

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee
adviesdienst vliissingen

notitie WWKZ-83.V263

projectcode							
V	8	3	5	4	A	1	0

aan : D. Kooman
van : L. Dekker
datum : maart 1983
onderwerp :

REF. NR. 5840	DATUM 8-4-'83
SIGN. C 5353	FR. 13 PL
B. J. J. J. Hoofddirectie v. d. Waterstaat Koningskade 4 2596 AA 's-Gravenhage	

Presentatie van een aantal berekeningen van het
energetisch vermogen van het getij voor een drie-
tal locaties in de Westerschelde.

Inhoudsopgave

	<u>blz</u>
1. Inleiding.	1
2. Berekeningsmethode.	2
3. Bekken Schaar van Waarde.	4
3.1 Algemeen.	4
3.2 Ebgeneratie.	4
3.3 Tweeweggeneratie.	5
3.4 Opmerkingen.	6
4. Bekken Kapellebank.	7
4.1 Algemeen.	7
4.2 Ebgeneratie.	7
4.3 Opmerkingen.	8
5. Bekken Appelzak.	9
5.1 Algemeen.	9
5.2 Ebgeneratie.	9
5.3 Opmerkingen.	10
6. Slotopmerkingen.	11
Literatuuropgave.	12
Lijst van bijlagen.	13
Appendix I (4 bladen).	
Appendix II (2 bladen).	

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263

datum: maart 1983

bladnr: 1

1. Inleiding.

De stuurgroep "energiebesparing bij Rijkswaterstaat" overkoepelt 6 werkgroepen. Werkgroep 6 van deze stuurgroep houdt zich bezig met innovatieprojecten. Eén van deze projecten is een onderzoek naar de mogelijkheden van getijenergie in de Westerschelde. In het kader van dit project is door de Adviesdienst Vlissingen voor een drietal locaties het energetisch vermogen van het getij berekend. De resultaten hiervan worden in deze notitie gepresenteerd.

De locaties zijn (zie bijlage 1):

1. Bekken in het gebied van de Schaar van Waarde.
2. Bekken in het gebied van de Kapellebank.
3. Bekken in het gebied van de Appelzak.

Alle bekkens zijn zogenaamde enkelvoudige bekkensystemen. Het voornaamste criterium voor de keuze van de locaties is het voorkomen van hinder voor de scheepvaart.

Voor een uitgebreide verhandeling over getijcentrales wordt verwezen naar [1].

2. Berekeningsmethode.

Voor de berekening van het energetisch vermogen van het getij is een computerprogramma gemaakt waaraan onderstaande vergelijkingen ten grondslag liggen.

$$Q(t) = \frac{hb(t) - hg(t)}{|hb(t) - hg(t)|} \cdot \alpha \cdot A_s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot |hb(t) - hg(t)|} \quad m^3/s$$

$$P(t) = |\eta \cdot \rho \cdot g \cdot (hb(t) - hg(t)) \cdot Q(t)| \quad Nm/s (=Watt)$$

$$E(t) = \frac{P(t) \cdot \Delta t}{3.6 \cdot 10^6} \quad Kwh$$

$$hb(t+\Delta t) = hb(t) - \frac{Q(t) \cdot \Delta t}{A_p(h)} \quad m$$

Hierin is:

$Q(t)$	= debiet voor turbine	m^3/s	-
$hb(t)$	= bekkenwaterstand	m	
$hg(t)$	= buiten (getij) waterstand	m	
α	= verliescoëfficiënt (= 0.75)		
A_s	= turbine doorsnede	m^2	
g	= zwaartekrachtsversnelling	N/kg	
$P(t)$	= arbeidsvermogen	Watt	
η	= rendementsfactor van de turbine (=0.83)		
ρ	= soortelijke massa water	kg/m^3	
$E(t)$	= opgewekte energie	Kwh	
Δt	= tijdstap	s	
$A_p(h)$	= kombergend oppervlak bekken	m^2	

- Vorenstaande -

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263

datum: maart 1983

bladnr: 3

Vorenstaande benadering is voldoende nauwkeurig indien de tijdstap in relatie tot de tijdschaal waarin het verschijnsel zich afspeelt klein wordt genomen. Voor alle berekeningen is een Δt van 300 sec. gebruikt.

Om met het programma berekeningen te kunnen uitvoeren moet bekend zijn:

- kombergingsgrafiek van het bekken $Ap(h)$;
- randvoorwaarden $hg(t)$;
- beginvoorwaarden $hg(o)$ en $hb(o)$;
- turbinedoorsnede As ;
- criterium voor het beëindigen van het programma.

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263

datum: maart 1983

bladnr: 4

3. Bekken Schaar van Waarde.

3.1. Algemeen.

Dit bekken is het grootste van de 3 locaties (zie bijlage 1). De randvoorwaarde $hg(t)$ voor de berekeningen met dit bekken is het gemiddelde getij Hansweert 71.0 (bijlage 2).

Voor de kombergingsgrafiek $Ap(h)$ wordt verwezen naar bijlage 3.

3.2. Ebgeneratie.

Het principe van ebgeneratie voor een éénbekkensysteem bestaat uit 3 fasen:

1. Het vullen van het bekken via vrijdraaiende turbines en eventueel inlaat werken gedurende de vloedfase van het getij.
2. Het afsluiten van het bekken totdat er een bepaald verval $hb(o) - hg(o)$ is ontstaan.
3. Het ledigen van het bekken via de turbines (energie-opwekking) totdat $hb(t) - hg(t) =$ beëindigingscriterium.

Fase 1 t/m 3 worden iedere getijperiode doorlopen. Ten aanzien van fase 1 t/m 3 gelden voor het bekken Schaar van Waarde als uitgangspunten:

- Bekkenwaterstand: $hb(o) = hg \text{ max} = 2.32 \text{ m.}$
Voor deze waterstand is de maximum buitenwaterstand aangehouden om de komberging van de Westerschelde zo min mogelijk aan te tasten. Dit betekent dat inlaatwerken nodig zullen zijn.
- Voor een viertal waarden van $hb(o) - hg(o)$ zijn berekeningen gemaakt. Op bijlage 8 is de opgewekte energie per getij als functie van de totale turbinedoorsnede uitgezet.
- Als beëindigingscriterium geldt $hb(t) - hg(t) = 0.50 \text{ m.}$

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263

datum: maart 1983

bladnr: 5

De generaties met $hb(o) - hg(o) = 2.93$ m zijn weergegeven op bijlage 4 t/m 7 en samengevat in tabel 1. Een jaar heeft gemiddeld 706 getijden. Een indicatie van de benodigde doorsnede van de inlaatwerken is berekend volgens de methode beschreven in Appendix I.

Tabel 1: Resultaten ebgeneratie voor $hb(o) - hg(o) = 2.93$ m.

Totale turbine- doorsnede m^2	P max MW	E getij MWh	E jaar GWh	P eq MW	doorsnede inlaat m^2
502	85	315	222	25	1498
706	108	350	247	28	1294
942	134	364	256	29	1058
1178	164	365	257	29	822

Onder P_{eq} wordt verstaan het vermogen dat geïnstalleerd zou moeten worden in een conventionele centrale om in een geheel jaar (8760 uren) een gelijke hoeveelheid energie te produceren als de getijcentrale zou doen.

3.3 Tweeweggeneratie.

In geval van tweeweggeneratie wordt het bekken continu gevuld en geledigd door het getij. Als gevolg van vertragingsverliezen ontstaat er in het bekken een respons met fase achterstand en een kleinere amplitude.

Voor de tweeweggeneraties van het bekken Schaar van Waarde gelden als uitgangspunten:

- Eén getijperiode is: 12 uur 25 minuten.
- Er wordt energie opgewekt indien $hb(t) - hg(t) > 0.50$ m.
- De waarde van $hb(o)$ behorend bij een willekeurige $hg(o)$ is analytisch bepaald op de in Appendix I beschreven wijze.

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263

datum: maart 1983

bladnr: 6

De tweeweggeneraties zijn weergegeven op bijlage 10 t/m 12 en samengevat in tabel 2.

Tabel 2: Resultaten tweeweggeneratie.

totale turbine- doorsnede m ²	P max MW	E getij MWh	E jaar GWh	P eq MW
282	26	154	108	12
502	40	238	168	19
706	46	270	190	21
942	47	269	189	21

De opgewekte energie als functie van de totale turbine-doorsnede is in grafiek gezet op bijlage 13.

3.4 Opmerkingen.

Bij verder onderzoek naar de mogelijkheden van een getij-centrale in dit gebied moeten onderstaande punten in de overwegingen betrokken worden:

- Effect van de verandering van komberging op debieten en stroomsnelheden in de Westerschlede, met name in het Zuidergat.
- De gevolgen van de gewijzigde omstandigheden voor de scheepvaart en de morfologie (baggerwerken, oeverinscharring etc.).
- Eventuele gevolgen voor de waterstanden, inclusief een eventuele aanpassing van de randvoorwaarde $hg(t)$.

4. Bekken Kapellebank.

4.1 Algemeen.

Dit bekken is het kleinste van de 3 locaties (zie bijlage 1). De randvoorwaarden $hg(t)$ voor de berekeningen met dit bekken is het gemiddeld getij Hansweert 71.0 (bijlage 3). De kombergingsgrafiek $Ap(h)$ van dit bekken is weergegeven op bijlage 14.

4.2 Ebgeneratie.

Ten aanzien van fase 1 t/m 3 (zie 3.2) gelden voor het bekken Kapellebank als uitgangspunten:

- De bekkenwaterstand $hb(o) = hg_{max} = 2.32$ m.
Het aspect van het kombergingsverlies van de Westerschelde speelt hier geen belangrijke rol omdat dit bekken klein is. Deze maximum waarde van $hb(o)$ is hier gekozen om uit dit kleine bekken een maximum aan energie op te wekken. Dit betekent wel dat inlaatwerken nodig zullen zijn.
- Er zijn alleen berekeningen uitgevoerd voor $hb(o) - hg(o) = 0.53$ m. (Zie Appendix II.)
- Als beëindigingscriterium geldt $hb(t) - hg(t) = 0.50$ m.

De ebgeneraties met $hb(o) - hg(o) = 0.53$ m zijn weergegeven op bijlage 15 t/m 17 en samengevat in tabel 3.

Voor de berekening van de globaal benodigde doorsnede aan inlaatwerken wordt verwezen naar Appendix I.

Tabel 3: Resultaten ebgeneratie.

totale turbine- doorsnede m ²	p max MW	E getij MWh	E jaar GWh	P eq MW	doorsnede inlaat m ²
7.0	1.3	6.3	4.4	0.5	68
12.5	1.7	8.0	5.6	0.6	63
25.1	2.0	7.6	5.3	0.6	50

De opgewekte energie per getij als functie van de totale turbinedoorsnede is in grafiek gezet op bijlage 18.

4.3 Opmerkingen.

Bij verdere beschouwingen ten aanzien van dit bekken dient aandacht te worden besteed aan de verandering in stromingsbeeld. Qua invloed op het regime van de rivier is deze locatie het gunstigst.

5. Bekken Appelzak.

5.1 Algemeen.

Dit bekken is gelegen nabij de Belgische grens (zie bijlage 1). De randvoorwaarde $h_g(t)$ voor de berekeningen met dit bekken is het gemiddeld getij Bath 71.0 (bijlage 19).

De kombergingsgrafiek $A_p(h)$ van dit bekken is weergegeven op bijlage 20.

5.2 Ebgeneratie.

Ten aanzien van fase 1 t/m 3 (zie 3.2) gelden voor het bekken Appelzak:

- De bekkenwaterstand $h_b(o) = h_g \text{ max} = 2.59 \text{ m}$, waarbij eenzelfde redenering van toepassing is als in 4.2.
- Er zijn alleen berekeningen uitgevoerd voor $h_b(o) \pm h_g(o) = 0.53 \text{ m}$. (Zie Appendix II.)
- Als beëindigingscriterium geldt $h_b(t) - h_g(t) = 0.50 \text{ m}$.

De ebgeneraties met $h_b(o) \pm h_g(o) = 0.53 \text{ m}$ zijn weergegeven op bijlage 21 t/m 23 en samengevat in tabel 4.

Voor de berekening van de globaal benodigde doorsnede aan inlaatwerken wordt verwezen naar Appendix I.

Tabel 4:

totale turbine- doorsnede m ²	P max MW	E getij MWh	E jaar GWh	P eq MW	oppervlak inlaat m ²
12.5	3.8	17.7	12.4	1.4	138
25.1	4.2	19.0	13.4	1.5	125
37.6	4.1	18.5	13.0	1.4	112

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263

datum: maart 1983

bladnr: 10

De opgewekte energie als functie van de totale turbinedoorsnede is in grafiek gezet op bijlage 24.

5.3 Opmerkingen.

Bij verdere beschouwingen ten aanzien van dit bekken dient met name aandacht te worden besteed aan de verandering van het stromingsbeeld met betrekking tot de scheepvaart (leidam), spuikanaal Bath etc.

6. Slotopmerkingen.

De in deze notitie gepresenteerde berekeningen vormen in eerste aanleg de basis voor verder onderzoek naar de mogelijkheden van getijenergie in de Westerschelde. Indien men hiertoe overgaat zullen gelijksoortige extra en aanvullende berekeningen nodig zijn. Er zal ruim aandacht moeten worden besteed aan de gevolgen op het regime van de rivier vooral in verband met de scheepvaartbelangen en de inscharing van oevers.

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263

datum: maart 1983

bladnr: 12

Literatuuropgave

- [1] Ir. D. Kooman.
Energie Waterbouw - Getijcentrales.
Stichting postdoctoraal onderwijs in de civiele
techniek, Delft.
CT.EW6.

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263

datum: maart 1983

bladnr: 13

Lijst van bijlagen

bijlage nr.	omschrijving	tekening nr.
1	Locaties getijcentrale.	A4-83.162
2	Gemiddeld tij Hansweert 71.0.	A4-83.163
3	Kombergingsgrafiek bekken Schaar van Waarde.	A4-83.164
4	Ebgeneratie bekken Schaar van Waarde.	A4-83.165
5	Idem.	A4-83.166
6	Idem	A4-83.167
7	Idem.	A4-83.168
8	Samenvatting ebgeneratie bekken Schaar van Waarde.	A4-83.169
9	Tweeweggeneratie Schaar van Waarde.	A4-83.170
10	Idem	A4-83.171
11	Idem.	A4-83.172
12	Idem	A4-83.173
13	Samenvatting tweeweggeneratie.bekken Schaar van Waarde.	A4-83.174
14	Kombergingsgrafiek bekken Kapellebank.	A4-83.175
15	Ebgeneratie bekken Kapellebank.	A4-83.176
16	Idem.	A4-83.177
17	Idem.	A4-83.182
18	Samenvatting ebgeneratie bekken Kapellebank.	A4-83.183
19	Gemiddeld tij Bath 71.0.	A4-83.184
20	Kombergingsgrafiek bekken Appelzak.	A4-83.185
21	Ebgeneratie bekken Appelzak.	A4-83.186

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263

datum: maart 1983

bladnr: 14

Vervolg lijst van bijlagen:

bijlage nr.	omschrijving	tekening nr.
22	Ebgeneratie bekken Appelzak.	A4-83.187
23	Idem.	A4-83.188
24	Samenvatting ebgeneratie bekken Appelzak.	A4-83.206

APPENDIX I

Responsberekening

Voor de bepaling van de respons in een bekken is een computer-programma gemaakt waaraan onderstaande afleiding ten grondslag ligt:

$$Q = -\alpha \cdot A_s \cdot \sqrt{2g(h_b - h_g)} \quad (1)$$

$$Q = A_p \frac{dh_b}{dt} \quad (2)$$

Uit (1) volgt:

$$h_g = h_b + \frac{Q|Q|}{\alpha^2 \cdot A_s^2 \cdot 2g} \quad (3)$$

Lineairiseren van (3) geeft:

$$h_g = h_b + k \cdot Q \quad (4)$$

$$k = 0.85 \frac{1}{\alpha^2 \cdot A_s^2 \cdot 2g} \cdot \hat{Q} \quad (5)$$

} zie TH-dictaat
Lange golven II

Substitutie van (2) in (4):

$$h_g = h_b + k A_p \frac{dh_b}{dt} \quad (6)$$

Vergelijking (6) is een lineaire D.V. met constante coëfficiënten. Nu geldt:

$$h_g = \hat{h}_g \cdot e^{i\omega t} \text{ en } h_b = \hat{h}_b \cdot e^{i\omega t} \cdot e^{-i\gamma} \quad (7)$$

- Substitutie -

Substitutie (7) in (6):

$$hg = hb (1 + i \cdot w \cdot k \cdot Ap)$$

of

$$\hat{hb} e^{-i\gamma} = \frac{\hat{hg}}{1 + i \cdot w \cdot k \cdot Ap} \quad (8)$$

Tellen en noemer van (8) vermenigvuldigen met $1 - i \cdot w \cdot k \cdot Ap$:

$$\hat{hb} e^{-i\gamma} = \hat{hg} \frac{1 - w \cdot k \cdot Ap}{1 + w^2 \cdot k^2 \cdot Ap^2}$$

$$\frac{\hat{hb}}{\hat{hg}} \cdot e^{-i\gamma} = \frac{1}{1 + w^2 \cdot k^2 \cdot Ap^2} + \frac{-i \cdot w \cdot k \cdot Ap}{1 + w^2 \cdot k^2 \cdot Ap^2} \quad (9)$$

Vergelijking (9) is van de vorm:

$$A \cdot e^{-i\gamma} = a + bi$$

waarvoor geldt:

$$A = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\gamma = \arctg - \frac{b}{a}$$

Dit geeft:

$$\hat{hb} = \frac{\hat{hg}}{\sqrt{1 + w^2 \cdot k^2 \cdot Ap^2}} \quad (10)$$

$$\gamma = \arctg w \cdot k \cdot Ap \quad (11)$$

- Vergelijking -

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263
 datum: maart 1983
 bladnr: 3 (Appendix I)

Vergelijking (10) en (11) moeten opgelost worden voor de bepaling van de respons ($\hat{h}_b$ en γ). Hiervoor moet eerst een schatting worden gemaakt van $\hat{Q}$.

$$Q = \hat{Q} \cdot \cos (wt - \gamma + \frac{1}{2} \pi) \rightarrow Q_{\max} = \hat{Q} \quad (12)$$

$$\dot{h}_b = \hat{h}_b \cdot \cos (wt - \gamma) \rightarrow \frac{d\dot{h}_b}{dt} = \hat{h}_b \cdot w \cdot \cos (wt - \gamma - \frac{1}{2} \pi) \quad (13)$$

$$\dot{h}_g = \hat{h}_g \cdot \cos wt \quad (14)$$

Substitutie van (13) in (2):

$$Q = A_p \cdot \hat{h}_b \cdot w \cdot \cos (w.t - \gamma - \frac{1}{2} \pi)$$

$$Q_{\max} = A_p \cdot \hat{h}_b \cdot w = \hat{Q} \quad (15)$$

De procedure is nu als volgt:

- Schat $Q_s = 0.9 \cdot A_p \cdot \hat{h}_g \cdot w$
- Bepaal met (10), (11) en (15): $\hat{h}_b$, γ en $\hat{Q}$
- Nu wordt: $\hat{Q}_s = (\hat{Q}_s + \hat{Q})/2$
- Voer bovenstaande iteratie uit totdat $\hat{Q}_s - \hat{Q} < \text{beëindigingscriterium}$.

Bepaling doorsnede inlaatwerken

- Neem voor A_p een gemiddelde waarde.
- Neem voor $\alpha = 0.9$ (zowel voor vrijdraaiende turbines als inlaatwerken).

- - Bepaal -

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263

datum: maart 1983

bladnr: 4 (Appendix I)

- Bepaal A_s (turbinedoorsnede + inlaatdoorsnede) zodanig dat $h_b \approx h_g$ en $\gamma \approx 0$.

Bepaling $h_b(o)$ bij tweeweggeneratie

- Neem voor A_p gemiddelde waarde.
- Neem voor $\alpha = 0.75$ (verliescoëfficiënt energieopwekkende turbines).
- Nu is: $h_b(o) = \frac{h_b}{h_g} \cdot h_g (o - \gamma)$.

behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263

datum: maart 1983

bladnr: 1 (Appendix II)

APPENDIX II

Na het gereedkomen van deze notitie zijn voor het bekken Kapellebank en Appelzak een aantal ebgeneratie berekening- en gemaakt, waarmee het optimum van E getij is bepaald als functie van de totale turbinedoorsnede en $hb(o) - hg(o)$, waarbij $hg(o) = hg \text{ max}$. De resultaten van deze berekeningen worden in onderstaande tabellen gepresenteerd.

Bekken Kapellebank $hg(o) = hg \text{ max} = 2.32 \text{ m}$

tabel IIa: E getij in MWh.

$hb(o) - hg(o)$	totale turbine doorsnede in m^2			
	7.0	12.5	12.5	25.1
0.53	6.3	8.0		7.6
1.28	6.4	8.5		8.9
2.08	-	8.9		10.4
2.93	-	9.0		11.5

Voor een globale indicatie van het benodigd oppervlak aan inlaatwerken geldt:

$$A \text{ inlaat} = 75 - A \text{ totaalturbine (m}^2\text{)}$$

Bekken Appelzak $hg(o) = hg \text{ max} = 2.59 \text{ m}$

tabel IIb: E getij in MWh.

$hb(o) - hg(o)$	totale turbine doorsnede in m^2			
	12.5	25.1	37.6	50.2
0.53	17.7	19.0	18.5	-
1.22	-	18.6	20.7	20.9
1.92	-	-	22.4	23.5
2.66	-	-	23.5	25.5

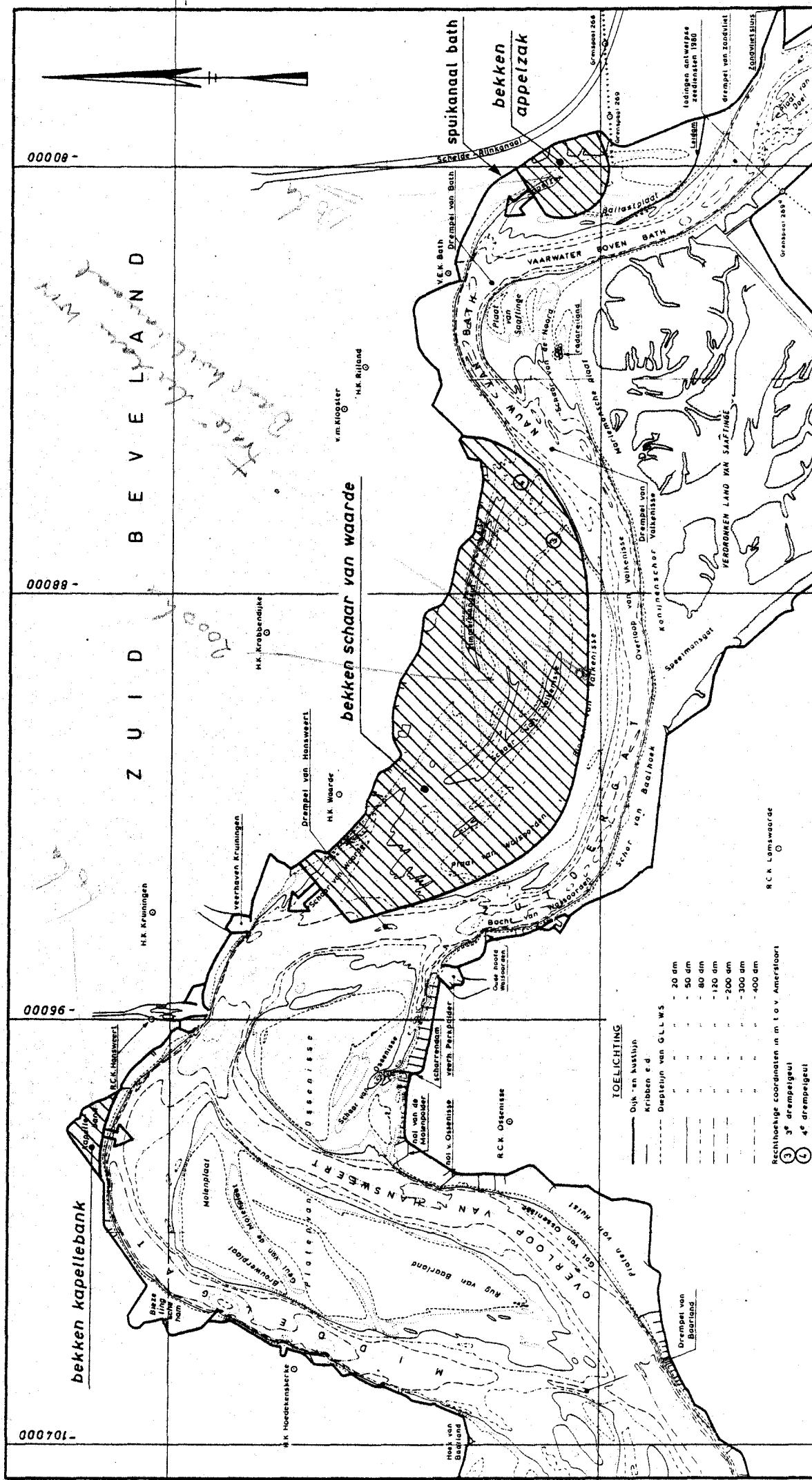
behoort bij: notitie WWKZ nr. 83.V263

datum: maart 1983

bladnr: 2 (Appendix II)

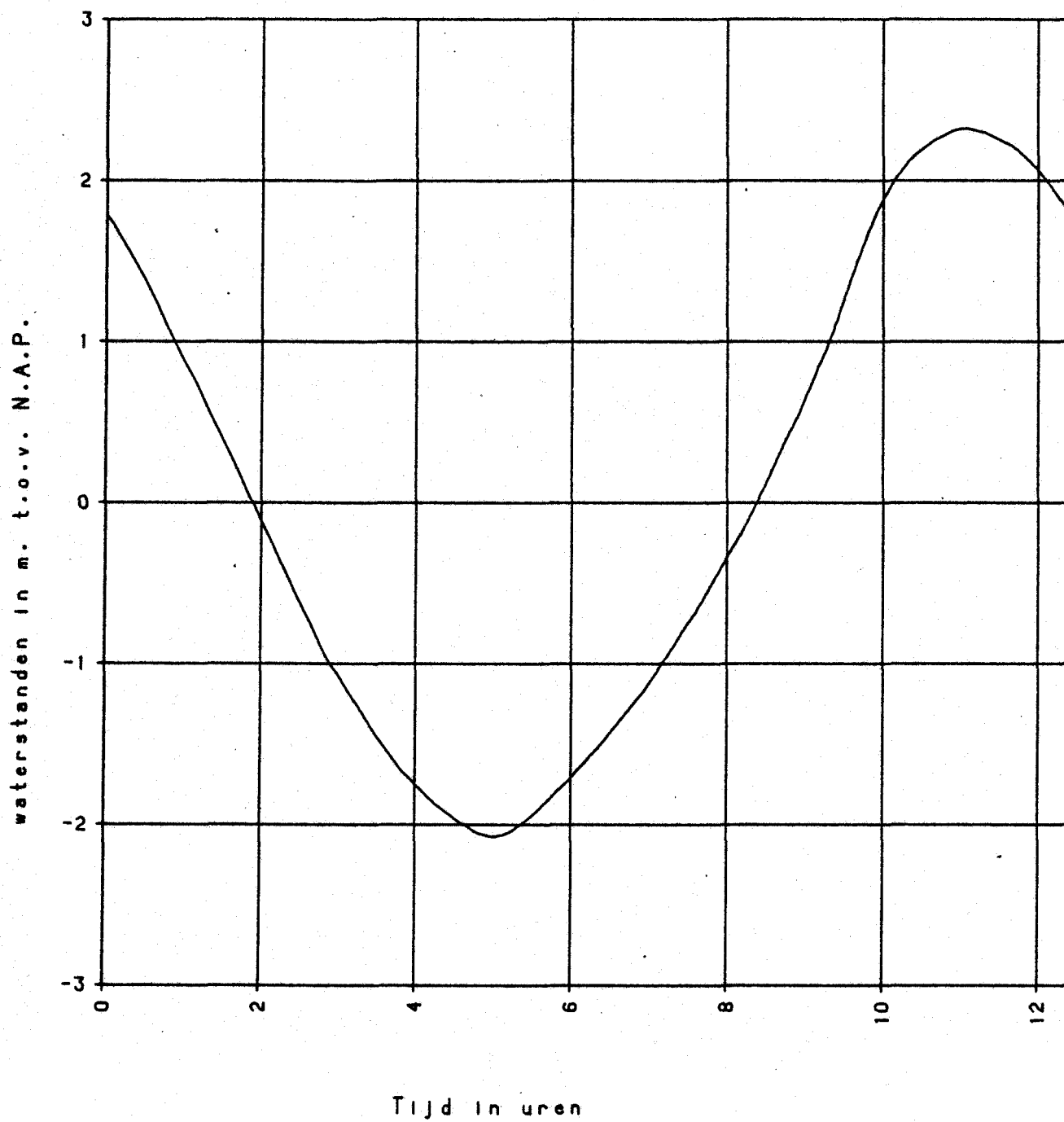
Voor een globale indicatie van het benodigd oppervlak
aan inlaatwerken geldt:

$$A_{\text{inlaat}} = 150 \cdot A_{\text{totaalturbine}} (\text{m}^2)$$



rijkswaterstaat		get.	i. p.	bijl. 1	
directie waterhuishouding en waterbeweging		gec.	E.		
district kust en zee - adviesdienst vliissingen		gez.			
westerschelde		akk.			
locaties getijcentrale		schaal 1 : 100 000			
		A4		nr. 83.162	

ZEEUWSCH VLAANDEREN



rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vliessen

westerschelde

gemiddeld tijd Hensweert 71.0

get.

gec.

gez.

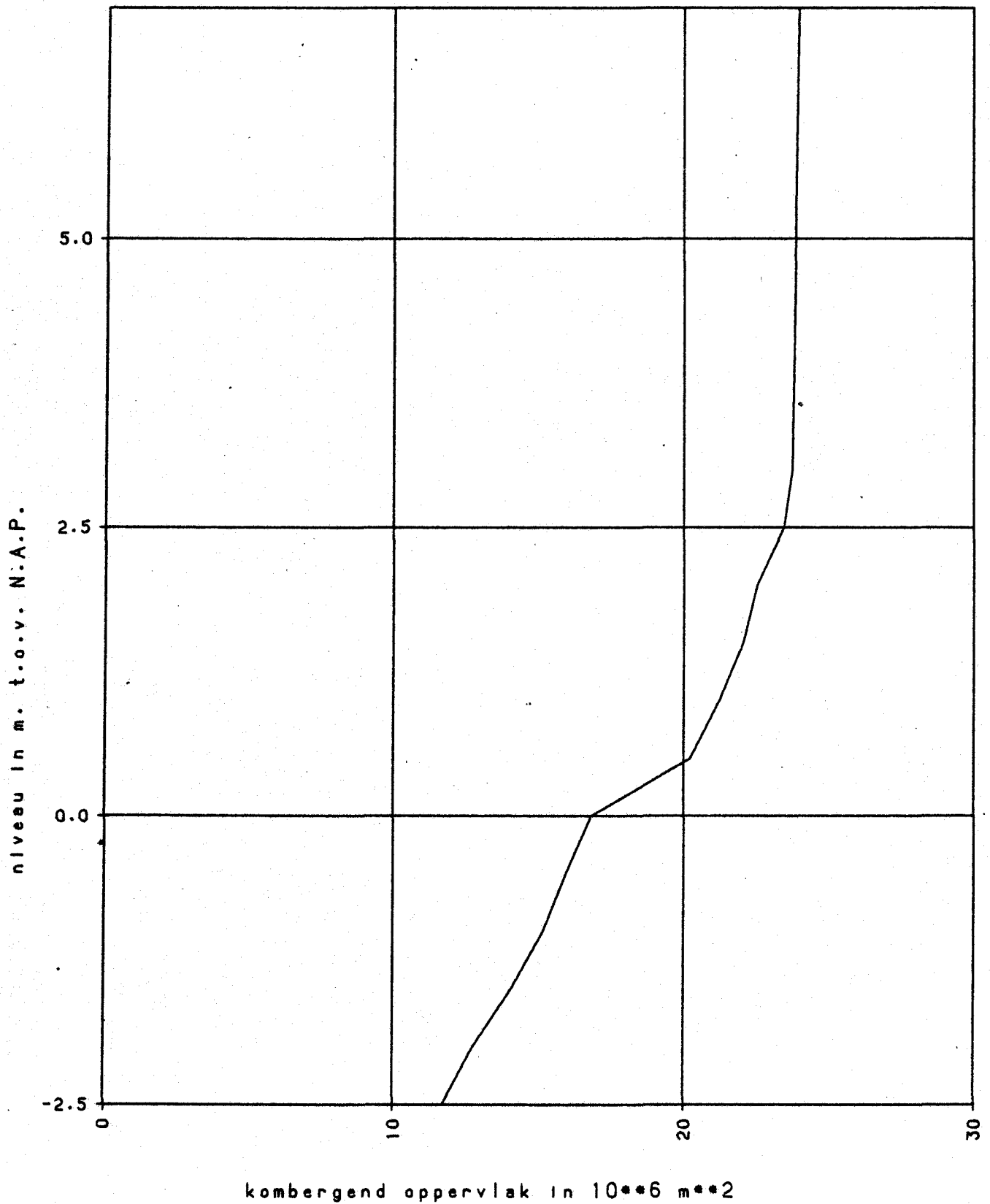
ekk.

bijl. 2

school

A4

nr. 83.163



rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vlielingen

westerschelde

kombergingsgrafiek bekken Sch.v.Waarde

get.

gec.

gez.

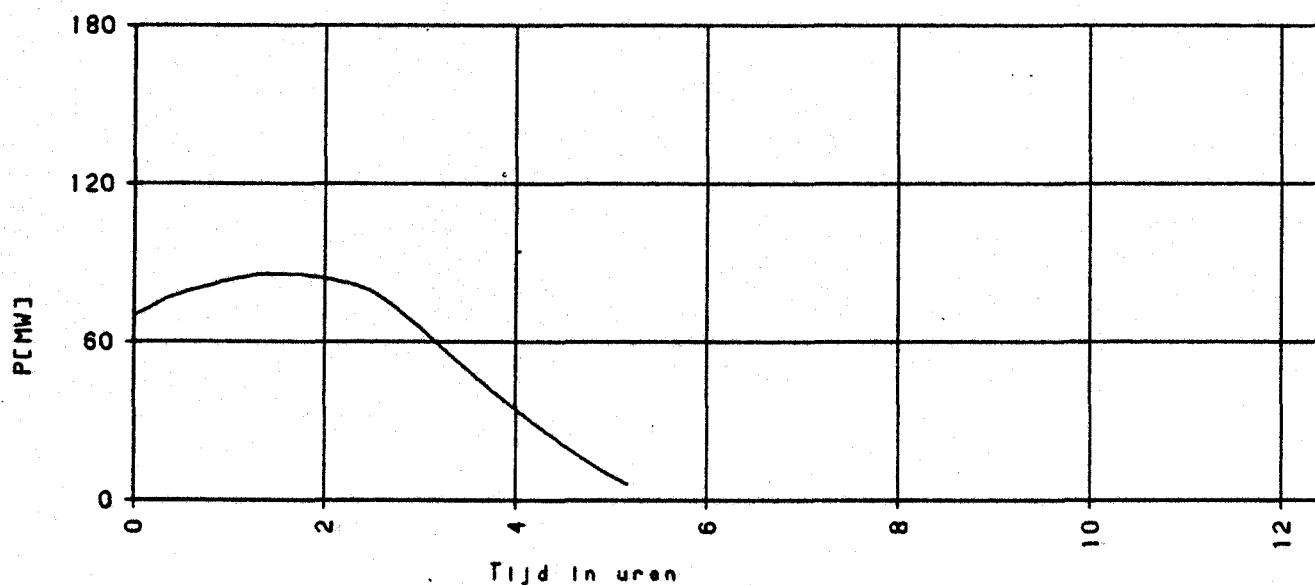
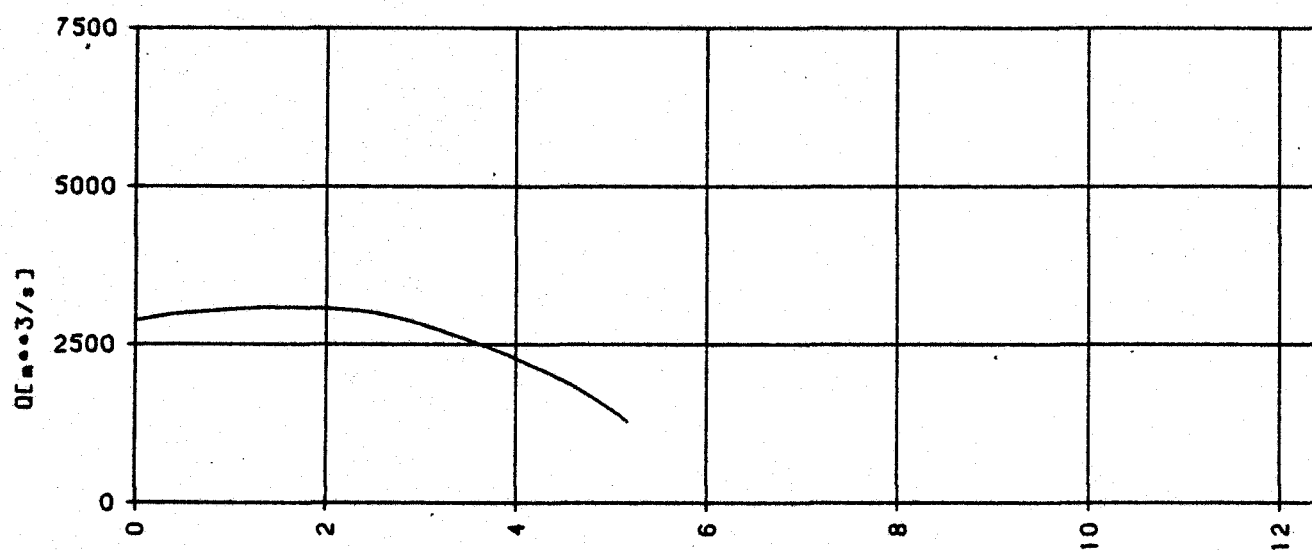
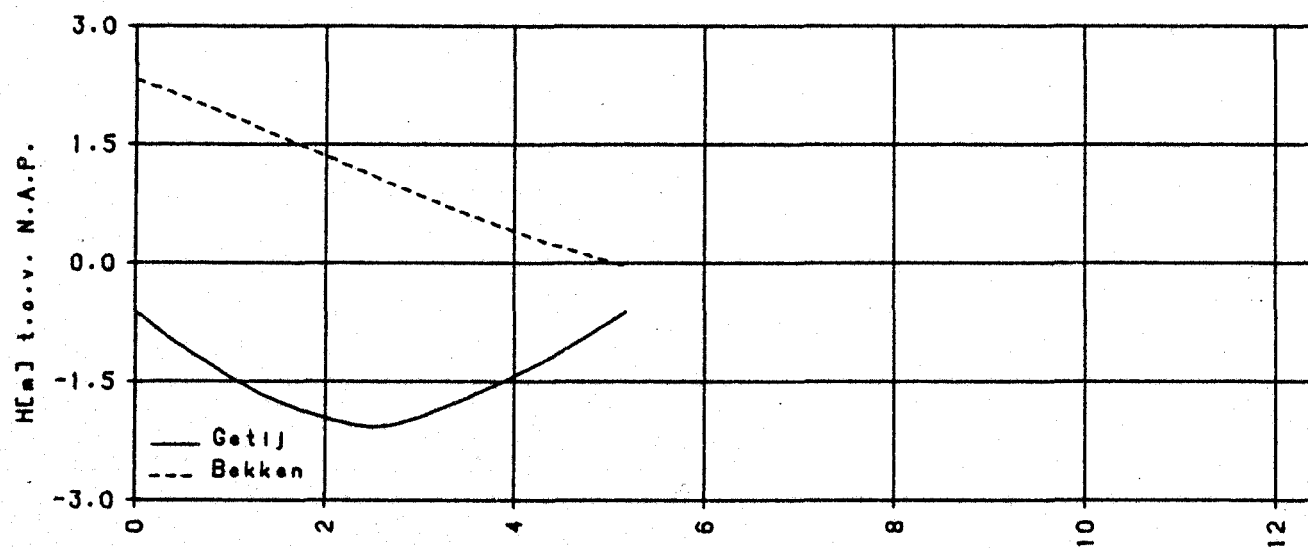
ekk.

bijl. 3

schoot

A4

nr. 83.164



Aantal turbines 10
Diameter turbines 8.00m.

Etot 315MWh.
Pmax 85MW.

rijkswaterstaat
directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vliissingen

get.

bijl. 4

geo.

D

gez.

d

schaal

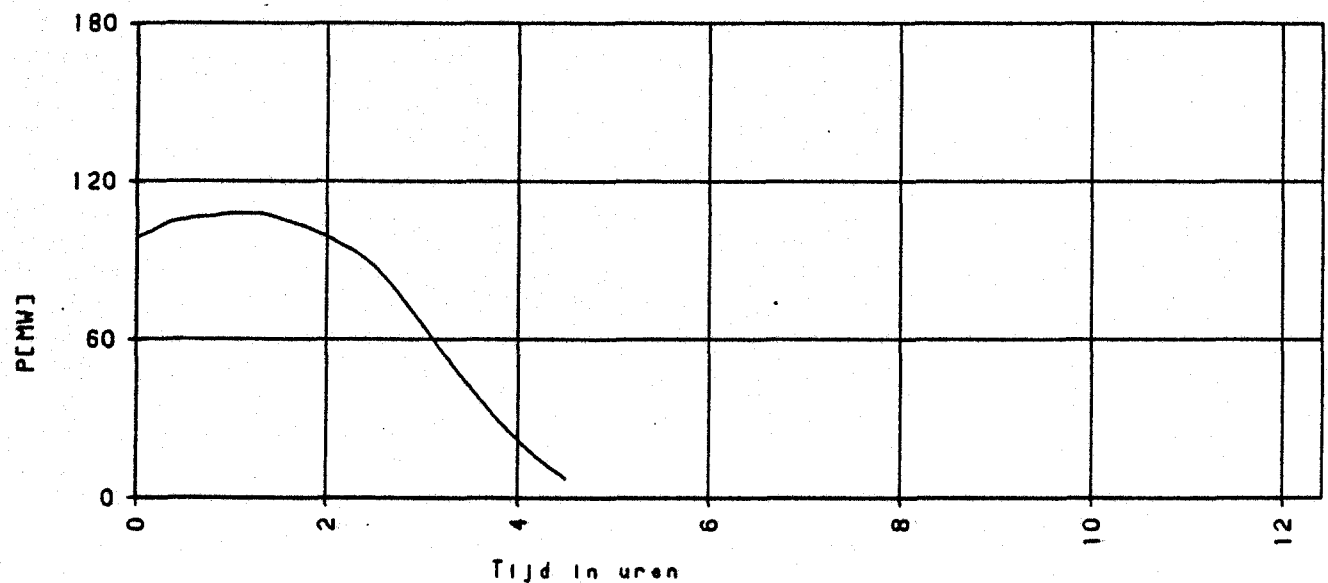
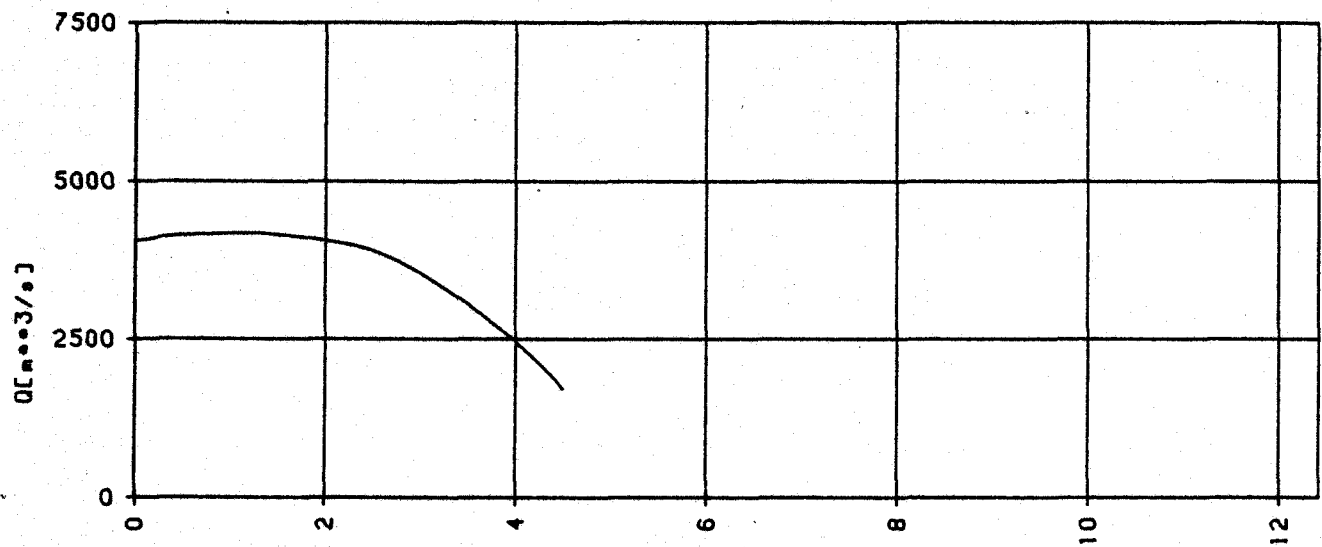
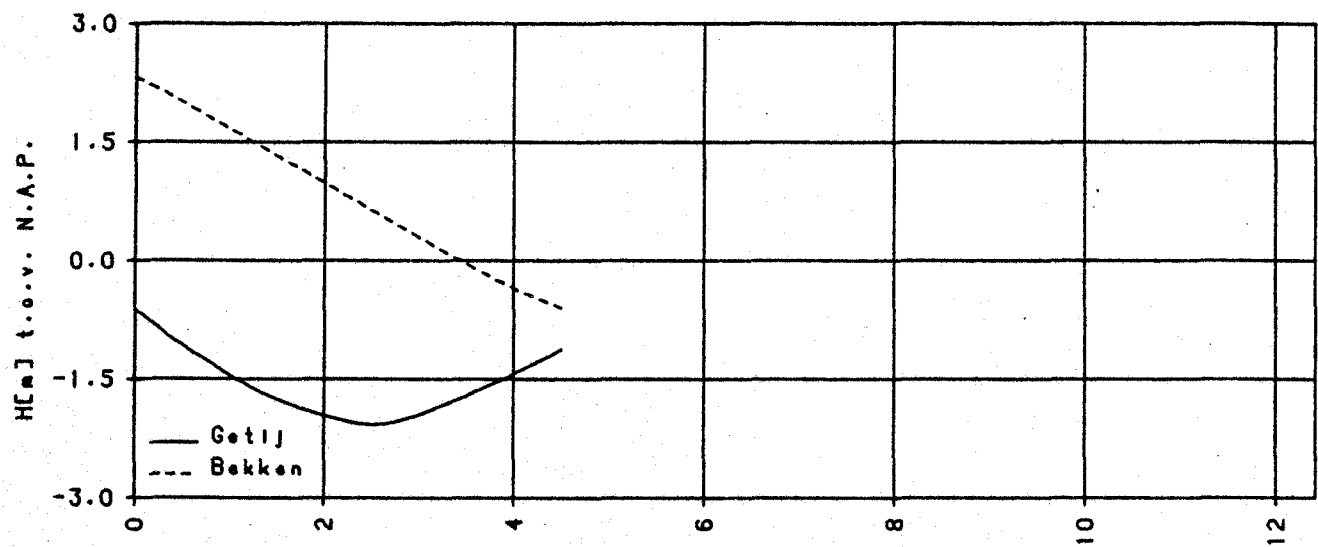
akk.

W

A4

nr. 83.165

westerschelde
abgeneratie bekken Sch.v.Weerde



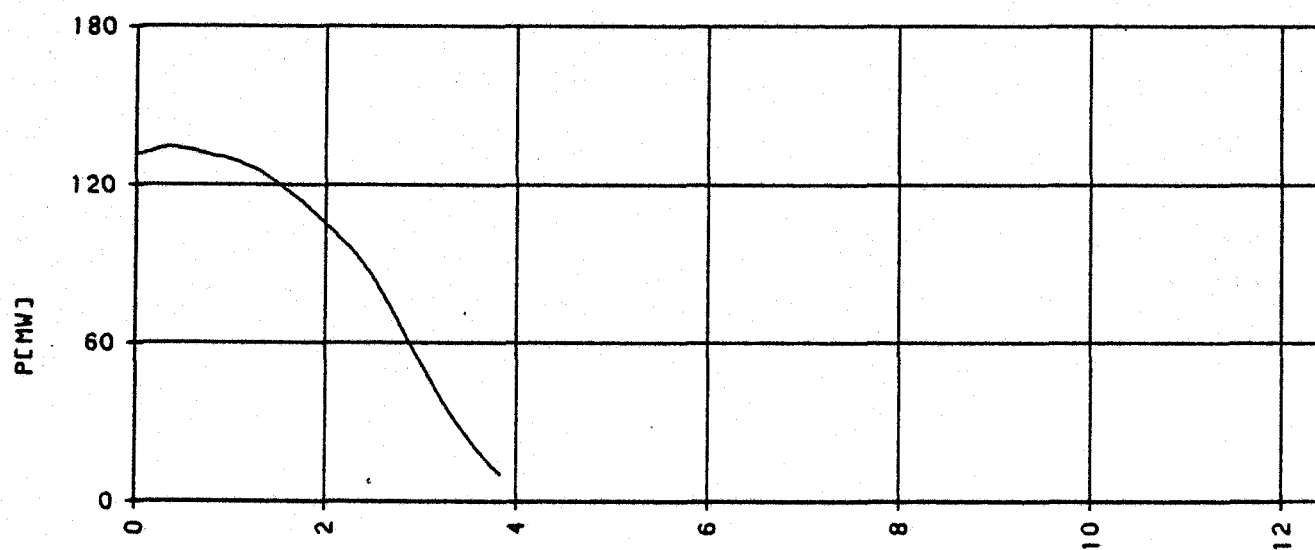
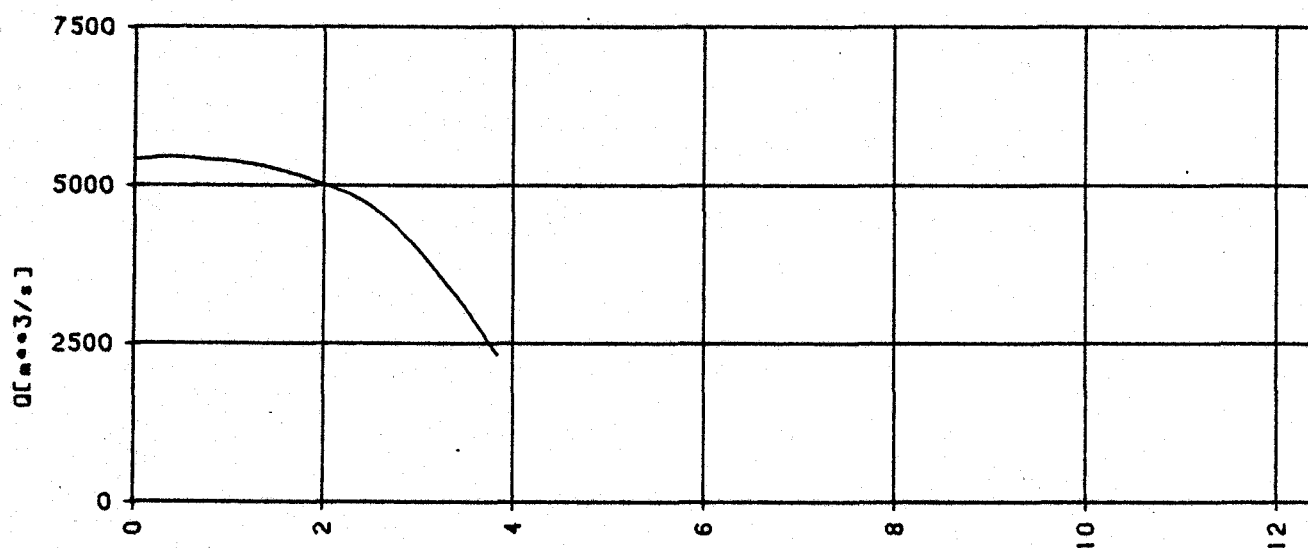
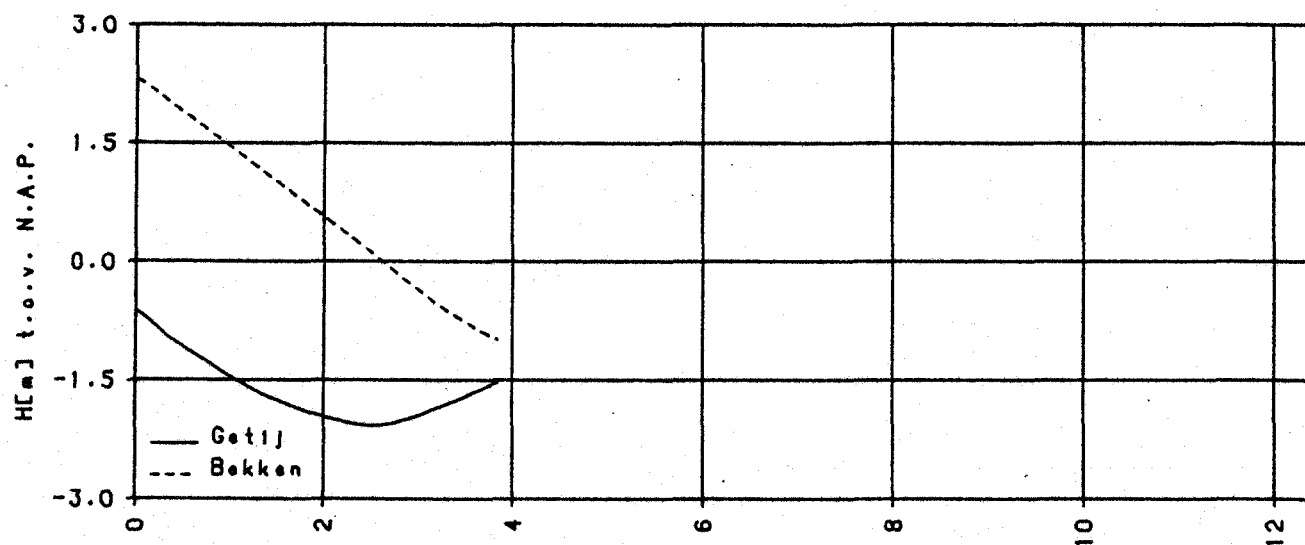
Aantal turbines 9
Diameter turbines 10.00m.

E_{tot} 350MWh.
 P_{max} 108MW.

rijkswaterstaat
directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vlielingen

westerschelde
opgeneratie bekken Sch.v.Waarde

get.		bijl. 5	
gec.	<i>D</i>		
gez.	<i>L</i>	schaal	
akk.	<i>MM</i>	A4	nr. 83.166



Tijd in uren

Aantal turbines 12
Diameter turbines 10.00m.

Etot 364MWh.
Pmax 134MW.

rijkswaterstaat
directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vlielingen

westerschelde
abgeneratie bekken Sch.v.Waarde

get.

bijl. 6

gec.

D

gez.

d

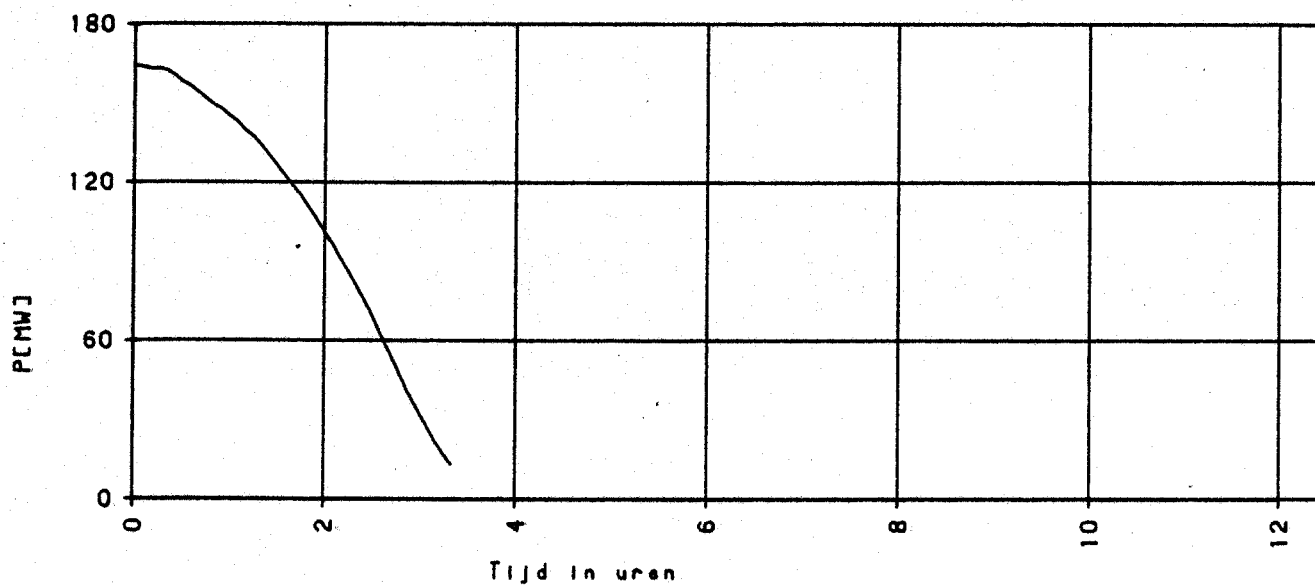
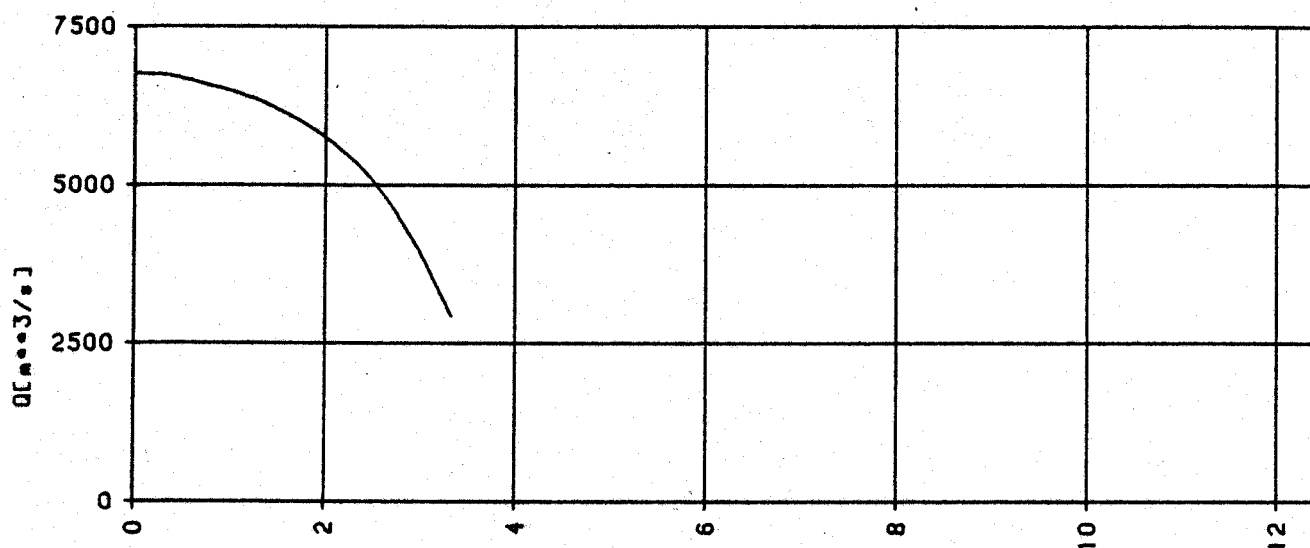
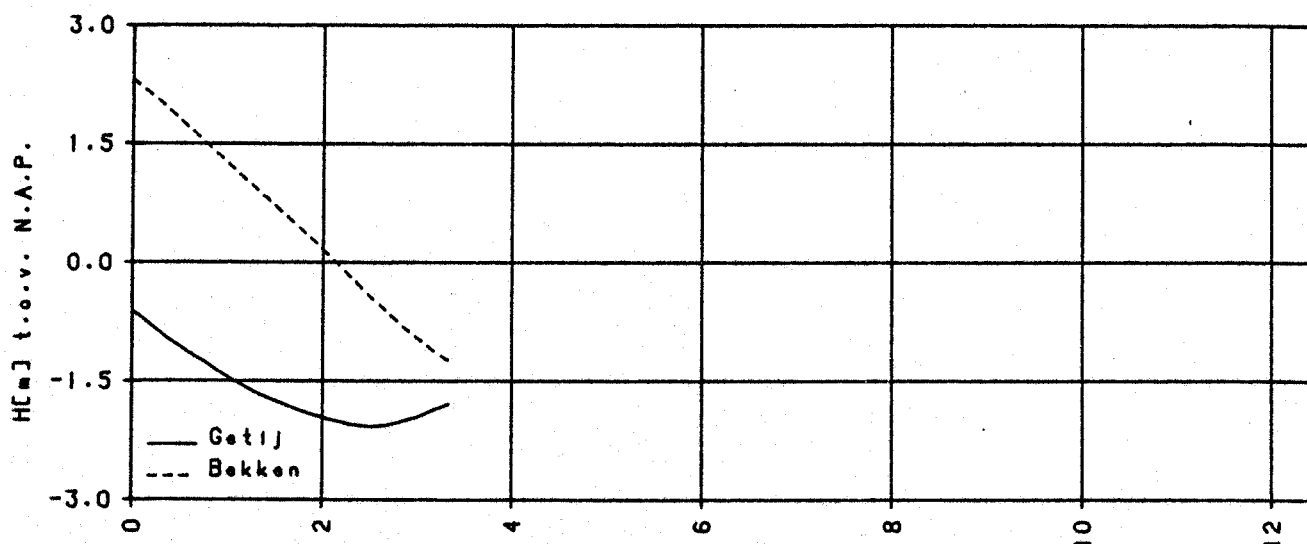
schaal

akk.

MM

A4

nr. 83.167



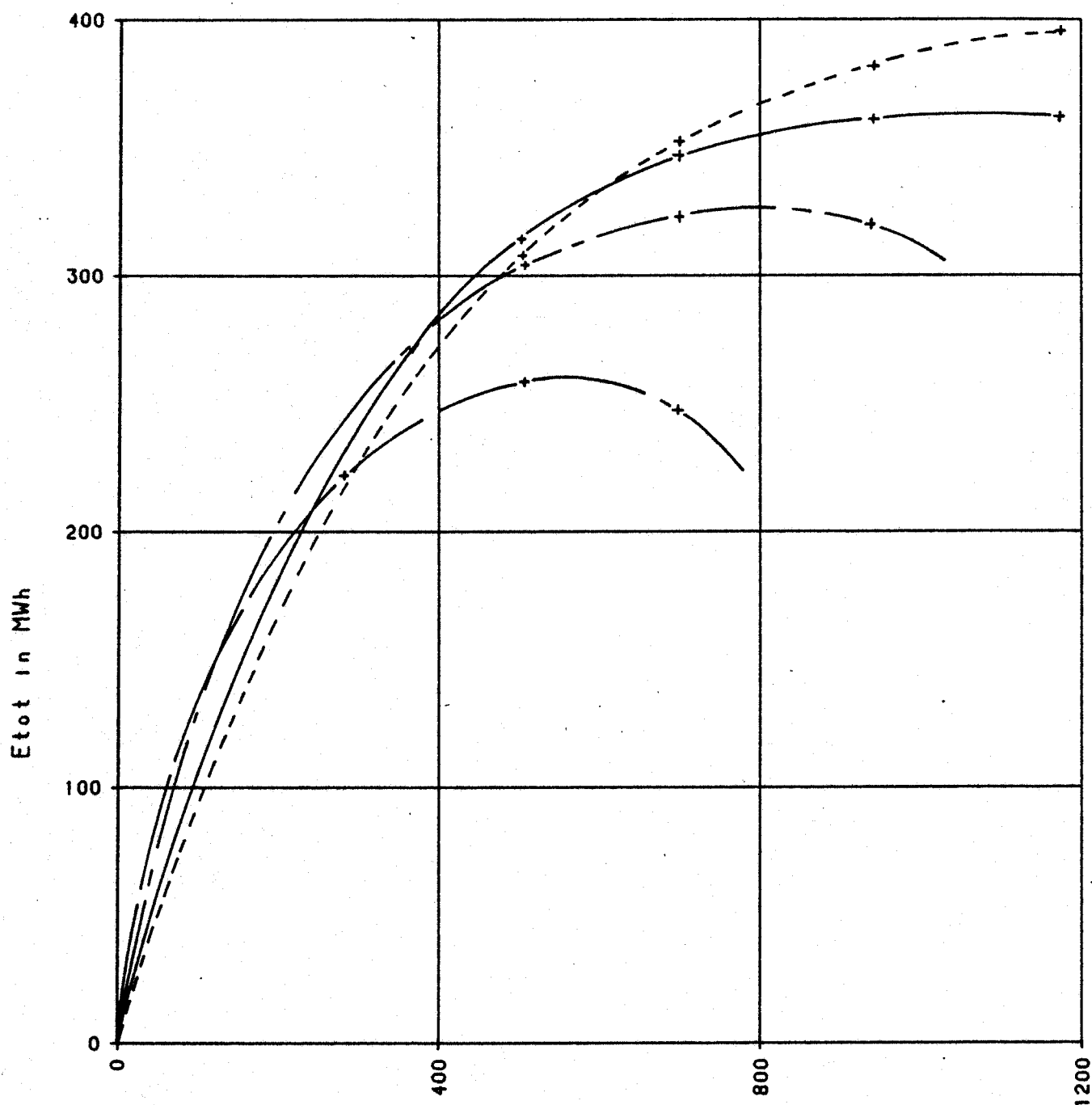
Aantal turbines 15
Diameter turbines 10.00m.

Etot 365MWh.
Pmax 164MW.

rijkswaterstaat
directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vlielingen

westerschelde
abgeneratie bekken Sch.v.Weerde

get.		bijl. 7	
gec.	<i>DS</i>		
gez.	<i>d</i>	schaal	
ekk.	<i>MM</i>	A4	nr. 83.168



Totale turbinedoorsnede in m^2

- $hb(0) - hg(0) = 0.53m$.
 - - - - $hb(0) - hg(0) = 2.08m$.
 ——— $hb(0) - hg(0) = 2.93m$.
 - - - - $hb(0) - hg(0) = 3.64m$.

rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vlessingen

westerschelde

samenvatting abgeneratie bekken Sch.v.Weerde

get.

gec.

gez.

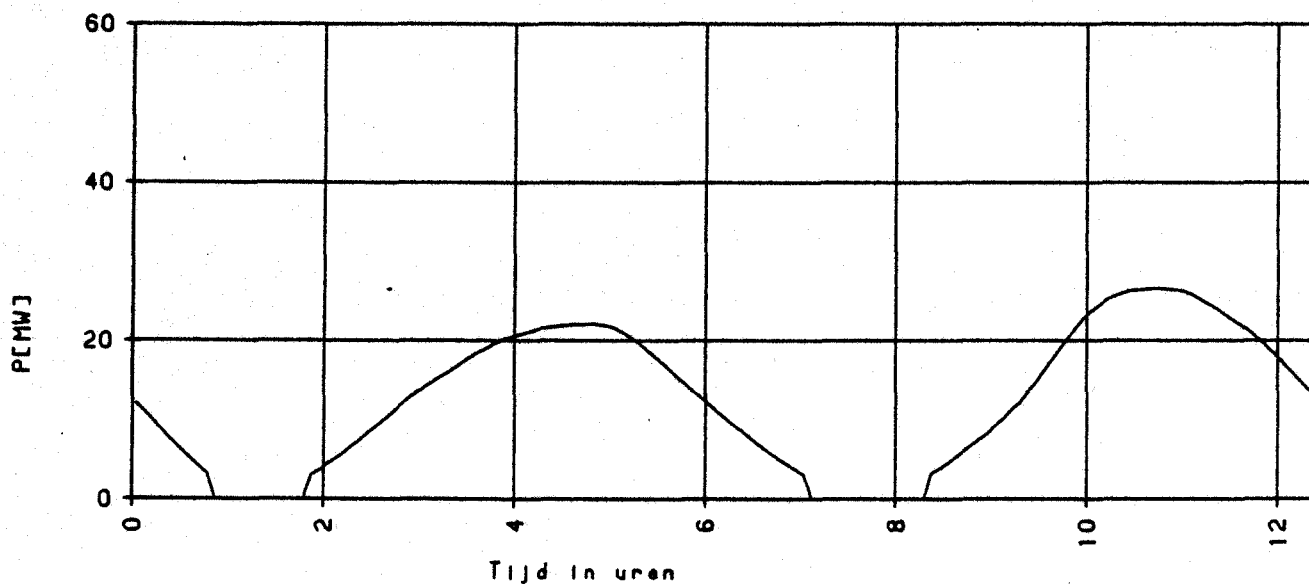
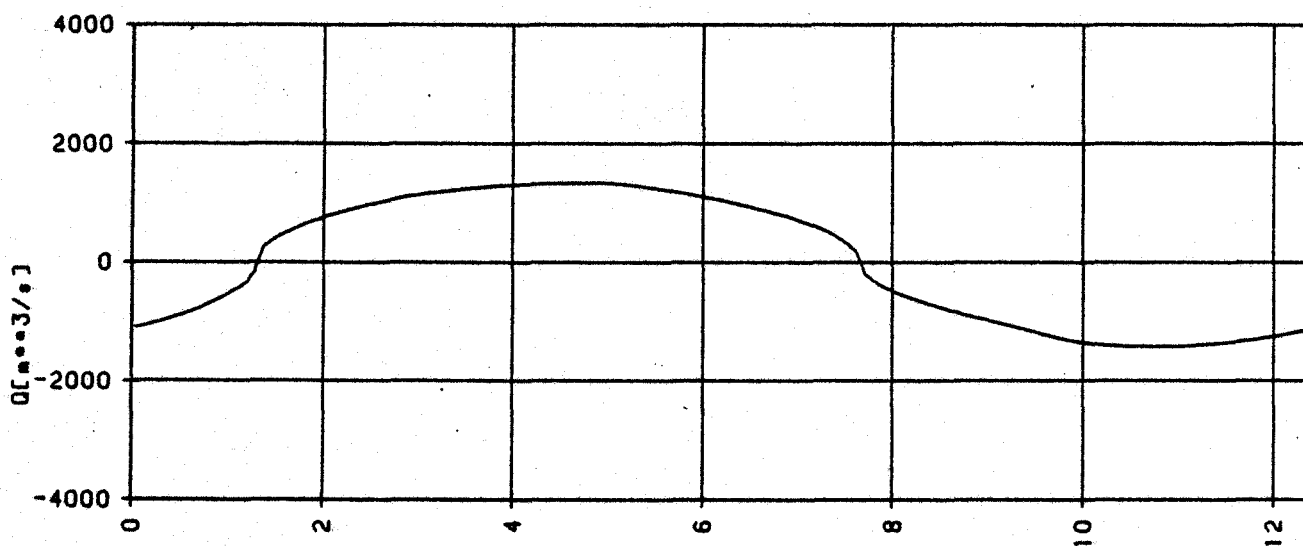
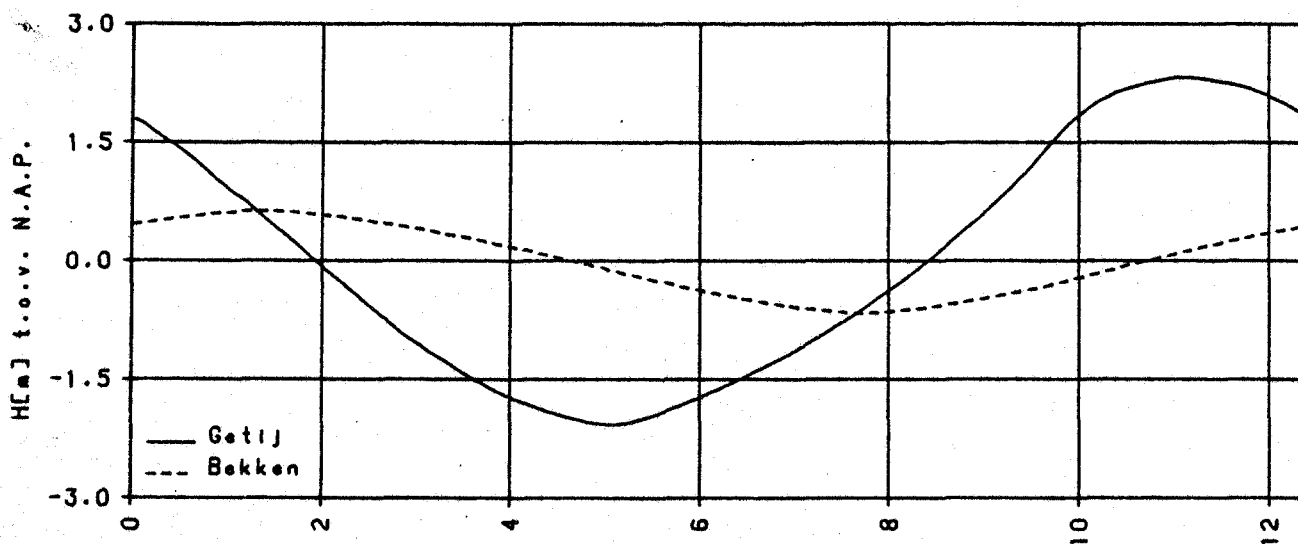
ekk.

bijl. 8

schaal

A4

nr. 83.169



Aantal turbines 10

Etot 154MWh.

Diameter turbines 6.00m.

Pmax 26MW.

rijkswaterstaat
directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-advieedienst vlissingen

westerschelde

tweeweggeneratie bekken Sch.v.Waarde

get.

bijl. 9

gec.

D

gez.

✓

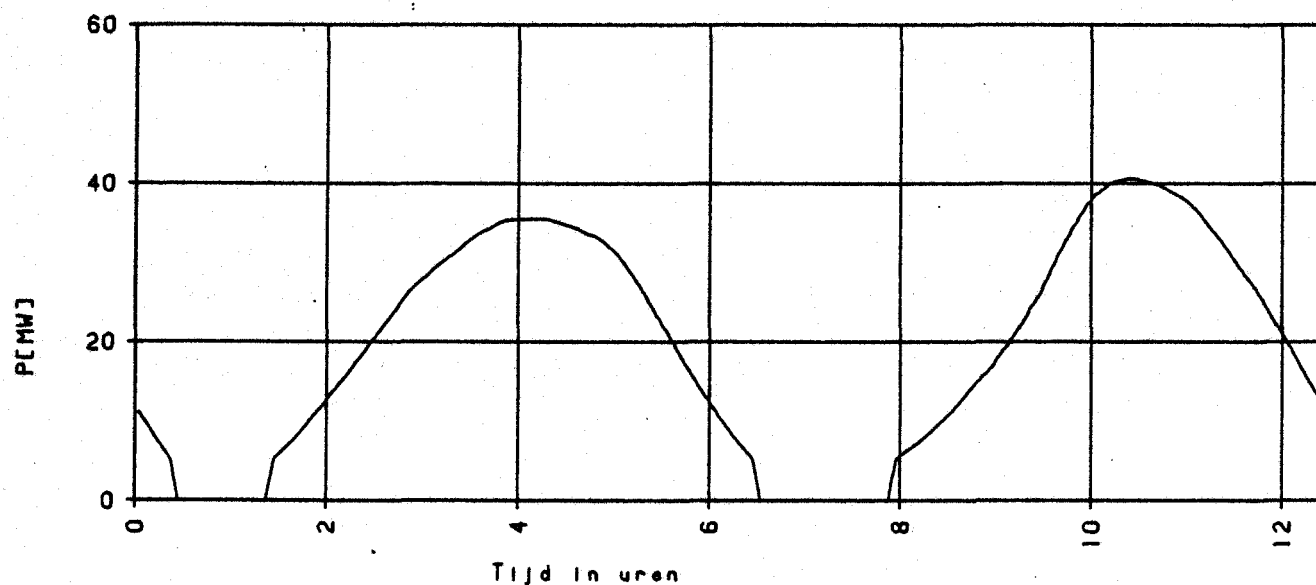
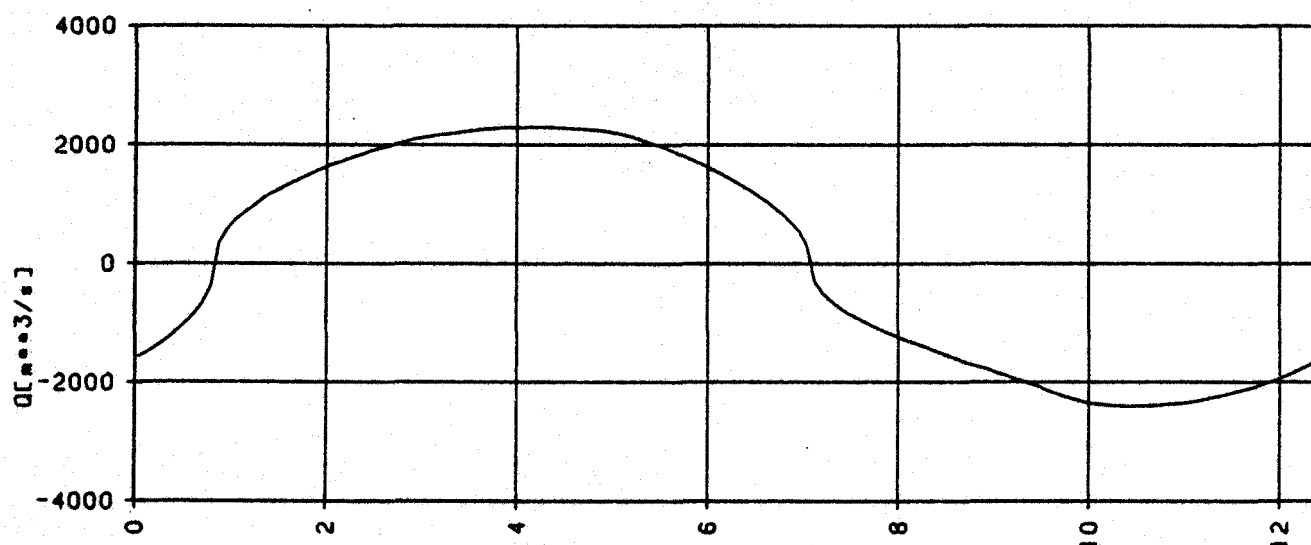
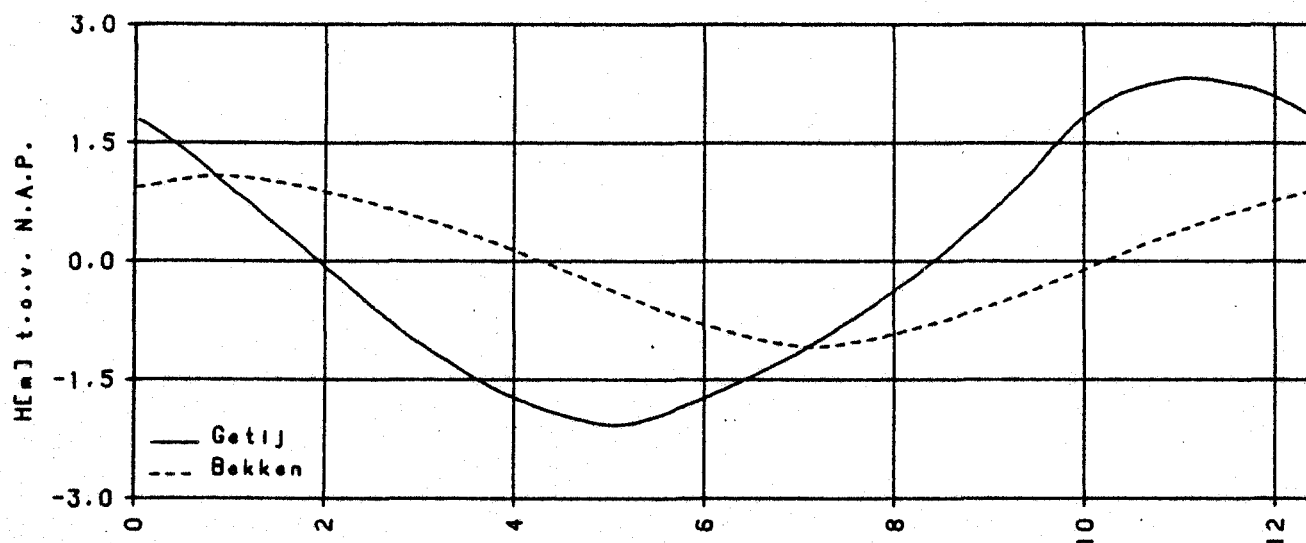
schaal

ekk.

MM

A4

nr. 83.170



Aantal turbines 10
Diameter turbines 8.00m.

Etot 238MWh.
Pmax 40MW.

rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vlielingen

westerschelde

tweeweggeneratie bekken Sch.v.Waarde

get.

gec.

gez.

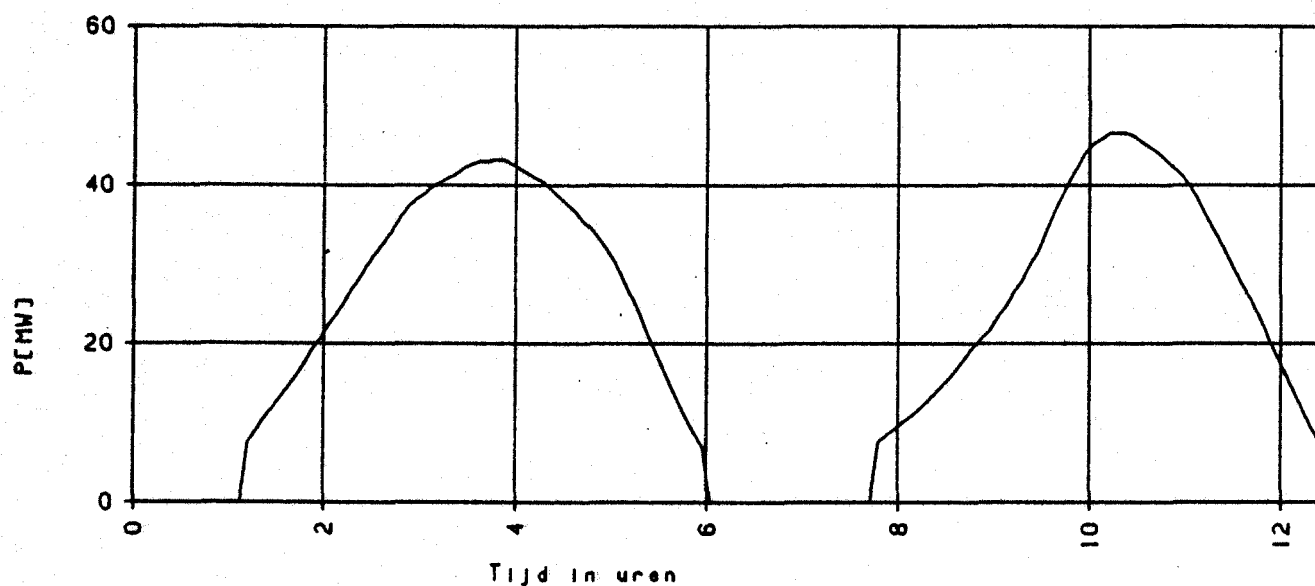
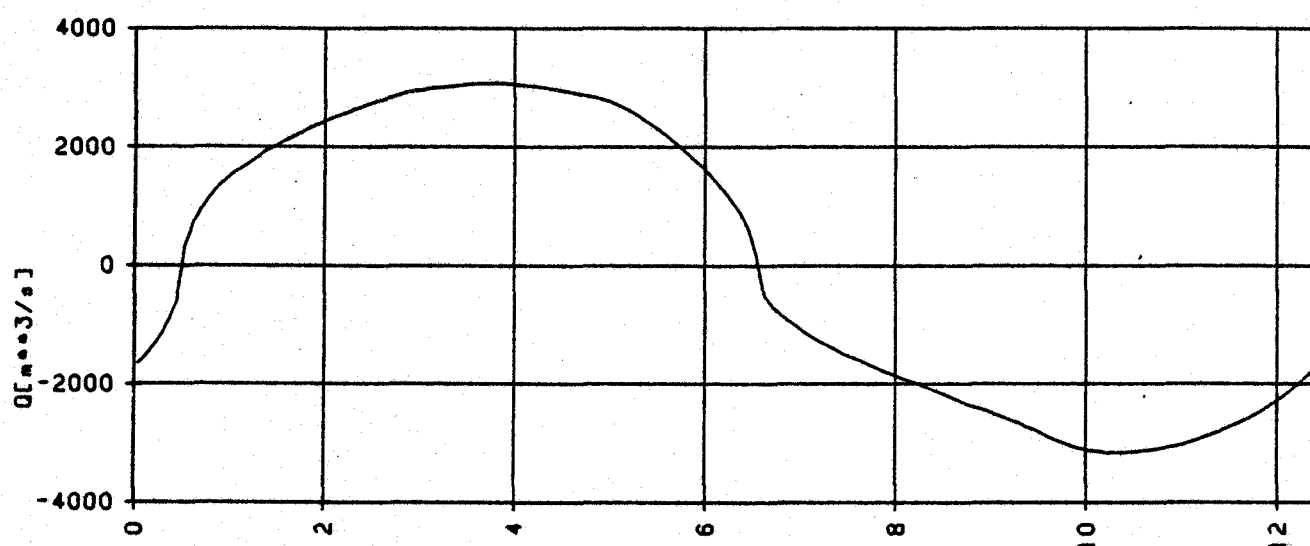
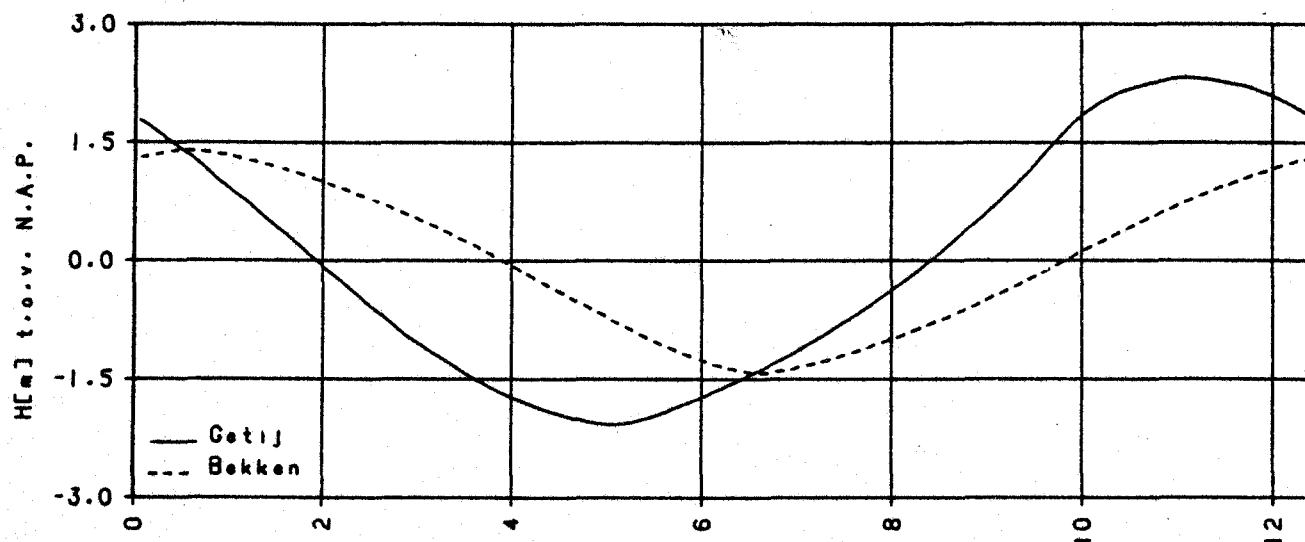
akk.

bijl. 10

schaal

A4

nr. 83.171



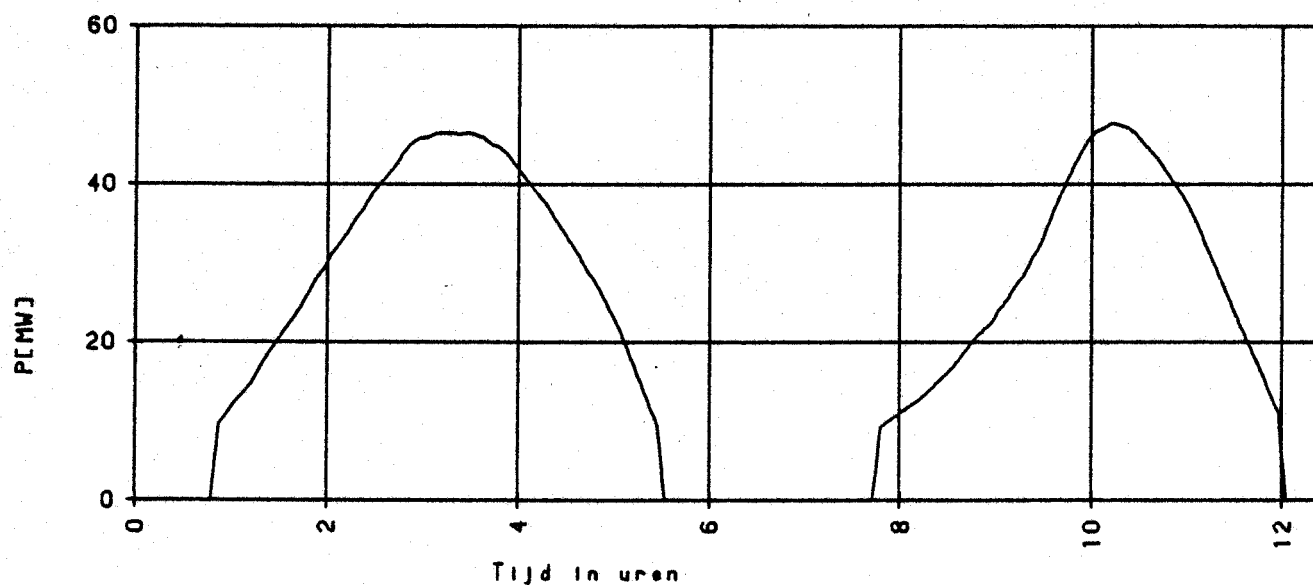
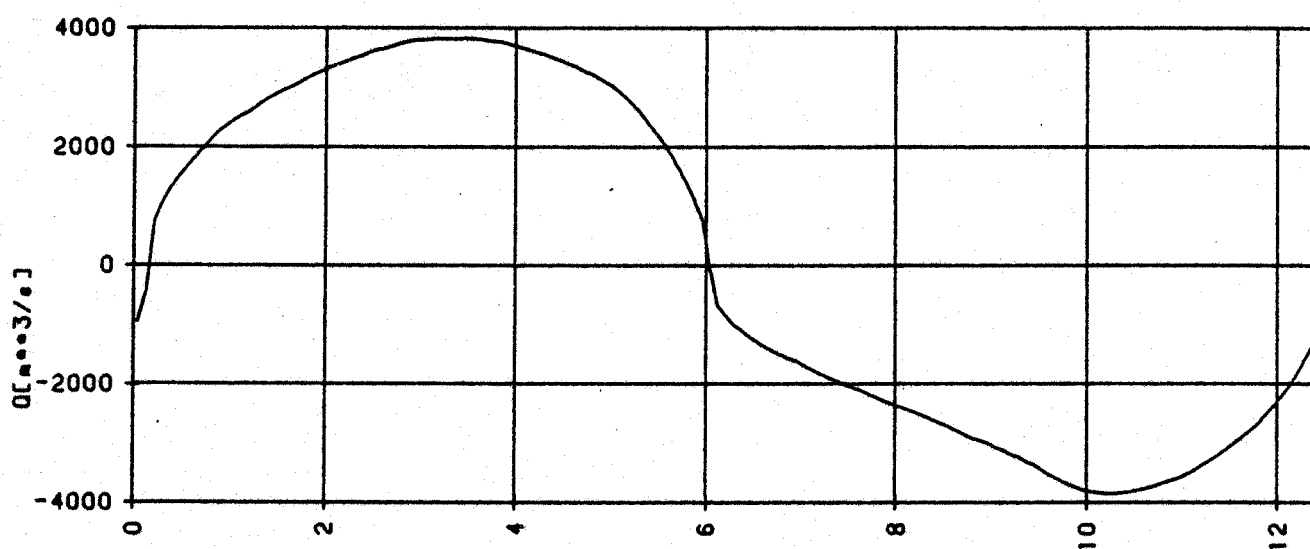
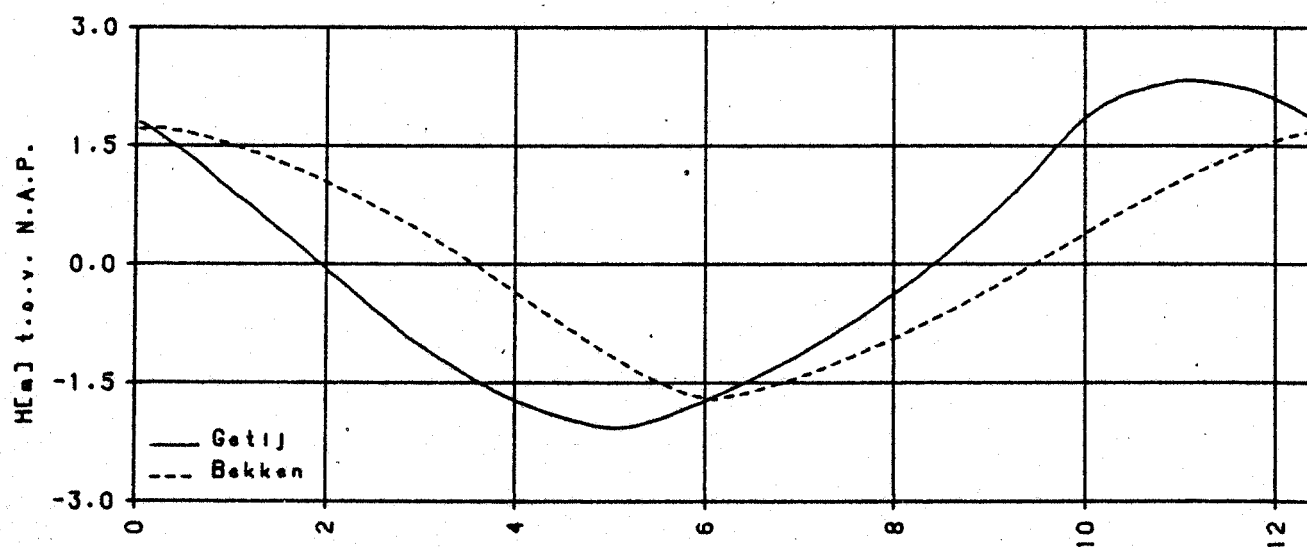
Aantal turbines 9
Diameter turbines 10.00m.

E_{tot} 270MWh.
 P_{max} 46MW.

rijkswaterstaat
directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vliissingen

westerschelde
tweeweggeneratie bekken Sch.v.Waarde

get.		bijl. II	
gec.	<i>D</i>		
gez.	<i>d</i>	schaal	
akk.	<i>mm</i>	A4	nr. 83.172



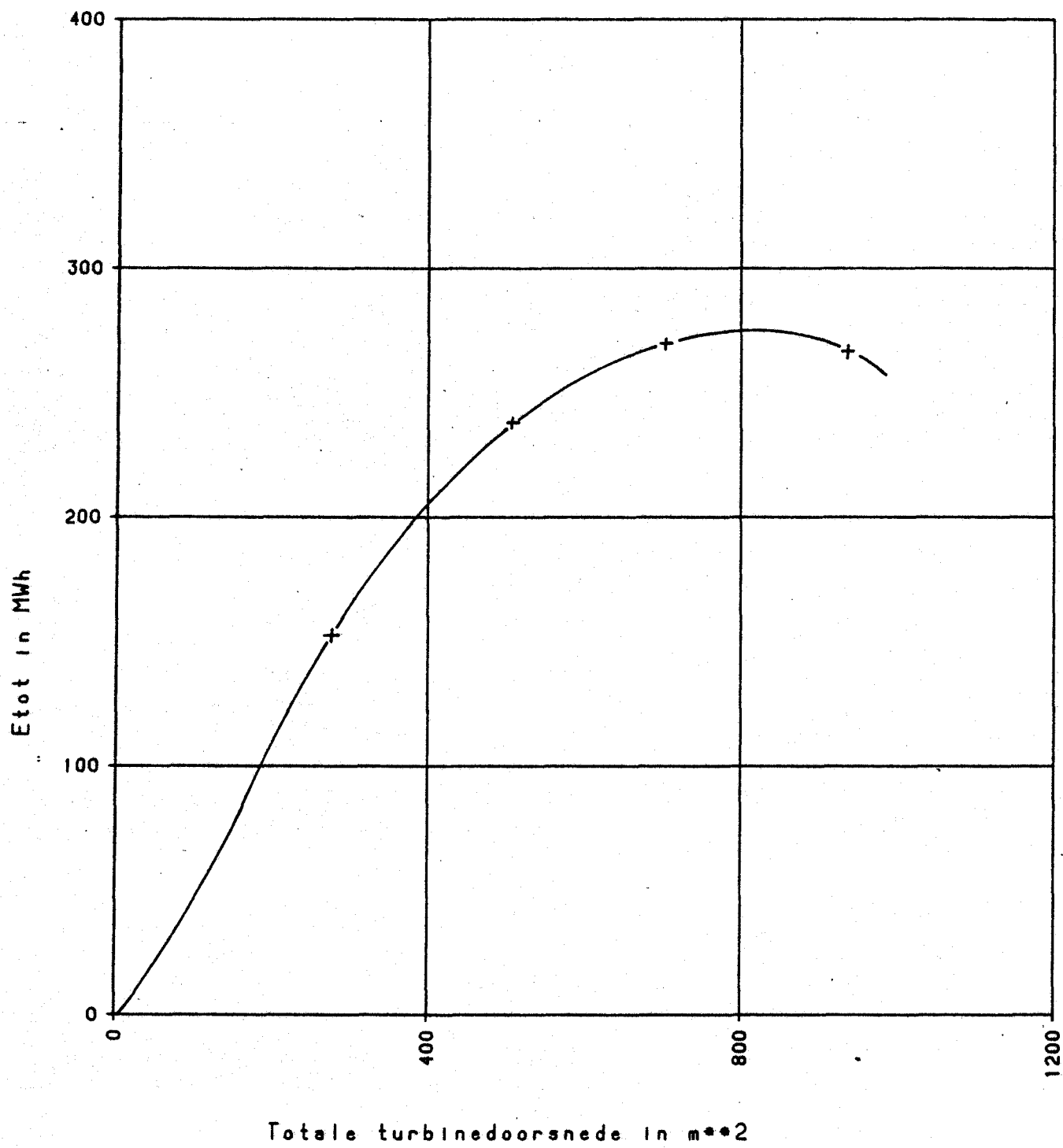
Aantal turbines 12
Diameter turbines 10.00m.

Etot 269MWh.
Pmax 47MW.

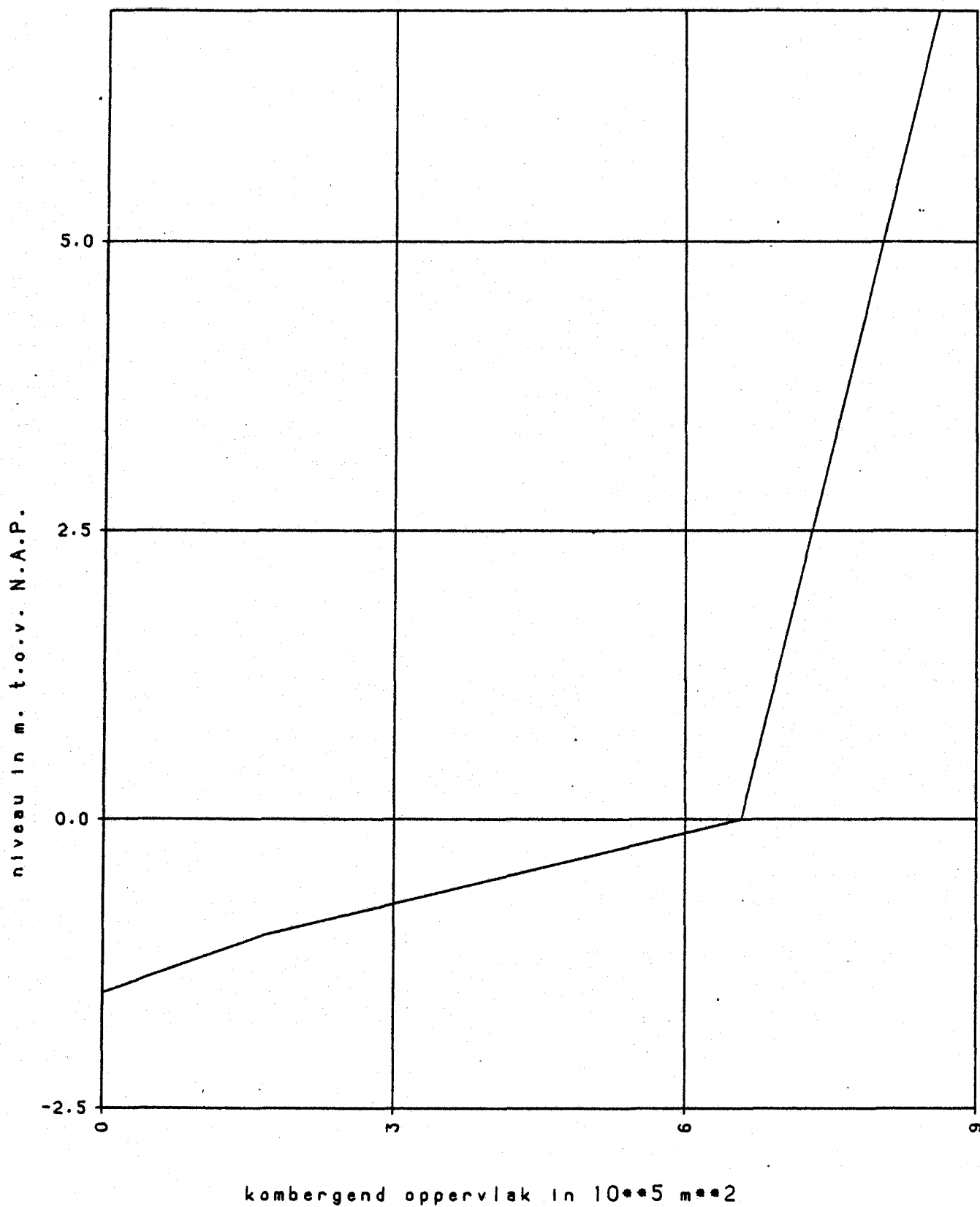
rijkswaterstaat
directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vliissingen

westerschelde
tweeweggeneratie bekken Sch.v.Waarde

get.		bijl. 12
gec.	<i>D</i>	
gez.	<i>d</i>	schaal
akk.	<i>MM</i>	A4 nr. 83.173



rijkswaterstaat directie waterhuishouding en waterbeweging district kust en zee-adviesdienst vliessen	get.		bijl. 13	
	gec.	<i>W</i>		
westerschelde samenvatting tweeweggeneratie bekken Sch.v.Waarde	gez.	<i>W</i>	school	
	akk.	<i>W</i>	A4	nr. 83.174



rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging-
district kust en zee-adviesdienst vlielanden

weeterscheide

kombergingsgrafiek bekken Kapellebank

get.

gec.

gez.

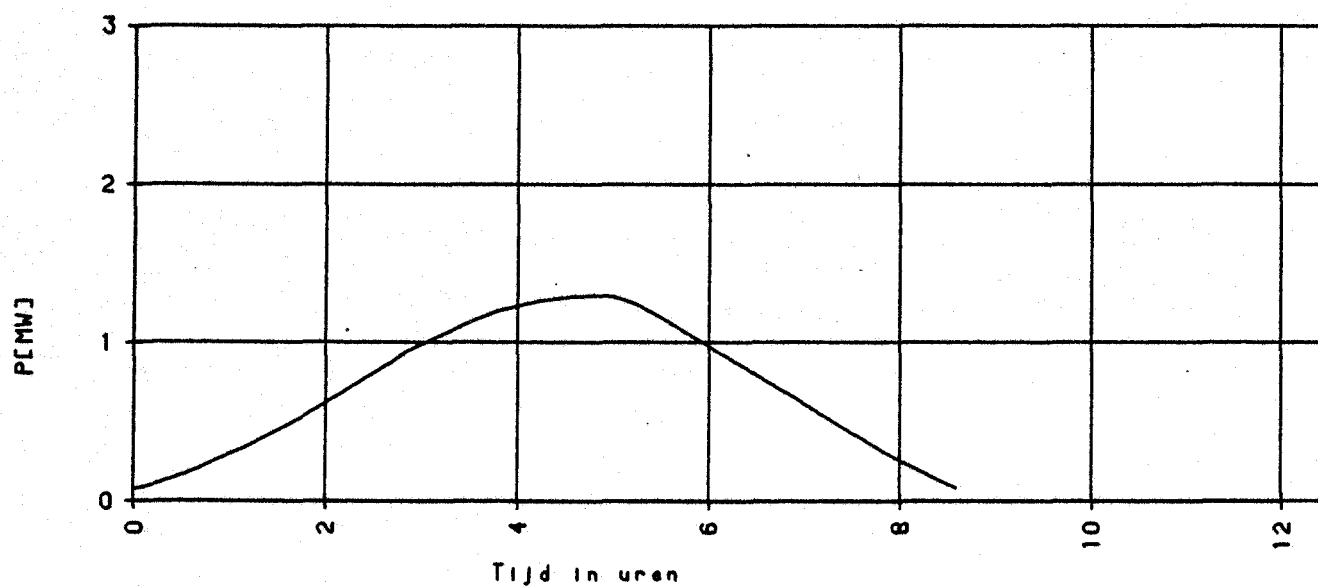
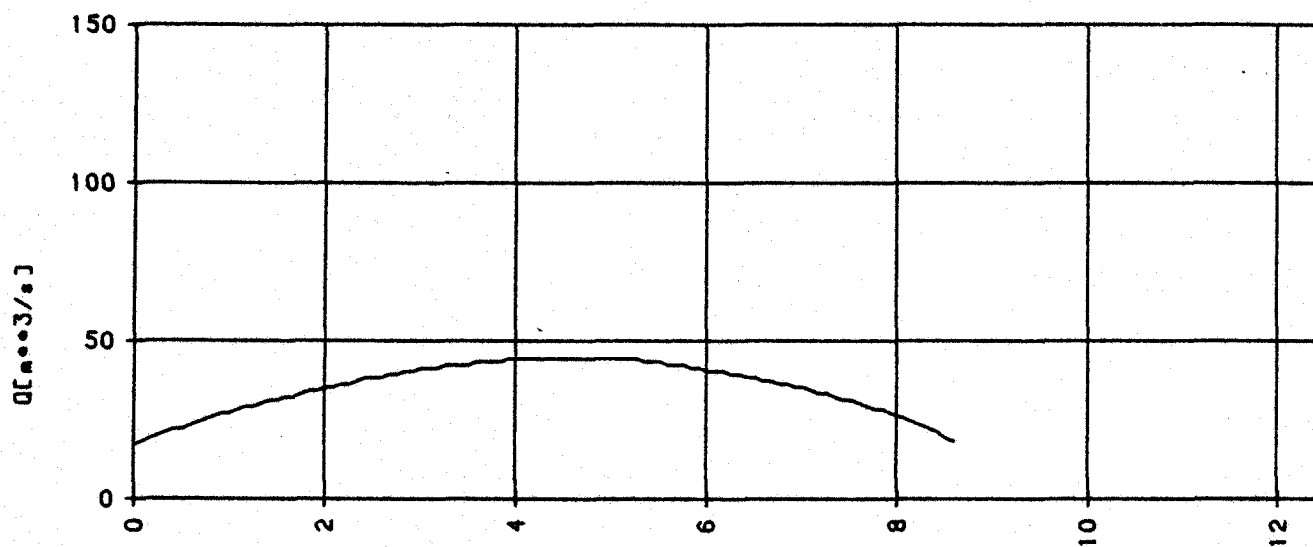
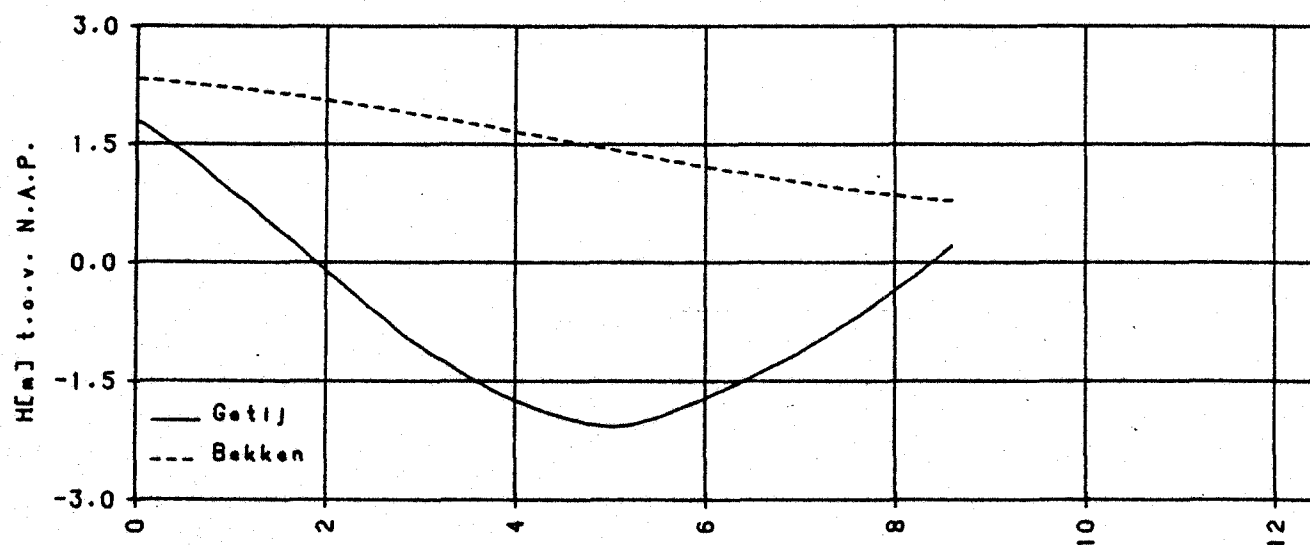
akk.

bijl. 14

schaal

A4

nr. 83.175



Aantal turbines 1
 Diameter turbines 3.00m.

E_{tot} 6.3MWh.
 P_{max} 1.3MW.

rijkswaterstaat
 directie waterhuishouding en waterbeweging
 district kust en zee-adviesdienst vliissingen

westerschelde
 abgeneratie bekken Kapellebank

get.

geo.

gez.

ekk.

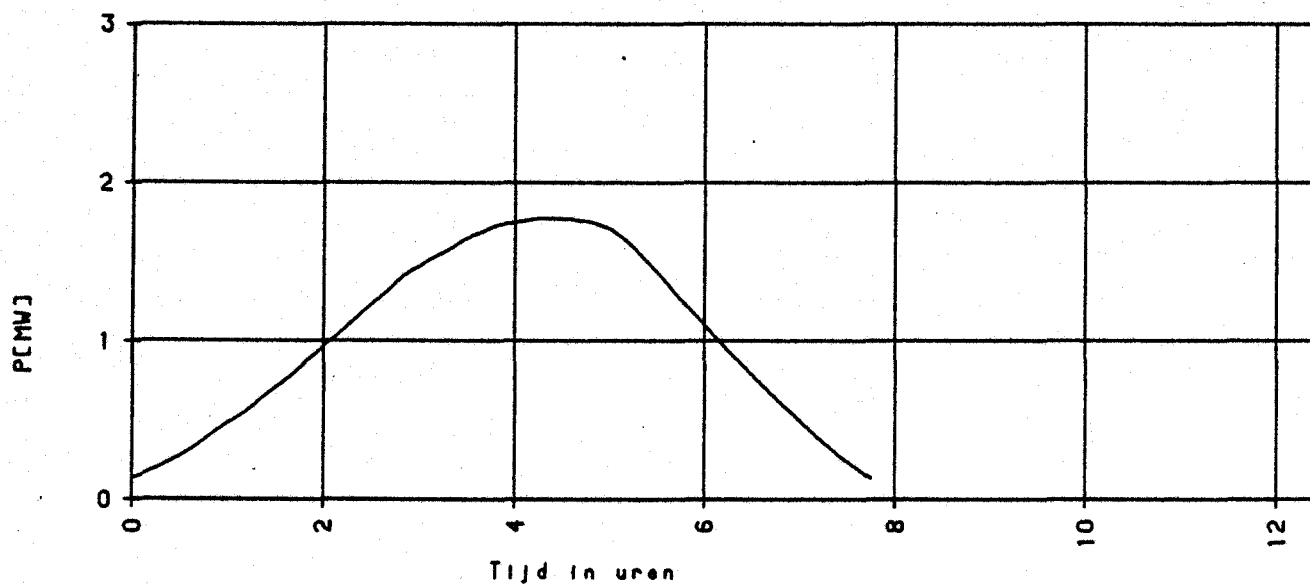
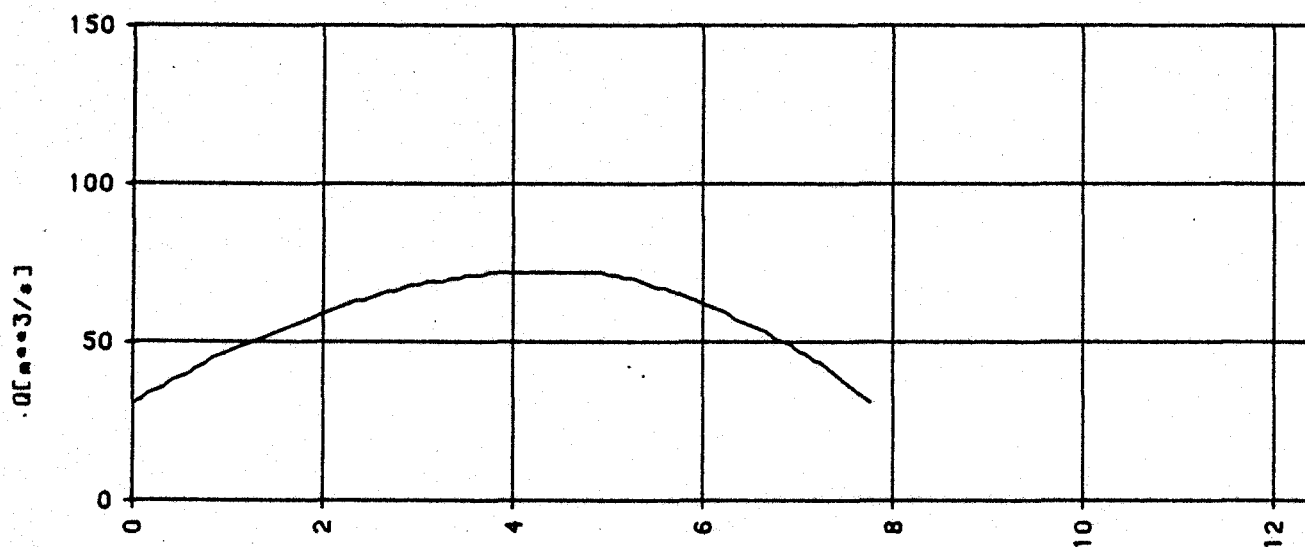
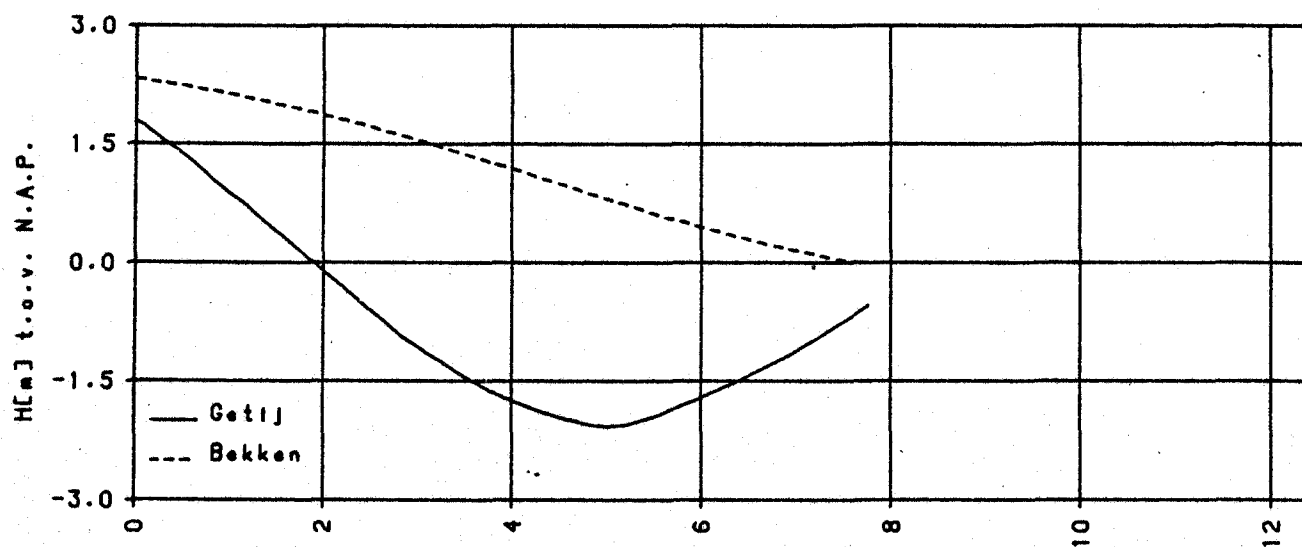
bijl. 15

20

2

A4

nr. 83.176



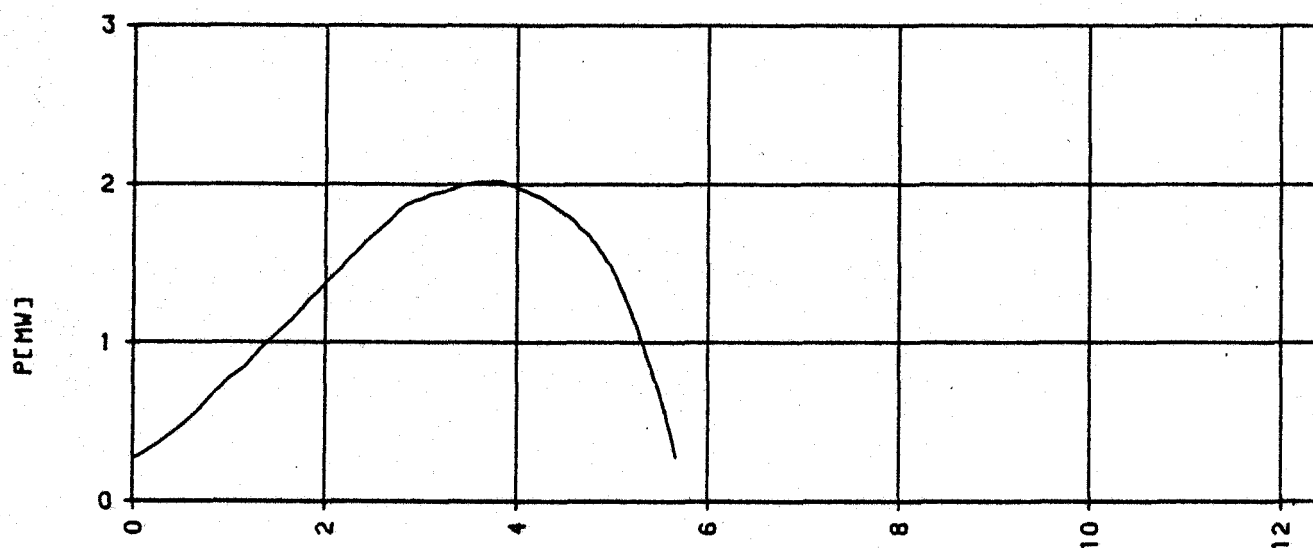
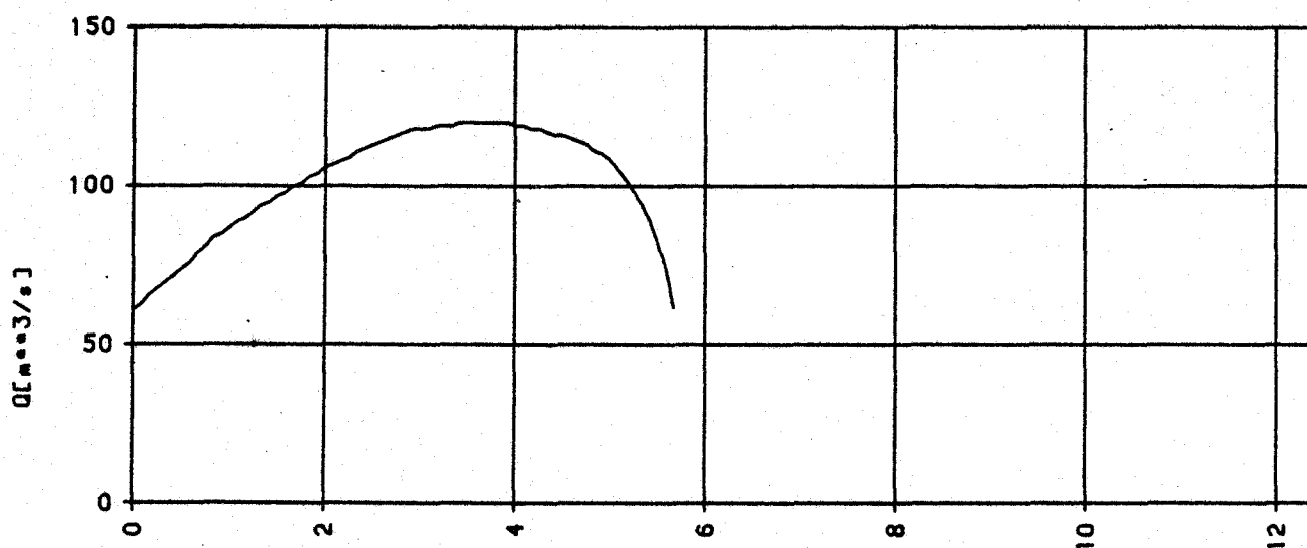
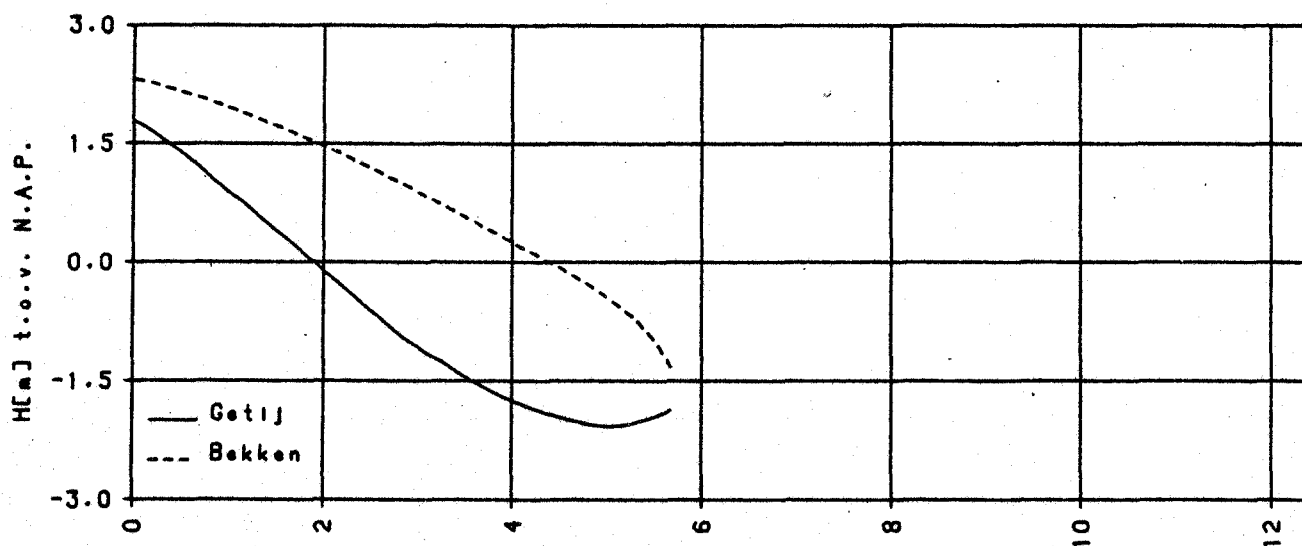
Aantal turbines 1
Diameter turbines 4.00m.

E_{tot} 8.0MWh.
 P_{max} 1.7MW.

rijkswaterstaat
directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vliessen

westerschelde
opgeneratie bekken Kapellebank

get.		bijl. 16	
gec.	B		
gez.	✓	schesl	
akk.	W	A4	nr. 83.177



Tijd in uren

Aantal turbines 2

E_{tot} 7.6MWh.

Diameter turbines 4.00m.

P_{max} 2.0MW.

rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vliissingen

westerechelde

ebgeneratie bekken Kappellebank

get.

bijl. 17

gec.

25

gez.

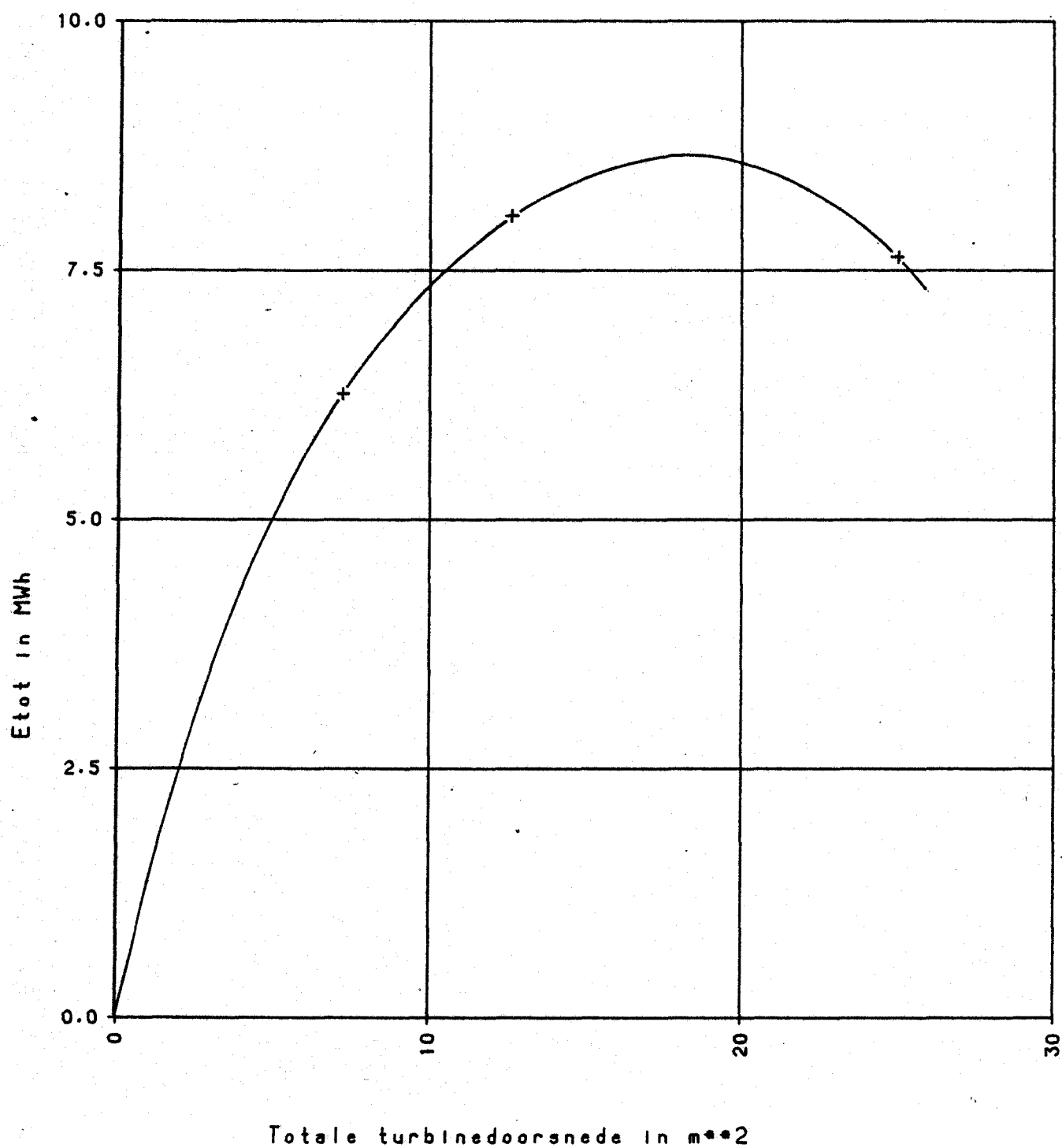
d

school

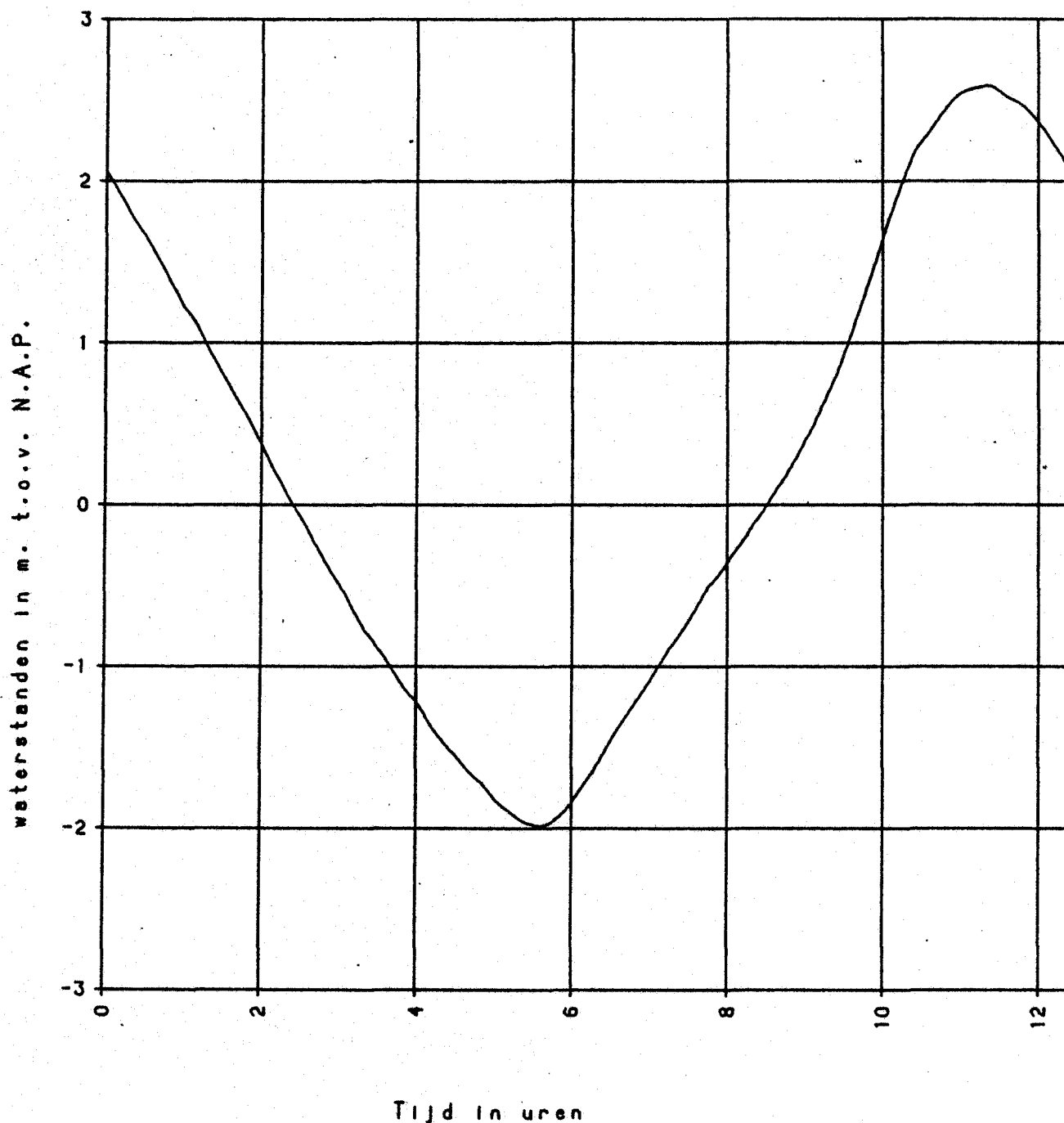
ekk.

A4

nr. 83.182



rijkswaterstaat directie waterhuishouding en waterbeweging district kust en zee-afvoerdienst vliessen	get.		bijl. 18	
	gez.	<i>g</i>		
westerschelde samenvatting ebgeneratie bekken Kapellebank	gez.	<i>α</i>	schaal	
	akk.	<i>mm</i>	A4	nr. 83.183



rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vliedingen

waterschelde

gemiddeld tij Bath 71.0

get.

geo. *B*

gez. *d*

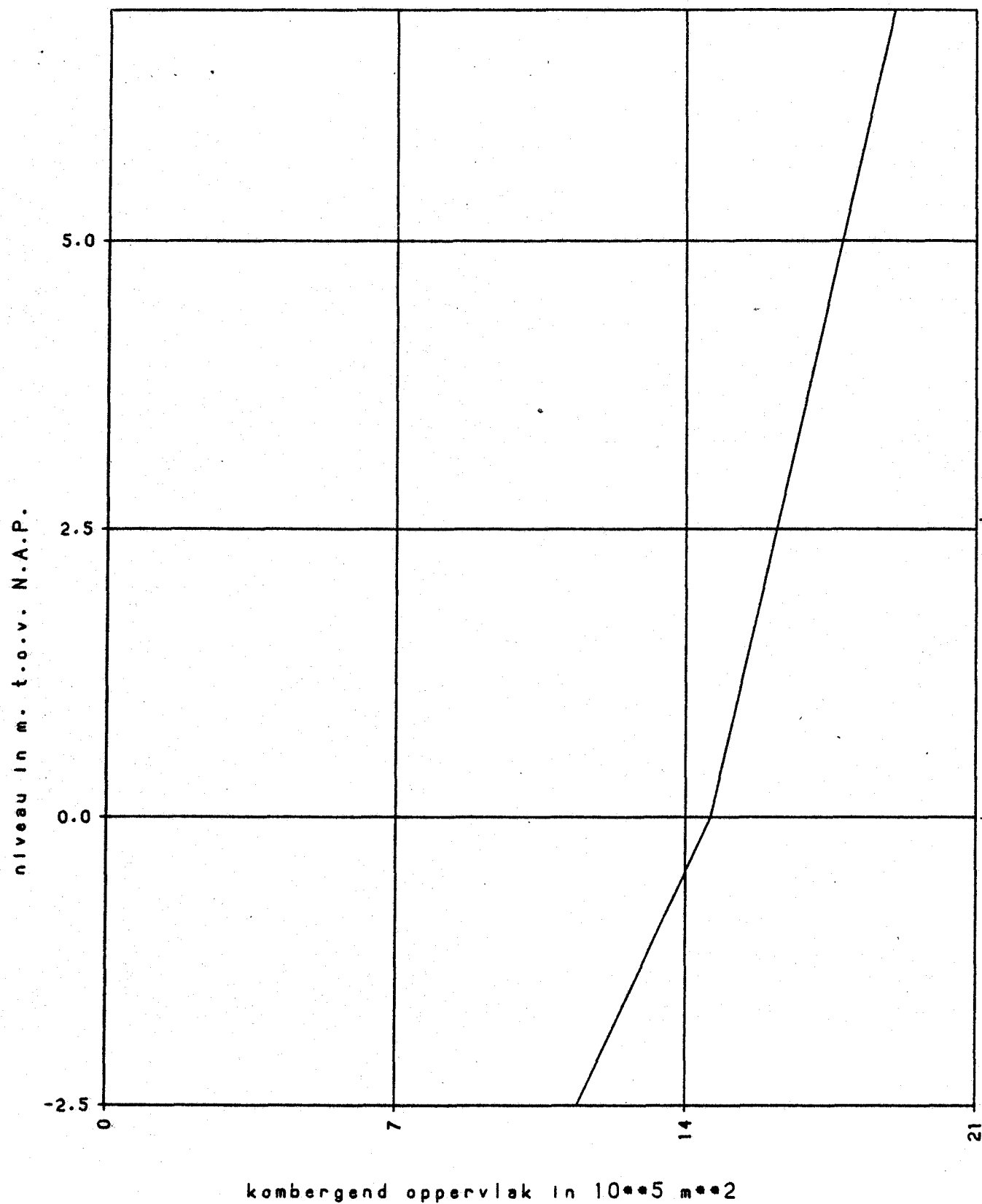
akk. *NM*

bijl. 19

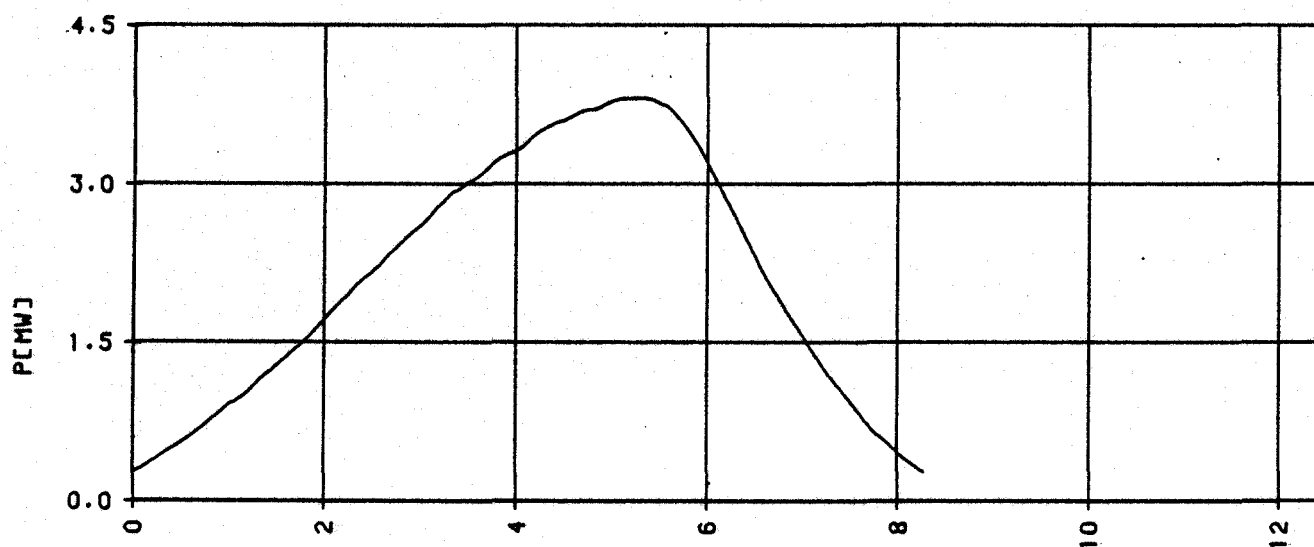
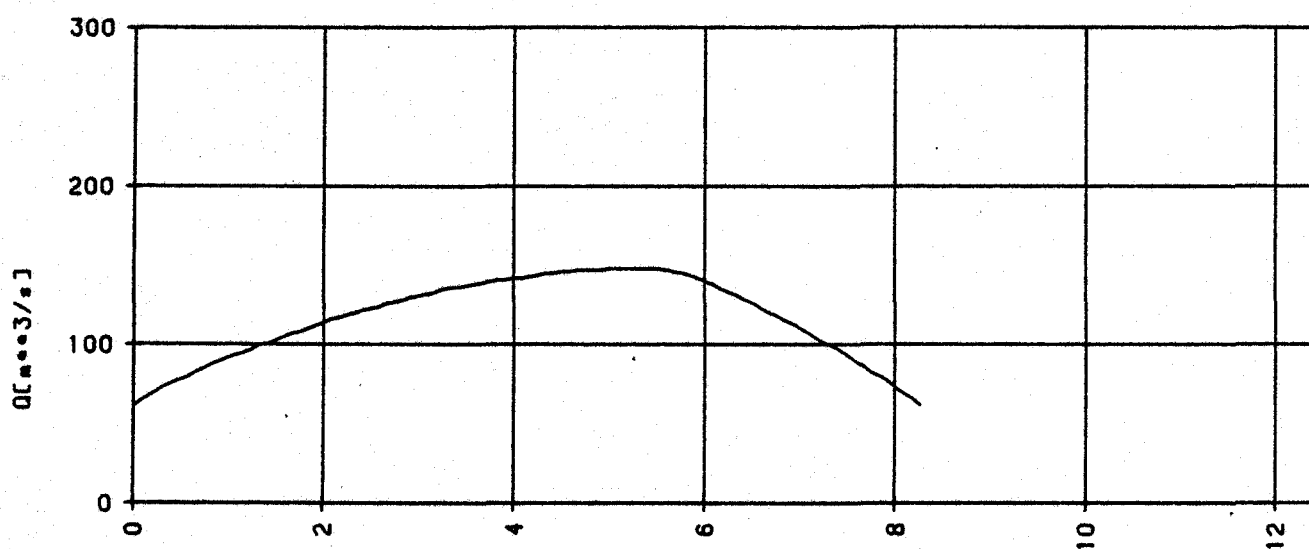
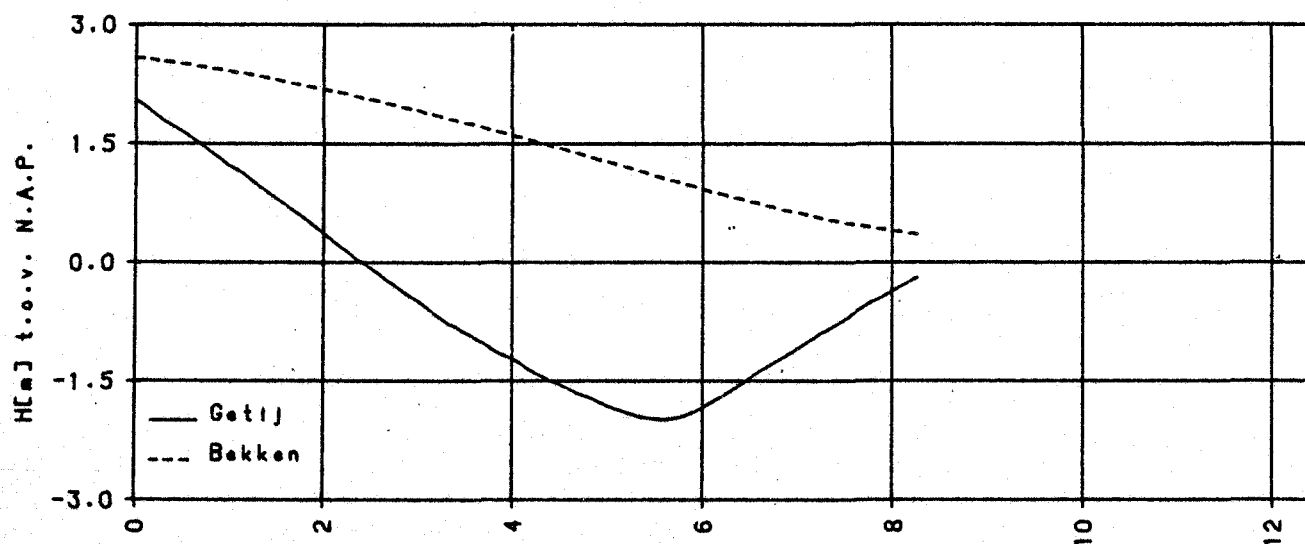
schaal

A4

nr. 83.184



rijkswaterstaat directie waterhuishouding en waterbeweging district kust en zee-adviesdienst vliessen	get.		bijl. 20	
	gez.	<i>PD</i>		
westerschelde kombergingsgrafiek bekken Appelzak	gez.	<i>K</i>	schaal	
	skk.	<i>MM</i>	A4	nr. 83.185



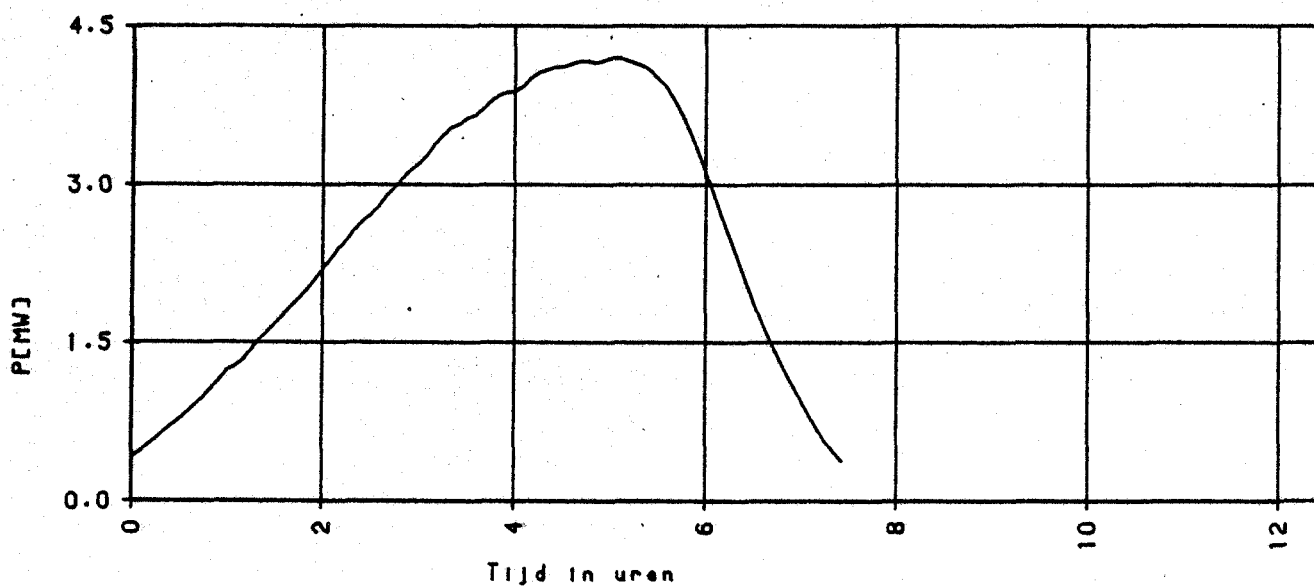
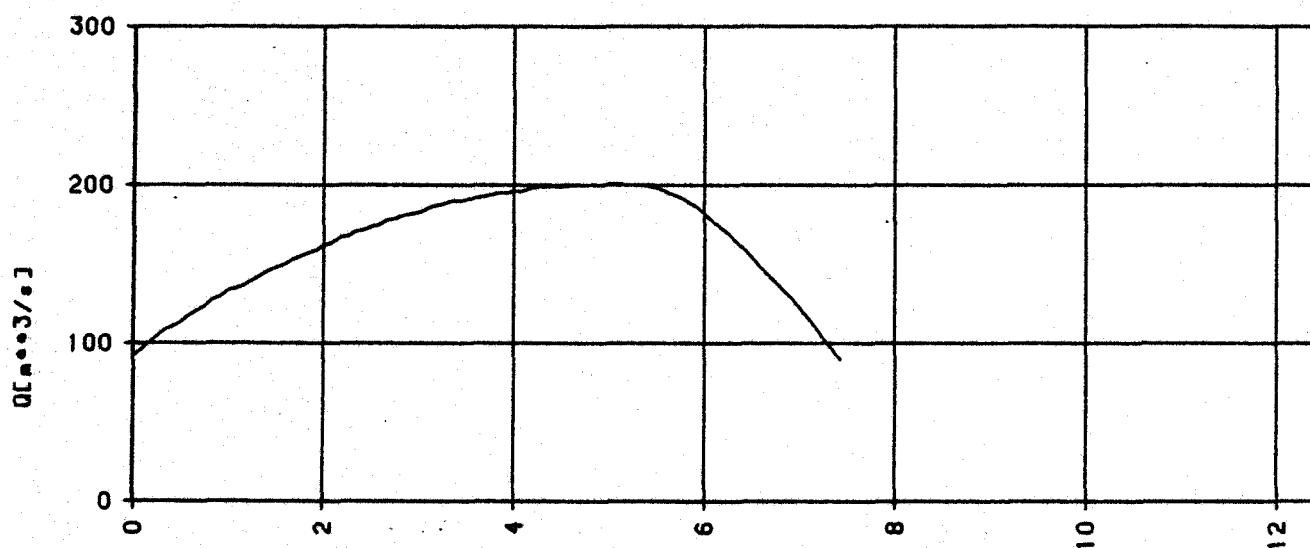
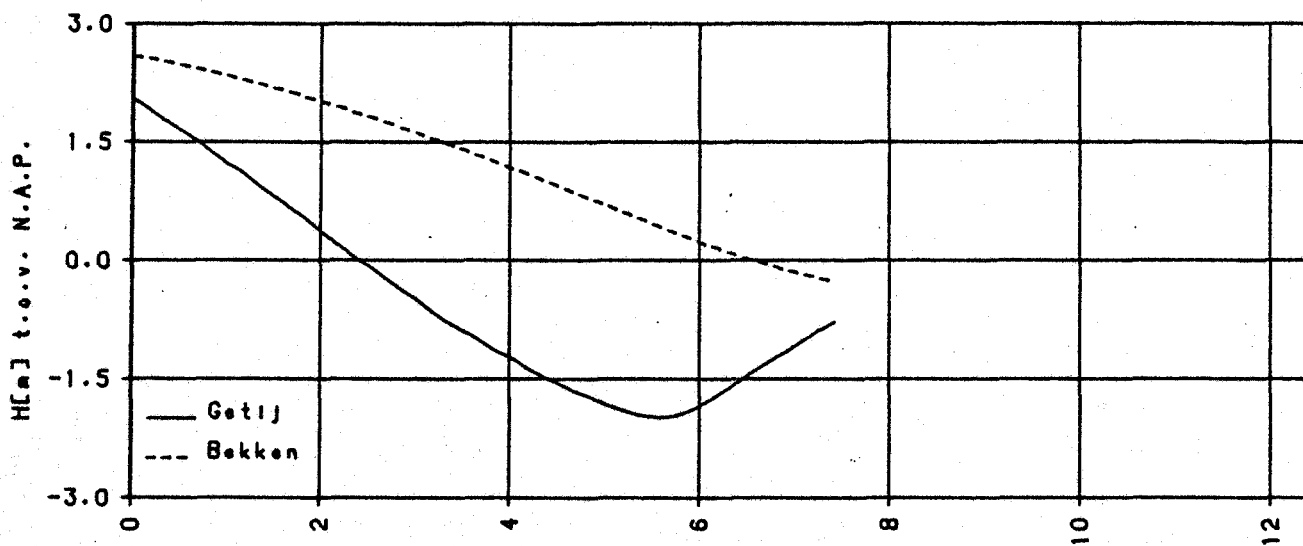
Aantal turbines 2
Diameter turbines 4.00m.

E_{tot} 17.7MWh.
 P_{max} 3.8MW.

rijkswaterstaat
directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vliissingen

westerschelde
obgeneratie bekken Appelzek

get.		bijl. 21	
gec.	<i>D</i>		
gez.	<i>d</i>	schaal	
akk.	<i>mm</i>	A4	nr. 83.186



Aantal turbines 3

Etot 19.0MWh.

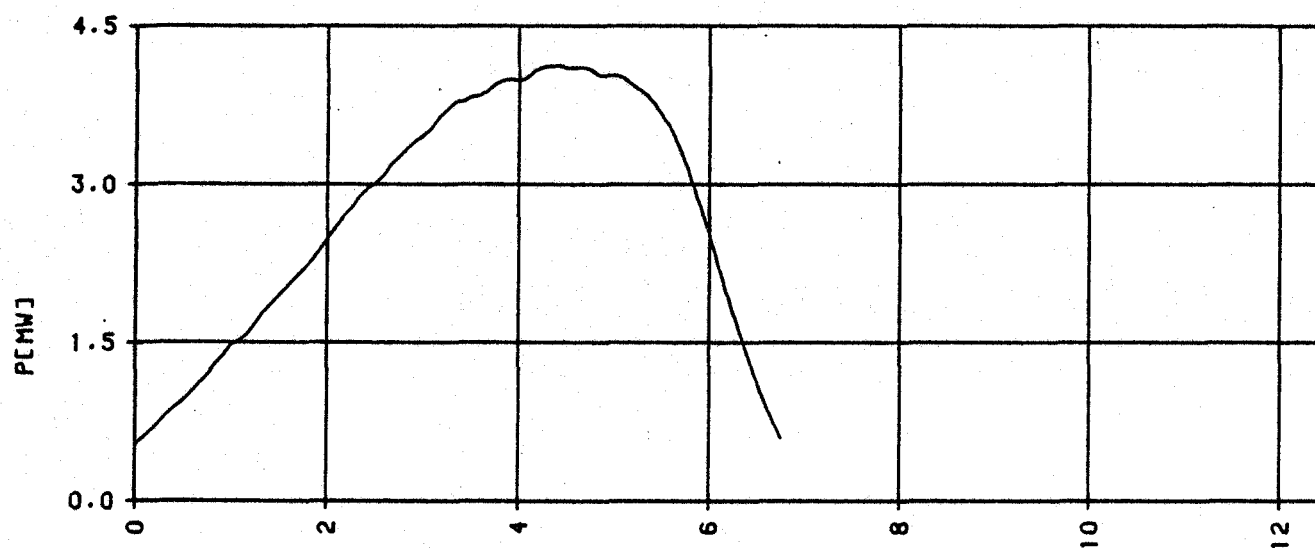
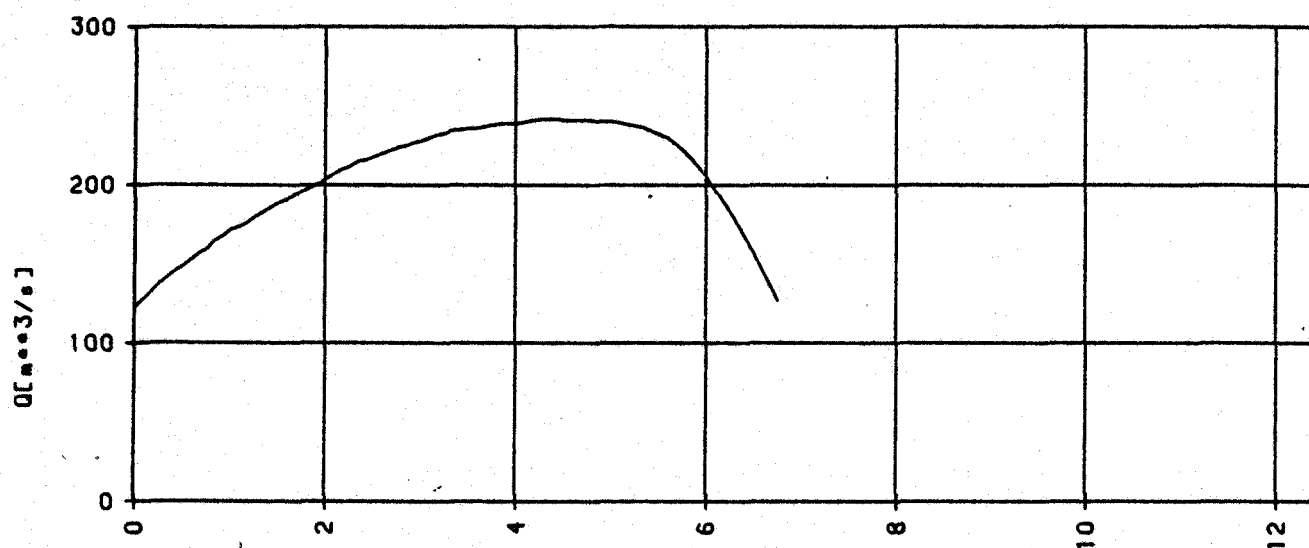
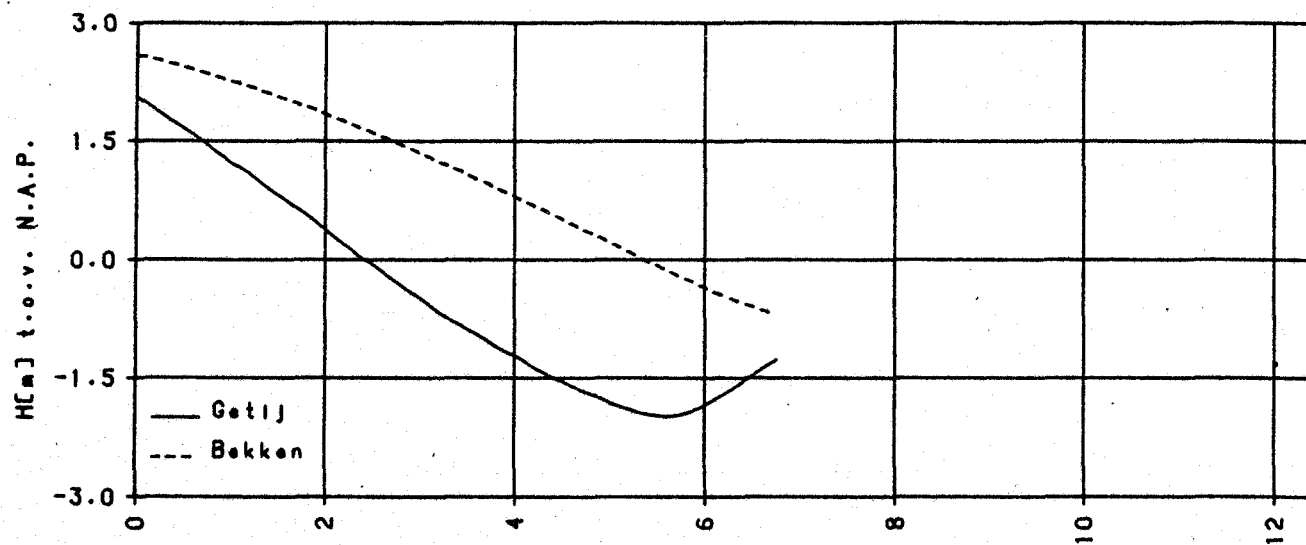
Diameter turbines 4.00m.

Pmax 4.2MW.

rijkswaterstaat
directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vlossingen

vesterscheide
abgeneratie bekken Appelsak

get.		bijl. 22	
geo.	B		
gez.	d	schaal	
ekk.	MM	A4	nr. 83.187



Tijd in uren

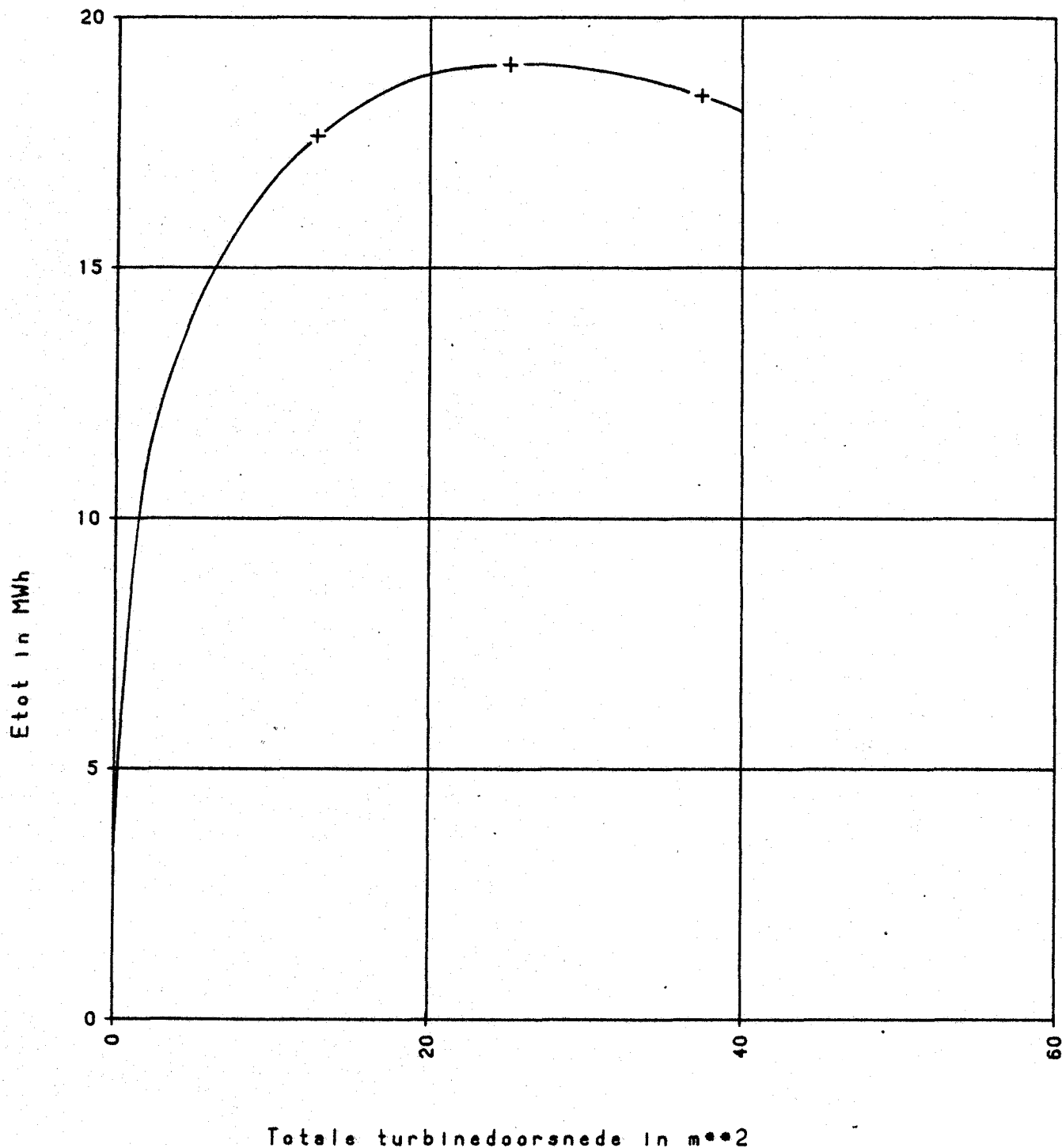
Aantal turbines 4
Diameter turbines 4.00m.

Etot 18.5MWh.
Pmax 4.1MW.

rijkswaterstaat
directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee-adviesdienst vliissingen

westerschelde
abgeneratie bekken Appelzak

get.		bijl. 23	
gec.	<i>D</i>		
gez.	<i>d</i>	school	
ekk.	<i>NM</i>	A4	nr. 83.188



$$h_b(0) - h_g(0) = .53m.$$

rijkswaterstaat directie waterhuishouding en waterbeweging district kust en zee-adviesdienst vliedingen	get.		bijl. 24	
	gec.	90		
westerschelde samenvatting abgeneratie bekken Appelzak	gez.	2	school	
	ekk.	MM	A4	nr. 83.206