



WATERBOUWKUNDIG

LABORATORIUM

borgerhout

G. Peeters

Voorhaven Zeebrugge

EVOLUTIE van de BODEMEROSESIES

1982

MOD.387.S-8

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
borgerhout antwerpen



ministerie van openbare werken
bruggen en wegen
bestuur der waterwegen

VOORHAVEN ZEEBRUGGE

EVOLUTIE VAN DE BODEMEROSIES

TEN NOORDEN VAN LNG-DAM EN NOORDKADE Z.O.-DAM.

MOD.387-S - 8

I. INLEIDING.

Bij de uitbouw van de voorhaven van Zeebrugge, bestaat het gevaar dat er vrij sterke sedimentologische veranderingen van de zeebodem kunnen optreden.

Nu blijkt, uit maandelijks en later wekelijkse lodingen, er zich een belangrijke bodemerosie voor te doen, ter hoogte van de bouwfronten van de LNG-dam en de Noordkade der Zuidelijke Oostdam (zie bijlagen 1 en 2 : Beschouwd gebied).

Het doel van deze nota bestaat erin een beeld te krijgen van de evolutie van deze erosieverschijnselen.

II. EVOLUTIE VAN DE EROSIE.

Aan de hand van de gebruikte lodingsplannen (weergegeven in tabel : bijl. 3) en rekening houdend met de vordering der werken (bijl. 4, 5, 6) werden volgende tabellen en grafieken samengesteld. Tevens zijn bij de grafieken de ogenbikken en hoogten van de grootste springtijden aangegeven.

- Tabellen 7, 8 geven de geplanimetreerde oppervlakten, respectievelijk de berekende volumes, per dieptelijn voor LNG-put - NO-put - Totaal.
- In grafieken 9, 10 en 11 zijn deze oppervlakten (LNG - NO - Totaal) uitgezet in functie van de tijd ; terwijl de grafieken 12, 13 en 14 de berekende volumes weergeven.
- Figuur 15 duidt het verloop aan van de maximum diepte van LNG-put - NO-put gedurende de beschouwde periode.

Zoals weergegeven op bijlage 2 werd voor de bepaling van de oppervlakten en de volumes een fictieve scheidingslijn aangenomen tussen de beide erosieputten met coördinaten (Lambert-projectie) :

X =	69.665	X =	69.438
Y =	228.438	Y =	228.135

Ook werd bij de planimetrering de NO-put noordwaarts begrensd door de lijn (Lambert-projectie) :

X =	69.675	X =	69.975
Y =	228.378	Y =	228.372

Dat de erosieverschijnselen zeer snel een gevaarlijk karakter aannemen blijkt uit de volgende samenvatting :

- juli-aug. 1980 : gemiddeld bodempeil in het erosiegebied
- 7,50 à - 8,00 m ;
- febr. 1981 - geulvorming (- 10 m) ten noorden van de LNG-dam / Zuidelijke Oostdam, met hierin 2 putten : de NO-put - 13,00 m en de LNG-put - 11,00 m ;
- maart 1981 : zeer snelle vergroting en verdieping van beide putten.
Dit alles leidde er toe, dat grindstortingen noodzakelijk werden geacht, vooral op de taluds van de erosieputten. Dit gebeurde op 14/15-3-81 voor de NO-put en op 1 à 3-4-81 voor de LNG-put.
- mei 1981 : de NO-put bereikt een diepte van - 18 à - 19m, terwijl de LNG-put tot - 13 à - 14 m is uitgediept.
- november 1981 (TO + 30) : de NO-put bereikt een maximum in grootte zonder te verdiepen ; forse uitbreiding van de LNG-put met diepte - 17 m ;
- mei 1982 (TO + 36) : de NO-put is verkleind ; de LNG-put uitgediept tot - 20 m.
- Na mei 1982 schijnt zich een evenwichtstoestand voor te doen voor het ganse erosiegebied.

Wat betreft de volumes : deze volgen uiteraard dezelfde trend en bereiken op 29/9/1982

100.000m³ onder de 10 m lijn voor de NO-put
en 240.000m³ onder de 10 m lijn voor de LNG-put.

Na mei 1981 werden grindstortingen niet meer noodzakelijk geacht.

Opmerkelijk is ook dat de uitbreiding van de LNG-put zich voordoet in westelijke richting, terwijl de NO-put ter plaatse blijft.

De belangrijkste sprong in de erosie van de LNG-put doet zich voor gedurende de tijdspanne 15/9/1981 - 16/11/1981. Alhoewel rekening moet gehouden worden met springtijden en herfststormen in deze periode (bijl. 16), blijkt er geen rechtstreeks verband te bestaan tussen deze opmerkelijke erosie en de weersomstandigheden.

De oorzaak lijkt eerder gezocht te moeten worden in turbulente stromingen, veroorzaakt door de uitbouw van de LNG-dam en dan vooral van de kern, waarvan de werken gestart zijn op 26/3/1981.

Borgerhout, november 1982.

De e.a. Industrieel Ingenieur,

ing. P. VAN MEEUWEN.

De e.a. Ingenieur
van
Bruggen en Wegen,

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

ir. F. WENS.

ir. P. ROOVERS.

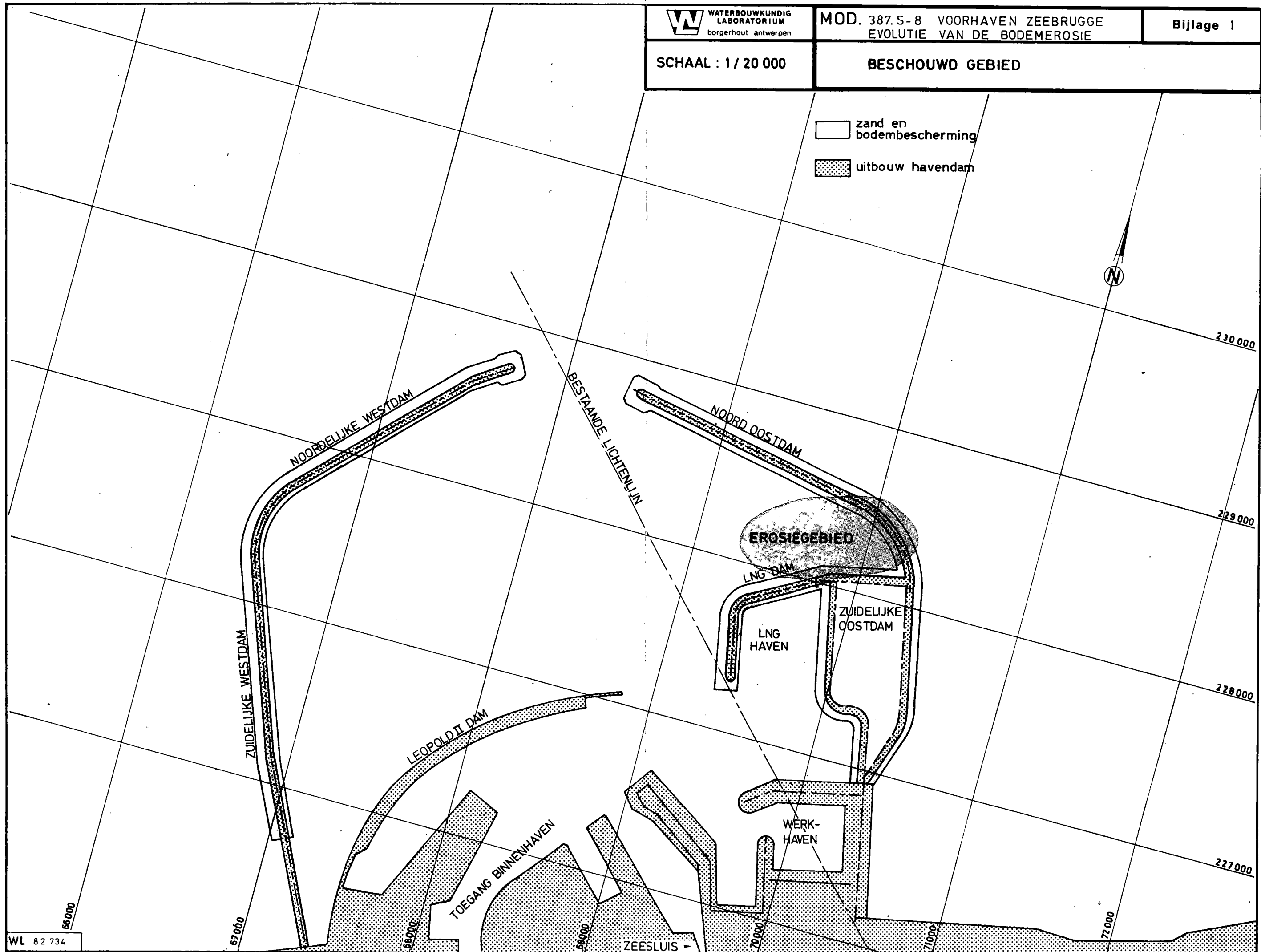
LIJST DER BIJLAGEN.

- 1 Beschouwd gebied.
- 2 " "
- 3 Gebruikte lodingsplannen.
- 4
- 5 Vordering der werken.
- 6
- 7/1
- 7/2 Tabel : Geplanimetreerde oppervlakten.
- 7/3
- 8/1
- 8/2 Tabel : Berekende volumes.
- 8/3
- 9 Grafiek : Geplanimetreerde oppervlakten : LNG.
- 10 " " " : NO.
- 11 " " " : Totaal.
- 12 " : Berekende volumes : LNG.
- 13 " " " : NO.
- 14 " " " : Totaal.
- 15 " : Maximum diepten : LNG - NO.
- 16 Gegevens : Waterstand en wind sept.-nov. 1981.

SCHAAL : 1 / 20 000

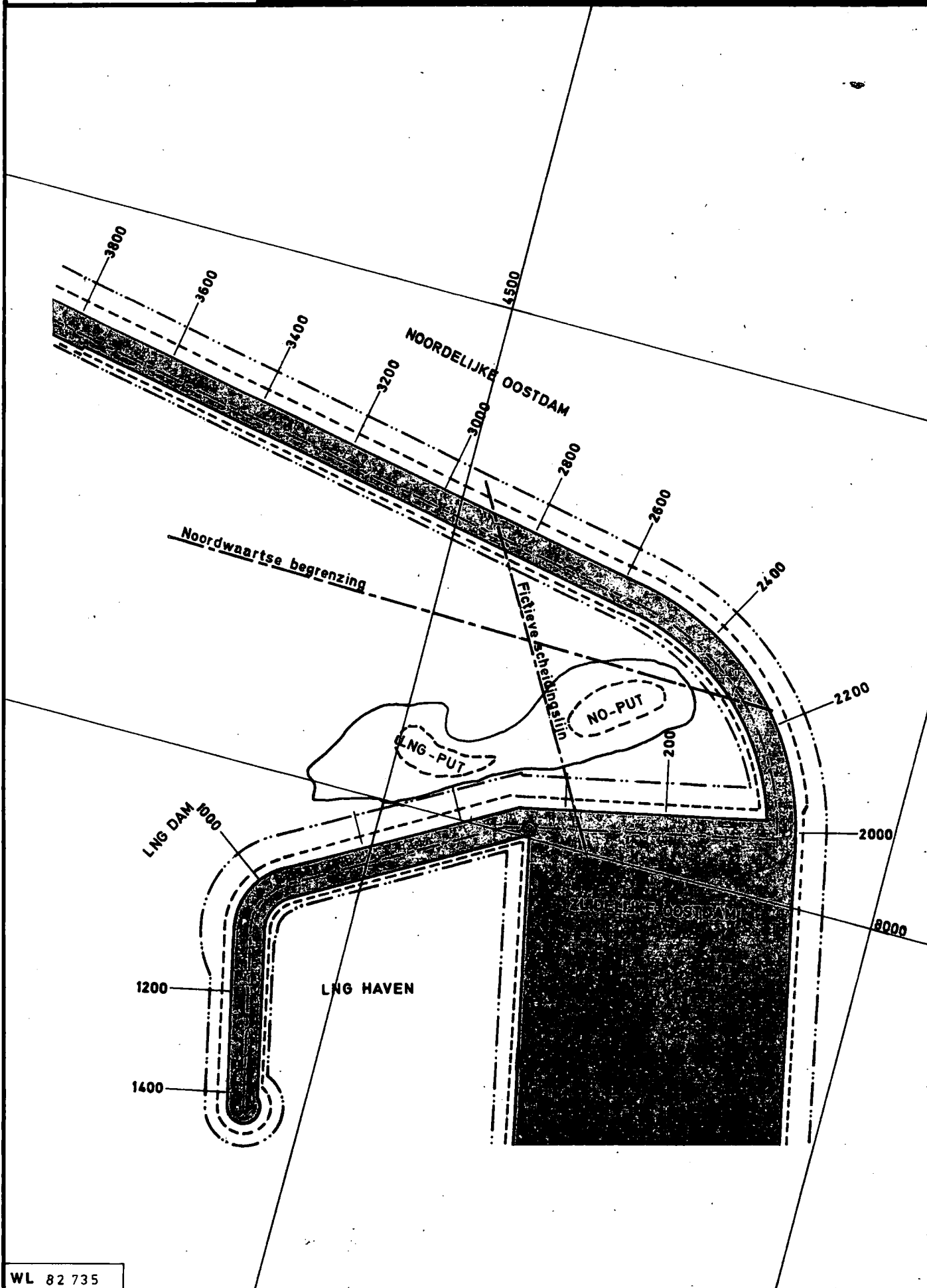
BESCHOUWD GEBIED

- zand en bodembescherming
- uitbouw havendam



SCHAAL : 1/10 000

BESCHOUWD GEBIED

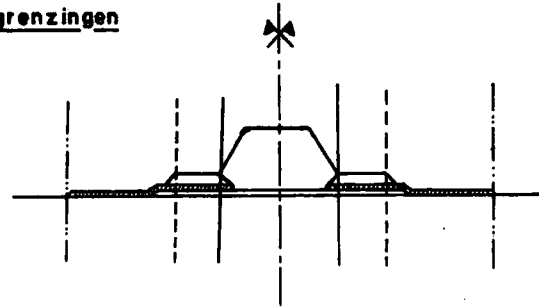


GEBRUIKTE LODINGSPLANNEN.

DATUM	LODINGSGEBIED	SCHAAL
27-2-1981	LNG + NO-dam	1/1.000
3/4-4-1981	"	"
7-5-1981	"	"
6-6-1981	"	"
15-9-1981	"	"
1-2-1982	"	"
23-3-1982	"	"
15/16-6-1982	"	"
5-7-1982	"	"
31-7-1982	"	"
26-8-1982	"	"
11-9-1982	"	"
18/20/22-9-82	"	"
19-10-1982	"	"

Symbolische voorstelling van de begrenzingen

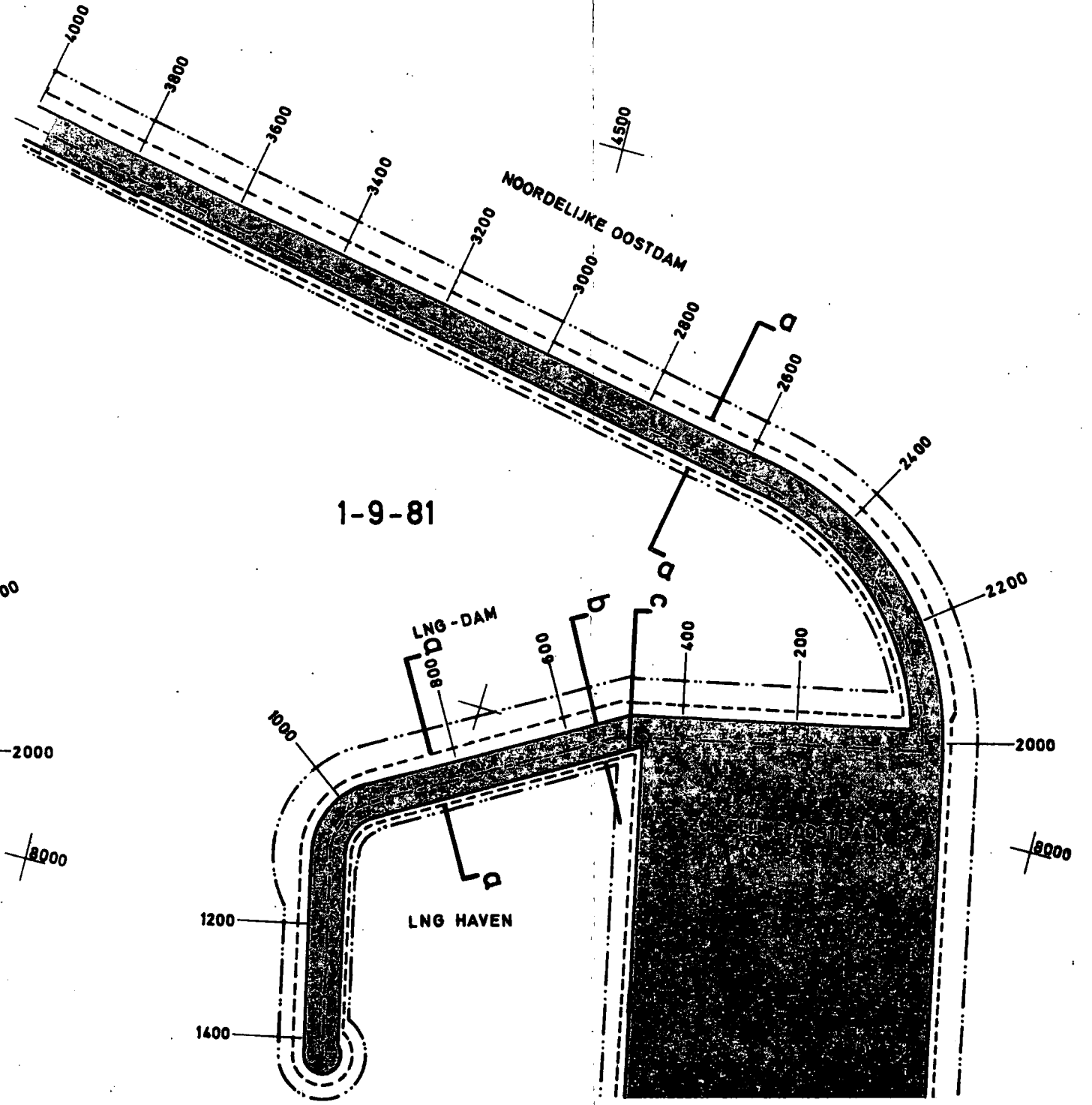
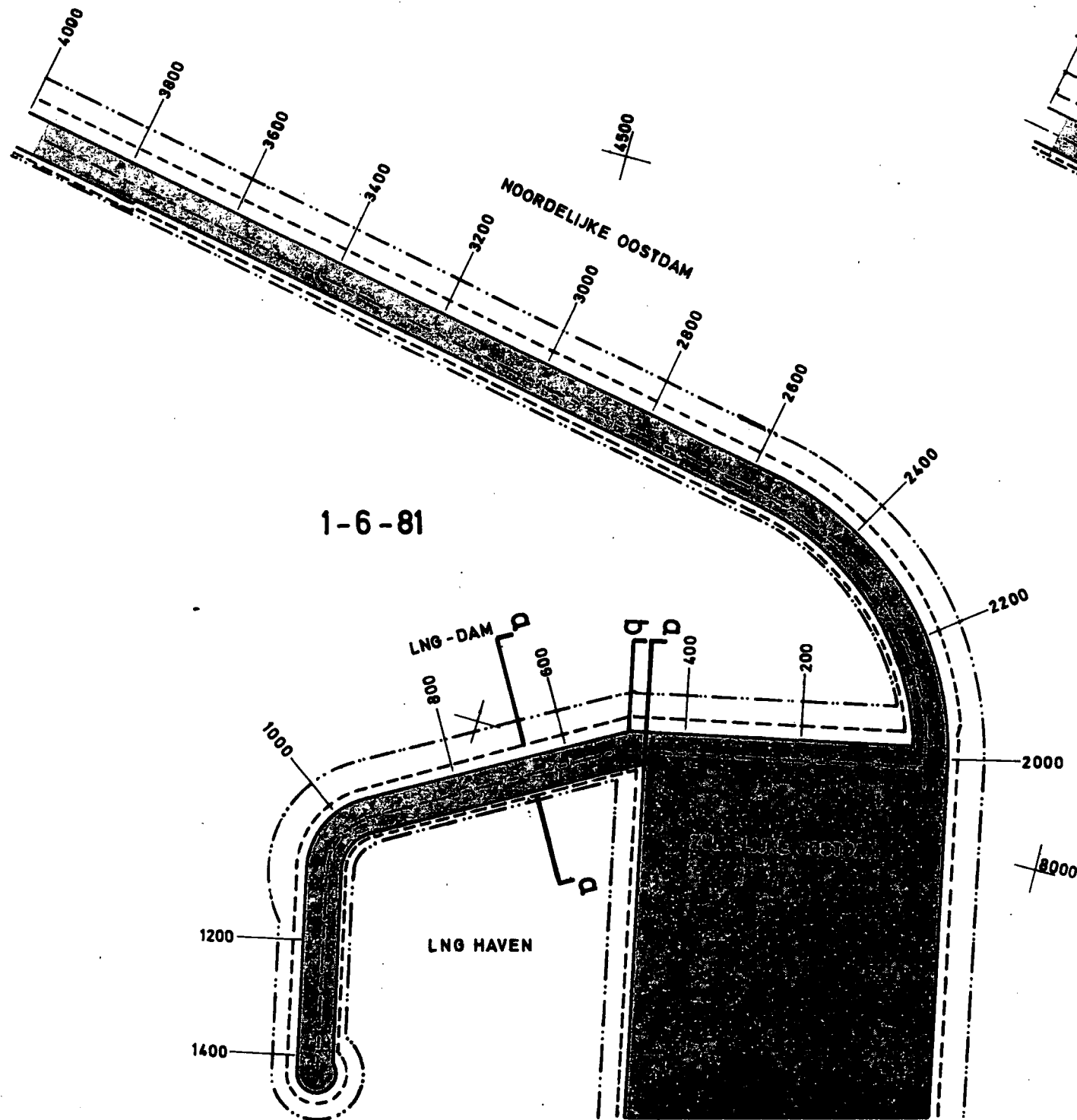
--- ZINKSTUK
- - - BERM
= = = KERN



SCHAAL: 1/10 000

VOORUITGANG DER WERKEN

a : ZINKSTUK
b : BERM
c : KERN

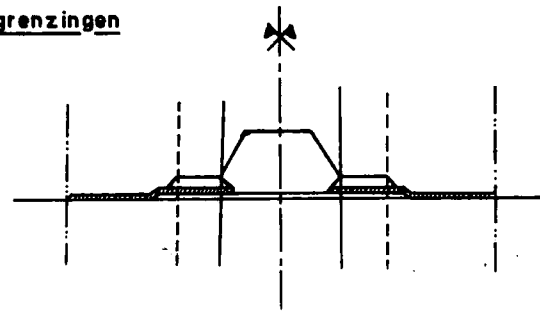


SCHAAL: 1/10 000

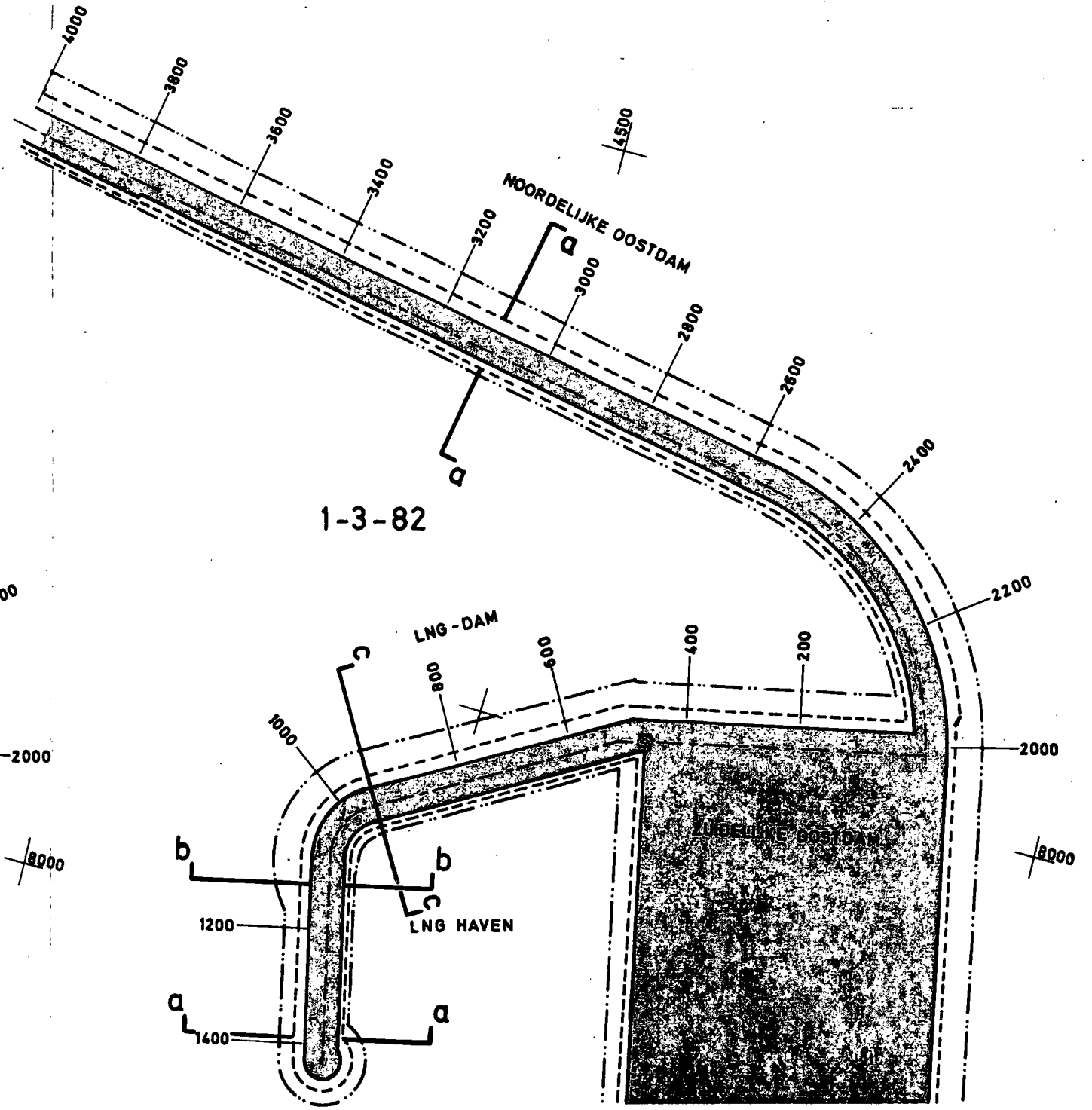
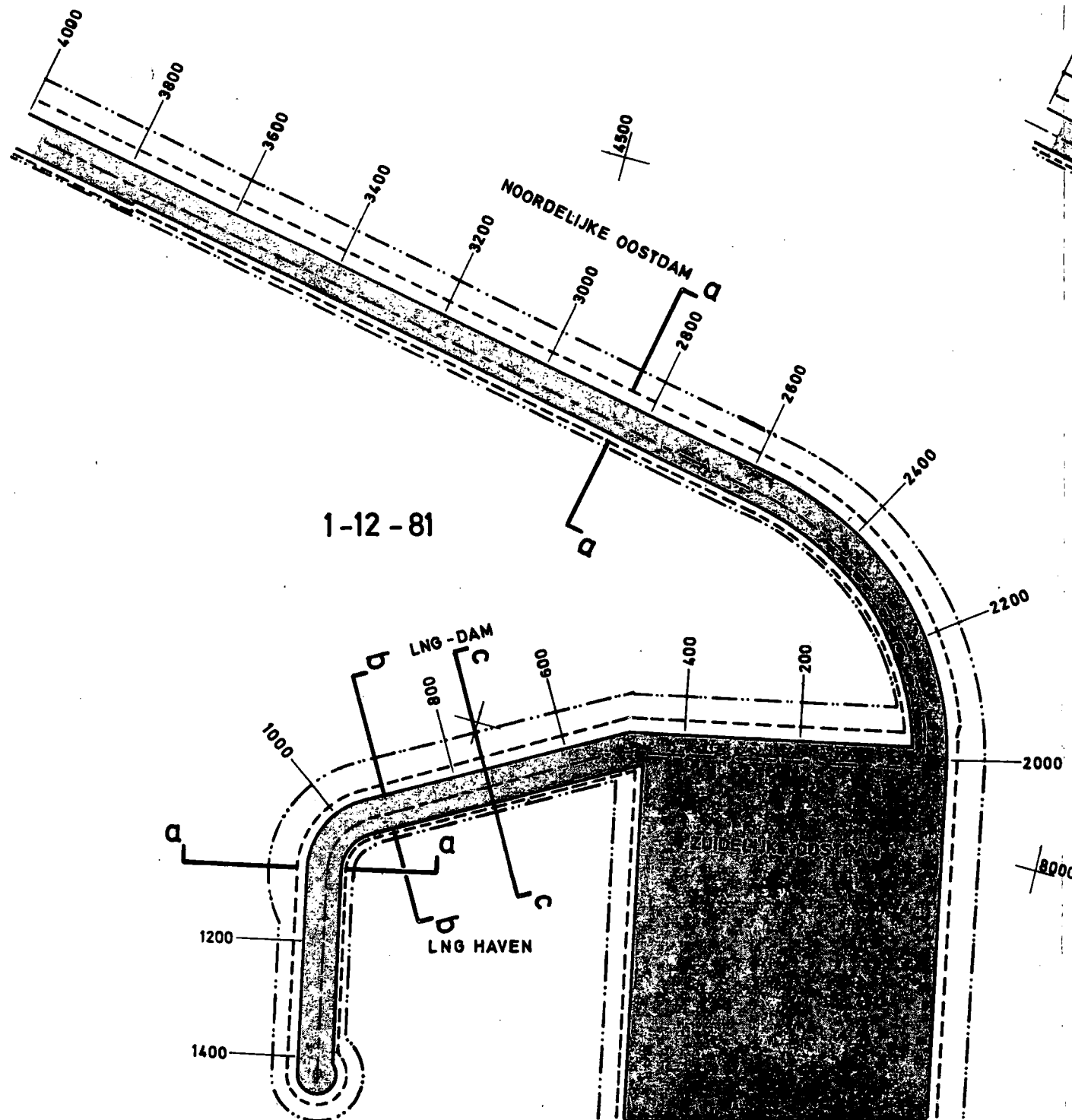
VOORUITGANG DER WERKEN

Symbolische voorstelling van de begrenzingen

--- ZINKSTUK
- - - BERM
— KERN



a : ZINKSTUK
b : BERM
c : KERN

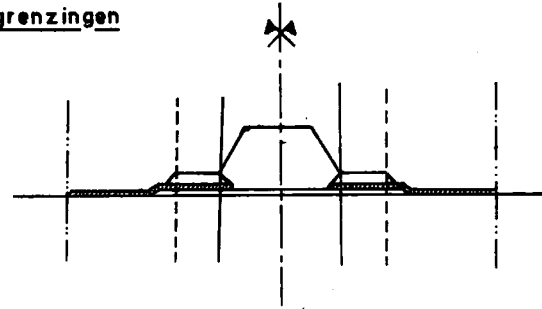


SCHAAL: 1/10 000

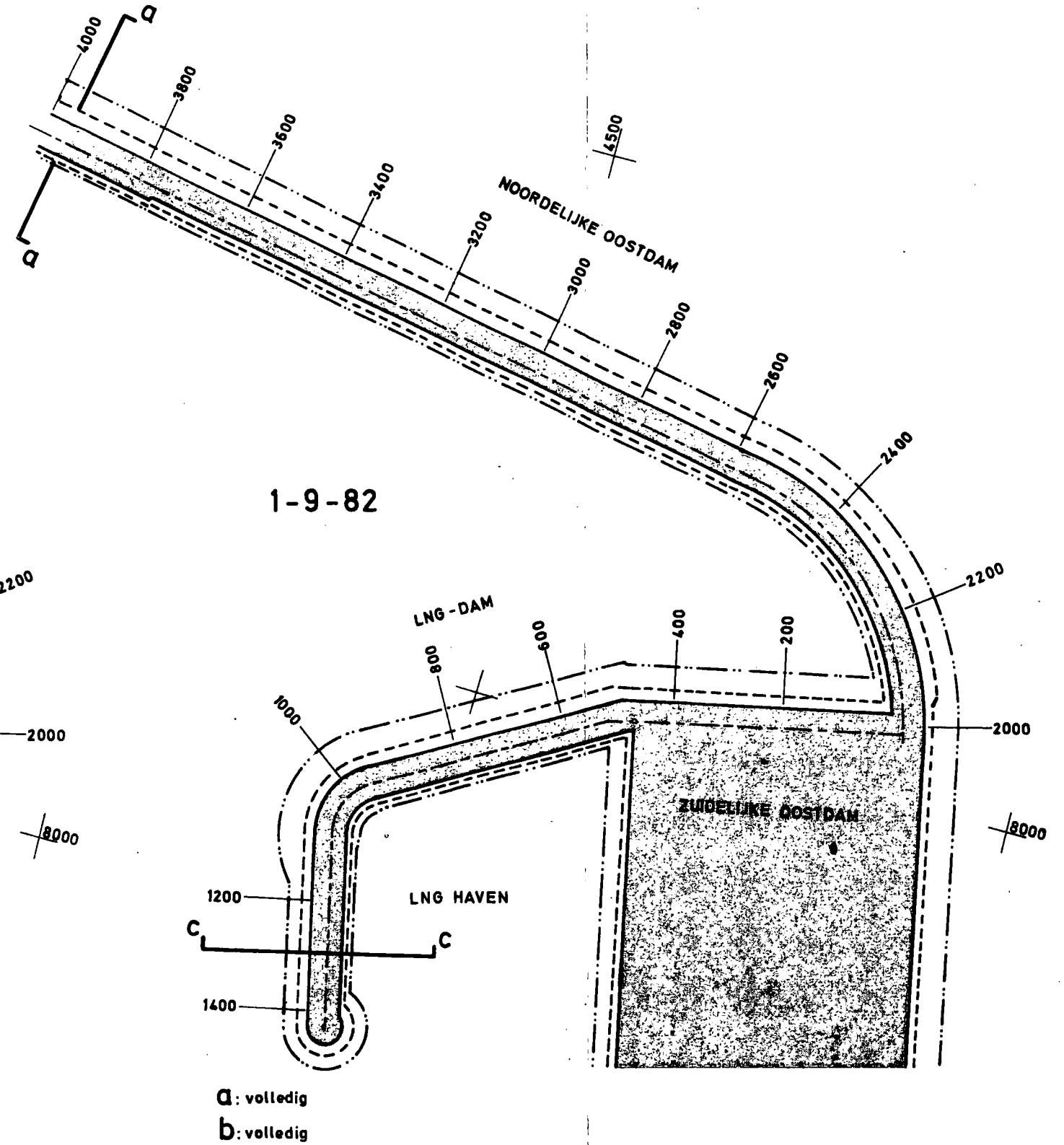
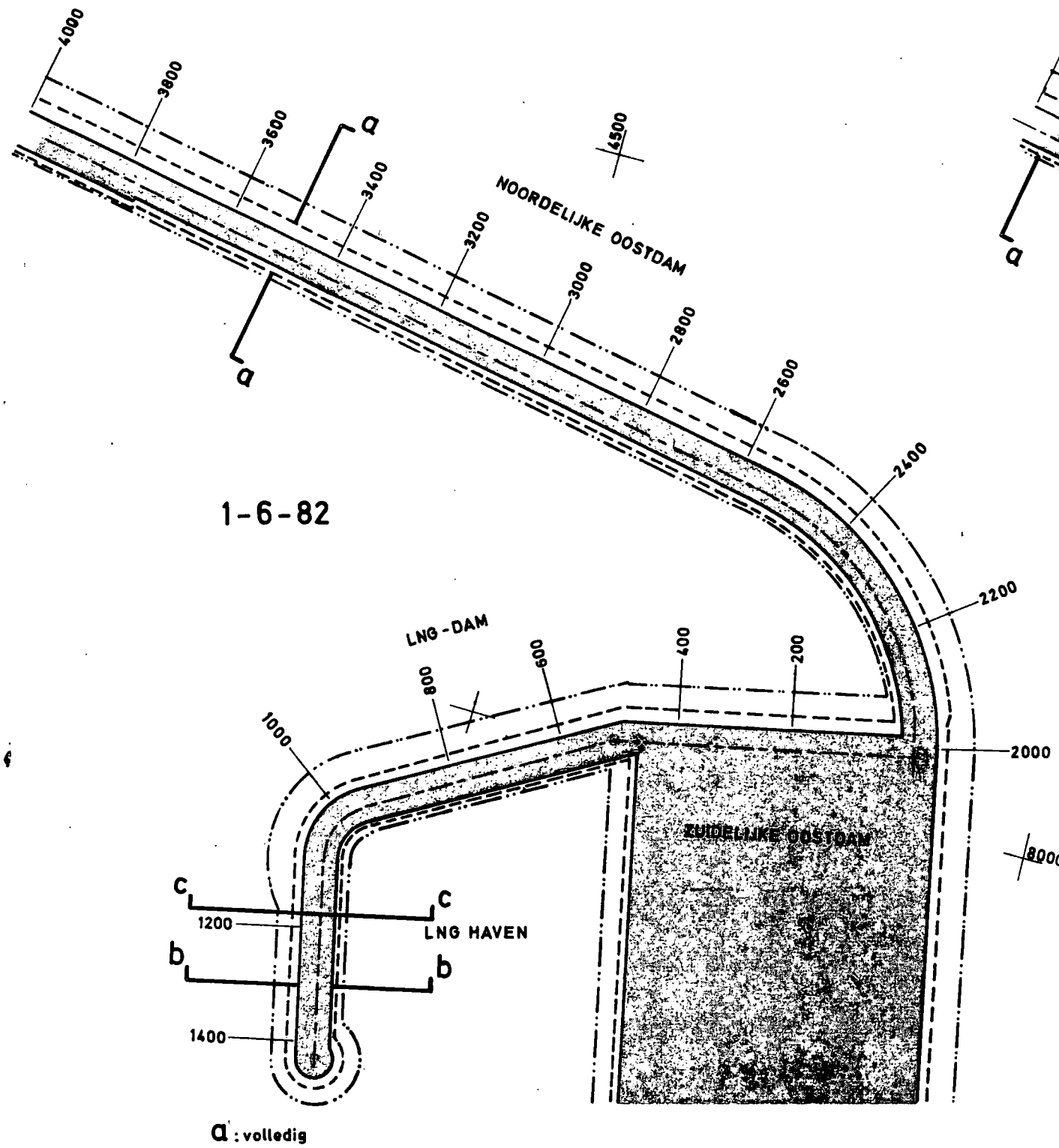
VOORUITGANG DER WERKEN

Symbolische voorstelling van de begrenzingen

--- ZINKSTUK
- - - BERM
— KERN



a : ZINKSTUK
b : BERM
c : KERN



Geplanimeerde oppervlakten per dieptelijnen

Datum	Diepte (m)	Opp.LNG (m2)	Opp.-NO-dam (m2)	Totale opp. (m2)
6/6/1981	10	20.900	25.800	46.700
	11	13.800	18.700	32.500
	12	6.300	14.000	20.300
	13	2.500	9.800	12.300
	14	1.200	6.600	7.800
	15	200	4.100	4.300
	16	-	3.000	3.000
	17	-	2.200	2.200
	18	-	1.600	1.600
19	-	1.100	1.100	
15/9/1981	10	24.100	32.400	56.500
	11	17.700	25.500	43.200
	12	12.200	20.300	32.500
	13	7.100	15.700	22.800
	14	3.700	10.700	14.400
	15	1.400	8.000	9.400
	16	200	5.600	5.800
	17	-	4.000	4.000
	18	-	3.000	3.000
19	-	1.900	1.900	
			100	100
16/11/1981	10	48.200	37.500	85.700
	11	38.900	29.400	68.300
	12	32.200	23.300	55.500
	13	24.400	17.700	42.100
	14	12.900	13.800	26.700
	15	4.300	9.600	13.900
	16	800	6.300	7.300
	17	-	4.500	4.500
	18	-	2.400	2.400
19	-	1.100	1.100	
		200	200	200
1/2/1982	10	54.300	35.700	90.000
	11	47.500	24.700	72.200
	12	39.800	19.400	59.000
	13	29.600	14.400	44.000
	14	17.300	9.600	26.900
	15	12.400	6.200	18.600
	16	8.700	3.900	12.600
	17	4.900	1.200	6.100
	18	800	-	800
19	-	-	-	

Geplanimetreerde oppervlakten per dieptelijnen.

Datum	Diepte (m)	Opp. LNG (m ²)	Opp. -NO-dam (m ²)	Totale opp. (m ²)
23/3/1982	10	63.500	31.500	95.000
	11	50.900	24.600	75.500
	12	42.400	18.800	61.200
	13	34.100	14.300	48.400
	14	20.300	8.900	29.200
	15	15.800	5.400	21.200
	16	12.600	2.400	15.000
	17	8.300	1.000	9.300
	18	4.000	-	4.000
	19	1.100	-	1.100
15-16/6/82	10	63.900	38.400	102.300
	11	52.500	28.000	80.500
	12	45.300	20.900	66.200
	13	37.200	14.500	51.700
	14	22.400	8.100	30.500
	15	17.500	4.400	21.900
	16	13.600	1.900	15.500
	17	9.900	300	10.200
	18	5.100	-	5.100
	19	1.400	-	1.400
5/1/1982	10	66.100	40.700	106.800
	11	53.400	27.300	80.700
	12	46.100	21.500	67.600
	13	38.000	15.300	53.300
	14	24.100	8.900	33.000
	15	18.200	4.600	22.800
	16	14.500	2.100	16.600
	17	10.300	300	10.600
	18	6.400	-	6.400
	19	2.200	-	2.200
		200		200
31/7/1982	10	63.700	37.400	101.100
	11	53.000	27.600	80.600
	12	44.900	20.400	65.300
	13	36.800	14.600	51.400
	14	23.400	6.900	30.300
	15	14.900	3.900	21.800
	16	14.100	1.800	15.900
	17	9.800	200	10.000
	18	5.900	-	5.900
	19	1.600	-	1.600

Geplanimeetreerde oppervlakten per dieptelijnen.

Datum	Diepte (m)	Opp. LNG (m2)	Opp.-NO-dam (m2)	Totale opp. (m2)
26/8/1982	10	66.500	37.900	104.400
	11	53.800	28.800	82.600
	12	45.500	19.500	65.000
	13	37.300	14.000	51.300
	14	21.700	7.200	28.900
	15	16.900	3.700	20.600
	16	13.400	1.300	14.700
	17	9.800	50	9.850
	18	5.400	-	5.400
	19	1.000	-	1.000
11/9/1982	10	63.100	36.100	99.200
	11	52.300	26.500	78.800
	12	44.000	19.000	63.000
	13	35.900	13.900	49.800
	14	20.500	6.000	26.500
	15	16.800	3.000	19.800
	16	12.700	900	13.600
	17	8.700	-	8.700
	18	4.100	-	4.100
	19	800	-	800
22/9/1982	10	64.800	37.900	102.700
	11	53.300	29.000	82.300
	12	45.000	20.900	65.900
	13	37.800	15.300	53.100
	14	22.400	7.300	29.700
	15	17.400	4.100	21.500
	16	13.500	1.300	14.800
	17	9.700	50	9.750
	18	6.100	-	6.100
	19	1.400	-	1.400
19/10/1982	10	65.700	31.200	96.700
	11	53.000	23.700	76.700
	12	42.700	16.500	59.200
	13	33.600	9.300	39.900
	14	23.300	4.100	27.400
	15	18.400	2.000	20.400
	16	14.900	100	15.000
	17	10.300	-	10.300
	18	6.500	-	6.500
	19	2.000 200	-	2.000 200

Berekende volumes per dieptelijnen.

Datum	Diepte (m)	Volumes LNG (m3)	Volumes NO-dam (m3)	Totale volumes (m3)
6/6/1981	10	34.370	73.890	108.260
	11	17.020	51.640	68.660
	12	6.970	35.290	42.260
	13	2.570	23.390	25.960
	14	720	15.190	15.910
	15	20	9.840	9.860
	16	-	6.290	6.290
	17	-	3.690	3.690
	18	-	1.790	1.790
	19	-	440	440
15/8/1981	10	54.040	112.330	166.370
	11	33.140	83.380	116.520
	12	18.440	60.480	78.920
	13	8.790	42.480	51.270
	14	3.390	29.280	32.670
	15	840	18.580	19.420
	16	40	11.780	11.820
	17	-	6.980	6.980
	18	-	3.480	3.480
	19	-	1.030	1.030
16/11/1981	10	143.270	127.010	270.280
	11	99.720	93.560	193.280
	12	64.170	67.210	131.380
	13	35.870	46.710	82.580
	14	11.470	30.960	42.430
	15	2.870	19.260	22.130
	16	320	11.310	11.630
	17	-	5.910	5.910
	18	-	2.460	2.460
	19	-	710	710
1/2/1982	10	187.990	97.130	285.120
	11	137.090	66.930	204.020
	12	93.440	44.880	138.320
	13	58.740	27.980	86.720
	14	35.290	15.980	51.270
	15	20.440	8.080	28.520
	16	9.890	3.030	12.920
	17	3.090	480	3.570
	18	240	-	240
	19	-	-	-

Berekende volumes per dieptelijnen.

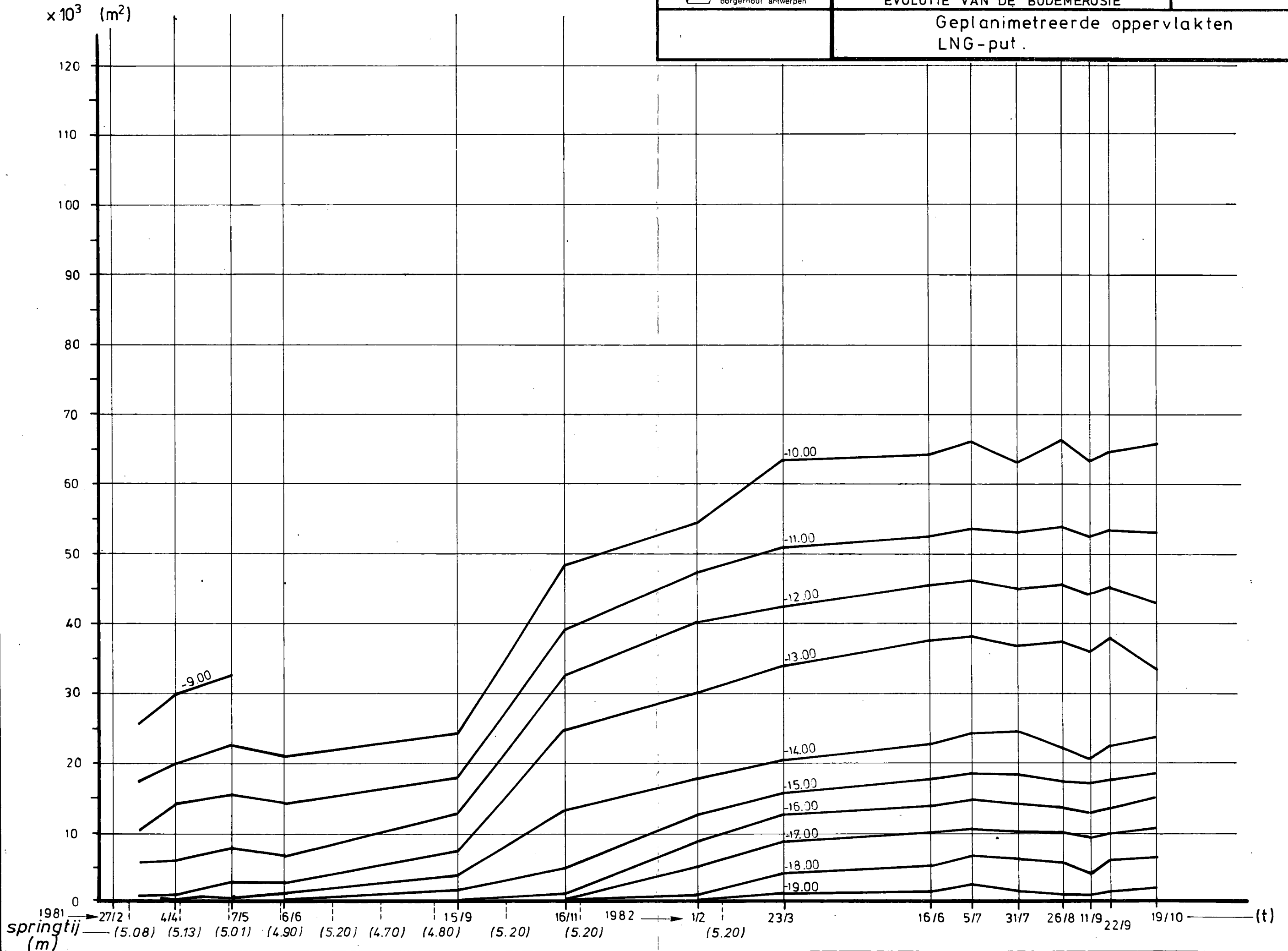
Datum	Diepte (m)	Volumes LNG (m3)	Volumes NO-dam (m3)	Totale volumes (m3)
23/3/1982	10	224.000	90.950	314.950
	11	166.800	62.910	229.700
	12	120.150	41.200	161.350
	13	81.900	24.650	106.550
	14	54.700	13.050	67.750
	15	36.650	5.900	42.550
	16	22.450	2.000	24.450
	17	12.000	300	12.300
	18	5.850	-	5.850
	19	330	-	330
15-16/6/82	10	236.570	97.210	333.780
	11	178.370	64.010	242.380
	12	129.470	39.560	169.030
	13	88.220	21.860	110.080
	14	58.420	10.560	68.980
	15	38.470	4.310	42.780
	16	22.920	1.160	24.080
	17	11.170	60	11.230
	18	3.670	-	3.670
	19	420	-	420
5/7/1982	10	245.278	102.380	347.650
	11	185.520	68.380	253.900
	12	135.770	43.980	179.750
	13	93.720	25.580	119.300
	14	62.670	13.480	76.150
	15	41.520	4.580	46.100
	16	25.270	1.230	26.500
	17	13.370	30	13.900
	18	5.520	-	5.520
	19	1.220	-	1.220
31/7/1982	10	239.040	93.940	332.980
	11	180.690	61.440	242.130
	12	131.740	37.440	169.180
	13	90.890	19.940	110.830
	14	60.790	9.290	70.080
	15	40.140	3.890	44.030
	16	24.140	1.040	25.180
	17	12.190	40	12.230
	18	4.390	-	4.390
	19	640	-	640

Berekende volumes per dieptelijnen.

Datum	Diepte (m)	Volumes LNG (m3)	Volumes NO-dam (m3)	Totale volumes (m3)
26/8/1982	10	237.950	92.990	330.940
	11	177.800	60.140	237.940
	12	128.150	35.990	164.140
	13	86.750	19.200	105.950
	14	57.250	8.640	65.890
	15	37.950	3.190	41.140
	16	22.800	690	23.490
	17	11.200	15	11.215
	18	3.600	-	3.600
19	400	-	400	
11/9/1982	10	227.110	87.170	314.280
	11	169.410	55.870	225.280
	12	121.260	33.120	154.380
	13	81.310	16.670	97.980
	14	53.110	6.720	59.830
	15	34.460	2.220	36.680
	16	19.710	270	19.980
	17	9.010	-	9.010
	18	2.610	-	2.610
19	160	-	160	
22/9/1982	10	238.720	96.880	335.600
	11	179.670	63.430	243.100
	12	130.520	38.480	169.000
	13	89.120	20.380	109.500
	14	59.020	9.080	68.100
	15	39.120	3.380	42.500
	16	23.670	680	24.350
	17	12.070	5	12.075
	18	4.170	-	4.170
19	420	-	420	
19/10/1982	10	237.750	71.300	309.050
	11	178.400	43.850	222.250
	12	130.550	23.750	154.300
	13	92.400	10.850	103.250
	14	63.950	4.150	68.100
	15	43.100	1.100	44.200
	16	26.450	50	26.500
	17	13.850	-	13.850
	18	5.450	-	5.450
19	1.200	-	1.200	

Geplanimeetreerde oppervlakten
LNG-put.

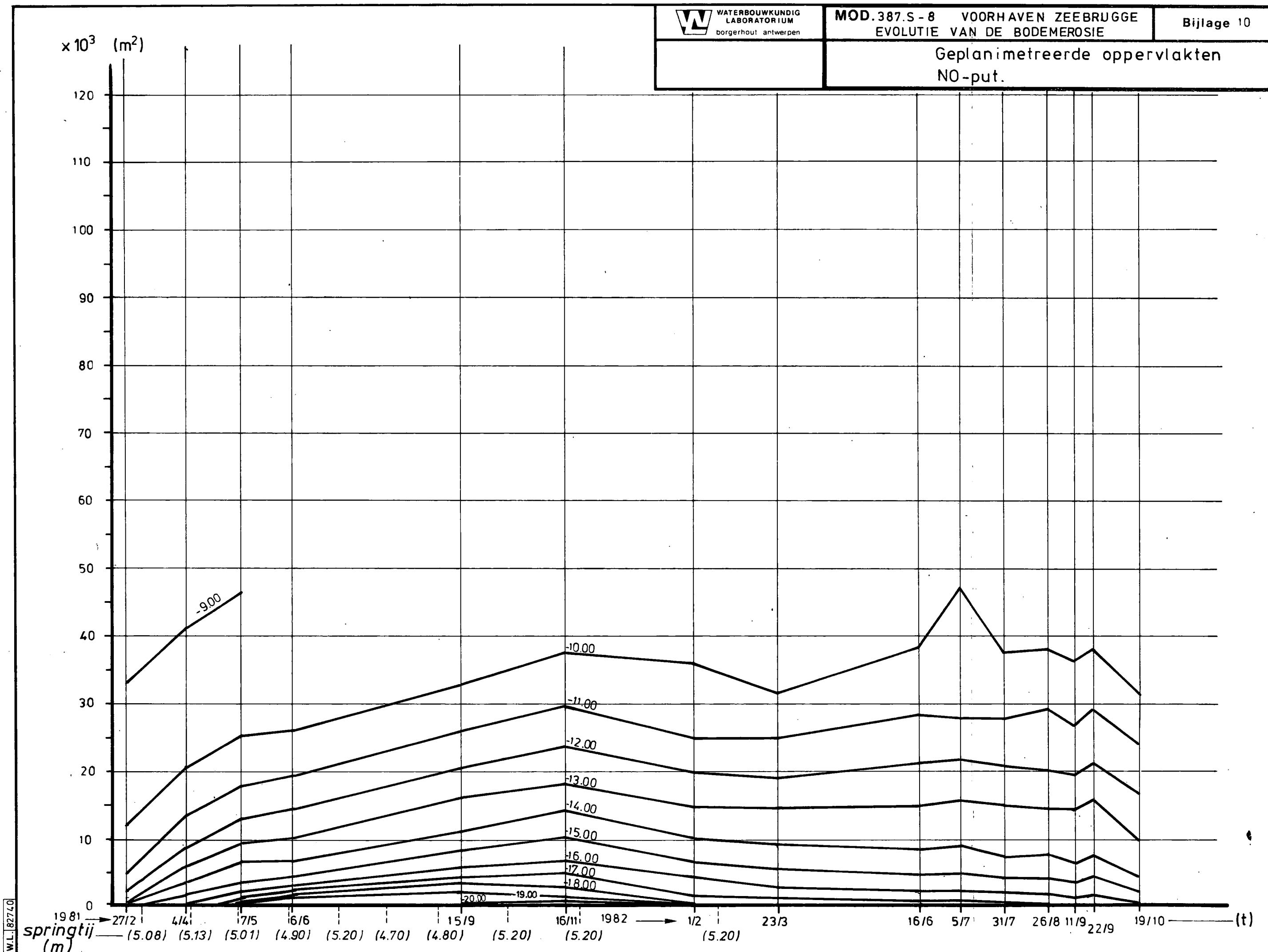
$\times 10^3$ (m²)



W.L.162739

Geplanimeetreerde oppervlakten
NO-put.

$\times 10^3$ (m²)



W.L. 82740

1981 → 27/2 (5.08) 4/4 (5.13) 7/5 (5.01) 16/6 (4.90) 15/9 (5.20) 4/7 (4.70) 4/8 (4.80) 5/2 (5.20) 16/11 (5.20) 1982 → 1/2 (5.20) 23/3 16/6 5/7 31/7 26/8 11/9 22/9 19/10 (t)

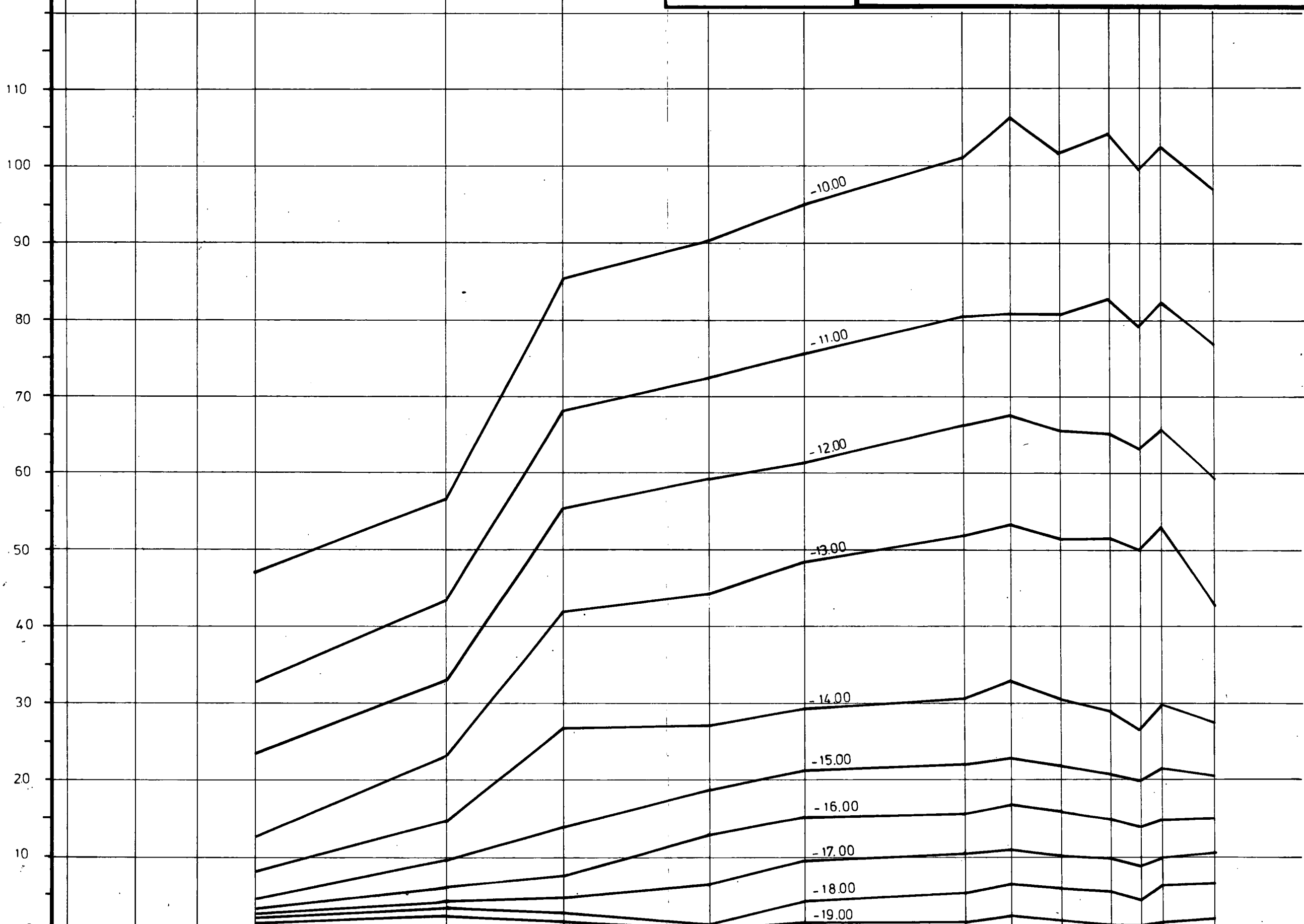
Geplanimeetreerde oppervlakten:
totaal.

$\times 10^3$ (m²)

W.L. 82741

1981 → 27/2 (5.08) 4/4 (5.13) 17/5 (5.01) 16/6 (4.90) 15/9 (4.80) 16/11 (5.20) 1982 → 1/2 (5.20) 23/3 16/6 5/7 31/7 26/8 11/9 22/9 19/10 (t)

springtij (m)



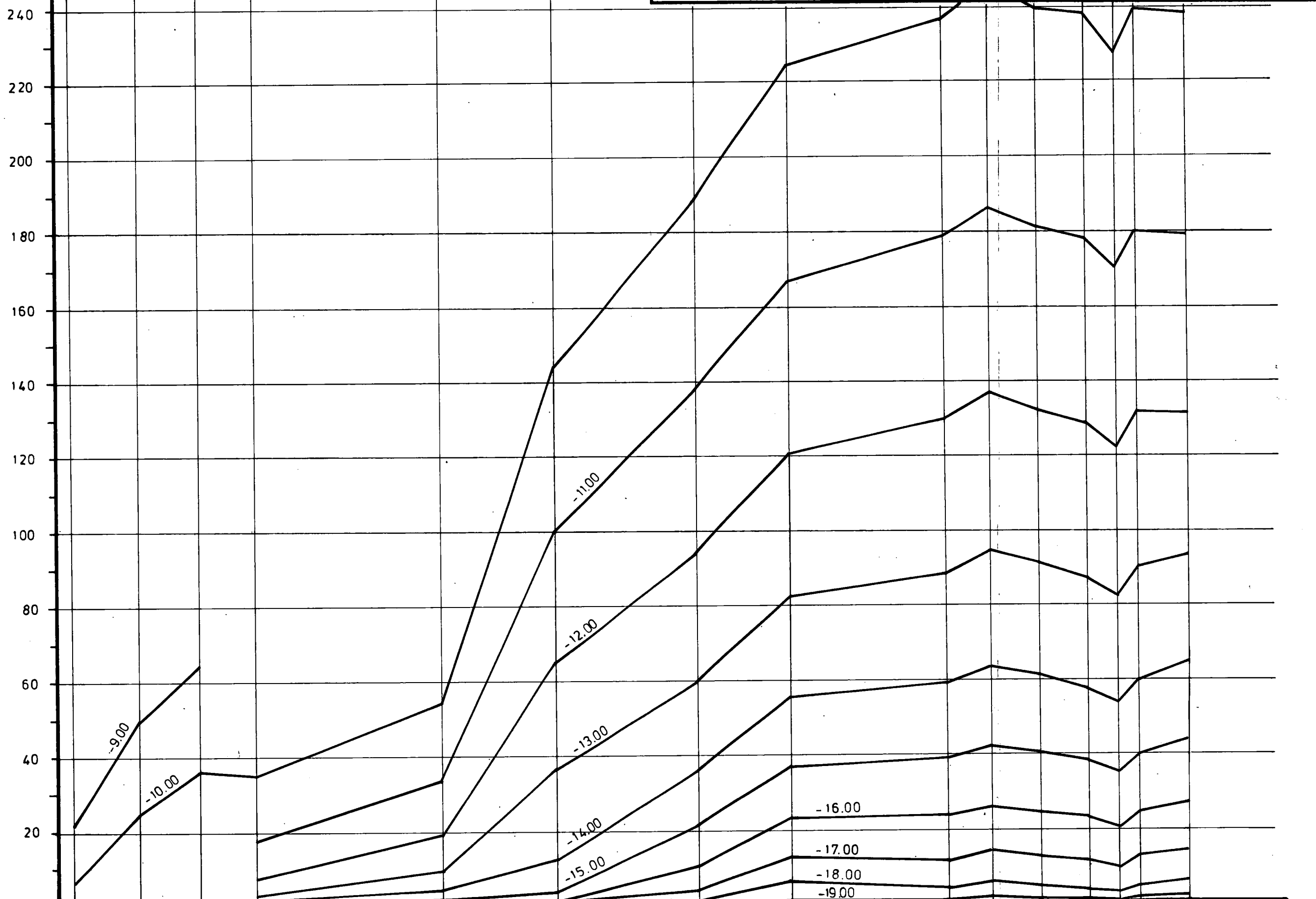
$\times 10^3 \text{ (m}^3\text{)}$

Berekende volumes : LNG-put.

WL.82742

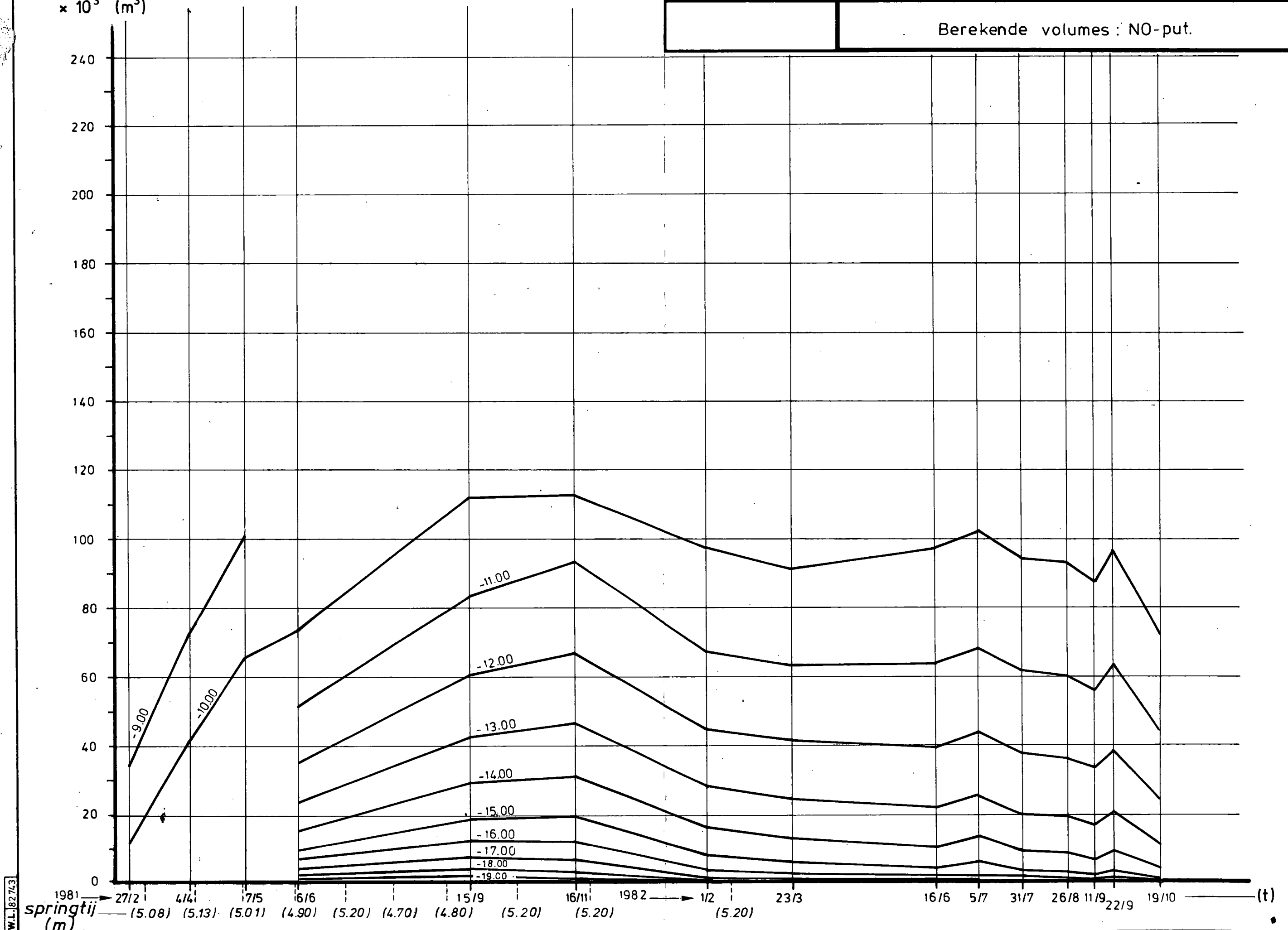
1981 → 27/2 | 4/4 | 7/5 | 6/6 | 5/20 | 4/70 | 4/80 | 5/20 | 16/11 | 1982 → 1/2 | 5/20 | 23/3 | 16/6 | 5/7 | 31/7 | 26/8 | 11/9 | 22/9 | 19/10 (t)

springtij (m) — (5.08) (5.13) (5.01) (4.90) (5.20) (4.70) (4.80) (5.20) (5.20) (5.20)



$\times 10^3 (m^3)$

Berekende volumes : NO-put.



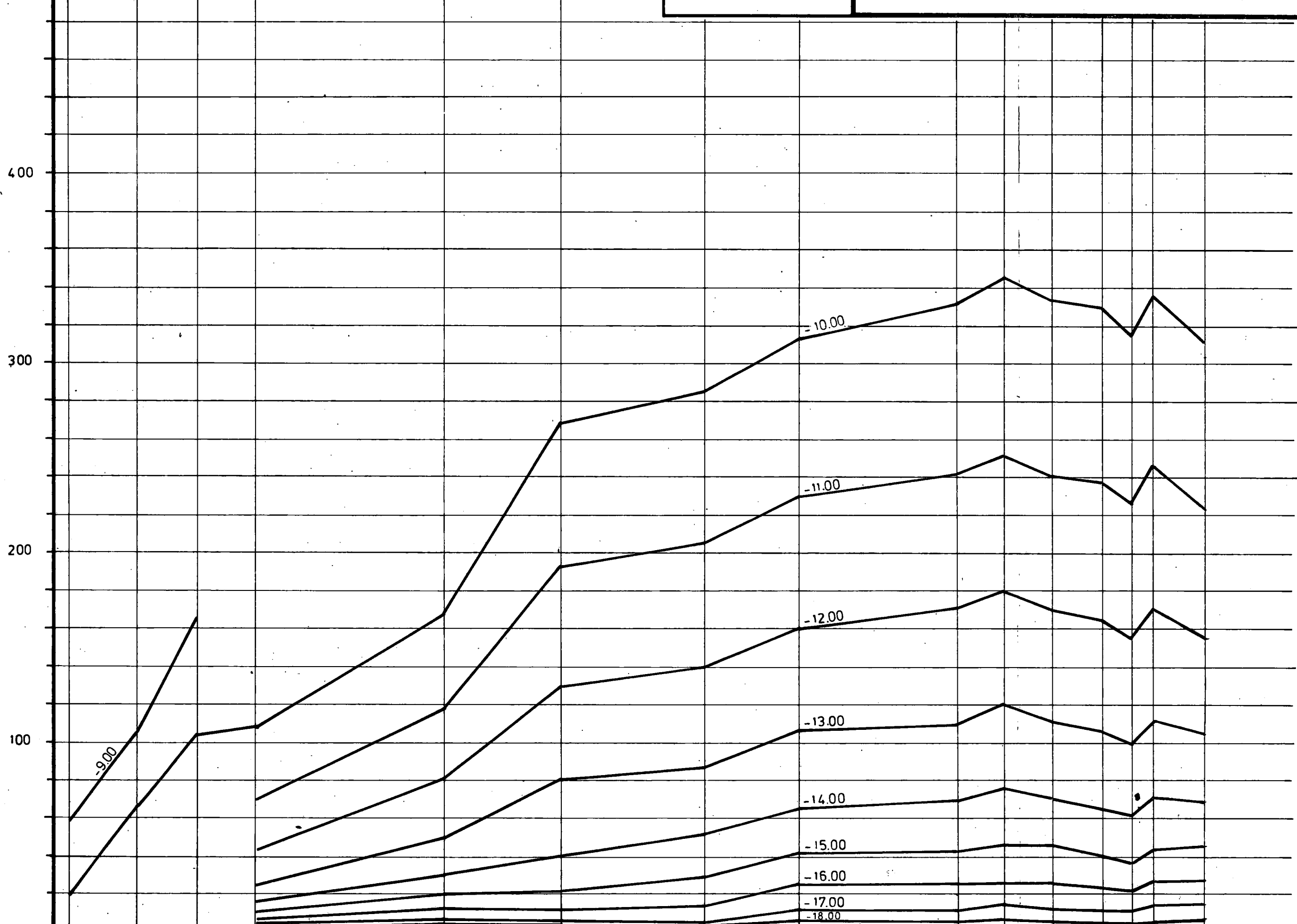
WL 827/3

Berekende volumes : totaal

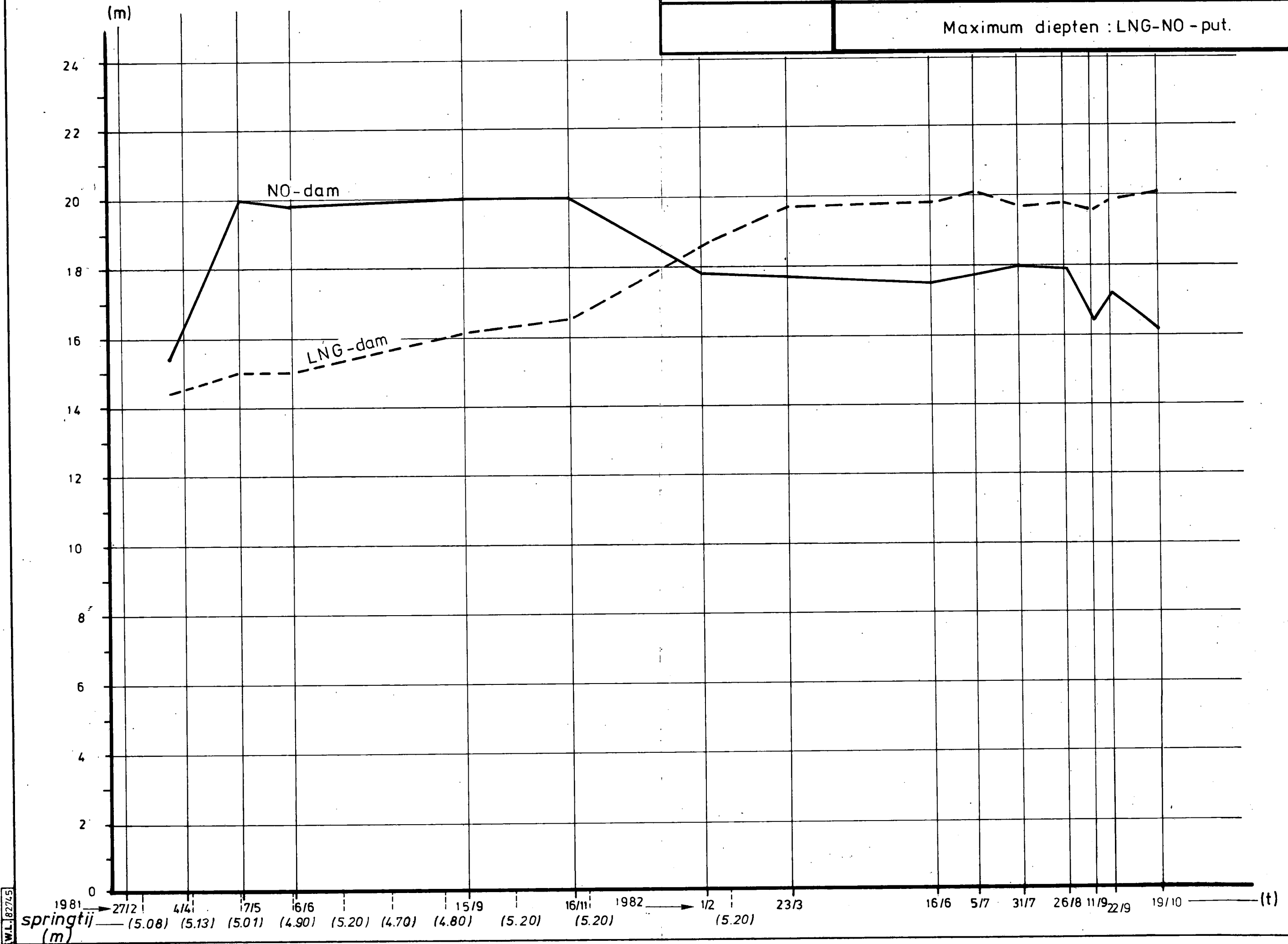
$\times 10^3$ (m³)

W.L. 1827/4

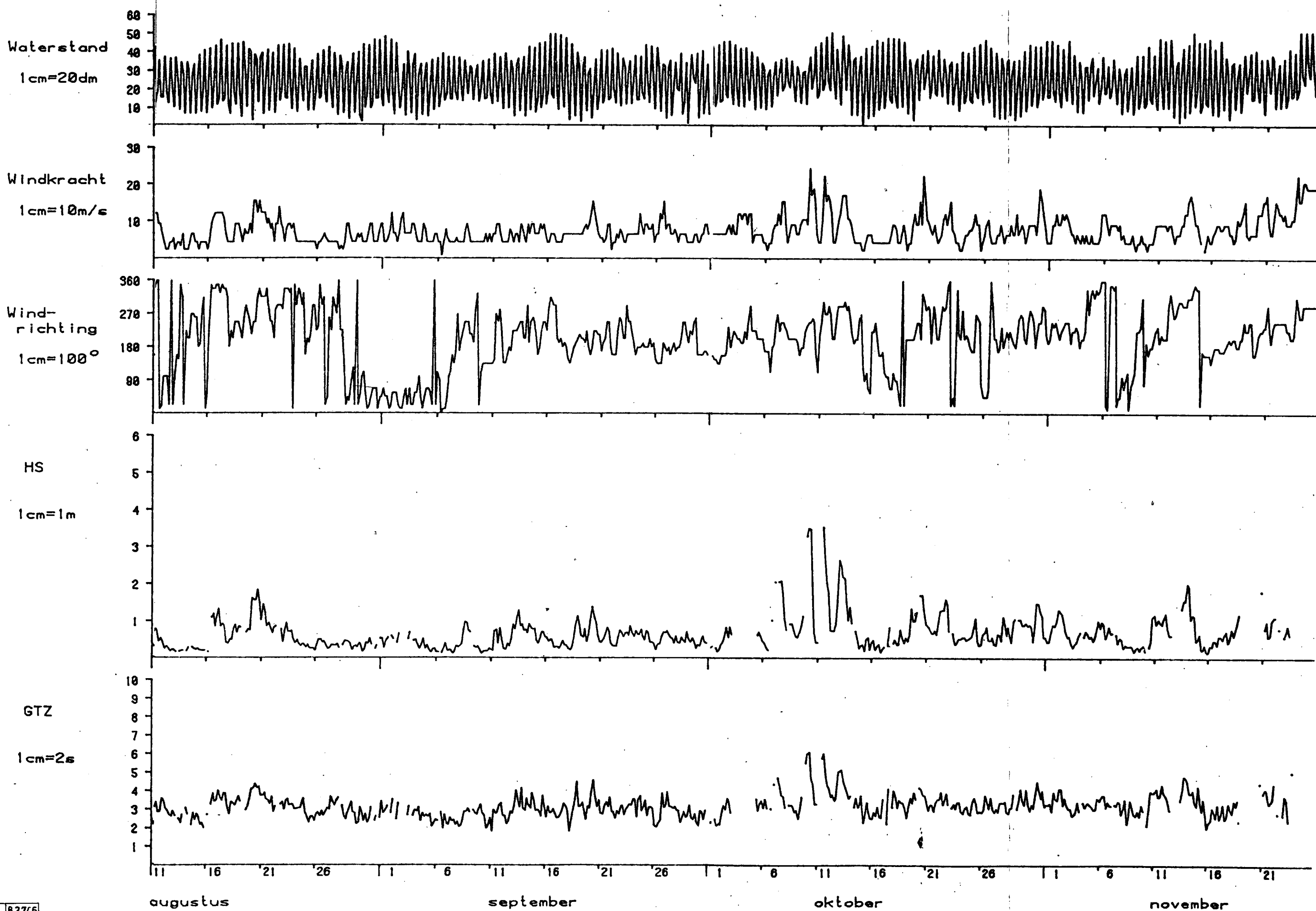
1981 27/12 (5.08) 4/14 (5.13) 7/15 (5.01) 16/6 (4.90) (5.20) (4.70) (4.80) (5.20) 16/11 (5.20) 1982 1/2 (5.20) 23/3 16/6 5/7 31/7 26/8 11/9 22/9 19/10 (t)



Maximum diepten : LNG-NO - put.



GEGEVENS: Waterstand en wind september -
november 1981.



editie WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM

BERCHEMLEI 115
2200 BORGERHOUT
BELGIE
TELEFOON 03/236.18.50.

