



**WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
BORGERHOUT**
BERCHEMLEI 115 2200 ANTWERPEN TEL: 03/236.18.50

3631

MOD 474

RAPPORT 2

NATUURRESERVAAT

HET ZWIN

1990

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
BORGERHOUT



MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN
BRUGGEN EN WEGEN
BESTUUR DER WATERWEGEN

149798

90-2



Inleiding

I. Probleemstelling

II. Beschrijving

III. De oplossing

Samenvatting

Model 474

Natuureservaat Het Zwin

Tweede verslag

Inhoud

Inleiding	1
I. Probleemomschrijving	2
II. Berekeningsopzet	2
A. Algemeen	2
B. Onderzochte toestanden	2
III. De berekeningsresultaten	3
A. Invloed van de zandvang	3
B. Spuiwerking	4
Samenvatting en Besluiten	9

Inleiding

Onderhavig verslag sluit aan bij het verslag "Model 474. Natuurreserveaat Het Zwin." van november 1989, waarin door middel van getijberekeningen een aantal mogelijke oplossingen voor het Zwinprobleem door baggerwerken werden onderzocht.

De berekeningsresultaten voor de toestand met een landinwaarts gelegen zandvang, zoals die eind 1989 was gepland tesamen met de verlegging van de Zwinmonding en de verdieping en verruiming van de hoofdgeul, worden erin weergegeven.

Tevens worden de mogelijkheden onderzocht om het meer M3 (bijlage 1) als spuikom te gebruiken.

I. Probleemomschrijving

Voor de algemene omschrijving van het probleem wordt verwezen naar het hogervermeld verslag.

Een plan van Het Zwin is op de bijlage 1 weergegeven.

In het bestek der baggerwerken was aanvankelijk de aanleg van een proefzandvang voorzien aan het zeewaartse uiteinde van de nieuwe mondingsgeul.

Opdat de zandvang alleen het zand zou opvangen, dat in de Zwingeuken dreigt binnen te dringen, werd hij echter aangelegd aan het landwaartse uiteinde van de nieuwe mondingsgeul (bijlagen 2 en 3).

In de Internationale Zwincommissie werd het idee geopperd het meer M3 (bijlage 1) te gebruiken om de geul D en de hoofdgeul A regelmatig te spuien. Dit meer is thans met geul D verbonden langs een terugslagklep, zodat het water er bij voldoende hoge hoogwaterstand kan binnenstromen en er tijdens de ebfase van het getij niet kan uitlopen. Voor de spuiwerking zou dan nog wel een regelbare schuif of klep moeten aangebracht worden.

II. Berekeningsopzet

A. Algemeen

De toegepaste berekeningswijze werd in het hogervermeld eerste verslag uiteengezet.

Het toegepaste netwerk wordt weergegeven op de bijlage 3.

B. Onderzochte toestanden

Volgende toestanden werden onderzocht :

- 1) Toestand T_6 : verlegde Zwinmonding, met verdieping hoofdgeul volgens bestek Nr A3/89080 en zandvang uitgevoerd volgens bijlage 2.
- 2) Toestand T_7 : zoals toestand T_6 maar met bijkomende spuiwerking vanuit het meer M3 vanaf 2 uur na het tijdstip van hoog water.

Juist voor en meerdere malen na de baggerwerken heeft de Dienst der Kust de bodemgeometrie in de hoofdgeul van het Zwin opgemeten. Hieruit blijkt dat deze snel varieerde, waarschijnlijk door de uitgebreide reeks stormen van begin 1990. Deze toestanden werden niet onderzocht.

Door vergelijking der resultaten bekomen voor de verschillende toestanden met deze voor de referentie-toestand (T_0 , zie hogergenoemd verslag) werden de gevolgen van de voorziene baggerwerken en zandvang en van het eventuele spuien nagegaan.

III. De berekeningsresultaten

De resultaten zijn alleen geldig voor de hoger vermelde toestanden. Enerzijds verschilt de geometrie van de uiteindelijk gerealiseerde zandvang van deze die voor de berekeningen werd aangenomen. Anderzijds wijzigt zich de morfologische toestand na de baggerwerken voortdurend door aanzandingen, taludafschuivingen, meandering, drempelvorming.

A. Invloed van de zandvang

De berekening werd uitgevoerd met als randvoorwaarde het gemiddeld springtij te Cadzand, opgelegd aan de monding van het Zwin.

Op de bijlagen 4 tot 10 worden de bekomen resultaten vergeleken met deze berekend voor de toestanden T_0 en T_1 (zie het eerste verslag, bijlagen 8 tot 14). Hierbij vergelijkt men de waterstanden, snelheden en debieten berekend in twee secties (A en B) van de hoofdgeul en in een sectie van elke zijgeul, het verloop van de waterstanden in de meertjes M1 en M2 en ter hoogte van de uiteinden van de beide zijgeulen, de maximale gemiddelde watersnelheden in de geulen en het zandtransport per getij.

In de meetraai A (bijlage 4) begint bij toestand T_6 het waterpeil op een iets later tijdstip te stijgen dan bij toestand T_1 en wordt de instromingssnelheid daarna groter dan bij de toestanden T_0 en T_1 . Dit is te wijten aan de opvulling van het bekken van de zandvang juist opwaarts de meetraai A. De debieten bij toestand T_6 zijn slechts iets groter dan bij toestand T_1 .

Opwaarts van de zandvang beginnen waterpeil en instroomsnelheid op een iets later tijdstip te stijgen en zijn de verschillen tussen de snelheden en debieten bij toestanden T_1 en T_6 eerder klein.

De maximaal bereikte snelheden (bijlage 9) zijn in de hoofdgeul en in geul D bij toestand T_6 groter dan bij toestand T_1 , zowel bij vloed als bij eb, behalve aan de zandvang. Aan de zandvang vertraagt de maximum snelheid tot 0,1 m/s bij vloed en 0,05 m/s bij eb. Deze snelheden zijn kleiner dan de kritische meesleepsnelheid van het zand ($V_{krit} = 0,30$ m/s, zie het eerste verslag), zodat het van zee- of landwaarts aangevoerde zand in de zandvang kan bezinken.

Door de grotere snelheden in hoofdgeul en geul D worden ook de zandtransporten (bijlage 10) in deze geulen groter.

In de geul B worden de maximale snelheden en de zandtransporten kleiner.

Voor de verschillende toestanden varieert de komberging ter hoogte van de meetraai A en in de meertjes M1 en M2 zoals aangegeven in de volgende tabel :

		Komberging in m ³ bij gemiddeld springtij.		
Toestand		S-T ₀ referentie	S-T ₁ bestek	S-T ₆ na baggerwerken
Meetraai A	Berging	229.400	271.800	290.000
	Toename	0	42.400	60.600
	%	0	19	26
Meertjes M1 en M2	Berging	63.300	77.800	75.900
	Toename	0	14.500	12.600
	%	0	23	20

Door de uitgraving van de zandvang, die landwaarts van de meetraai A ligt, vergroot bij gemiddeld springtij de komberging in meetraai A met 18.200 m³ of 7 % tegenover de toestand T₁. In de meertjes M1 en M2 vermindert de komberging met 1.900 m³ of 2,5 %.

Door het aanbrengen van de zandvang heeft men dus de komberging in het Zwin enigszins vergroot, maar ook het netto opwaartse transport van het zand dat echter in de zandvang kan bezinken.

De gebruikte werkwijze geeft slechts een zeer ruwe benadering van de zandtransporten. De formules werden inderdaad opgesteld voor permanente stroomcondities. De waterdiepten in het Zwin wijken ook af van de voor de formules geldende waterdiepten. Overigens speelt voor het Zwin ook de golfslag, het zandtransport langs de kust en in het algemeen het zandaanbod in de monding een grote rol.

De berekeningsresultaten zijn dus niet in absolute zin op te vatten, wel kan men vergelijkenderwijze voor de verschillende toestanden een kwalitatief inzicht verkrijgen over de tendensen van de zandbeweging in de geulen.

B. Spuiwerking

De spuiopening wordt rechthoekig verondersteld met een breedte van 8 m, zoals de geul D, en met de overstortkruin op 4,00 m T.A.W. om de waterpeilvariatie in het meer M3 te beperken. Het oppervlak van het meer M3 wordt gelijk genomen aan 73.000 m² en blijft constant van 2,30 m tot 4,80 m T.A.W. (zie de Nederlandse studie " Eéndimensionaal stromingsmodel van het Zwin. Eindrapport. " Rijkswaterstaat Directie Zeeland - Hydronamic januari 1987/P900). Het meer M3 wordt onmiddellijk opwaarts sectie 39 aan het netwerk aangesloten.

Wanneer het spuien aanvangt en het waterpeil in de sectie 39 voldoende laag gedaald is, begint de spuiopening te werken als een overstort. Is het waterpeil in de sectie 39 bij het spuien voldoende hoog boven het kruinniveau der spuiopening gestegen, dan wordt de

stroming door de spuiopening met de gewone stromingsvergelijkingen berekend zoals in de rest van het netwerk.

Het spuien wordt gestopt zodra het water de geul D terug instroomt.

Een eerste berekening wordt uitgevoerd voor het gemiddeld springtij. Hierbij wordt verondersteld dat het meer M3 langs de terugslagklep gevuld wordt gedurende de vorige getijden, tot op het peil dat bij hoog water in de sectie 39 bereikt wordt. Normaal verhoogt het hoogwaterpeil geleidelijk bij de opeenvolgende getijden, zodat bij elk getij slechts een deel van het uiteindelijk gebruikte spuivolume in het meer M3 instroomt. Door deze geleidelijke vulling kan de ermee gepaard gaande verhoging van de vloedstromingsnelheden in de geul D beperkt worden.

Aan het uiteinde van de geul D (bijlage 6) wordt het niveau 4,00 m T.A.W. overschreden tussen ongeveer 6.00 h en 8.00 h. Het meer M3 kan dus bij gemiddeld springtij slechts gedurende minder dan twee uur aangevuld worden.

Het spuien wordt aangevat op 2 uren na het tijdstip van hoog water aan de monding van het Zwin, daar het waterpeil in de sectie 39 zich op dat ogenblik rond 4,00 m T.A.W. bevindt, zoals kan vastgesteld worden op de bijlage 10 van het eerste verslag en op bijlage 13 van voorliggend verslag.

De resultaten der berekeningen worden weergegeven op de bijlagen 11 tot 18. Hierbij worden telkens de resultaten weergegeven over twee opeenvolgende getijden waarbij het spuien wordt toegepast tijdens het lage tij tussen beide. Ter vergelijking worden de resultaten zonder spuien (T_6 op bijlagen 4 tot 10) in streeplijn weergegeven.

Zodra het spuien start, verhogen de optredende eb-waterstromingsnelheden tegenover de toestand zonder spuien, vooral in de geul D. De duur van de daaropvolgende uitstroming wordt verlengd. De periode waarover zand door de ebstroming kan meegesleept worden ($V \geq V_{krit}$), verlengt dan ook met ongeveer 115 minuten aan het uiteinde van geul D en met 25 minuten aan de monding van het Zwin.

Zoals kan opgemerkt worden op bijlage 18 wordt het volume zand, meegesleept door de ebstroming in de geul D, groter dan de hoeveelheid zand ingebracht door de vloedstroming. Door de grote breedte van de hoofdgeul is hierin de veroorzaakte relatieve snelheidstoename kleiner dan in geul D en daardoor is ook het door het spuien meegesleepte volume zand relatief kleiner.

De spuivolumes worden voor verschillende secties in de tabel op volgende bladzijde weergegeven en aldaar vergeleken met de volumes voor gemiddeld tij. Deze spuivolumes worden bekomen als het verschil tussen de in elke sectie uit- en instromende volumes water gedurende de twee getijden waarover gespuid wordt.

Om na te gaan of het spuien voldoende frequent en met succes zou kunnen uitgevoerd worden, werden de berekeningen herhaald voor gemiddeld getij. Deze resultaten vindt men op de bijlagen 19 tot 26. Wegens het lagere hoogwaterpeil zijn de maximaal bereikte watersnelheden kleiner dan bij gemiddeld springtij. Aan het uiteinde van geul D wordt het niveau 4,00 m T.A.W. nog slechts gedurende ongeveer één uur overschreden (bijlage 17 van het eerste verslag).

Het spuien wordt ook hierbij aangevat op 2 uren na het tijdstip van hoog water aan de monding van het Zwin.

De periode waarover de ebstroomsnelheid hoger is dan de kritische snelheid is te verwaarlozen aan het uiteinde van geul D en wordt aan de monding van het Zwin slechts zeer weinig verlengd.

Bij een gemiddeld tij verlagen de spuivolumes tot de waarden in de volgende tabel:

Toestand		Spuivolumes in m ³ .	
		S-T ₇ T ₆ +spuien	G-T ₇ T ₆ +spuien
Meetraai A			
	Volume	32.200	7.200
	Afname m ³	0	25.000
	%	0	78
Meetraai B			
	Volume	32.200	7.300
	Afname m ³	0	24.900
	%	0	77
Meertje M1			
	Volume	33.100	7.300
	Afname m ³	0	25.900
	%	0	78
Geul D			
	-afwaarts		
	Volume	33.200	7.300
	Afname m ³	0	25.900
	%	0	78
	-opwaarts		
	Volume	33.200	7.300
	Afname m ³	0	25.900
	%	0	78

Om de invloed van het bijvullen van meer M3 en van het spuien over een langere periode te benaderen, werd de getijberekening ook uitgevoerd voor een reeks van tien getijen (bijlage 27), die een gemiddelde getijencyclus voorstelt. Deze getijen werden bepaald aan de hand van een frequentieanalyse der hoogwaterstanden te Cadzand voor de periode 1967 tot en met 1985 (in totaal 13.410 getijen). De laagste hoogwaterstand, die in deze periode bereikt werd, bedroeg 2,51 m T.A.W. (15 oktober 1983) en de hoogste 5,98 m T.A.W. (3 januari 1976). Voor de tien opeenvolgende getijen werden hoogwaterstanden gekozen waarbij dit niveau door respectievelijk 5%, 25%, 45%, 65%, 85%, 95%, 75%, 55%, 35% en 15% der getijen niet

overschreden wordt. Hierdoor verkrijgt men als opeenvolgende hoogwaterstanden : 3,28 3,86 4,19 4,41 4,65 4,87 4,52 4,30 4,06 en 3,68 m T.A.W. De overeenstemmende getijcurven werden door inter- en extrapolatie uit de curven voor gemiddeld springtij, voor gemiddeld tij en voor gemiddeld doottij bepaald.

Volgens het plan van het Zwin (bijlage 1) ligt het hoogste hierbij opgelegde hoogwaterpeil ongeveer op hetzelfde niveau als of iets hoger dan de natuurlijke overstorthoogte tussen het meer M3 en de rest van het natuurreserveaat. Hogere getijen zullen dus, zonder speciale maatregelen ter afsluiting van meer M3 tot een hoger niveau, geen betere spuiwerking teweegbrengen.

Bij deze berekeningen wordt het meer M3 bijgevuld bij elke vloed, waarbij het waterpeil aan het uiteinde van geul D voldoende hoog stijgt. De instroming in het meer M3 wordt berekend alsof zij gebeurt langs eenzelfde opening als de spuiopening en met dezelfde formules. Zodra de instroomsnelheid negatief wordt, wordt de instroomopening afgesloten. Negentig minuten na dit ogenblik start het spuien. Het spuien wordt bij deze berekeningen gestopt zodra de watersnelheid aan het uiteinde van geul D kleiner wordt dan de kritische meesleepsnelheid van het zand. De watervolumes die bij vorige berekeningswijze na dit ogenblik uit het meer M3 uitstromen veroorzaken in het midden en aan het opwaartse uiteinde van de geul D immers geen erosie meer. Dit watervolume bedraagt bij het gemiddelde springtij ongeveer 11.000 m³ en bij gemiddeld tij 7.000 m³.

Met deze getijencyclus en de bodemtoestand na de baggerwerken zoals deze voorzien was eind 1989 werden de berekeningen uitgevoerd zowel zonder als met spuien.

Enkele der berekeningsresultaten worden op de tabel in het hoofdstuk "Samenvatting en besluiten" samengevat. De volumes en maximale waarden werden over de volledige cyclus van 10 getijen bepaald. De verschillen tussen de hoog- en laagwaterstanden, 'met' tegenover 'zonder' spuien, is gering behalve aan het uiteinde van geul D, waar de hoogwaterstand bij het vullen vóór het spuien slechts tot 4,55 m T.A.W. stijgt, terwijl dit waterpeil tot 4,87 m T.A.W. stijgt zonder spuien.

Bij spuien varieert het waterpeil in het meer M3 tussen 4,24 m en 4,51 m T.A.W.

Indien men de resultaten bekomen met spuien vergelijkt met deze zonder spuien, vindt men dat:

- de maximum snelheden en debieten bij vloed gelijk blijven, behalve aan het uiteinde van geul D, waar zij groter worden bij spuien wegens de vulling van het meer M3;
- de maximum ebsnelheden in de hoofdgeul gelijk zijn;
- de maximum ebdebieten in de hoofdgeul bij het spuien kleiner worden;
- in geul D de maximum ebsnelheden en -debieten bij het spuien groter worden.

Bij de werking met spuien worden in de hoofdgeul de maximum ebdebieten kleiner. Dit is tegengesteld aan wat men op het eerste gezicht zou verwachten. Daar het instromende water bij de werking met spuien ook het meer M3 moet bijvullen, stijgt het waterpeil achteraan geul D minder hoog. Bij het hoogste getij van de cyclus bijvoorbeeld stijgt dit waterpeil

slechts tot 4,55 m T.A.W. in plaats van tot 4,87 m T.A.W. Het watervolume dat zich in de geulen bevindt, en dus beschikbaar is voor de gewone ebstroming, is dan ook bij de werking met spuien kleiner dan wanneer er niet gespuid wordt. Hierdoor wordt het maximum debiet tijdens de gewone ebstroming kleiner. Tijdens het spuien wordt het debiet wel verhoogd met het spuidebiet. Door de kleine sectie in geul D blijft dit debiet echter klein, zodat het maximum ebdebiet in de hoofdgeul niet terug kan opdrijven tot de maximumwaarde bekomen zonder spuien.

De zandvolumetransporten, berekend over de 10 getijden met en zonder spuien, worden op de bijlage 28 weergegeven. Verder vindt men op deze bijlage ook met welk percentage de globale zandvolumes, bekomen zonder spuien, zouden verminderd worden onder invloed van het spuien bij de gemiddelde getijencyclus.

Tussen de monding en de zandvang verminderen door het spuien de netto opwaartse zandvolumes met ongeveer 4 %. In de hoofdgeul opwaarts de zandvang en in geul B is de invloed van het spuien praktisch verwaarloosbaar. In de geul D verminderen de netto opwaartse zandvolumes met circa 30 %.

Zoals reeds hoger vermeld (punt III.A.) mogen de zandhoeveelheden niet in absolute zin opgevat worden, maar kunnen zij enkel dienen om vergelijkenderwijze een kwalitatief inzicht te verkrijgen over de tendensen van de zandbeweging in de geulen voor de verschillende toestanden.

Tal van praktische problemen, zoals bijvoorbeeld de bedienings- of controlemogelijkheden bij een handbediende of een automatische werking, de weerslag van het spuien op het natuurgebied en andere, vallen buiten het bestek van deze berekeningsopdracht.

Samenvatting en Besluiten

Om de verlanding van het Zwin tegen te gaan werden einde 1989 baggerwerken gepland in opdracht van het Ministerie van Openbare Werken, Dienst der Kust. Deze omvatten het verleggen van de monding van het Zwin en het verdiepen van de hoofdgeul. Tevens was een zandvang voorzien aan het landwaartse uiteinde van de nieuwe monding (toestand T_6).

Door getijberekeningen werden de gevolgen van deze toestand onderzocht op de tijvoortplanting bij springtij. Ook de mogelijkheid tot spuien (toestand T_7) werd onderzocht bij springtij, gemiddeld tij en een gemiddelde getijencyclus.

De onderstaande tabel vat enkele berekeningsresultaten samen.

Toestand	S- T_0	S- T_1	S- T_6	S- T_7	G- T_6	G- T_7	Getijencyclus	
	referentie	bestek	baggerw.	T_6 +spuien	baggerw.	T_6 +spuien	T_6	T_6 +spuien
bepaald over .. getijen:	1	1	1	2	1	2	10	10
Instromend volume of Komberging [m ³]								
opwaarts meetraai A	229.400	271.800	290.000	576.300	197.900	395.200	2.133.500	2.125.800
in meertjes M1 en M2	63.300	77.800	75.900	153.800	43.300	87.900	508.000	486.700
Spuivolume [m ³]								
meetraai A	0	0	0	32.200	0	7.200	0	-
geul D -uiteinde	0	0	0	33.200	0	7.300	0	31.100
Hoogwaterstanden								
[m T.A.W.] meertje M1	4,55	4,56	4,54	4,54	4,19	4,19	4,87	4,86
meertje M2	4,56	4,56	4,54	4,54	4,19	4,19	4,87	4,87
uiteinde geul B	4,54	4,54	4,53	4,53	4,18	4,18	4,87	4,86
uiteinde geul D	4,61	4,59	4,57	4,57	4,20	4,20	4,87	4,55
meer M3	-	-	-	4,57	-	4,20	-	4,51
Laagwaterstanden				(bij spuien)		(bij spuien)		
[m T.A.W.] meertje M1	3,40	2,25	2,12	2,21	2,12	2,15	2,08	2,11
meertje M2	3,35	3,22	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
uiteinde geul B	4,05	3,88	3,91	3,91	3,88	3,88	3,88	3,88
uiteinde geul D	3,44	3,55	3,24	3,26	3,20	3,20	3,20	3,20
meer M3	-	-	-	4,10	-	4,10	-	4,24
Maximum snelheden								
[m/s] meetraai A: vloed	0,93	1,12	1,18	1,17	0,94	0,96	1,21	1,21
eb	0,76	0,76	0,57	0,62	0,50	0,51	0,67	0,67
(zandvang) sectie 5: vloed	0,70	1,09	0,10	0,10	0,07	0,07	0,13	0,13
eb	0,69	0,66	0,05	0,05	0,03	0,03	0,06	0,06
meetraai B: vloed	0,74	0,84	0,93	0,93	0,70	0,71	0,98	0,97
eb	0,28	0,34	0,37	0,43	0,30	0,30	0,44	0,44
geul D -begin : vloed	0,68	0,52	0,55	0,56	0,49	0,48	0,60	0,60
eb	0,21	0,50	0,64	1,13	0,60	0,78	0,67	1,12
-uiteinde : vloed	0	0	0	0	0	0	0	0,54
eb	0	0	0	0,82	0	0,44	0	0,79
Maximum debieten								
[m ³ /s] meetraai A: vloed	67	65	66	66	41	41	89	89
eb	30	32	30	30	20	20	39	36
(zandvang) sectie 5: vloed	64	62	64	64	38	38	86	86
eb	28	29	28	28	19	19	37	34
meetraai B: vloed	44	43	45	45	24	24	58	58
eb	18	18	18	18	12	12	22	21
geul D -begin: vloed	4,0	3,5	4,4	4,4	2,4	2,4	5,8	5,8
eb	1,5	0,8	1,2	3,9	1,0	1,0	3,3	3,2
-uiteinde: vloed	0	0	0	0	0	0	0	5,2
eb	0	0	0	5,4	0	1,2	0	4,6

Er werden ook zandtransportberekeningen uitgevoerd, die alleen indicatief bedoeld zijn om de algemene tendensen weer te geven. De verlopen van de maximale snelheden en van de zandtransporten per getij volgens de langsas van de hoofdgeul en de zijgeulen B en D worden op de bijlagen 9, 10, 17, 18, 25 en 26 weergegeven.

De resultaten gelden in feite alleen voor de bodemsituaties volgens de beschreven toestanden. Na de baggerwerken doen zich immers snel wijzigingen voor van de bodemtoestand. De resultaten dienen dus niet in absolute zin te worden geïnterpreteerd, maar geven door onderlinge vergelijking een kwalitatief inzicht in de effecten die men mag verwachten van de verschillende ingrepen.

In de zandvang aan het landwaartse uiteinde van de nieuwe mondingsgeul vertragen bij gemiddeld springtij de gemiddelde watersnelheden tot maximum 0,1 m/s, zodat hierin het getransporteerde zand kan bezinken. Door het aanbrengen van de zandvang wordt de komberging in het Zwin enigszins vergroot, maar ook het netto opwaartse transport van het zand, dat echter in de zandvang kan bezinken.

Het spuien met het water verzameld in meer M3, heeft een kleine relatieve invloed voor de hoofdgeul, en een grotere relatieve invloed voor de geul D.

Voor een gemiddelde getijencyclus (periode 1967-1985) werden de verplaatste volumes zand berekend zonder en met de mogelijkheid tot spuien vanuit meer M3 en op de bijlage 28 weergegeven. Door het spuien zou tussen de monding en de zandvang het netto opwaartse zandtransport verminderd worden met ongeveer 4 %, in de rest van de hoofdgeul en in geul B met praktisch 0 %, in de geul D met circa 30 %.

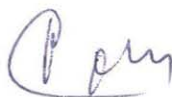
Juli 1990.

De Ingenieur
belast met de studie,



ir. P. DE LAET

De Hoofdingenieur-Directeur
van Bruggen en Wegen,



ir. I. COEN

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



ir. E. SMETS

Lijst der bijlagen

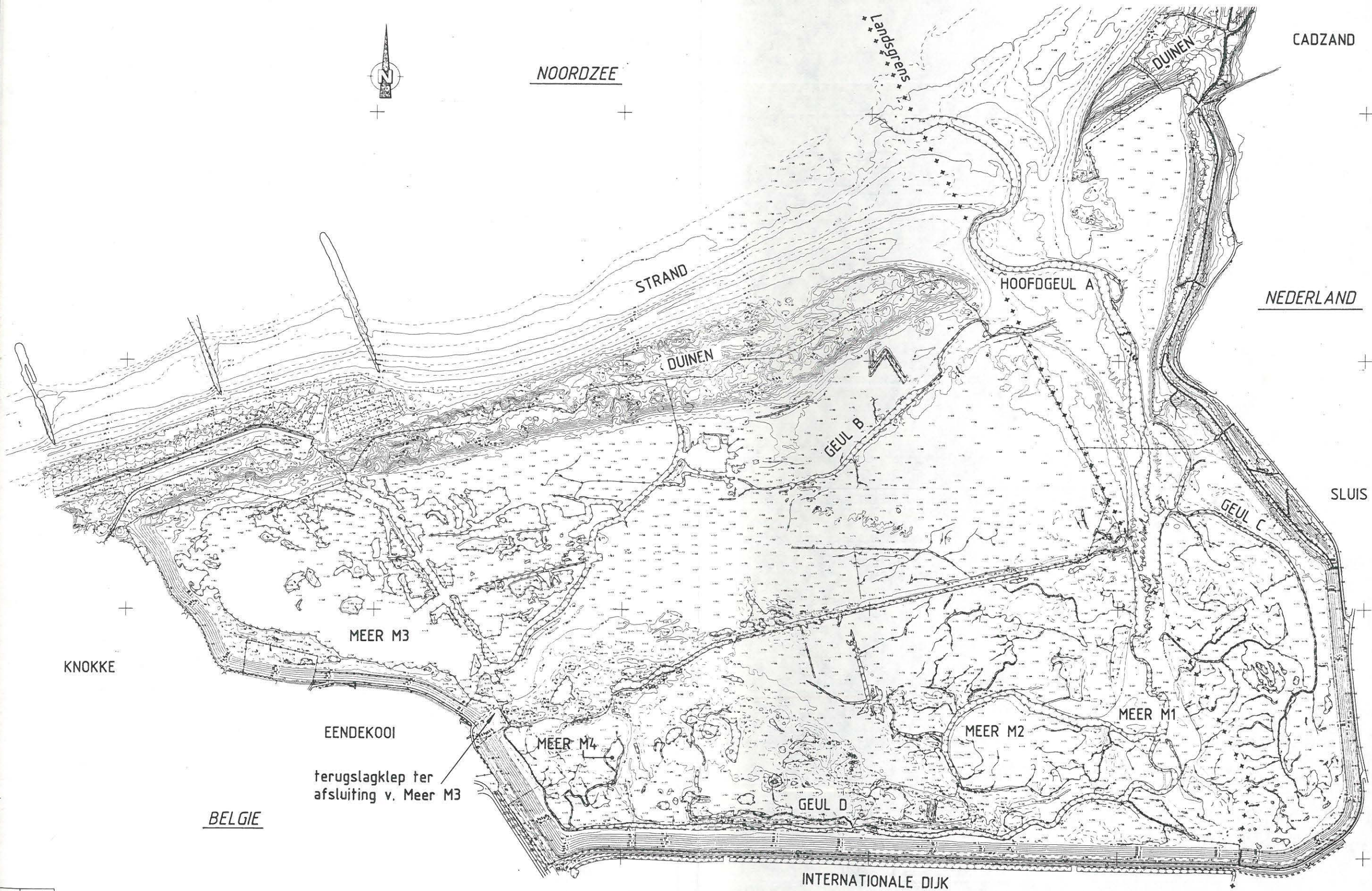
1. Plan van het Zwin
2. Schets van de zandvang aan het landwaarts uiteinde van de nieuwe monding
3. Het berekeningsnet

- Gemiddeld springtij Invloed van de zandvang
4. " Meetraai A
5. " Meetraai B
6. " Meren M1 en M2, uiteinden geulen B en D.
7. " Geul B, sectie 21
8. " Geul D, sectie 30
9. " Maximale gemiddelde watersnelheid in de geulen
10. " Zandtransport per getij

- Gemiddeld springtij Invloed van het spuien
11. " Meetraai A
12. " Meetraai B
13. " Meren M1 en M2, uiteinden geulen B en D
14. " Geul B, sectie 21
15. " Geul D, sectie 30
16. " Waterpeil in meer M3 Snelheid en debiet in de spuiopening
17. " Maximale gemiddelde watersnelheid in de geulen
18. " Zandtransport per 2 getijden

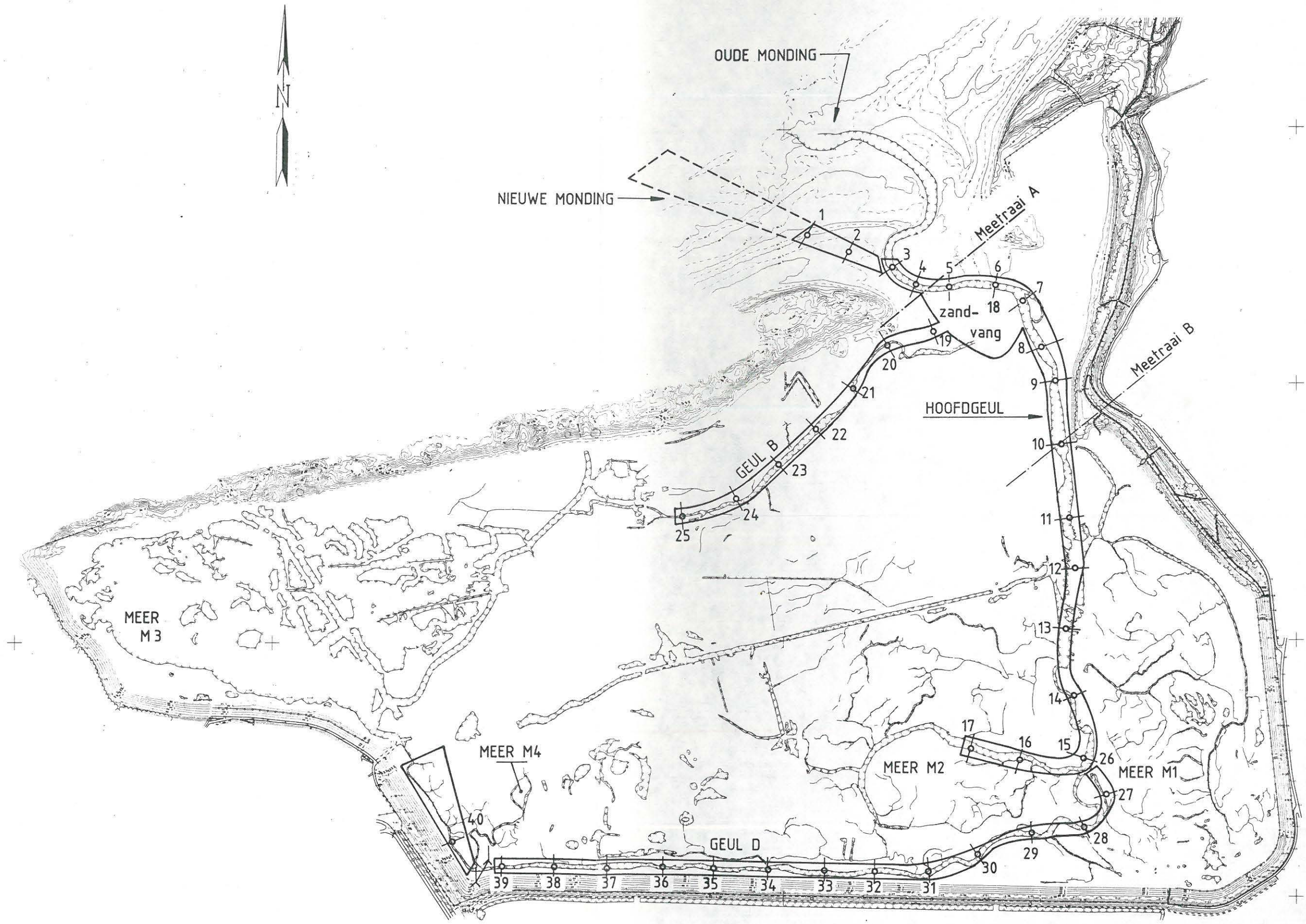
- Gemiddeld tij Invloed van het spuien
19. " Meetraai A
20. " Meetraai B
21. " Meren M1 en M2, uiteinden geulen B en D
22. " Geul B, sectie 21
23. " Geul D, sectie 30
24. " Waterpeil in meer M3 Snelheid en debiet in de spuiopening
25. " Maximale gemiddelde watersnelheid in de geulen
26. " Zandtransport per 2 getijden

27. Gemiddelde getijencyclus
28. Zandtransport bij gemiddelde getijencyclus



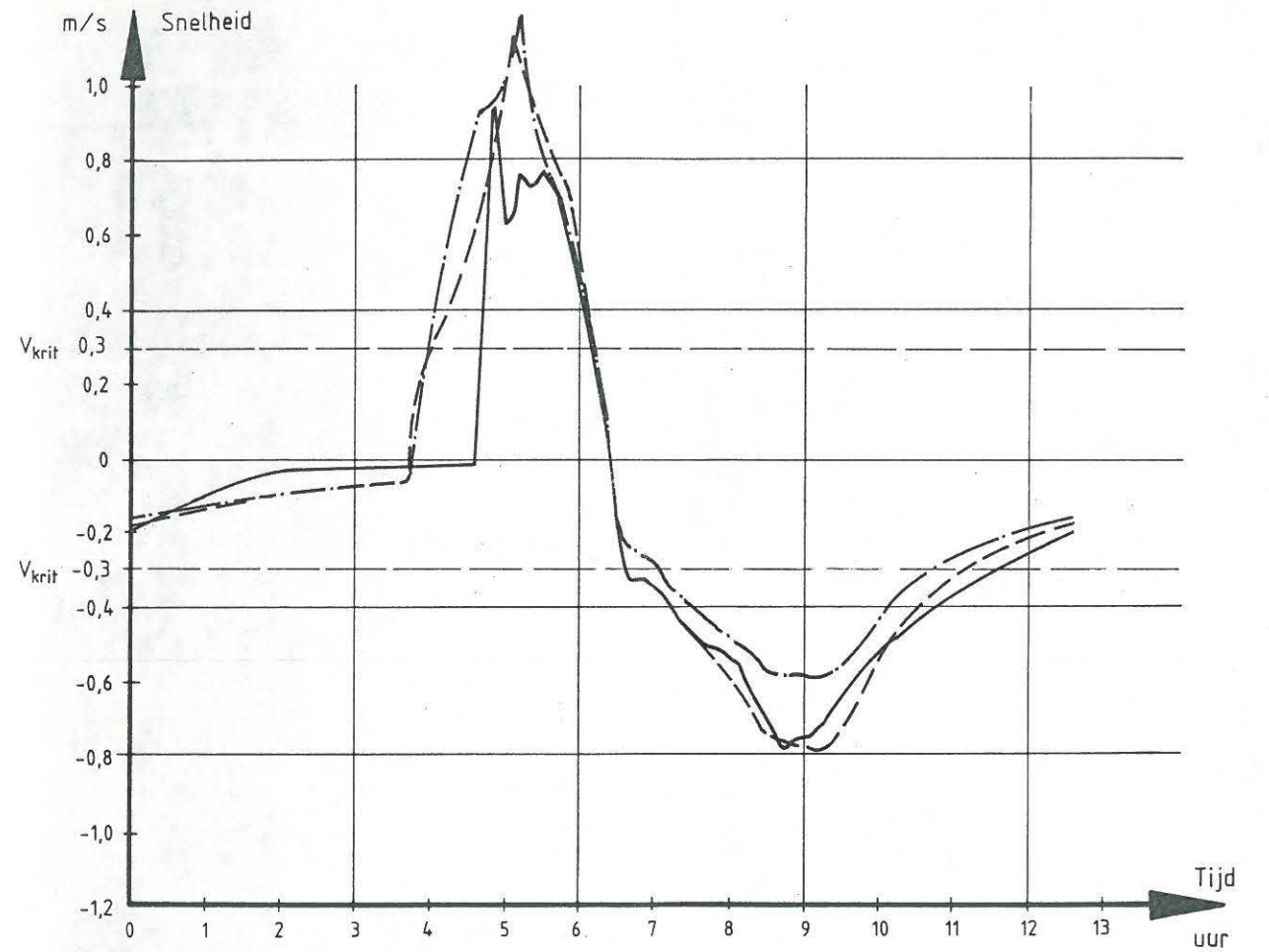
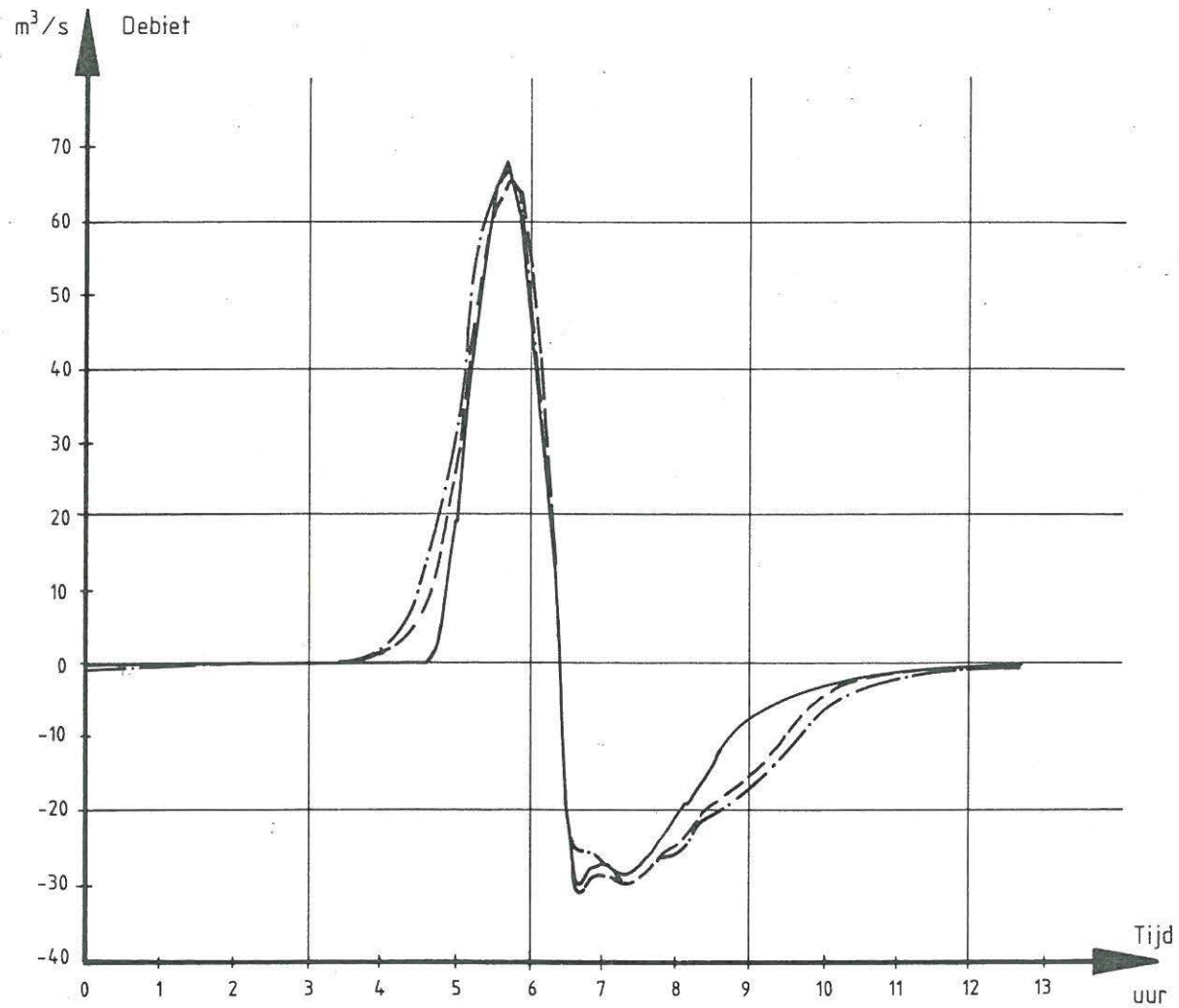
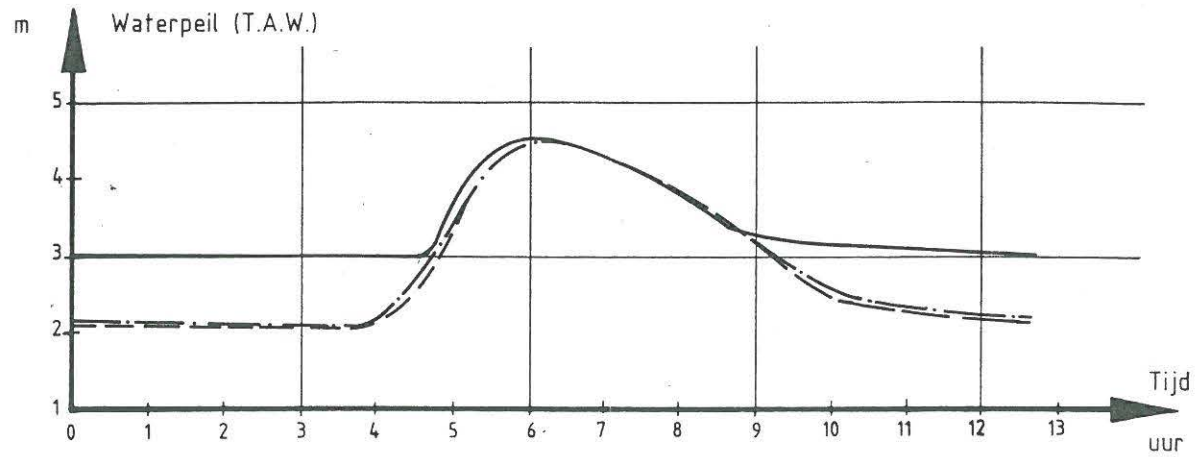
Schaal : 1/7500

HET BEREKENINGSNET

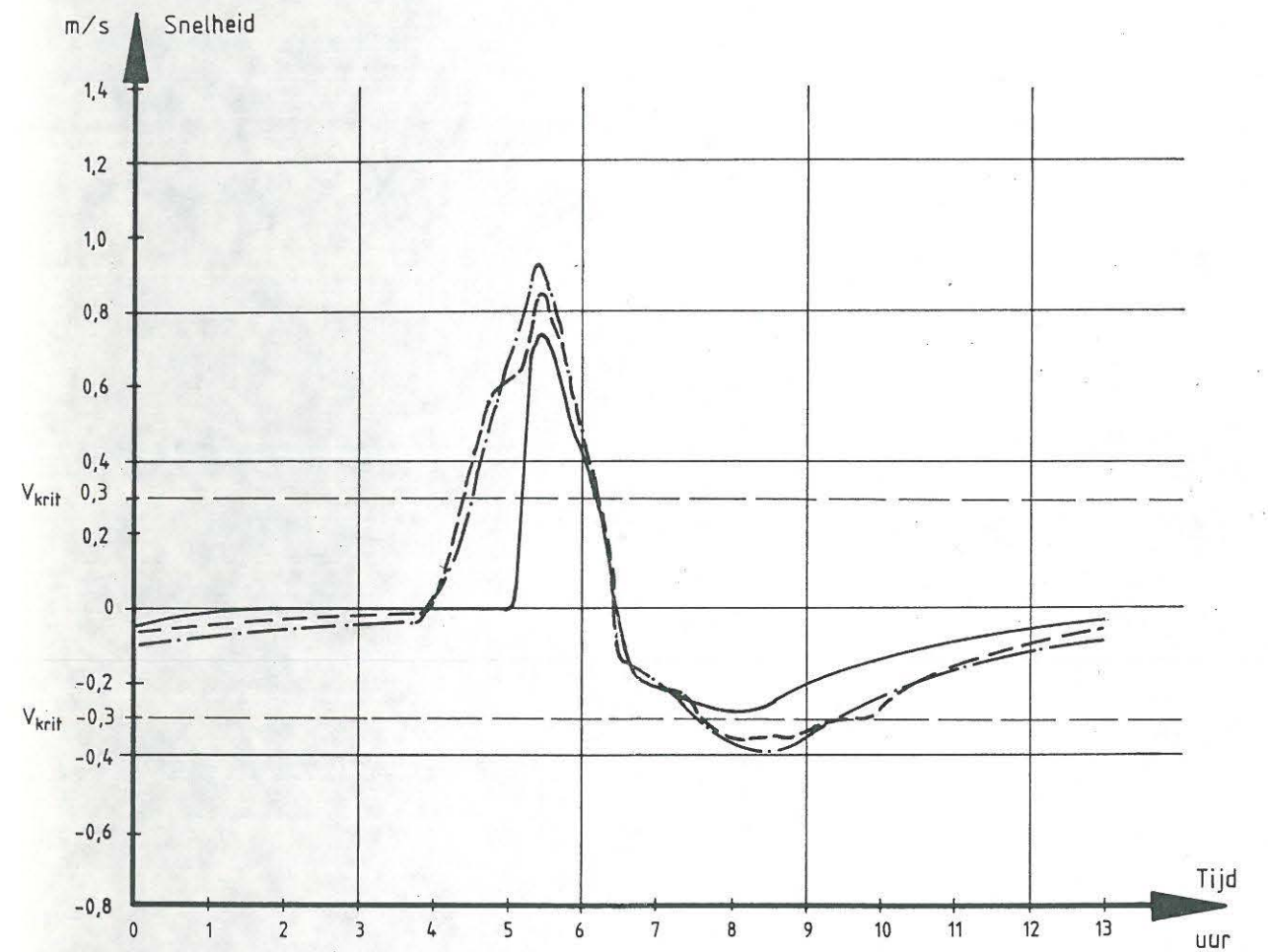
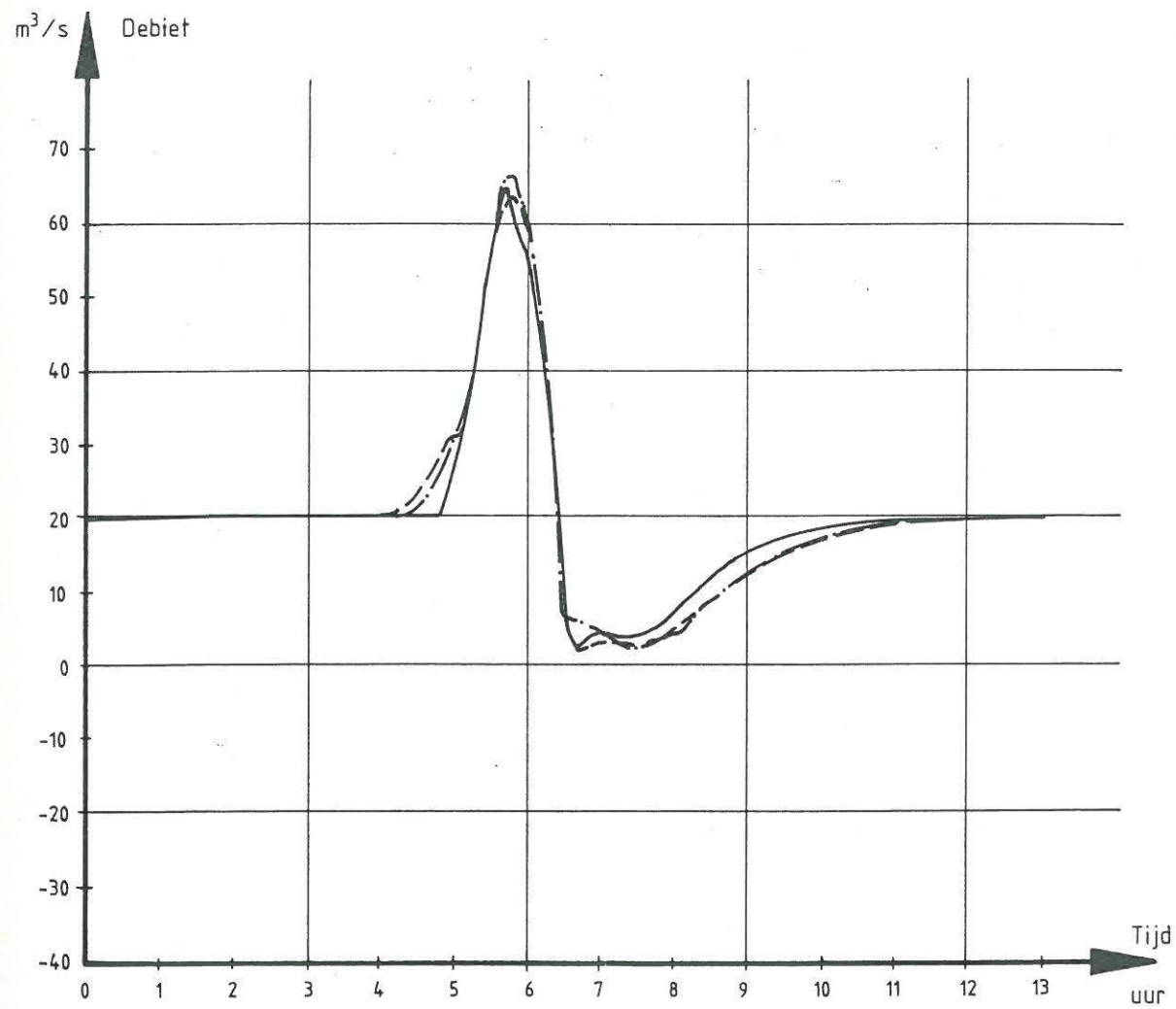
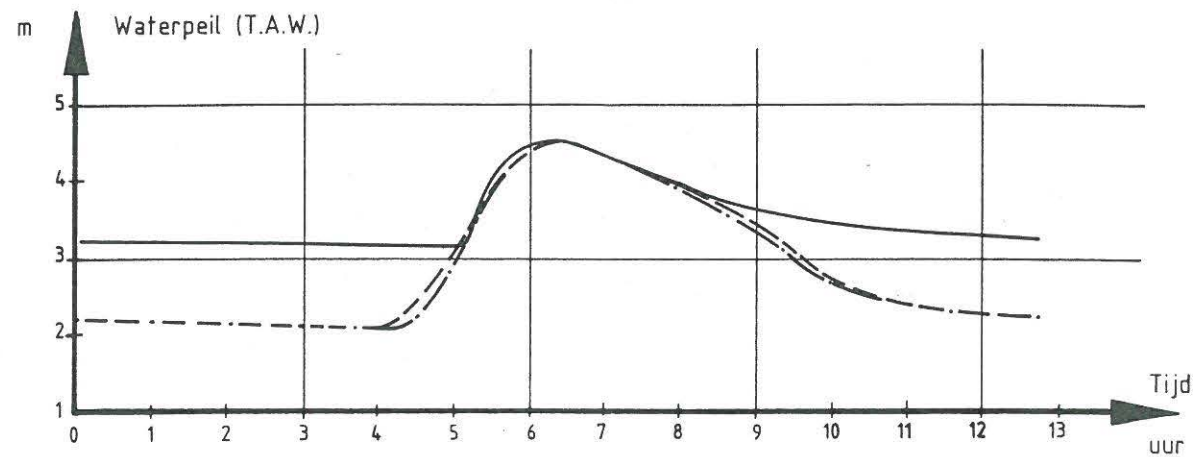


— T 0
- - - T 1
- · - · T 6

GEMIDDELD SPRINGTIJ — INVLOED van de ZANDVANG
MEETRAAI A



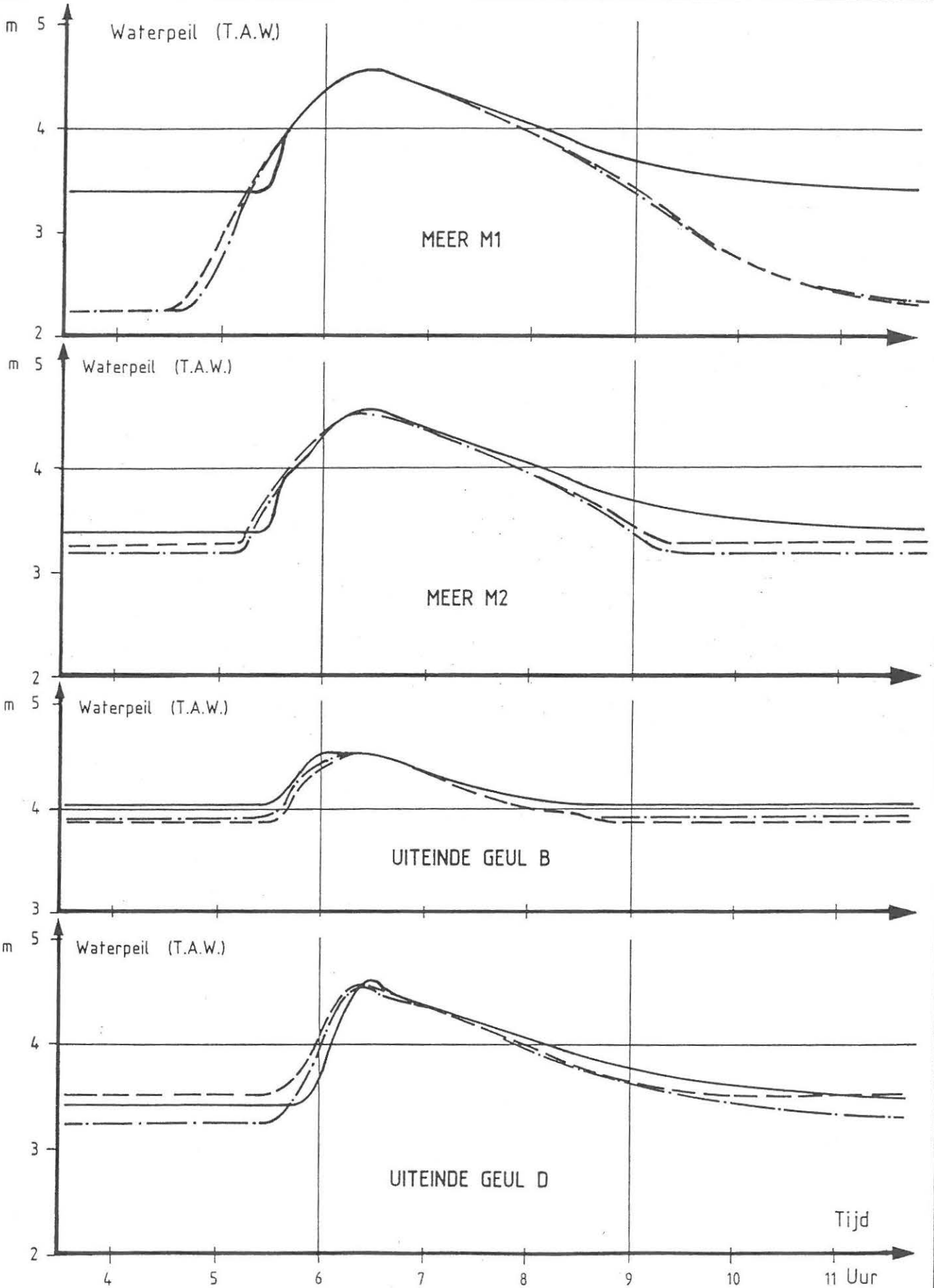
——— T 0
 - - - - T 1
 - · - · - T 6





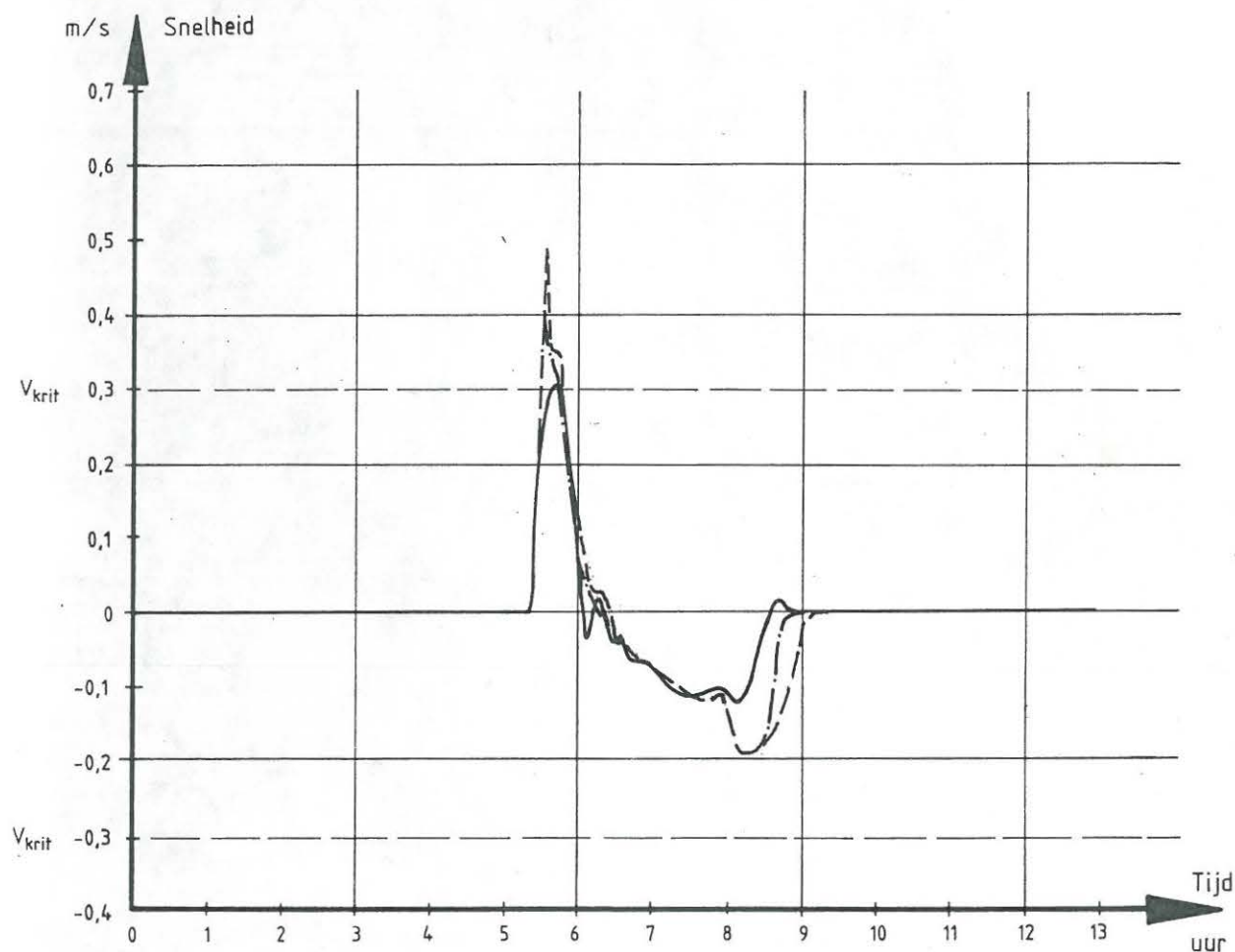
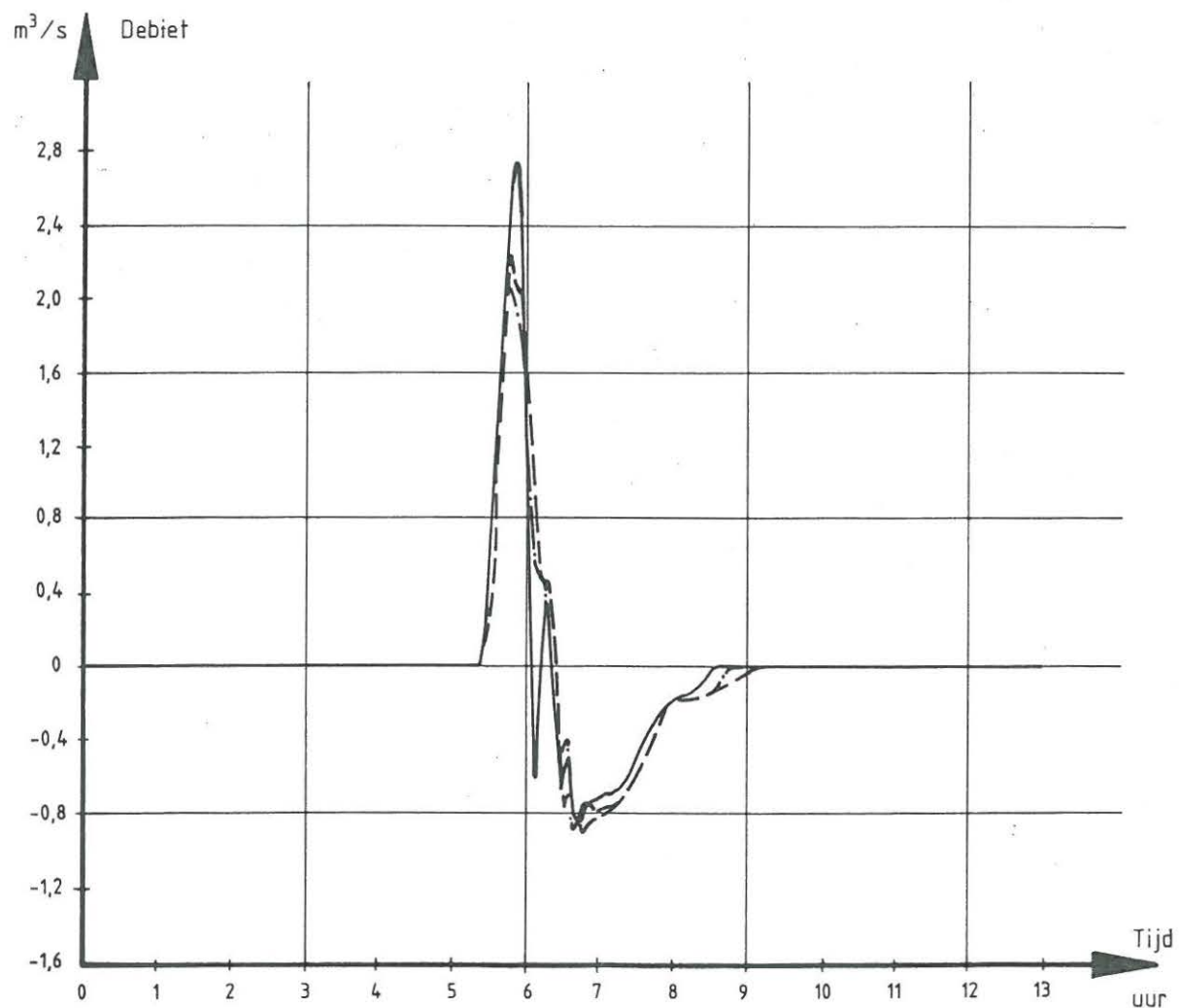
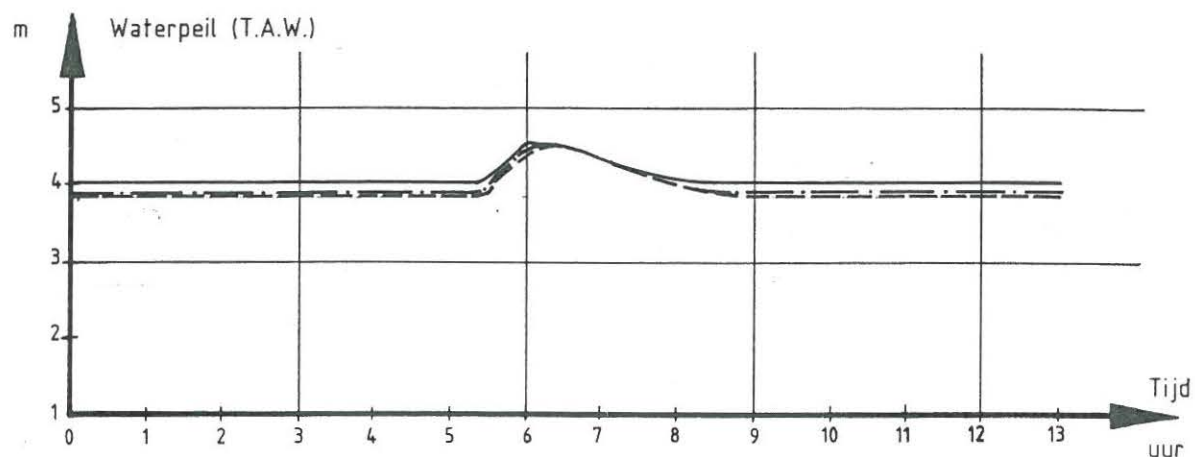
GEMIDDELD SPRINGTIJ — INVLOED van de ZANDVANG
MEREN M1 en M2, UITEINDEN GEULEN B en D

— T0
- - - T1
- · - · T6



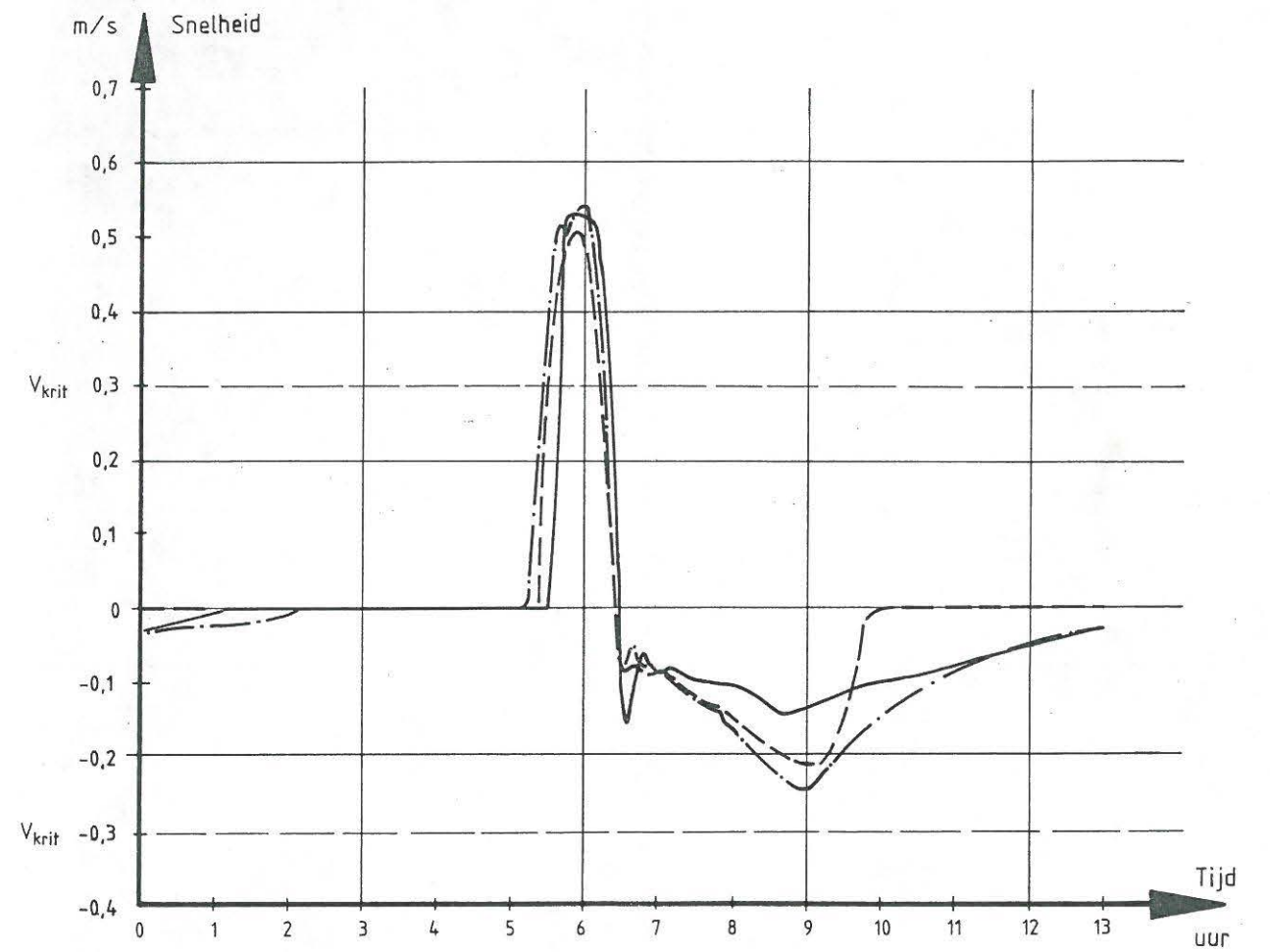
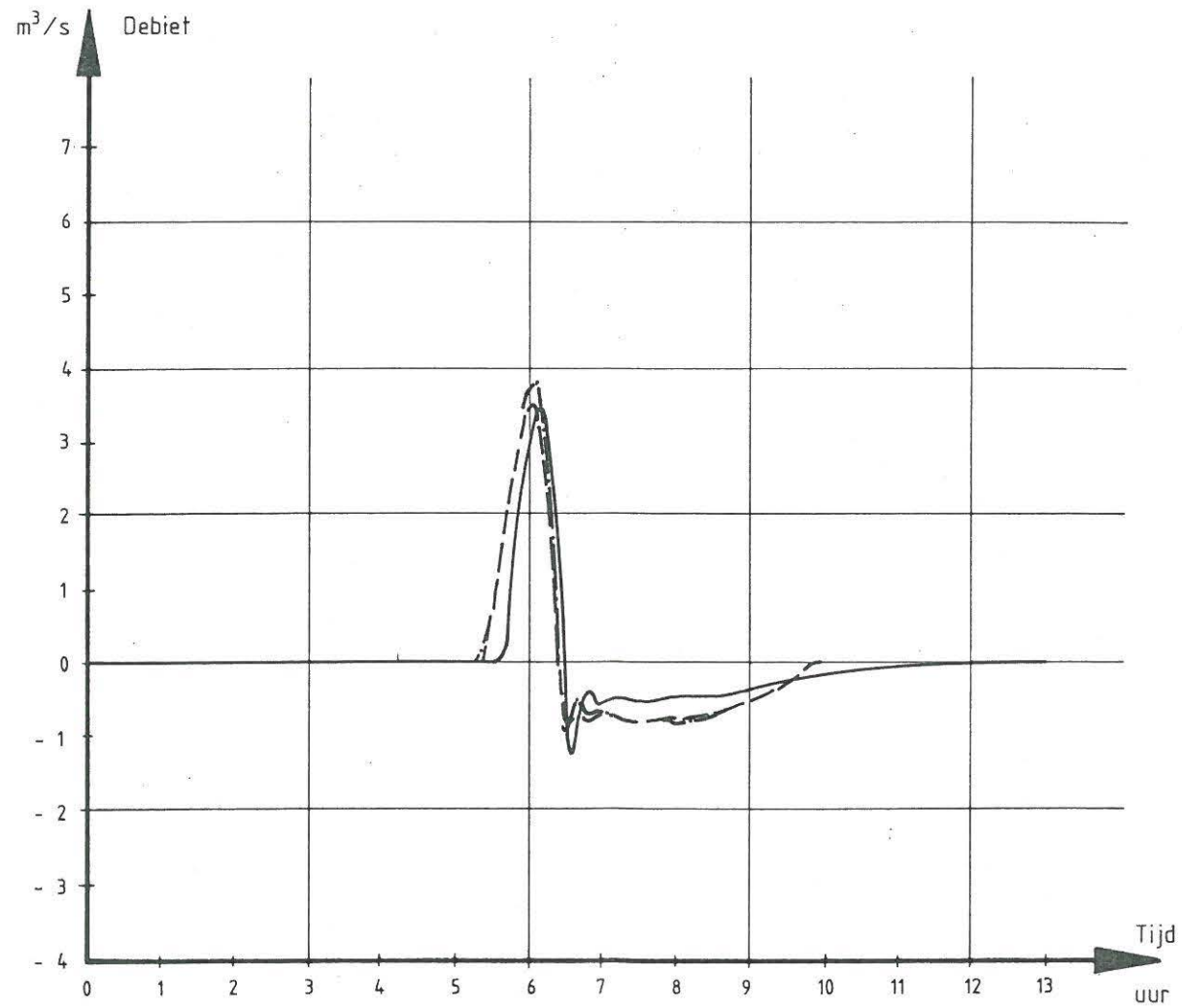
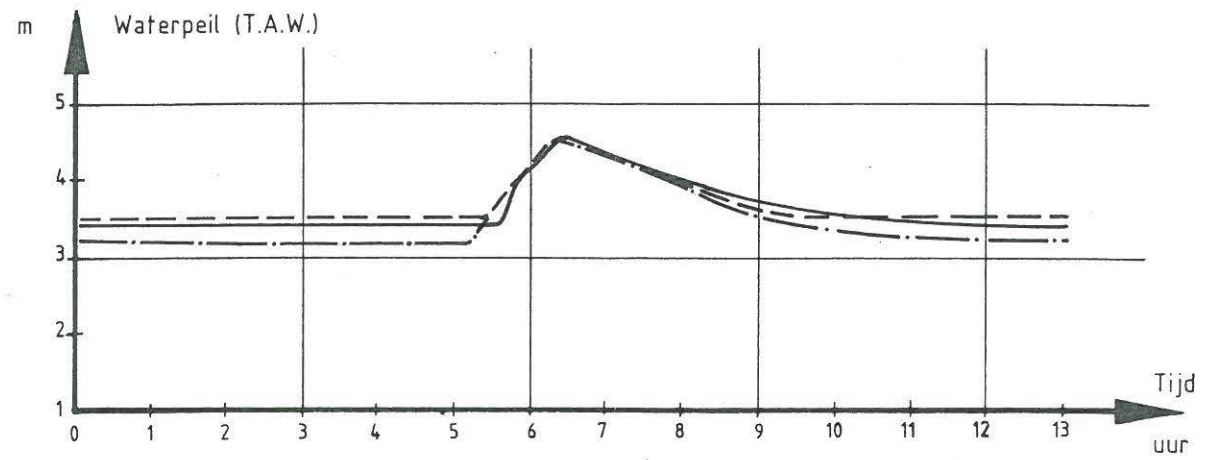
— T 0
- - - T 1
- · - · T 6

GEMIDDELD SPRINGTIJ — INVLOED van de ZANDVANG
GEUL B, SECTIE 21



— T 0
- - - T 1
- · - · - T 6

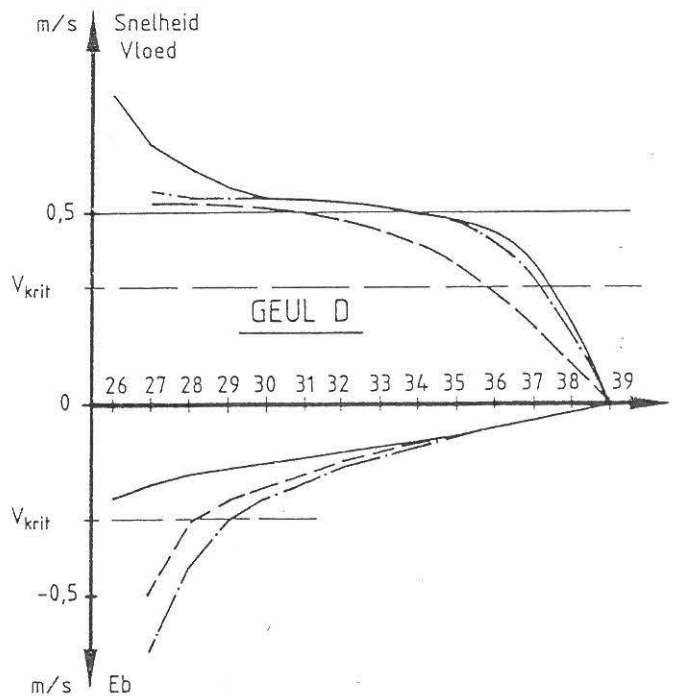
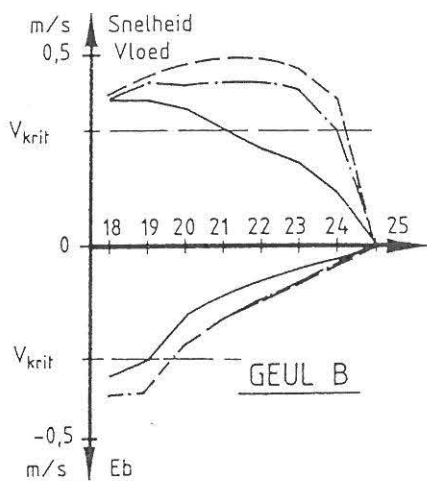
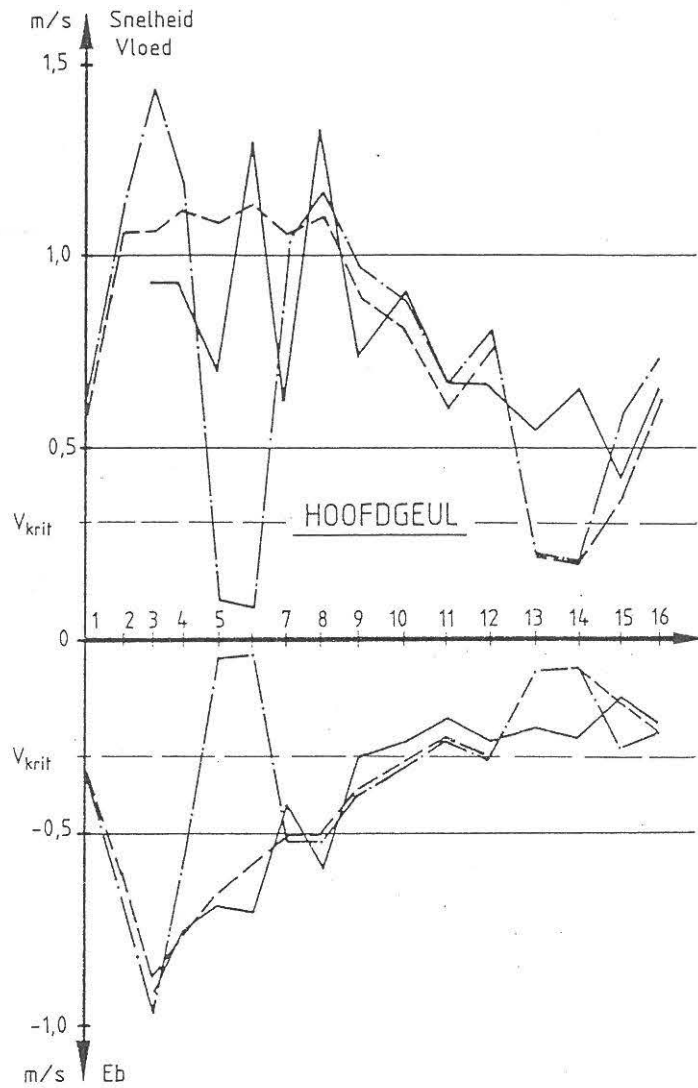
GEMIDDELD SPRINGTIJ — INVLOED van de ZANDVANG
GEUL D, SECTIE 30





- T 0
- - - T 1
- · - T 6

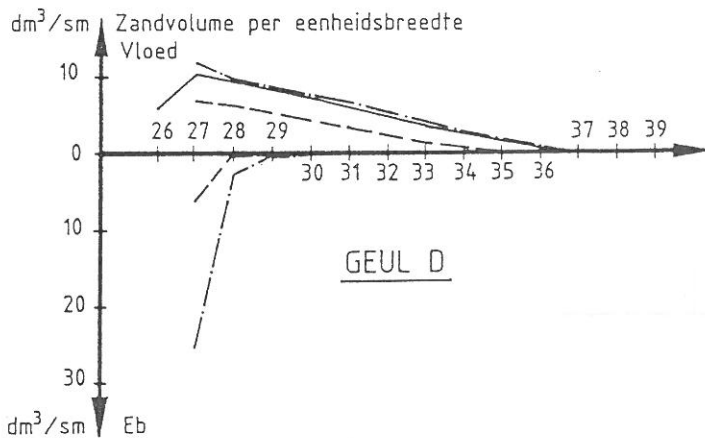
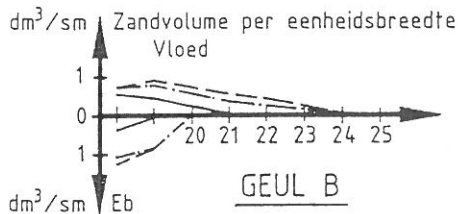
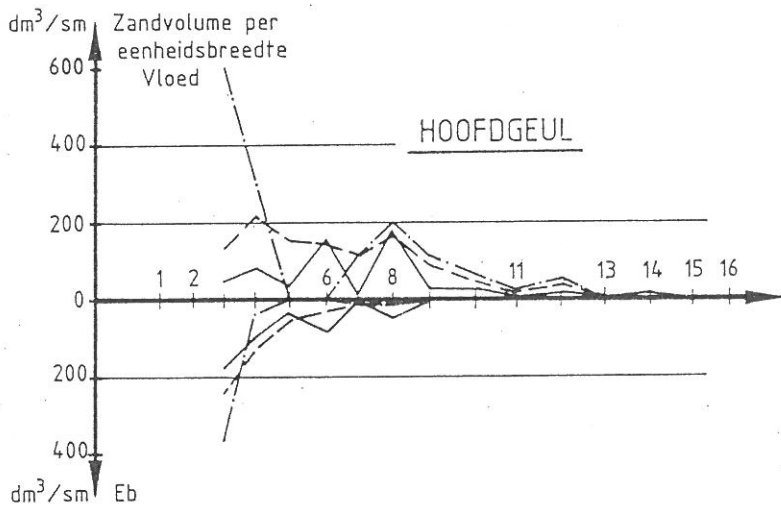
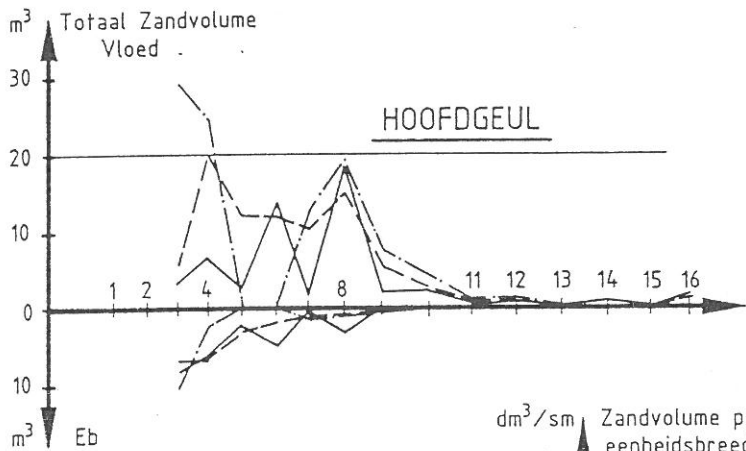
GEMIDDELD SPRINGTIJ — INVLOED van de ZANDVANG
MAXIMALE GEMIDDELDE WATERSNELHEID in de GEULEN





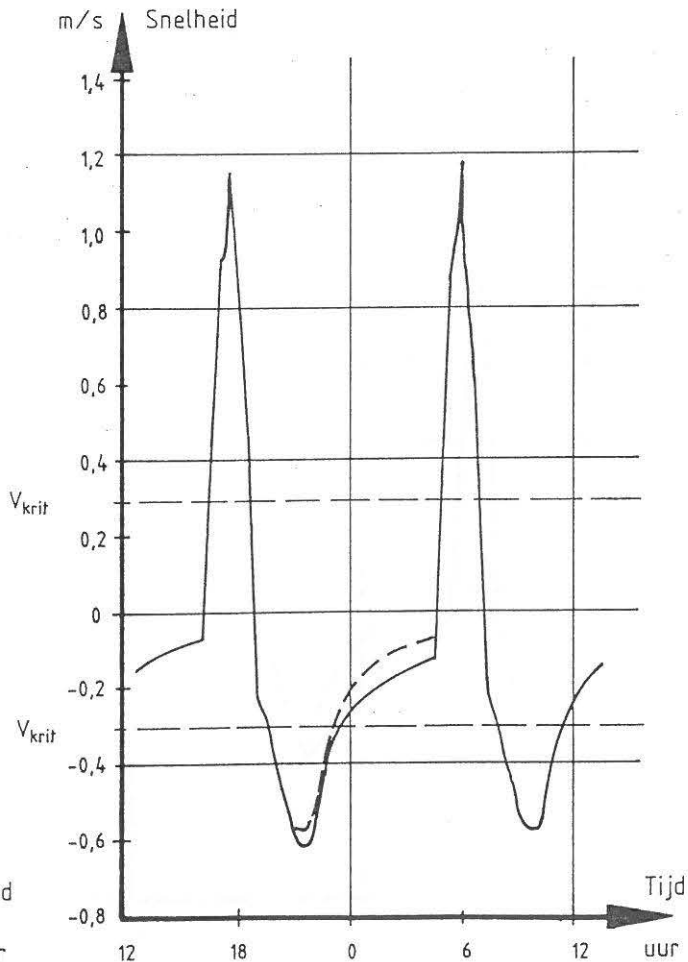
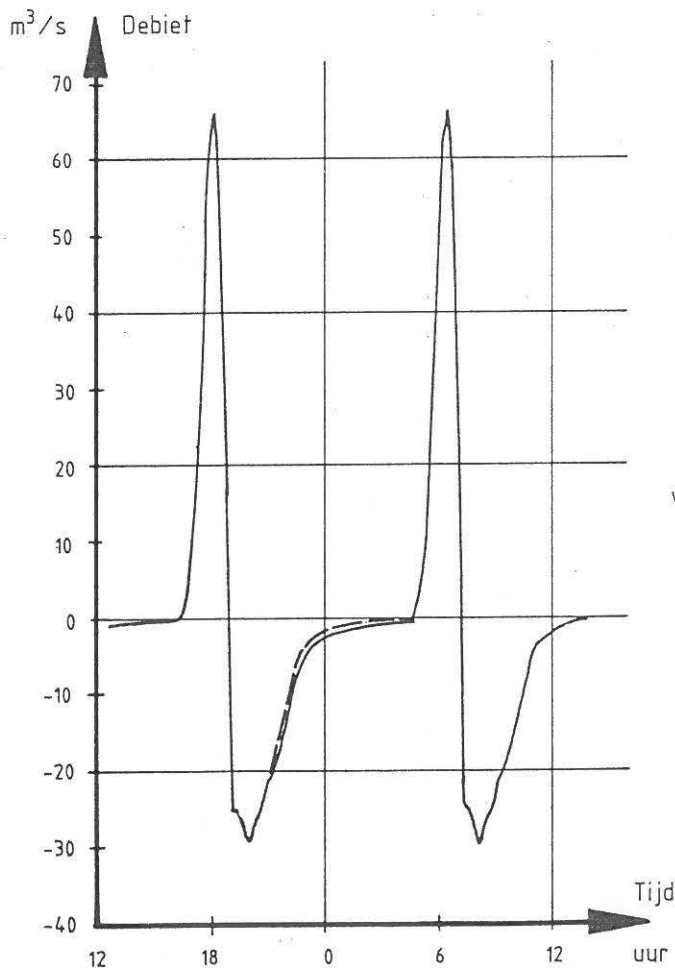
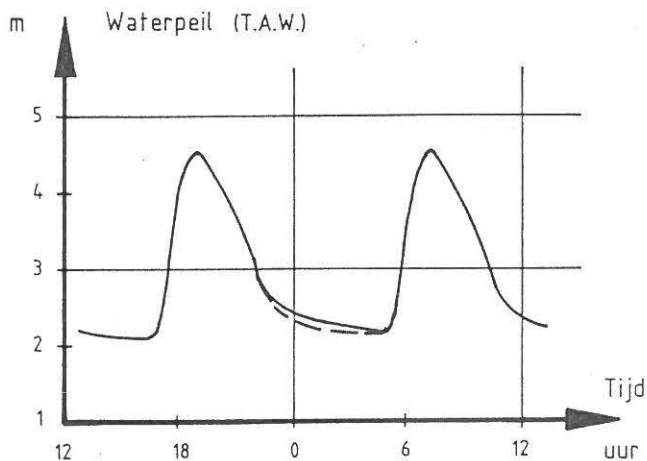
- T 0
- - - T 1
- · - T 6

GEMIDDELD SPRINGTIJ — INVLOED van de ZANDVANG
ZANDTRANSPORT PER GETIJ



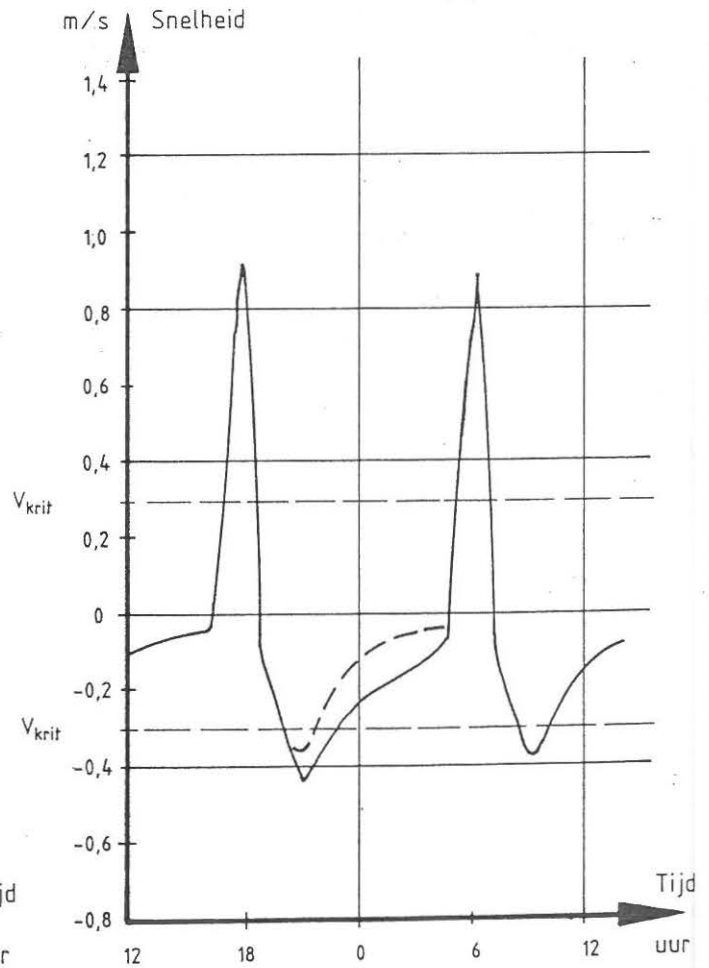
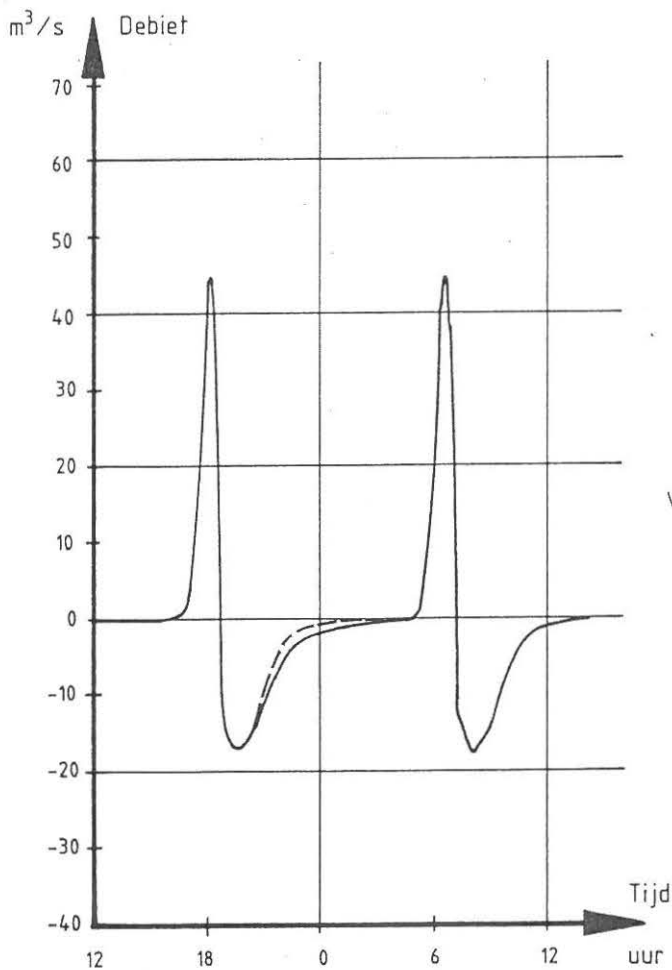
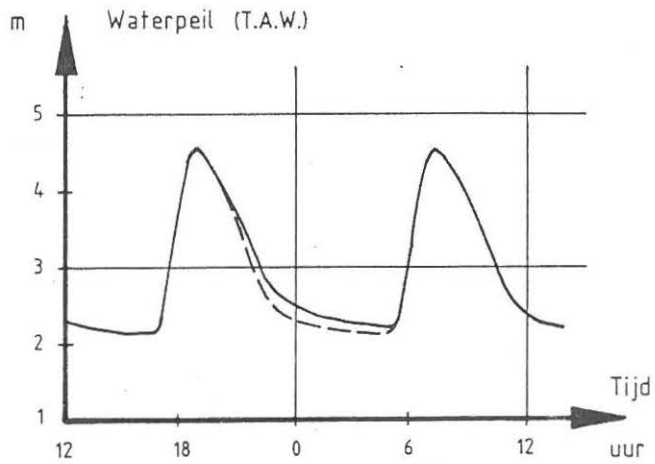
— — — — — MET spuien
- - - - - ZONDER spuien

GEMIDDELD SPRINGTIJ - INVLOED van het SPUIEN
MEETRAAI A



———— MET spuien
 - - - - ZONDER spuien

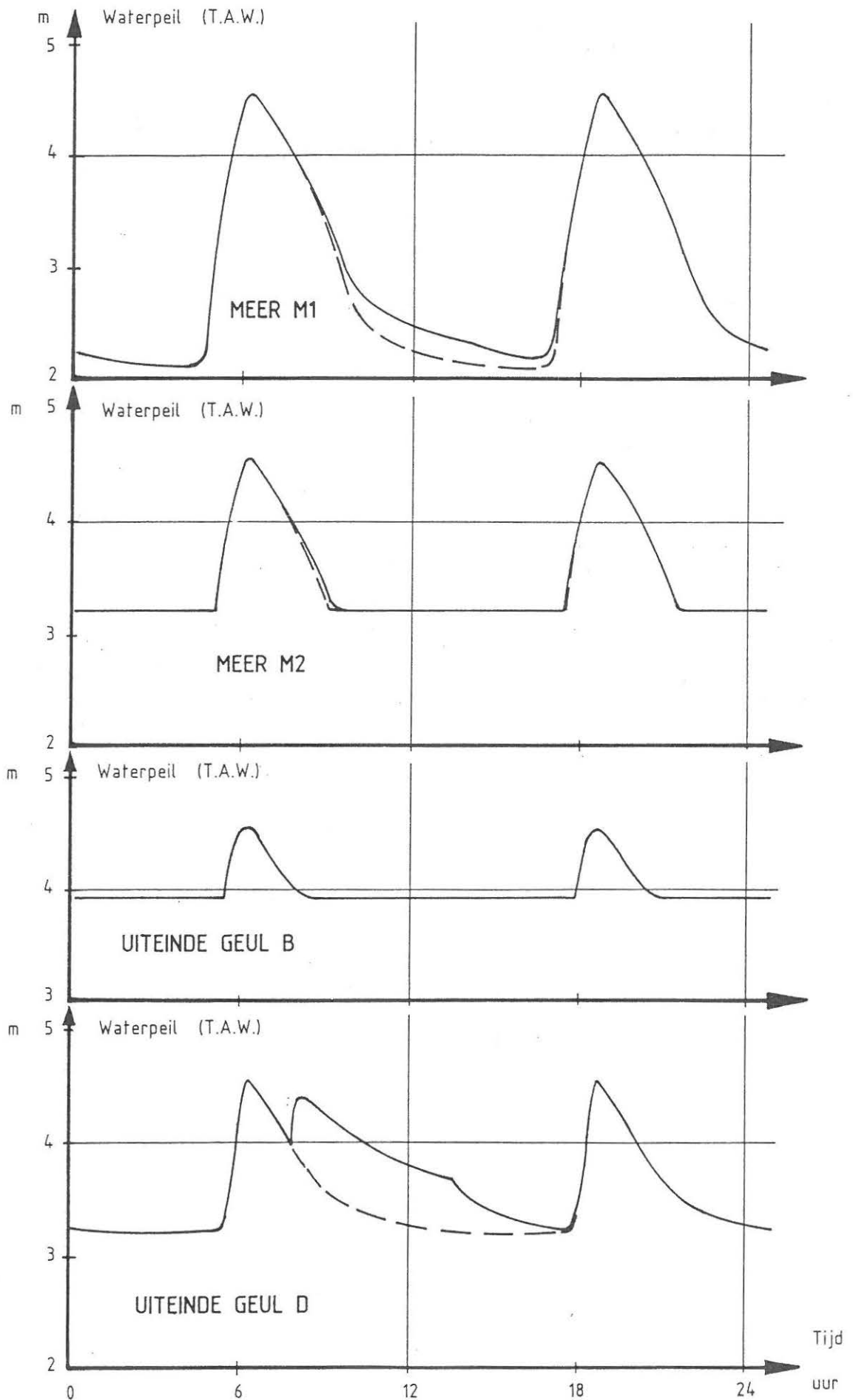
GEMIDDELD SPRINGTIJ - INVLOED van het SPUIEN
MEETRAAI B





— — — — — MET spuien
- - - - - ZONDER spuien

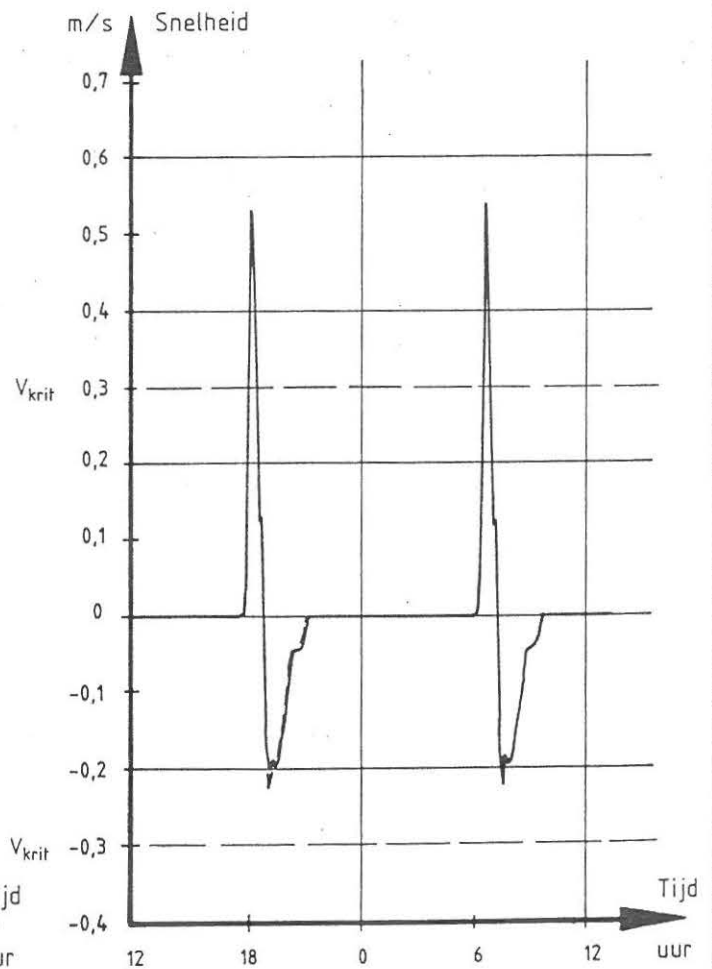
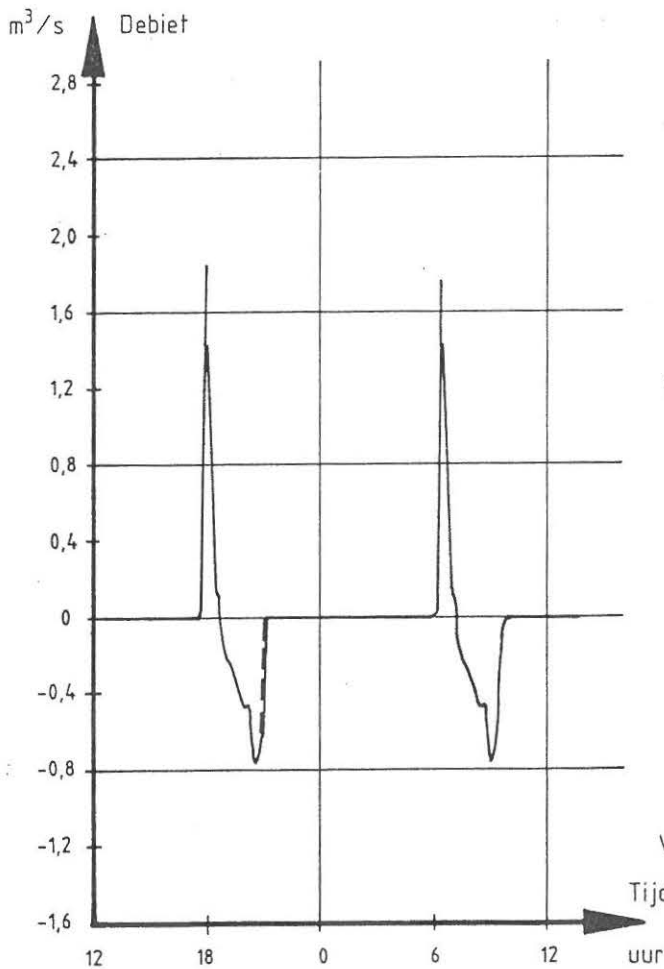
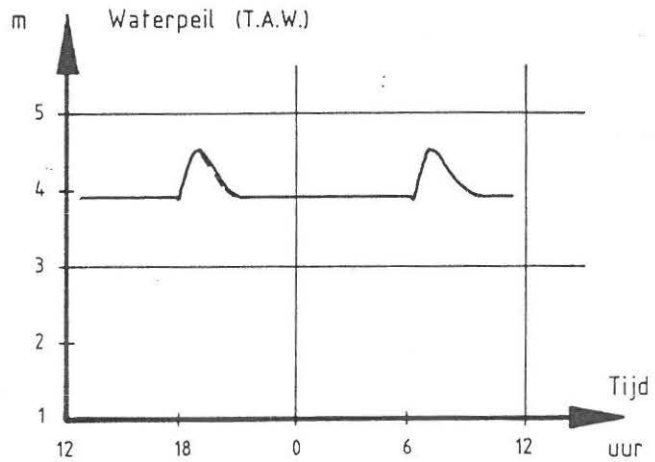
GEMIDDELD SPRINGTIJ — INVLOED van het SPUIEN
MEREN M1 en M2, UITEINDEN GEULEN B en D





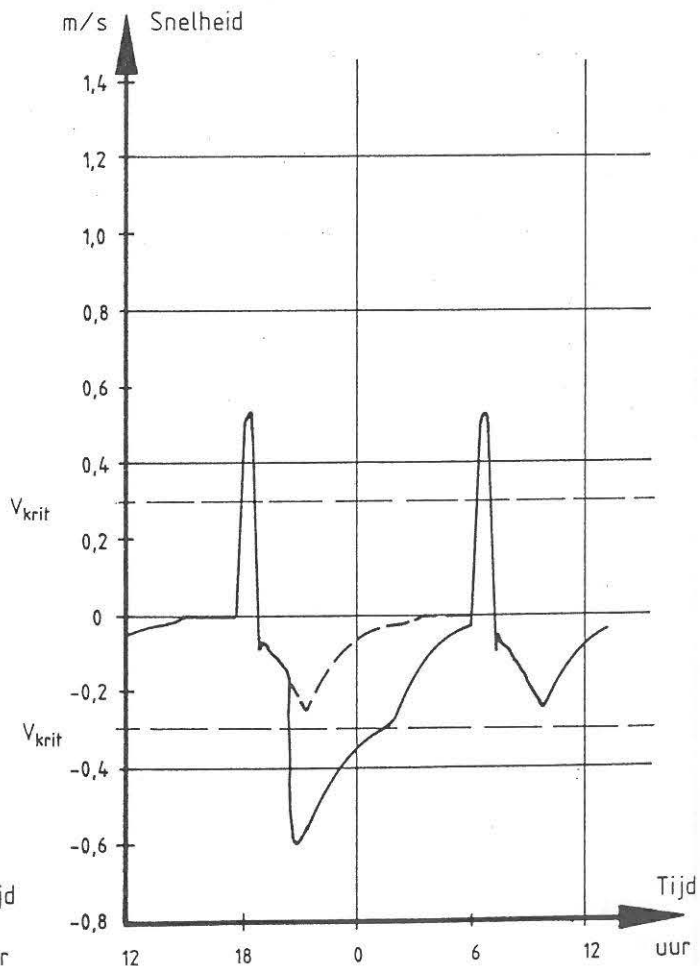
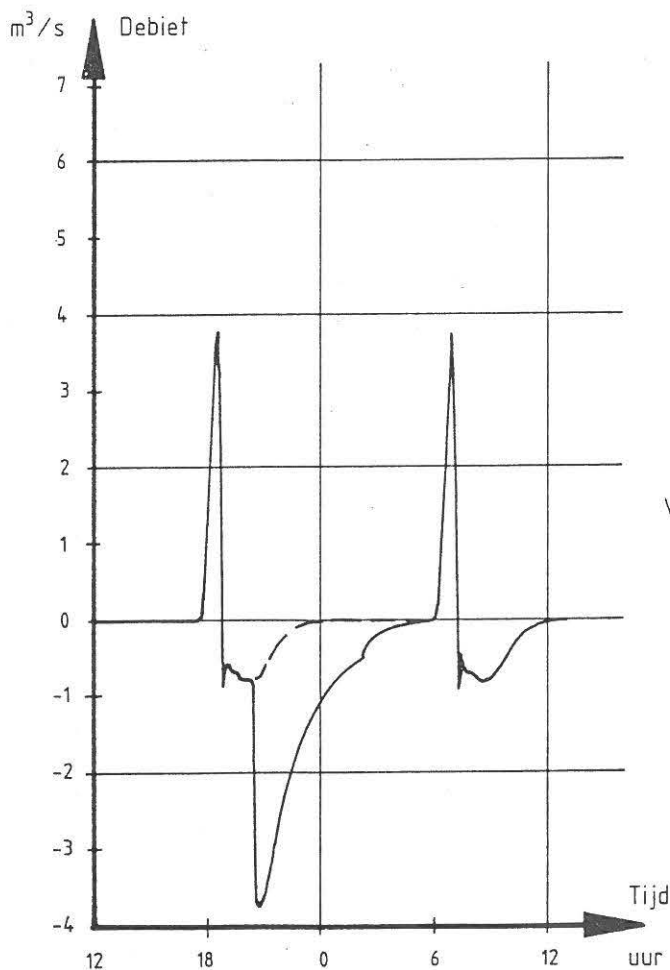
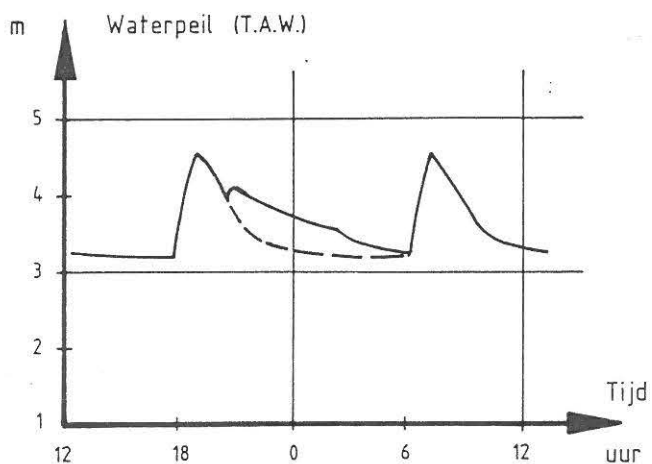
— — — — — MET spuien
- - - - - ZONDER spuien,

GEMIDDELD SPRINGTIJ - INVLOED van het SPUIEN
GEUL B, SECTIE 21



———— MET spuien
 - - - - ZONDER spuien

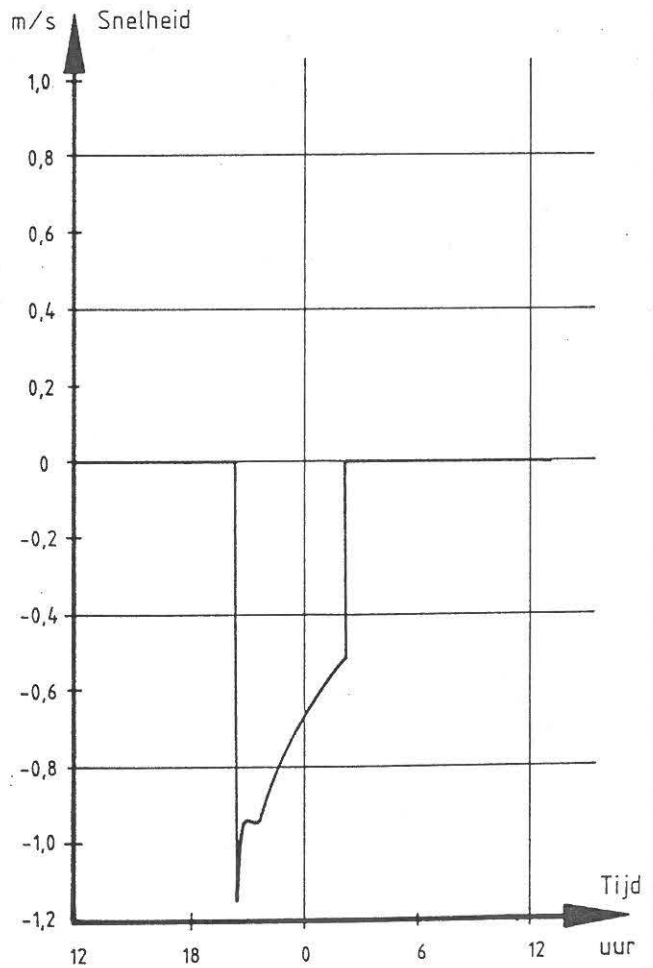
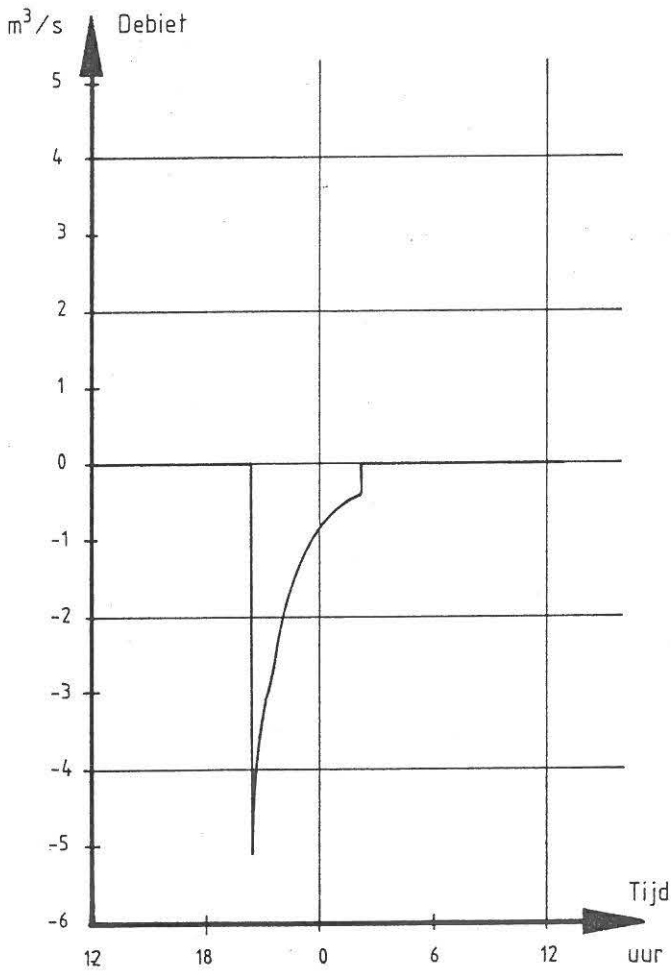
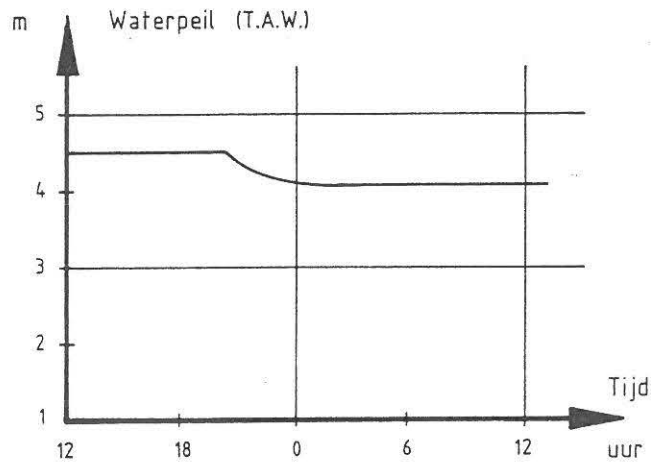
GEMIDDELD SPRINGTIJ - INVLOED van het SPUIEN
 GEUL D, SECTIE 30





— — — — — MET spuien
- - - - - ZONDER spuien

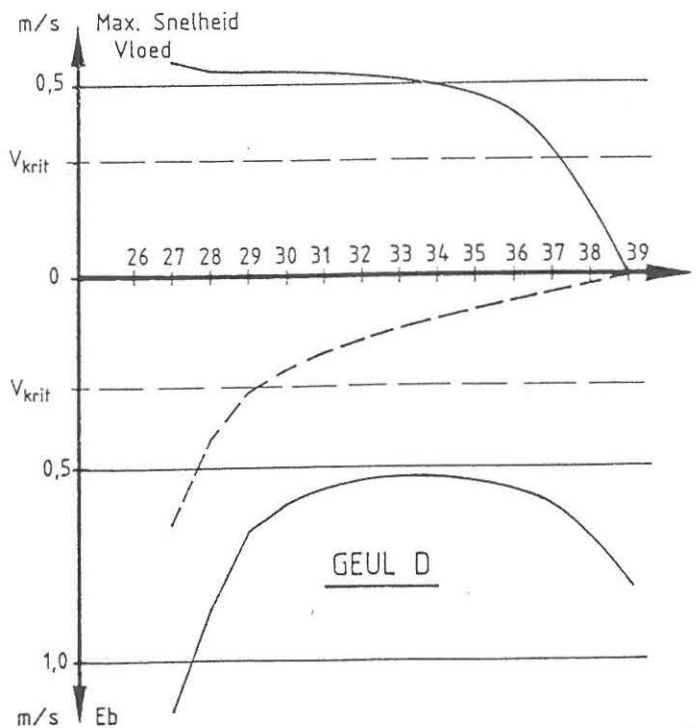
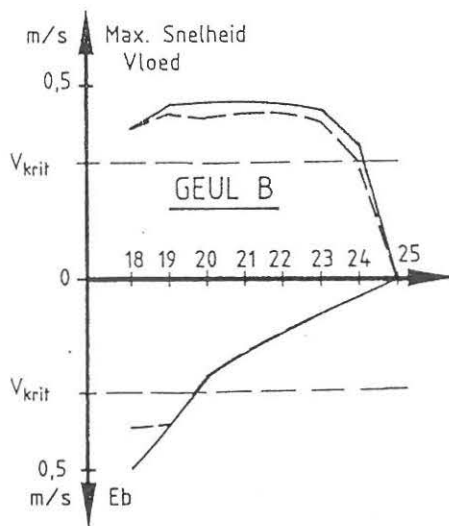
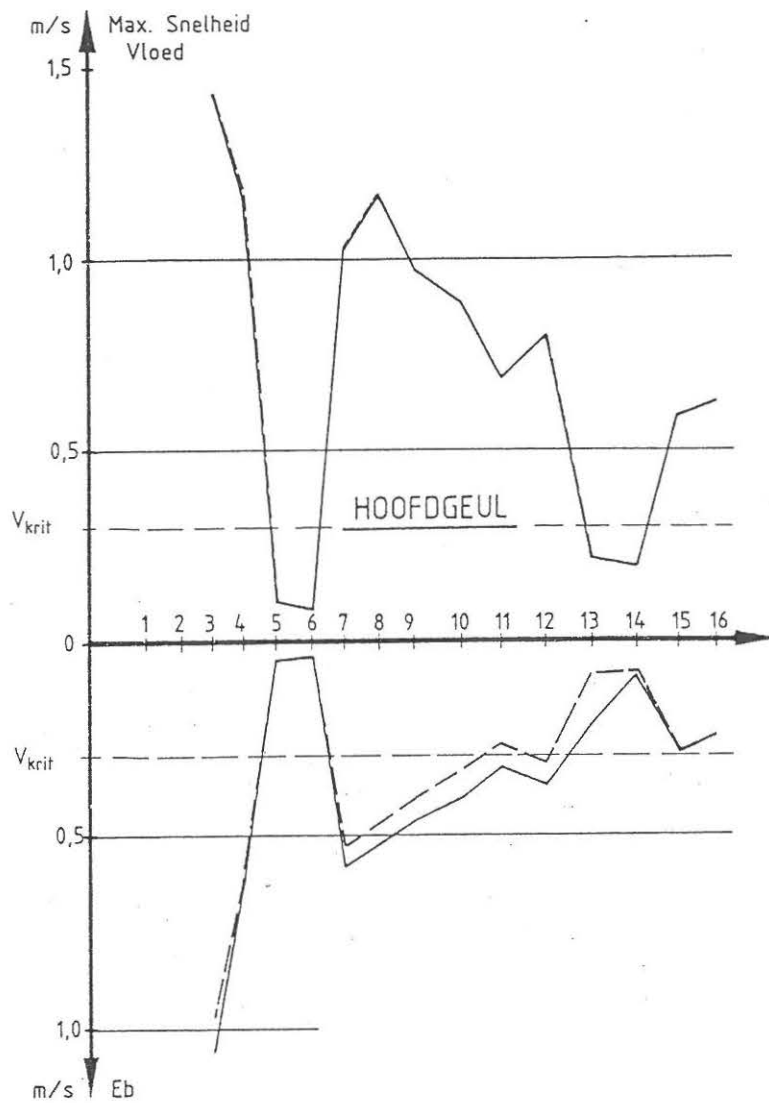
GEMIDDELD SPRINGTIJ - INVLOED van het SPUIEN
WATERPEIL IN MEER M3
SNELHEID EN DEBIET IN DE SPUIOPENING





— MET Spuien
- - - ZONDER Spuien

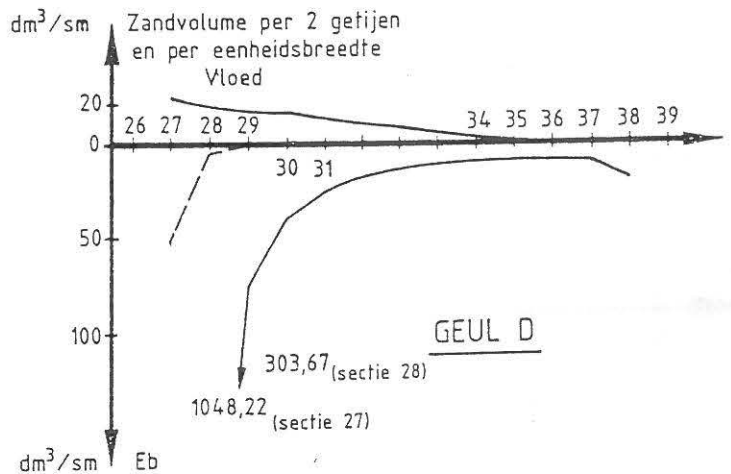
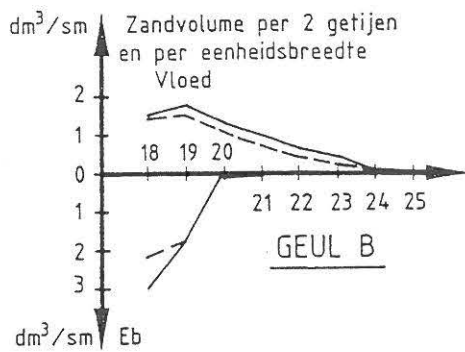
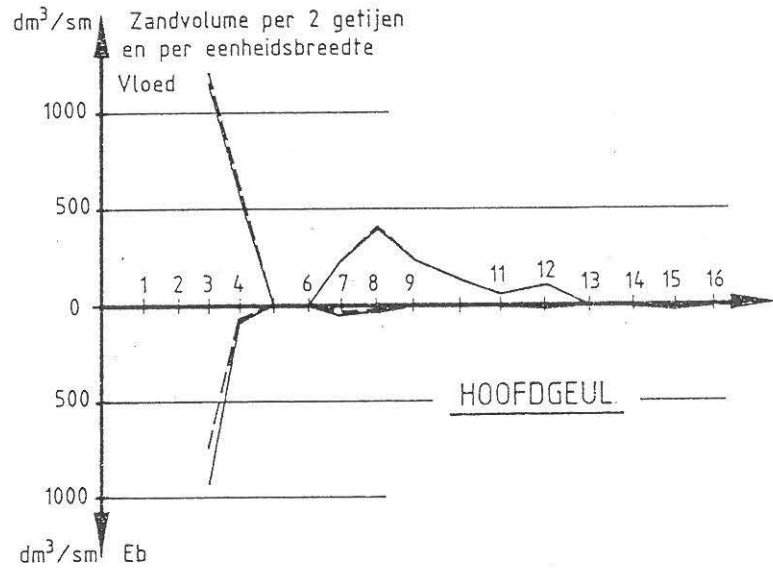
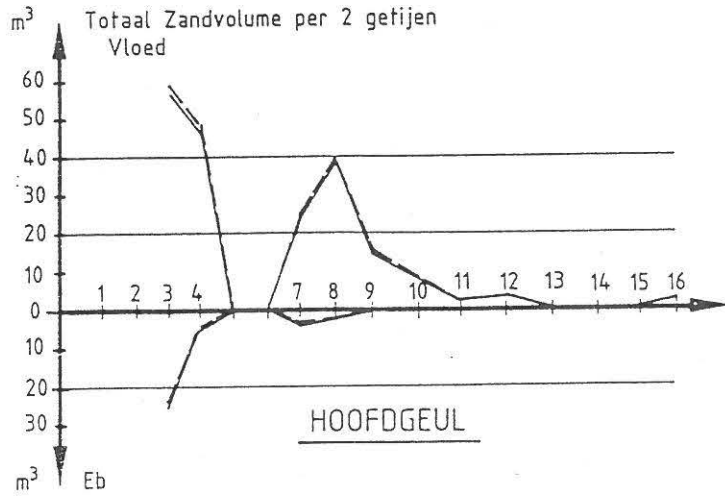
GEMIDDELD SPRINGTIJ — INVLOED van het SPUIEN
MAXIMALE GEMIDDELDE WATERSNELHEID in de GEULEN





— MET Spuien
- - - ZONDER Spuien

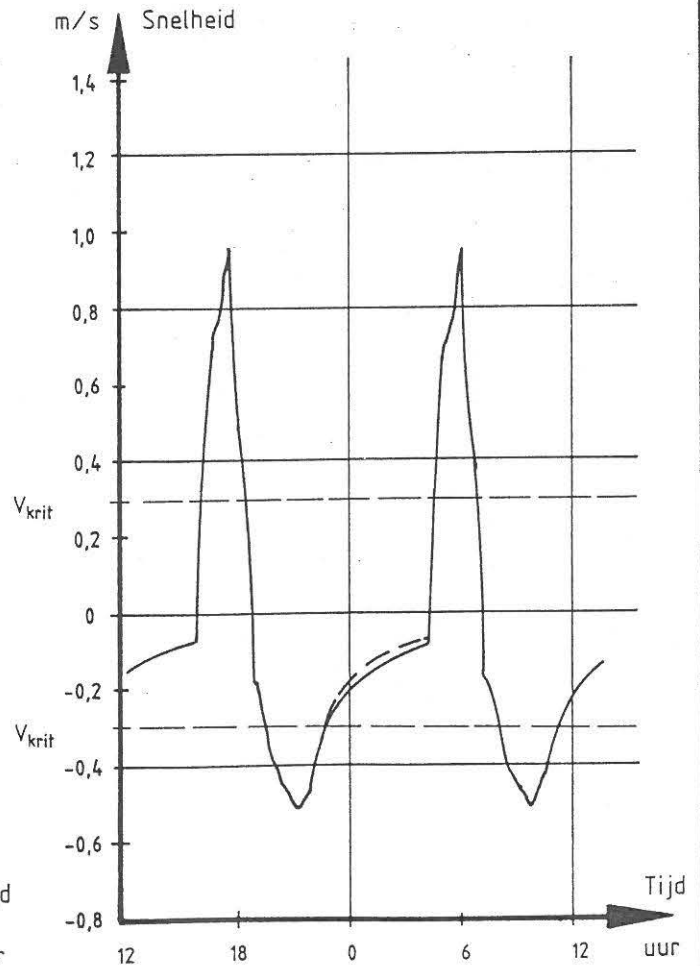
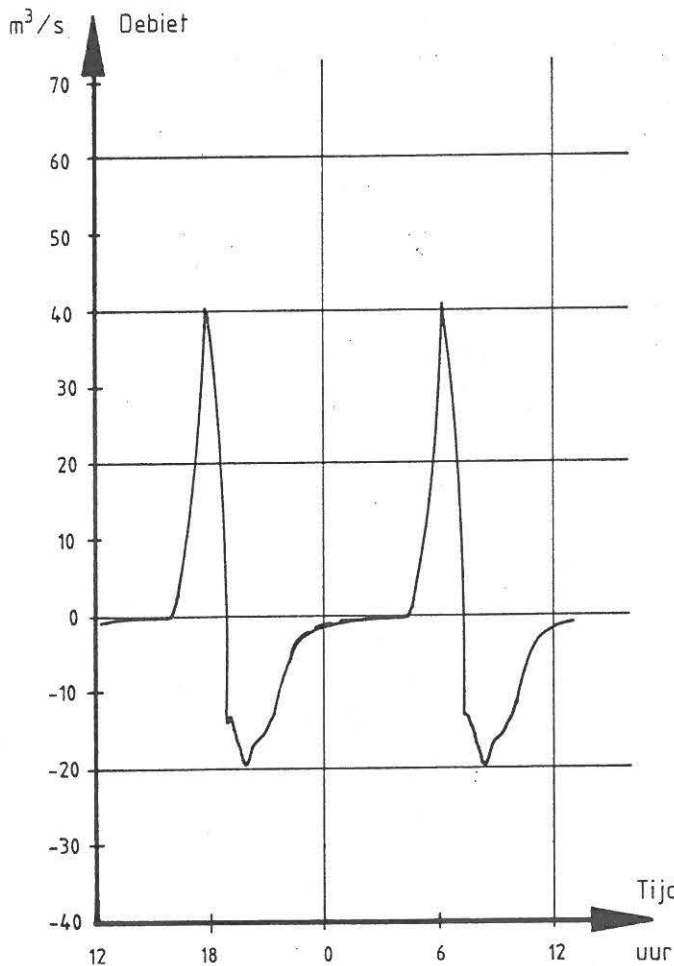
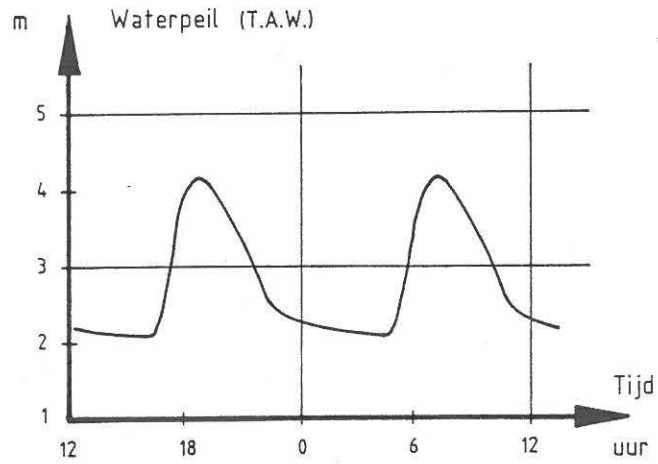
GEMIDDELD SPRINGTIJ — INVLOED van het SPUIEN
ZANDTRANSPORT PER 2 GETIEN





— — — — — MET spuien
- - - - - ZONDER spuien

GEMIDDELD TIJ - INVLOED van het SPUIEN
MEETRAAI A

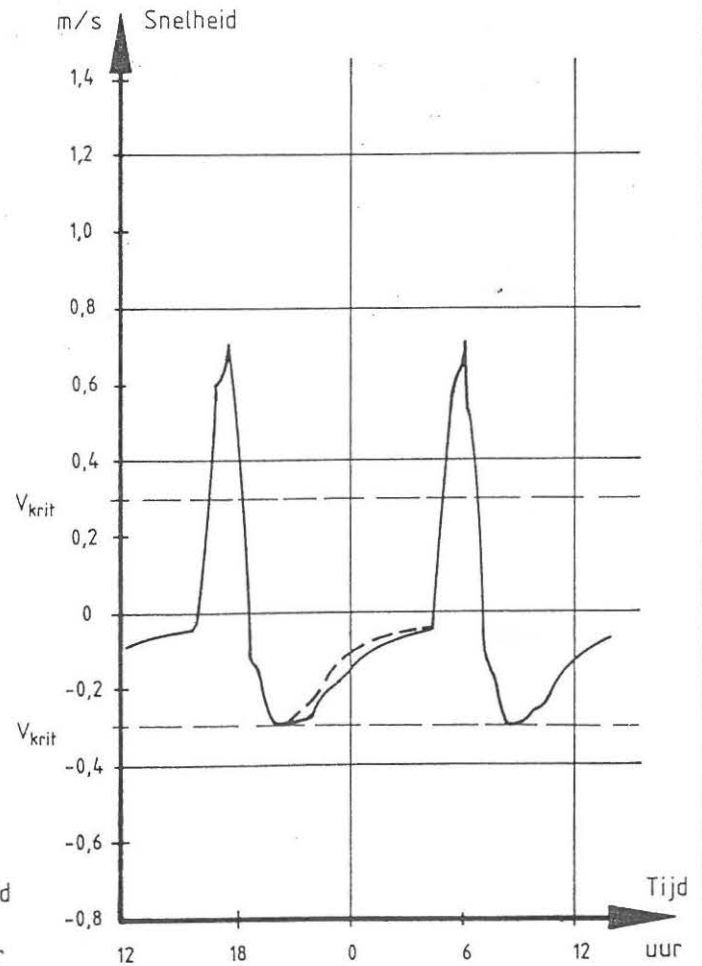
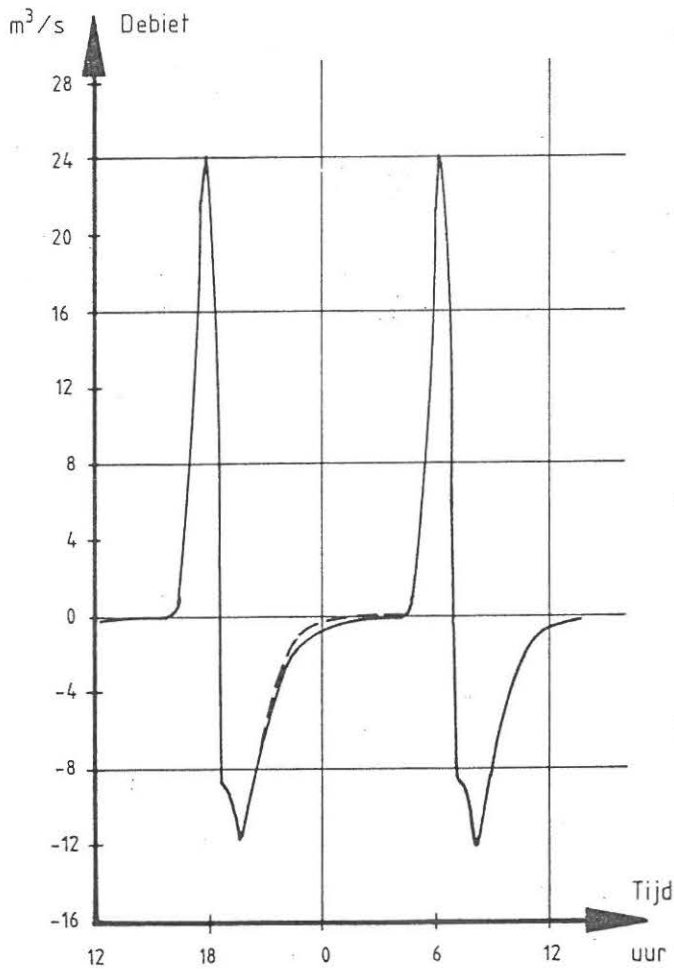
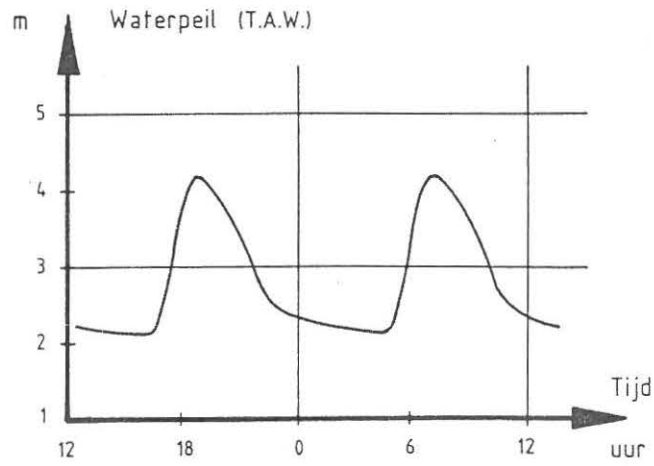




— — — — — MET spuien
- - - - - ZONDER spuien

GEMIDDELD TIJ
MEETRAAI B

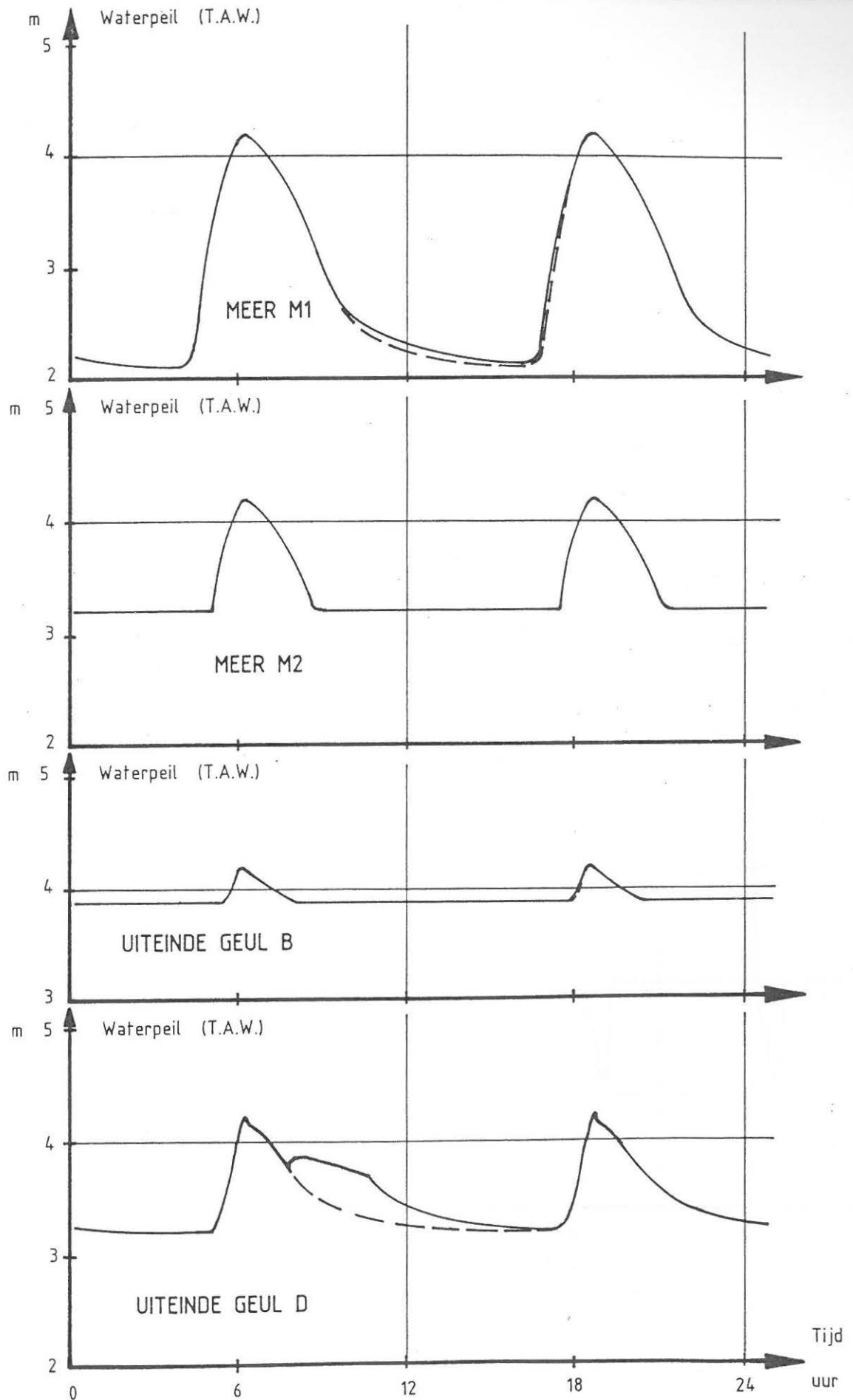
— INVLOED van het SPUIEN





— MET spuien
- - - ZONDER spuien

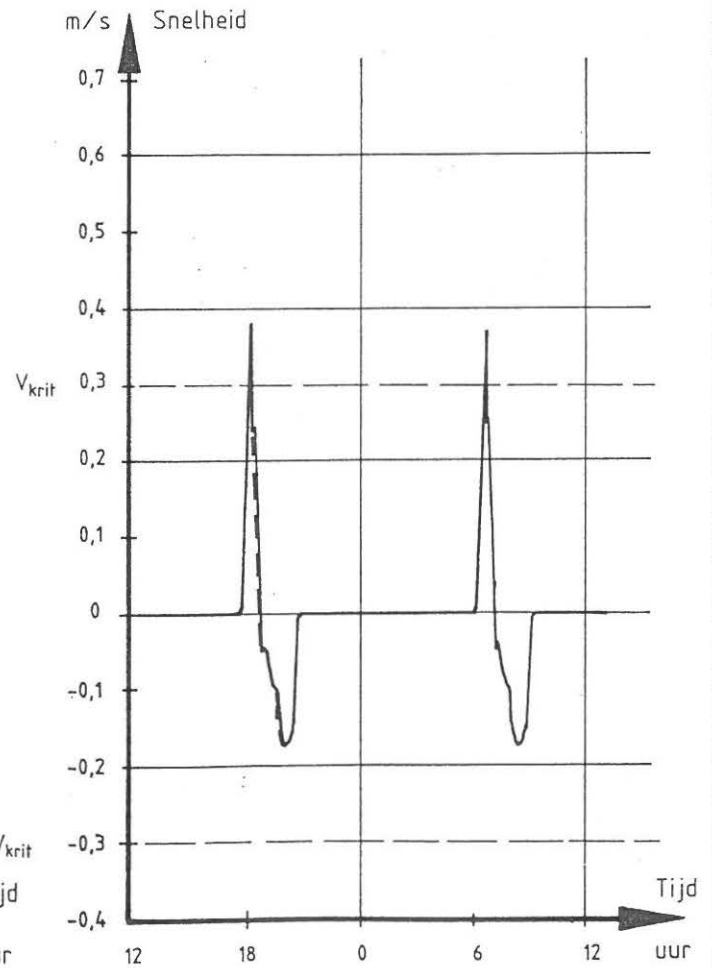
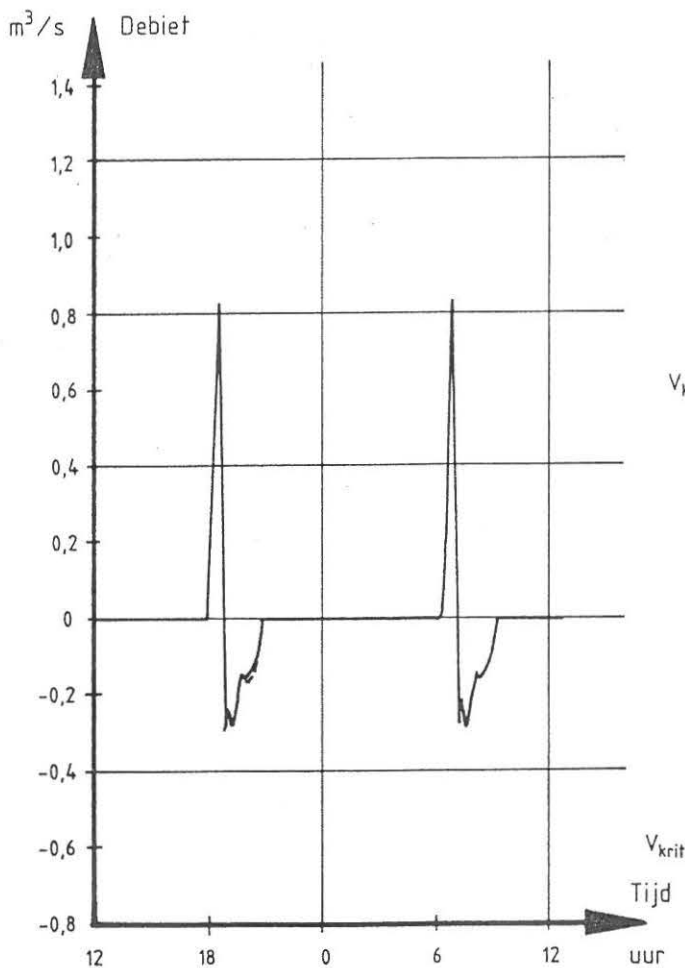
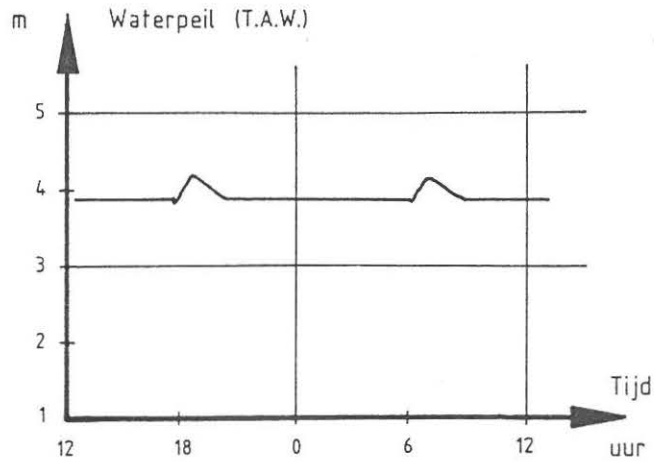
GEMIDDELD TIJ — INVLOED van het SPUIEN
MEREN M1 en M2, UITEINDEN GEULEN B en D





— — — — — MET spuien
- - - - - ZONDER spuien

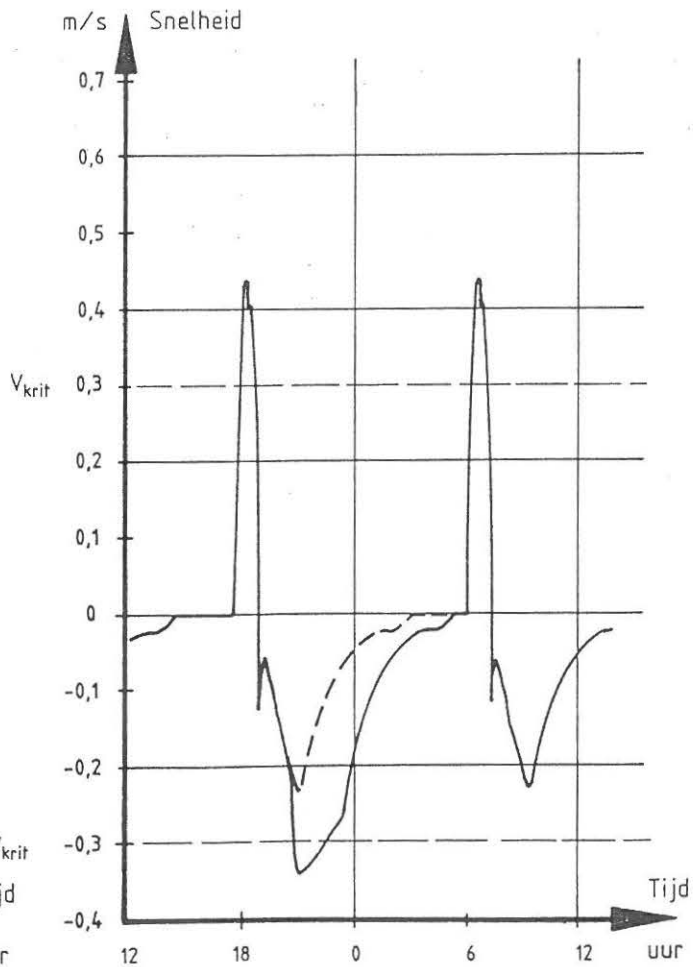
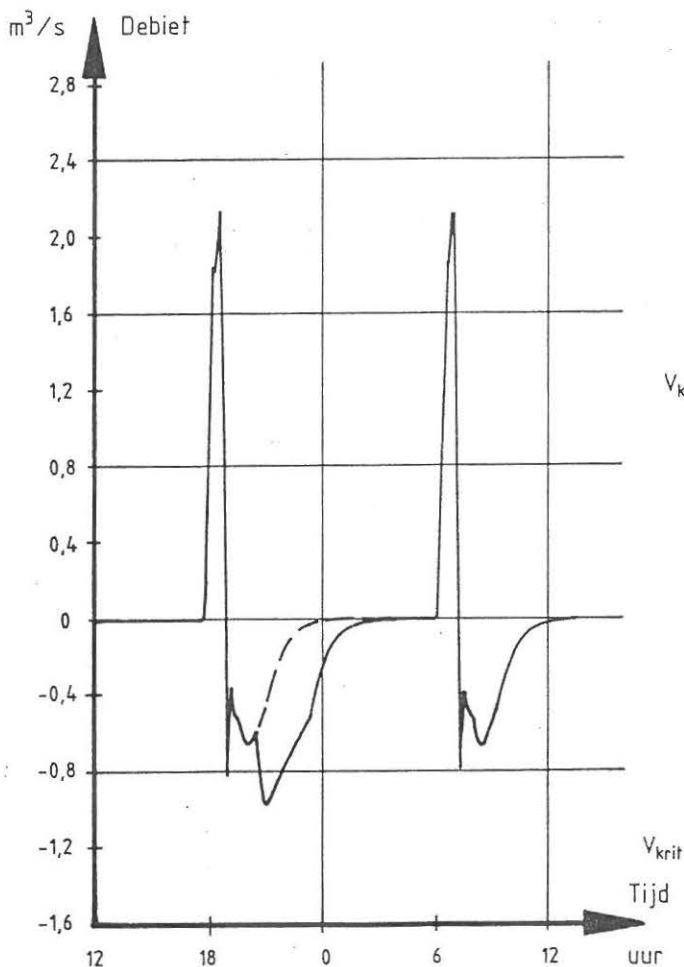
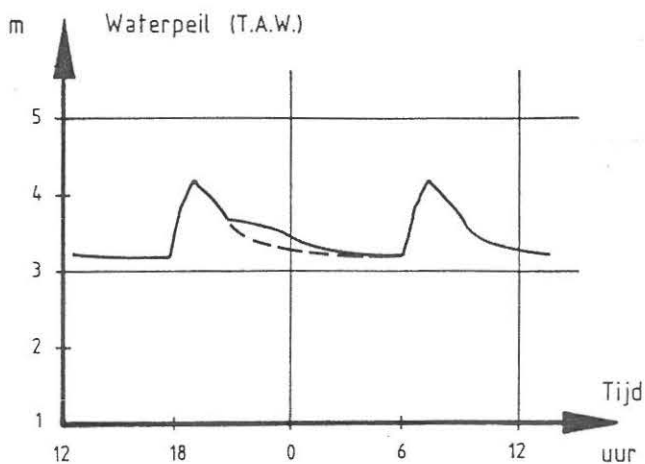
GEMIDDELD TIJ - INVLOED van het SPUIEN
GEUL B, SECTIE 21





— — — — — MET spuien
- - - - - ZONDER spuien

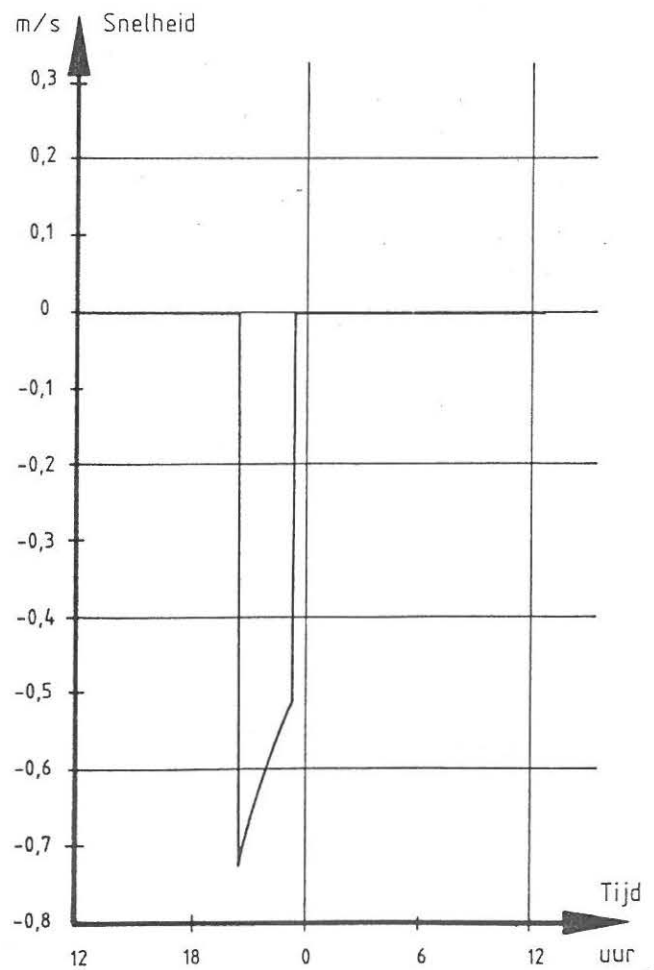
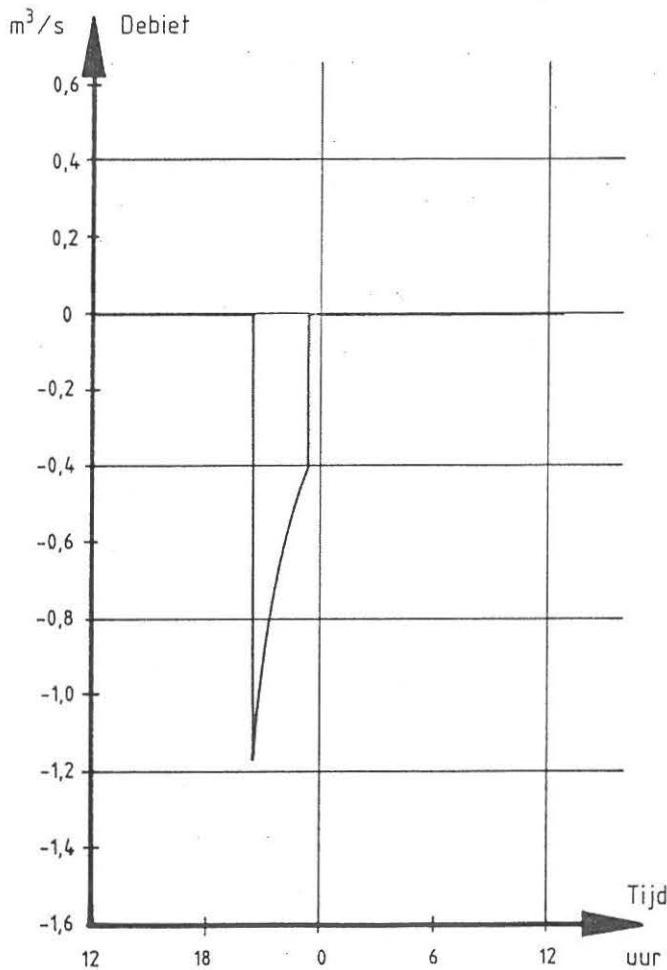
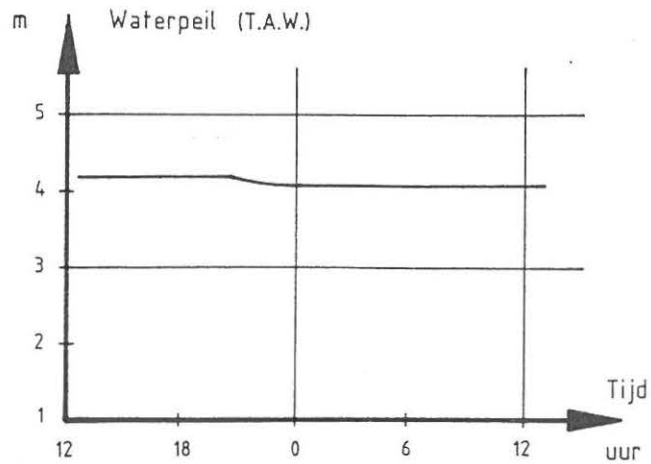
GEMIDDELD TIJ - INVLOED van het SPUIEN
GEUL D, SECTIE 30





— — — — — MET spuien
- - - - - ZONDER spuien

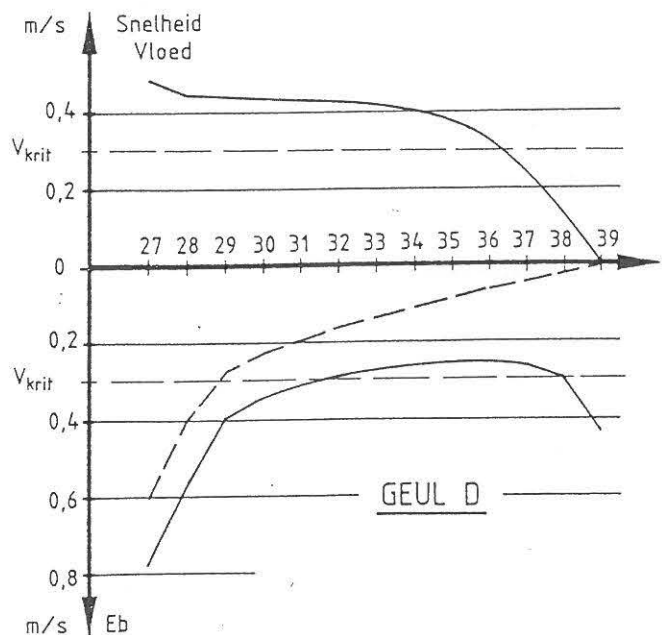
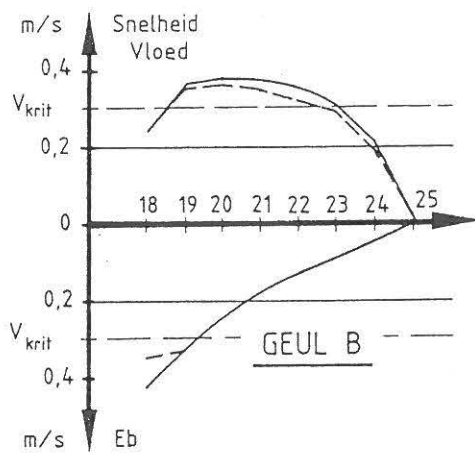
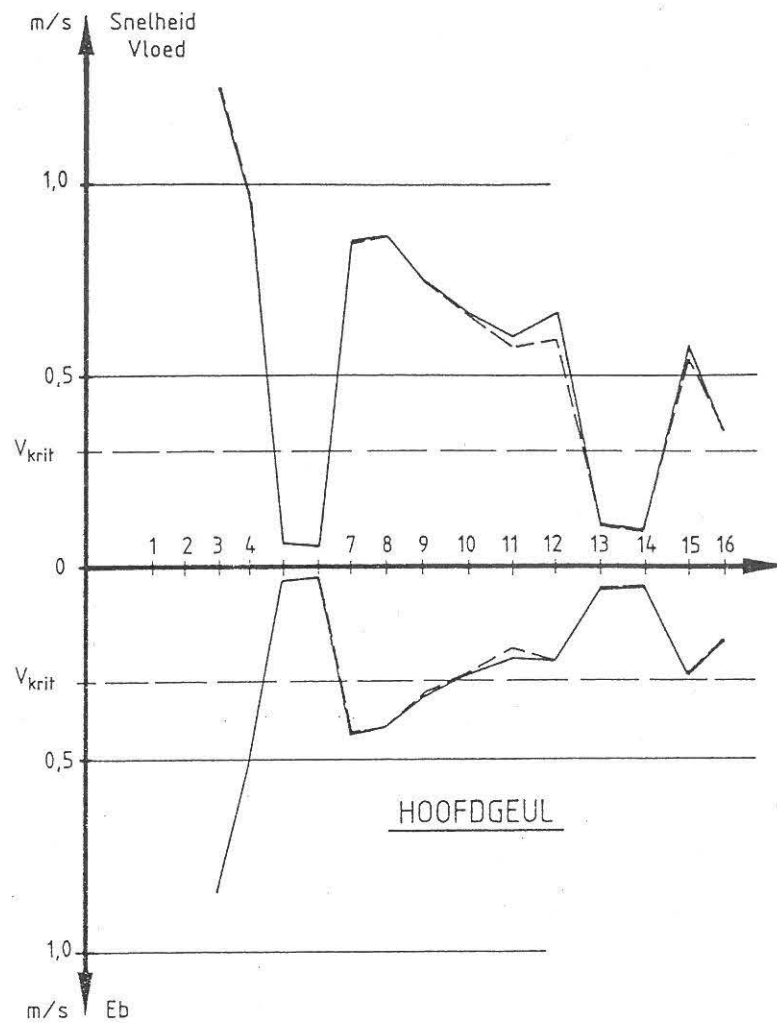
GEMIDDELD TIJ - INVLOED van het SPUIEN
WATERPEIL IN MEER M3
SNELHEID EN DEBIET IN DE SPUIOPENING





— MET Spuien
- - - ZONDER Spuien

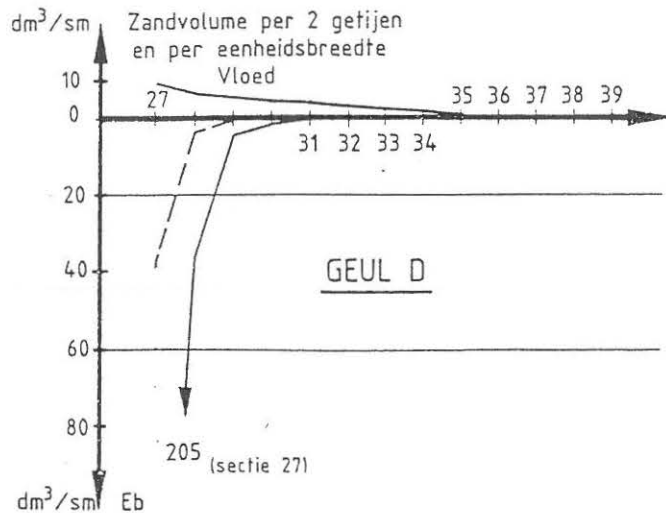
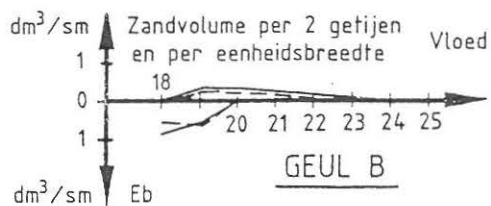
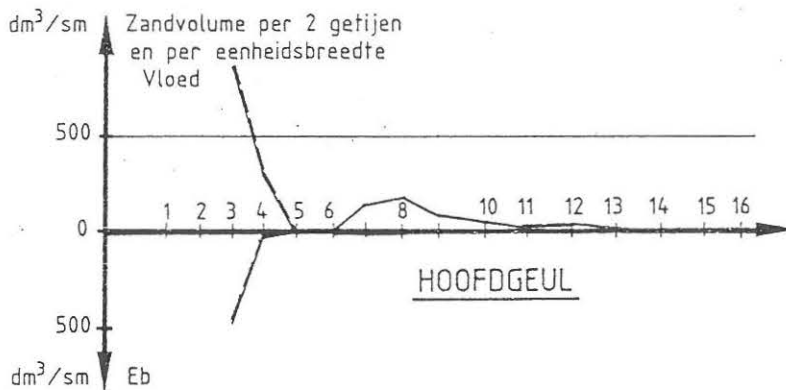
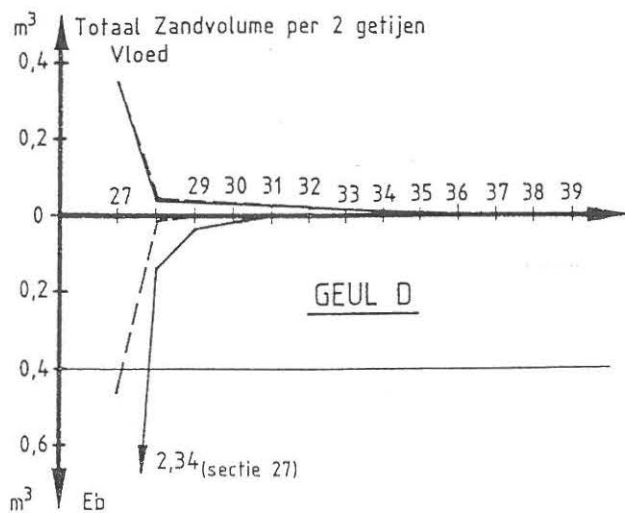
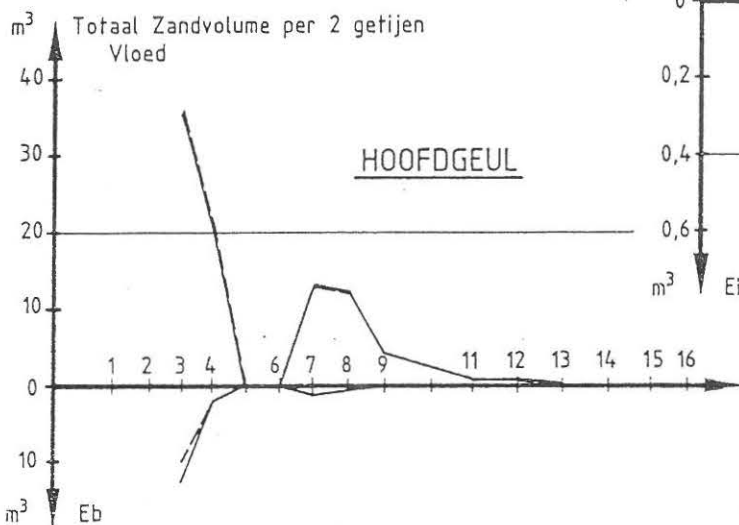
GEMIDDELD TIJ — INVLOED van het SPUIEN
MAXIMALE GEMIDDELTE WATERSNELHEID in de GEULEN





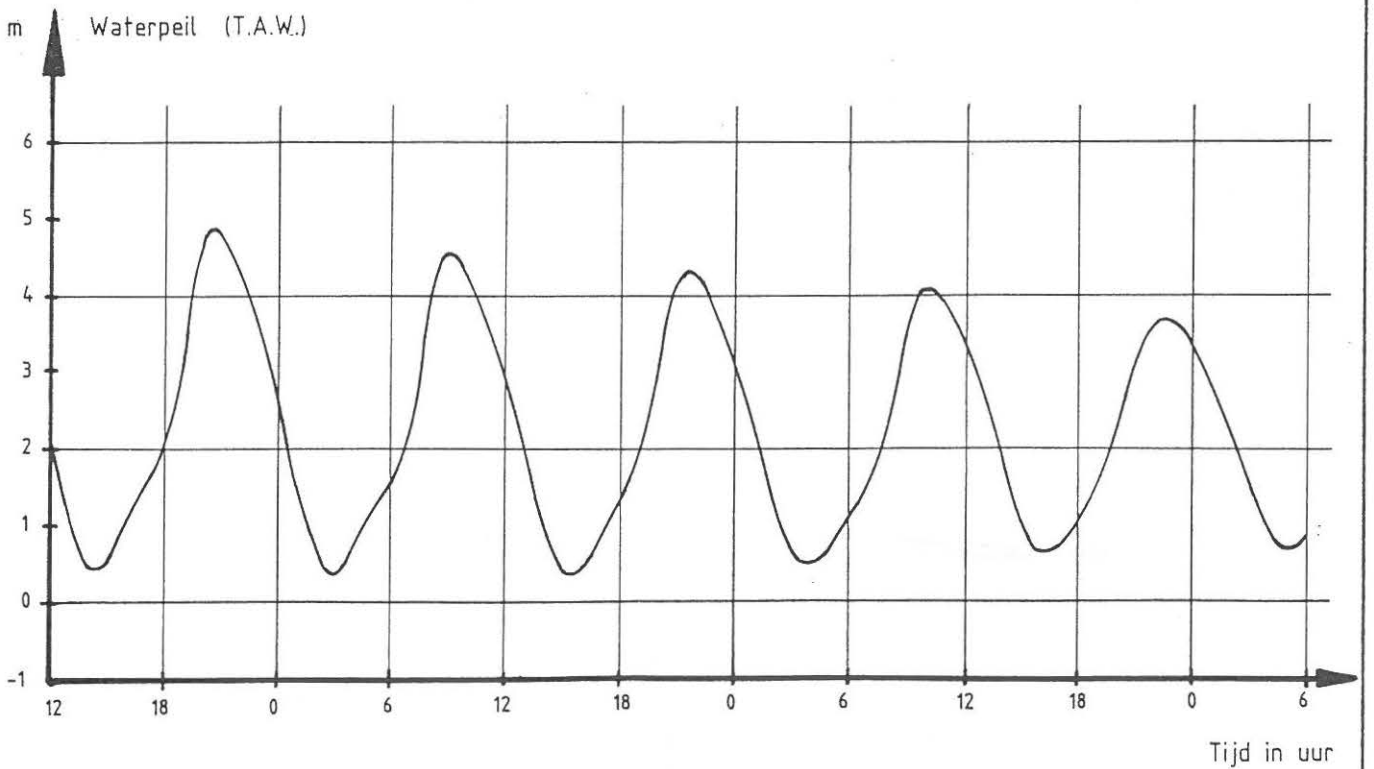
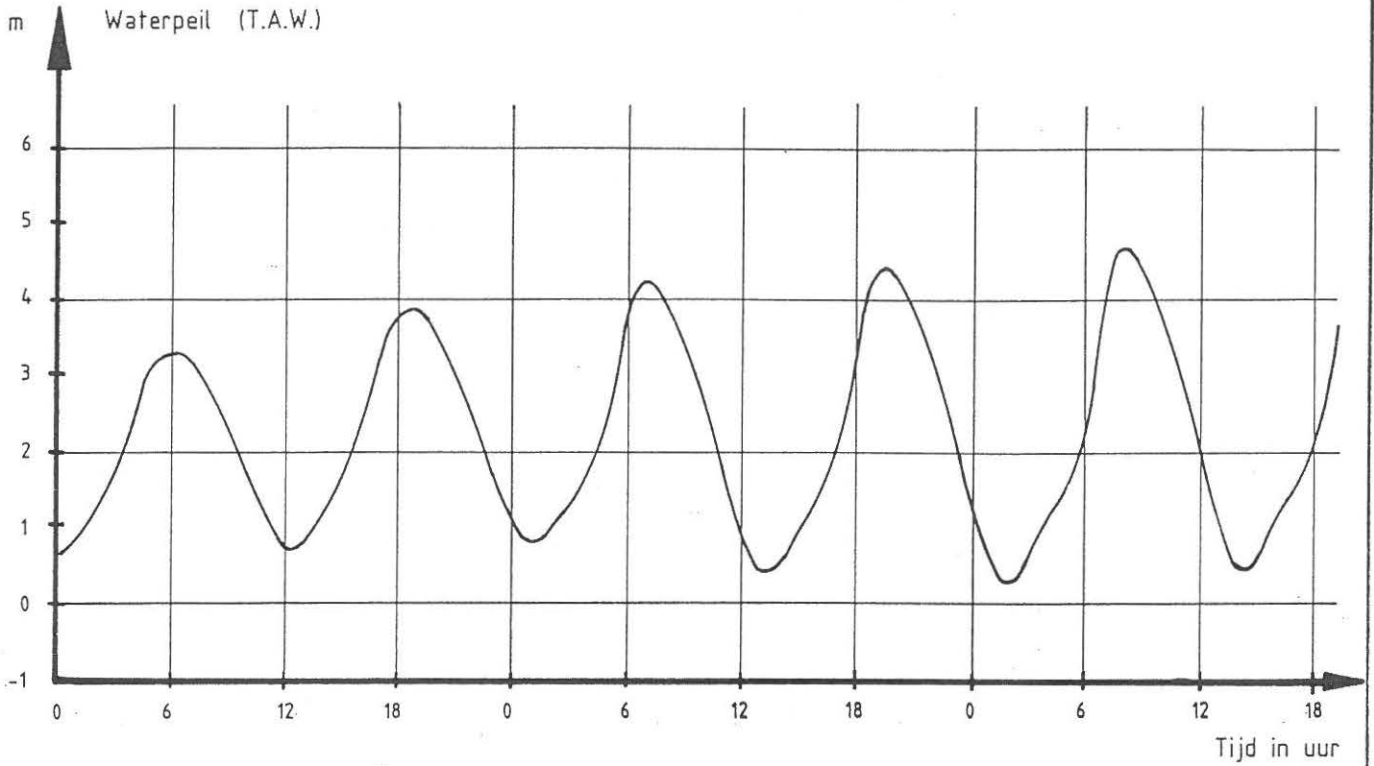
————— MET Spuien
- - - - - ZONDER Spuien

GEMIDDELD TIJ — INVLOED van het SPUIEN
ZANDTRANSPORT PER 2 GETIJDEN





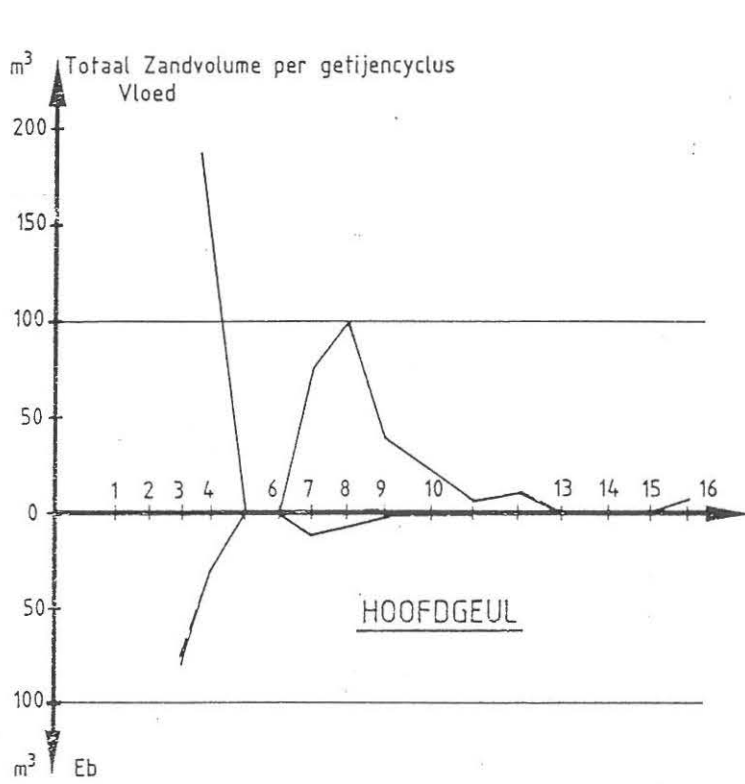
GEMIDDELDE GETIJENCYCLUS





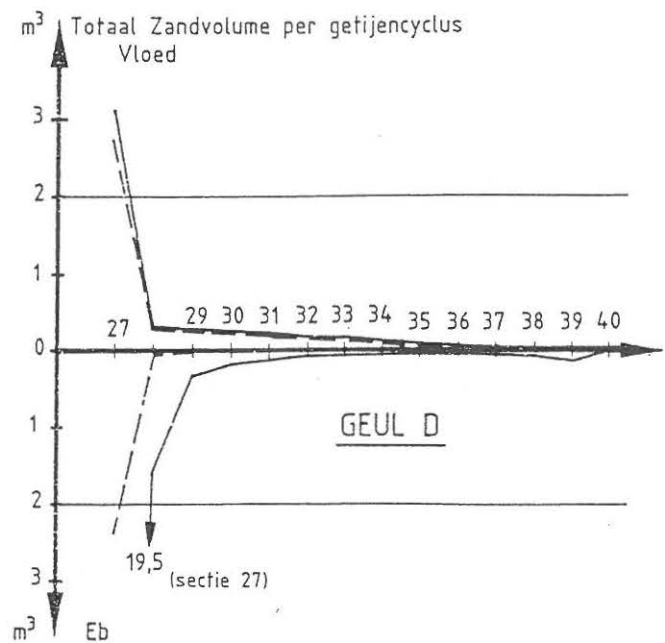
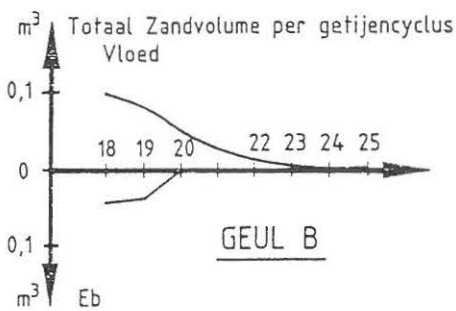
— MET Spuien
- - - ZONDER Spuien

ZANDTRANSPORT BIJ GEMIDDELDE GETIJENCYCLUS



Netto opwaarts zandtransport

Sectie	Vermindering door spuien %
Hoofdgeul	
3	4,45
4	1,03
5	0,00
6	0,00
7	1,60
8	0,06
9	0,11
10	0,10
11	0,22
12	-0,38
13	0,00
14	0,00
15	-0,61
16	0,04
Geul B	
18 - 24	
0,00	
Geul D	
27	>100
28	>100
29	>100
30	65
31	44
32	35
33	30
34	33
35	45
36	95
37	>100
38	>100
39	>100



EDITIE

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
BORGERHOUT

BERCHEMLEI 115
2200 ANTWERPEN
BELGIE
TELEFOON 03/236.18.50.

