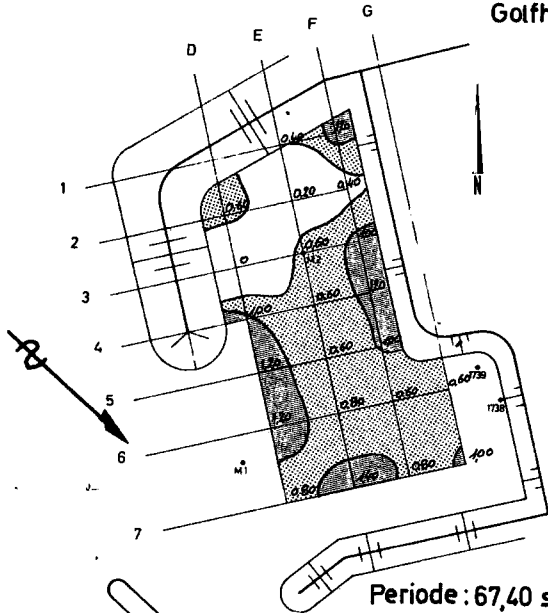
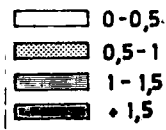
RESONANTIEPROEVEN L.N.G. HAVEN

VARIANTE C

RICHTING NW

Golfhoogte binnen de haven

Golfhoogte buiten de haven

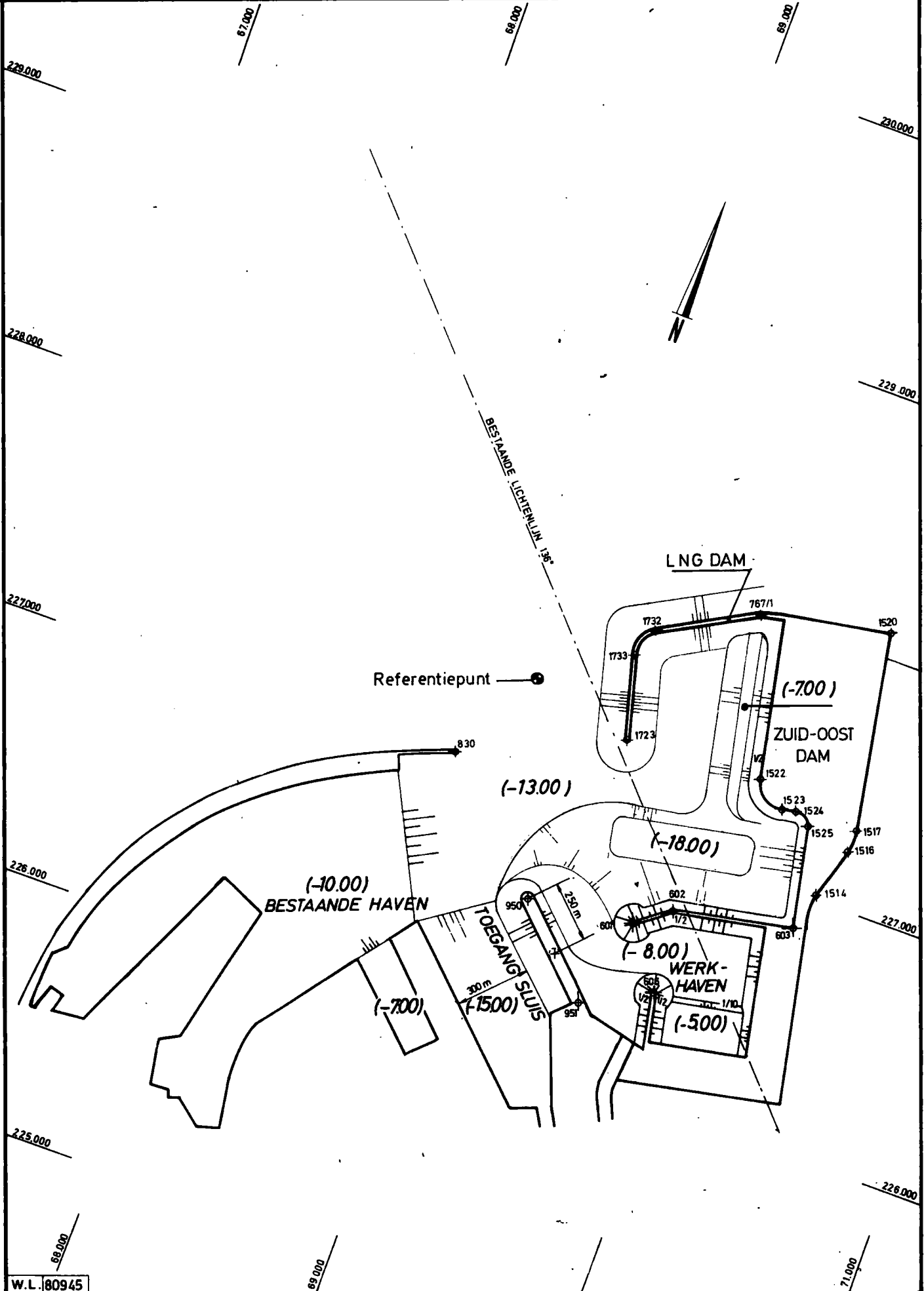




Schaal: 1 / 20000
Ref. plan: T.V.Z. 144-067-1

VARIANTE D

BOUWPLAN

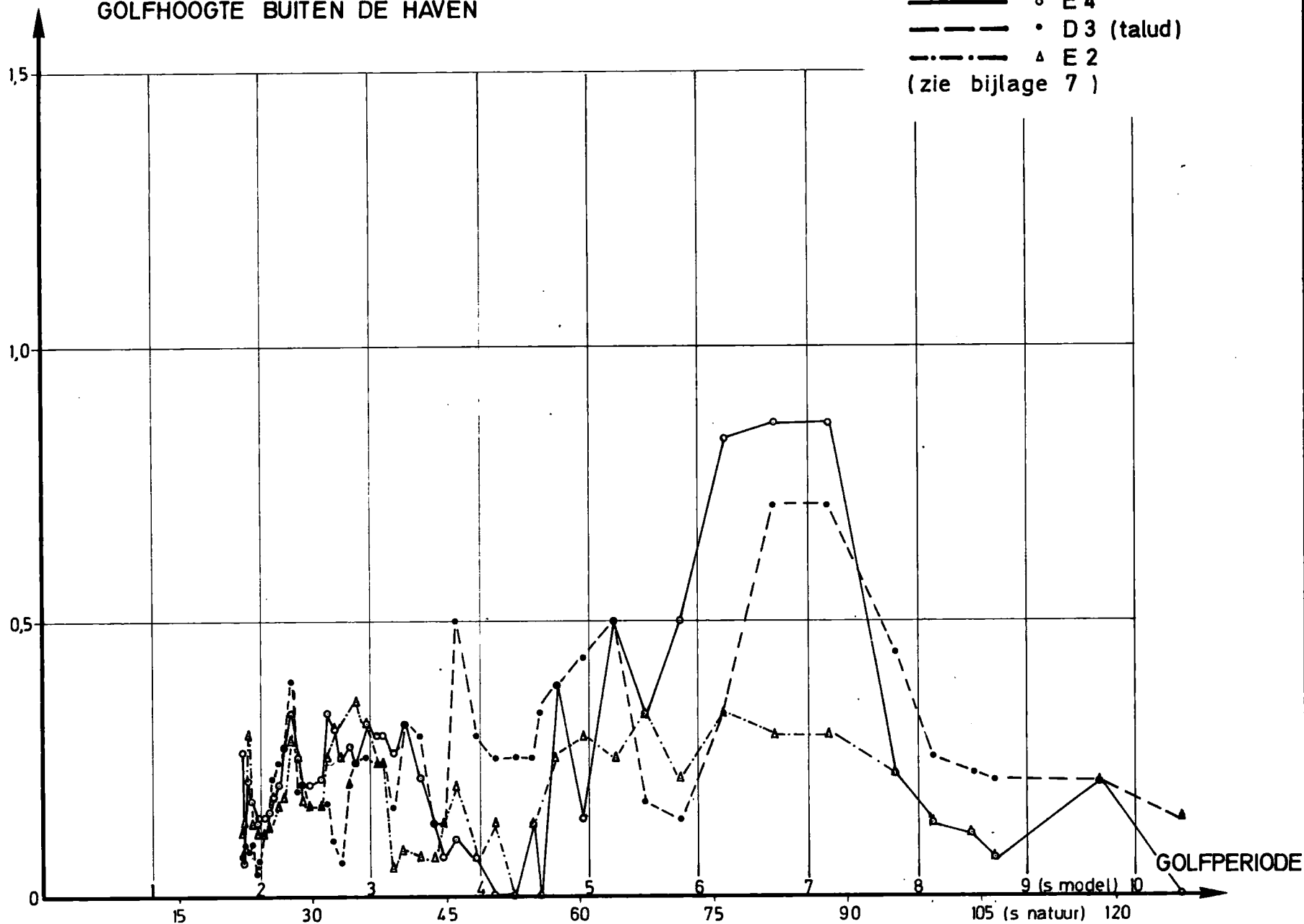




GOLFHOOGTE BINNEN DE HAVEN
GOLFHOOGTE BUITEN DE HAVEN

Golfhoogte gemeten ter hoogte van

- o E 4
 - - - • D 3 (talud)
 - · - · - Δ E 2
- (zie bijlage 7)

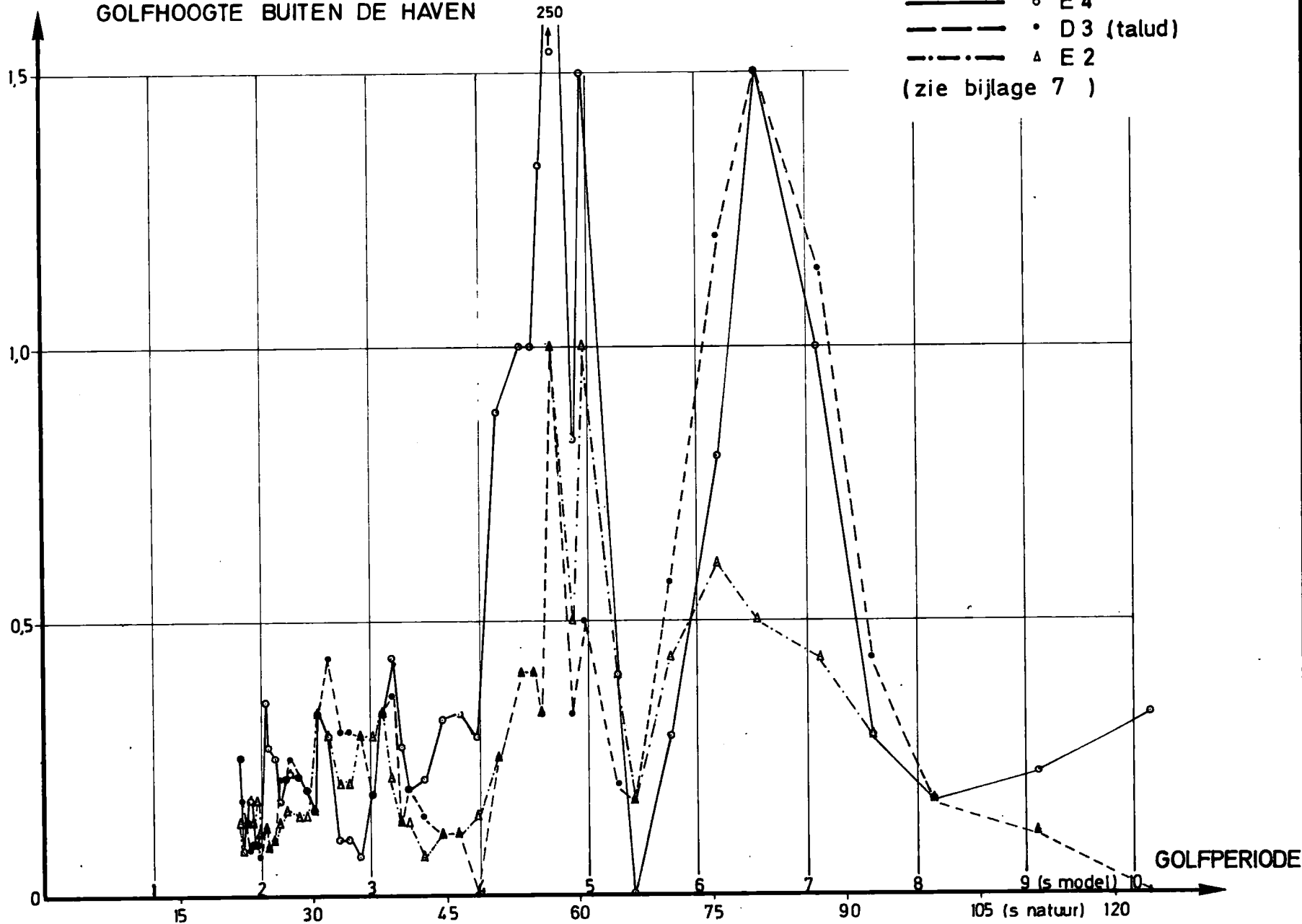


RELATIE GOLFPENETRATIE - PERIODE
VARIANTE D RICHTING WNW

GOLFHOOGTE BINNEN DE HAVEN
GOLFHOOGTE BUITEN DE HAVEN

Golfhoogte gemeten ter hoogte van

- E 4
- D 3 (talud)
- ▲— E 2
- (zie bijlage 7)



WATERBOUWKUNDIG
 LABORATORIUM
 Dordrecht Antwerpen

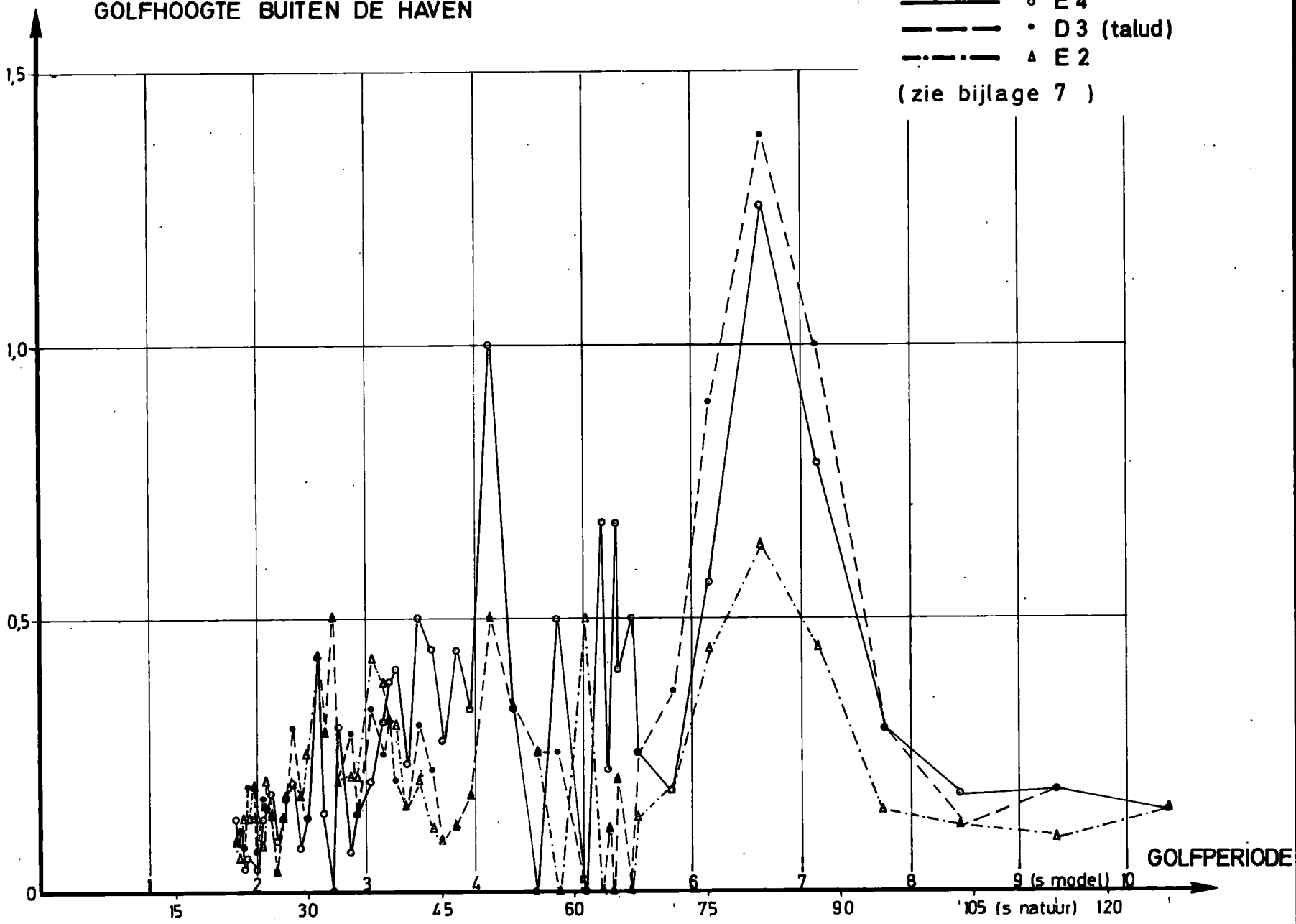
MOD. 381-6 UITBOUW VOORHAVEN ZEEBRUGGE
 GROOT-DIFFRACTIEMODEL
 RELATIE GOLFPENETRATIE - PERIODE
 VARIANTE D RICHTING NW

Bijlage 16

07000171

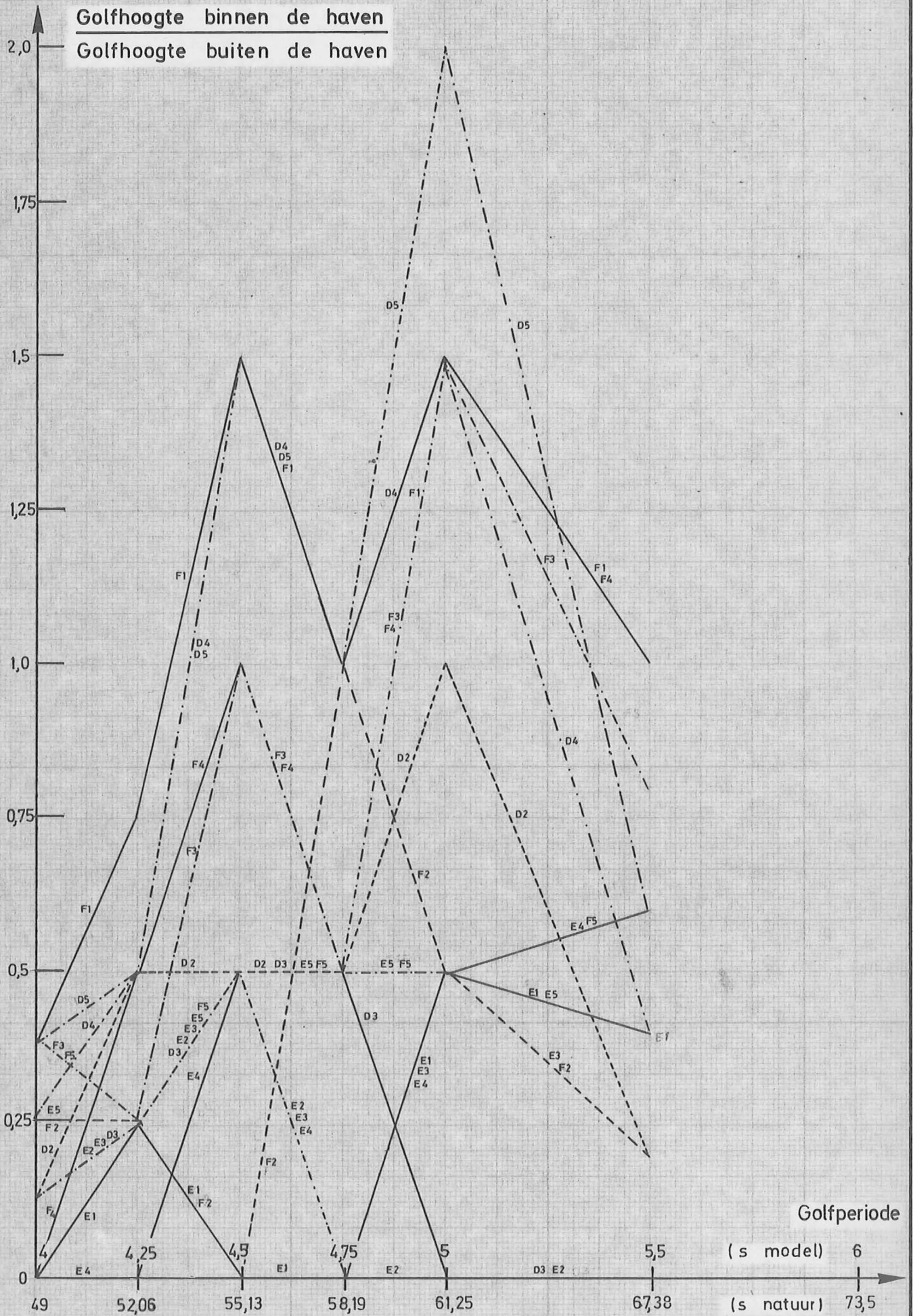
GOLFHOOGTE BINNEN DE HAVEN
GOLFHOOGTE BUITEN DE HAVEN

Golfhoogte gemeten ter hoogte van
— o E 4
- - - • D 3 (talud)
- · - · - Δ E 2
(zie bijlage 7)

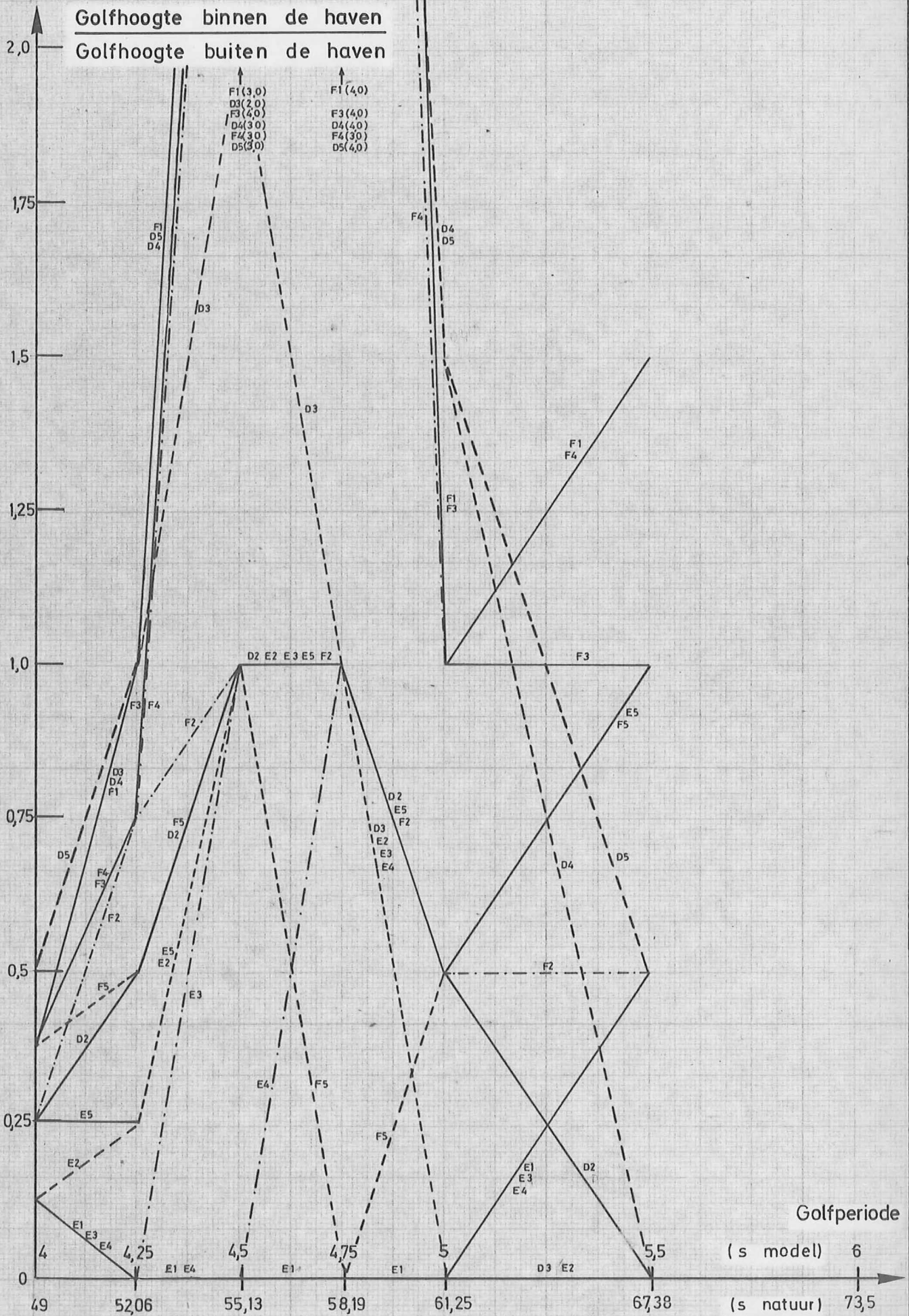




RELATIE GOLFPENETRATIE - CONSTATE PERIODE
VARIANTE D RICHTING WNW

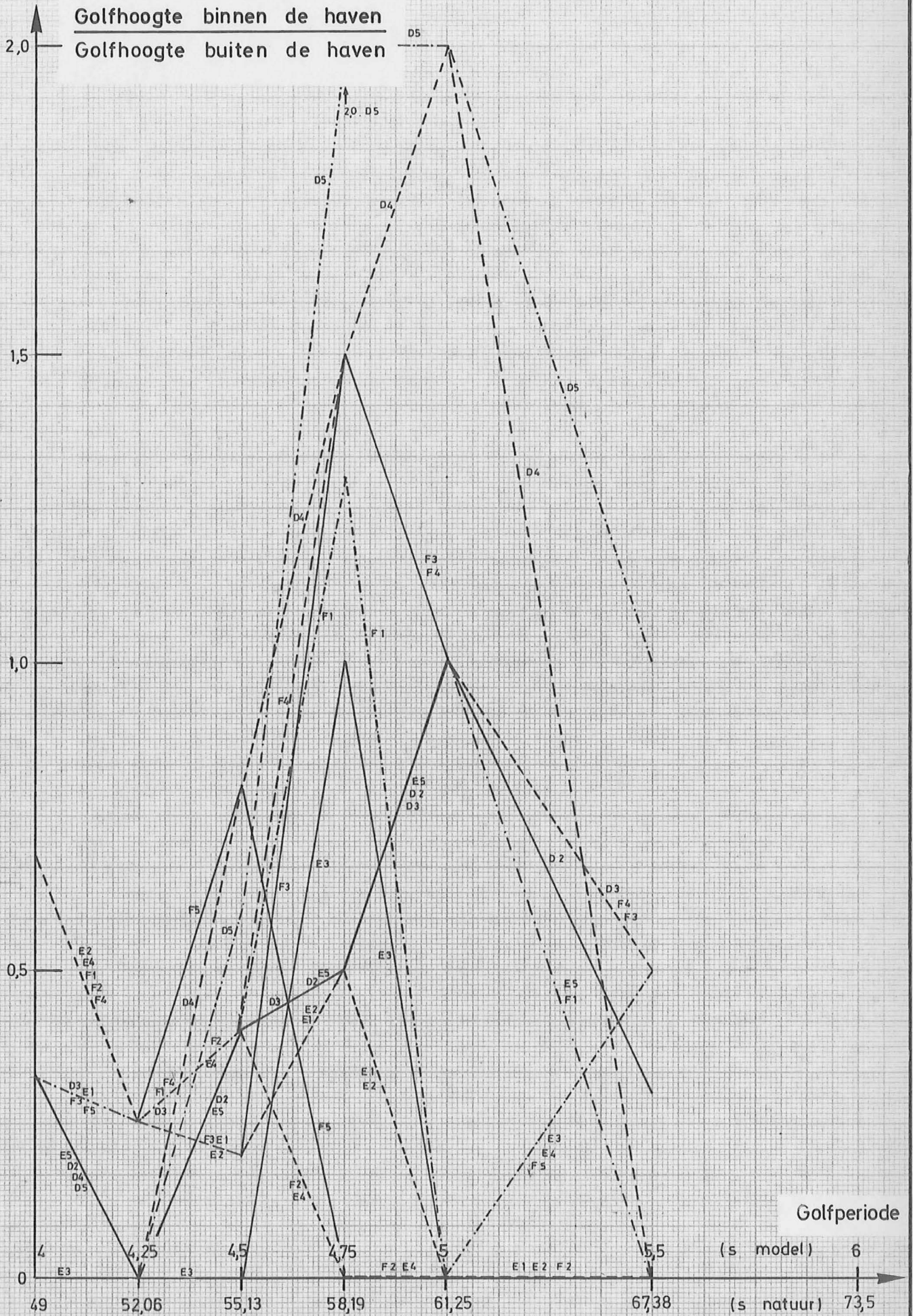


**RELATIE GOLFPENETRATIE _ CONSTANTE PERIODE
VARIANTE D
RICHTING NW**



W.L. 180950

**RELATIE GOLFPENETRATIE _CONSTANTE PERIODE
VARIANTE D RICHTING NNW**





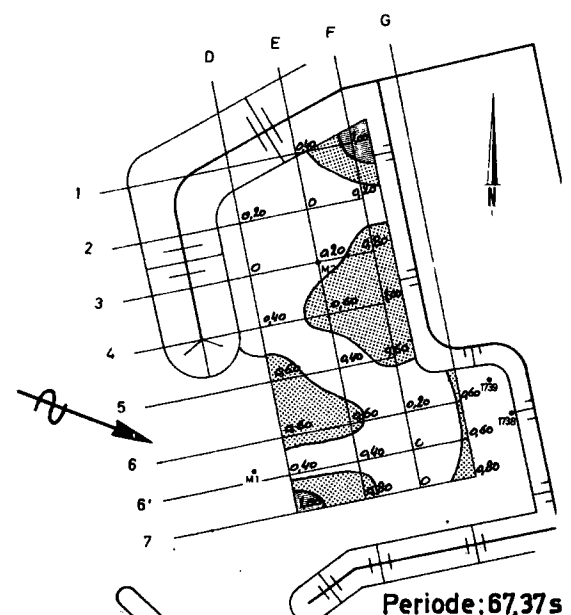
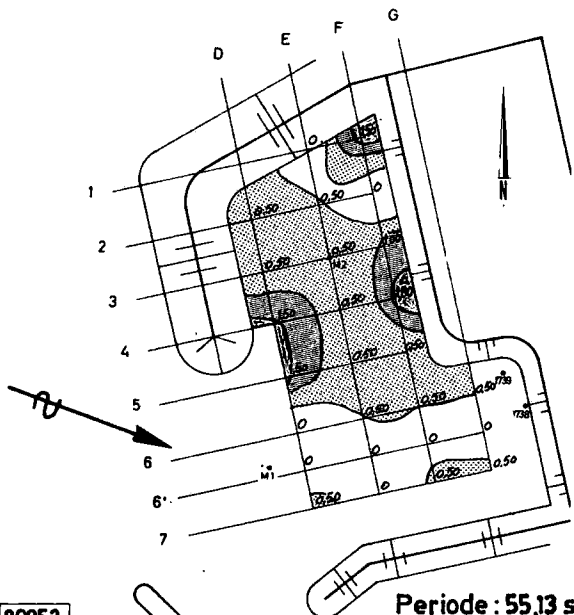
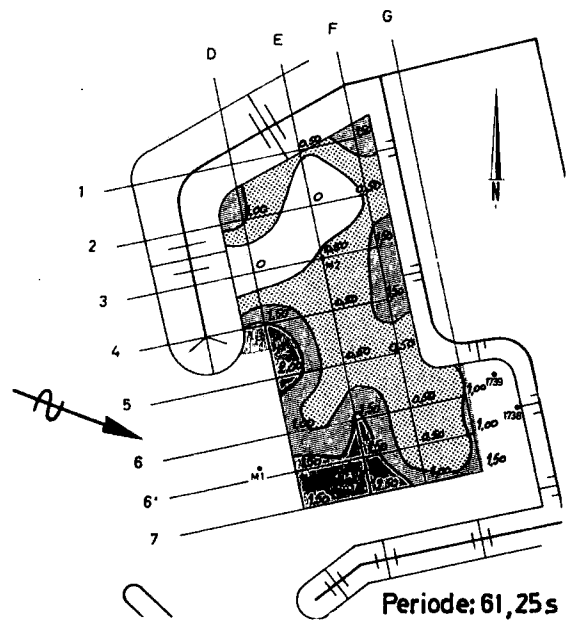
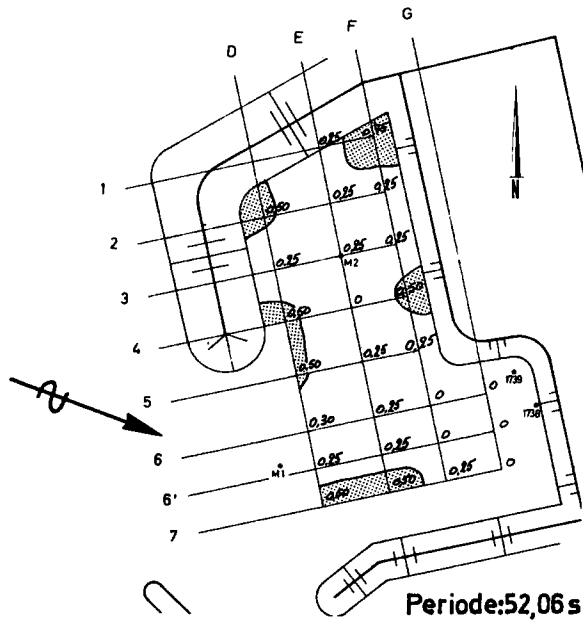
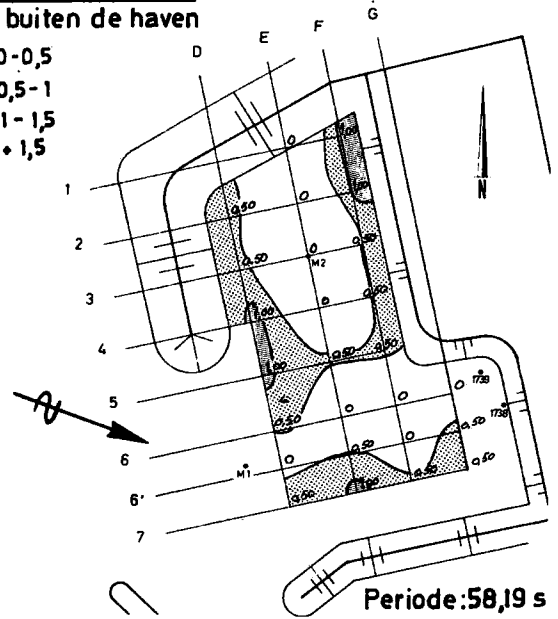
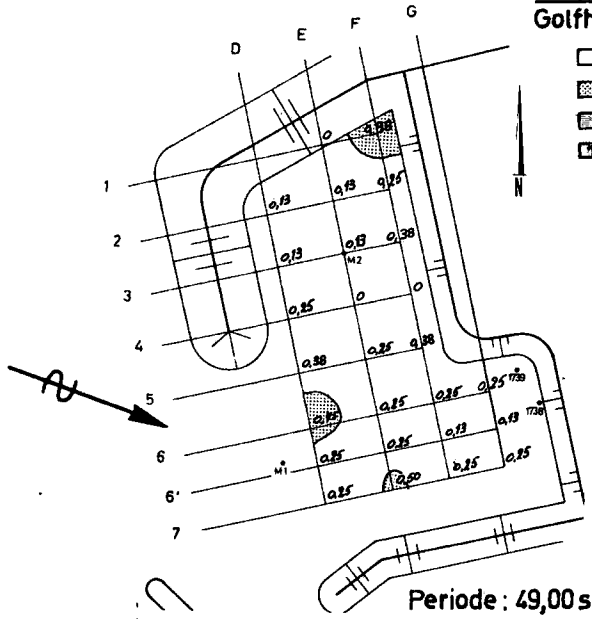
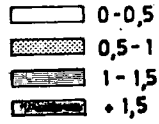
Schaal: 1/20.000
Waterstand: Z + 4,70 m

RESONANTIEPROEVEN L.N.G. HAVEN

VARIANTE D

RICHTING WNW

Golfhoogte binnen de haven
Golfhoogte buiten de haven



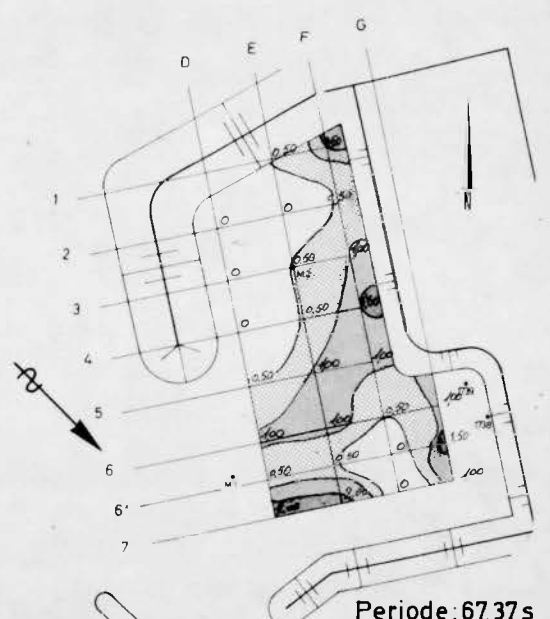
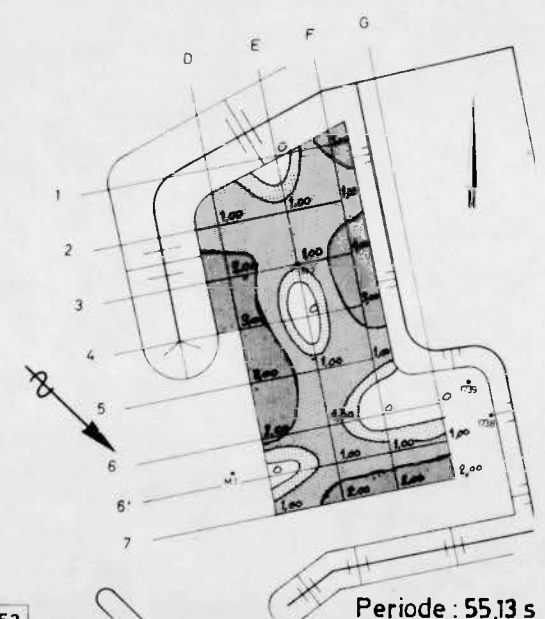
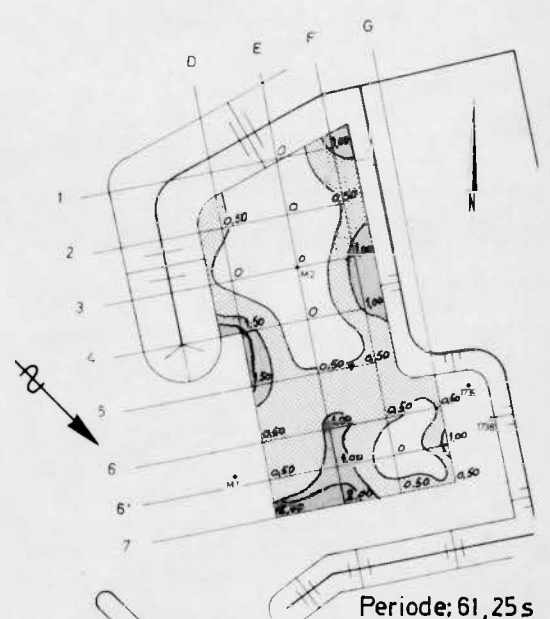
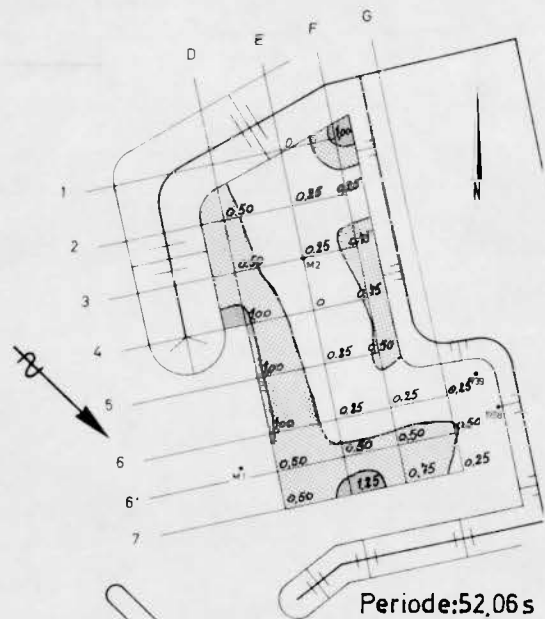
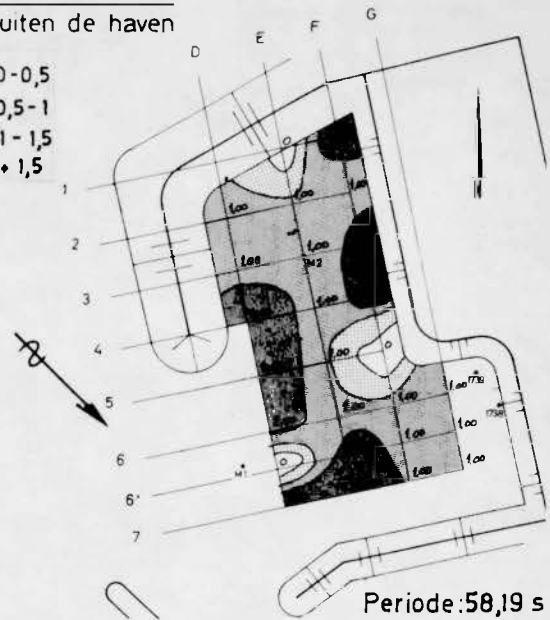
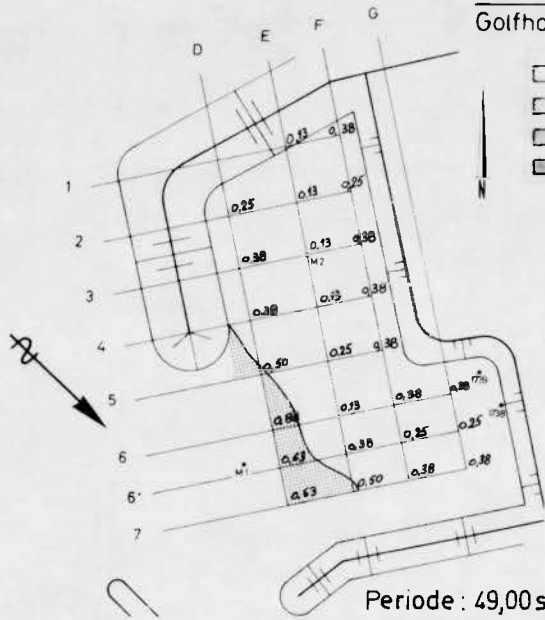
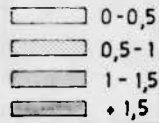
Schaal: 1/20.000
Waterstand: Z + 4,70 m

RESONANTIEPROEVEN L.N.G. HAVEN

VARIANTE D

RICHTING NW

Golfhoogte binnen de haven
Golfhoogte buiten de haven





Schaal: 1/20.000
Waterstand: Z + 4,70 m

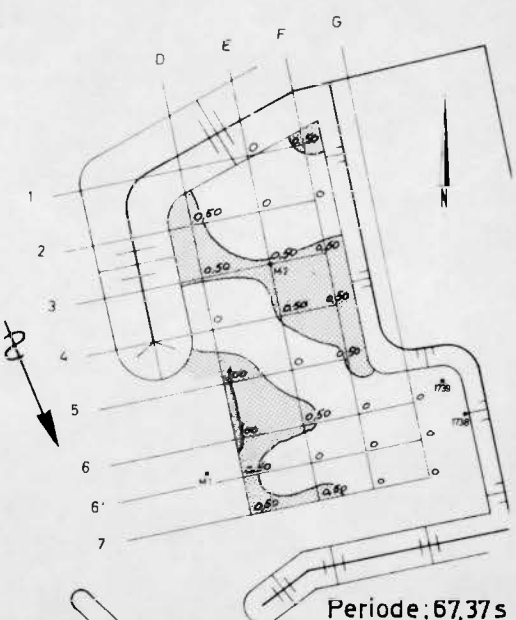
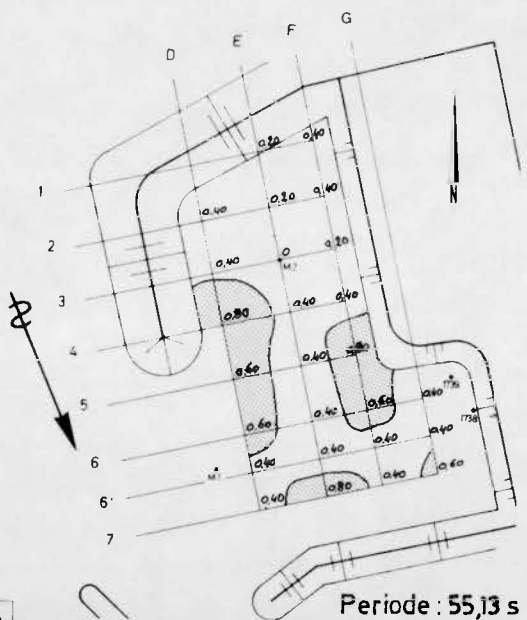
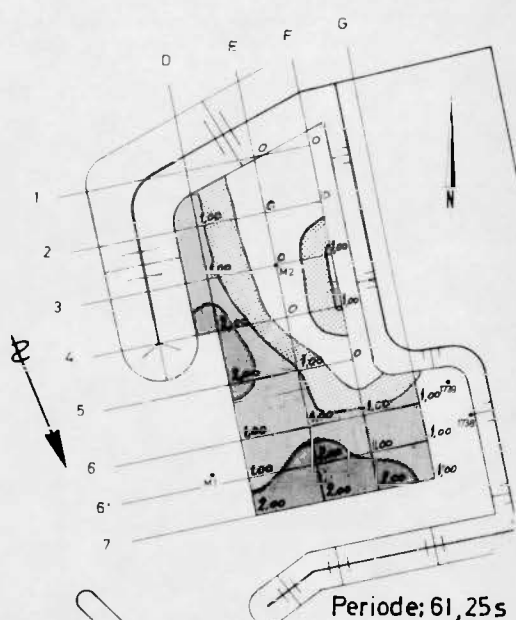
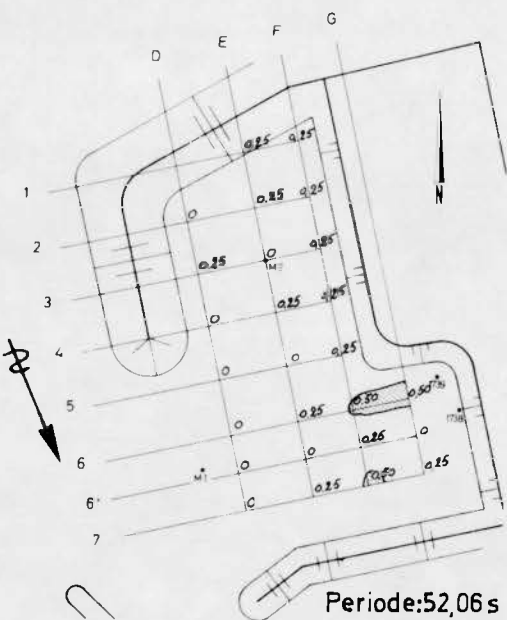
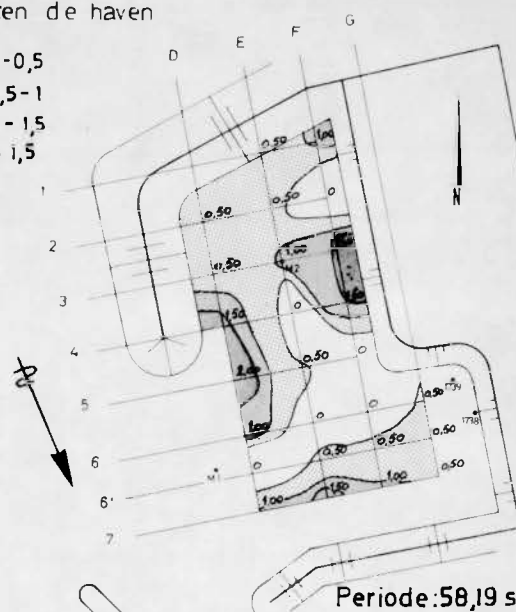
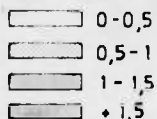
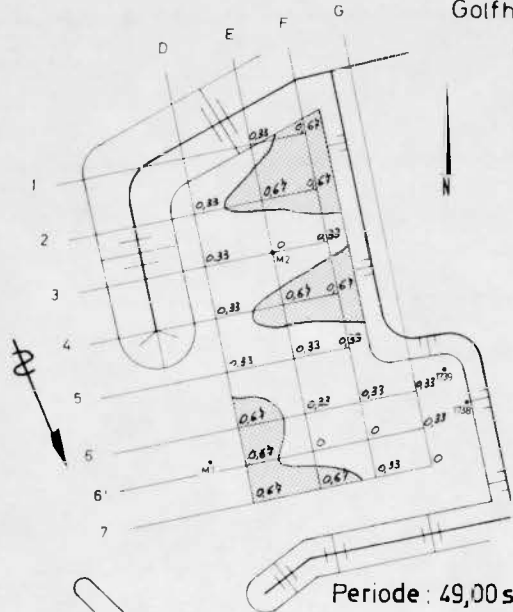
RESONANTIEPROEVEN L.N.G. HAVEN

VARIANTE D

RICHTING NNW

Golfhoogte binnen de haven

Golfhoogte buiten de haven



edilrie

WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM

BERCHEMLEI 115
2200 BORGERHOUT
BELGIE
TELEFOON 031/36.18.50.

