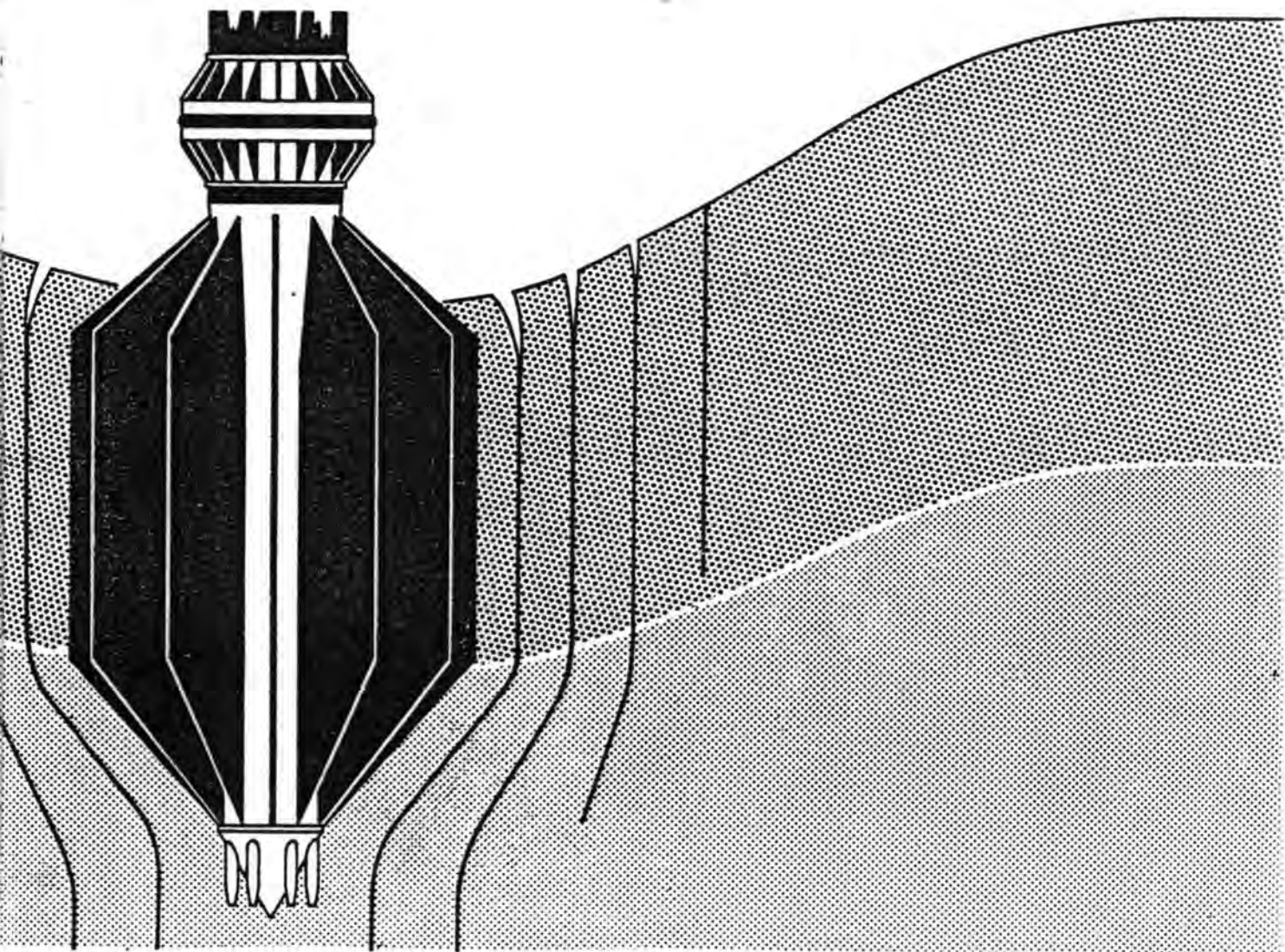


EVALUATIE NOTA
VERDICHTEN

deelnota 3

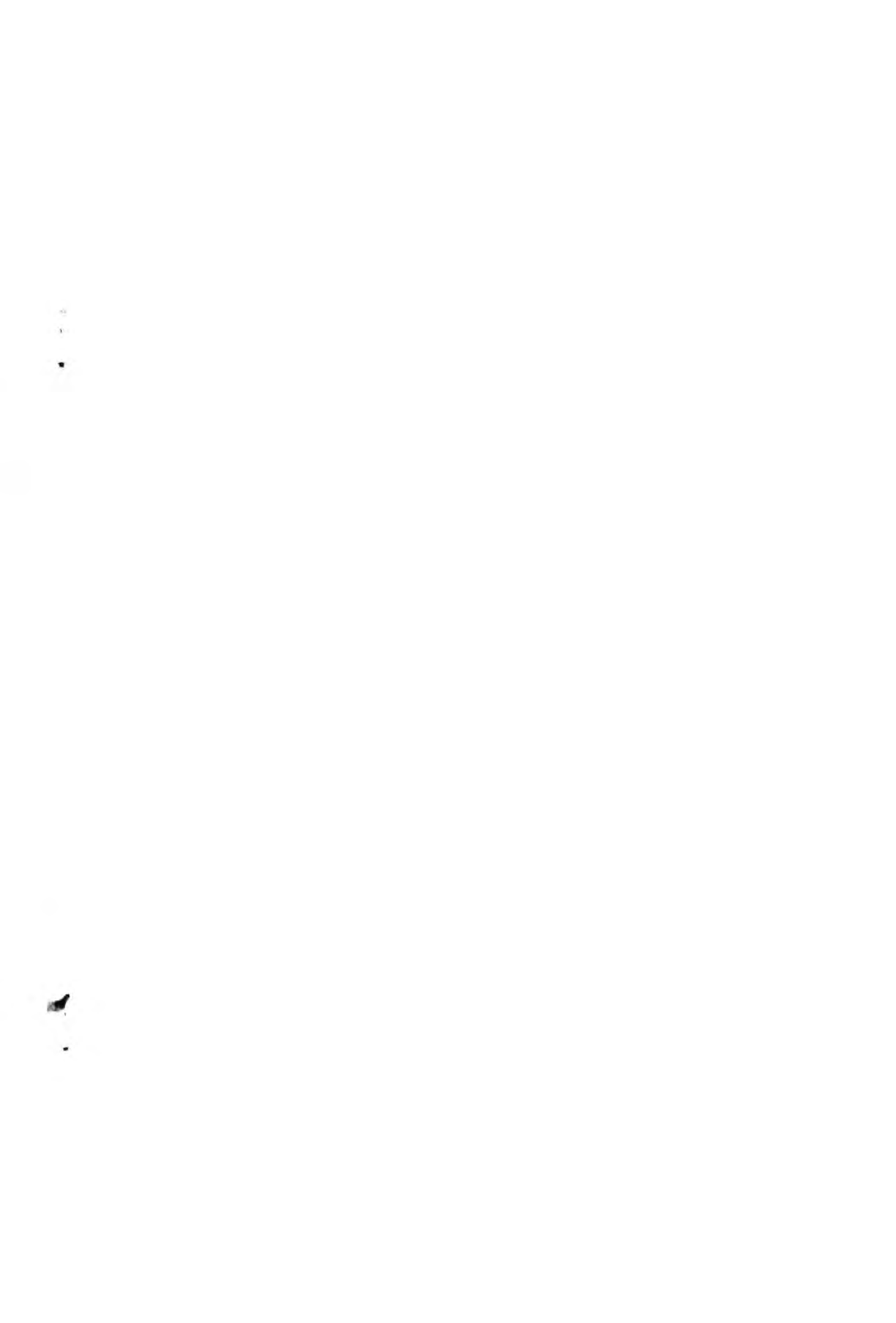
27VERD_N_83003



**oosterscheldekering
evaluatie uitvoeringsaspecten**

Evaluatie uitvoeringsaspecten

27VERD-N-83003



deltadienst

notitie

2PROBU-M-83052

aan: PGS
van: voorzitter Pb2
datum: 23 september 1983
onderwerp: Evaluatienota verdichten - Deelnota 3: evaluatie uitvoeringsaspecten

Hierbij treft u de derde deelnota van de Evaluatienota verdichten, welke de evaluatie van de uitvoeringsaspecten behandelt. Achtereenvolgens worden de volgende aspecten beschouwd:

- kosten
- planning
- vormen van deelopovereenkomsten
- werken in ploegendiensten
- keuze verdichtingsmethode
- algemene gegevens

In totaliteit is er ca. 3.700.000 m³ zandgrond verdicht, hetgeen, omgerekend naar het prijspeil december 1975, f 77.957,000 heeft gekost (inclusief bouw en opleggen Mytilus, terreinonderzoek, exploitatie Mytilus). Omgerekend naar het prijspeil december 1975 komt dit neer op ca. f 21,00 per m³ verdichte grond.

De prijs per m³ verdichte grond wordt echter sterk bepaald door enerzijds de verdichtingsdiepte en horizontale stapafstand en anderzijds de vereiste verdichtingskwaliteit. Op de bijlagen van deze brief zijn deze, m.b.v. de kostenevaluatie berekende relaties weergegeven.

Voor respectievelijk een horizontale stapafstand van 4 m en een verdichtingsdiepte van 10 m komt het samengevat op het volgende neer:

horizontale stapafstand
= 4 m

verdichtingsdiepte (m)	prijs per m ³ verdichte grond (prijspeil dec'75)
5	f 24,0
8	f 19,5
10	f 18,2
12	f 17,2

verdichtingsdiepte
= 10 m

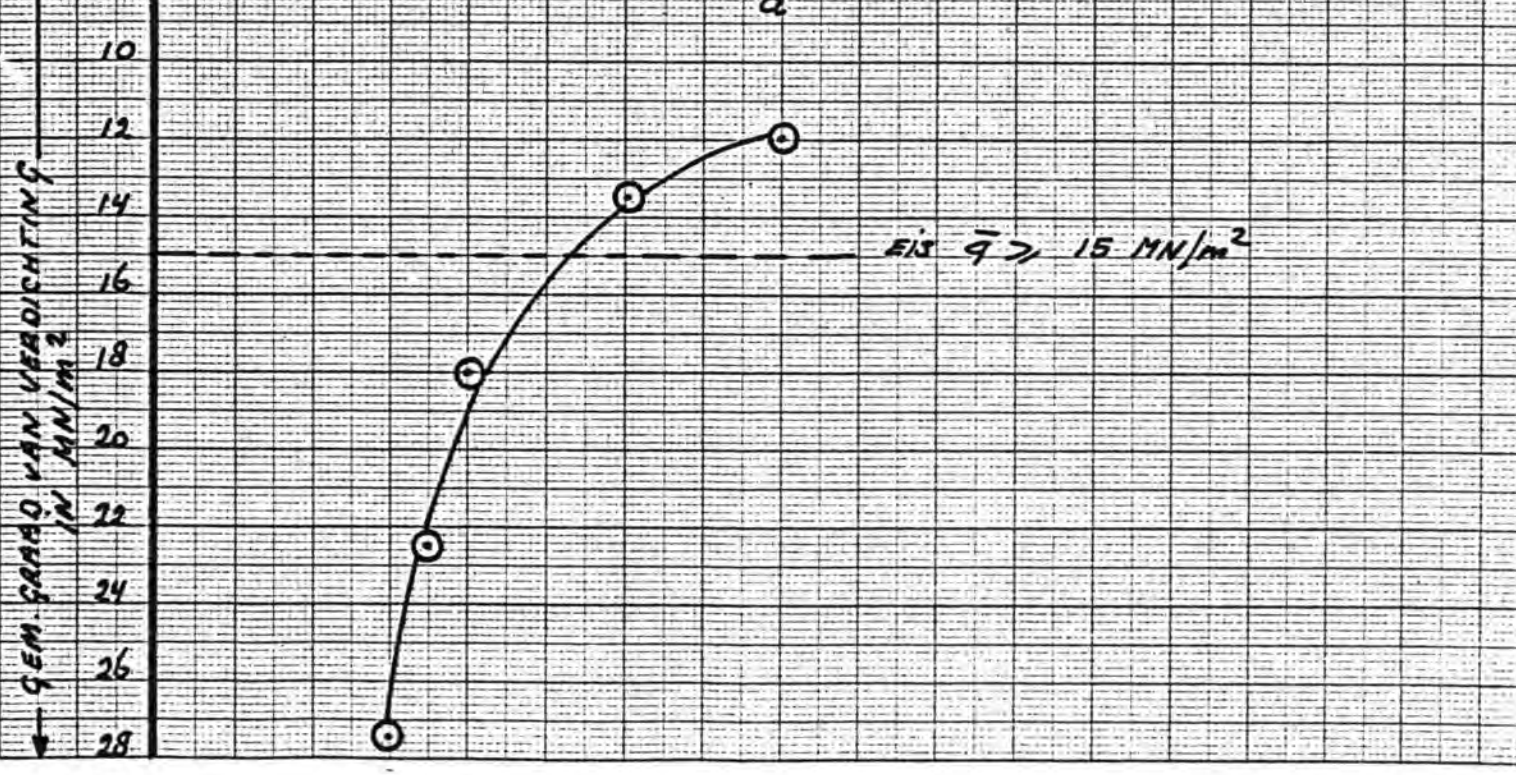
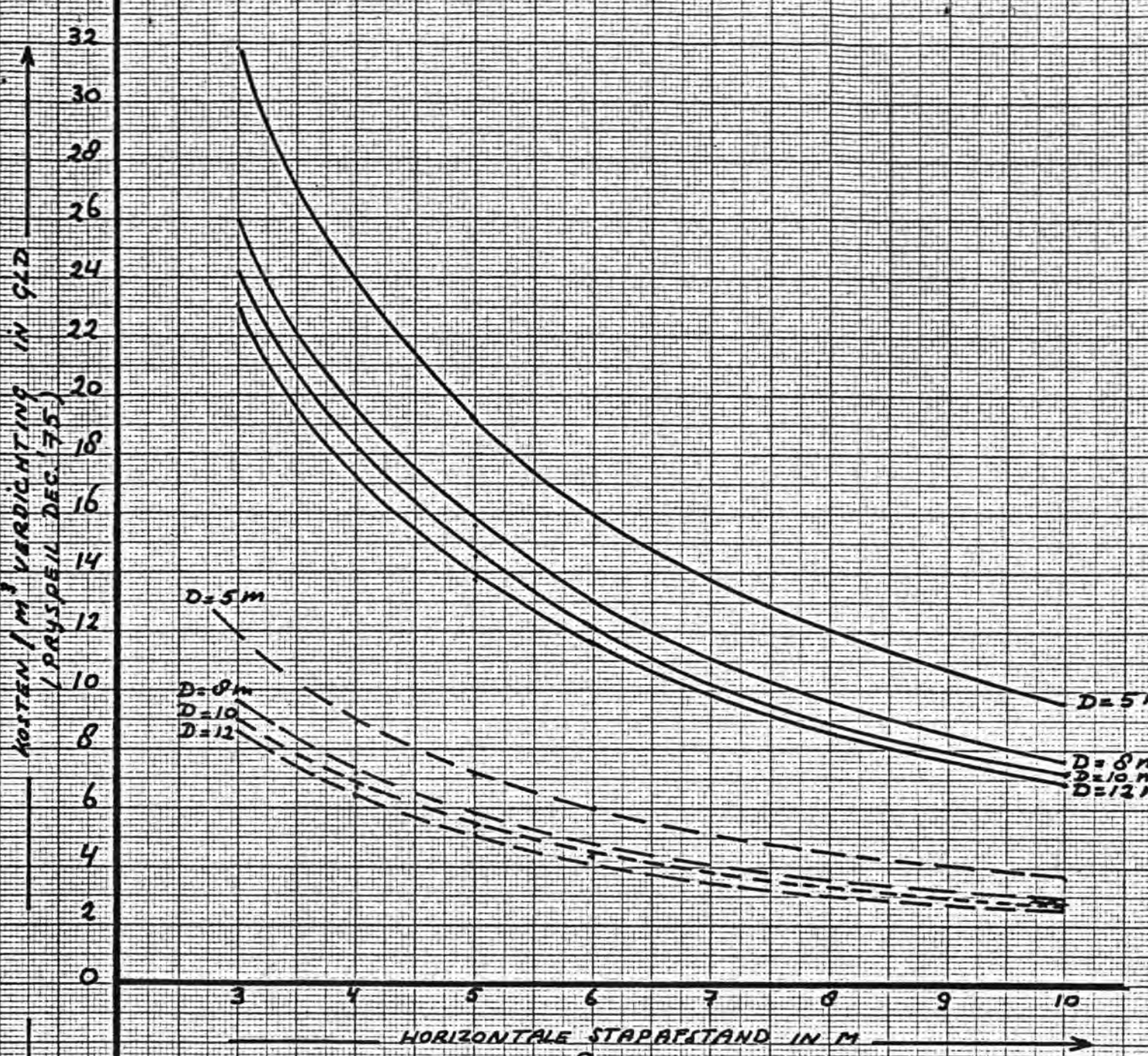
horizontale stapafstand (m)	prijs per m ³ verdichte grond (prijspeil dec'75)
3	f 24,2
4	f 18,2
5	f 14,6
6	f 12,1

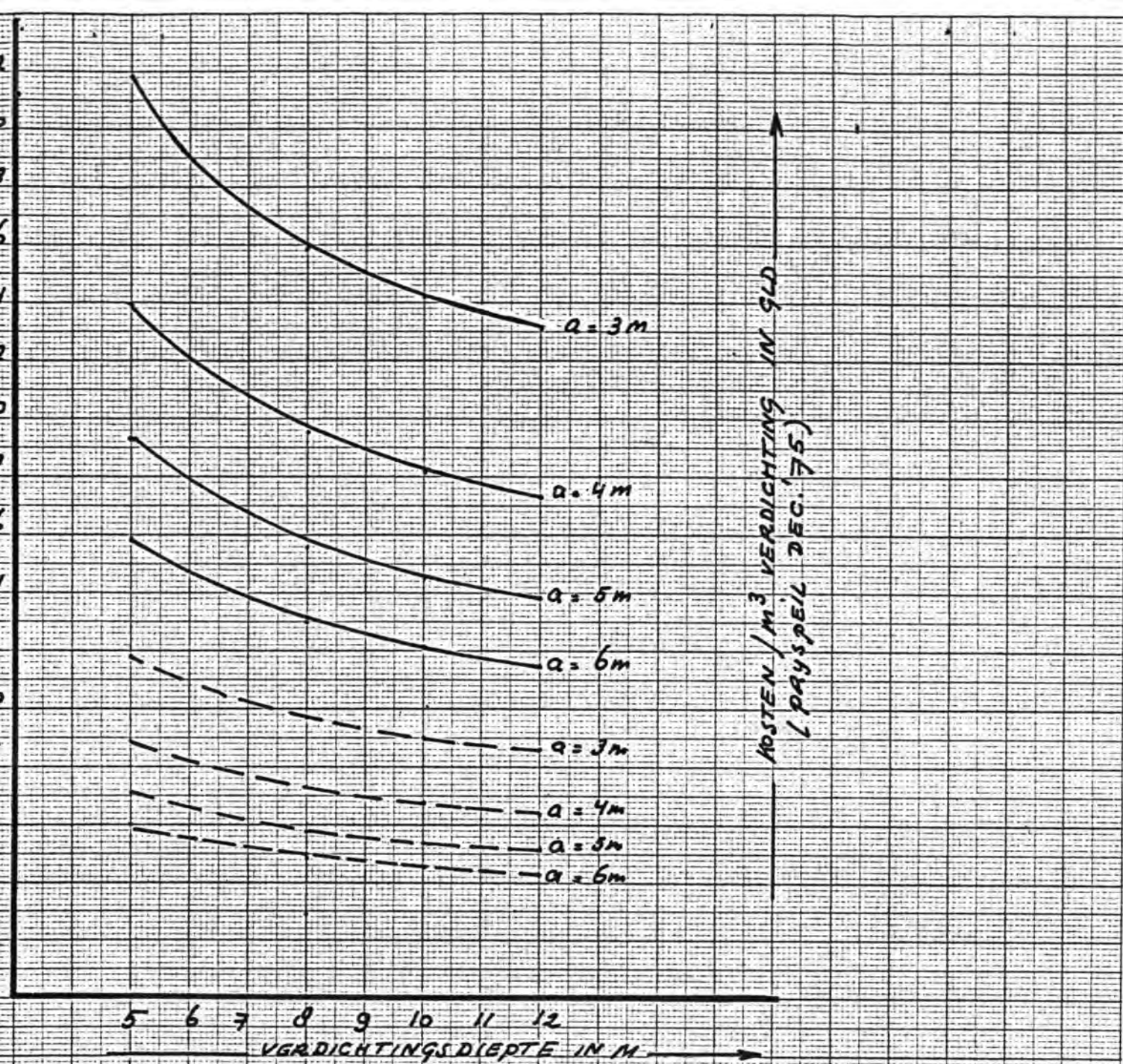
De verdichtingswerken in de Oosterschelde hebben van 18 oktober 1979 (aanvang proefperiode) tot 28 februari 1982 (opleggen Mytilus) geduurd. Gedurende de productieperiode is met de volgende gemiddelde productiegrootheden gedraaid:

bedrijfscoëfficiënt	0,71
naaldwaarde	0,80
cyclustijd (D = 10 m)	180 min voor optimalisatie proces 110 min na optimalisatie proces (na april 1981)

Uit de evaluatie van de in bestek DED-1750/73 toegepaste premiereregeling blijkt dat het niet goed mogelijk is een uitspraak te doen omtrent de invloed van de premiereregeling op het uitvoertechnische gedeelte van het verdichtingswerk. Er kan wel worden gesteld dat het toepassen van de premiereregeling ertoe heeft geleid dat er overeenstemming is bereikt over contract, waarvan het resultaat is geweest dat de werkelijke uitvoeringsduur van het onder de premiereregeling vallende verdichtingswerk, vrij dicht bij de door het Rijk geraamde aantal diensturen ligt.

Met het uitbrengen van deze derde deelnota wordt tevens de rapportage van de verdichtingswerken in de Oosterschelde afgesloten.





By KOSTEN GRAFIEKEN

GEBASEERD OP TOTALE KOSTEN VERDICH-
TEN INCL. BOUW, AFBOW, GRONDON-
DERDEK, PROEFPERIODE,

GEBASEERD OP ALLEEN PRODUCTIE
VERDICHEN IN DE SLUITGATEN.

UITGANGSPUNTEN

$$VS = \frac{BC * bruto uren * noeltdwaarde * a}{cyclustijd}$$

a = horizontale stapafstand

$$\overline{BC} = 0,71$$

$$\overline{NW} = 0,80$$

$$\text{cyclustyd} = 37 \text{ min} + 7 \text{ à } 8 D$$

} Zie evaluatie
nota's

0.	<u>Inleiding</u>	3
1.	<u>Evaluatie kosten verdichten en terreinonderzoek</u>	4
1.1.	Evaluatie van de kosten van het verdichten	4
1.1.1.	Oorspronkelijk kostenprognose voor aanvang werk	4
1.1.2.	Gerealiseerde kosten verdichten	5
1.1.3.	Vergelijking werkelijke t.o.v. geraamde kosten principe- machtiging	6
1.1.4.	Aannemingsom t.o.v. werkelijke kosten	7
1.2.	Evaluatie van de kosten van het terreinonderzoek	8
1.2.1.	Oorspronkelijk kosten prognose voor aanvang werk	8
1.2.2.	Gerealiseerde kosten terreinonderzoek	8
1.2.3.	Aannemingsom t.o.v. werkelijke kosten	10
1.3.	Overzicht totale kosten verdichtingswerk SVK	11
2.	<u>Evaluatie van de planning van het verdichten</u>	14
2.1.	Oorspronkelijke planningsuitgangspunten	14
2.2.	Gerealiseerde planning	17
2.2.1.	Aanvangsperiode	17
2.2.2.	Productieperiode	17
2.3.	Vergelijking oorspronkelijke uitgangspunten met realisaties	19
2.3.1.	Bedrijfscoëfficiënt	19
2.3.2.	Naaldwaarde	19
2.3.3.	Cyclustijd	19
2.3.4.	Horizontale stapafstand	20
2.3.5.	Diensturen	20
2.3.6.	Resumé	20
3.	<u>Evaluatie vormen van deelovereenkomsten</u>	21
3.1.	Premieregeling	23
3.2.	Realisatie	23
3.3.	Vergelijking premieregeling t.o.v. regiebasis	23
3.3.1.	Uitvoertechisch oogpunt	23
3.3.2.	Financieel oogpunt	26
3.4.	Eindconclusie	27

4.	<u>Evaluatie werken in ploegendiensten</u>	28
4.1.	Deelovereenkomst nummer DED-1750/43, 43a	28
4.2.	Deelovereenkomst nummer DED-1750/73	28
4.3.	Vergelijking van het werken in verschillende ploegendiensten	29
5.	<u>Evaluatie keuze verdichtingsmethode</u>	33
5.1.	Dynamic consolidation	34
5.2.	Rütteldruck-verfahren	34
5.3.	Vergelijking DOS-Nederhorst	34
5.4.	Keuze verdichtingsponton	35
5.5.	Ontwikkeling ontwerp nieuwbouwponton	35
6.	<u>Algemene gegevens</u>	41
6.1.	Definities productie grootheden	41
6.2.	Samenstelling ploegen Mytilus	43
6.3.	Samenstelling hulpmaterieel Mytilus	44
6.4.	Plaatsbepalingsapparatuur Mytilus	44

0. **Inleiding**

In deze derde deelnota van het "Evaluatierapport verdichting ondergrond as SVK" worden de uitvoeringsaspecten geëvalueerd. Het betreft de volgende evaluaties:

- kosten verdichten en terreinonderzoek
- planning van het verdichten
- vormen van deellovereenkomsten
- werken in ploegendiensten
- keuze verdichtingsmethode

Deze derde deelnota wordt alleen binnen de Deltadienst verspreid en is niet bedoeld voor externe verzending.

1. Evaluatie kosten verdichten en terreinonderzoek

1.1. Evaluatie van de kosten van het verdichten

De nieuwbouw van de Mytilus is in september 1978 bij de scheepswerf Boele te Bolnes aangevangen. De Mytilus is op 29 september 1979 op het werk aangevoerd. Na een beproevingsperiode van enkele weken vond op 18 oktober 1979 de overname door het Rijk plaatst. De uiteindelijke kosten van het schip bedroegen f 42.255.000 (BTW = 0-tarief).

1.1.1. Oorspronkelijke kostenprognose voor aanvang werk (principe machtiging)

De oorspronkelijke plannings- en kostenprognose is vastgelegd in de "Aanvraag principe-machtiging voor het uitvoeren van de verdichting van de ondergrond" d.d. 14 juni 1979:

Omschrijving kosten post	m ³ verdichting	Kosten x 10 ⁶ (incl. B.T.W.)
Aanvangsperiode		2,6
Verdichten as Hammen	1.830.988	3,5
Verdichten as Roompot en Schaar		8,7
Verdichten Randen der Bodembescherming	4.100.000	22,6
Verdichten ophoging damaanzetten en pylonen	290.046	1,6
Totale verdichtingswerk (incl. controle-onderzoek)	6.221.034	ca. 39,0
-----	-----	-----
Controle-onderzoek		ca. 12,0
Verdichten alleen		ca. 27,0

Bij het berekenen van de te verwachten kosten zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd (gebaseerd op de in juni 1979 beschikbare ontwerpgegevens):

- Om aan de gestelde deformatie-, rotatie- en stabiliteitseisen van de pijlerconstructie te kunnen voldoen dient de grondslag onder de pijlers over een gemiddelde diepte van ca. 5,4 m te worden verdicht.
- Voor het uittesten van de werking van het verdichtingsschip is een aanvangsperiode benodigd.
- Ter plaatse van de Randen der Bodembescherming wordt in eerste instantie een strook van 26 m breed verdicht, en afhankelijk van de ontgrondingskuilontwikkeling in een later stadium eventueel een tweede en derde strook.

- d) Bij het toendertijd vigerende ontwerp van de damaanzetten worden de zandophogingen m.b.v. de Mytilus verdicht.
- e) In de geraamde kosten zijn meegenomen
- kosten van bediening, assurance voor wettelijke en contractuele aansprakelijkheid, onderhoud en reparatie, brandstoffen en smeermiddelen alsmede aan- en afvoer van dit materiaal (N.B. geen reserve-onderdelen);
 - kosten m.b.t. het controle-verdichtingsonderzoek m.b.v. de Johan V (ca. f 12.000.000).
- f) Voor de aangenomen voortgangssnelheden wordt verwezen naar hoofdstuk 11 (Evaluatie van de voortgangssnelheid van het verdichten). Hiervoor zijn bepalend geweest:
- * bedrijfscoëfficiënt 0,7
 - * horizontale stapafstand 4,8 m
 - * cyclustijd 37 + 8D (D = verdichtingsdiepte)

1.1.2. Gerealiseerde kosten verdichten

Het verdichtingswerk t.p.v. de as der stormvloedkering en randen der bodembescherming is op de volgende bestekken uitgevoerd:

DED-1750/34 /34a	Aanvangsperiode en verlengde aanvangsperiode	15-10-1979 tot 14-02-1980
DED-1750/43 /43a	Verdichting as sluitgaten en randen der bodembescherming	15-02-1980 tot 03-08-1981
DED-1750/73		04-08-1981 tot 28-02-1982

In de hiernavolgende tabel wordt een overzicht gegeven van de kosten per deelovereenkomst. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen de zogenaamde "aannemingssom" en de werkelijke kosten, berekend na het beëindigen van de deelovereenkomst.

Deelovereenkomst	Aannemingssom (incl. B.T.W.)	Werkelijke kosten (incl. B.T.W.) *	Vershil *) (incl. B.T.W.)
DED-1750/34,34a	f 2.208.163	f 2.830.466	+ f 622.303
DED-1750/43,43a	- 16.218.463	- 15.246.143	- - 972.320
DED-1750/73	- 13.523.060	- 16.520.000	+ - 2.966.940
Totale kosten verdichten	f 31.949.686	f 34.596.609	+ f 2.646.923

*) exclusief loon- en brandstofverrekening

1.1.3. Vergelijking werkelijke t.o.v. geraamde kosten principe-machtiging

In de totale werkelijke kosten zitten alle kosten m.b.t. reserve trilnaaldonderdelen verwerkt. De kosten m.b.t. de reparatiewerkplaats niet. Deze kosten (ca. f 1.038.400 incl. B.T.W.), welke in eerste instantie op de bestekken DED-1750/78 en DED-1750/104 zijn geboekt, behoren echter tot de exploitatiekosten van het verdichten.

N.B. Het bedrag van f 1.038.400 heeft alleen betrekking op het aantal manuren normale bezetting werkplaats. Het ingehuurde extra personeel en de materialen zijn afgerekend op stelposten van de deelovereenkomsten 1750/43 en /73.

De totale exploitatiekosten van het verdichten op zich komen hierdoor op f 37.745.000 (incl. B.T.W. en incl. loon- en brandstofverrekening) T.o.v. de in oktober 1979 (principe-machtiging) geraamde kosten betekent dit een overschrijding van ca. f 10.745.000 (lopend geld). Teneinde een verklaring te kunnen geven omtrent deze overschrijding dienen een aantal exploitatie-grootheden (uitgangspunten) op een rij te worden gezet; hierbij wordt de prijsindexering buiten beschouwing gelaten.

	Ten tijde van de raming (oktober 1979)	Werkelijkheid
m ³ verdichting as *) ¹	ca. 2.100.000	ca. 3.149.431 (incl. herverdichten en bijkomende werkzaamheden)
m ³ verdichting RBB 1e slag 2e slag	ca. 3.400.000 ca. 700.000	* (zie RAPD nota) ca. 561.311
hor.stapafstand as naaldwaarde bedrijfscoëfficiënt (voor definities zie hoofdstuk 6)	4,8 m 1 0,7	4 m 0,80 - 0,85 0,65 - 0,70
reserve trilnaald- onderdelen benodigd aantal vibratoren	geen reserve-onder- delen meegenomen 2 per naald	ca. *) f 5.116.465 3 per naald

*) inclusief kosten reparatie en onderhoud

*)¹ aantal m³ = 26 m x lengte x diepte verdichting

T.o.v. de bij de principe-machtiging behorende raming is ca. 2.500.000 m³ minder verdicht. Afgeschat, zou dit een vermindering van ca. 40% op de oorspronkelijk geraamde exploitatiekosten hebben gegeven.

De afname van de horizontale stapafstand voor de asverdichting (van 4,8 m naar 4 m) en de naaldwaarde (van 1 naar 0,80) hebben een negatieve invloed op de voortgangssnelheid van het verdichten en dus op de geraamde exploitatie-kosten. Deze negatieve invloed wordt afgeschat op ca. 40-45%, en heft dus enigszins de winst t.g.v. enerzijds het minder aantal dan oorspronkelijk geraamde m³ verdichting, en anderzijds de voor een gedeelte van de randbodembescherming toegepaste vergroting van de horizontale stapafstand (6 m i.p.v. 5 m), op.

Het overgrote deel van de kostenvergroting wordt dan ook veroorzaakt door het grote aantal benodigde reserve-trilnaaldonderdelen (inclusief de extra benodigde vibrator per naald), alsmede de veelvuldige reparaties.

1.1.4. Aannemingsom t.o.v. werkelijke kosten

DED-1750/34,34a

Tijdens het uittesten van het verdichtingsschip deden zich een aantal stagnaties voor, waardoor de voorgenomen werkzaamheden werden vertraagd (totaal ca. 2,5 maand). Dit bracht extra loonkosten met zich mee (vaste bemanning en ingehuurd onderhoudspersoneel).

Tevens werd besloten een rupskraan aan boord in te zetten t.b.v. montage en demontage van trilnaaldonderdelen.

Dit alles heeft een overschrijding van ca. f 622.000 tot gevolg gehad (excl. loon- en brandstofverrekening).

DED-1750/43,43a

De aannemingsom van de overeenkomst 43 bedroeg f 4.254.330 (incl. B.T.W.) Tijdens het verdichten bleek echter dat er veel tijdverlies optrad vanwege overbelasting van de electromotoren (thermische uitval). Er werd dan ook besloten het aantal electromotoren per vibratorunit tot 3 (i.p.v. 2) uit te breiden.

Tevens bleek uit proefvakresultaten dat de horizontale stapafstand, ten einde aan de verdichtingseisen te kunnen voldoen, van 5 m naar 4 m moest worden teruggebracht. De hiervoor genoemde zaken hebben kostenverhogend gewerkt (er diende tevens over te worden gegaan op een 3-ploegendienst) en geleid tot de overeenkomst 43a (i.p.v. 43), welke op f 13.744.460 werd aangenomen.

DED-1750/73

De kostenoverschrijding is voor het grootste deel veroorzaakt door het herverdichten van 5,5 pijlers in de Roompot. Tevens is de verdichting van de ondergrond t.p.v. de toekomstige damaanzetten Noordland en Noord-Beveland er als meerwerk bijgekomen.

Tijdens de uitvoering van deze deelovereenkomst trad er scheurvorming in een aantal adaptors op. Teneinde verdere vertraging in het productieproces te voorkomen, werden 3 nieuwe adaptors besteld.

1.2. Evaluatie van de kosten van het terreinonderzoek

Het terreinonderzoek (voor- en controle-onderzoek) m.b.v. de Johan V en de duikerklok is op 3 deelovereenkomsten uitgevoerd:

- * DED-1750/35
- * DED-1750/53,53b
- * DED-1750/74,74a

1.2.1. Oorspronkelijke kostenprognose voor aanvang werk

De oorspronkelijke kostenprognose is vastgelegd in de "Aanvraag principemachtiging voor het uitvoeren van de verdichting van de ondergrond" d.d. 14 juni 1979.

De oorspronkelijke raming, welke ca. f 12.000.000 (incl. B.T.W.) bedroeg, is op de volgende uitgangspunten gebaseerd:

- * Controle-onderzoek per pijler: 4 sonderingen
1 dichtheidsmeting
Voor 66 pijlers: 264 sonderingen en 66 dichtheidsmetingen
- * Controle-onderzoek Rand Bodem-
bescherming: Om de 50-75 m 1 sondering
Totaal ca. 100 sonderingen

1.2.2. Gerealiseerde kosten terreinonderzoek

Deelovereenkomst	Aannemingssom (incl. B.T.W.)	Werkelijke kosten (incl. B.T.W.) *	Verschil *) (incl. B.T.W.)
DED-1750/35	f 2.452.972	f 2.403.511	- f 4.946
DED-1750/53,53b	- 1.648.879	- 5.707.645	+ - 4.058.766
DED-1750/74,74a	- 6.802.700	- 8.363.101	+ - 1.560.401
Totale kosten	f 10.904.551	f 16.474.257	+ f 5.614.221

*) exclusief loon- en brandstofverrekening

Vergelijking werkelijke kosten t.o.v. geraamde kosten

T.o.v. de in juni 1979 geraamde kosten is er een overschrijding opgetreden van ca. 5,57 miljoen gulden (incl. B.T.W. en excl. loon- en brandstofverrekening). Teneinde een verklaring te kunnen geven dient het werkelijk uitgevoerde terreinonderzoek met het oorspronkelijk geraamde te worden vergeleken (prijsindexering wordt buiten beschouwing gelaten).

Locatie	sonderingen		dichtheidsmetingen		boringen		grondsonde metingen	
	werk.	oorspr.	werk.	oorspr.	werk.	oorspr.	werk.	oorspr.
Controle pijlers	645	264	28	66	10	0	n.v.t.	n.v.t.
Vooronderzoek	178	0	2	0	34	0	n.v.t.	n.v.t.
t.b.v. Cardium	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	5	0	35	0
t.p.v.damaamzetten	10	0	n.v.t.	n.v.t.	0	0	n.v.t.	n.v.t.
randbodembeschem.	40	100	5	0	0	0	n.v.t.	n.v.t.
totaal	873	364	35	66	49	0	35	0

Uit de voorgaande tabel blijkt dat t.o.v. het oorspronkelijk (juni 1979) opgezette terreinonderzoek er zijn uitgevoerd:

- * 509 meer sonderingen
- * 49 extra boringen
- * 35 extra grondsondemetingen

- * 31 minder dichtheidsmetingen

Uitgaande van de volgens tijdsduur der metingen (excl. bedrijfscoëfficiënten):

- sondering 4 uur
- dichtheidsmeting 18 uur
- boring 12 uur
- grondsonde 2 uur

betekent dit alleen al aan meeturen een overschrijding met ca. 2034 uren (ca. 22 weken bij een 92-urige werkweek; bedrijfscoëfficiënt buiten beschouwing gelaten).

De uitbreiding (t.o.v. het oorspronkelijk geplande) van het terreinonderzoek geschiedde om de volgende redenen:

- * Noodzaak grondslag informatie voorafgaande aan de verdichting (t.b.v. procesvoering en het ontbreken van grondonderzoek na het aanbrengen van de grondverbetering).

- * Uitbreiding controle-onderzoek pijlers met 2 trilpuntsonderingen (i.v.m. zwaardere verdichting t.p.v. trilpunten).

- * Teneinde te kunnen controleren of de verdichting aan de gestelde eisen voldeed was gemiddeld per pijler meer controle-onderzoek benodigd (zie hoofdstuk 4) dan oorspronkelijk gepland.
- * Teneinde een indruk te verkrijgen omtrent de zuigbaarheid van de grondslag (t.b.v. Cardium) nabij de damaanzetten, waren grondsondemetingen en een enkele boring benodigd.
- * T.b.v. de aanleg van een aantal damaanzetten is de zandondergrond daar ter plaatse m.b.v. de Mytilus verdicht; de verdichting is d.m.v. sonderingen gecontroleerd.

1.2.3. Aannemingsom t.o.v. werkelijke kosten

DED-1750/35

Deze deelovereenkomst had voor het overgrote deel betrekking op terreinonderzoek gedurende de aanvangsperiode van de Mytilus. In de oorspronkelijke opzet traden vrijwel geen wijzigingen op. De werkelijke kosten komen dan ook vrijwel overeen met de aannemingsom.

DED-1750/53,53b

De overschrijding van de aannemingsom werd voor het overgrote deel veroorzaakt door het optreden van de noodzakelijkheid aan enerzijds meer grondonderzoek voorafgaande aan het verdichten en meer controle-onderzoek per pijler (invloed zwaardere verdichting t.p.v. de trilpunten en meer onderzoek t.b.v. toetsing aan de verdichtingseisen).

Dit heeft geleid tot een vrij grote uitbreiding van het terreinonderzoek.

DED-1750/74/74a

De overschrijding van de aannemingsom werd grotendeels veroorzaakt door het extra benodigde terreinonderzoek t.g.v. het niet voldoen aan de verdichtingseisen van 5,5 Roompotpijlers en de hieruit voortvloeiende herverdichting.

1.3. Overzicht totale kosten verdichtingswerk S.V.K.

De totale kosten hebben betrekking op

- * bouw Mytilus
- * exploitatie Mytilus (verdichten, incl. reparatiewerk)
- * terreinonderzoek
- * opleggen Mytilus

In de hiernavolgende tabel wordt een overzicht gegeven van de totale kosten van het verdichtingswerk, inclusief de kosten m.b.t. de loon- en brandstofverreken en B.T.W.

Teneinde een vergelijking te kunnen maken tussen de ramings- en werkelijke kosten, zijn zowel de werkelijke- als ramingskosten teruggerekend naar het prijspeil van december 1975 (PGO 8).

Onderdeel	Raming		Werkelijke kosten		Verschil prijspeil 1975
		teruggerek. naar prijspeil dec.'75		teruggerek. naar prijspeil dec.'75	
<u>Investeringen</u>					
Bouw Mytilus ³⁾	39.432.000 1)	32.751.000	42.255.000	35.788.000	+ 3.037.000
<u>Exploitatie Mytilus</u>					
Randverdichten	17.446.000 2)	14.518.000	6.480.000	4.968.000	- 9.550.000
Asverdichten	9.554.000 2)	7.950.000	30.288.000	22.579.000	+ 14.629.000
Proefvak Cardium	-	-	600.000	451.000	+ 451.000
Add.werk	734.000 1)	618.000	377.000	298.000	- 320.000
<u>Grondonderzoek</u>	12.000.000 2)	9.986.000	17.509.000	13.014.000	+ 3.028.000
<u>Opleggen Mytilus</u>	-	-	1.261.000	859.000	+ 859.000
Totaal	79.175.000	65.823.000	98.770.000	77.957.000	+ 12.134.000

1) PGO 8

2) Principe machtiging juni 1979

3) Invloed restwaarde niet meegerekend

Prijs per m³ verdichting

Indien de in de voorgaande tabel vermelde bedragen als lopend geld worden beschouwd, dan komt de prijs per m³ verdichting op het volgende neer:

Raming: 6.221.000 m³ - f 79.175.000 f 12,72/m³
 Werkelijk: 3.710.742 m³ - f 98.770.000 f 26,62/m³

Een juistere vergelijking wordt verkregen indien gulden van gelijke waarde met elkaar worden vergeleken, m.a.w. de bedragen welke betrekking hebben op het prijspeil van december 1975.

Onderdeel	Raming prijspeil 1975			
	Bedrag raming	Hoeveelheid m ³	Eenheidsprijs	Aangepaste raming *)
Rand	14.518.000	4.100.000	3,54	1.987.588
As (pijlers + dam-aanzetten + herverd. + pylonen)	7.950.000	2.120.000	3,75	11.242.856
Omgerekend naar totale kosten verdichtingswerk	65.823.000	6.221.000	10,58	13.230.444

Onderdeel	Werkelijke kosten prijspeil 1975			Verschil
	Bedrag	Hoeveelheid m ³	Eenheidsprijs	
Rand	4.968.000	561.311	8,85	+ 2.980.412
As (pijlers + dam-aanzetten + herverd. + pylonen)	22.579.000	2.998.095	7,53	+ 11.336.144
Omgerekend naar totale kosten verdichtingswerk	77.957.000	3.710.742	21,01	+ 14.316.556

*) Werkelijke hoeveelheid x eenheidsprijs raming: 561.311 x f 3,54
 2.998.095 x f 3,75

Overzicht meer/minder kosten na correctie hoeveelheden

Bij deze vergelijking wordt de ramingskosten aangepast aan de werkelijke verdichte hoeveelheden:

aangepaste ramingskosten = werkelijke hoeveelheid x eenheidsprijstraming

Als vergelijkingsbasis worden de kosten teruggerekend naar prijspeil 1975 genomen.

Prijspeil 1975 (incl. B.T.W. en loon- en brandstofverrekening)			
Onderdeel	Raming teruggerekend naar werkelijke hoeveelheden	Werkelijke kosten	Vershil
Bouw Mytilus	32.751.000	35.788.000	+ 3.037.000
Randverdichten	1.987.588	4.968.000	+ 2.980.412
Asverdichten	11.242.856	22.579.000	+ 11.336.144
Proefvak Cardium	-	451.000	+ 451.000
Additioneel werk	618.000	298.000	- 320.000
Grondonderzoek	9.986.000	13.014.000	+ 3.028.000
Opleggen Mytilus	-	859.000	+ 859.000
Totaal	56.585.444	77.957.000	+ 21.371.556

2. Evaluatie van de planning van het verdichten

Voor de planning van de verdichting is enerzijds de voortgangssnelheid en anderzijds de hoeveelheid te verdichten grondslag bepalend.

$$a) \text{ Voortgangssnelheid} = \frac{BC * \text{diensturen} * \text{naaldwaarde} * \text{hor.stapafstand}}{VS \text{ (m'hor./wk)} \quad \text{gem. cyclustijd} * A}$$

$$BC = \text{bedrijfscoëfficiënt} = \frac{\text{draaiuren (netto uren)}}{\text{diensturen (bruto uren)}}$$

$$\text{naaldwaarde} = \frac{\text{naaldinzet}}{4}$$

$$\text{gemiddelde cyclustijd} = \frac{\text{netto draaitijd}}{\text{aantal cycli}}$$

A = factor afhankelijk van het aantal te verdichten stroken:

as - A = 3

zand - A = 1

b) De te verdichten hoeveelheid wordt bepaald door de verdichtingsdiepte en de lengte/breedte waarover moet worden verdicht: As 3 stroken, randbodembescherming 1 strook en plaatselijk 2 stroken.

2.1. Oorspronkelijke planningsuitgangspunten (juni 1979)

Bij de oorspronkelijke planningsprognose van juni 1979 (vlak voor de aanvang van het verdichtingswerk) zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- * Bedrijfscoëfficiënt BC = 0,7
- * Naaldwaarde = 1,0
- * Diensturen = 92 (2-ploegendienst gedurende het totale werk)
- * Horizontale stapafstand = 4,8 m
- * Gemiddelde cyclustijd = 37 min + 8 D (D = verdichtingsdiepte). De gemiddelde cyclustijd is als volgt opgebouwd:

verhalen positioneren neerzetten spuds	5 min 10 min 2 min <u>17 min</u>	gelijktijdig: maatgevend 17 min
inspectie tijdens verhalen	10 min	
verdichten: starten vibratoren zakken balk + naalden ophalen balk + naalden	3 min 4 min 4 min	constant deel 11 min
indalen naalden verdichten trekken naalden	0,7 min/m' 6,5 min/m' 0,8 min/m'	8 min/m'
spuds trekken	9 min	9 min
cyclustijd = 37 + 8 D (min)		

Voor een gemiddelde verdichtingsdiepte van 10 m komt dit neer op 117 minuten, ca. 2 uur.

* Te verdichten hoeveelheden (volgens tekening 79.4.267)

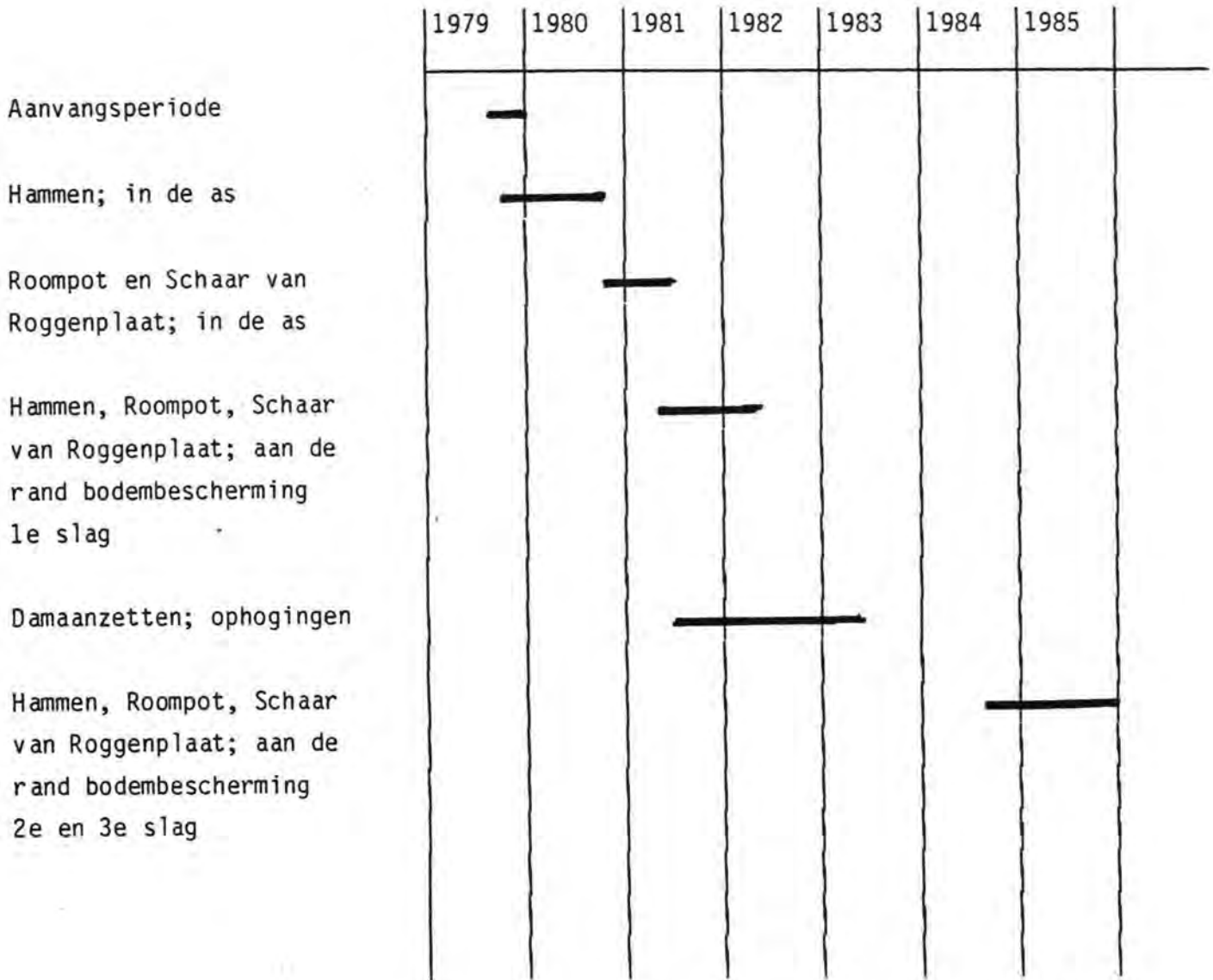
- As	1.830.988 m ³
- Pylonen	18.621 m ³
- Landhoofden	271.423 m ³
- R.B.B. (1 slag)	4.100.000 m ³
Totaal	<u>6.221.032 m³</u>

M.b.v. het voorgaande werd de benodigde tijd als volgt bepaald:

as Roompot	30,8 wk	
as Schaar	36 wk	
as Hammen	<u>32,3 wk</u>	
		99 wk (ca 1,9 jaar)
rand Roompot	23,3 wk	
rand Schaar	14,2 wk	
rand Hammen	<u>15,1 wk</u>	
		53 wk (ca 1 jaar)
stilligweken	$\frac{7}{45} \times (99 + 53) =$	$\frac{24}{176} \text{ wk}$
		(ca 3,4 jaar)

De bij deze berekening behorende planning is op de volgende bladzijde weergegeven; op grond van de toegepaste uitgangspunten zou de Mytilus medio 1983 klaar komen met het verdichtingswerk (exclusief een eventuele 2e en 3e strook verdichting t.p.v. de randen der bodembescherming).

Oorspronkelijke planning verdichten ondergrond voor stormvloedkering Oosterschelde
(juni 1979)



2.2. Gerealiseerde planning

Bij de evaluatie van de gerealiseerde t.o.v. de oorspronkelijke planning dient een onderscheid te worden gemaakt in de aanvangs- en productieperiode van de Mytilus.

2.2.1. Aanvangsperiode

De aanvangsperiode was gepland van 18 oktober tot 30 november 1979. Uiteindelijk is de aanvangsperiode op 14 februari 1980 afgesloten. De opgetreden vertraging (ca. 2,5 maand) was het gevolg van defecten aan de spudhefinrichting en de verbindingen van water- en luchtslangen met de flenzen van de trilnaaldschachten.

2.2.2. Productieperiode

Het eerste verschil dat optreedt bij de vergelijking van de prognose en realisatie is het uitgangspunt m.b.t. de hoeveelheid te verdichten (verdichte) m^3 grond:

prognose 6.222.000 m^3

realisatie 3.710.742 m^3 (alles tesamen, zie tabel volgende bladzijde)

Het verschil wordt vrijwel alleen veroorzaakt door het minder aantal verdichte m^3 (ca. 2.500.000 m^3 minder) t.p.v. de randen der bodembescherming.

De hoeveelheid verdichte m^3 t.p.v. de as is vrijwel dezelfde als in de prognose aangenomen hoeveelheid (hoeveelheden herverdichten komen praktisch overeen met de in de prognose aangenomen, niet uitgevoerde hoeveelheden landhoofden verdichting).

De verdichting t.p.v. de as der kering heeft ca. 140 weken (periode half februari 1980 - 20 oktober 1982) in beslag genomen, hetgeen ca. 40 weken meer is dan oorspronkelijk gepland.

Teneinde een verklaring te vinden voor dit verschil dienen de oorspronkelijke uitgangspunten met de realisaties te worden vergeleken.

Overzicht aantal m³ verdichting

Pijlers	2.507.221	
Randpijlers	54.044	
Pyloon 5	6.552	
Herverdichten	<u>285.229</u> +	2.916.048 m ³
Aanzethelling Cardium	74.678	
Damaanzetten	<u>82.047</u> +	156.725 m ³
Randbodembescherming	<u>561.311</u> +	561.311 m ³
Proefvak Cardium	<u>76.658</u> +	<u>76.658 m³</u> +
Totaal		<u>3.710.742 m³</u> =====

2.3. Vergelijking oorspronkelijke uitgangspunten met realisaties

In feite gaat het hierbij om de factoren welke de voortgangssnelheid van het verdichten bepalen:

- * bedrijfscoëfficiënt
- * naaldwaarde
- * cyclustijd
- * diensturen (ploegendiensten)
- * horizontale stapafstand

In het hiernavolgende wordt een grove analyse (evaluatie) van deze uitgangspunten uitgevoerd.

2.3.1. Bedrijfscoëfficiënt

Uit hoofdstuk 6 blijkt dat de bedrijfscoëfficiënt gemiddeld 0,71 heeft bedragen, hetgeen vrij aardig overeenkomt met de verwachting (0,7). Voor de opbouw van de BC wordt verwezen naar de productiegrootheden gegevens in de appendix.

2.3.2. Naaldwaarde

Bij de oorspronkelijke planning is uitgegaan van een naaldwaarde van 1 gedurende het gehele werk, m.a.w. dat er altijd met 4 naalden tegelijk zou worden getrild.

De over het totale werk gemiddelde naaldwaarde heeft echter ca. 0,8 bedragen. T.o.v. de prognose betekend dit een productievermindering van 20%, hetgeen een tijdsduurverlenging met ca. 25 weken betekent.

2.3.3. Cyclustijd

De gemiddelde verdichtingsdiepte bedroeg ca. 10 m, hetgeen met een prognose cyclustijd van ca. 2 uur overeenkomt.

Gedurende het productieproces bedroeg de gemiddelde cyclustijd aanvankelijk ca. 180 minuten (periode half februari 1980 - april 1981).

Na een optimalisatie van het verdichtingsproces ((zie hoofdstuk 5) werd de gemiddelde cyclustijd teruggebracht tot 100 à 120 minuten (10 m verdichtingsdiepte), hetgeen enigszins overeenkomt met de prognose aanname. Gezien het voorafgaande kan worden gesteld dat gedurende ca. 1 jaar de gemiddelde cyclustijd ca. 50% hoger lag dan de oorspronkelijk aangenomen waarde.

Voor dat ene jaar geeft dit een verlenging in tijdsduur van ca. 25 weken.

2.3.4. Horizontale stapafstand

De horizontale stapafstand bedroeg gemiddeld over het verdichtingswerk in de as ca. 4 m, hetgeen minder is dan oorspronkelijk in de planningsprognose (4,8 m) is aangenomen.

De verkleining van de horizontale stapafstand geeft op de oorspronkelijk aangenomen voortgangssnelheid een verkleining van ca. 17% ofwel een tijdsduur verlenging van ca. 20 weken.

De vergroting van de horizontale stapafstand (van 5 naar 6 m) t.p.v. een gedeelte van de randbodembescherming heeft een tijdsduur verkorting van een paar weken gegeven.

2.3.5. Diensturen

Indien de theoretische tijdsduurvermeerderingen t.g.v. een verminderde naaldwaarde, vergrote cyclustijd en kleinere horizontale stapafstand bij elkaar worden opgeteld dan wordt uitgekomen op ca. 70 weken. De werkelijk opgetreden tijdsduurverlenging bedroeg echter ca. 40 weken.

Dit verschil wordt veroorzaakt doordat gedurende ca. 75 weken in een 3-ploegendienst is gewerkt.

Bij de oorspronkelijke planningsprognose is uitgegaan van een 2-ploegendienst gedurende het gehele werk.

Het gedurende ca. 75 weken werken in een 126-uur (i.p.v. 92-uur) dienst geeft theoretisch voor het as-verdichtingswerk een tijdsduurverkorting van ca. 30 weken (92-uur dienst als basis nemende). De uiteindelijke theoretische tijdsduurverlenging van het asverdichten bedraagt dus $70 - 30 =$ ca. 40 weken.

2.3.6. Resumé

M.b.v. de uitgevoerde, zij het grove analyse van de prognose uitgangspunten is de lange benodigde tijd voor het as-verdichten vrij goed te verklaren. De grote verschillen in de oorspronkelijk, in juni 1979 gehanteerde uitgangspunten en de realisaties hebben betrekking op respectievelijk de naaldwaarde, gemiddelde cyclustijd, de horizontale stapafstand (alle 3 in negatieve zin) en het aantal diensturen (in positieve zin).

3. Evaluatie vormen van deelovereenkomsten

De eerste verdichtingsdeelovereenkomsten DED-1750/34, -34a, -43 en -43a zijn regieachtige overeenkomsten geweest. Gezien de bij deze overeenkomsten opgedane ervaringen werd voor deelovereenkomst 1750/73 de mogelijkheid onderzocht om hiervan een meer prestatieve overeenkomst te maken.

In staat A van bestek 73 werden ter verrekening verdichtingspunten opgenomen:

- * 2800 punten met normale naald
- * 2250 punten met verlengde naald

De prijsaanbieding voor dit aanvankelijk op regiebasis uit te voeren bestek bedroeg f 12.619.900,00, terwijl de rijksraming op f 10.980.000,00 neerkwam. Het verschil bedroeg dus ca. 15%; bij buiten beschouwing laten van de stelposten ad f 6.000.000,00 echter ca. 33%. Uit de eerste vergelijking bleek dat het Rijk 4100 diensturen had meegenomen, terwijl Dosbouw 5500 diensturen had geraamd (verschil van 1400 diensturen).

Dit verschil bleek, zonder de Rijksuitgangspunten geweld aan te doen, onoverbrugbaar.

Er werd vervolgens gezocht naar een andere besteksvorm. Tenslotte werd gekozen voor een verrekenbare post in uren, waarbij een premie werd ingebouwd. De overeengekomen "premiegrens" bedroeg 4500 diensturen, gerelateerd aan een hoeveelheid te verdichten grond van 837.473 m³.

Voor ieder uur dat Dosbouw sneller met het werk gereed was, zou Dosbouw f 450,00 (ca. 50% van de kosten per dienstuur) aan premie ontvangen. De premieregeling had betrekking op de productietijd voor het verdichten van de ondergrond t.p.v. de onder de deelovereenkomst vallende locaties. Onder productietijd wordt hierbij verstaan de bruto-tijd welke door het verdichten wordt ingenomen:

- A) - verhalen naar de nieuwe locatie
 - positioneren
 - plaatsen van de spudpalen
 - synchroon zakken van balk en naalden
 - verdichtingsproces
 - synchroon ophalen van balk en naalden
 - heffen van de spudpalen

B) de tijd dat niet kan worden verdicht t.g.v. o.a.:

- vervangen van een defecte trilnaald door een reserve naald
- vervangen van trilnaalden onderling
- direct grondonderzoek t.b.v. verdichtingsproces
- verhalen over grote afstand
- ankerdienst
- verwijderen van trilnaaldresten uit de bodem
- peilwerkzaamheden
- overige door de directie op te dragen werkzaamheden

C) de tijd dat er niet verdicht kan worden t.g.v.

- hydraulische omstandigheden (tij-stops)
- klimatologische omstandigheden

D) de tijd dat er niet verdicht kan worden t.g.v.

- normaal onderhoud aan vibratoren, adaptors, naaldschachten en resonatoren
- onderhoud en/of reparatie van het verdichtingsschip

Sub B t/m D kunnen in feite als zogenaamde verleturen worden aangemerkt.
In feite berust de premieregeling op het aantal gemaakte diensturen.

3.1 Premieregeling (artikel 24, leden 7 en 8)

Indien bij de oplevering van het werk blijkt, dat het totaal aantal verwerkte, hiervoor beschreven, productie-uren (volgnummer 1 van staat A) minder bedraagt dan 4500, wordt over het verschil een premie per uur aan de aannemer vergoed. In geval van meer werk wordt het aantal uren van 4500 naar evenredigheid gewijzigd.

3.2. Realisatie

De premieregeling had betrekking op de locaties H15, S2, S6 t/m S14 en R5 t/m R31. Het totale verdichtingswerk t.p.v. deze locaties nam 4287 bruto-uren in beslag, m.a.w. de premieregeling was van toepassing.

Bij een aantal pijlers is - de onderbegrenzing en/of boven begrenzing der verdichting respectievelijk verlaagd en/of verhoogd.

- de horizontale stapafstand verkleind.

T.g.v. hiervan is de premiegrens op 4849 uren komen te liggen (meer werk 349 uren). Het aantal uren waarop de premieregeling van toepassing is bedroeg dus ca. 562 uren (4849-4287).

3.3. Vergelijking premieregeling t.o.v. regiebasis

3.3.1. Uitvoertechnische oogpunt

Een exacte vergelijking tussen de uitvoering op respectievelijk premieregeling- en regiebasis is niet te maken, daar de omstandigheden (klimatologisch, hydraulisch, verdichtingsdiepten, scheurvorming naalden, etc.) gedurende deze uitvoeringsvormen nogal verschillend zijn geweest. Een vergelijking blijft daarom vrij subjectief.

In eerste instantie worden de deelovereenkomsten 1750/43,43a en 1750/73 met elkaar vergeleken; hierbij wordt een onderscheid gemaakt in een 2- en 3-ploegendienst.

DED-1750/43,43a regiebasis	2-ploegendienst 3-ploegendienst	nov - dec 1980 jan - april 1981
DED-1750/73 premieregelingbasis	2-ploegendienst 3-ploegendienst	maart - sept 1982 aug 1981 - maart 1982

De hiervoor genoemde perioden hebben uitsluitend betrekking op het as-verdichten.

Omschrijving vergelijkingsbasis	2-ploegendienst		3-ploegendienst	
	1750/43,43a	1750/73	1750/43,43a	1750/73
% verleturen/wk (t.o.v. diensturen)	32%	33%	26%	29%
% draaiuren/wk (t.o.v. diensturen)	68%	66%	74%	71%
% verdichtingsuren/wk (t.o.v. draaiuren)	80%	86%	85%	68%
aantal draaiuren/cyclus/ m' verdichting	0,3 uur	0,25 uur	0,3 uur	0,25 uur
aantal m' verdichting/ dienstuur	2,3 m'	2,8 m'	2,2 m'	2,8 m'
aantal m' verdichting/ draaiuur	3,4 m'	4,2 m'	2,75 m'	3,95 m'

N.B.: 1) m' verdichting verticaal

2) draaiuren per cyclus is niet de cyclustijd

3) draaiuren zijn diensturen minus verleturen

In het algemeen kan worden gesteld dat, indien er bewust op premie wordt gewerkt, t.o.v. een regiebasis meer strekkende meters per dienstuur c.q. draaiuur zal worden verdicht of wel een geringer aantal draaiuren per cyclus per m' verdichting (verticaal).

Vergelijking van deze grootheden bij de twee beschouwde bestekken zou doen concluderen dat het toepassen van een premieregeling een wat snellere productie tot gevolg heeft gehad (het percentage verlet- en draaiuren ligt bij de twee bestekken in dezelfde orde van grootte).

Deze conclusie kan echter niet hard worden gemaakt, en wel om de volgende redenen:

- a) Gedurende een groot deel van deelovereenkomst nr. DED-1750/43,43a waren er niet voldoende reserve-trilnaaldonderdelen aanwezig; tevens was er nog geen beschikking over een reparatiewerkplaats. Het gevolg hiervan was dat er regelmatig niet met een optimale naaldwaarde kon worden getrild, hetgeen een beperking van de voortgangssnelheid tot gevolg had. Gedurende de uitvoering van deelovereenkomst nr. DED-1750/73 kon wel met een optimale naaldwaarde worden gewerkt (t.g.v. het beschikbaar hebben van voldoende reserveonderdelen, een reparatieloods en periodieke controle op scheurvorming).

b) Gedurende de uitvoering van de overeenkomst nr. DED-1750/43,43a vond een ontwikkeling c.q. optimalisatie van het verdichtingsproces plaats. M.a.w. gedurende geruime tijd is verdicht met een niet optimaal (qua tijd) proces, hetgeen eveneens een beperking van de voortgangssnelheid tot gevolg had.

Gedurende de uitvoering van de overeenkomst nr. DED-1750/73 is wel altijd met een optimaal verdichtingsproces getrild.

Indien deze remmende factoren op de voortgangssnelheid in de vergelijking tussen een regie- en premiereregelingbasis worden meegenomen, dan wordt afgeschat (voorzichtig geconcludeerd) dat bij beide vormen van overeenkomsten respectievelijk

- * het aantal draaiuren/cyclus/m' verdichting
 - * het aantal m' verdichting/diensturen
 - * het aantal m' verdichting/draaiuren
- in dezelfde orde van grootte liggen.

Bij de overeenkomst nr. DED-1750/73 is de premiereregeling niet van toepassing op al het verdichtingswerk (reparatieverdichten, zuighellingen Cardium, taluds damaanzetten). Binnen deze overeenkomst is dus eveneens een vergelijking te maken tussen een premiereregeling- en regiebasis.

	DED-1750/73			
	2-ploegendienst		3-ploegendienst	
	regie-basis	premierereg.-basis	regie-basis	premierereg.-basis
aantal m' verdichting per dienstuur	2,95	2,8	2,9	2,8

N.B.: percentage verleturen ligt in dezelfde orde van grootte.

Ook bij deze vergelijking binnen de overeenkomst nr. DED-1750/73 kan worden geconcludeerd dat zowel bij de regiebasis als de premiereregelingbasis het aantal m' verdichting per dienstuur in dezelfde orde van grootte ligt.

N.B.:

- a) De reparatie-vervangings- en onderhoudsfilosofie liep reeds vanaf begin 1981 (februari), m.a.w. voordat betek DED-1750/73 van kracht was (september). De effectiviteit van het reparatie/onderhoudsgebeuren moet direct terug te vinden zijn in het verloop met de tijd van de naaldwaarde.

periode	naaldwaarde
jan - aug 1981	0,90 - 0,92
na aug 1981 (DED-1750/73)	0,90 - 0,92

Uit de tabel blijkt dat er geen verschil in naaldwaarde is voor de betreffende perioden, m.a.w. het reparatie/onderhoudsgebeuren heeft geen invloed gehad op de premieregeling.

- b) De optimalisering van het verdichtingsproces was reeds uitgevoerd, nog voordat er sprake was van een premieregeling (eind 1980 - begin 1981).

3.3.2. Financieel oogpunt

De werkelijk onder de premieregeling vallende verdichtingshoeveelheid bedroeg ca. 935.000 m³, m.a.w. ca. 97.527 m³ meer dan de uitgangshoeveelheid (zie voor de oorzaken 3.2.).

Dit gaf een verhoging van de premiegrens met 349 diensturen. De premiegrens is aldus 4500 + 360 = 4860 uren geworden. De werkelijke bijbehorende uitvoeringsduur bedroeg 4287 diensturen, m.a.w. Dosbouw had recht op een premie over 562 diensturen.

Gezien het voorgaande bedraagt de werkelijk betaalde uitvoeringsduur 4287 + 562 = 4849 diensturen.

2

Volgens de oorspronkelijk uitgangspunten van de Rijksraming bedroeg het aantal benodigde diensturen 4100. Verhoogd met het meerwerk zou dit aantal (volgens dezelfde uitgangspunten) 4381 diensturen zijn geworden.

Dit in tegenstelling tot het volgens de oorspronkelijke uitgangspunten van Dosbouw opnieuw berekende, benodigd aantal diensturen: 5877 (ligt ca. 34% hoger t.o.v. het Rijk).

De werkelijke betaalde uitvoeringsduur ligt dus $\frac{4568}{4381} - 1,00 = 4,3\%$ boven

de oorspronkelijke uitvoeringsduur van de Rijksraming verhoogd met het meerwerk.

Naar verwachting zou Dosbouw na "normale" onderhandelingen nooit akkoord zijn gegaan met de nu gehaalde 4568 diensturen.

3.4. Eindconclusie

Bij het verdichten berustte de premiereregeling op het aantal gemaakt diensturen, welke weer opgebouwd is uit verlet- en draaiuren (zie blz. 21 en 22).

Het verlet wordt grotendeels bepaald door weersomstandigheden en reparaties. De verlettijden t.g.v. deze invloeden zijn nauwelijks te beïnvloeden, mede gezien de verantwoordelijkheid welke de aannemer draagt voor het werken met de Mytilus.

De draaiuren worden grotendeels bepaald door de cyclustijd van het verdichten, m.a.w. door de verdichtingstijd c.q. procesvoering. De te volgen procesvoering is direct gekoppeld aan de vereiste verdichtingskwaliteit. Zolang de vereiste verdichtingskwaliteit dezelfde blijft, kan de te volgen procesvoering niet worden gewijzigd.

Daar de aannemer de vereiste verdichtingskwaliteit moet "opleveren" kan hierdoor de procesvoering niet worden beïnvloed.

Gezien het voorafgaande en de resultaten van de uitgevoerde vergelijkingen is het niet goed mogelijk een uitspraak te doen omtrent de invloed van de premiereregeling op het uitvoertechische gedeelte van het verdichtingswerk. Er kan wel worden gesteld dat het toepassen van de premiereregeling ertoe heeft geleid dat er overeenstemming is bereikt over een contract waarvan het resultaat is geweest dat de werkelijke uitvoeringsduur van het onder de premiereregeling vallende verdichtingswerk vrij dicht bij de door het Rijk geraamde aantal diensturen ligt.

4. Evaluatie werken in ploegendiensten (asverdichten)

Bij de evaluatie m.b.t. het werken in ploegendiensten wordt de aanvangsperiode (deelovereenkomst nr. DED-1750/34,34a) buiten beschouwing gelaten en alleen de productieperiode geanalyseerd (deelovereenkomsten nrs. DED-1750/43,43a en -73).

4.1. Deelovereenkomst DED-1750/43,43a

De ingangsdatum van deze deelovereenkomst was 15 februari 1980. Aanvankelijk werd in een enkele dienst (44-diensturen/week) gewerkt. In april 1980 werd overgegaan naar een 2-ploegendienst (92-urige werkweek): verdichting ondergrond pijlers H15 en H16.

Uit het hierna uitgevoerde controle-onderzoek bleek de verdichting der pijlers niet aan de gestelde eisen te voldoen. Teneinde te kunnen analyseren welke veranderingen aan de procesvoering moesten worden aangebracht, werd besloten tot een aanvullend proevenprogramma. Het aanvullend proevenprogramma (startte eind april 1980) werd in een enkele dienst uitgevoerd. In september 1980 werd weer overgegaan naar een 92-urige werkweek.

T.g.v. vrij grote achterstand in de geplande voortgang werd in week 1 van 1981 besloten over te gaan van een 2- naar 3-ploegendienst (126 diensturen/week).

De deelovereenkomst werd afgesloten op 3 augustus 1981.

Voor de evaluatie van de ploegendiensten worden alleen de perioden februari 1980 - maart 1980 (1-ploeg), september 1980 - december 1980 (2-ploegen) en januari 1981 - juli 1981 (3-ploegen) geanalyseerd. De periode gedurende het aanvullende proevenprogramma wordt buiten beschouwing gelaten.

4.2. Deelovereenkomst DED-1750/73

De start van deze deelovereenkomst was op 4 augustus 1981. Tot en met week 13 (eind maart) werd doorgewerkt in een 3-ploegendienst. N.a.v. het op zijn einde lopen van de verdichtingswerkzaamheden en het operationeel worden van o.a. de Cardium en Ostrea werd met ingang van week 14 1982 teruggedaan naar een 2-ploegendienst. Deze 2-ploegendienst werd gehandhaafd tot het einde van deze deelovereenkomst (28 februari 1983). De verdichtingswerkzaamheden werden op 26 januari 1983 beëindigd.

4.3 Vergelijking van het werken in verschillende ploegendiensten

Een reële vergelijking kan slechts worden gemaakt indien de omstandigheden tijdens het werken in de verschillende ploegendiensten vrijwel gelijk zijn en voor elke ploegdienst een redelijk lange periode kan worden beschouwd. Vandaar dat met het buiten beschouwing laten van de proefperiodes de eerste selectie is gemaakt. Tevens dienen nog de volgende opmerkingen te worden gemaakt:

- a) Tijdens het verdichten van de pijlers H15 en H16 (deelovereenkomst nr. DED-1750/43,43a) is er veel tijdverlies ontstaan vanwege veelvuldige overbelasting (thermische uitval) van de electromotoren van de vibrator (in deze periode waren per unit 2 vibratoren aanwezig). Om deze reden wordt ook deze periode buiten beschouwing gelaten.
- b) Gedurende de periode november - december 1980 trad veelvuldig scheurvorming bij de trilnaalden op (invloed op naaldwaarde en daardoor op voortgangssnelheid) waardoor de naaldwaarde vrij laag was. Voor de vergelijking van de voortgangssnelheden bij de verschillende ploegendiensten wordt deze periode buiten beschouwing gelaten.
De optimalisatie van de naaldwaarde (beschikbaarheid van voldoende reserve-onderdelen, onderhoudsloos en periodieke controle op scheurvorming) vond plaats gedurende ca. het eerste half jaar 1981.
- c) Tijdens het productieverdichten zijn er een aantal Roompotpijlers m.b.v. verlengde naalden verdicht.
- d) Tevens zijn 5,5 Roompotpijlers herverdicht; de hierbij toegepaste procesvoering was afwijkend t.o.v. de andere, in één keer verdichte pijlers.
- e) De toegepaste procesvoering tijdens het verdichten is in de loop van de uitvoering geoptimaliseerd. De uiteindelijke optimalisatie werd ca. februari - maart 1981 bereikt. De toegepaste procesvoering heeft enerzijds direct invloed op de cyclustijd en dus op de voortgangssnelheid van het verdichten, en anderzijds indirect invloed op de naaldwaarde (bijv. zwaardere belasting t.g.v. alternerend verdichten) en dientengevolge op het percentage verleturen (meer reparatie, lagere bedrijfscoëfficiënt).

Periode	aantal ploegen	dienst-uren per wk	% verlet-uren per wk	% draai-uren per wk	% verdicht-uren per wk (t.o.v. diensturen)	bedrijfs-coëfficiënt	voortgang in m'/wk (78 m breedte)	Opmerkingen
80/2-80/3	1	44	39	61	45	0,61	17	Alternerend verdichten
80/9-80/10	2	92	22	78	65	0,78	22	alternerend verdichten lage naaldwaarden
80/11-80/12	2	92	33	67	54	0,67	17	
81/1-81/11	3	126	29	71	53	0,71	47	*) optimale pro-cesvoering verlengde naald
81/12-82/3	3	126	38	62	45	0,62	40	
82/3-82/9	2	92	28	72	54	0,72	35	*) optimale pro-cesvoering

*) Perioden met globaal vergelijkbare omstandigheden.

Gezien het voorgaande blijkt dat de omstandigheden waaronder met verschillende ploegendiensten is gewerkt nogal variëren. De uitkomsten van de vergelijking tussen de verschillende ploegendiensten moeten daarom slechts als tendenzen worden gezien en niet als harde conclusies.

N.a.v. de op de vorige bladzijde weergegeven tabel kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- 1) Bij de 1-ploegendienst (alleen dagdienst) is de Mytilus elke dag bedrijfsgeraad gemaakt; hierdoor is er veel (verlet)tijd verloren gegaan, hetgeen direct terug te vinden is in het vrij hoge percentage verleturen (39%) en de relatief lage bedrijfscoëfficiënt (0,61).

In een 2-ploegendienst is het opstarten en afregelen slechts beperkt geweest tot respectievelijk het begin en einde van de werkweek. Toch is er tussen de perioden 80/2 - 80/3 (1-ploeg) en 80/9 - 80/10 (2-ploegen) geen vergelijking te maken, daar tijdens de laatste periode weinig andere soorten verletten (weer, reparatie, etc) zijn opgetreden, hetgeen zich uit in de relatief extreem hoge bedrijfscoëfficiënt (0,78).

In elk geval kan wel worden geconcludeerd dat het dagelijks opstarten en afregelen van de Mytilus bij een 1-ploegendienst een vrij grote, beperkende invloed heeft op de voortgangssnelheid van het verdichten.

- 2) Een vergelijking tussen een 2- en 3-ploegendienst kan slechts worden gemaakt voor de perioden 81/1 - 81/11 (3-ploegen) en 82/3 - 82/9 (2-ploegen). Uit de tabel blijkt dat de percentages verlet-draai- en verdichtingsuren bij een 2- en 3-ploegendienst vrijwel overeenkomen (bij vrijwel gelijke klimatologische omstandigheden), terwijl tevens de bedrijfscoëfficiënten nagenoeg gelijk zijn. Het enige verschil zit in de voortgang, hetgeen uiteraard het gevolg is van het groter aantal diensturen bij een 3-ploegendienst. Bij enigszins vergelijkbare omstandigheden bleek de gemiddelde voortgang (m' verdichting/wk over breedte van 78 m) vrijwel rechtevenredig met de vermeerdering van het aantal diensturen:

$$\frac{\text{diensturen 3-ploegen (126)}}{\text{diensturen 2-ploegen (92)}} = \text{ca.} \frac{\text{Voortgang 3-ploegen (48 m')}}{\text{Voortgang 2-ploegen (35 m')}}$$

Zowel bij de 2- als 3-ploegendienst zijn de reparaties, zoveel mogelijk buiten de diensturen in het weekend uitgevoerd:

2-ploegen - vrijdag t/m zondag beschikbaar

3-ploegen - zaterdag t/m zondag beschikbaar

Op deze wijze hebben de reparaties zoveel bij een 2- als 3-ploegen-dienst weinig invloed gehad op het percentage verleturen.

- 3) Uit de tabel blijkt tevens dat het werken met verlengde naalden meer verleturen tot gevolg heeft gehad. Dit komt duidelijk tot uitdrukking in de bedrijfscoëfficiënt (van 0,71 naar 0,62) en de voortgangssnelheid (van 47 naar 40 m'/wk). Het grotere percentage verleturen is enerzijds veroorzaakt door de voor de handling meer benodigde tijd en anderzijds door de grotere stroomgevoeligheid van het verlengde naalden systeem (meer tijstops in vergelijking tot naalden van normale lengte).

5. Evaluatie keuze verdichtingsmethode

Het onderzoek naar een geschikte verdichtingsmethode voor de zandondergrond in de Oosterschelde startte reeds in 1974 met het uitvoeren van verdichtingsproeven (damvak Geul), waarbij de methode van Hattum en Blankevoort (partner van de aannemerscombinatie Dosbouw) werd toegepast.

Bij deze diepteverdichtingsmethode is een vibrator, welke verticale trillingen afgeeft, bovenop de trilnaald geplaatst. Via de bladen van de onderin de trilnaald bevindende resonator worden deze trillingen door middel van schuifspanningen aan de omringende grondmassa overgedragen.

In 1977 zijn nog aanvullende proeven op het land (strand Neeltje-Jans) en het water (bouwput Schaar) uitgevoerd, waarbij tevens de mogelijkheid van het verdichten van zeegrind is onderzocht.

Mede gezien de bevredigende resultaten van de verdichtingsproef 1974 werd begonnen met een ontwerp van een verdichtingsponton waarbij de diepteverdichtingsmethode van Hattum en Blankevoort één van de uitgangspunten was. Bij het ontwerp van het verdichtingsschip werd in eerste instantie uitgegaan van een omgebouwde LIBRA. Uiteindelijk bleek een nieuw te bouwen ponton financieel aantrekkelijker te zijn (zie evaluatienota Mytilus).

In 1977 werd de toepasbaarheid van twee andere grondverdichtingsmethoden in beschouwing genomen:

a) Het rütteldruck - verfahren (Nederhorst)

Bij deze methode wordt gebruik gemaakt van een buisvormig lichaam waarin een electromotor is gemonteerd; op de verlengde as daarvan zijn excentrieken geplaatst. De verdichter maakt door de beweging van de excentrieken een cirkelvormige beweging en zendt horizontale trillingen in alle richtingen uit.

b) Dynamic consolidation (Ménard)

Dit is een methode waarbij verdichting wordt bereikt door een blokgewicht (zwaarte afhankelijk van de verdichtingseis- en gewenste dieptewerking) over een bepaalde hoogte op de te verdichten grondslag te laten vallen.

5.1. Dynamic consolidation

Teneinde een indruk te kunnen verkrijgen omtrent de toepasbaarheid van de valblok-methode voor de verdichting van de Oosterscheldebodan, diende de volgende zaken te worden uitgezocht:

- * relatie tussen gewicht valblok en verdichtingsdiepte
- * homogeniteit van verdichting
- * effect van taludhellingen
- * effect van een op de bodemliggende laag grofkorrelig materiaal (op dat moment vigerend) op de kwaliteit van het verdichten
- * vlakheid van het oppervlak na verdichten (kraters)

De kosten van een proef waar de hiervoor genoemde zaken zouden worden onderzocht, bedroegen ca. f 3.200.000 (exclusief omzetbelasting). Gezien deze hoge kosten, alsmede de vele zaken welke nog moesten worden uitgezocht om een indruk te verkrijgen omtrent de toepasbaarheid van deze verdichtingsmethode, werd het spoor van dynamic consolidation verlaten. De proef is daarom niet uitgevoerd.

5.2. Rütteldruck-verfahren

In 1977 was door DOS reeds een vrij gedetailleerd voorontwerp van een verdichtingsvaartuig gepresenteerd. Uit verdichtingsproeven was ook reeds gebleken dat met de methode van Hattum en Blankevoort kwalitatief goede verdichtingswaarden konden worden verkregen.

Teneinde de keuzemogelijkheid te vergroten werd tevens aan de fa. Nederhorst gevraagd een aanbieding te doen voor het verdichten van de zand-ondergrond in de Oosterschelde.

Daar weinig tijd beschikbaar was voor het maken van een offerte, was het door Nederhorst gepresenteerde ontwerp globaler dan dat van DOS. De wijze waarop Nederhorst echter dacht te gaan werken werd technisch gezien realiseerbaar geacht.

5.3. Vergelijking DOS-Nederhorst

Bij de vergelijking van het diepteverdichten (DOS) en rütteldruck-verfahren speelden de volgende aspecten een rol

- * verdichting
- * financiën
- * planning

In de op de volgende bladzijde staande tabel is de indertijd opgestelde offerte vergelijking voor de relevante aspecten weergegeven. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het gaat om "enigszins" vergelijkbare zaken.

Technisch bezien worden de ontwerpen vergelijkbaar geacht en qua realisering van het werk gelijkwaardig, evenals qua werkbaarheid.

Financieel gezien werd geen significant verschil gesignaleerd, terwijl qua planning geen preferentie voor één der firma's bestond.

Uiteindelijk werd gekozen voor het ontwerp (aanbieding) van DOS (diepteverdichtingsmethode van Hattum en Blankevoort). Hierbij hebben de volgende argumenten een rol gespeeld:

- * De naaldafstand bij het DOS-ontwerp is variabel, waardoor beter kan worden ingespeeld op de variatie in grondeigenschappen.
- * Met de methode van Hattum en Blankevoort waren reeds een aantal verdichtingsproeven uitgevoerd, waardoor reeds enig inzicht was verkregen in de mogelijkheden met deze verdichtingsmethode.
- * Uit oogpunt van werkcoördinatie bestond een sterke voorkeur voor een sterk geïntegreerd werkverband. In dit geval zou Nederhorst als onderaannemer van DOS moeten optreden, hetgeen kostenverhogend zou zijn.
- * De garantie t.a.v. de kwaliteit in het gehele project woog bij DOS aanmerkelijk zwaarder dan bij Nederhorst.

5.4. Keuze verdichtingsponton (1975)

Bij de keuze van de verdichtingsponton werden de volgende alternatieven in studie betrokken:

- * het ombouwen van het blokkenvaarttuig LIBRA
- * het bouwen van een nieuw verdichtingsvaartuig

Voor het bepalen van de keus zijn drie aspecten van groot belang geweest:

- * tijd
- * kosten
- * flexibiliteit

Relevante aspecten voor vergelijking offerten D.O.S. en Nederhorst terzake van verdichtingsproblematiek	D.O.S.	Nederhorst
<ul style="list-style-type: none"> - afmetingen verdichtingsvaartuig - afmetingen beun - aantal trilnaalden - verdichtingsduur/m' - stramienafstand - omsteltijd/triltijd - trilapparatuurgegevens: <ul style="list-style-type: none"> hoogte diameter (inclusief bladen) energie afgifte - max - werkduur - absoluut - werkduur - op basis van 88 uur, week - investeringskosten (totaal) - investeringskosten (ponton) - totaal kosten 7,315 mln m³ verdichting *) - afschrijvingskosten - exploitatiekosten 	72x42x6,5 (m) 8x50 (m) 10 ca. 6 min/m 5 m ca. 1,5/2,25 3 m 1,4 m ca. 2x82 pk bij 25 Hz ca. 2x96 pk bij 50 Hz ca. 2,6 jaar ca. 2,6 jaar ca. 39 mln ca. 10 mln ca. 69 mln ca. 34 mln ca. 35 mln	72x28x5,50 (m) 8x50 (m) 18 ca. 6 min/m 2,3 m ? 4,6 m ± 0,9 m ca. 50-55 pk ca. 2,8 jaar ca. 4 jaar ca. 32 mln ? ca. 65 mln ca. 25 mln ca. 40 mln

*) Op dat moment vigerende verdichtingsomvang

a. Tijd

Met de LIBRA kon het verdichtingsprogramma waarschijnlijk alleen tijdig worden afgewerkt indien ca. 1 juni 1976 met het verdichten zou worden begonnen.

Bij gebruikmaking van een nieuw te bouwen schip kon ca. 1 jaar later met de verdichtingswerkzaamheden worden gestart, nl. ca. 1 juni 1977. Dit verschil werd veroorzaakt door dat de LIBRA "slechts" met 8 trilnaalden (h.o.h. 4 m) kon worden uitgerust, terwijl bij de nieuwbouw ponton het aantal trilnaalden aan de behoefte kon worden aangepast.

b. Kosten

Het tijdsaspect ging meer spreken bij het eraan verbinden van kosten. Indien zou worden beslist om medio 1976 te starten met het verdichten m.b.v. de LIBRA, moest onmiddellijk worden aangevangen met de ombouw van het schip. Dat betekende dat er tenminste ca. f 27.500.000 zou worden uitgegeven op een moment dat het nog geenszins vaststond tot welke beslissing in 1976 m.b.t. de afsluiting van de Oosterschelde zou worden gekomen.

De opdracht tot het bouwen van een nieuw schip kon worden gegeven op het moment dat de conclusie van het eindverslag m.b.t. de afsluiting bekend was. Bij de keuze van een nieuw schip voor het verschijnen van het eindverslag zou dan slechts f 1.500.000 à f 2.000.000 moeten worden uitgegeven.

Uit de berekening bleek tevens dat de verrekenprijzen voor het verdichten dat de kosten van het verdichten met de LIBRA ca. 40% hoger waren dan met toepassing van een nieuw te bouwen schip.

c. Flexibiliteit

Voor wat betreft de flexibiliteit had de Lybra twee beperkingen:

- 1) er moest een vaste afstand tussen de trilnaalden worden gekozen
- 2) de werkende lengte van de LIBRA was een vast maat.

Bij een nieuw te bouwen schip konden deze grootheden, binnen bepaalde grenzen, worden gekozen.

Gezien de hiervoor genoemde argumenten werd besloten tot het bouwen van een nieuw verdichtingsschip.

5.5. Ontwikkeling ontwerp nieuwbouwponton

Het oorspronkelijk ontwerp van de nieuwbouw verdichtingsponton bevatte 10 trilnaalden met op elke naald een kiftoevoegingsinstallatie.

A. Nieuwbouwponton met 10 trilnaalden

Gegevens casco: 2 pontons, elk 72 x 17 x 5,5 m

Voor en achter gekoppeld door 2 zware kraanconstructies.

lengte : 72 m'

breedte : 42 m'

holte : 5,5 m'

diepgang : 2,5 m'

beunbreedte : 8,0 m'

beunlengte : 58,5 m'

Boven de beun is een grote bokconstructie geplaatst waarin de 10 trilnaalden op instelbare onderlinge afstand (3,5-5,0 m') door middel van naaldhijslieren en deiningscompensatoren worden opgehangen.

Voor de geleiding van de trilnaalden is een geleidebalk aanwezig die onafhankelijk van de naalden in het beun opgehesen kan worden. Deze balk is via 2 uithouderpalen in horizontale zin gefixeerd en kan tot ca. 16 m' beneden de W.L. neergelaten worden. Tevens kan de balk verticaal gericht en in schuine stand gezet worden door middel van de uithouderpalen en hydraulische cylinders.

De verdichting wordt bereikt door middel van 10 trilnaalden:

- Minimale bodemdiepte 13 m'-NAP
- Maximale verdichtingsdiepte 20 m' met als onderbegrenzing 35 m'-NAP
- Toelaatbaar bodemtalud 1:10 (over 10 naalden)
- Het gemaakte gat moet opgevuld worden met kif (kifpalen)

De trilnaalden zijn uitgevoerd met:

- Spoelwater en jetlucht inrichting
- Klok met luchtkoeling over de vibrator
- Trechter, slang, afsluiter en klep voor grind
- Voldoende ruimte om grind op te slaan voor 1 cyclus

De vibrator heeft een verticale slagkracht van 60 ton en de toepasbare frequenties zijn 25 en 50 Hz.

B) Ontwerpwijziging

Omdat zich na de opzet van het oorspronkelijke nieuwbouw ontwerp nog diverse ontwerpcriteria wijzigden, is een herzien ontwerp gemaakt waaruit de bouw van de "Mytilus" voortvloeide.

Deze wijzigingen bestonden in hoofdzaak uit:

- a) De toevoeging van kif ten behoeve van het verdichtingsproces kon vervallen (geen invloed op de verdichtingskwaliteit);
- b) De naalden werden verzwaard, de slagkracht werd van 60 ton op 120 ton gebracht.
Hierdoor: - minder naalden nodig, aantal uiteindelijk gereduceerd tot 4 stuks.
- minder plaats nodig
- minder kans op storingen;
- c) In verband met het transporteren van het vaartuig door sluisen en vaarwegen van beperkte breedte diende indien mogelijk de maximale transportbreedte gereduceerd te worden. Hierdoor ontstond de pontonopbouw zoals bij de Mytilus uitgevoerd is;
- d) In verband met de sterke vermindering van de variatie van het geladen gewicht (kif verviel) werd het ballastsysteem van de ponton vereenvoudigd.

C. Het verdichtingsschip de Mytilus

Gegevens schip

Hoofdmaten

Lengte x breedte = 68,25 x 32,90 m

Breedte middenponton = 18,90 m

Holte = 5,50 m

Diepgang = 2,20 m

Lengte x breedte x holte zijponton = 34,00 x 7,00 x 5,50 m

Beunbreedte x lengte = 4,90 x 40,30 m

Trilnaald afstand = 6,50 m

Portaalhoogte (dek tot bovenkant bordes) = 47,60 m

Spanafstand (volgens tekening) = 0,65 m

Afstand spudpalen h.o.h. = 34,50 m

Het schip is ontworpen voor de volgende hydraulische condities:

	Onder werkomstandigheden	Onder stormomstandigheden
significante golfhoogte	0,75 m	2,5 m
gemiddelde golfperiode	4 à 5 sec	5 à 6 sec
max. stroomsnelheid	2,0 m/sec	2,0 m/sec
getijverschil	2 m + tot 2 m - NAP	2 m + tot 2 m - NAP
max. windsnelheid (uurgemiddelde)	15 m/sec	32 m/sec

Verdichtingsinstallatie

De verdichtingsapparatuur bestaat uit een 4-tal en één rij opgestelde trilnaalden met een onderlinge afstand van 6,50 m. Elk van de trilnaalden hangt via een 4 parts takel aan een deiningscompensator, geplaatst bovenop genoemd portaal. De trilnaalden worden tijdens het hijsen en dalen in horizontale zin geleid; aan de onderzijde in de onderbalk die onafhankelijk van de trilnaalden in de beun opgehesen kan worden en aan de bovenzijde via een d.m.v. een wielenstel aan de beunzijde langs het portaal verbonden geleidingskar. De onderbalk is d.m.v. twee spudpalen in horizontale zin instelbaar, verend gefixeerd ten opzichte van de ponton en kan vanaf dekniveau neergelaten worden tot ca. 30,0 m beneden de waterlijn.

Het gehele samenstel van spudpalen en geleidingen voor de trilnaalden is noodzakelijk om de naalden voldoende nauwkeurig te positioneren tijdens de beginperiode van het indalen (waarbij de naaldpunten of resonatoren de zeebodem binnendringen).

6. Algemene gegevens

6.1. Defenities productiegrootheden

1. Stagnaties:

Onder stagnatie of verlet worden alle uren begrepen die niet binnen een cyclus vallen (zie definitie cyclus)

De totale stagnatie kan weer worden onderverdeeld in stagnatie ten gevolge van

- * reparatie schip
- * reparatie naalden
- * zicht (mist)
- * wind en deining

2. Bedrijfscoëfficiënt

De bedrijfscoëfficiënt van het schip is de verhouding van het aantal diensturen en draaiuren.

$$\text{B.C.} = \frac{\text{draaiuren (netto uren)}}{\text{diensturen (bruto uren)}}$$

$$(0 \leq BC \leq 1)$$

Het verschil tussen de diensturen en de draaiuren is de totale stagnatietijd. Het aantal diensturen wordt bepaald door het aantal toegepaste ploegendiensten. De bedrijfscoëfficiënt geeft een inzicht omtrent de inzet van het totale schip als productie-eenheid.

3. Naaldwaarde

Om te komen tot een totaal beeld van de productieve inzet van het schip (inclusief trilnaalden) dient de zogenaamde naaldwaarde er bij te worden betrokken:

$$\text{naaldwaarde} = \frac{\text{naaldinzet}}{4} = \frac{\text{aantal verdichtingspunten/aantal cycli}}{4}$$

De naaldinzet geeft hierbij aan met gemiddeld hoeveel naalden per cyclus er de betreffende week is getrild. De naaldinzet is mede bepalend voor de voortgangssnelheid van het schip (verdichten).

4. Effectiviteit

De effectiviteit van het verdichtingsschip wordt bepaald door het product van de bedrijfscoëfficiënt en de naaldwaarde:

$$\text{Effectiviteit} = BC \times \text{naaldwaarden}$$

In feite is de effectiviteit gelijk aan de tot het werken met 4 naalden herleide bedrijfscoëfficiënt van het schip.

5. Cyclustijden

Een cyclus voor het verdichten houdt de tijd in die benodigd is om één locatie te verdichten, inclusief de hiervoor benodigde voorbereidingen. Een cyclus is daarom uit de volgende elementen opgebouwd:

- a. verhalen van het schip van de laatst verdichte positie naar een volgende positie;
- b. spudpalen neerlaten;
- c. het synchroon laten zakken van de onderbalk en de naalden van het wateroppervlak naar de bodem;
- d. indalen van de naalden in de grond en verdichten (verdichtingscyclus);
- e. onderbalk en naalden synchroon optrekken van de bodem naar de wateroppervlakte;
- f. spudpalen heffen.

De som van de tijden, benodigd voor de handelingen a t/m f, is gelijk aan het aantal draaiuren (= netto draaitijd).

$$\text{Gem. cyclustijd} = \frac{\text{netto draaitijd}}{\text{aantal cycli}}$$

Het aantal cycli wat per week verdicht kan worden, is van de volgende factoren afhankelijk:

- * aantal draaiuren (afhankelijk van het aantal ploegendiensten en de stagnatie)
- * de verdichtingscyclus

Van deze factoren is de voor de verdichtingscyclus benodigde tijd het meest bepalend. De verdichtingscyclus wordt mede beïnvloed door de verdichtingsdiepte.

6. Voortgangssnelheid

De voortgangssnelheid van het verdichten wordt door de volgende factoren bepaald:

- * de bedrijfscoëfficiënt BC (aantal diensturen en stagnatie)
- * de naaldwaarde (naaldinzet)
- * gem. cyclustijd (verdichtingscyclus)
- * horizontale stapafstand

Voortgangssnelheid over strook van 78 m breedte

$$VS = \frac{BC \times \text{diensturen} \times \text{naaldwaarde} \times \text{horizontale stapafstand}}{\text{gem. cyclustijd} \times 3}$$

Voor een breedte van 78 m zijn 3 verdichtingsstroken benodigd.
De dimensie van de VS is als volgt

$$VS = \frac{(-) \times (\text{uren}) \times (\text{week})^{-1} \times (-) \times (\text{m}')}{(\text{uren})} = (\text{m}')(\text{week})^{-1}$$

6.2. Samenstelling ploegdienst Mytilus

Een Dosbouwploeg van de Mytilus is als volgt samengesteld:

- 1 1e schipper
- 1 2e schipper
- 1 1e machinist
- 1 2e machinist
- 1 electromonteur
- 2 operators
- 4 dekknechten
- 1 kok
- 1 surveyer
- 1 kraanmachinist

Bij een meer-ploegdienst wordt, boven de sterkte van de dagdienst, extra ingezet:

- 1 hoofdschipper
- 1 hoofd werktuigbouwkundige
- 1 bootman

Aan de wal is 1 uitvoerder en 1 hoofduitvoerder.

Van RWS-zijde is ingezet:

aan boord:	1 opzichter
aan de wal (in dagdienst)	1 assistent projectleider
	1 projectleider
	1 hoofdprojectleider

6.3. Samenstelling hulpmaterieel Mytilus

Tijdens het bedrijf 1 sleepboot van 880 kW. Verrekening heeft plaatsgevonden op het desbetreffende Mytilus-bestek.

Bij het verstellen naar een andere locatie waren benodigd:

- 2 sleepboten van ca. 2000 kW
- 2 sleepboten van ca. 800 kW
- 1 of 2 ankerbehandelingsvaartuigen
- 2 vletten

Ad a en b : verrekening vond plaats op stelpost van het desbetreffende Mytilus-bestek

Ad c : verrekening vond plaats op het desbetreffende ankerbehandelingsbestek

ad d : verrekening vond plaats op het desbetreffende directiebehoeftenbestek

6.4. Plaatsbepalingsapparatuur Mytilus

Het verhalen wordt door de schipper uitgevoerd d.m.v. ankerlieren, waarbij de richting en de afstand waarover verhaald moet worden op het beeldscherm zichtbaar is.

Op het scherm zijn de oude en nieuwe posities van de spudpunten zichtbaar. Doordat de naalden via de geleidingsbalk aan de spuds zijn gekoppeld is ook de positie van de naalden bekend.

De afwijking van de positie van de trilnaald mag 0,50 m bedragen. In de praktijk bedroeg dit, na een behoorlijke inwerkperiode, meestal 0,10 m.

De controle op de juiste positie geschiedde door:

1. het Minilir + AGA 120 systeem (walmeetsysteem) in combinatie met
2. koers van het schip (gyrocompas) t.o.v. ware-noorden
3. hoekverdraaiing van de spuds t.o.v. ponton
4. helling in langs- en dwarsrichting van het ponton
5. waterdiepte bij de spuds

Appendix: Productie- en stagnatie-overzichten

- verleturen opbouw
- draaiuren opbouw
- verleturen per week
- cum.verletten per week
- diensturen per week
- draaiuren per week
- verdichtingsuren per week
- bedrijfscoëfficiënt per week
- naaldwaarde per week
- effectiviteit per week
- draaiuren per cyclus
- voortgang in m'
- cum. voortgang in m'

DRAAIUREN	:	6983	UUR
VERLETUREN	:	3684	UUR
DIENSTUREN	:	12668	UUR

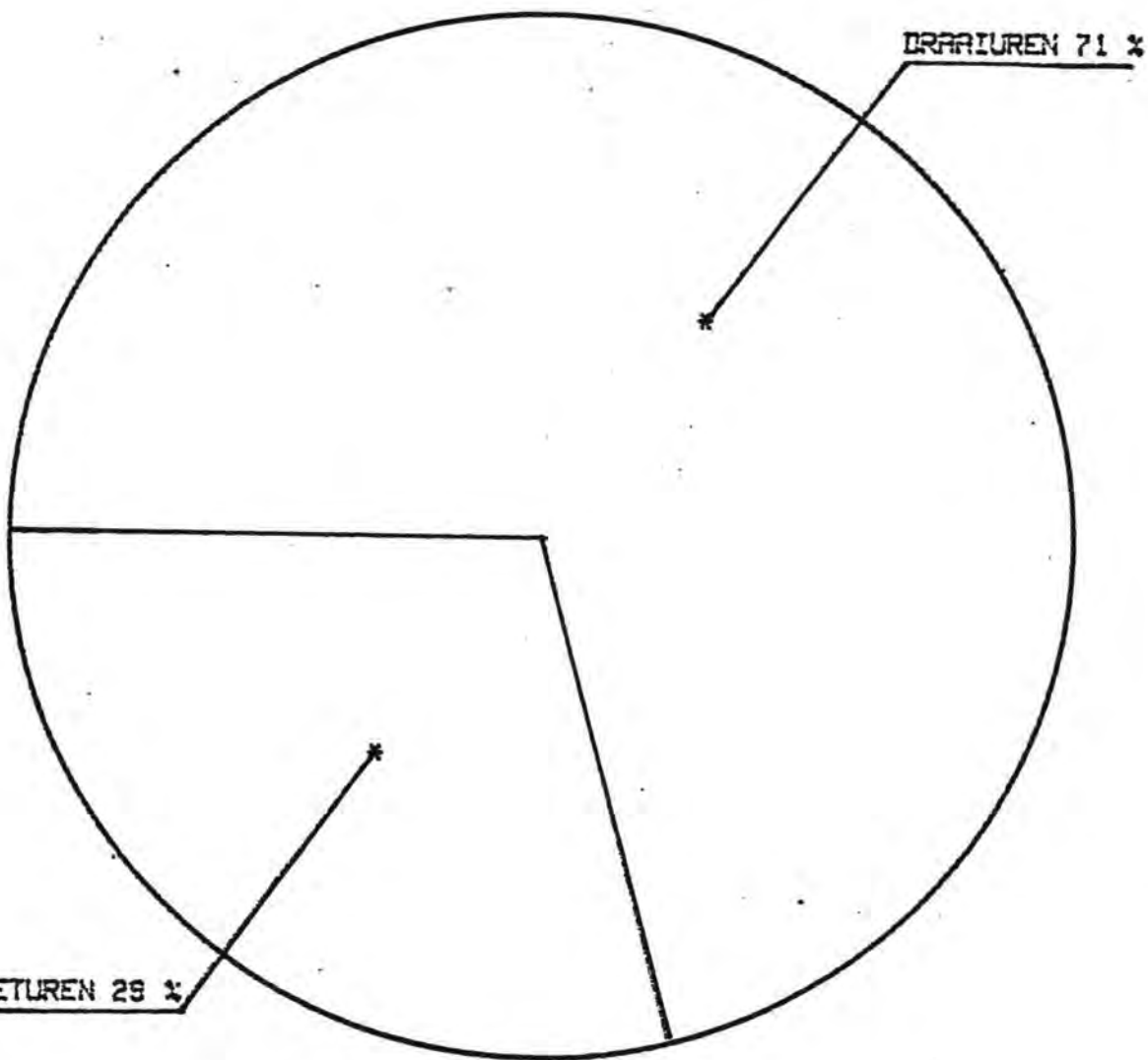


FIG I; Totaal overzicht draaiuren en verleturen

DIVERSEN	:	278	UUR
WEERSOMSTANDIGH	:	1730	UUR
REP. SCHIP	:	1813	UUR
REP. NAALD	:	653	UUR
TOT. VERLETEN	:	3666	UUR

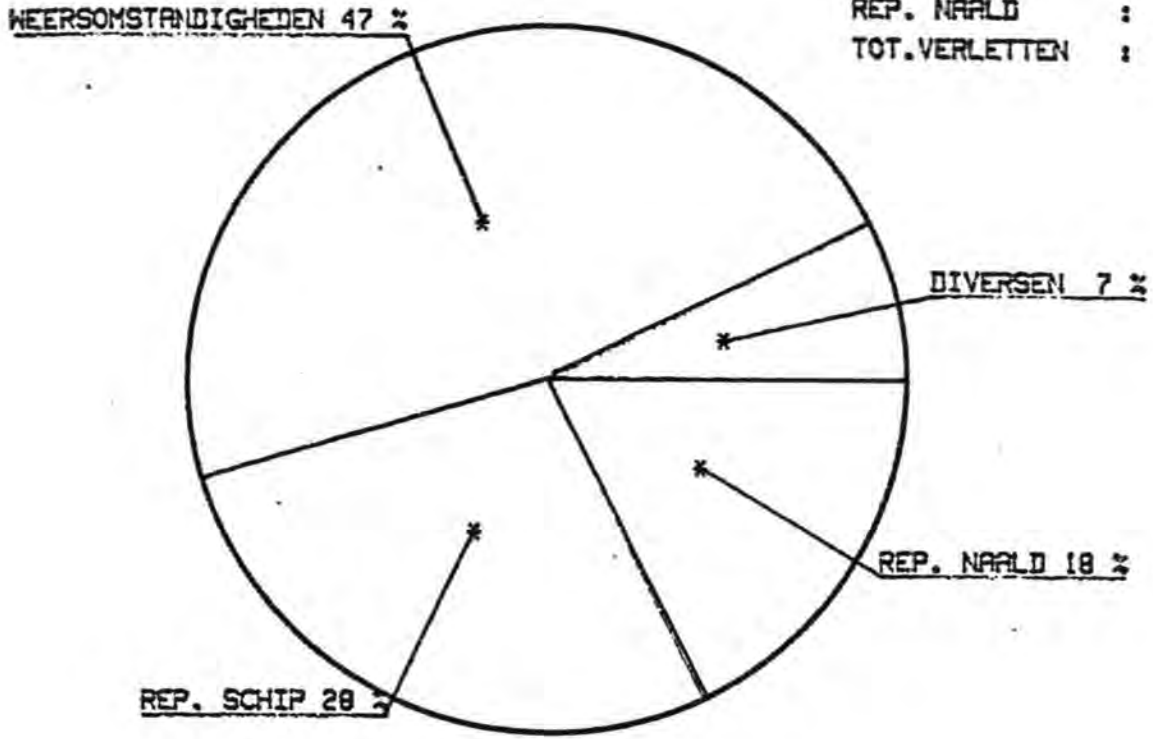


FIG II; Overzicht verleturen

VERHALEN	:	593	UUR
SPUDS NEER	:	39	UUR
BALK NEER	:	299	UUR
INDALEN + VERDI	:	7137	UUR
BALK OP	:	298	UUR
SPUDS OP	:	609	UUR
TOT. DRAAIUREN	:	8983	UUR

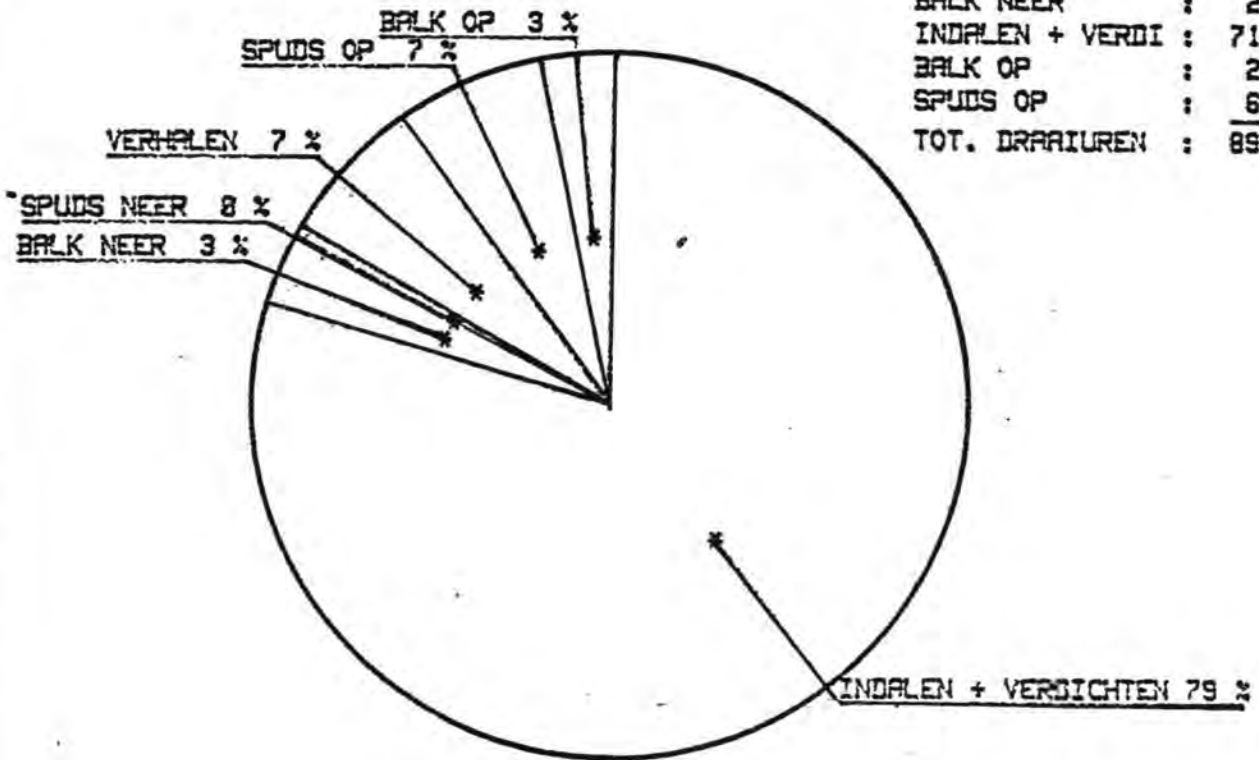


FIG III; Overzicht draaiuren

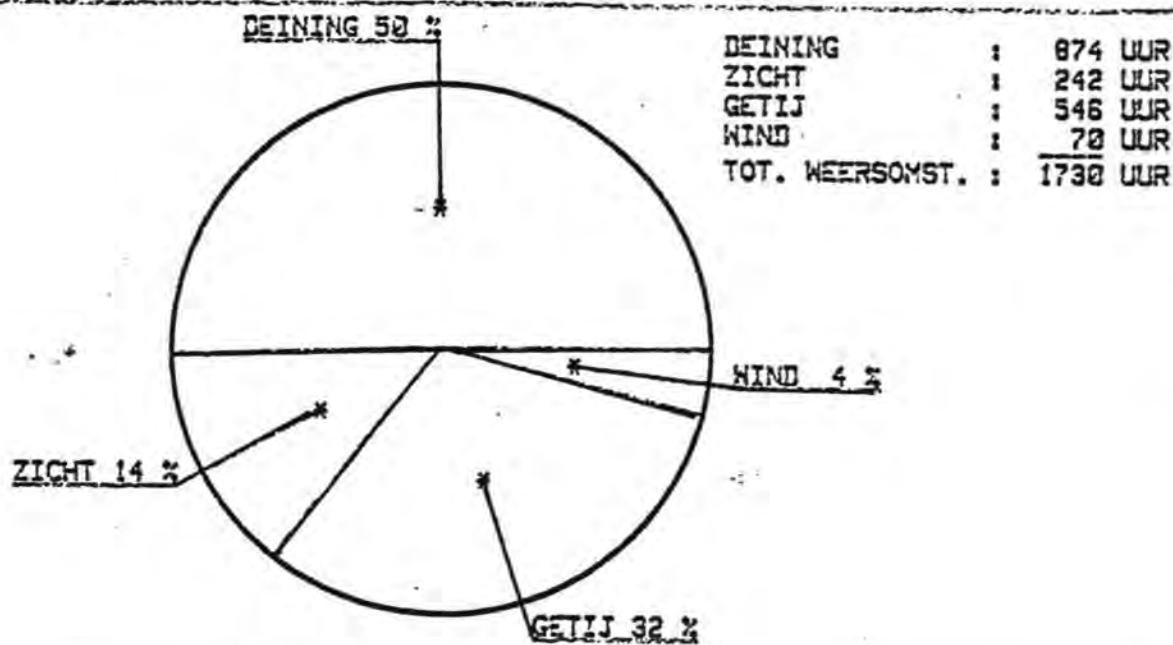


FIG IV; Specificatie verleturen t.g.v. weersomstandigheden

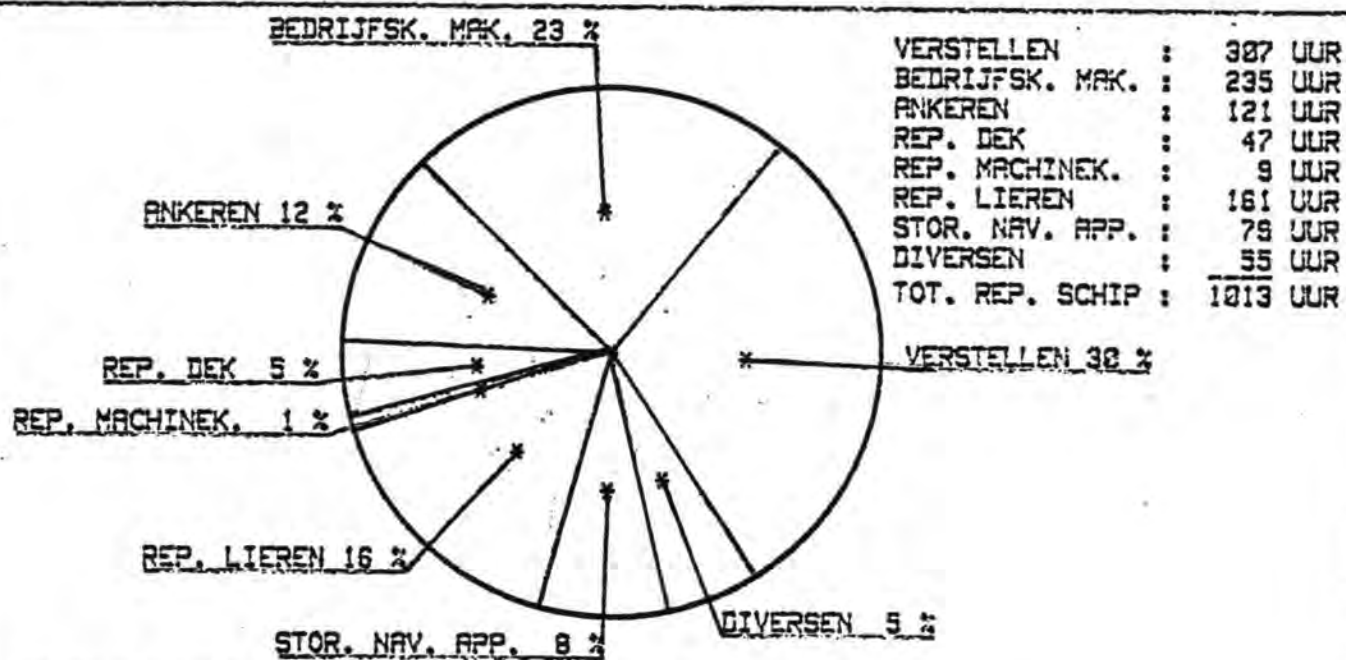


FIG V; Specificatie verleturen tgv reparatie schip

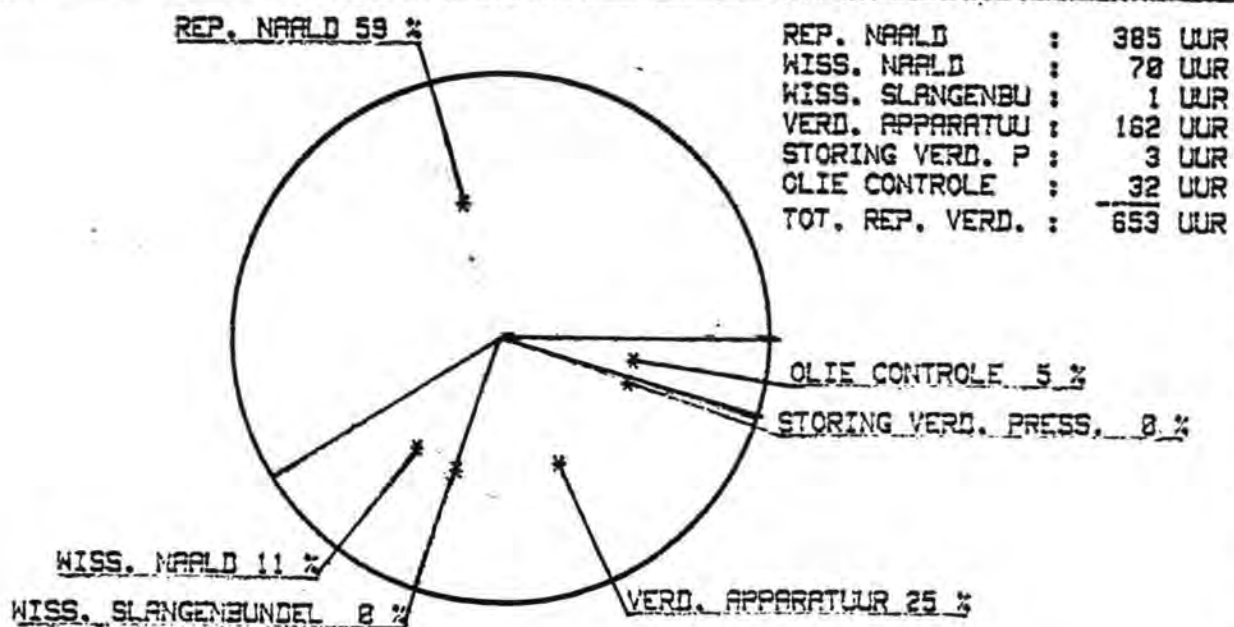
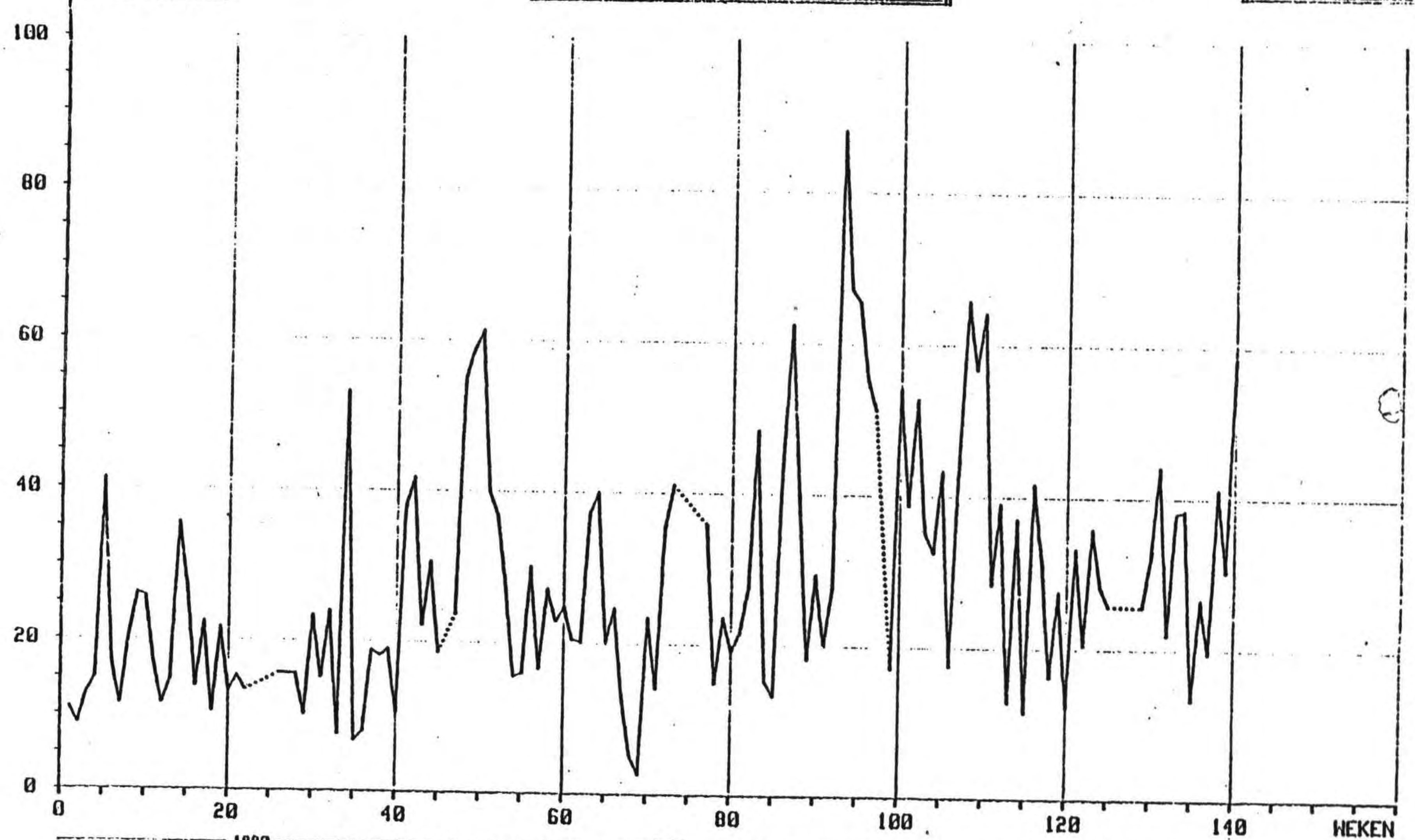
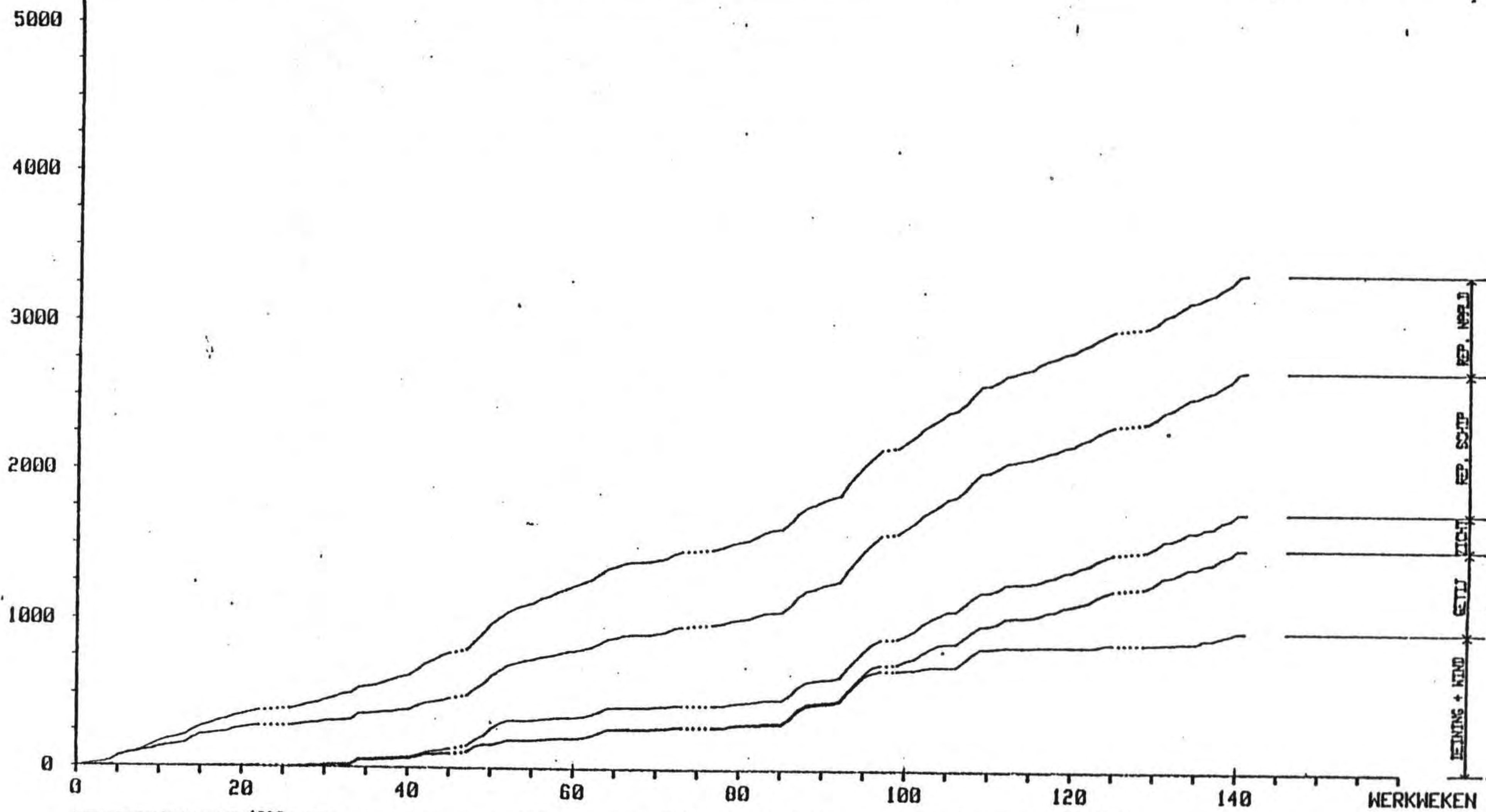


FIG VI; Specificatie verletten tgv reparatie verdichtings app.



1980 1981 1982 1983
 FEB HRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB HRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB
 SLUITGAT <-----||-----> <-----S-----> <||> <R-> <S> <ID> <R-----> <S-> <H-> <R-----> <S< R-> <D> <-----> R
 VERDICTEN AS 16 2 1/a 6 10 11 14 17 3, 12-14, 1-5, 3-5, 1-4, 33-25, 5-7, 2, 6-11, 15, 6, 24-20 , 11-7, 12-14, 31, 0, 12-13, 15-21, 0, 34
 IER-VERDICTEN AS
 VERDICTEN BUITEN AS IIRBBI IIRBDO RZHC-II RZHC-II Pv CAR IIRBDO R20, 26, 25 R22-24, R21
 PLOEGDIENST <---1---> <---2---> <---1---> <---2---> <-----3-----> <-----2-----> <---3---> <-----2----->
 GEBRUIKTE WAALENLENTE <-----||-----> <-----V-----> <---||---> <---V---> <H> <V> <E> <---V---> <H-V-IV-N-V-II-

FIG. III 2.1.a



1980 1981 1982 1983
 FEB MRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB

SLUITGAT <----- H -----> <----- S -----> <----- I | D (- R -) (S) (H) > <----- R -----> <----- S -----> <----- H -----> <----- R -----> <----- S -----> <----- R -----> <----- D -----> <----- R ----->

VERDICHTEN AS 16 2 t/m 6 10 11 14 t/m 17 9, 12-14, 1-5, 3-5, 1-4, 33-25, 5-7, 2, 6-11, 15, 6, 24-20, 11-7, 12-14 34 0 12-13, 15-21, 0

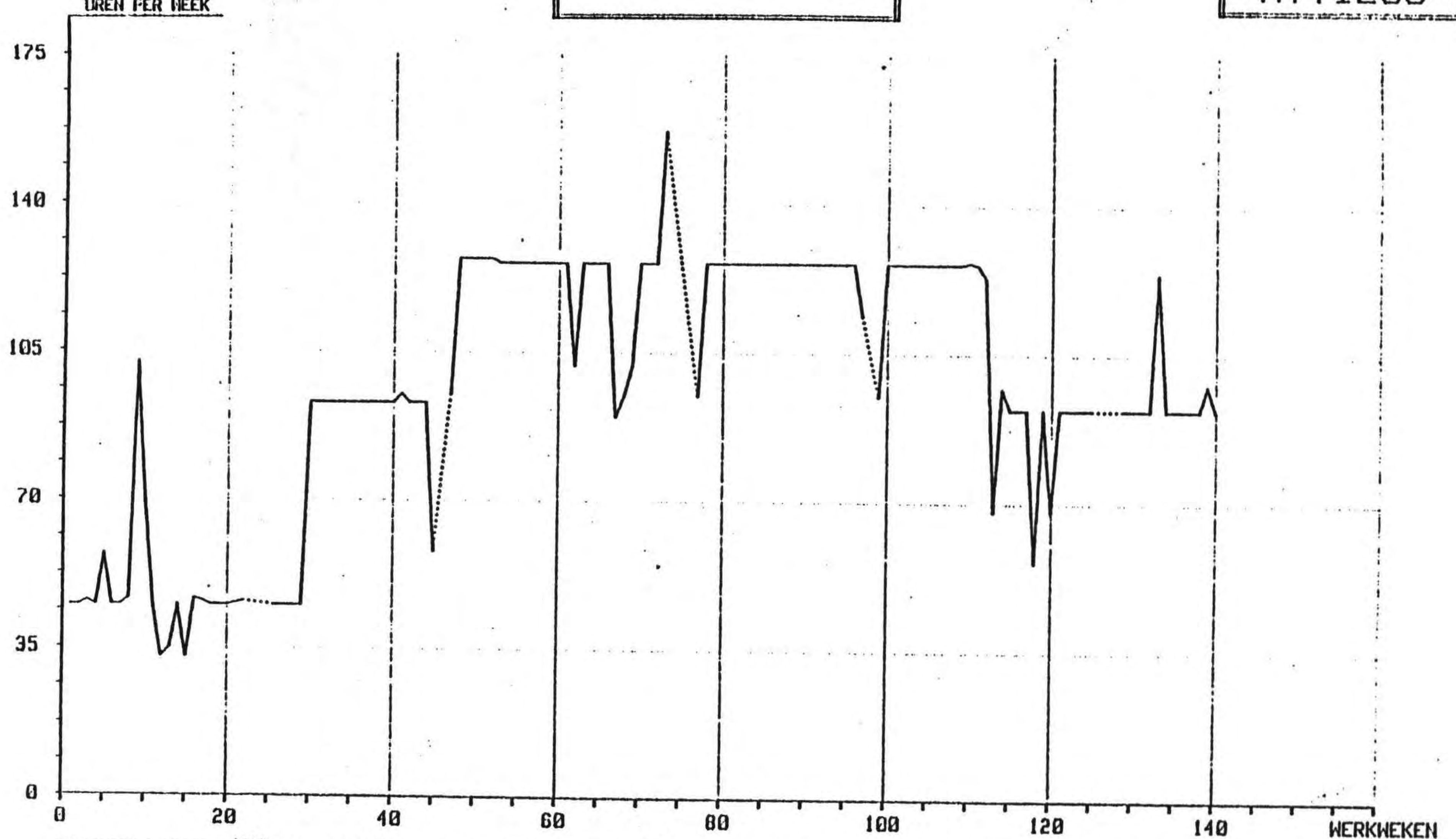
HIER-VERDICHTEN AS

VERDICHTEN BUITEN AS IRDDH IRDDO AZIC-II AZIC-II Pv CAR IRDDO Pv CAR AZIC-R RRDDH RRDDO SRDDO

PL.OEGENDIENST <----- 1 -----> <----- 2 -----> <----- 1 -----> <----- 2 -----> <----- 3 -----> <----- 2 -----> <----- 3 -----> <----- 2 ----->

GEDRUKTE NYL.DLENGTE <----- N -----> <----- V -----> <----- H -----> <----- V -----> <----- N -----> <----- V -----> <----- E -----> <----- VII -----> <----- N-V-II-V-N-V-II ----->

FIG. III 2.1.b



1980 1981 1982 1983
 FEB MRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB

SLUITGAT <-----||-----> <-----S-----> <H> <R> <S> <ID> <-----R-----> <-----S-----> <H> <-----R-----> <S> <R> <ID> <-----R----->

VERDICHTEN AS 16 2 t/m 6 10 11 14 t/m 17 3, 12-14, 1-5, 3-5, 1-4, 33-25, 5-7, 2, 6-11, 15, 6, 24-20 11-7, 12-14, 34, 0, 12-13, 15-21, 0, 34

HER-VERDICHTEN AS

VERDICHTEN BUITEN AS IRBDDI IRBDDO RZHC-II RZHC-II Pv CAR IRBDDO R20, 26, 25 R22-24, R21 Pv CAR AZIC-R RRBDH RRBBO SRBBO

PLGEGEDIENST <---1---> <---2---> <---1---> <---2---> <---3---> <---2---> <---3---> <---2--->

GEBRUIKTE ISW.BLENCTE <-----||-----> <V> <-----H-----> <-----V-----> <H> <V> <E> <-----V-----> <H-V-NV-H-V-H>

FIG. III 2.1.c

175

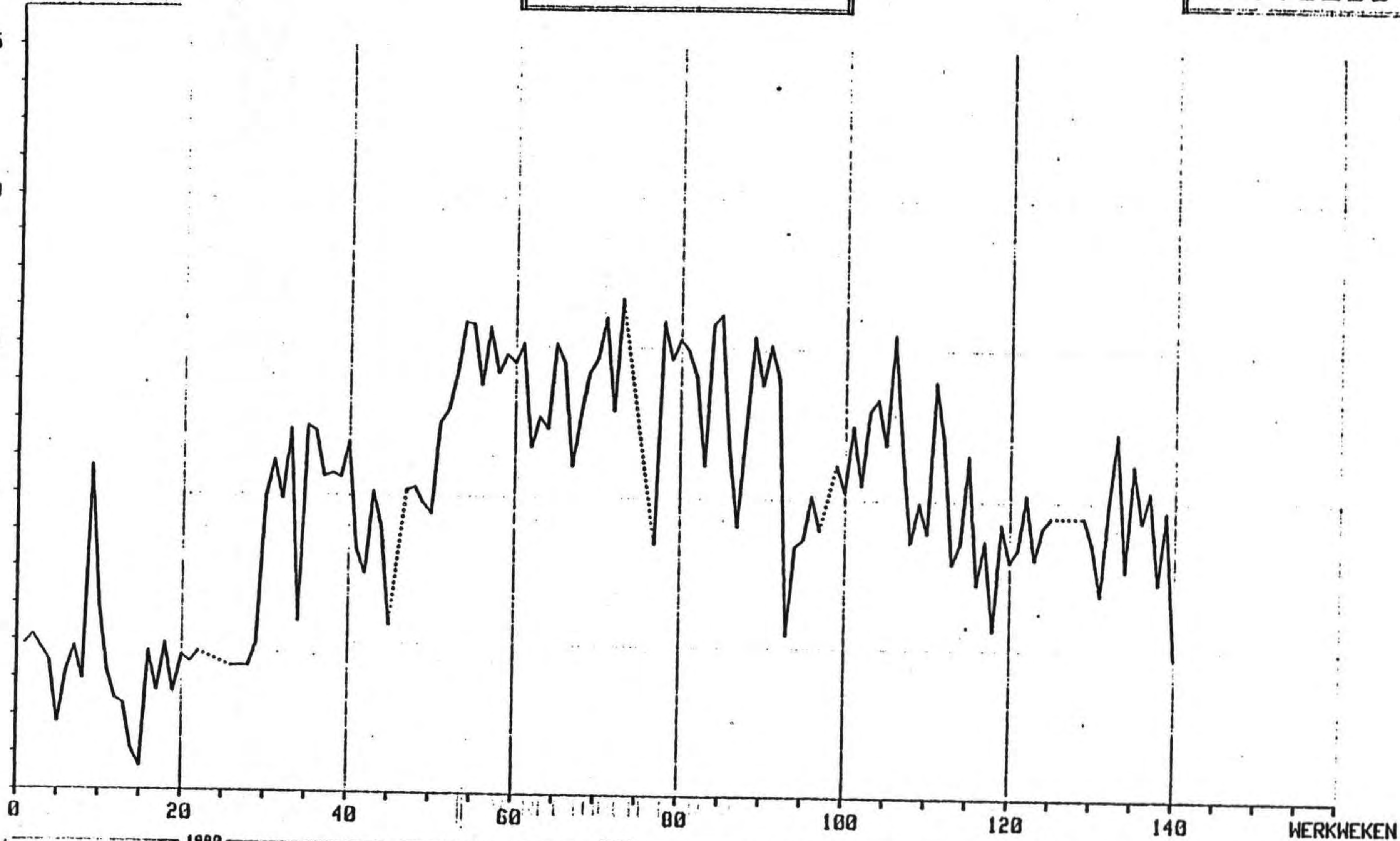
140

105

70

35

0



1980 1981 1982 1983
 FEB MRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB

SLUITGAT <----- H -----> <----- S -----> < H > < R -> < S > < H > < R -> < S -> < H -> < R -> < S > < R -> < H > <----- R ----->

VERDICHTEN AS 16 2 t/m 6 10 11 14 t/m 17 3, 12-14, 1-5, 3-5, 1-4, 33-25, 5-7, 2, 6-11, 15, 6, 24-20 , 11-7, 12-14, 34, 8, 12-13, 15-21, 8, 34

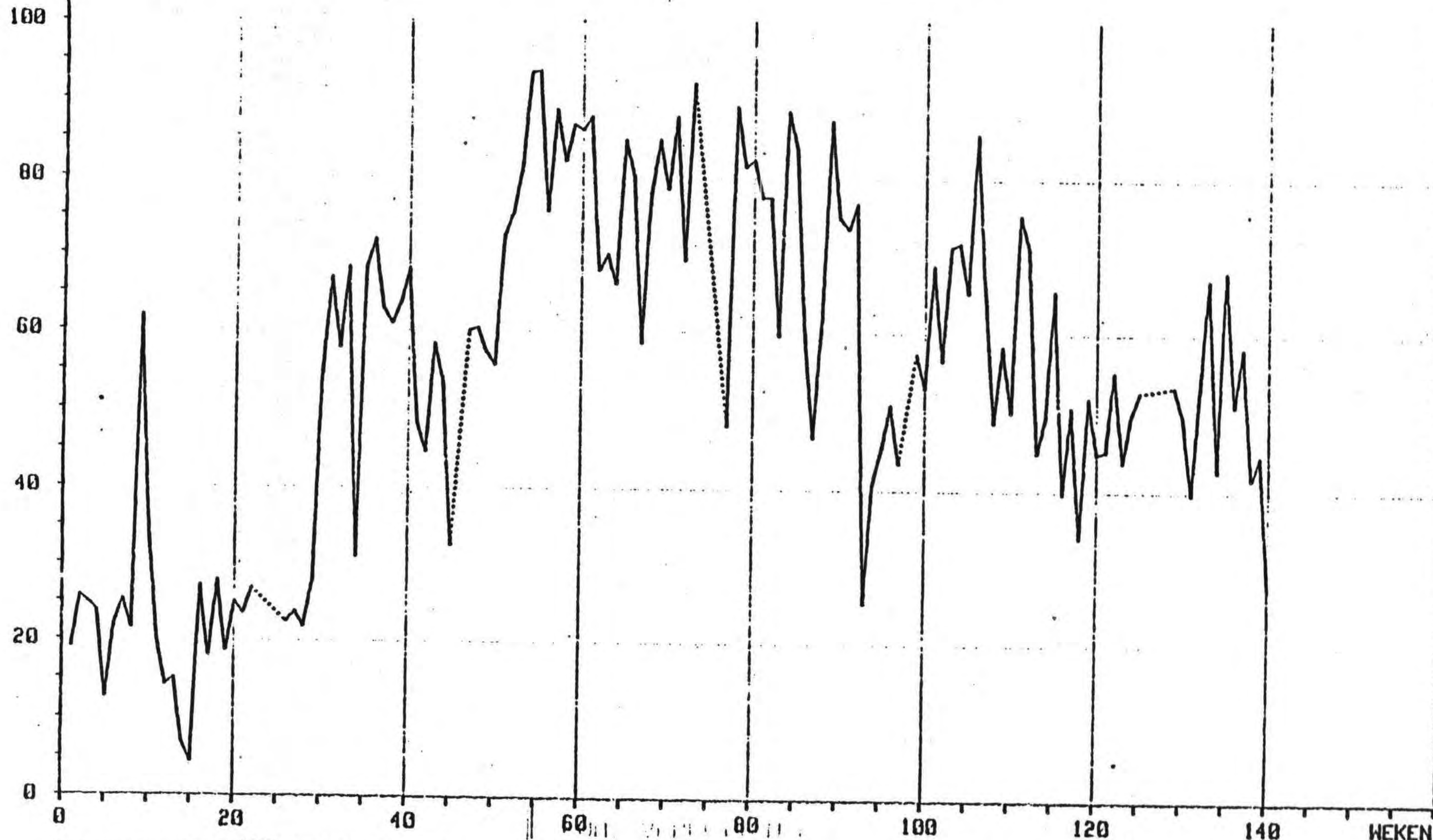
IER-VERDICHTEN AS

VERDICHTEN BUITEN AS IRBBH IRBBO AZIC-II AZIC-II Pv CNR IRBBO R20, 26, 25 R22-24, R21 Pv CNR AZIC-R RRBBH RRBBO SRBBO

PLOEGEDIENST. <-- 1 --> <-- 2 --> <-- 1 --> <-- 2 --> <-- 3 --> <-- 2 --> <-- 3 --> <-- 2 -->

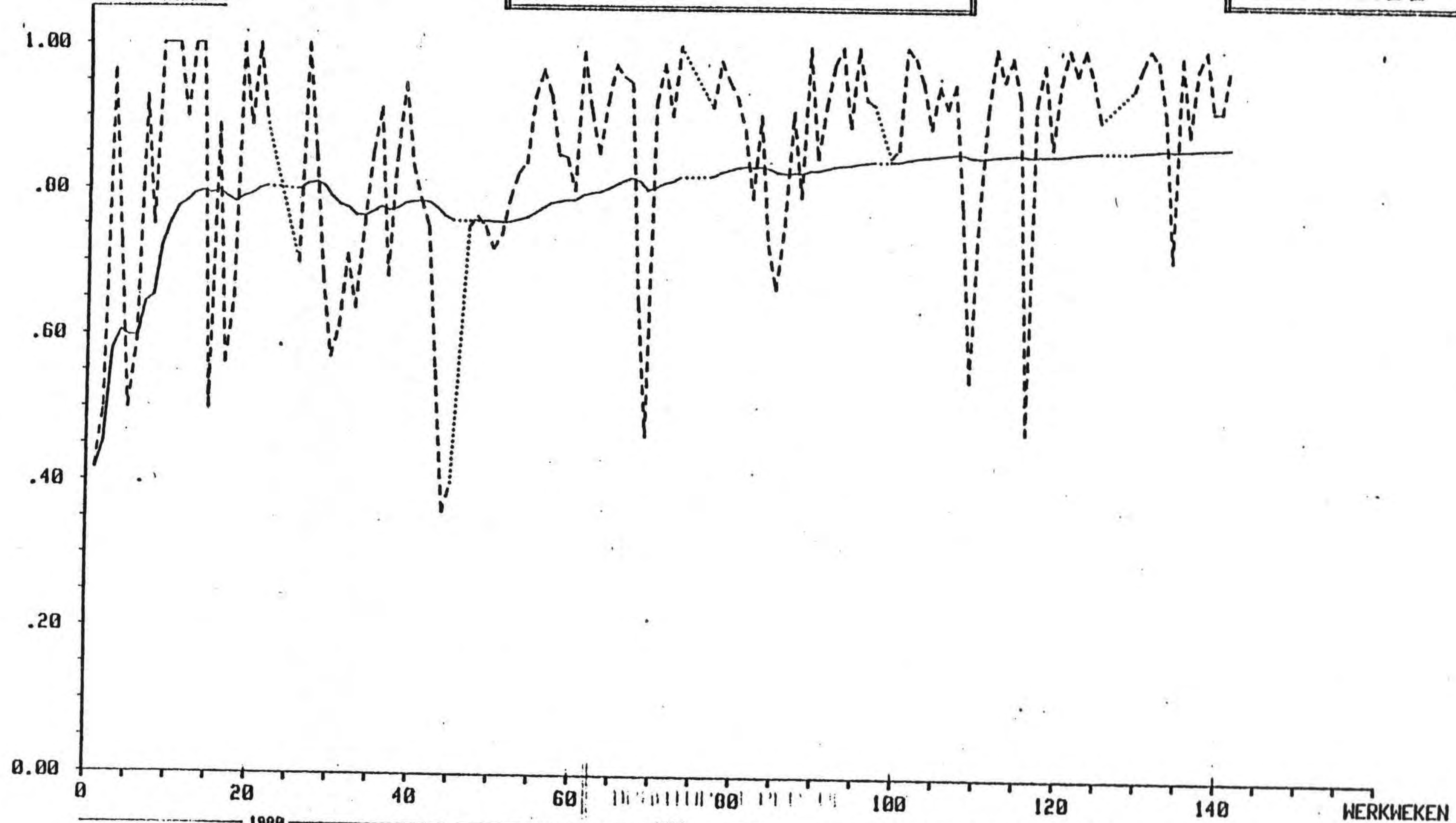
GEBRUIKTE HNW. LENGTE <----- H -----> < V > < H -> < V -> < N > < V > < E > < V -> < H -> < V -> < N -> < V -> < H ->

FIG. III 2.1.d



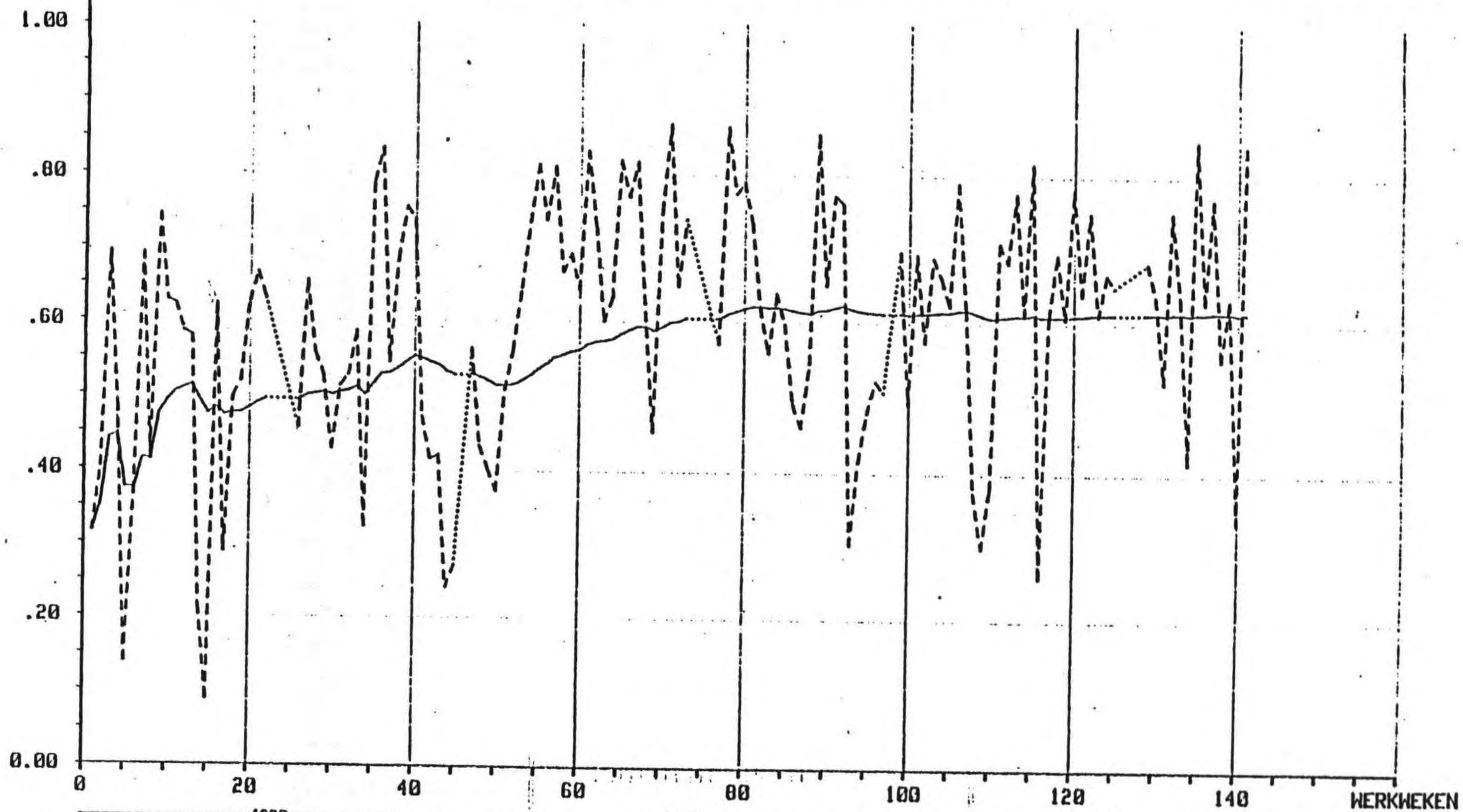
	1980	1981	1982	1983
SLUITGAT	H	S	H	R
VERDICHTEN AS	16	2 t/m 6	10 11	14 t/m 17
HER-VERDICHTEN AS		3, 12-14, 1-5, 3-5, 1-4, 33-25, 5-7, 2, 6-11, 15, 6, 24-28	11-7, 12-14, 34, 0, 12-13, 15-21, 0, 34	
VERDICHTEN BUITEN AS	IRDBH	IRBBO	AZIC-II	AZIC-II
PLOEGEDIENST	1	2	1	2
GEBRUIKTE WERKLENGTE				

FIG. III 2.1.0



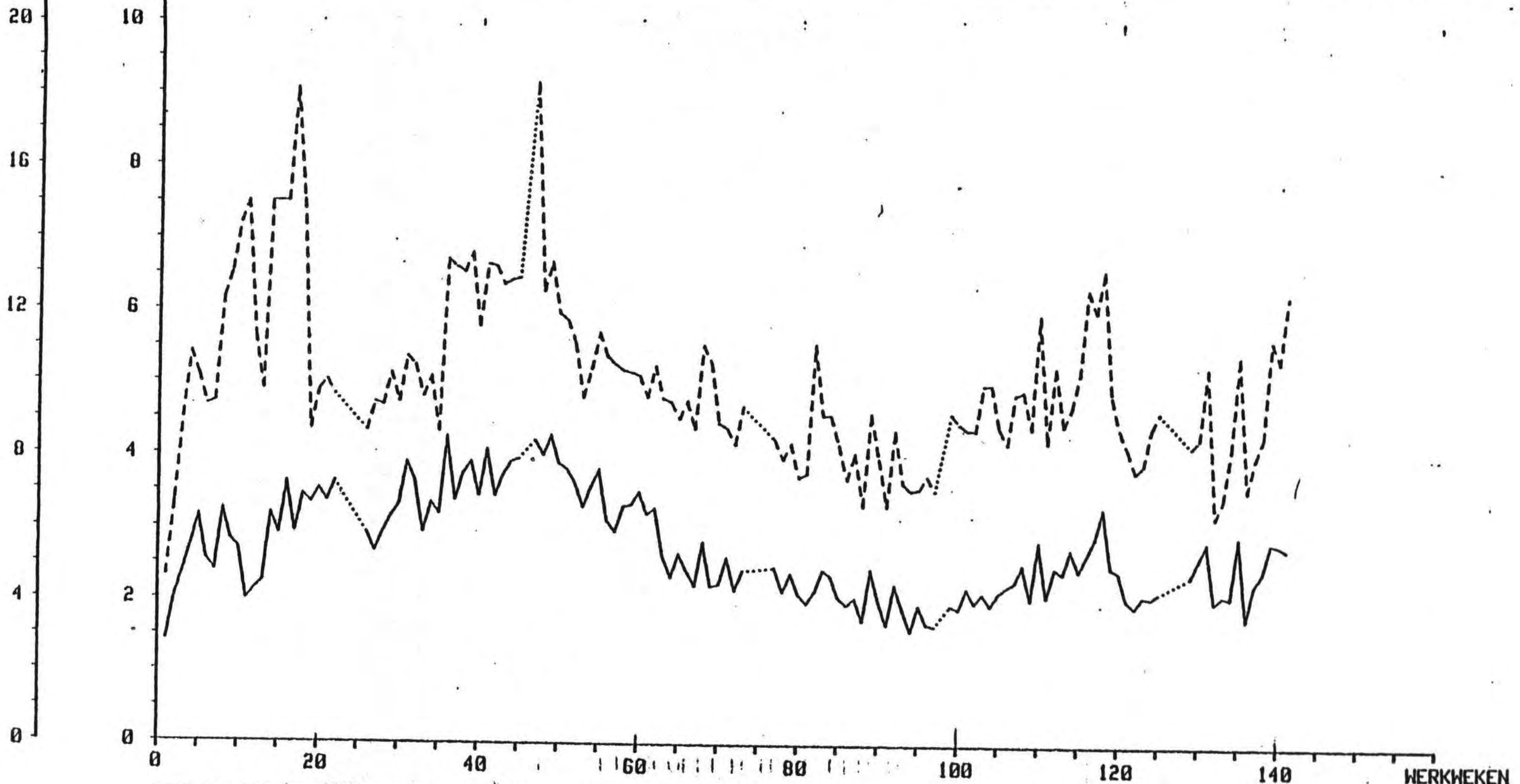
1980 1981 1982 1983
 FEB MRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB
 SLUITGAT <----- II -----> <----- S -----> <----- I ID (- R -> (S) < II > <----- R -> <----- S -> < II > <----- - R -> S <----- R -> < ID <----- R ----->
 VERDICHTEN AS 16 2 t/m 6 10 11 14 t/m 17 9, 12-14, 1-5, 3-5, 1-4, 33-25, 5-7, 2, 6-11, 15, 6, 24-20, 11-7, 12-14 34 0 12-13, 15-21, 0
 IER-VERDICHTEN AS
 VERDICHTEN BUITEN AS IRBBI IRBBO AZIC-II AZIC-II Pv CAR IRBBO Pv CAR AZIC-R RRBI RRBO SRBO
 PLCEGEDIENST <----- 1 -----> <----- 1 -----> <----- 2 -----> <----- 3 -----> <----- 2 -----> <----- 3 -----> <----- 2 ----->
 GEWRIJKE WERKLEIENGE <----- II -----> <----- V -----> <----- N -----> <----- V -----> <----- N -----> <----- V -----> <----- E -----> <----- VI -----> <----- N-V-II-V-N-V-N ----->

FIG. III 2.2.b



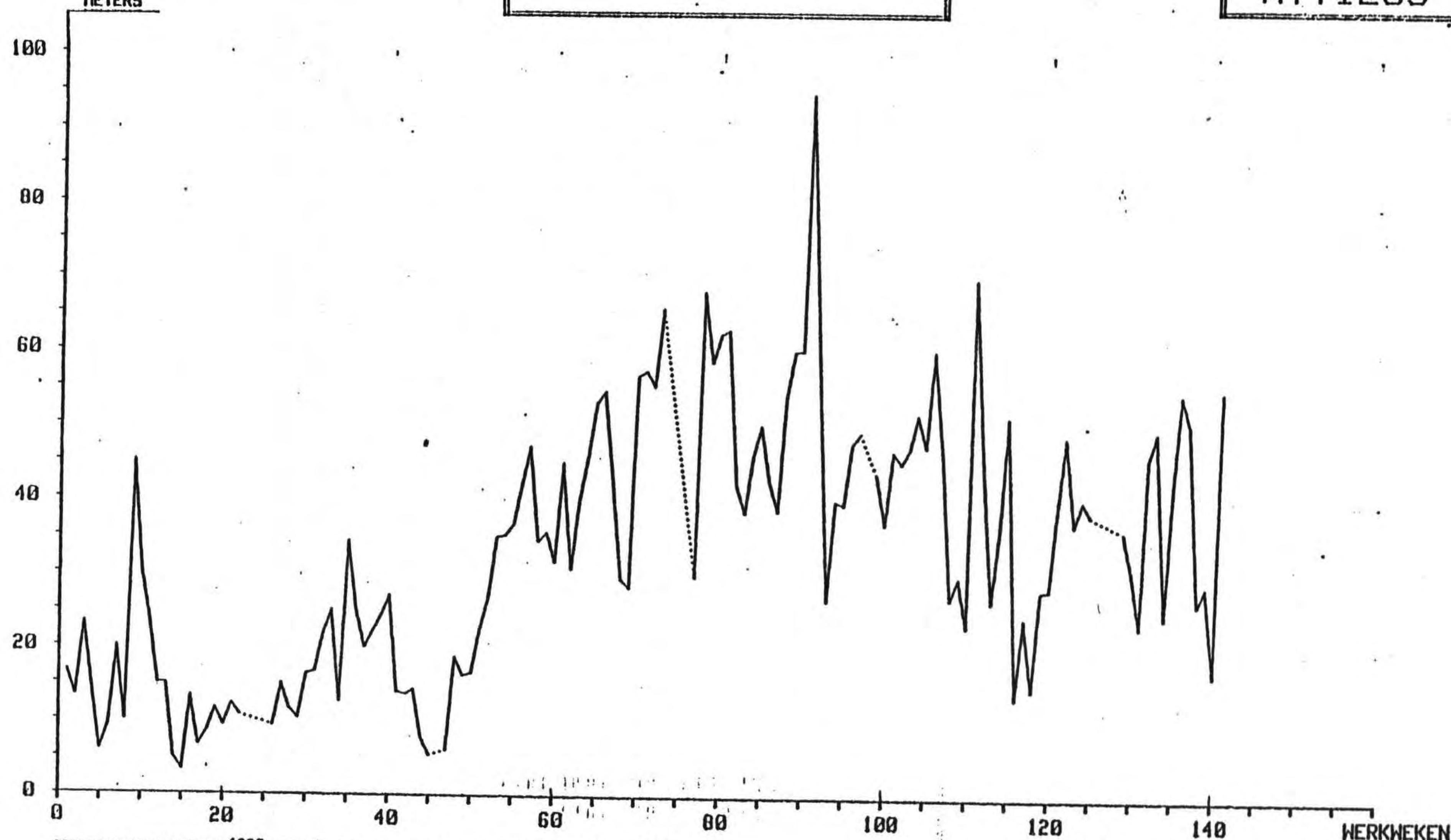
1980 1981 1982 1983
 FEB MRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB
 SLUITGAT <----- II -----> <----- S -----> < II > < R -> < S > < ID <----- R -----> < S -> < II -> <----- R -----> < S < R -> < ID <----- R ----->
 VERDICHTEN AS 16 2 t/m 6 10 11 14 t/m 17 3, 12-14, 1-5, 3-5, 1-4, 33-25, 5-7, 2, 6-11, 15, 6, 24-28 , 11-7, 12-14, 34, 0, 12-13, 15-21, 0, 34
 IER-VERDICHTEN AS
 VERDICHTEN BUITEN AS IRBBB1 IRBDD0 R20, 26, 25 R22-24, R21
 PL.GEGENDIENST <--- 1 ---> <--- 2 <----- 1 -----> <----- 2 -----> <----- 3 -----> <----- 2 -----> <--- 3 <----- 2 ----->
 GEBRUIKTE WERKTOEGANGTE <----- N -----> < V > <----- N -----> < V -> < N > < V > < E > <----- V -----> < H-V-NV-II-V II >

FIG. 111 2.2.c



	1980												1981												1982												1983	
	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	
SLUITGAT													S												R												S	
VERDICHTEN AS	16												2 t/m 6												10 11												14 t/m 17	
IER-VERDICHTEN AS													39, 12-14, 1-5, 3-5, 1-4, 33-25, 5-7, 2, 6-11, 15, 6, 24-20, 11-7, 12-14												34													
VERDICHTEN BUITEN AS	RRBBH		RRBBO														R20-26-25												R22-24									
PLCEGENDIENST	1		2		1												2												3									
GEBRUIKTE WERKLENGTE	N												V												N		V		H		V		E		V		H-V-HV-H-V-H	

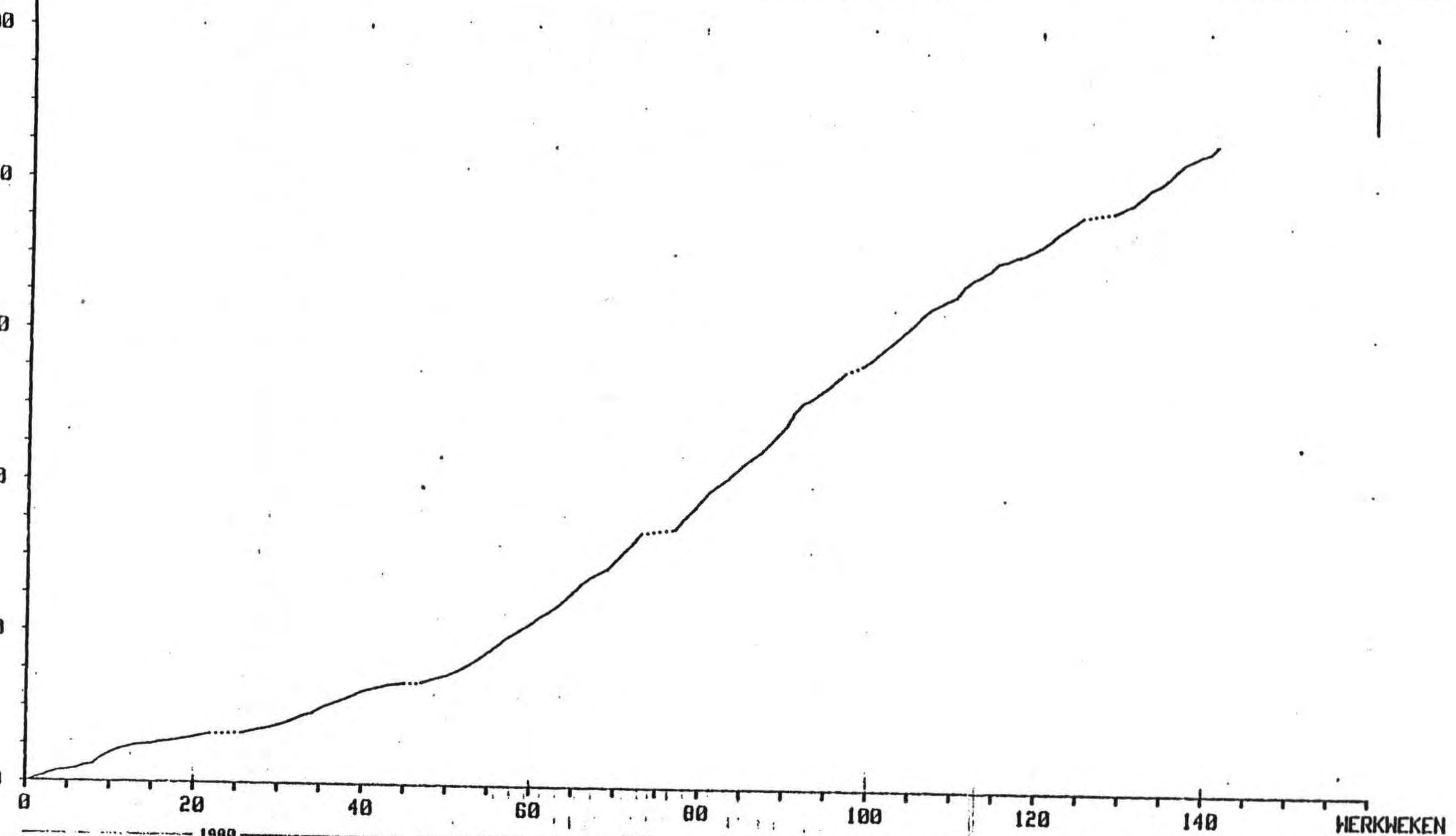
FIG. III 2.3.a



1980 1981 1982 1983
 FEB MRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB MRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC JAN FEB
 SLUITGAT <----- H -----> <----- S -----> < H > < R -> < S > < I > <----- R -----> < S -> < H -> <----- R -----> < S > < R -> < H > <----- R ----->
 VERDICHTEN AS 16 2 t/m 6 10 11 14 t/m 17 3,9,12-14,1-5,3-5,1-4,33-25,5-7,2,6-11,15,6,24-20,11-7,12-14 34 8 12-13,15-21,8
 IER-VERDICHTEN AS
 VERDICHTEN BUITEN AS IIRBBI IIRBBO AZIC-II AZIC-II Pv CAR IIRBBO R20-26-25 R22-24 Pv CAR AZIC-R RRBBH RRDBO SRBBO
 PLOEGEDIENST <--- 1 ---> <--- 1 ---> <--- 2 ---> <--- 3 ---> <--- 2 ---> <--- 3 ---> <--- 2 --->
 GEDRUKTE NAFLDLENGTE <----- N -----> < V > <----- N -----> < V -> < N > < V > < E > <--- V ---> < N-V-IV-N-V-II-

FIG. III 2.4.a

5000
4000
3000
2000
1000
0



	1980	1981	1982	1983
	FEB HRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC	JAN FEB HRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC	JAN FEB HRT APR MEI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DEC	JAN FEB
SLUITGAT	—	—	—	—
VERDICHTEN AS	16	2 t/m 6	10 11	14 t/m 17
NER-VERDICHTEN AS		39, 12-14, 1-5, 3-5, 1-4, 33-25, 5-7, 2, 6-11, 15, 6, 24-20, 11-7, 12-14	34	0
VERDICHTEN DUITEN AS	IRBBN IRBBO		R28-26-25	R22-24
PLOEGENDIENST	1 2	1	2	3
GEWUIKTE WERKLENGTE	—	—	—	—

FIG. III 2.4.b

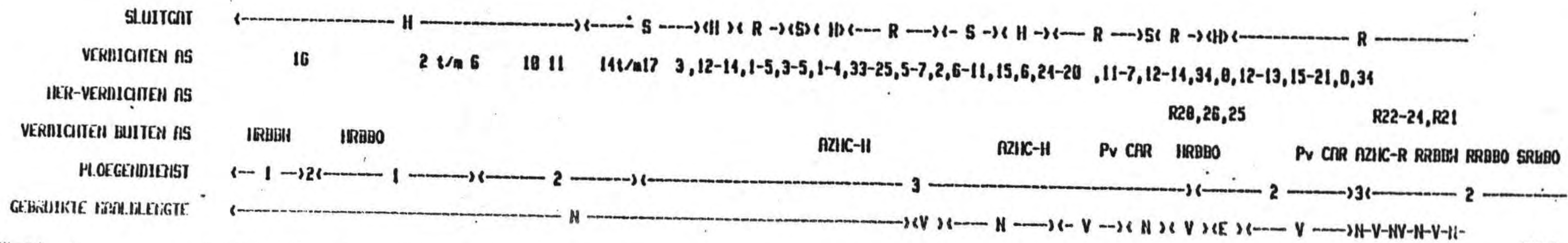
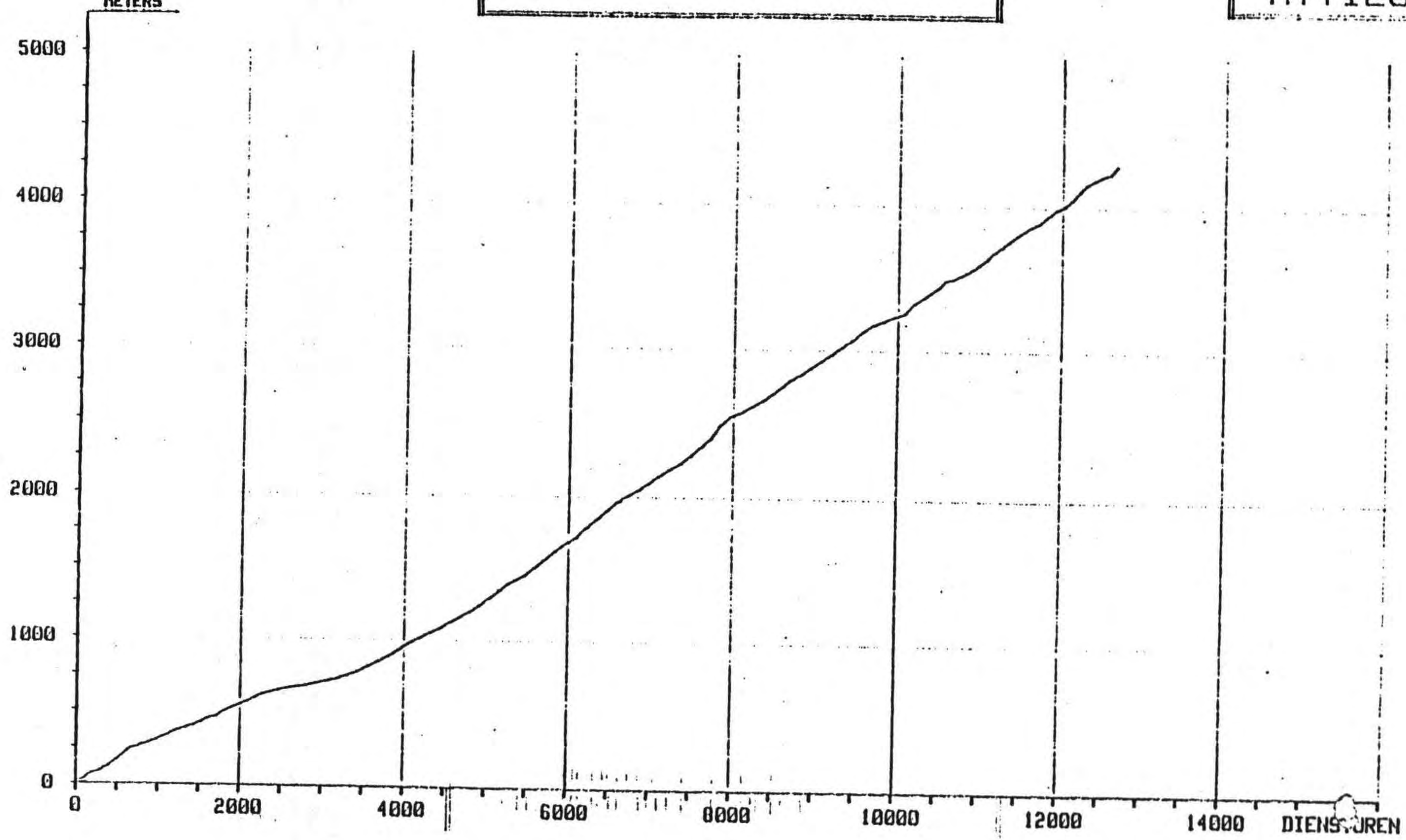
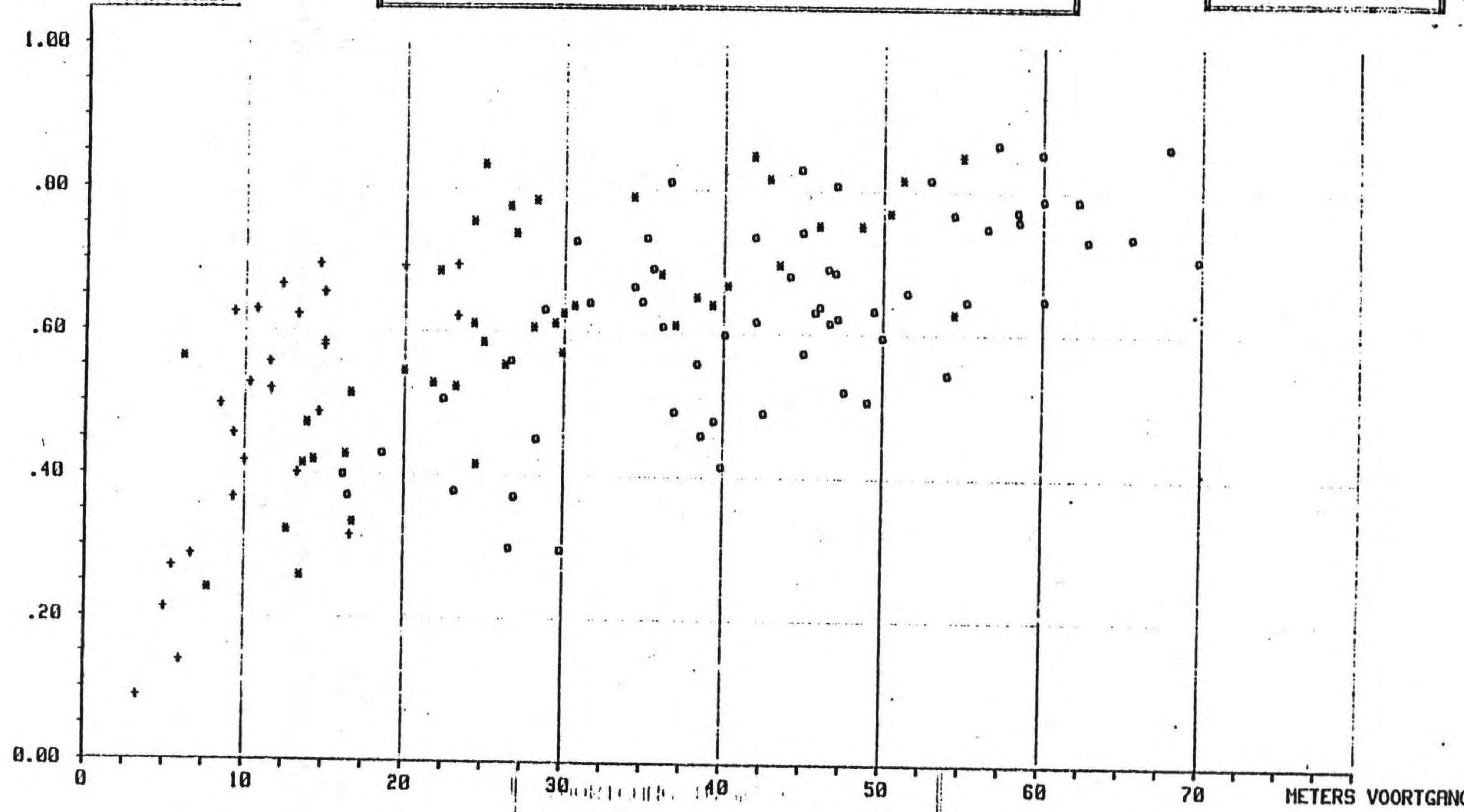
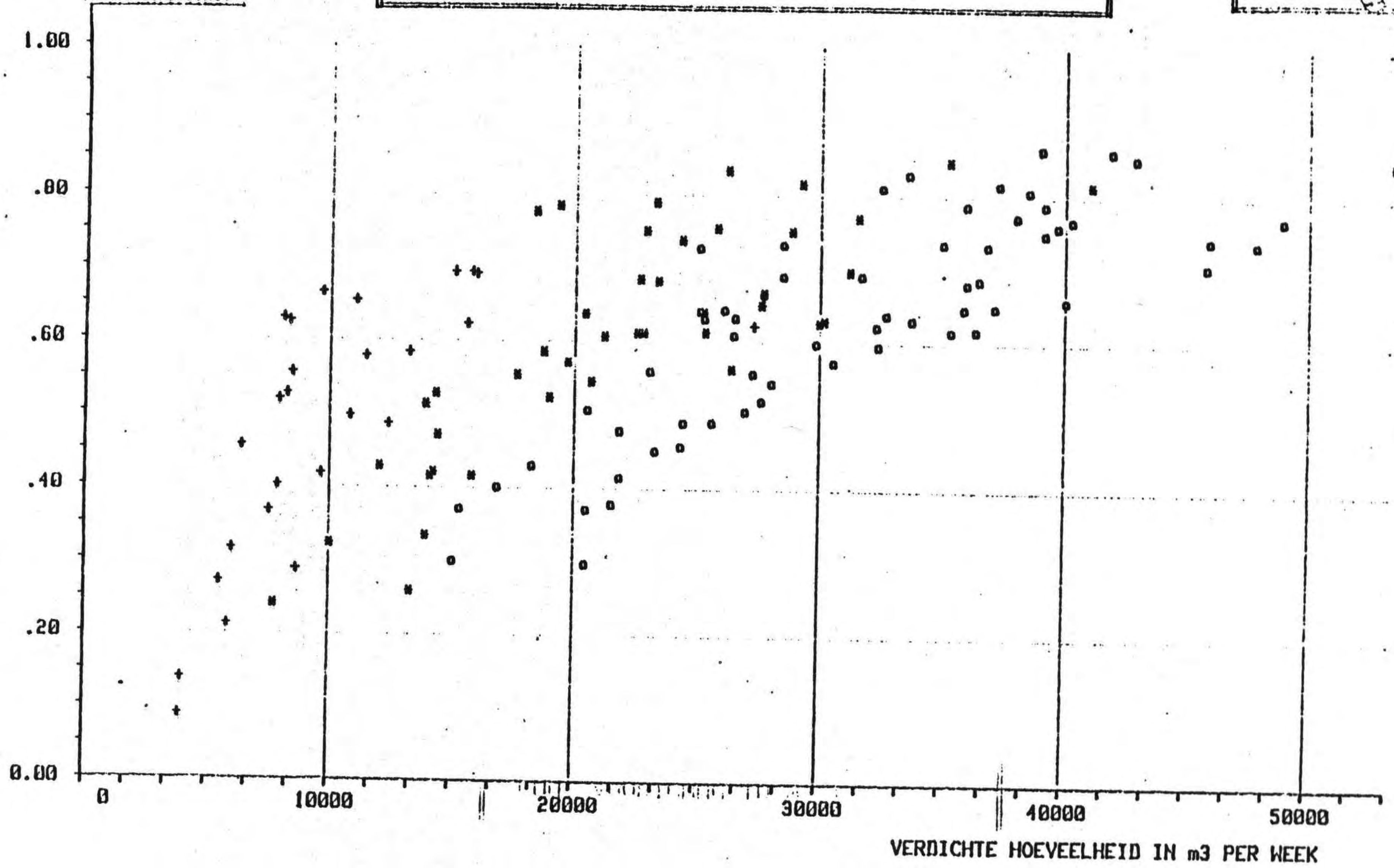


FIG. III 2.4.c



1-PLOEG = + 2-PLOEGEN = * 3-PLOEGEN = o

FIG. III 2.4.d



1-PLOEG = + 2-PLOEGEN = * 3-PLOEGEN = o

FIG. III 2.4.c

