

dienst weg en water bouwkunde



ministerie van verkeer en waterstaat

rijkswaterstaat

dienst weg- en waterbouwkunde
afdeling advisering waterbouw

VERHAGEN, H.J.

Ligging van de Kustlijn, voorbeeldberekeningen/Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, hoofdafdeling Waterbouw, Afdeling Advies, (WBA), H.J. Verhagen. - Delft: RWS, DWW 1990. -4 [13] p. : ill. ; 30 cm

Notanr.: WBA-M-90.048

In opdracht van de Hoofddirectie van de Waterstaat

In het kader van het landelijk kustbeleid is een methode voor het berekenen van de kustlijn ontwikkeld (nota wba-n-90.125). De aldaar beschreven methode wordt hier toegepast voor een aantal kustvakken (Ameland, Callantsoog, Kop van Schouwen). Geconcludeerd wordt dat de gebruikte rekenmethode een redelijk stabiel beeld van de kustlijnligging geeft.

nota WBA-N-90048

aan: Stuurgroep Kustnota
van: ir. H.J. Verhagen
datum: 23 februari 1990
betr.: Ligging van de Kustlijn, voorbeeldberekeningen

Inleiding

In nota WBA-N-89125 is een methode gepresenteerd waarmee de kustlijn berekend kan worden t.b.v. het kustlijn-handhavingsbeleid van de rijksoverheid. In genoemde nota wordt uitgegaan van een aantal theoretische afwegingen. Het is noodzakelijk om door middel van een aantal praktijkvoorbeelden te analyseren of een en ander een werkbaar geheel opleverd.

Om hier enig inzicht in te krijgen is voor een beperkt aantal kustvakken een analyse uitgevoerd. Hiervoor zijn gekozen de kustvakken bij Calandsoog en bij de Kop van Schouwen. Ook is in beperkte mate naar de kust van Ameland gekeken. In de gebruikte rekenmethode zijn feitelijk een drietal parameters vrij te kiezen. Dit zijn:

- * de hoogte van de bovenkant van de te kuberen schijf zand (gekozen is voor de duinvoet)
- * de onderzijde van de te kuberen schijf zand (gekozen is voor GLW -h, waarin h het hoogteverschil is tussen de duinvoet en de GLW-lijn)
- * de breedte van de "marge"; dit moet een factor maal de standaardafwijking van de kustliggingen in de tijd zijn. (gekozen is voor een factor 1,3)

Een tweede doel van de hier uitgevoerde voorbeeldberekeningen is nagaan of de gekozen parameters acceptabel zijn.

Getracht moet worden om de parameters zo te kiezen dat de jaarlijkse fluctuatie in de ligging van de kustlijn minimaal is (een zo groot mogelijke filterwerking) en dat de kustlijn zoveel mogelijk vanuit een standpunt van goed kustbeheer de variaties in de kustprofielen weergeeft. Variaties in de veiligheid van de waterkering hoeven niet tot uiting te komen in de ligging van de kustlijn, omdat daar het handhavingsbeleid niet primair op gericht is. Het handhavingsbeleid is zo gekozen dat de veiligheid automatisch geen problemen oplevert, mits het duin goed beheerd wordt.

Daarnaast is het aantrekkelijk als de kustlijn in de buurt van de laagwaterlijn ligt.

Callantsoog

Er is een kustlijnberekening voor het kustvak bij Callantsoog gemaakt voor het gebied van raai 1265 t/m raai 1647. Gegevens zijn gebruik uit de jaren 1975 t/m 1986. Recentere jaren werden in het centrale Jarkusbestand niet aangetroffen.

De kustlijnberekeningen zijn uitgevoerd met een duinvoet-hoogte van 2,50 m boven NAP en een laagwaterniveau van 0,85 onder NAP. In figuur C1 en C2 zijn een tweetal kenmerkende dwarsprofielen voor dit kustvak weergegeven.

Voor alle raaien en alle jaren is een kustlijnberekening uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn weergegeven in de figuren C3 t/m C9. Hier is steeds de gevonden kustlijn ingetekend in de ligging van de dieptelijnen. Indien relevant is ook de marge aangegeven.

Het blijkt dat de kustlijn redelijk goed in de buurt van de laagwaterlijn ligt. De fluctuaties in de kustlijn zijn relatief klein, ze liggen in de orde van 25 meter. In dit kustvak zijn veel beweeglijke banken aanwezig. Dit is duidelijk te zien op de twee profielen (fig. C1 en C2). Het effect hiervan op de kustlijn is niet erg groot bij de gekozen waarde van h. In de figuren C5 en C6 gaat de NAP -2 m lijn in 1983 sterk zeewaarts. Het effect daarvan op de kustlijn is klein.

Ook de figuren C7 t/m C9 laten zien dat de kustlijn goed in de buurt van de laagwaterlijn ligt. Alleen in 1985 is dat niet het geval. Vergelijking van de figuur van 1980 en 1985 laat echter zien dat de verplaatsing van de kustlijn tussen die twee jaren niet zo groot is, maar dat wel de LW-lijn sterk landwaarts verplaatst is. Dat komt omdat zich een zwin op het strand gevormd heeft met een diepte onder de laagwaterlijn. Feitelijk is hier dus geen sprake van kustachteruitgang, alhoewel de LW-lijn behoorlijk landwaarts is verplaatst. De hoeveelheid zand is niet minder geworden, en over een paar jaar is dit zwin verdwenen, en ligt de LW-lijn weer verder zeewaarts. In dit geval is de kustlijn dus een betere maat voor de kusterosie dan de LW-lijn. De gekozen waarde voor h lijkt acceptabel.

Schouwen

De kustlijn is bij de Kop van Schouwen bepaald voor raai 1288 t/m 1485 voor de jaren 1975 t/m 1988. In 1986 is in dit kustvak een zandsuppletie uitgevoerd vanaf raai 1320 t/m 1490.

Enkele kenmerkende profielen zijn weergegeven in fig. S1 en S2.

De kustlijn is berekend met een duinvoetheogte van NAP + 2,50 m en een laagwaterniveau van 1,59 onder NAP. In de figuren S3 t/m S5 is de kustlijn als functie van de tijd gegeven, figuur S6 t/m S9 geven de kustlijn als functie van de plaats. Bij de grafieken met lijnen als functie van de plaats moet er rekening mee gehouden worden dat de hoofdraai langs de kop van Schouwen enkele knikken vertoont. Deze knikken zijn duidelijk terug te vinden in de figuren.

In dit geval blijkt de kustlijn iets landwaarts te liggen van de laagwaterlijn. De oorzaak hiervan is het feit dat de vorm van de profielen op Schouwen wat anders is dan bij Callantsoog. De kust is hier steiler. De marge is vrij klein, zie figuur S3. In de andere figuren is de marge niet aangegeven, omdat deze niet in een keer berekend kon worden. Dit in verband met de uitevoerde zandsuppletie. Met name uit figuur S4, en in mindere mate ook uit figuur S3 blijkt de invloed van de zandsuppletie. Het is duidelijk dat de kustlijn zeewaarts verplaatst wordt. Dit gebeurt echter niet in een keer. De zandsuppletie is relatief laag aangebracht (zie figuur S2). Daardoor verplaatst bijv. de LW-lijn zich meer zeewaarts dan de kustlijn. Doordat na een jaar de normale profielvorm zich begint te herstellen gaat de kustlijn weer relatief op dezelfde plaats liggen als waar deze voor de suppletie lag, nl iets landwaarts van de LW-lijn. Dit blijkt ook uit een vergelijking van de figuren S8 en S9.

Uit de figuren S7 t/m S9 blijkt heel duidelijk dat de kustlijn keurig evenwijdig aan de dieptelijnen blijft lopen, en dat dat ook na een suppletie zo is.

Voor de kust van Schouwen is ook een berekening met een afwijkende schijfdikte uitgevoerd. In plaats van een hoogte 2h is een hoogte 1,5 h gebruikt. Hierdoor heeft de onderwateroever wat minder invloed op de ligging van de kustlijn. Bovendien verschuift de kustlijn landwaarts. Deze kustlijn is weergegeven in figuur S10.

Het blijkt dat de kustlijn dan ongeveer ter plaatse van de NAP-lijn komt te lopen. Van groter belang is het feit dat de beide kustlijnen vrijwel evenwijdig lopen. Dat betekent dat voor het bepalen van de kustachteruitgang het niet relevant is of voor een waarde 2h of 1,5 h gekozen wordt.

De waarde 2h is in dat geval te verkiezen omdat er dan een betere invloed is van het onderwaterdeel van het profiel. Met name voor het beoordelen van de effectiviteit van suppleties is dit van belang.

Ameland

Voor het kustvak Ameland is een berekening van de kustlijn voor het jaar 1988 gemaakt. Hierbij is gebruik gemaakt van een duinvoetheogte van 2.50 m en een laag water niveau van 1,24 m onder NAP. Het resultaat hiervan is geplot in figuur A1. In dit geval blijkt de kustlijn iets zeewaarts te liggen van de laagwaterlijn. Dit komt voornamelijk door het zeer flauwe profiel langs de kust van Ameland. Heel duidelijk blijkt ook de filterende werking van de kustlijn. De kustlijn vertoont aanmerkelijk minder fluctuaties dan de laagwaterlijn of de NAP - 2.25 lijn. In figuur A2 en A3 zijn een tweetal kenmerkende profielen voor de kust van Ameland weergegeven.

Bij Ameland is ook gekeken naar de invloed van de keuze van de duinvoetheogte. Berekeningen zijn uitgevoerd voor duinhoogtes 2.00 m, 2.25, 2,50, 2,75 en 3,00 m. Bij een analyse van de resultaten blijkt dat de hoogte zelf geen invloed op het resultaat heeft. Indirect is er wel een invloed, nl doordat bij een hogere waarde van de duinvoet, de waarde van het onderniveau onder laag water daarmee evenredig afneemt. Een verhoging van de duinvoet met 25 cm geeft een verlaging van het onderniveau met ook 25 cm; de te kuberen schijf wordt daarmee dus 50 cm dikker. Het feit dat dit onderniveau verlaagd wordt heeft wel invloed op de ligging van de kustlijn. In figuur A4 is de ligging van de kustlijn voor een aantal gebruikte duinvoet-hoogten aangegeven.

In figuur A5 is de ligging van de kustlijn aangegeven voor de duinvoetheogten van 2,25 t/m 3,00 m t.o.v. de ligging van de kustlijn bepaald met een duinvoetheogte van 2,00 m. Het blijkt dat over het geheel genomen dit een verschuiving geeft van ongeveer 30 m t.g.v. een duinvoetheogtevariatie van 1 m.

Hieruit moet geconcludeerd worden dat de keuze van de duinvoetheogte niet willekeurig mag gebeuren, omdat dit invloed heeft met name in het diepere gedeelte van de beschouwde onderwateroever. Het is met name van belang dat een eenmaal gekozen duinvoetheogte in toekomstige berekeningen gehandhaafd wordt.

Indien een en ander problematisch blijkt te zijn kan het alternatief zijn dat de schijfdikte anders bepaald wordt, bijv de schijf laten lopen vanaf de duinvoet tot een diepte van $GLW - 1,5 * \text{tijverschil}$. Het tijverschil is vrij exact vast te stellen, en de hoogte van de duinvoet is dan niet erg relevant meer. Aanbevolen wordt om na een eerste berekening van de gehele Nederlandse kust hierover een besluit te nemen.

Marges

In al de uitgevoerde berekeningen is een marge van $1,3 * \text{sigma}$ gebruikt. Gezien de resultaten lijkt het te overwegen om deze marge te vergroten tot $2 * \text{sigma}$. Het verschil in meters is niet zo groot, en het geheel geeft de betrokkenen wat meer speling in de planning van suppletiewerken. Ook in de richting van het publiek is een marge van $2 * \text{sigma}$ aantrekkelijker omdat de kans dat een kustlijn landwaarts van de landwaartse margegrens komt te liggen vrij klein wordt (orde 2,5 %). Over het algemeen zal deze marge t.a.v. de op het strand beschikbare ruimte geen problemen geven.

Aanbevelingen

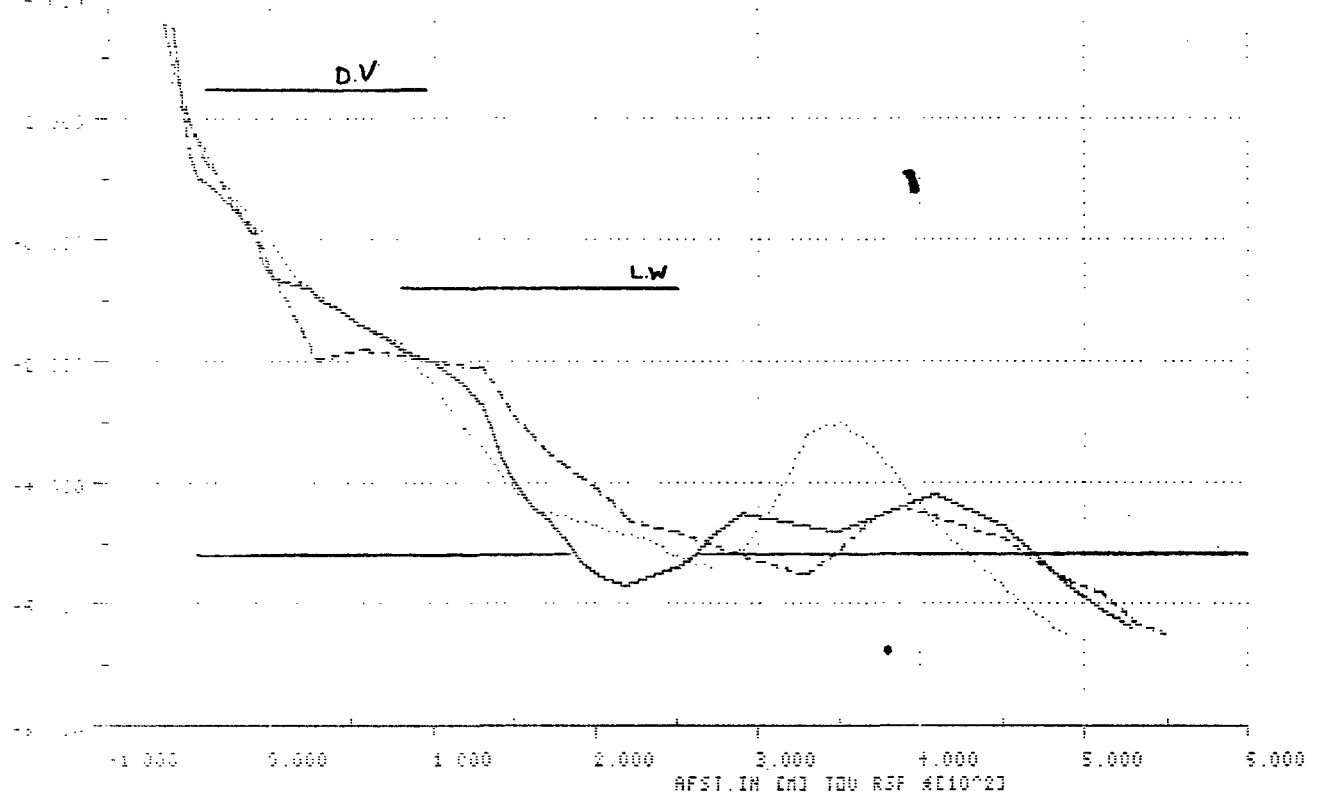
Uit de uitgevoerde voorbeeldberekeningen blijkt dat de gekozen waarden voor de verschillende parameters werkbare resultaten opleveren. De gekozen waarde van $1,3 * \text{sigma}$ kan wellicht vergroot worden tot $2 * \text{sigma}$. Aanbevolen wordt om de

gehele Nederlandse kust door te rekenen op de wijze zoals hierboven aangegeven. De resultaten van deze berekening kunnen dienen ter onderbouwing en illustratie van de in de kustnota voorgestelde methodiek. Verder kan aan de hand van de resultaten besloten worden of e.e.a. in de Leidraad Kust opgenomen wordt, of dat andere parameters wellicht beter zijn.

NO. OF THE REF

PROFIEL NR 1360

WATER NUMBER = 1



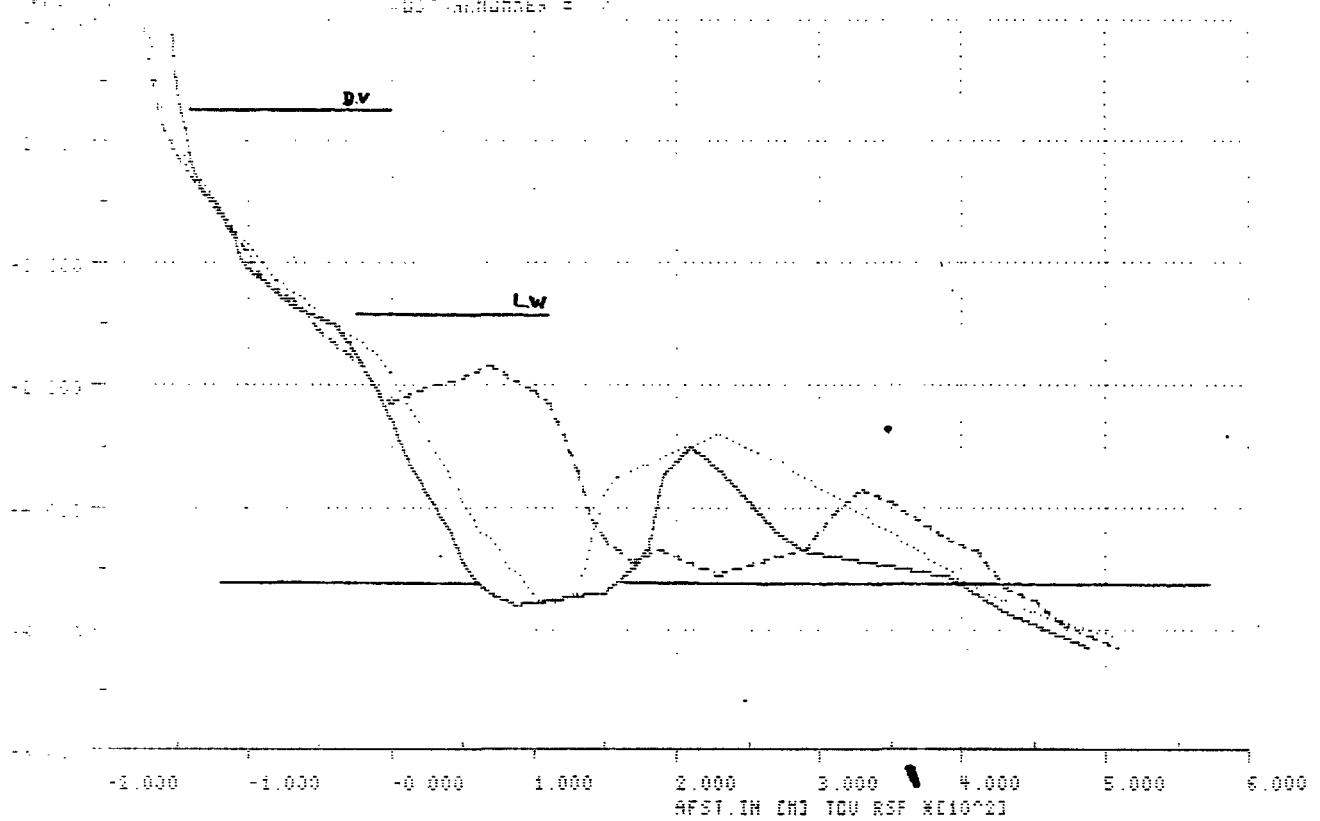
— JAAR = 1975
 JAAR = 1980
 - - - - JAAR = 1985

FIG NR 1

NO. OF THE REF

PROFIEL NR 1565

WATER NUMBER = 1

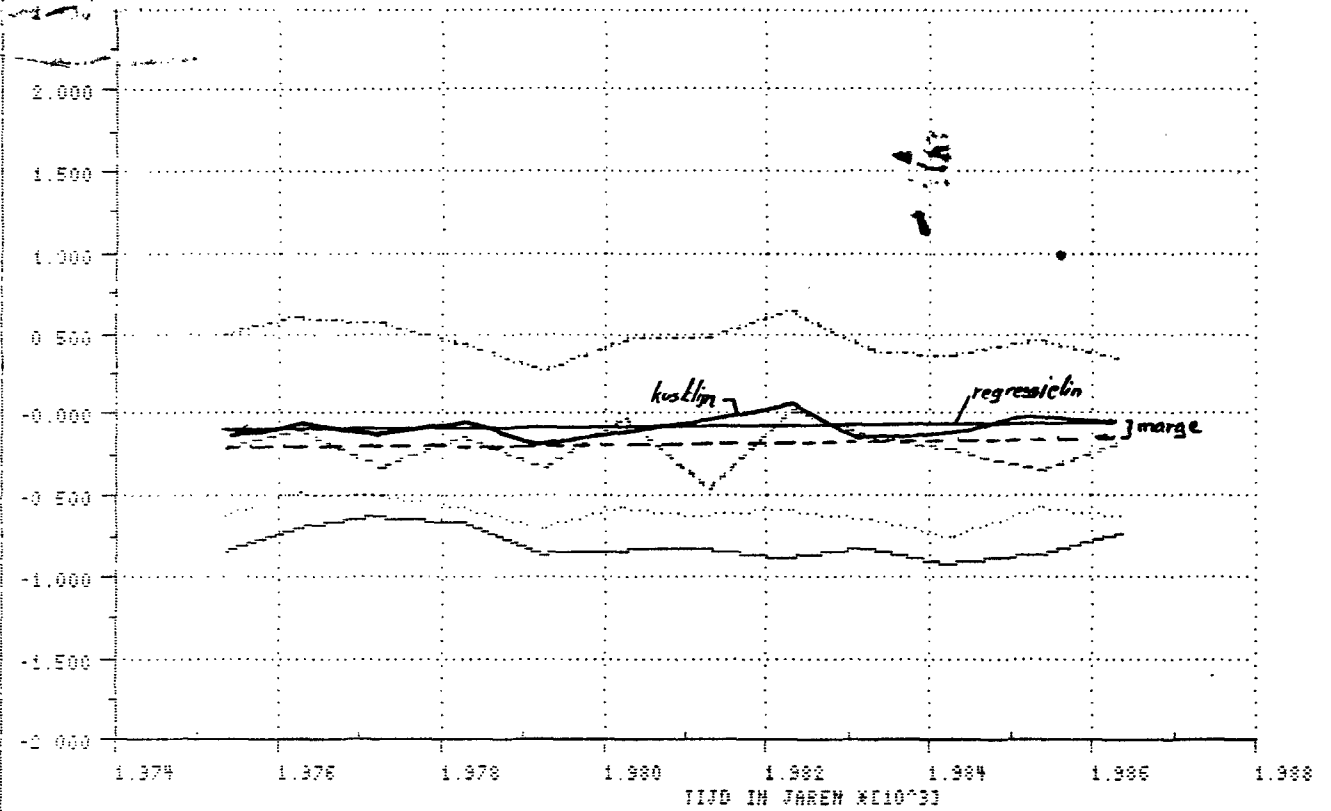


— JAAR = 1975
 JAAR = 1980
 - - - - JAAR = 1985

FIG NR 2

AFST IN CHJ TOU N = 0
 *E10²¹

DIEPTELIJNEN ALS TIJDFUNKTIE



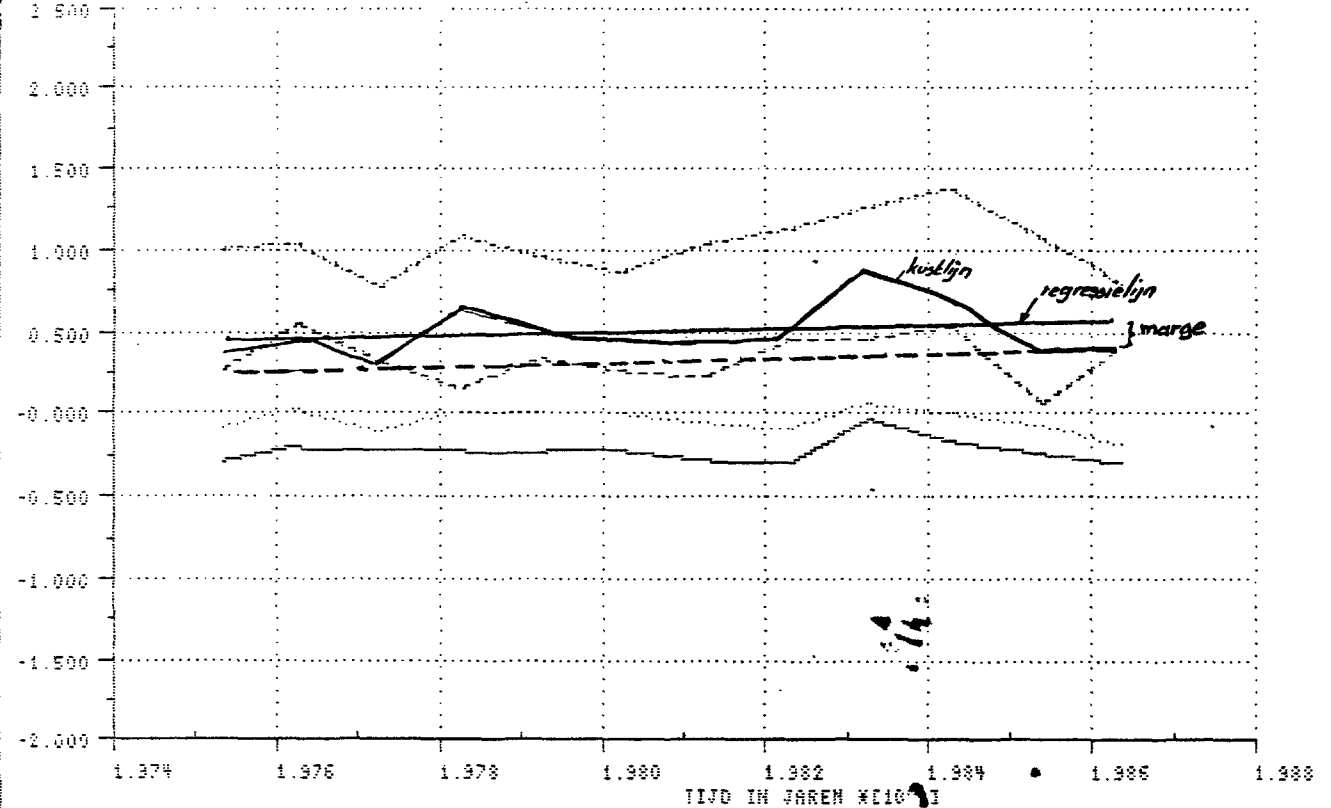
PROFIEL NR = 1265

- NIUD = 0.70 CHJ NAP
- NIUD = 0.00 CHJ NAP
- - - NIUD = -0.25 CHJ NAP
- · - NIUD = -2.00 CHJ NAP

FIG NR 3

AFST IN CHJ TOU N = 0
 *E10²¹

DIEPTELIJNEN ALS TIJDFUNKTIE



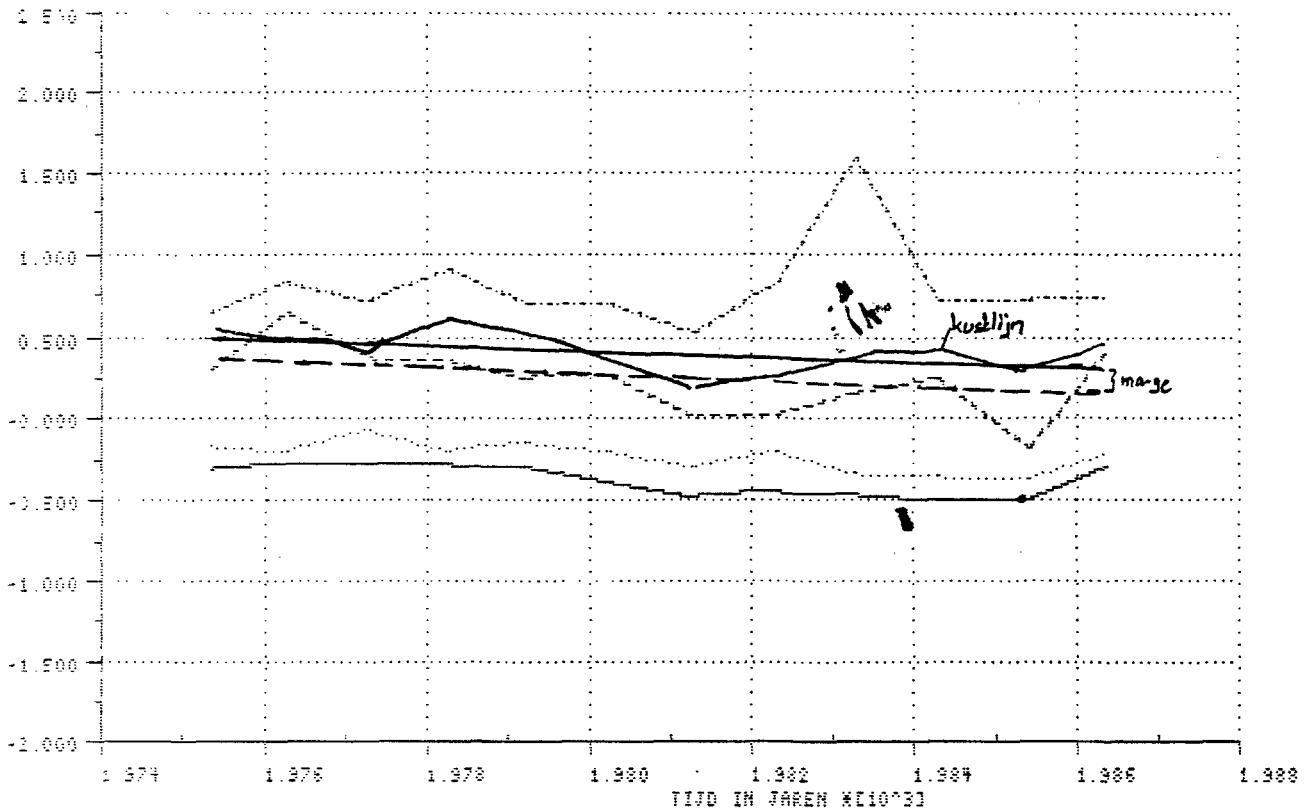
PROFIEL NR = 1360

- NIUD = 0.70 CHJ NAP
- NIUD = 0.00 CHJ NAP
- - - NIUD = -0.25 CHJ NAP
- · - NIUD = -2.00 CHJ NAP

FIG NR 4

AFST. IN CM TOU N = 0
*10²¹
2.500

DIEPTELIJNEN ALS TIJDFUNKTIE



PROFIEL NR = 1462

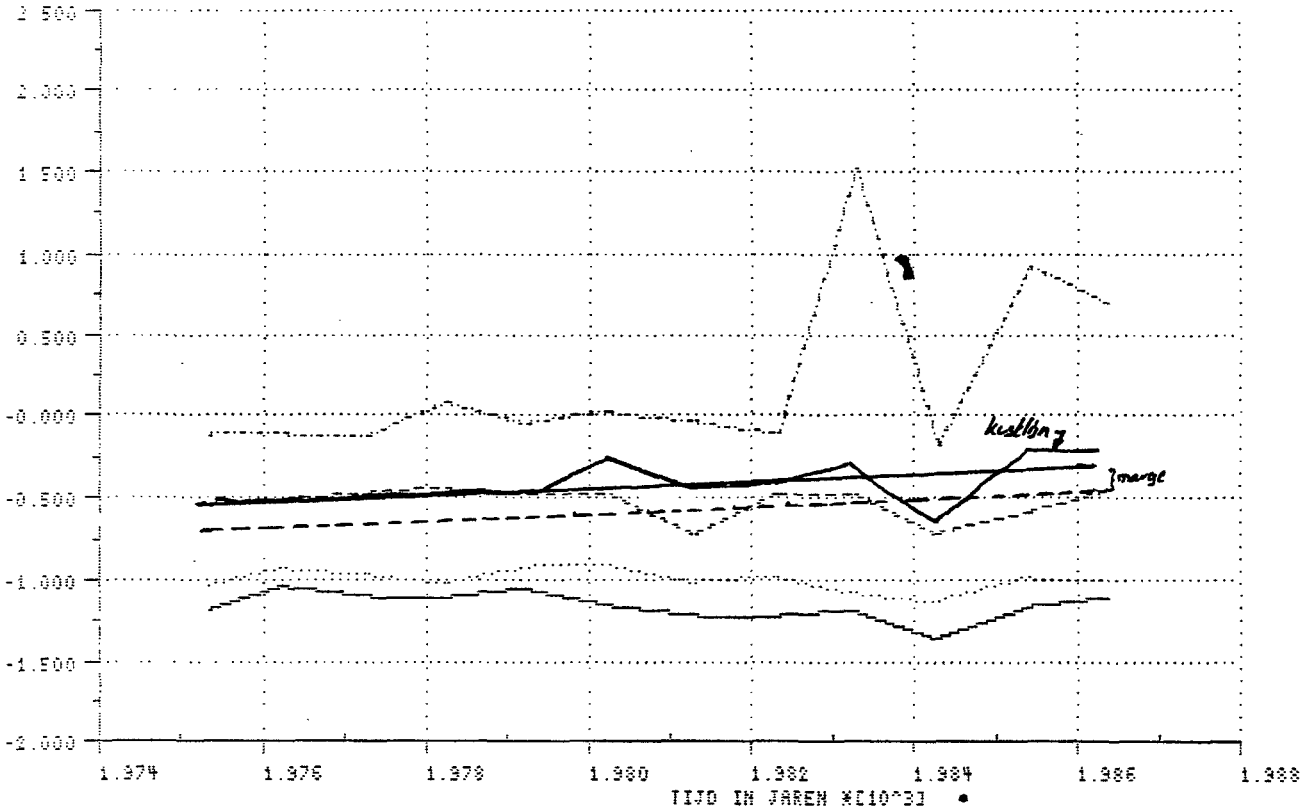
— NIUD = 0.70 CM NAP
..... NIUD = 0.00 CM NAP
- - - NIUD = -0.85 CM NAP
- · - NIUD = -2.00 CM NAP

FIG NR 25

CONFORM NEN 4100-2002 EN NEN 4101-1-2002

AFST. IN CM TOU N = 0
*10²¹
2.500

DIEPTELIJNEN ALS TIJDFUNKTIE



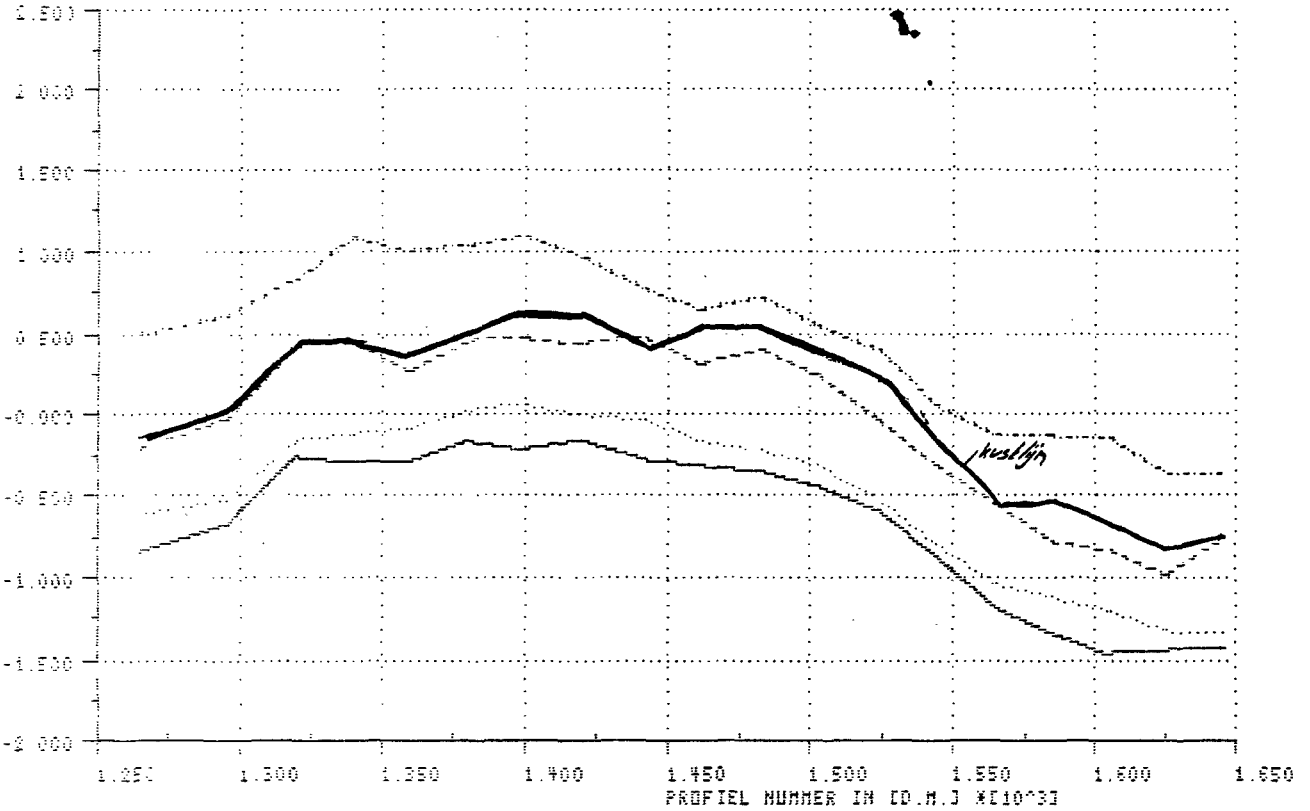
PROFIEL NR = 1565

— NIUD = 0.70 CM NAP
..... NIUD = 0.00 CM NAP
- - - NIUD = -0.85 CM NAP
- · - NIUD = -2.00 CM NAP

FIG NR 26

AFST IN CHJ TOU N = 0
 *10²¹

DIEPTELIJNEN ALS PLAATSFUNKTIE



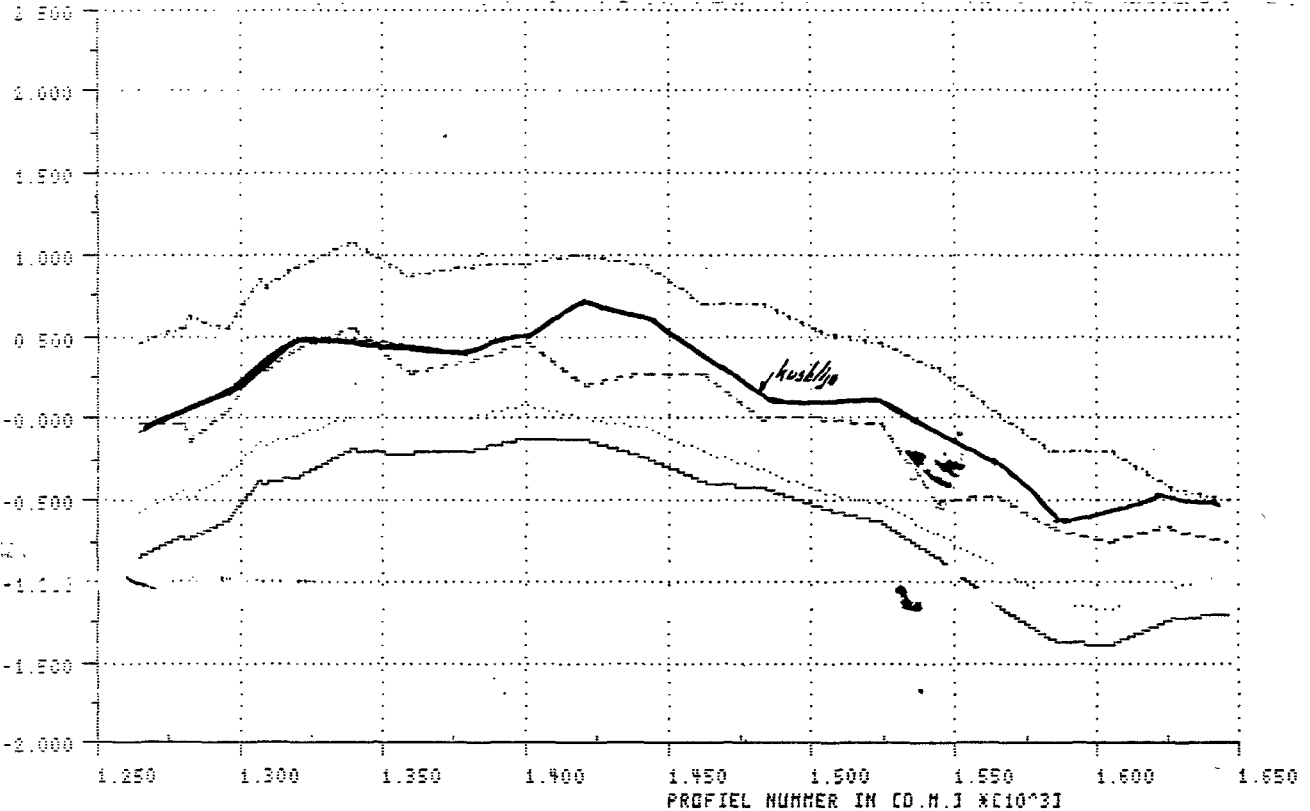
JAAR = 1975

- = NIUD : 0.70 CHJ NAP
- = NIUD : 0.00 CHJ NAP
- = NIUD : -0.85 CHJ NAP
- · - · - = NIUD : -2.00 CHJ NAP

FIG NRd7

AFST IN CHJ TOU N = 0
 *10²¹

DIEPTELIJNEN ALS PLAATSFUNKTIE



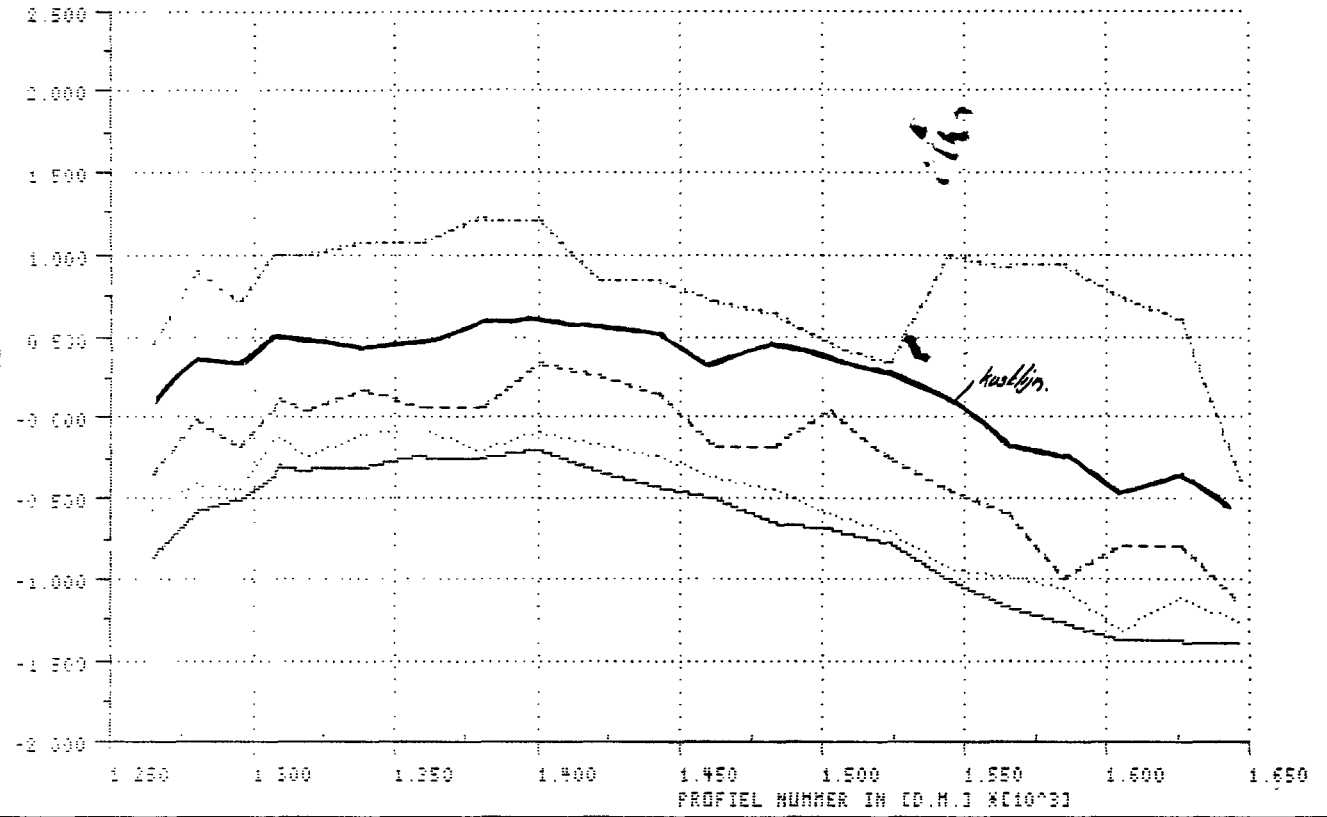
JAAR = 1980

- = NIUD : 0.70 CHJ NAP
- = NIUD : 0.00 CHJ NAP
- = NIUD : -0.85 CHJ NAP
- · - · - = NIUD : -2.00 CHJ NAP

FIG NRd8

AFST. IN CM TO N = 0
4010*23

DIEPTELIJNEN ALS PLAATSFUNKTIE

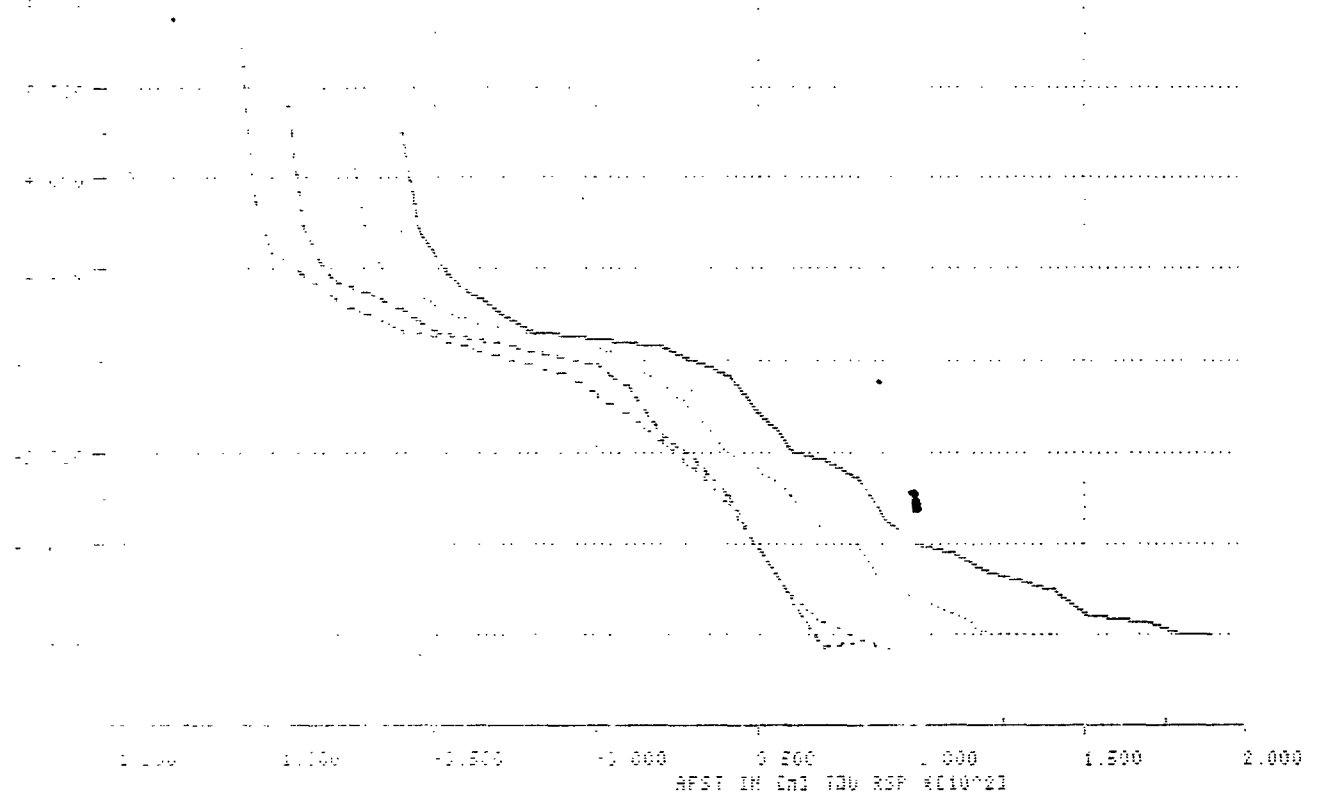


JAAR = 1988

- = NIUD : 0.70 [M] NAP
- = NIUD : 0.00 [M] NAP
- = NIUD : -0.85 [M] NAP
- . - . - = NIUD : -2.00 [M] NAP

FIG NR 9

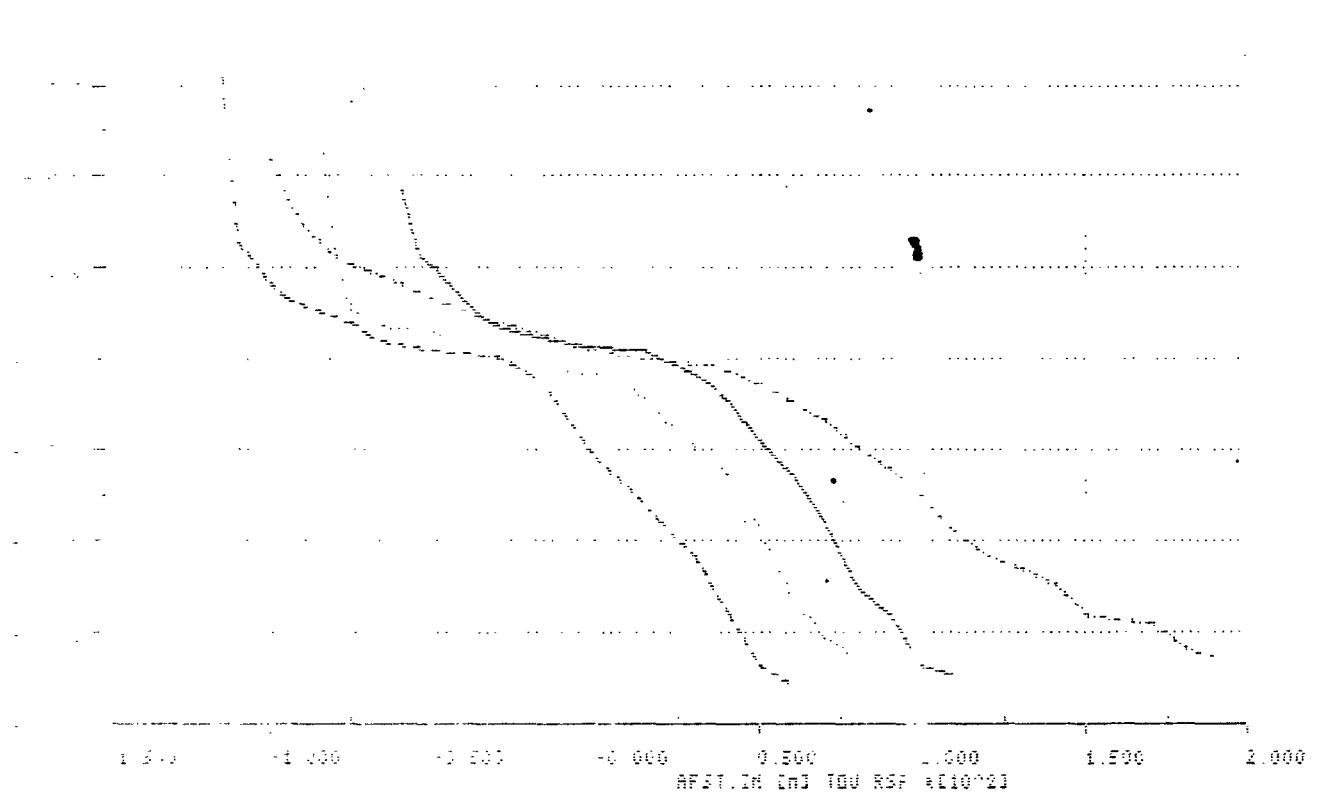
PROFIL NR 1230
 20% - PLOTTER = 10, Schouwen



————	TARR = 197E	32
.....	TARR = 1990	18
-----	TARR = 1910	6
-----	TARR = 1980	0

FIG NR 51

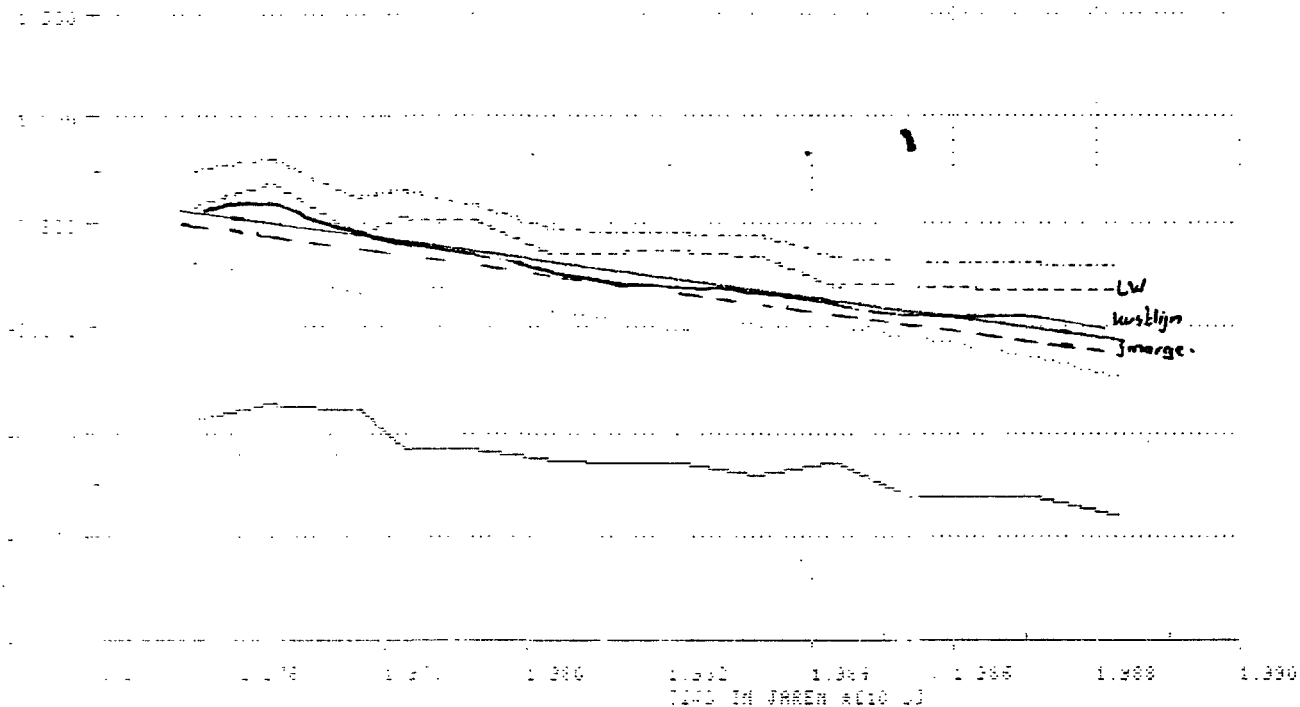
PROFIL NR 127E
 20% - PLOTTER = 10, Schouwen



————	TARR = 197E	32
.....	TARR = 1990	5
-----	TARR = 198E	-10
-----	TARR = 1980	53

FIG

DIEPTELIJNEN ALS TIJDFUNCTIE

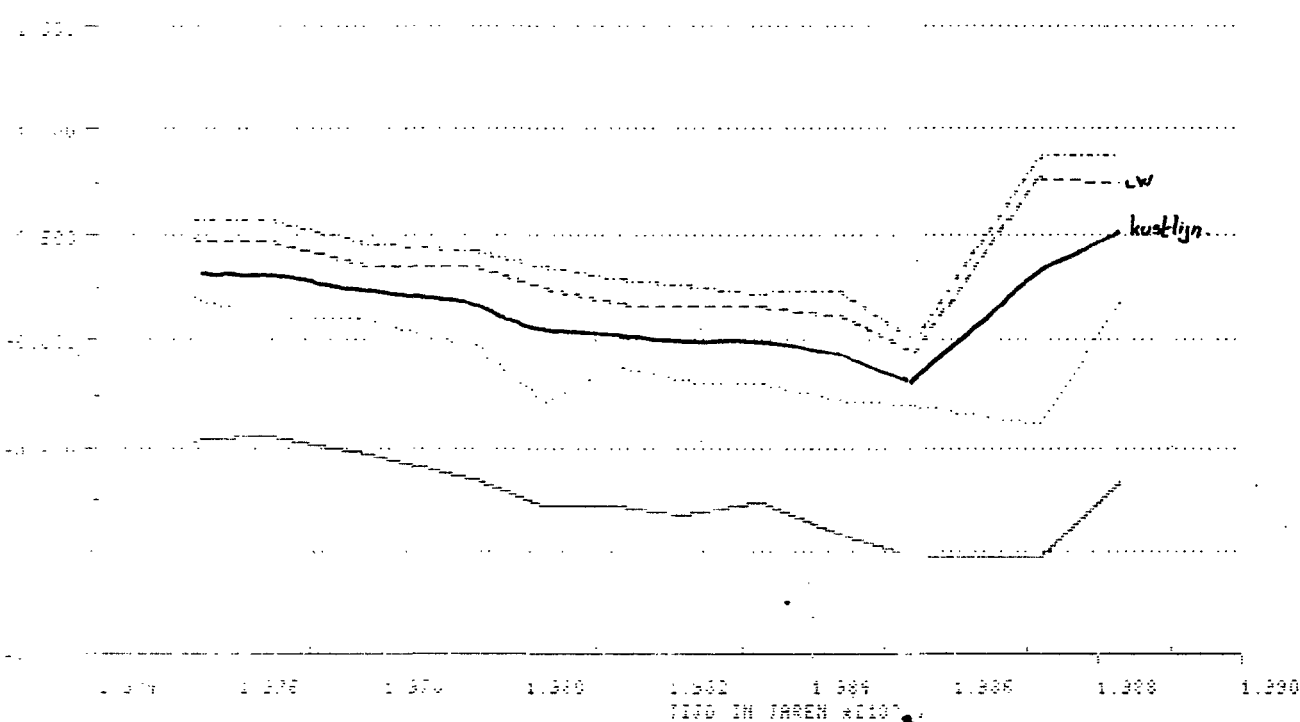


PROFIEL NR = 1388, schouwen

———— NIJD = 1.00 DHD NAP
 NIJD = 0.00 DHD NAP
 - - - - NIJD = -1.00 DHD NAP
 - · - · NIJD = -1.25 DHD NAP

FIG NR 83

DIEPTELIJNEN ALS TIJDFUNCTIE

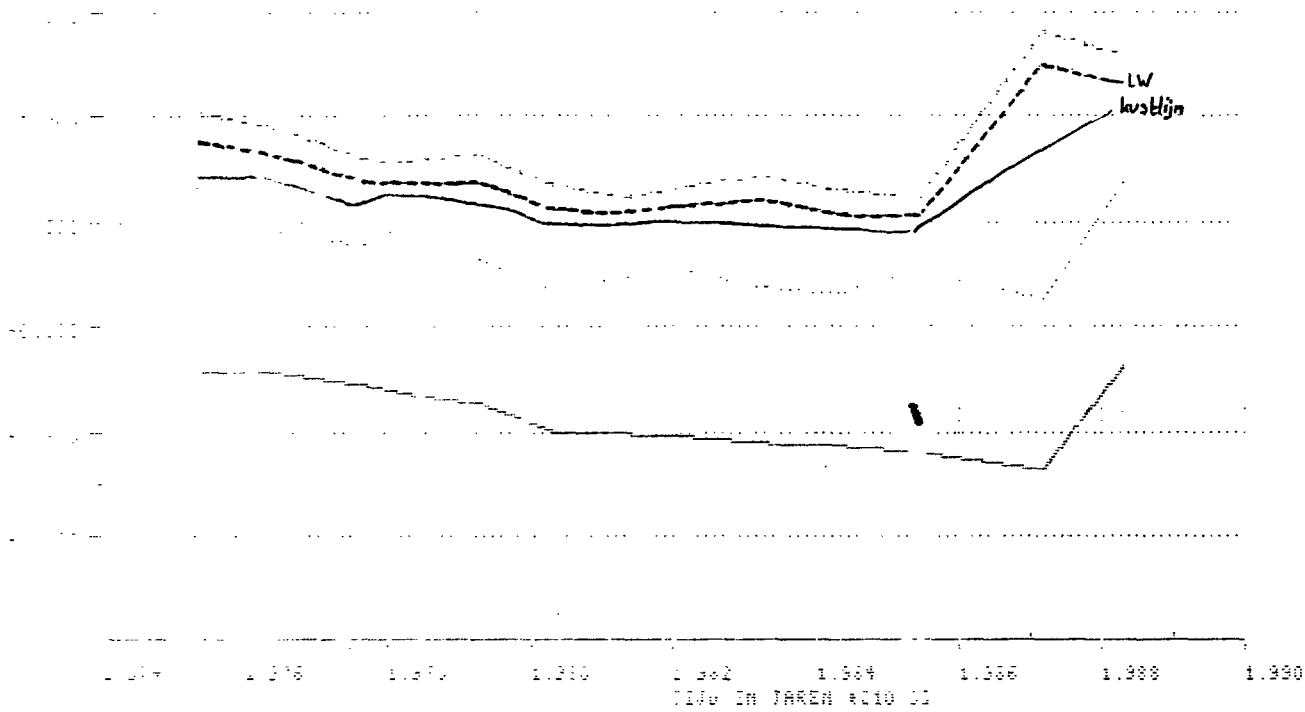


PROFIEL NR = 1395, schouwen

———— NIJD = 1.00 DHD NAP
 NIJD = 0.00 DHD NAP
 - - - - NIJD = -1.00 DHD NAP
 - · - · NIJD = -2.25 DHD NAP

FIG NR 84

DIEPTELIJNEN ALS TIEFENKURVE

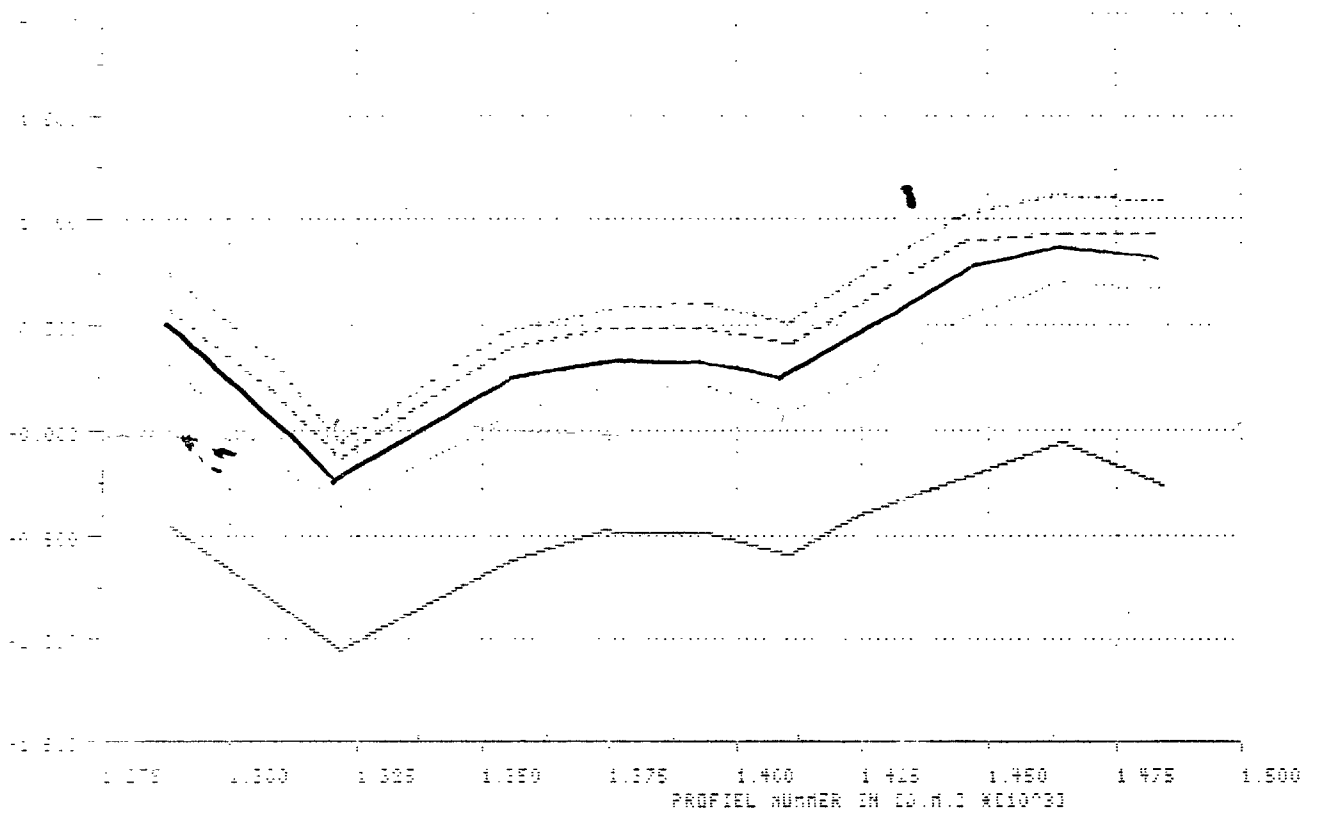


na 1914: *Schaam*

————— H100 = 1.00 DND 1914
 - - - - - H100 = 0.00 DND 1914
 H100 = -1.00 DND 1914
 - · - · - H100 = -2.00 DND 1914

FIG. NR. 55

DIEPTELIJNEN ALS PLAGAASFUNCTIE

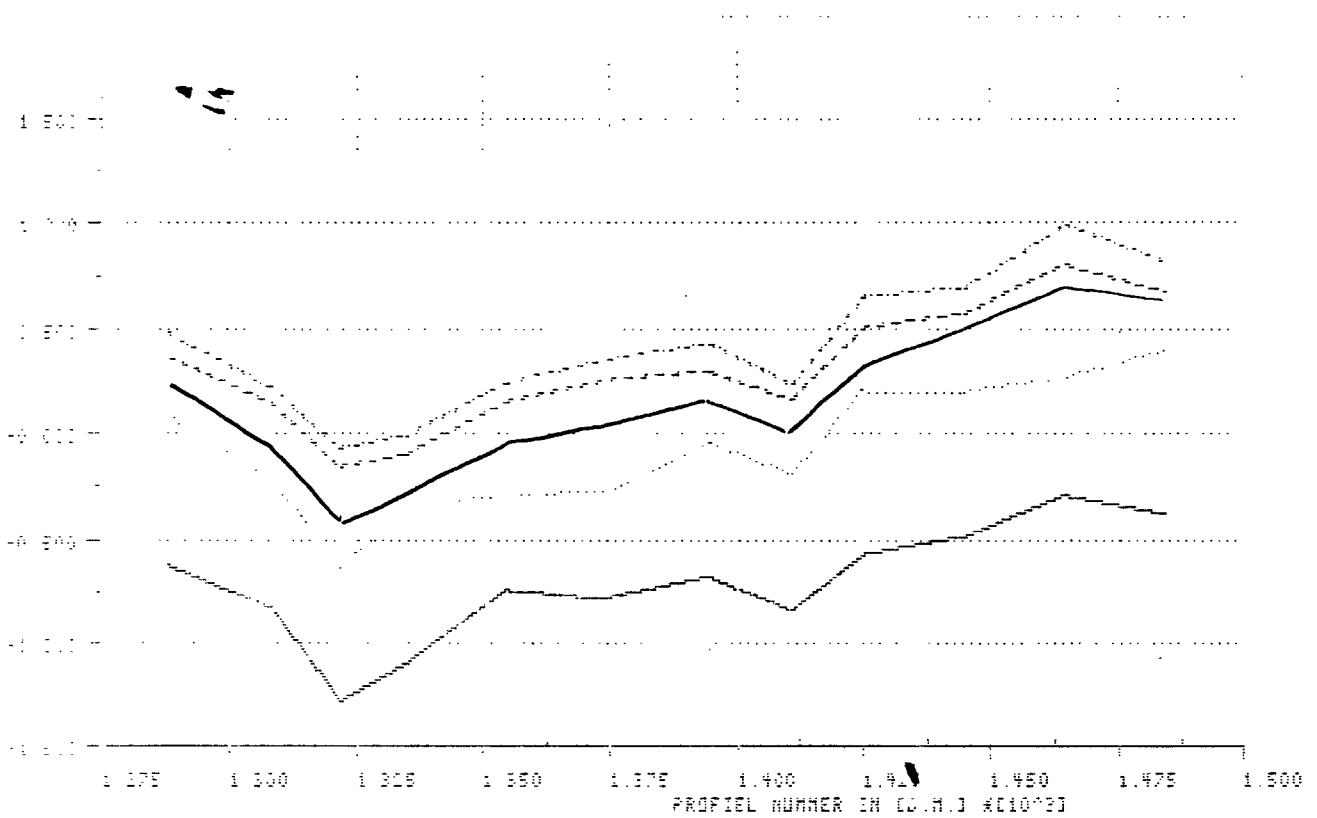


JAAK = 1978, schouwen

- = NIOD 1.80 CH3 NAP
- = NIOD 0.00 CH3 NAP
- = NIOD -1.60 CH3 NAP
- = NIOD -2.25 CH3 NAP

FIG NR 56

DIEPTELIJNEN ALS PLAGAASFUNCTIE

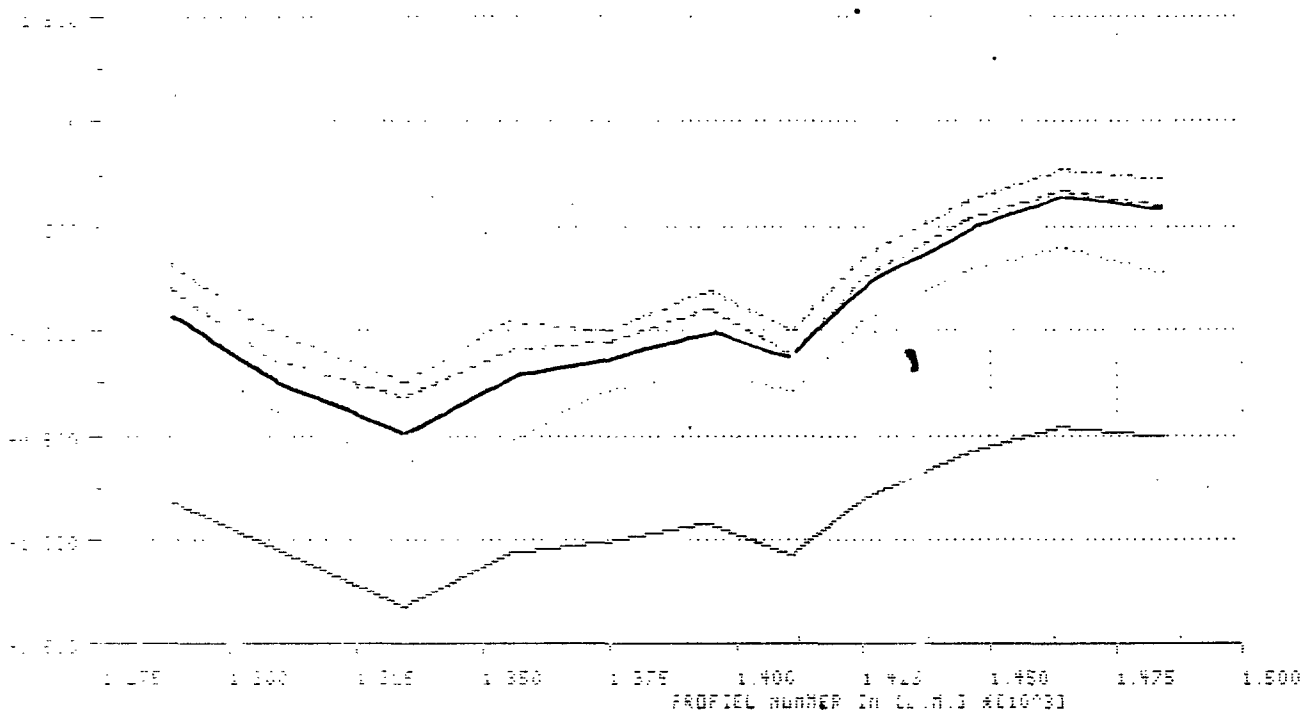


JAAK = 1980

- = NIOD 1.80 CH3 NAP
- = NIOD 0.00 CH3 NAP
- = NIOD -1.60 CH3 NAP
- = NIOD -2.25 CH3 NAP

FIG NR 57

DEPTIELIJNEN ALS PLAATSPUNKTIE

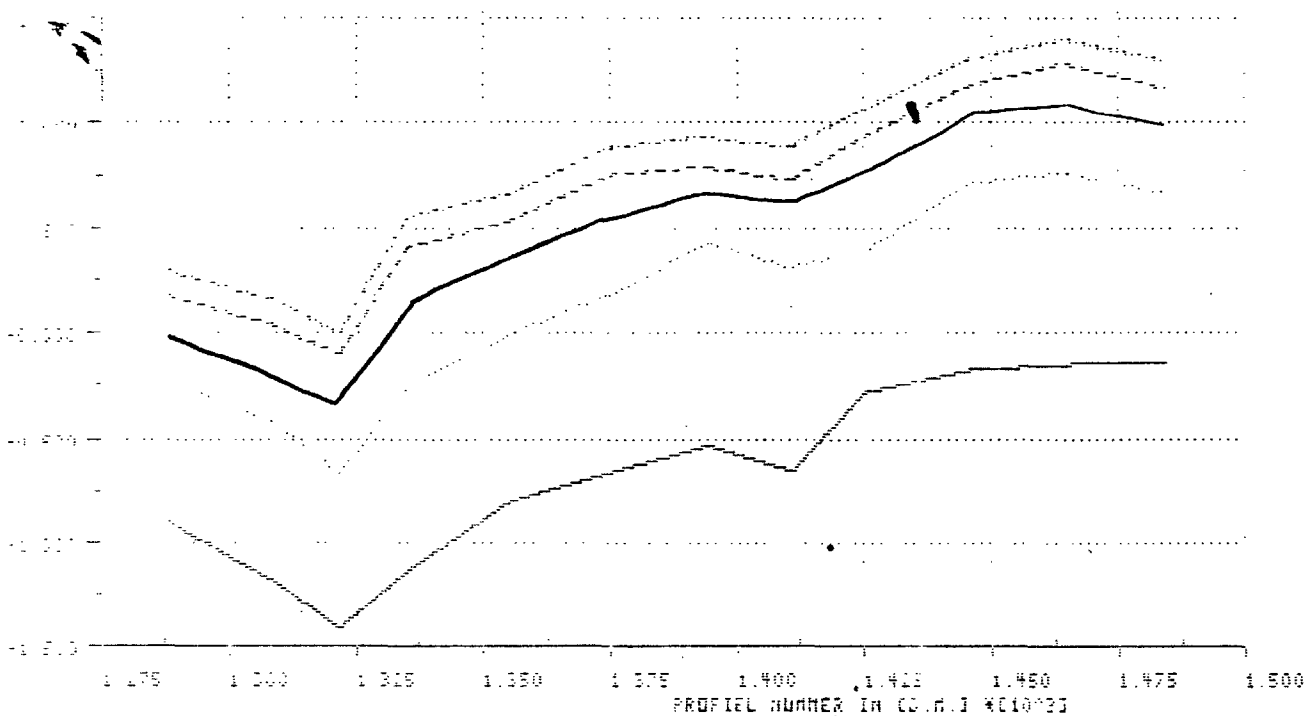


DAAR = 1-15, schouwen

- = NIJD : 1.00 DM NAP
- = NIJD : 0.00 DM NAP
- - - - - = NIJD : -1.00 DM NAP
- · - · - = NIJD : -2.25 DM NAP

FIG NR 58

DEPTIELIJNEN ALS PLAATSPUNKTIE



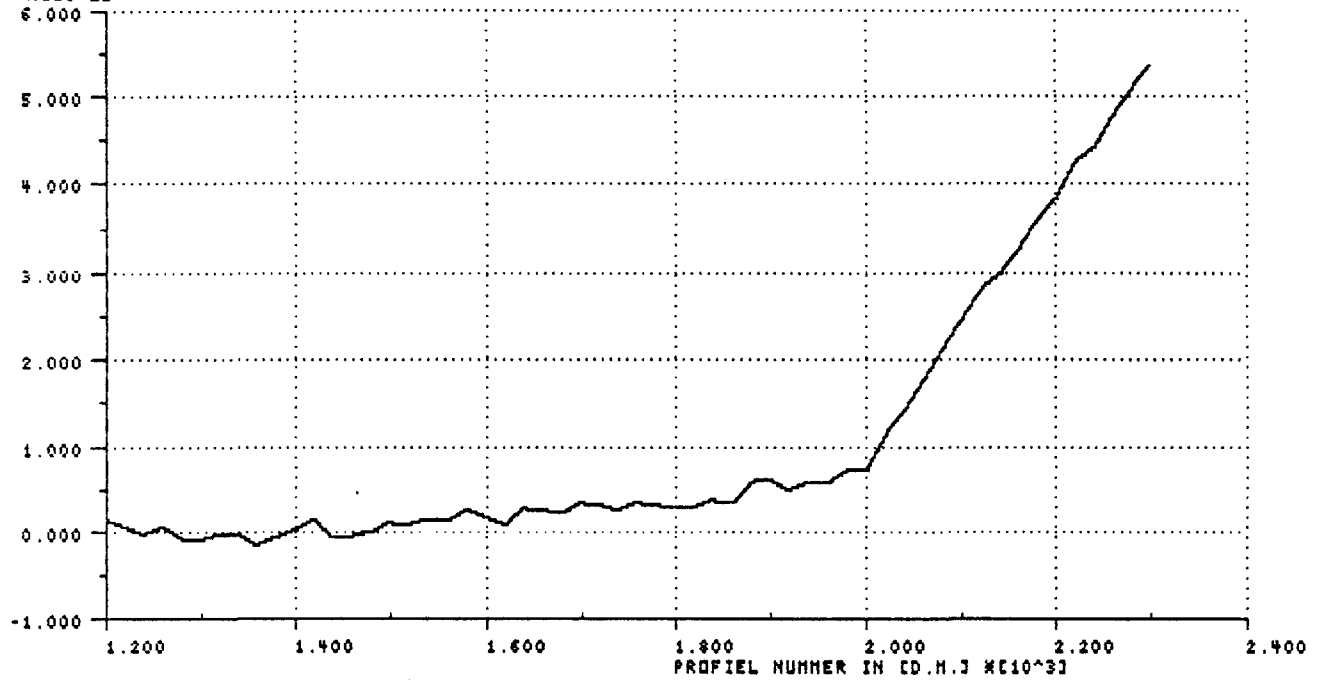
DAAR = 1910

- = NIJD : 1.00 DM NAP
- = NIJD : 0.00 DM NAP
- - - - - = NIJD : -1.00 DM NAP
- · - · - = NIJD : -2.25 DM NAP

FIG NR 59

AFST. IN CM TOU X = 0
 KC10^23

KUSTLIJN ALS PLAATSFUNKTIE



JAAR = 1988
 DUNDEET = 2.50 CM NAP
 GEM. LAAG WATER = -1.24 CM NAP

———— = BEREKENDE KUSTLIJN

FIG NR A1

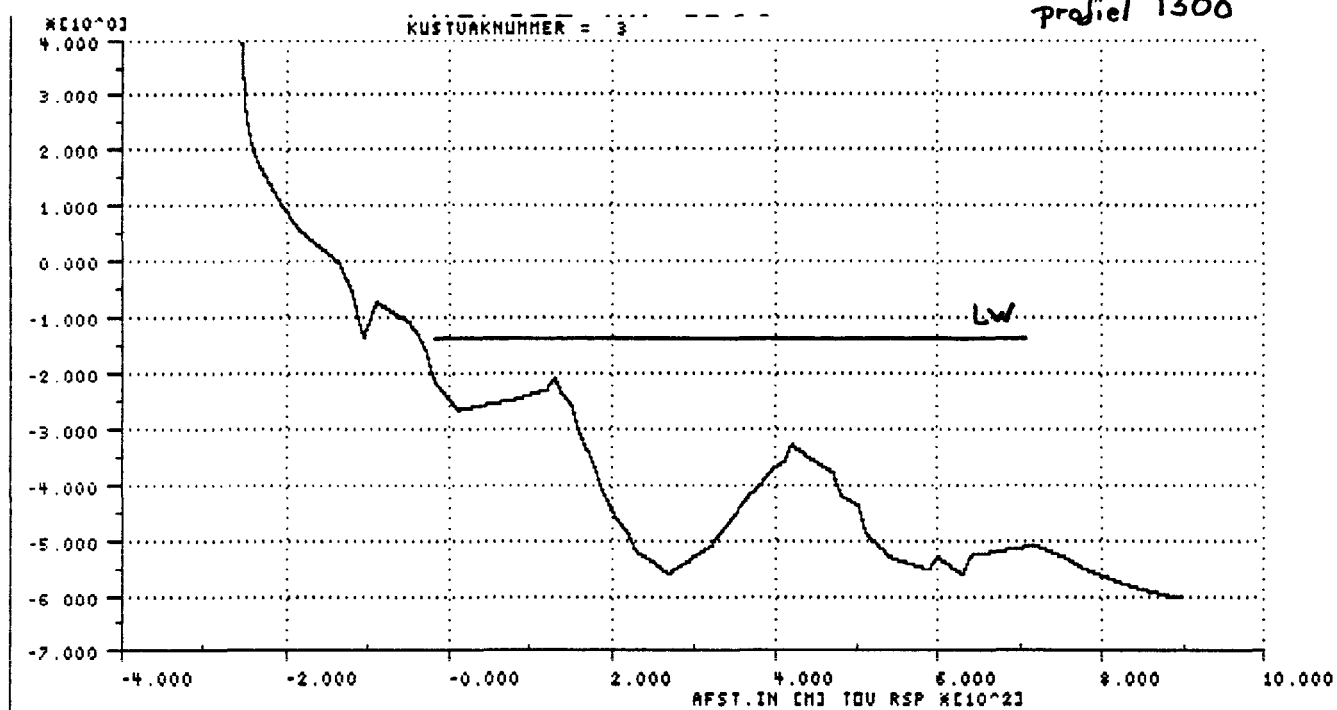


FIG NR A2

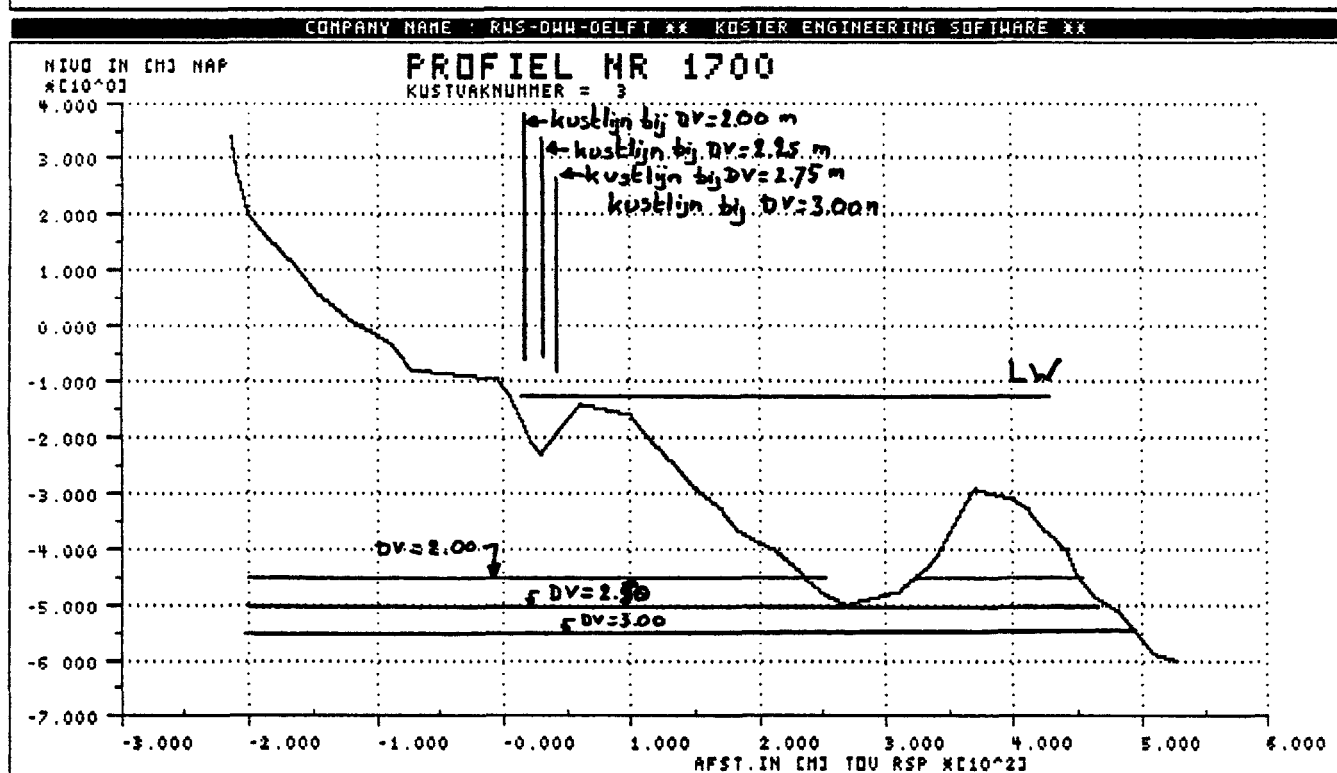
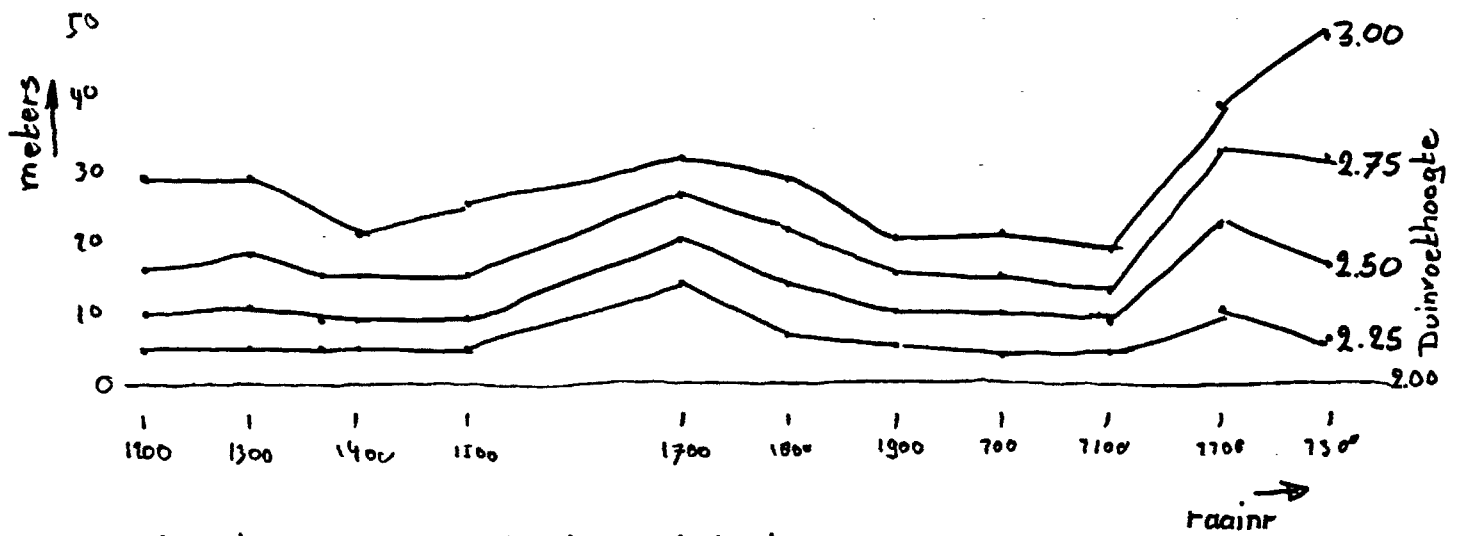


FIG NR A3



vertikaal: ligging van de kustlijn t.o.v. de kustlijn bij een D.V
 van 2⁰⁰ m boven NAP, voor verschillende aangenomen
 duinvoethegten

Fig A4