

MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN
BESTUUR DER WATERWEGEN
DIENST DER KUST
HYDROGRAFIE
OOSTENDE

GETIJVOORSPELLING BIJ STORMTIJ
LANGS DE BELGISCHE KUST.

door

Ing. C. VAN CAUWENBERGHE

Rapport nr. 17 bis van de Hydrografische Dienst der Kust.

DIENT DER KUST
HYDROGRAFIE
OOSTENDE

GETIJVOORSPELLING BIJ STORMTIJ LANGS DE BELGISCHE KUST

door ing. C. Van Cauwenberghe.

INLEIDING

In een voorgaand rapport (ref.1) werd er een overzicht gegeven van de werkwijze, die tot onlangs gevolgd werd in de Hydrografische Dienst der Kust bij de beoordeling en de voorspelling van het stormgetij te Oostende, dit met het oog op het eventueel in werking stellen van de alarmprocedure, zoals voorzien in de "Onderrichtingen bij optreden van stormtij" (ref.2).

In hetzelfde rapport werd tevens aangestipt dat in de toekomst de gevolgde werkwijze van de voorspelling van de HW-stand te Oostende vatbaar moet zijn voor verbeteringen.

Onderhavige nota verduidelijkt een en ander over een verbeterde voorspellingstechniek, die gebaseerd is op gemeten Engelse getijgegevens en geschikt is om de HW-stand van Oostende 3 uur of zelfs ca 6 uur vooruit te voorspellen met een redelijke nauwkeurigheid.

BEREKENING VAN DE HW-STAND BIJ STORMTIJ TE OOSTENDE UIT DE

GEGEVENS VAN ENGELSE WAARNEMINGSSTATIONS.

De vroegere werkwijze voor de voorspelling van de HW-stand bij stormtij te Oostende, zoals beschreven in ref 1, was gebaseerd op een lineaire correlatieberekening tussen 82 waargenomen HW-standen van Vlissingen (t.o.v. NAP) en Oostende (t.o.v. gem. LLWS) voor de periode 1925-1973. Uit het door SVSD voorspeld HW van Vlissingen, dat onze dienst onder telegramvorm bereikt ongeveer 6 uur voor het eerstkomend HW van Vlissingen (ref 3), kan er met vernoemde methode een voorspelling van het HW van Oostende gebeuren.

Na de samenstelling van hogergenoemd rapport (ref 1), werden de lineaire correlatieberekeningen nog uitgebreid met grotere populaties (eerst met 145 -periode 1945 tot 1973- en nadien nog met 255 waarden -periode 1945 tot 1984-) en werden er ook nog logaritmische, exponentiële en parabolische trendberekeningen op de laatste tijdreeks (N = 255) toegepast met de in eigen beheer ontwikkelde programma's BESTFIT en PRIVER.

Al deze verfijningen bij de berekeningen brachten nochtans geen ingrijpende verbetering van het te voorspellen HW van Oostende, omdat men uiteraard voor Vlissingen diende uit te gaan van een door SVSD VOORSPELDE HW-waterstand.

Om zich met het oog op een verbeterde empirische stormvoorspelling voor HW Oostende te kunnen baseren op WAARGENOMEN HW-standen, moest men, gezien de ligging van Oostende aan de Noordzee, gaan uitzien naar Engelse getijgegevens. Zie Bijlage 1.

Bij de keuze van de waarnemingsstations aan de Engelse E-kust moet men vooraf de bedenking maken dat het praktisch geen zin heeft om een correlatie te berekenen tussen Oostende en stations zoals bv. Walton-on-the-Naze, Harwich en Felixtowe, omdat voor deze laatste stations het HW te dicht in tijd bij Oostende is gelegen (nl. minder dan 1 uur).

Anderzijds is het ook niet gewenst om al te noordelijke stations in UK, zoals bv. River Tees Entrance, River Tyne (North Shields), Leith, Rosyth en Aberdeen bij de berekeningen te betrekken, omdat meestal het windveld bij stormperiodes in de Noordzee een te ongelijke verdeling van N naar S heeft.

Een uiteindelijke keuze van IMMINGHAM en LOWESTOFT leek ons het beste compromis omdat men hier rekening houdt met 2 locaties, die goed gespreid liggen in de Zuidelijke Noordzee (zie ook Bijlage 1) en omdat anderzijds de tijdsverschillen van de tijdstippen van HW te Immingham en Lowestoft en van HW te Oostende, respectievelijk ca 6 uur en 3 uur bedragen. Dit laatste is net voldoende om ingevolge ref 2 de nodige voorspelling voor het volgende HW van Oostende te kunnen uitvoeren.

Teneinde over enigszins homogeen cijfermateriaal te beschikken, werd ook hier gekozen voor een ondergrens van de opzetgegevens (ref 4); deze werd genomen op 0,75 m opzet bij HW te Oostende; al deze gegevens zijn afkomstig uit een waarnemingsperiode 1953-1984.

1. Vooreerst werden met de hogergenoemde programma's lineaire, logarithmische, exponentiële en parabolische trendberekeningen uitgevoerd voor populaties van respectievelijk 45 (Immingham-Oostende) en 49 waarnemingen (Lowestoft-Oostende).

De resultaten van deze berekeningen en de grafische weergaven ervan zijn opgenomen in de Bijlagen 2 en 3 voor de correlatie Immingham-Oostende en in de Bijlagen 4 en 5 voor de correlatie Lowestoft-Oostende: hierbij zijn de waterstanden HW voor Immingham en Lowestoft gerefereerd t.o.v. Ordnance Datum (Newlyn) terwijl deze voor Oostende zijn uitgedrukt t.o.v. het plaatselijk GLLWS.

- 1.1. Bij de best-fit berekeningen voor IMMINGHAM-OOSTENDE (zie Bijlagen 2 en 3), zijn er voor R* een 6-tal krommen (waaronder de lineaire trend), die de 0,78 overschrijden en zijn er meerdere error** -waarden, die slechts 0,03 m of iets meer bedragen; de 8 kleinste maximale deviaties*** variëren van 0,351 tot 0,359 m.

Van de berekende 11 krommen is, rekening houdende met de waarden van R , Error en maximale deviatie de exponentiële trend $Y = 4,262 X^{0,243}$ de beste correlatie;

deze wordt bijna onmiddellijk gevolgd door de rechte $Y = 4,286 + 0,424 X$.

- 1.2. Voor de andere serie berekeningen, nl. voor LOWESTOFT-OOSTENDE (zie Bijlagen 4 en 5) zijn de R-waarden van de 9 eerste krommen 0,61 of 0,62 afgerond, terwijl alle Errorwaarden 0,054 of 0,055 m bedragen; de 9 kleinste maximale deviaties zijn gelegen tussen de 0,512 en 0,536 m.

Rekening houdend met R en Error is opnieuw de exponentiële kromme, nl. $Y = 5,295 X^{0,145}$ de beste correlatie.

* *
*

* R of correlatiecoëfficiënt (soms ook correlatie-index genoemd):

$$R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y'_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

$$** \text{ Error (ERR) of residuële afwijking} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2}{n - 2}$$

opm. ERR kan worden voorzien als een variantie of het kwadraat van de standaardafwijking σ .

$$*** \text{ Maximale deviatie (MAX.DEV.)} = y_i - f(x_i)$$

met: n = aantal waarnemingen
 $f(x)$ = kromme in kwestie
 y_i = waargenomen y-waarde, horende bij een waargenomen x - waarde
 $\bar{y}$ = gemiddelde waarde van alle y -waarden
 y'_i = berekende y-waarde voor $f(x_i)$

Hoewel dubbel zo ver afgelegen van Oostende, geeft Immingham duidelijk de beste correlaties. Uit de Bijlagen 3 en 5 kan men trouwens vaststellen dat de spreiding op de punten groter is voor Lowestoft-Oostende dan voor Immingham-Oostende.

* *

*

Tot dusver werden er slechts correlaties bepaald tussen waterstanden in Immingham/Lowestoft en Oostende.

Om nu na te gaan of de correlatiecoëfficiënten niet zouden verbeteren (vooral voor 1,2), werden er verder berekeningen uitgevoerd door enkel en alleen opzetgegevens te gebruiken voor de 3 verschillende waarnemingsposten.

De resultaten hiervan brachten evenwel geen verbetering, omdat in het beste geval respectievelijk voor Immingham-Oostende en voor Lowestoft-Oostende slechts 0,459 en 0,435 voor de R-waarden kon worden bereikt. De spreiding op de gegevens is hier dus uiteraard te groot.

* *

*

2. Vervolgens werd er ook nog aan gedacht een soort 3-dimensionele correlatie te berekenen door de bepaling van best-fit vlak volgens de vergelijking $Z = A + BX + CY$ waarbij X de waterstanden HW voor Immingham (t.o.v. Ordnance Datum-Newlyn)

Y "	"	"	"	Lowestoft (idem)
Z "	"	"	"	Oostende (t.o.v. Ho) zijn.

De uitslag van deze berekening voor een populatie van = 45 is weergegeven in Bijlage 6 en is het resultaat van een eigen programma, BSTVLK genoemd. De vergelijking van dit vlak is $Z = 4,278 + 0,363 X + 0,118 Y$. In deze software worden tevens de verschillen tussen de waargenomen Z-waarden (Oostende t.o.v. Ho) en het best-fitvlak berekend, waarna de standaard - en de maximale afwijking van deze verschillen worden bepaald ; deze laatste waarden bedragen 0,229 en 0,360 m respectievelijk.

* *

*

Evenals voor de 2-dimensionele correlaties is ook de 3-dimensionele correlatie nog uitgebreid voor louter opzetgegevens van Immingham, Lowestoft en Oostende. De resultaten zijn weergegeven in Bijlage 7 en de vergelijking van het best-fitvlak wordt hier :

$$Z = 0,824 + 0,188 X + 0,167 Y.$$

Hierbij is de standaardafwijking (0,106 m) duidelijk beter dan hoger ; dit is evenwel niet zo voor de maximale deviatie (0,435 m).

* *

*

Een verdere uitbreiding van het programma BSTVLK door de berekening van het best-fitvlak van een hogere graad, nl.

volgens de vergelijking $Z = A + B X^{\alpha} + C Y^{\beta}$ bracht
GEEN verbetering, omdat de exponenten α en β blijkbaar
convergeren naar de waarde 1.

KWALITEITSKONTROLES

De waarden van de error en van de maximale deviaties, vermeld sub 1 (2-dimensionele correlaties) en van de standaard - en de maximale afwijkingen, waarvan sprake in 2 (3-dimensionele correlatie) geven reeds een idee van de nauwkeurigheid van de nieuw ontwikkelde methoden.

Voor een 3-tal stormperiodes tijdens de winter 1985-1986 werden deze laatste reeds getoetst; de resultaten hiervan bevinden zich in de tabel van Bijlage 8.

De 4 weerhouden voorspellingstechnieken (nl. de twee 2-dimensionele en de twee 3-dimensionele) worden hier toegepast en de verschillen met de waarnemingen te Oostende worden weergegeven in de kolommen (14), (15), (16) en (17).

Hieruit volgt dat de correlatie Immingham-Oostende van kolom (10) en de berekening van het best-fitvlak met Immingham, Lowestoft en Oostende van kolom (12) (met waterstanden) de beste resultaten geven qua standaardafwijking van de verschillen voor de 7 beschouwde gevallen; buiten alle verwachting geeft hier de correlatie Lowestoft-Oostende zelfs het laagste gemiddelde van deze verschillen. Dat verder bijna alle verschillen negatief uitvallen is wellicht aan het toeval te wijten.

Voor alle methoden is de voorspelling van het 1e HW van 25/01/1986 duidelijk het meest overschat, doch blijkbaar heeft dit te maken gehad met een onvoorziene afname van windsterkten boven de Noordzee; want ook het getijverwachtingsmodel, ontwikkeld door de Beheerseenheid Mathematisch model Noordzee en Schelde-estuarium en overgenomen door het Ministerie van Openbare Werken, kwam voor dit HW aan een nog hogere voorspellingswaarde, nl. 5,55 m TAW of 5,94 m t.o.v. Ho.

CONCLUSIE

Zowel uit de resultaten van de best-fit krommen als uit deze van de best fit-vlakken kan men besluiten dat een voorspelling van het HW te Oostende met behulp van het HW van Immingam reeds een nauwkeurigheid heeft van bijna dezelfde grootte-orde als de 3 dimensionele correlatie met waterstanden, die men slechts 3 uur voor het HW van Oostende kan berekenen. Een en ander brengt dus mee dat er nu minstens 6 uur vooraf een voorspelling voor het HW van Oostende mogelijk is; de latere voorspelling (3 uur vooraf) zal dus de kwaliteit slechts in geringe mate verbeteren. In de praktijk zijn deze statistische methoden goed bruikbaar omdat men telefonisch op het geschikte ogenblik de noodzakelijke Engelse informatie aan de "duty officer" van de "Storm Warning Service" van Bracknell(UK) kan opvragen. Wellicht kunnen de voorspellingstechnieken nog worden verbeterd door op een oordeelkundige manier windgegevens over de Noordzee bij de berekeningen te betrekken. Voorlopig stelt het evenwel nog een probleem deze laatste informatie tijdig te bekomen bij de Dienst der Kust te Oostende.

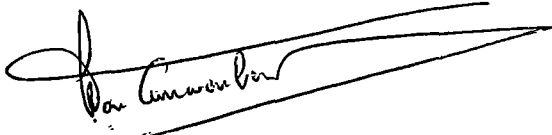
DANKBETUIGINGEN

Van de gelegenheid wordt gebruik gemaakt om vooreerst Mr. Y. Townsend van het "Storm Tide Warning Service-Meteorological office" in Bracknell te danken voor het ter beschikking stellen van de Engelse getijgegevens. Vervolgens gaat onze dank uit naar de personeelsleden van de Hydrografische Dienst der Kust, die hebben meegewerkt aan de samenstelling van dit rapport; hierbij dient ook aangestipt dat ALLE computerprogramma's worden opgemaakt dank zij de goede zorgen van Mr. M. Roesbeke.

REFERENTIES

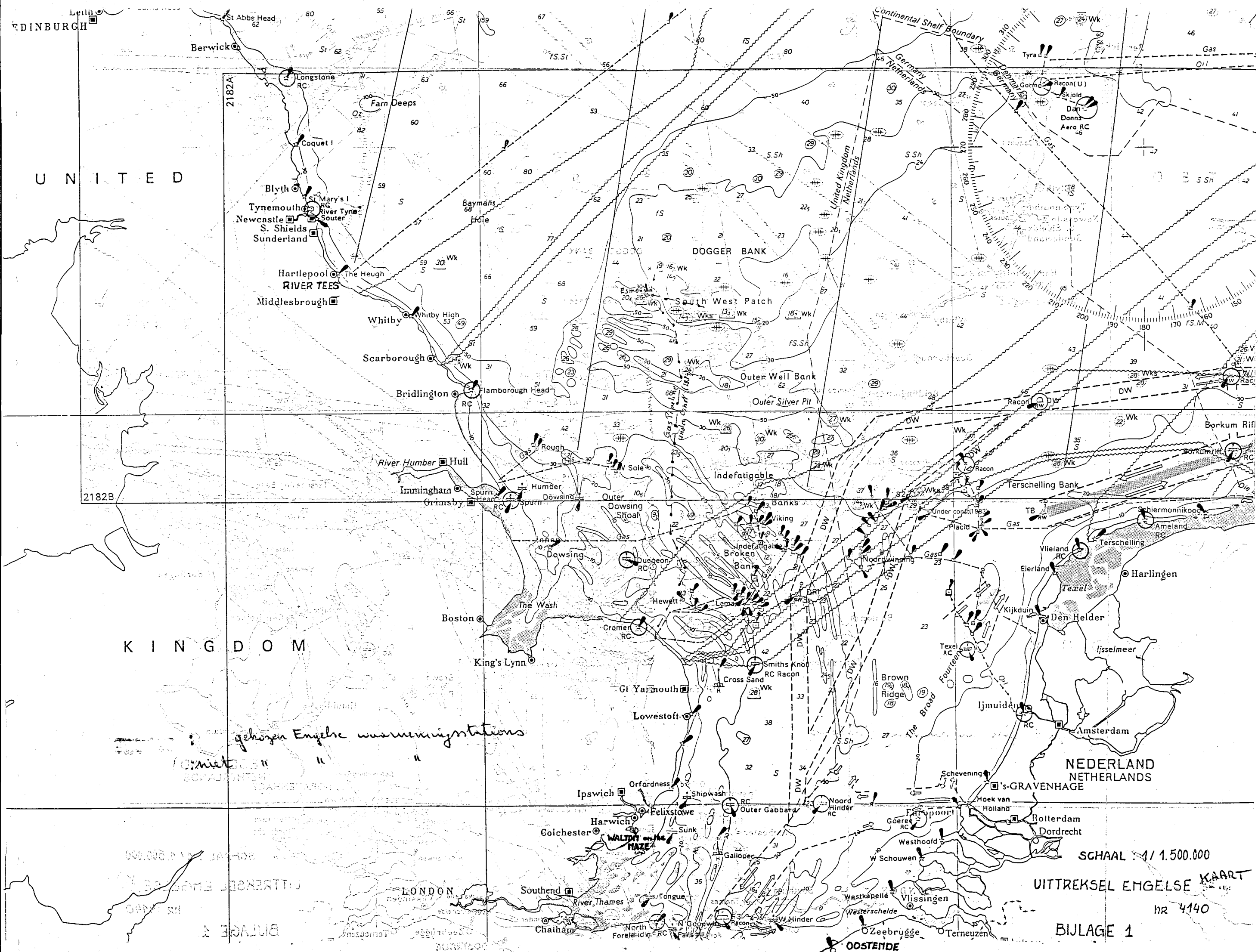
-
1. C. VAN CAUWENBERGHE. Getijvoorspelling bij stormtij langs de Belgische Kust.
Rapport nr. 17 van de Hydrografische Dienst der Kust.
Februari 1977.
 2. MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN -BESTUUR DER WATERWEGEN.
Onderrichtingen bij optreden van stormtij. 1985-1986.
 3. RIJKSWATERSTAAT - DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING - HOOFDAFDELING WATERHUISHOUDING.
Stormvloedwaarschuwingdienst - Algemene beschrijving.
7e uitgave. 1985
 4. IR. A. VAN URK van
RIJKSWATERSTAAT - DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING .
Opzetrelatie Engelse Oostkust en Nederlandse kust .
Nota nr. AVU 7807. Augustus 1978.

Oostende, 9 oktober 1986



C. Van Cauwenberghe

Industrieel ingenieur - Hoofd van Dienst
Hoofd van de Hydrografische Dienst.



UNITED

KINGDOM

NEDERLAND
NETHERLANDS

SCHAAL 1/1.500.000
UITTREKSEL ENGELSE KAART
BIJLAGE 1
HR 4140

OOSTENDE

DIENTST DER KUST
HYDROGRAFIE
OOSTENDE
=====

BEPALING VAN DE BEST-FITKROMME MET DE METHODE VAN DE KLEINSTE KWADRATEN

NAAM VAN DE VERANDERLIJKE X: WATERSTANDEN INNINGHAM t.o.v. Ordnance Datum-Newlyn

NAAM VAN DE VERANDERLIJKE Y: WATERSTANDEN OOSTENDE t.o.v. GLLWS te Oostende of Ho

DE INGEVOERDE PAREN (X;Y):

1	1.770	5.070	2	2.620	5.190	3	2.910	5.380	4	3.050	5.310
5	3.070	5.760	6	3.080	5.700	7	3.110	5.570	8	3.110	5.400
9	3.140	5.320	10	3.140	5.320	11	3.230	5.790	12	3.260	5.970
13	3.260	5.720	14	3.260	5.600	15	3.290	5.640	16	3.320	5.640
17	3.340	5.800	18	3.330	5.690	19	3.410	5.580	20	3.430	5.570
21	3.560	6.030	22	3.590	5.800	23	3.620	5.730	24	3.630	5.090
25	3.640	5.970	26	3.660	6.190	27	3.660	5.720	28	3.690	5.840
29	3.700	6.140	30	3.740	6.010	31	3.750	5.820	32	3.790	5.890
33	3.800	5.920	34	3.810	6.170	35	3.810	5.550	36	3.870	5.930
37	3.980	6.290	38	3.990	5.930	39	4.000	5.750	40	4.080	5.970
41	4.110	6.260	42	4.480	6.270	43	4.600	5.940	44	4.640	6.070
45	4.680	6.220									

VOLGENS DE EERSTE REGRESSIELIJN:

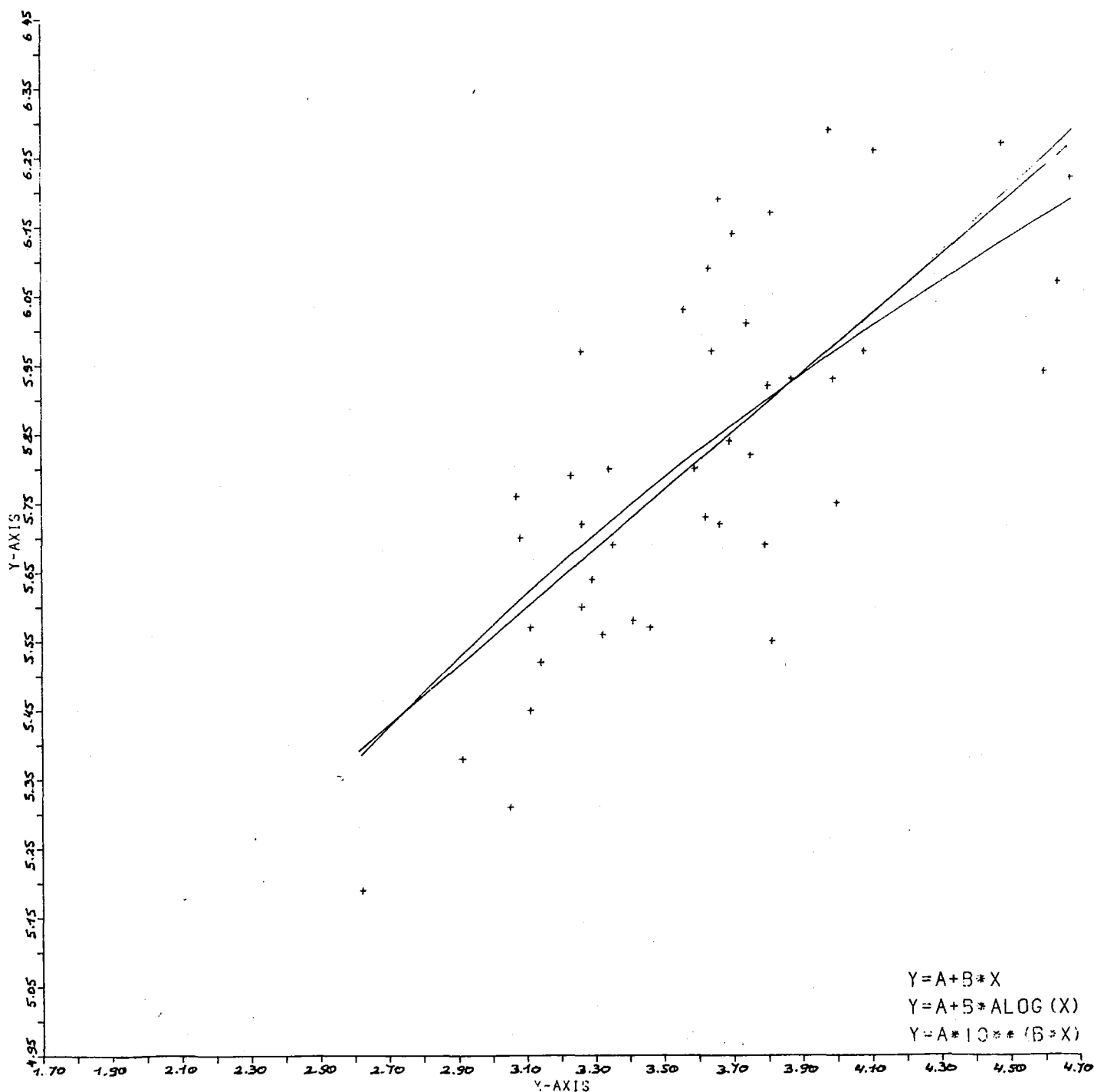
KROMME	A	B	C	D	ERR	MAX.DEV.	R
Y=A+B*X	4.286	0.424			0.033	0.333	0.788
Y=A+B*LOG(X)	4.057	3.180			0.033	0.355	0.785
Y=A*10**(B*X)	4.442	0.032			0.033	0.359	0.782
Y=A*EXP(B*X)	4.442	0.074			0.033	0.359	0.782
Y=A*B**X	4.442	1.077			0.033	0.359	0.782
Y=A*X**B	4.262	0.243			0.032	0.351	0.788
Y=A+B/X	6.930	-3.937			0.037	0.364	0.731
Y=1/(A+B*X)	0.220	-0.013			0.034	0.366	0.776
Y=X/(A+B*X)	0.145	0.131			0.034	0.378	0.773
Y=A+B*X+C*X**2	3.698	0.772	-0.050	0.000	0.032	0.359	0.392
Y=A+B*X+C*X**2+D*X**3	3.697	0.772	-0.050	0.000	0.032	0.359	0.392

VOLGENS DE TWEEDE REGRESSIELIJN:

KROMME	A	B	ERR	MAX.DEV.	R
X=A+B*Y	-4.886	1.457	0.112	0.829	0.786

CORRELATIE HW-STANDEN IMMINGHAM - OOSTENDE

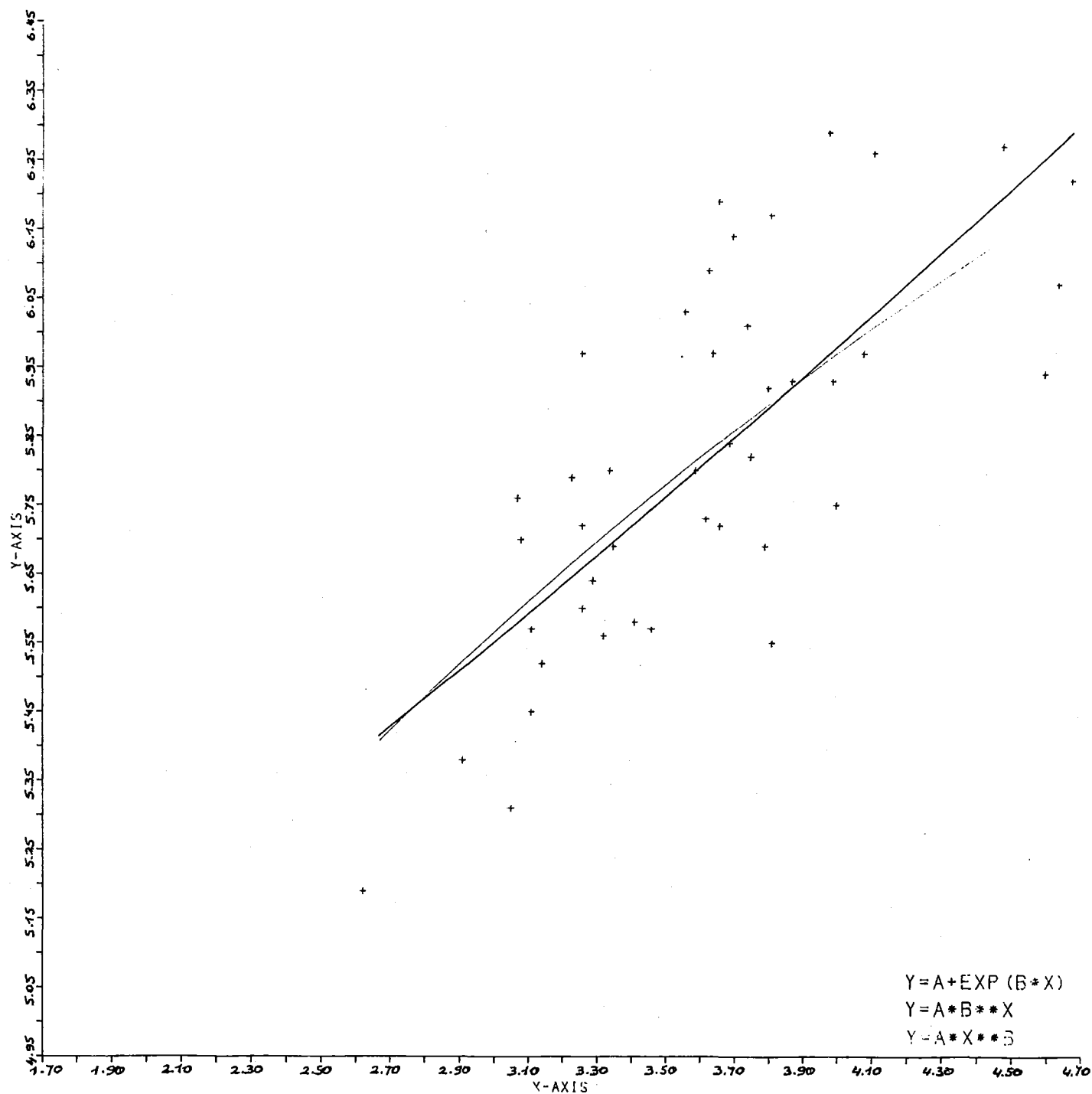
HW Oostende t.o.v. Ho



HW Immingham t.o.v. Ordnance Datum (Newlyn)

CORRELATIE HW-STANDEN IMMINGHAM - OOSTENDE

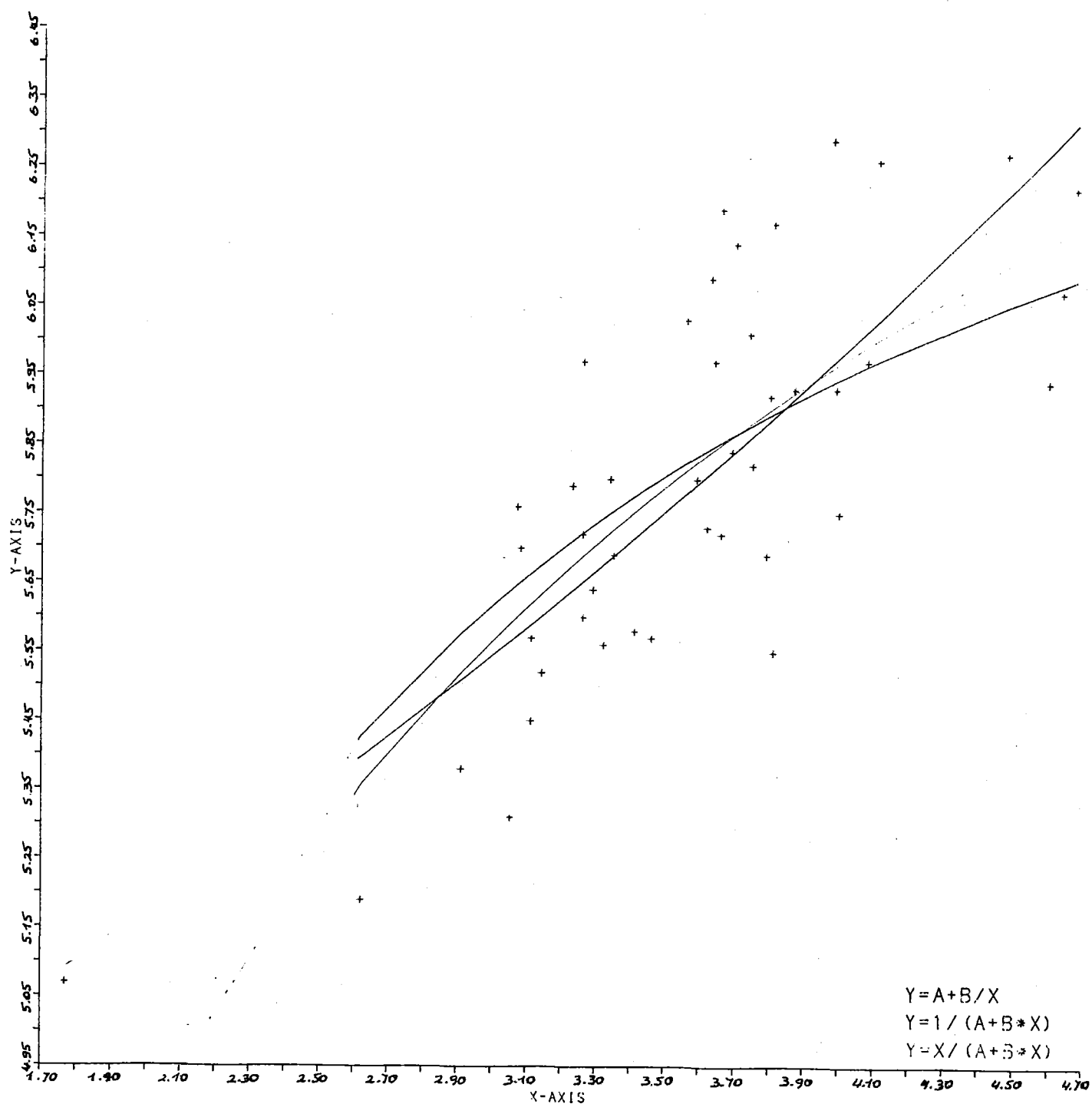
HW Oostende t.o.v. Ho



HW Immingham t.o.v. Ordnance Datum (Newlyn)

CORRELATIE HW-STANDEN IMMINGHAM - OOSTENDE

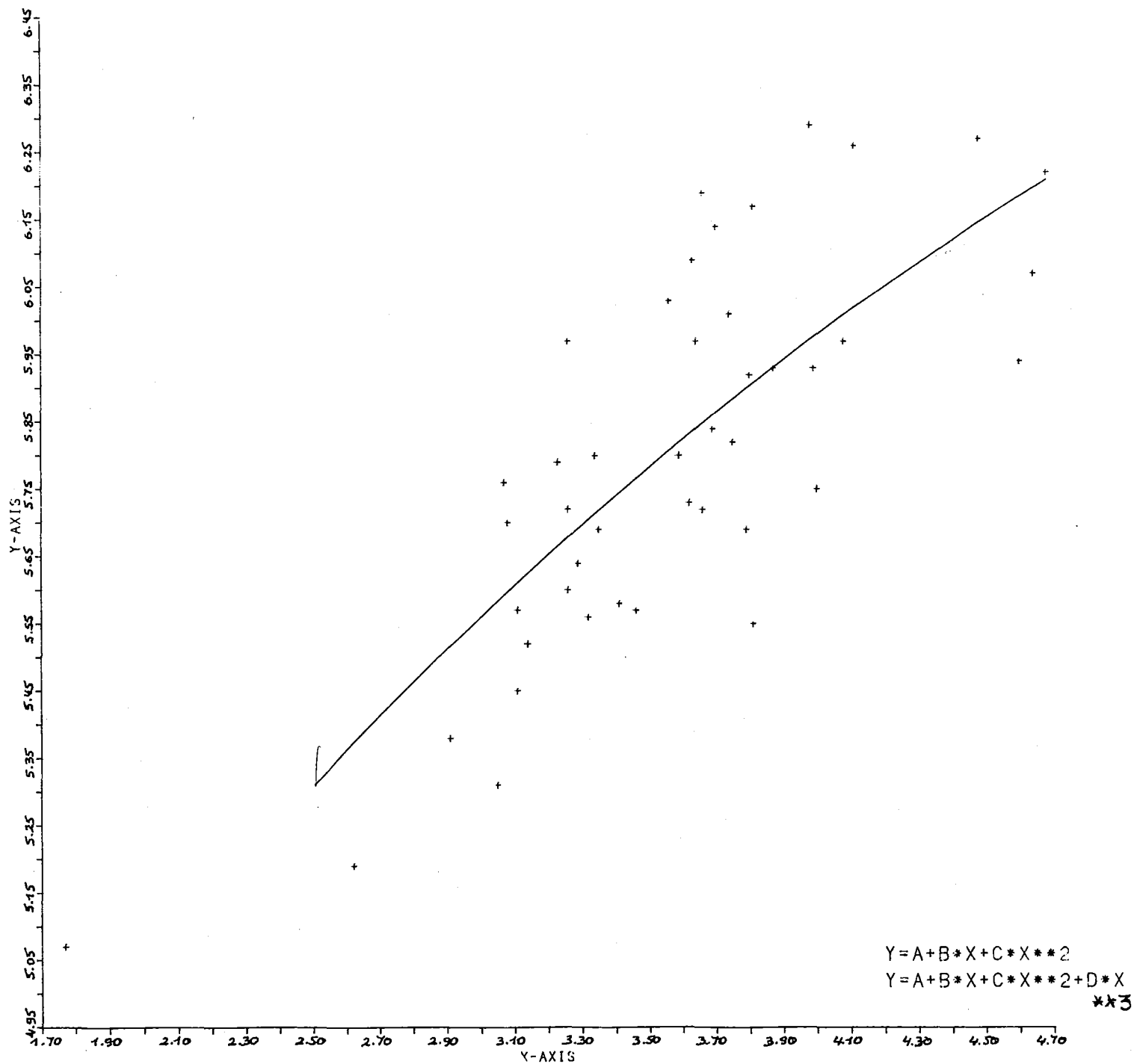
HW Oostende t.o.v. Ho



HW Immingham t.o.v. Ordnance Datum (Newlyn)

CORRELATIE HW-STANDEN IMMINGHAM - OOSTENDE

HW Oostende t.o.v. Ho



HW Immingham t.o.v. Ordnance Datum (Newlyn)

DIENT DER KUST
HYDROGRAFIE
OOSTENDE
=====

BEPALING VAN DE BEST-FITKROMME MET DE METHODE VAN DE KLEINSTE KWADRATEN
=====

NAAM VAN DE VERANDERLIJKE X: WATERSTANDEN LOWESTOFHOET t.o.v. Ordnance Datum-Newlyn

NAAM VAN DE VERANDERLIJKE Y: WATERSTANDEN OOSTENDE t.o.v. GLLWS te Oostende of Ho

DE INGEVOERDE PAAREN (X,Y):
=====

1	1.040	5.380	2	1.180	5.500	3	1.220	5.190	4	1.300	6.030
5	1.310	5.200	6	1.340	5.450	7	1.440	5.070	8	1.490	5.610
9	1.510	5.570	10	1.520	5.570	11	1.570	5.320	12	1.580	5.640
13	1.620	5.930	14	1.620	5.930	15	1.620	5.310	16	1.620	5.720
17	1.650	6.000	18	1.650	5.750	19	1.680	5.180	20	1.700	6.140
21	1.710	5.860	22	1.710	5.720	23	1.740	5.820	24	1.740	5.930
25	1.740	5.000	26	1.750	5.970	27	1.750	5.500	28	1.770	5.790
29	1.890	5.920	30	1.920	5.580	31	1.920	5.090	32	1.950	5.320
33	1.970	5.700	34	2.000	5.780	35	2.070	5.820	36	2.090	5.550
37	2.100	5.840	38	2.100	5.780	39	2.100	5.690	40	2.130	6.260
41	2.240	6.290	42	2.270	5.970	43	2.300	6.010	44	2.350	5.620
45	2.370	6.320	46	2.380	6.270	47	2.480	6.170	48	2.500	6.190
49	2.730	5.940	50	2.820	6.070						

VOLGENS DE EERSTE REGRESSIELIJN:

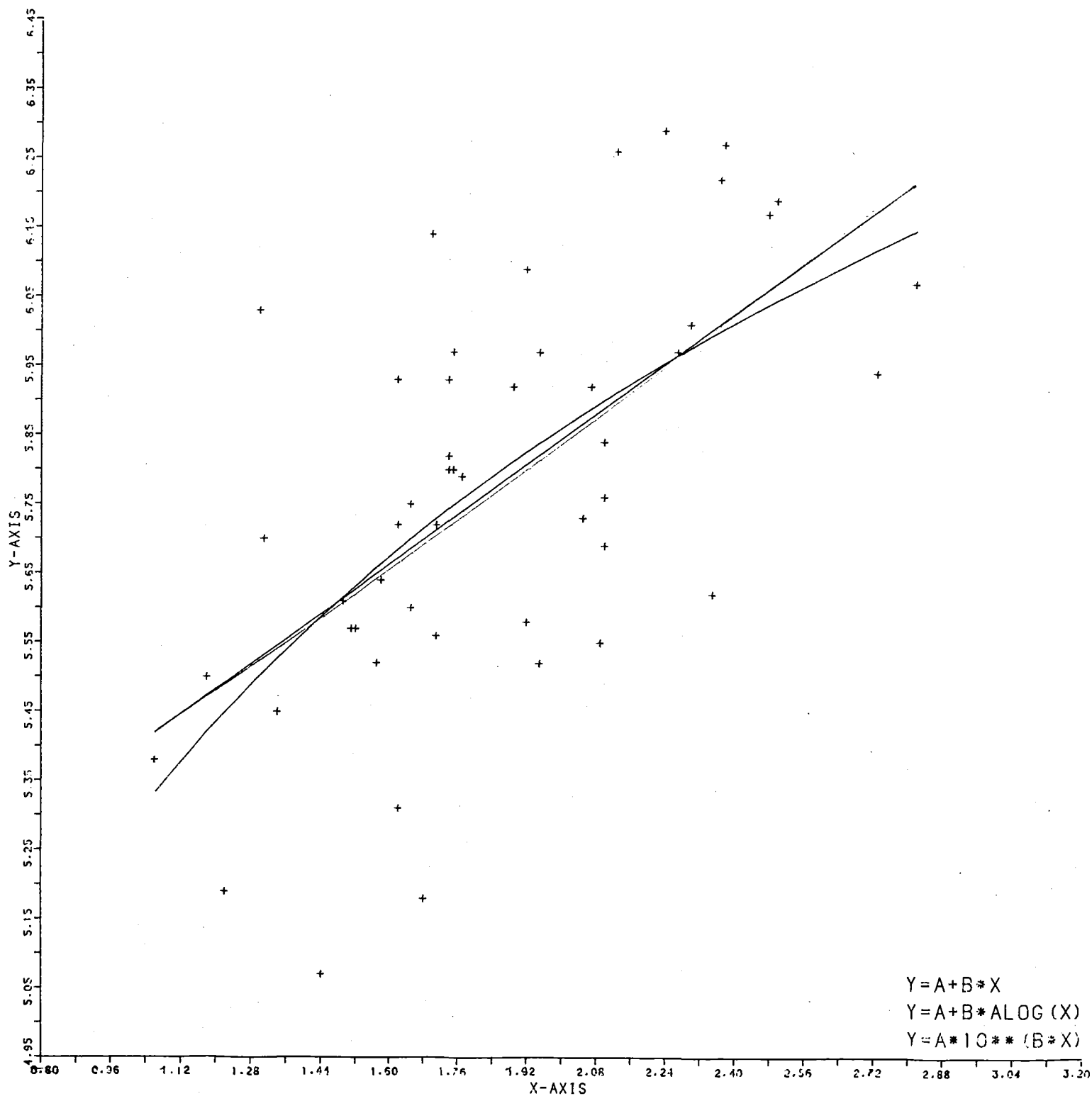
KROMME	A	B	C	D	ERR	MAX.DEV.	R
Y=A+B*X	4.940	0.453			0.054	0.521	0.615
Y=A+B*ALOG(X)	5.284	1.915			0.054	0.536	0.618
Y=A*10**(B*X)	4.988	0.034			0.054	0.517	0.614
Y=A*EXP(B*X)	4.988	0.079			0.054	0.517	0.614
Y=A*B**X	4.988	1.082			0.054	0.517	0.614
Y=A*X**B	5.295	0.145			0.054	0.530	0.619
Y=A+B/X	6.578	1.406			0.054	0.536	0.607
Y=1/(A+B*X)	0.199	0.014			0.055	0.512	0.611
Y=X/(A+B*X)	0.046	0.147			0.055	0.566	0.611
Y=A+B*X+C*X**2	4.537	0.891	-0.114	0.000	0.054	0.532	0.148
Y=A+B*X+C*X**2+D*X**3	4.537	0.891	-0.114	0.000	0.054	0.532	0.148

VOLGENS DE TWEEDE REGRESSIELIJN:

KROMME	A	B	ERR	MAX.DEV.	R
X=A+B*Y	-2.986	0.837	0.100	0.759	0.615

CORRELATIE HW-STANDEN LOWESTOFT - OOSTENDE

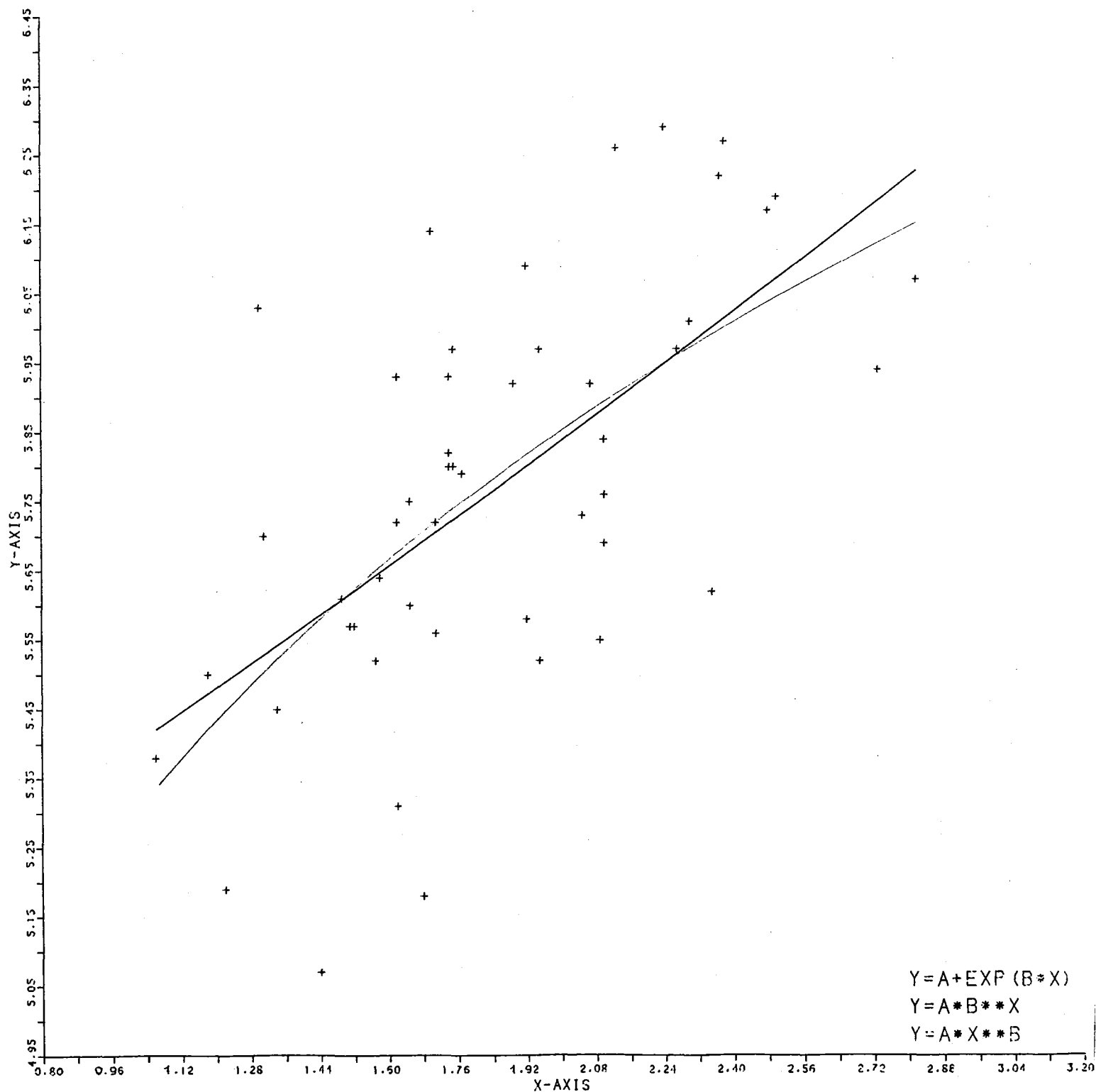
HW Oostende t.o.v. Ho



HW Lowestoft t.o.v. Ordnance Datum (Newlyn)

CORRELATIE HW-STANDEN LOWESTOFT - OOSTENDE

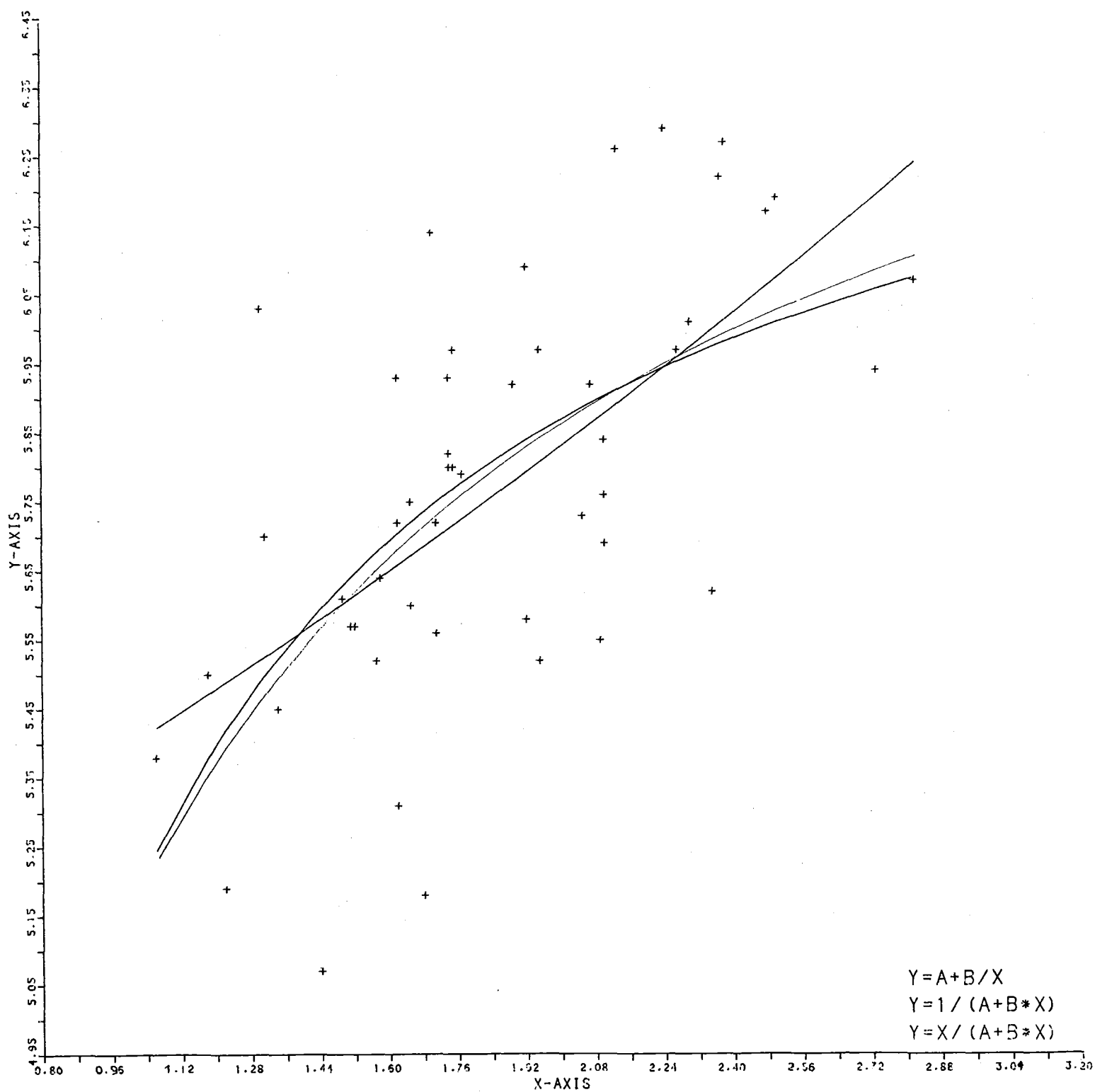
HW Oostende t.o.v. Ho



HW Lowestoft t.o.v. Ordnance Datum (Newlyn)

CORRELATIE HW-STANDEN LOWESTOFT - OOSTENDE

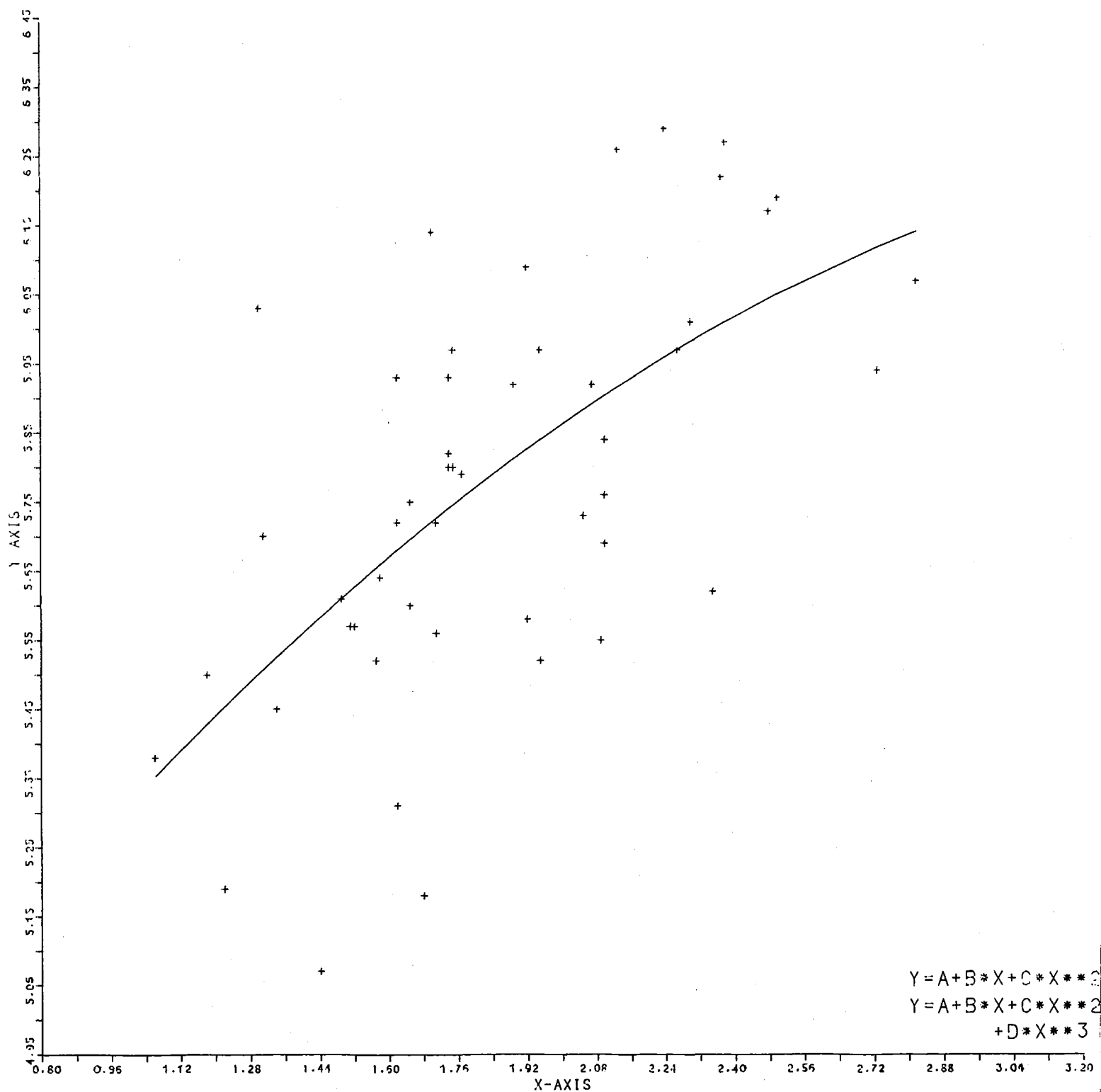
HW Oostende t.o.v. Ho



HW Lowestoft t.o.v. Ordnance Datum (Newlyn)

CORRELATIE HW-STANDEN LOWESTOFT - OOSTENDE

HW Oostende t.o.v. Ho



HW Lowestoft t.o.v. Ordnance Datum (Newlyn)

DIENST DER KUST
HYDROGRAFIE
OOSTENDE
=====

BEPALING VAN HET BEST-FITVLAK MET DE VERGELIJKING $Z=A+BX+CY$ VAN DE OORDELEN

NAAM VAN DE VERANDERLIJKE X: WATERSTAND INNINGHAM (Ordnance Datum-Newlyn) 17748.1

NAAM VAN DE VERANDERLIJKE Y: WATERSTAND LOWESTOFT (Ordnance Datum-Newlyn) 17748.1

NAAM VAN DE VERANDERLIJKE Z: WATERSTAND OOSTENDE (Ho) 17748.1

DE INGEVOERDE DRIETALLEN (X,Y,Z):

1	1.770	1.440	5.070	20	2.620	1.220	5.190	3	2.910	1.060	5.380
4	3.050	1.620	5.310	51	3.070	2.100	5.760	76	3.080	1.310	5.700
7	3.110	1.300	5.450	80	3.110	1.520	5.570	95	3.140	1.570	5.520
10	3.140	1.950	5.520	117	3.230	1.770	5.790	121	3.260	1.650	5.600
13	3.260	1.750	5.970	14	3.260	1.620	5.720	151	3.290	2.350	5.640
16	3.320	1.710	5.560	171	3.340	1.750	5.800	181	3.350	1.580	5.690
19	3.410	1.920	5.580	201	3.460	1.510	5.570	211	3.560	1.300	6.030
22	3.590	1.740	5.800	231	3.620	2.050	5.730	241	3.830	1.920	6.090
25	3.640	2.270	5.970	261	3.660	2.500	6.190	271	3.660	1.710	5.720
28	3.690	2.100	5.840	291	3.700	1.700	6.140	301	3.740	2.300	6.010
31	3.750	1.740	5.820	321	3.790	2.100	5.690	331	3.800	2.070	5.920
34	3.810	2.480	6.170	351	3.810	2.090	5.350	361	3.870	1.740	5.930
37	3.980	2.240	6.290	381	3.990	1.620	5.930	391	4.000	1.650	5.750
40	4.080	1.950	5.970	411	4.110	2.130	6.260	421	4.480	2.380	6.270
43	4.600	2.730	5.940	441	4.640	2.820	6.070	451	4.680	2.370	6.220

VOLGENS HET REGRESSIEVLAK:

VLAK	V.A. VAN	B	W.T. CT.	GEM. DEV. RES.	STA. DEV.	MAX. DEV.
$Z=A+BX+CY$	46.2780	0.363	150.118	0.000	0.229	0.360

DIENT DER KUST
HYDROGRAFIE
OOSTENDE
=====

x,y,z, zijn verhogingen

=====

BEPALING VAN HET BEST-FITVLAKE MET DE VERGELIJKING $Z = A + BX + CY$

=====

NAAM VAN DE VERANDERLIJKE X: IMMINGHAM (opzet) (dege)

NAAM VAN DE VERANDERLIJKE Y: LOWESTOFT (opzet) (dege)

NAAM VAN DE VERANDERLIJKE Z: OOSTENDE (opzet) (dege)

DE INGEVOERDE DRIETALLEN (X,Y,Z):

=====

1	0.180	0.670	0.730	0.190	0.300	1.060	3	0.240	0.730	0.840
4	0.270	0.790	1.000	0.270	0.580	1.040	6	0.300	1.090	0.970
7	0.300	0.910	1.090	0.320	0.580	1.100	9	0.360	0.690	1.380
10	0.360	1.350	1.270	0.360	0.250	0.980	12	0.370	0.850	0.960
13	0.370	0.790	0.920	0.380	0.460	0.990	15	0.400	0.760	0.720
16	0.420	0.910	1.370	0.430	1.130	0.880	18	0.430	1.070	0.820
19	0.450	0.780	0.870	0.460	1.430	1.370	21	0.490	0.680	0.850
22	0.490	0.910	1.000	0.490	0.700	1.120	24	0.490	0.560	0.850
25	0.520	1.040	1.290	0.550	1.100	1.040	27	0.590	1.130	1.150
28	0.640	0.670	0.930	0.710	1.300	1.610	30	0.720	0.790	1.070
31	0.720	1.030	1.200	0.720	0.670	0.970	33	0.740	1.140	1.070
34	0.860	0.760	1.020	0.880	1.130	1.260	36	0.910	0.940	1.070
37	0.910	1.210	1.020	0.920	1.270	1.390	39	0.930	1.360	1.140
40	0.950	0.730	1.510	1.080	1.170	1.320	42	1.100	1.680	1.320
43	1.220	1.430	1.270	1.240	1.610	1.040	45	1.280	1.950	1.290

VOLGENS HET REGRESSIEVLAKE:

=====

VLAKE	A	B	C	GEM.DEV	STA.DEV	MAX.DEV
Z=A+BX+CY	0.824	0.188	0.167	0.000	0.106	0.435

=====

KWALITEITSCONTROLE

KWA-LT-RETS-CONT-01E

Nr	Datum	Astrono- mische voorspel- ling voor Oostende (in m t.o. v. Ho)	Waarnemingen (in m)						Stormvoorspelling voor Oostende (in m t.o.v. Ho)				Verschillen (in m)				
			Immingham		Lowestoft		Oostende		Immingham		Lowestoft		Oostende		Verschillen		
			Hoogte t.o.v.O.D.	Opzet t.o.v.O.D.	Hoogte t.o.v.O.D.	Opzet t.o.v.O.D.	Hoogte t.o.v. Ho	Opzet t.o.v. Ho	met t.o.v.O.D.	met t.o.v.O.D.	met t.o.v.O.D.	met t.o.v.O.D.	met t.o.v.O.D.	met t.o.v.O.D.	(8)-(10)	(8)-(11)	(9)-(12)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	
1	10-11-85 (1e HW)	4,64,0	3,60	+0,90	1,80	38,5	+1,00	5,65	+1,01	5,82	5,77	5,80,0	+1,16	-0,17	-0,12	-0,15	
2	10-11-85 (2e HW)	4,91,0	3,23	+0,23	1,59	38,5	+0,69	5,49	+0,58	5,67	5,66	5,64,0	+0,98	-0,18	-0,17	-0,40	
3	11-11-85 (enig HW)	4,90,0	3,59	+0,39	1,66	38,5	+0,66	5,57	+0,67	5,81	5,70	5,78,0	+1,01	-0,24	-0,13	-0,34	
4	12-11-85 (1e HW)	5,06,0	3,54	+0,04	1,41	38,5	+0,41	5,56	+0,50	5,79	5,57	5,73,0	+0,90	-0,23	-0,01	-0,40	
5	15-1-86 (1e HW)	4,65,0	3,21	+0,51	1,51	38,5	+0,51	5,62	+0,97	5,66	5,62	5,62,0	+1,01	-0,04	0,03	-0,04	
6	24-1-86 (2e HW)	4,41,0	3,02	+0,42	1,71	38,5	+1,01	5,32	+0,91	5,58	5,72	5,58,0	+1,07	-0,26	-0,40	-0,16	
7	25-1-86 (1e HW)	4,43,0	3,10	+0,60	1,69	38,5	+1,09	5,19	+0,76	5,61	5,71	5,60,0	+1,12	-0,42	-0,52	-0,36	
												Gemiddelde	u	-0,220 m	-0,193 m	-0,193 m	-0,264 m
												Standaardaf- wijking	σ	0,114 m	0,196 m	0,125 m	0,145 m