

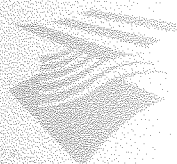


Werkdocument RIKZ/AB-94.839x

Calibratie en verificatie SCALDIS100

Ministerie van verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat



Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ

Werkdocument RIKZ/AB-94.839x

Calibratie en verificatie SCALDIS100

Werkdocument

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ (voorheen Dienst Getijdewateren)

Aan

Projektgroep Oostwest

Van

Leen Dekker, Piet Lievense,
Kees van der Male

Datum

11 oktober 1994

Nummer

RIKZ/AB-94.839x

Onderwerp: Calibratie en verificatie SCALDIS100

Doorkiesnummer

01180-72316

Bijlagen

11

Project

OOSTWEST

Vestiging Middelburg

Postbus 8039, 4330 EA Middelburg

Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon 01180-72200

Telefax 01180-16500

Bereikbaar 20 minuten loopafstand vanaf station Middelburg richting industriegebied Arnestein, treintaxi

1. Inleiding.	3
2. Beschrijving van het model.	4
2.1. Wiskundige formulering.	4
2.2. Begrenzing van het model.	4
2.3. Modelparameters en -karakteristieken.	4
2.4. Dichtheidsverschillen.	4
2.5. Bodemschematisatie.	5
2.6. Kustlijn.	5
2.7. Randvoorwaarden.	5
2.8. Programmatuur.	5
3. Calibratie en verificatie.	6
3.1. Inleiding.	6
3.2. Calibratie.	6
3.2.1. Gegevens van het opgetreden getij te Vlissingen.	6
3.2.2. Vaststelling wrijvingsparameter.	7
3.2.3. Weergave waterstanden stroomopwaarts van Rupelmonde.	7
3.2.4. Bovenafvoer Schelde.	8
3.2.5. Chezywaarde afhankelijk van de stroomsnelheid.	9
3.2.6. Chezy afhankelijk van de saliniteitsgradiënt.	9
3.2.7. Inspeeltijd van het model.	10
3.3. Verificatie.	10
3.3.1. Verificatie normale getijden.	10
Inleiding.	10
Waterstanden.	11
Getijvolumina.	13
Stroomsnelheden.	15
Saliniteit.	16
3.3.2. Verificatie extreme omstandigheden.	17
Inleiding	17
Doodtij.	18
Storm.	18
4. Conclusies en aanbevelingen.	19
Literatuur.	20
Lijst van bijlagen.	21

1. Inleiding.

Door dir Zeeland en het Rijksinstituut voor Kust en Zee van Rijkswaterstaat is de afgelopen jaren voor diverse studies naar de waterbeweging in de Westerschelde het tweedimensionale mathematisch waterbewegingsmodel DETWES ingezet (Lit. 1). Het model dekt de Westerschelde vanaf Vlissingen tot de Belgische grens en is gedefinieerd op een rechthoekig netwerk met een maaswijdte van 100 x 100 m. DETWES is ingezet voor het project OOSTWEST, bij de voorstudie voor de Westerschelde Oever Verbinding en een aantal kleinere projecten en adviesvragen.

Binnen het project OOSTWEST wordt studie verricht naar de effecten van een aantal ingrepen op het getijregime in het Schelde-estuarium. Deze ingrepen hebben ten doel om de bereikbaarheid van Antwerpen te vergroten en tegelijk de baggerintensiteit te verminderen. Een van de voorgestelde ingrepen is het zogenaamde "ontpolderen" van gebieden. Lit 2 en 3. Daarbij worden deze gebieden door het weghalen van een deel van de bedijking teruggegeven aan het watersysteem, waardoor het getijvolume in het stroomafwaarts gelegen deel van het estuarium toeneemt. Een aantal van de gebieden die voor ontpoldering in aanmerking kunnen komen, liggen op Belgisch grondgebied. Ook kunnen de ingrepen vergaande invloed hebben op de waterbeweging, de saliniteitsverdeling en de morfologie van het gebied. Daarom is het noodzakelijk te beschikken over adequate modellen van het gehele estuarium. DETWES dekt operationeel echter alleen de Westerschelde; het Belgische deel van het estuarium is fysisch niet realistisch in het model opgenomen. Verder bevat het model geen informatie over de zoutverdeling. Dit maakte het noodzakelijk om DETWES aan te passen, waardoor het model SCALDIS is ontstaan.

Als eerste aanpassing is het deel van de Schelde vanaf de uitmonding van de Rupel tot de Nederlands / Belgische grens kromlijnig in het model opgenomen. Om praktische redenen is het deel van het estuarium stroomopwaarts van Rupelmonde fysisch niet reëel gemodelleerd. Daarnaast is het model zeewaarts uitgebreid tot de lijn Zeebrugge - Westkapelle waardoor het ook bruikbaar wordt in het kustgebied. Een bijkomend voordeel hiervan is dat de open rand beter aansluit op het meetnet waaraan de randvoorwaarden worden ontleend. Tenslotte berekend SCALDIS ook de saliniteitsverdeling.

Dir. Zeeland heeft daarnaast het model E-WESTII, wat de Westerschelde en het kustgebied dekt door een netwerk met een maaswijdte van 400 x 400 m stroomopwaarts van de Belgische grens, zodanig aangepast dat de beide tweedimensionale waterbewegingsmodellen van het Schelde-estuarium hetzelfde gebied dekken en met dezelfde randvoorwaarden worden aangedreven (Lit 4). Ter onderscheiding zijn de beide nieuwe modellen SCALDIS100 en SCALDIS400 genoemd.

De beide modellen zijn operationeel bruikbaar vanaf Rupelmonde tot in het mondingsgebied van de Westerschelde. Behalve deze tweedimensionale SCALDIS modellen is ook het eendimensionaal DUFLOW model van de Westerschelde beschikbaar (Lit 5). Dit model is operationeel bruikbaar vanaf de lijn Vlissingen - Breskens tot Gent. Stroomopwaarts van Antwerpen bestaat de Schelde uit één geul zonder nevengeulen, dus kan de waterbeweging daar ter plaatse met het DUFLOW model voldoende nauwkeurig beschreven worden. Dit model vormt voor dit gebied dan ook een goede aanvulling op de SCALDIS modellen. De ombouw van DETWES naar SCALDIS100 is gerealiseerd door RIKZ ABD en dir. Zeeland. Hierbij is nauw samengewerkt met RIKZ OS (Ad Langerak, Ron van Dijk en Remco Plieger) In dit werkdocument wordt in hoofdstuk 2 het waterbewegingsmodel SCALDIS100 beschreven, in hoofdstuk 3 wordt de calibratie en verificatie besproken en in hoofdstuk 4 worden een aantal conclusies en aanbevelingen gegeven.

2. Beschrijving van het model.

2.1. Wiskundige formulering.

SCALDIS100 is gebaseerd op het programmapakket WAQUA. In WAQUA wordt een stelsel van tweedimensionale over de vertikaal geïntegreerde ondiepwatergolfvergelijkingen en de vergelijkingen voor massabehoud (water en zout) opgelost met behulp van een eindige differentiemethode. (Lit 6.)

2.2. Begrenzing van het model.

SCALDIS100 is zeewaarts begrensd door de lijn Westkapelle - Vlakte van de Raan - Zeebrugge. (Lit 7). Stroomopwaarts ligt de modelbegrenzing bij Gent. De operationele begrenzing ligt bij Rupelmonde. Het kustgebied is gedefinieerd op een rechthoekig netwerk met een maaswijdte variërend van 100 tot 400 m. Op de Westerschelde is de maaswijdte overal 100 x 100 m terwijl de Zeeschelde op een kromlijinig netwerk is gedefinieerd met een maaswijdte variërend van 30 tot 100 m (Bijlage 1). Het gebied stroomopwaarts van Rupelmonde tot de stuwen bij Gent, is schematisch in het model gebracht.

2.3. Modelparameters en -karakteristieken.

Rekentijdstap	0.5 minuut
Viscositeit	10 m ² s ⁻¹
Droogvalprocedure	1 (= gemiddeld)
Aantal actieve rekenpunten	ca. 52000
Rekentijd per getij (op HP9000/730)	3 uren

2.4. Dichtheidsverschillen.

De invloed van dichtheidsverschillen op de waterbeweging kan in een model alleen in beschouwing worden genomen als het model de saliniteitsverdeling (= zoutverdeling) berekend. Via de zg toestandsvergelijking kan hieruit de dichtheidsverdeling berekend worden. De saliniteitsverdeling is dan ook in SCALDIS100 gemodelleerd. De saliniteitsverdeling is hoofdzakelijk afhankelijk van de bovenafvoer. Het duurt in de natuur enkele maanden voor de saliniteitsverdeling zich heeft aangepast aan een veranderingen in de bovenafvoer. Evenzo zal er wanneer een simulatie wordt gestart met een constante initiële saliniteitswaarde over hele estuarium een inspeelperiode van enkele maanden noodzakelijk zijn voordat de juiste saliniteitsverdeling zich in het model heeft ingesteld. Om die reden wordt bij de aanvang van een simulatie initieel een schatting van de saliniteitsverdeling over het estuarium in het model gebracht. Hiervoor zijn twee datasets beschikbaar die de saliniteitsverdeling weergeven op het tijdstip van HW te Terneuzen bij hoge en bij lage bovenafvoer van de Schelde. De datasets zijn berekend met het E-WESTII model (Lit 7). Daarbij is twee maal een periode van drie maanden doorgerekend, waarbij de bovenafvoer ingesteld was op een constante waarde van resp. 40 en 160 m³s⁻¹. Welke dataset aan een simulatie wordt gekoppeld, hangt af van de in het model ingestelde bovenafvoer van de Schelde. Kaartjes met daarop de initiële saliniteitswaarden voor 40 resp. 160 m³s⁻¹ weergegeven, zijn te vinden in bijlage 2.

2.5. Bodemschematisatie.

De bodemdiepten van SCALDIS100 zijn voorzover het netwerk samenvalt identiek aan die in DETWES. De bodemschematisatie van DETWES was gebaseerd op de vaklodingen uit 1988. De bodemligging in de Westerscheldemond is afgeleid van het E-WESTII model, die de situatie in 1976/77 weergeeft. De bodemligging van het deel van de Zeeschelde tussen Rupelmonde en de grens, is gebaseerd op lodingkaarten op schaal 1:5000, die beschikbaar zijn gesteld door de Antwerpse zeehavendienst (lit 8). Deze lodingen zijn opgenomen in de periode 1989 - 1992. De dieptegegevens zijn gedigitaliseerd, waarna met het programma BODKAR de dieptewaarden op de netwerkmazen zijn berekend (lit 9). Het gebied stroomopwaarts van Rupelmonde is schematisch in het model gebracht. Hiertoe is de eendimensionale schematisatie van het Belgische 1-D model gebruikt (lit 10).

2.6. Kustlijn.

De kustlijn van het Nederlandse deel van SCALDIS100 is afgeleid van de vaklodingkaarten van dir Zeeland, schaal 1:10000. De kustlijn van de Zeeschelde is afgeleid van Belgische topografische kaarten 1:10000 en van de eerdergenoemde lodingkaarten van dit gebied.

2.7. Randvoorwaarden.

Aan de zeezijde van SCALDIS100 vormt de lijn Westkapelle - Vlakte van de Raan - Zeebrugge een z.g. open rand, waarop waterstanden als randvoorwaarde opgelegd worden. Het model wordt gevoed met de waterstanden op de lokaties Westkapelle, de Vlakte van de Raan en Zeebrugge. De waterstanden worden als tijdreeks ingevoerd. De waterstanden op de tussenliggende punten op de rand worden door de modelprogrammatuur berekend door ruimtelijke lineaire interpolatie tussen de lokaties waarop de tijdreeksen zijn gegeven. In het model zijn op een aantal plaatsen bronnen opgenomen om de aanvoer van zoet water in het estuarium te simuleren. Opgelegd zijn de afvoeren van: 1) de Schelde te Gent en de Rupeltak, 2) de Antwerpse dokken, 3) het Zoommeer en 4) het Kanaal van Terneuzen naar Gent. Deze afvoeren worden gegeven als decadegemiddelden.

2.8. Programmatuur.

Het model SCALDIS100 is gedefinieerd volgens het zg. SIMONA formaat. Vanuit een hoofdbestand worden een aantal bestanden aangeroepen, waarin de min of meer vaste gegevens staan, zoals bodemdieptegegevens en modelparameters.

Voor de simulaties wordt gebruik gemaakt van de Waqua-in-Simona programmatuur. Simona (Simulatie-MOdelLEN-NATte waterstaat) heeft ten doel een standaardisering tot stand te brengen bij de ontwikkeling van mathematische modellen. Dit om tot uniforme opslag, uniforme userinterfaces en efficiënter beheer te komen en een goede onderlinge koppelbaarheid van modellen mogelijk te maken.

3. Calibratie en verificatie.

3.1. Inleiding.

In dit hoofdstuk wordt de calibratie en verificatie van SCALDIS100 beschreven. Tijdens de calibratie wordt de waterbeweging in het model door het variëren van een aantal parameters zo goed mogelijk in overeenstemming met de natuur gebracht. Bij de verificatie wordt nagegaan hoe de waterbeweging overeenkomt met de natuur bij andere getijomstandigheden dan waaronder de calibratie is verricht.

3.2. Calibratie.

De calibratie van het model is uitgevoerd aan de hand van simulaties van de getijsituatie op 28 en 29 september 1992. De eerste dag is gebruikt om de waterbeweging in het model op gang te brengen, het zg inspelen. De waarde van de calibratieparameters is vastgesteld aan de hand van de gegevens van 29 september. Er zijn continue waterstandsregistraties beschikbaar van een aantal stations, tw. Vlissingen, Terneuzen, Hansweert, Baalhoek, Bath, Prosperpolder, Liefkenshoek, Antwerpen, Hemiksem, Schelle en Melle. Bovendien is een op 29 september uitgevoerde stroom- en debietmeting in een meetraai nabij Hemiksem gebruikt. Deze lokaties zijn weergegeven in bijlage 3.

3.2.1. Gegevens van het opgetreden getij te Vlissingen.

In tabel 1 zijn de gemiddelde getij- en de gemiddelde doodtij- en springtijstanden weergegeven, zoals die in Vlissingen in de natuur optreden, en de verhoudingen van de tijverschillen t.o.v. gemiddeld getij, de zg getijcoëfficiënten.

	HW stand	LW stand	Getijverschil	Getijcoëfficiënt
Gem. springtij	2.39 m	-2.03 m	4.42 m	1.16
Gemiddeld getij	2.02 m	-1.80 m	3.82 m	1.00
Gem. doodtij	1.53 m	-1.49 m	3.02 m	0.79

Tabel 1. Algemene getijgegevens van Vlissingen.

In tabel 2 zijn de getijgegevens van het opgetreden getij in Vlissingen van 28 en 29 september 1992 weergegeven.

28 en 29 september 1992			
HW tijd / stand	LW tijd / stand	Tijverschil eb/vl	Getijcoëff. eb / vl
2.45 / 2.70 m	9.10 / -2.06 m	4.76 / 4.70	1.25 / 1.23
15.00 / 2.64 m	21.40 / -2.42 m	5.06 / 4.96	1.32 / 1.30
3.30 / 2.54 m	9.50 / -2.16 m	4.70 / 4.74	1.23 / 1.24
15.40 / 2.58 m	22.20 / -2.37 m	4.85	1.27

Tabel 2. Getijgegevens te Vlissingen.

Uit de tabel 2 blijkt dat op deze dagen getijverschillen zijn opgetreden, die zo'n 10 % groter zijn dan het getijverschil bij gemiddeld springtij.

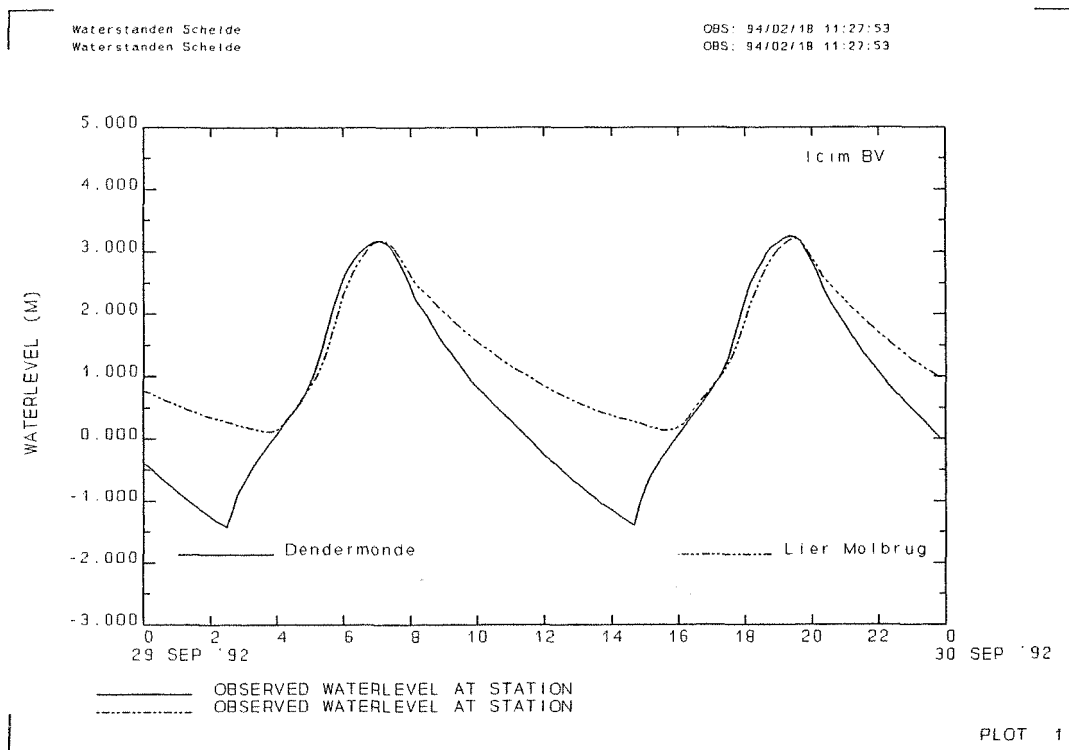
3.2.2. Vaststelling wrijvingsparameter.

Als calibratieparameter is uitsluitend de wrijving gebruikt. Deze wordt in het model opgegeven als zg. Manning-waarde (lit 6). De waarde van deze parameter is proefondervindelijk vastgesteld aan de hand van de weergave van de waterstanden. De waarden die hierbij zijn gevonden bedragen voor het kustgebied en de Westerschelde 0.022. Voor de Schelde is een variabele waarde vastgesteld verlopend van 0.015 bij Gent tot 0.022 bij Bath.

In bijlage 4 zijn de in de natuur geregistreerde en de gesimuleerde waterstanden van de genoemde stations als tijdreeks weergegeven. De belangrijkste afwijkingen zijn een licht achterlopen van de fase voor hoogwater en een voorlopen vlak voor laagwater. In het oostelijk deel versterkt het achterlopen enigszins; op de Zeeschelde gaat de hele kromme iets achterlopen bij het opgetreden getij terwijl de middenstand iets te hoog wordt. In Dendermonde en Schelle zijn deze afwijkingen nog groter, maar daar is de Schelde ook niet meer fysisch reëel geschematiseerd. In bijlage 5 is het in de natuur gemeten en het gesimuleerde debiet door de meetraai bij Hemiksem weergegeven. De gesimuleerde debieten liggen tijdens de ebfase max. 20 % te hoog. Ook treden tijdens maximum vloed en maximum eb faseverschuivingen op van ca. 20 min. Deze afwijkingen worden waarschijnlijk veroorzaakt doordat het gebied stroomopwaarts van de Rupel sterk geschematiseerd in het model is gebracht. Door bijstelling van de wrijving zijn deze afwijkingen niet te compenseren.

3.2.3. Weergave waterstanden stroomopwaarts van Rupelmonde.

Het gebied stroomopwaarts van Rupelmonde is sterk vereenvoudigd in het model opgenomen, waarbij alle hoofd- en zijstromen van de rivier ongeacht het getij in die takken, samengevoegd zijn tot één kanaal. De oppervlakte van het dwarsprofiel van dit kanaal komt overeen met de gesommeerde oppervlakte van de profielen van de zijtakken. Dit is een noodzakelijke, maar grove schematisatie. In de natuur is het verloop van de waterstanden op de Rupel en de Schelde echter niet identiek. In figuur 1 is het waterstandsverloop in Dendermonde (Scheldetak) en in Mol - Lierbrug (Rupeltak) weergegeven.



Figuur 1. Waterstandsverloop in Dendermonde en Mol - Lierbrug.

Deze plaatsen liggen op ongeveer dezelfde afstand van Rupelmonde. Het waterstandsverloop rond HW verloopt bijna identiek, de ebstroom op de Rupeltak echter verloopt in dit geval sterk vertraagt. Hierdoor is in dit deel van SCALDIS100 het waterstandsverloop niet vergelijkbaar met de natuur.

3.2.4. Bovenafvoer Schelde.

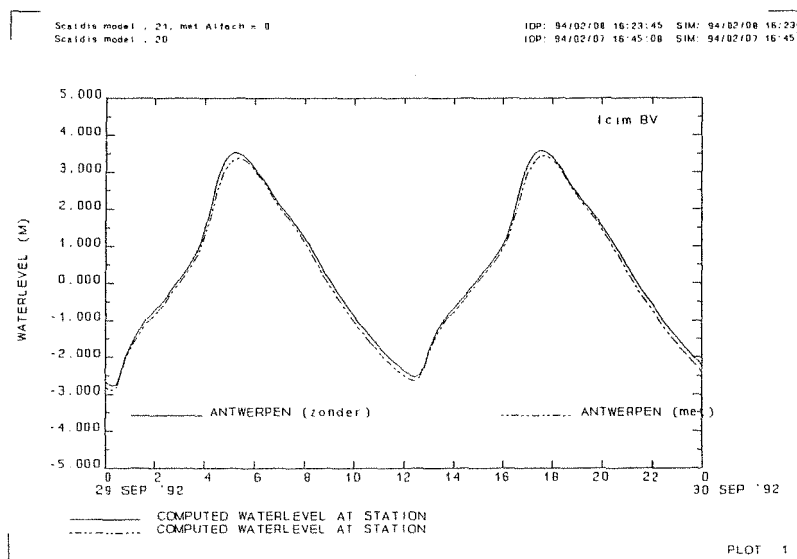
De bovenafvoer van de Schelde wordt in SCALDIS100 gesimuleerd m.b.v. een bron die als debiet de decadegemiddelde Scheldeafvoer geeft. Uit een proef met Duflow (lit 11), waarbij het waterstandsverloop tijdens een springtij bij een lage en bij een hoge afvoer is vergeleken, is gebleken dat de grootte van de afvoer een forse invloed heeft op de middenstand en op het getijverschil. Echter bij Rupelmonde, het punt tot waar de Schelde fysisch juist is gemodelleerd, is de invloed zodanig verminderd dat de verschillen in de waterstanden ca 10 cm bedragen. In Antwerpen zijn nog verschillen van slechts enkele centimeters te constateren.

3.2.5. Chezywaarde afhankelijk van de stroomsnelheid.

Bij de voorloper van SCALDIS100, model DETWES, is indertijd gebleken dat de periode tussen enkele uren voor HW tot HW niet altijd correct te simuleren is. Lit 1. Het getijverschil is te klein bij springtij en te groot bij doottij. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat bij hogere stroomsnelheden de bodemwrijving in delen van het estuarium afneemt, waardoor het model een kleiner getijverschil berekent dan in de natuur optreedt. Naarmate het getijverschil groter of kleiner is dan het gemiddelde, worden de afwijkingen die hierdoor ontstaan groter. Er is in de programmatuur geen voorziening aanwezig om de bodemwrijving afhankelijk van de stroomsnelheid te maken. Bij de calibratie van SCALDIS100 bleek dit verschijnsel ook op te treden.

3.2.6. Chezy afhankelijk van de saliniteitsgradiënt.

Onlangs is een voorziening in de programmatuur beschikbaar gekomen waarmee de berekening van de Chezywaarde mede afhankelijk gesteld kan worden van de saliniteitsgradiënt. De invloed van de toepassing daarvan wordt getoond in figuur 2.



Figuur 2. Invloed op het waterstandsverloop te Antwerpen van saliniteitsafhankelijke Chezy

Hieruit blijkt dat de waterstanden voor en tijdens hoog- en laagwater lager komen te liggen. Resultierend betekent dit dat de middenstand omlaag gaat. Toepassing zou betekenen dat in Bath het waterstandsverloop minder goed wordt weergegeven. Op het traject Prosperpolder - Antwerpen zou juist een verbetering te constateren zijn. De kwaliteit van de weergave in Schelle zou ook verminderen. Omdat geen algemene verbetering optreedt, wordt van deze voorziening in SCALDIS100 dan ook geen gebruik gemaakt.

3.2.7. Inspeeltijd van het model.

Bij de uitvoering van een simulatie is het noodzakelijk om met het model vooraf een aantal getijden door te rekenen, alvorens de resultaten stabiel zijn, de zg. inspeeltijd. De inspeeltijd voor de waterbeweging is vastgesteld aan de hand van een simulatie met cyclische randvoorwaarden. Daarbij is een sinusvormige randvoorwaarde opgelegd met een amplitude van 2.5 m en is de saliniteitsberekening uitgeschakeld. Uit vergelijking van het waterstandsverloop in Vlissingen en Antwerpen en het verval tussen deze beide stations blijkt dat na een simulatietijd van twee getijden alle opeenvolgende getijden zowel voor wat betreft de fase als de amplitude identiek verlopen. Deze inspeeltijd geldt alleen voor de waterbeweging, voor de saliniteit is een veel langere inspeeltijd noodzakelijk.

↳ hoe lang dan?

3.3. Verificatie.

3.3.1. Verificatie normale getijden.

Inleiding.

Voor de verificatie van SCALDIS100 is het getij gesimuleerd over de periode 3 - 10 april 1989. Vergelijkingen zijn gemaakt van de in deze periode in de natuur opgetreden en berekende:

- 1) waterstanden,
- 2) getijvolumina,
- 3) debieten,
- 4) saliniteit.

Bij het vergelijken van de waarden moet in ogenschouw worden genomen dat de nauwkeurigheid van de natuurmetingen voor waterstanden 3 à 5 cm bedraagt, en voor debieten en stroomsnelheden 5 à 10 %.

In de genoemde periode zijn in een drietal meetraaien stroommetingen uitgevoerd, waaruit debieten en getijvolumina zijn berekend. Ook zijn over de hele periode vrijwel continue waterstandsregistraties beschikbaar. In tabel 3 zijn de getijcoëfficiënten te Vlissingen over deze periode weergegeven.

Datum	Getijcoëff. gem dood en gem springtij	Getijcoëffient.			
		daling	rijzing	daling	rijzing
2 - 4	0.79 / 1.16		0.86	0.87	0.85
3 - 4		0.88	1.01	1.00	0.95
4 - 4		1.04	1.13	1.10	1.06
5 - 4		1.18	1.35	1.23	1.22
6 - 4		1.32	1.39	1.24	1.26
7 - 4		1.37	1.35	1.27	1.23
8 - 4		1.34	1.25	1.27	1.34
9 - 4		1.27	1.21	1.23	1.24
10 - 4		1.14	1.09		

Tabel 3. Getijcoëfficiënten Vlissingen over verificatieperiode 3 - 10 april 1989.

De getijcoëfficiënten te Vlissingen variëren tussen 1.00 en 1.39, d.w.z. het tijverschil varieert tussen gemiddeld getij en een sterk ontwikkeld springtij.

Stroom- en debietgegevens zijn beschikbaar van de volgende lokaties:

- 1) Meetraai 2 nabij Bath gemeten op 4 april,
- 2) meetraai 7 tussen Ellewoutsdijk en Terneuzen gemeten op 6 april en
- 3) meetraai 10 nabij Vlissingen gemeten op 10 april.

Waterstanden.

In bijlage 6 zijn de berekende en in de natuur gemeten waterstanden in grafiekvorm weergegeven. Dezelfde verschijnselen doen zich voor bij de calibratie: vanaf het oostelijk deel gaat de gesimuleerde kromme iets achterlopen bij de gemeten kromme. In de tabellen 5 en 6 worden van 10 april de HW- en LW-standen en tijdstippen voor een aantal plaatsen vergeleken. Het op 10 april opgetreden getij was een matig ontwikkeld springtij.

Plaats	Hoogwaterstand			Laagwaterstand		
	Na- tuur	Sim.	Afw.	Na- tuur	Sim.	Afw.
Cadzand	2.31	2.34	0.03	-2.26	-2.22	0.04
Vlissingen	2.47	2.34	-0.13	-2.28	-2.26	0.02
Terneuzen	2.69	2.64	-0.05	-2.45	-2.43	0.02
Hansweert	2.81	2.82	0.01	-2.49	-2.48	0.01
Baalhoek	3.11	3.00	-0.11	-2.56	-2.56	0.00
Bath	3.22	3.22	0.00	-2.58	-2.52	0.06
Liefkensh.	3.40	3.40	0.00	-2.67	-2.66	0.01
Antwerpen	3.46	3.42	-0.04	-2.73	-2.70	0.03

Tabel 5. Vergelijking HW- en LW-standen 10 april 1989
(Standen in m tov N.A.P.)

(+ = model geeft te hoog weer, - = model geeft te laag weer.)

De grootste afwijkingen in de HW-standen, nl -0.11 en -0.13 m treden op in Vlissingen en Baalhoek. De afwijkingen op de overige stations zijn over het algemeen kleiner dan 0.05 m. In Vlissingen worden HW-standen structureel te laag weergegeven. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door de lokatie van het meetpunt dat in het model op de geulrand ligt en in de natuur in de haven.

10 april 1989		
Plaats	Afw. HW tijdstip	Afw. LW tijdstip
Cadzand	0	+15
Vlissingen	+5	-10*
Terneuzen	+5	0
Hansweert	+20*	0
Baalhoek	0	0
Bath	+10	+5
Liefkensh.	+10	0
Antwerpen	+10	+5

Tabel 6. Vergelijking HW- en LW-tijdstippen 10 april 1989

(Afwijkingen afgerond op 5 min, + = model te laat, - = model te vroeg)

(* grote afw. veroorzaakt door asymetrisch waterstandsverloop in de natuur)

De HW- en LW-tijdstippen geven afwijkingen van 0 tot 15 min. te zien. De meeste afwijkingen zijn kleiner dan 10 min. De afwijkingen worden groter naarmate het meetpunt verder weg ligt van de zeewaartse open rand van het model. Zoals eerder genoemd gaat de kromme vanaf het oostelijk deel achterlopen in fase in vergelijking met de natuur.

Over de periode 3-10 april zijn van de stations Vlissingen, Bath en Antwerpen, de afwijkingen in de 10-minuutstanden van de waterstanden bepaald. De afwijking in de 10-minuutstanden is de resultante van waterstandsafwijkingen en afwijkingen in de fase. Tabel 7 geeft de standaard afwijking (s.a.) en de gemiddelde afwijking weer.

station	Stand.afw	gem.afw.
Vlissingen	0.08	-0.01
Bath	0.13	0.05
Antwerpen	0.14	0.01

Tabel 7. Kentallen afwijkingen in 10 minuutstanden van de waterstanden.
(Waarden in m, - = te laag, + = te hoog)

De s.a. van de afwijkingen wordt groter naarmate het station verder van de randvoorwaarderand ligt. Deze bedraagt 0.08 m te Vlissingen en 0.14 m te Antwerpen. Ook de individuele afwijkingen worden verder van de rand groter. De grootste negatieve afwijkingen treden op in de periode vlak voor HW. De grootste afwijking treedt op in Antwerpen en bedraagt 0.63 m. De grootste gemiddelde afwijking treedt op in de waterstanden in Bath en bedraagt 0.05 m.

Getijvolumina.

De gesimuleerde getijvolumina in de meettraaien 2, 7 en 10 (zie lokatie op bijlage 3) zijn vergeleken met de uit natuurmetingen berekende waarden.

Als raainummers met een volgnummer geven de volgende geulen aan:

- 2.1 Schaar van de Noord
- 2.2 Nauw van Bath
- 7.1 Pas van Terneuzen
- 7.2 Everingen
- 10.1 Vaarwater langs Hoofdplaat
- 10.2 Schaar van Spijkerplaat en de Honte

In tabel 8 worden de afwijkingen van de berekende waarden t.o.v. de natuurwaarden in % weergegeven.

Meetraai	Datum	Ebvolumen			Vloedvolumen		
		Natuur	Simulatie	Afw in %	Natuur	Simulatie	Afw in %
2	890404	218.9	252.0	15%	225.6	246.1	9%
2.1	890404	57.5	84.4	47%	118.9	142.0	19%
2.2	890404	154.9	167.6	8%	103.1	104.2	1%
7	890406	934.2	895.5	-4%	921.2	973.1	6%
7.1	890406	490.4	437.5	-11%	396.6	378.8	-4%
7.2	890406	443.8	467.0	5%	524.6	594.3	13%
10	890410	1188.9	1309.8	10%	1065.8	1193.5	12%
10.1	890410	149.3	149.5	0%	119.8	116.9	-2%
10.2	890410	1039.6	1160.3	12%	946.0	1076.6	14%

Tabel 8. Gemeten en gesimuleerde getijvolumina met afwijkingen in %.
(Getijvolumina in $m^3 \times 10^6$)

De afwijkingen in de eb- en vloedvolumina variëren over het algemeen tussen de -11 % en 14 %. Een grootste afwijking, nl 47%, treedt op deelraai 2.1, de Schaar van de Noord. Deze forse afwijking is o.a. te wijten aan een ongunstige ligging van de raai waardoor de stroomscheiding tussen de Schaar van de Noord en het Nauw van Bath minder goed te bepalen is. Ook speelt mee dat in de natuur deze ebperiode niet volledig is gemeten, waardoor het ebvolumen gedeeltelijk geschat moest worden. Bij gebruik van gegevens in dit gebied die aan SCALDIS worden ontleend, moet e.e.a. wel in de interpretatie worden meegenomen.

In tabel 9 is de procentuele verdeling van de getijvolumina over de afzonderlijke geulen weergegeven.

Meetraai	Datum	Ebvolumen		Vloedvolumen	
		Natuur	Simulatie	Natuur	Simulatie
2	890404	218.9	238.3	225.6	246.1
2.1	890404	27%	34%	54%	58%
2.2	890404	73%	66%	47%	42%
7	890406	934.2	895.6	921.2	973.1
7.1	890406	52%	48%	43%	39%
7.2	890406	48%	52%	57%	61%
10	890410	1188.9	1309.9	1065.8	1193.5
10.1	890410	13%	11%	11%	10%
10.2	890410	87%	89%	89%	90%

Tabel 9. Verdeling van de getijvolumina over de deelraaien.
(Waarden in $m^3 \times 10^6$ en in %.)

De verdeling van de getijvolumina over de geulen wordt door het model redelijk goed weergegeven.

Debieten.

In bijlage 7 worden de gesimuleerde en de uit de natuurmetingen berekende debieten vergeleken, die daarvoor als tijdreeks zijn weergegeven.

De debieten in raai 2 worden goed weergegeven. In de Pas van Terneuzen raai 7 wordt het maximum vloeddebiet iets te laag weergegeven. In de Everingen wordt de vloed te hoog berekend. In raai 10 wordt in het Vaarwater langs Hoofdplaat het debiet te laag weergegeven en in de Honte iets te hoog.

Stroomsnelheden.

In de natuur gemeten stroomsnelheden zijn beschikbaar van de metingen in de raaien 2, 7 en 10. In lit 1. zijn de met DETWES berekende stroomsnelheden vergeleken met de natuurmetingen. In SCALDIS100 is de bodemligging ter plaatse van deze raaien identiek aan de bodemligging in DETWES en bovendien is de weergave van de debieten in de beide modellen meestal in dezelfde orde van nauwkeurigheid. De stroomsnelheden zullen dan ook in dezelfde orde van nauwkeurigheid vallen. De afwijkingen van de stroomsnelheden in DETWES bedragen over het algemeen zo'n 10 à 20 %. De grootste afwijkingen zijn geconstateerd op de platen en op de geulranden en kunnen tot zo'n 100% bedragen.

Saliniteit.

Door de werking van het getij dringt twee maal per dag zout zeewater het Schelde-estuarium binnen. Bij een lage Scheldeafvoer wordt dit zoute zeewater minder verdund met zoet water dan bij hoge afvoer. Op bijlage 2, waar de velden met initiële saliniteitswaarden voor afvoeren van 40 en 160 m³s⁻¹ zijn weergegeven, wordt dit gedemonstreerd. Bij gelijke afvoer is de verdunning bij doottij, als minder zout water binnenkomt, sterker dan bij springtij. Dit is ook weer te zien aan verschillen in saliniteitswaarden bij dood- en springtij. Lokale verschillen in de saliniteitsgehalten (linker / rechtergeul Westerschelde) worden veroorzaakt door het eb- of vloeddominant zijn van een geul.

In de natuur wordt op een aantal lokaties de saliniteit continue geregistreerd. Te weten: Hoofdplaat, Baalhoek, Prosperpolder en Oosterweel. In bijlage 8 zijn de in de natuur gemeten waarden vergeleken met de door SCALDIS100 berekende. Verschillen kunnen optreden door initiële verschillen en door variaties in de zoetwaterbelasting over de simulatieperiode, die niet in het model worden ingevoerd. De inspeeltijd die noodzakelijk is om een stabiele saliniteitssituatie te verkrijgen, hangt af van de mate van afwijking tussen de ingestelde afvoer en de afvoer die behoort bij het initiële saliniteitsveld. Voor deze periode is de afvoer 190 m³s⁻¹, terwijl de bij het initiële veld behorende afvoer 160 m³s⁻¹ bedraagt.

In Hoofdplaat wordt na een inspeeltijd van enkele dagen de saliniteit redelijk goed weergegeven. De amplitude is wat te klein, waarbij de gemiddelde waarde wat te laag is. In Baalhoek wordt de amplitude van de saliniteit te groot weergegeven, de maximumconcentratie komt goed met de werkelijkheid overeen, de minimumconcentratie wordt te laag weergegeven. In Prosperpolder wordt de amplitude correct weergegeven, de concentratie ligt echter gedurende de gehele getijperiode ca. 50 % te laag. De concentratie in Oosterweel ligt te laag.

Naar het gedrag van het zout in relatie tot de Scheldeafvoer wordt momenteel binnen het projekt OOSTWEST onderzoek verricht. Ook de weergave van de saliniteit door de SCALDIS modellen komt hierbij aan de orde.

Het meenemen van de saliniteit dient in SCALDIS100 voorlopig om in de simulatie van de getijbeweging ook de gevolgen van de dichtheidsverschillen in enige mate mee te nemen.

3.3.2. Verificatie extreme omstandigheden.

Inleiding

Om de resultaten van SCALDIS100 onder andere omstandigheden dan de hierboven genoemde te kunnen beoordelen, met name bij doottij en bij een meerdaagse storm, is ook de periode van 19 februari tm 1 maart 1990 gesimuleerd. In deze periode zijn geen stroommetingen verricht, daarom is alleen het waterstandsverloop en de saliniteit gecontroleerd. De resultaten hiervan zijn alleen kwalitatief beschreven. In tabel 4 zijn de getijcoëfficiënten van deze periode weergegeven.

Datum	Getijcoëff. gem doottij en gem springtij	Getijcoëffient			
		eb	vloed	eb	vloed
19 - 2	0.79 / 1.16		0.70	0.76	0.50
20 - 2		0.30	0.66	0.69	0.41
21 - 2		0.51	0.67	0.65	0.65
22 - 2		0.73	0.75	0.91	0.99
23 - 2		0.92	0.99	0.99	0.99
24 - 2		1.04	1.12	1.11	1.05
25 - 2		1.15	1.27	1.15	1.08
26 - 2		1.13	1.39	0.98	1.04
27 - 2		1.19	1.27	1.11	1.06
28 - 2		1.40	1.31	1.12	1.19
1 - 3		1.42	1.27	1.18	

Tabel 4. Getijcoëfficiënten Vlissingen over verificatieperiode 19 febr. - 1 maart 1990.

De getijcoëfficiënt varieert van 0.295 op 20 februari tot 1.424 op 1 maart, dit wil zeggen tussen een extreem klein en een extreem groot getijverschil.

Doodtij.

Bijlage 9

Om te controleren hoe SCALDIS100 kleine getijverschillen weergeeft, is het getij van 20 en 21 februari gesimuleerd. De getijcoëfficiënt in Vlissingen varieerde daarbij van 0.295 tot 0.693. Dit wil zeggen dat deze getijverschillen belangrijk kleiner zijn dan bij gem. doottij. (Coëff. bij gem. doottij: 0.791). Uit vergelijking van de gesimuleerde en de in de natuur opgetreden waterstanden blijkt dat over het algemeen het getijverschil 10 cm te klein wordt weergegeven en dat de middenstand 5 à 10 cm te hoog is.

Het in 3.2.5 genoemde verschijnsel van snelle waterstandsrijzing vlak voor hoogwater treedt in dit geval niet op. Dit komt waarschijnlijk doordat de stroomsnelheden veel lager liggen dan bij grotere getijverschillen, waardoor de voor dit verschijnsel kritische stroomsnelheid niet wordt overschreden. Het model is dan ook in staat het waterstandsverloop over de gehele periode goed te volgen.

SCALDIS100 is gecalibreerd aan de hand van een fors springtij. De bovenomschreven afwijkingen laten zien dat voor kleine getijverschillen de calibratie niet ideaal is. De resultaten voor doottij kunnen verbeteren door de bodemwrijving omlaag te brengen. Een snelheidafhankelijke bodemwrijving zou een algemener oplossing zijn.

Storm.

Over de periode 26 februari - 1 maart 1990 is een storm opgetreden. In bijlage ~~9~~ is het verloop van de windsnelheid en -richting te zien. De wind waaide uit ZW tot W-richting. De gemiddelde windsnelheid op 26 en 27 febr. bedroeg ca 18 ms^{-1} , nam op 28 febr. af tot ca 10 ms^{-1} , om daarna weer toe te nemen tot ruim 20 ms^{-1} .

In de bijlagen ~~10~~ is het opgetreden en gesimuleerde waterstandsverloop tijdens de storm getekend. Ook hier blijkt weer dat wanneer de waterstandsrijzing vlak voor hoogwater minder sterk is, dat SCALDIS100 in staat is het waterstandsverloop prima weer te geven. Ook bij extreem hoge hoogwaterstanden (hoger dan N.A.P. + 5.00 m bij Antwerpen). Zolang de sterke stijging van de waterstand vlak voor hoogwater niet plaatsvindt, bedragen de afwijkingen maximaal 20 cm. (Periode 26-2 12.00 uur tot 28-2 12.00 uur). Wanneer echter de sterke rijzing wel plaatsvindt, lopen de afwijkingen op tot ca 80 cm in Antwerpen, zoals op 28-2 om ca 18.00 uur.

*Model
Wind!*

4. Conclusies en aanbevelingen.

SCALDIS100 is operationeel bruikbaar vanaf Antwerpen tot in de mond van de Westerschelde. De HW- en LW-standen worden met maximale afwijkingen van zo'n 10 cm weergegeven, terwijl verschuivingen van de hoog- en laagwatertijdstippen maximaal zo'n 10 minuten bedragen. De standaardafw. van de afwijking in de 10-minuutstanden van de waterstanden ligt tussen de 5 en 15 cm. De maximale afwijkingen in de vergeleken getijvolumina bedragen in de meeste gevallen ca. 13%. Deze orde afwijkingen is ook geconstateerd in DETWES. Echter bij meetraai 2 is op het totaal volume in SCALDIS100 t.o.v. DETWES een verbetering waar te nemen. Dit komt doordat de Beneden Zeeschelde, die in DETWES schematisch is gemodelleerd, in SCALDIS100 volgens de natuurlijke situatie is ingebouwd.

Tijdens de calibratie en verificatie van DETWES is geconstateerd dat de snelle waterstandsrijzing vlak voor hoogwater niet correct wordt weergegeven. Dit verschijnsel treedt ook op in SCALDIS100. Bij de verificatie van SCALDIS100 is echter ook gebleken dat wanneer de waterstandsrijzing minder snel verloopt, het model wel in staat is om deze fase van het getij correct weer te geven. Opmerkelijk is dat ook het DUFLOW model van het Schelde-estuarium niet in staat is om deze snelle waterstandsrijzing correct weer te geven.

kortere tijdstip

De calibratie is uitgevoerd aan de hand van een fors springtij. Uit de verificatie is gebleken dat bij kleine getijverschillen de calibratieparameters een andere instelling behoeven. (Zie weergave getij 20 febr. 1990.)

Wanneer lokaal absolute stroomsnelheden aan SCALDIS100 worden ontleend, moet er kritisch mee worden omgegaan. Indien stroom- en debietmetingen beschikbaar zijn, moeten die meebeschouwd worden. Ook is het in dergelijke situaties noodzakelijk dat de lokale bodemligging in de natuur ten tijde van het uitvoeren van de meting overeenkomt met de bodemligging in SCALDIS100. Het kan zelfs noodzakelijk zijn om de bodemligging in SCALDIS lokaal aan te passen.

8

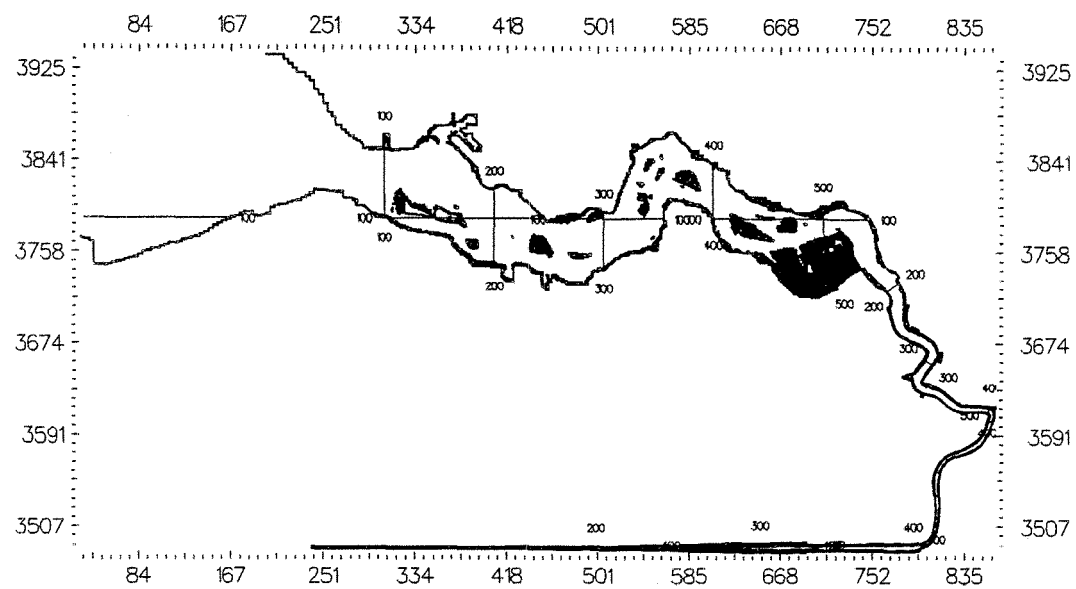
Literatuur.

1. C. van der Male: 2dh-waterbewegingsmodel DETWES, werkdocument GWWS-93.868x, Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren Middelburg, 10 november 1993.
2. Ir. T. Pieters e.a: Het Schelde-estuarium, méér dan een vaarweg, nota GWWS-91.081, Rijkswaterstaat, dir Zeeland en Dienst Getijdewateren, Middelburg, december 1991.
3. Ir. T. Pieters e.a: Het Schelde-estuarium, beheren of beheersen?, rapport DGW-93.032, Rijkswaterstaat, Middelburg, april 1993.
4. Ing. P.Lieveense: Presentatie 2-dh-waterbewegingsmodel Scaldis400, rapport AX 94.072, Rijkswaterstaat, dir Zeeland, Middelburg, september 1994.
5. G.P. Bollebakker: PC model DufLOW Westerschelde, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Middelburg, werkdocument GWWS-92.886x. 1993
6. Ir. G.J. Bosselaar e.a: Simona, User's Guide WAQUA, EDS ICIM bv, Rijswijk.
7. Ing L. Dekker. Scaldis: modeloriëntatie, randvoorwaarden, beginvoorwaarden en metingen, Rijkswaterstaat, dir. Zeeland, Middelburg, memo 17 september 1993.
8. C. van der Male e.a. Bodemligging Zeeschelde, werkdocument RIKZ/ABD-94.856x, Rijkswaterstaat, RIKZ, Middelburg, 26 juli 1994.
9. Gebruikershandleiding BODKAR, EDS ICIM bv, Rijswijk.
10. Ing. L. Dekker: Schematisering Belgische Schelde en zijrivieren stroomopwaarts Rupelmonde in SCALDIS100. Rijkswaterstaat, dir Zeeland, Middelburg, memo 24 februari 1994.
11. G.P Bollebakker, Invloed van bovenafvoer Schelde op de waterstanden op de Zeeschelde. Concept-werkdocument RIKZ/ABD-94.???x, Rijkswaterstaat, RIKZ, Middelburg, 1994.

Lijst van bijlagen.

1. Ligging SCALDIS100
2. Initiële saliniteitswaarden bij 40 en 160 m³s⁻¹.
3. Lokaties met waterstands- en saliniteitsmeetpunten en stroommeetraaien.
4. Weergave van waterstanden over calibratieperiode.
5. Weergave debiet in meetraai nabij HEMIKSEM.
6. Vergelijking waterstanden verificatieperiode.
7. Vergelijking debieten in meetraaien 2, 7 en 10.
8. Vergelijking saliniteit.
9. Vergelijking waterstanden tijdens extreem doodtij.
10. Windsnelheid en -richting tijdens storm.
11. Vergelijking waterstanden tijdens de storm.

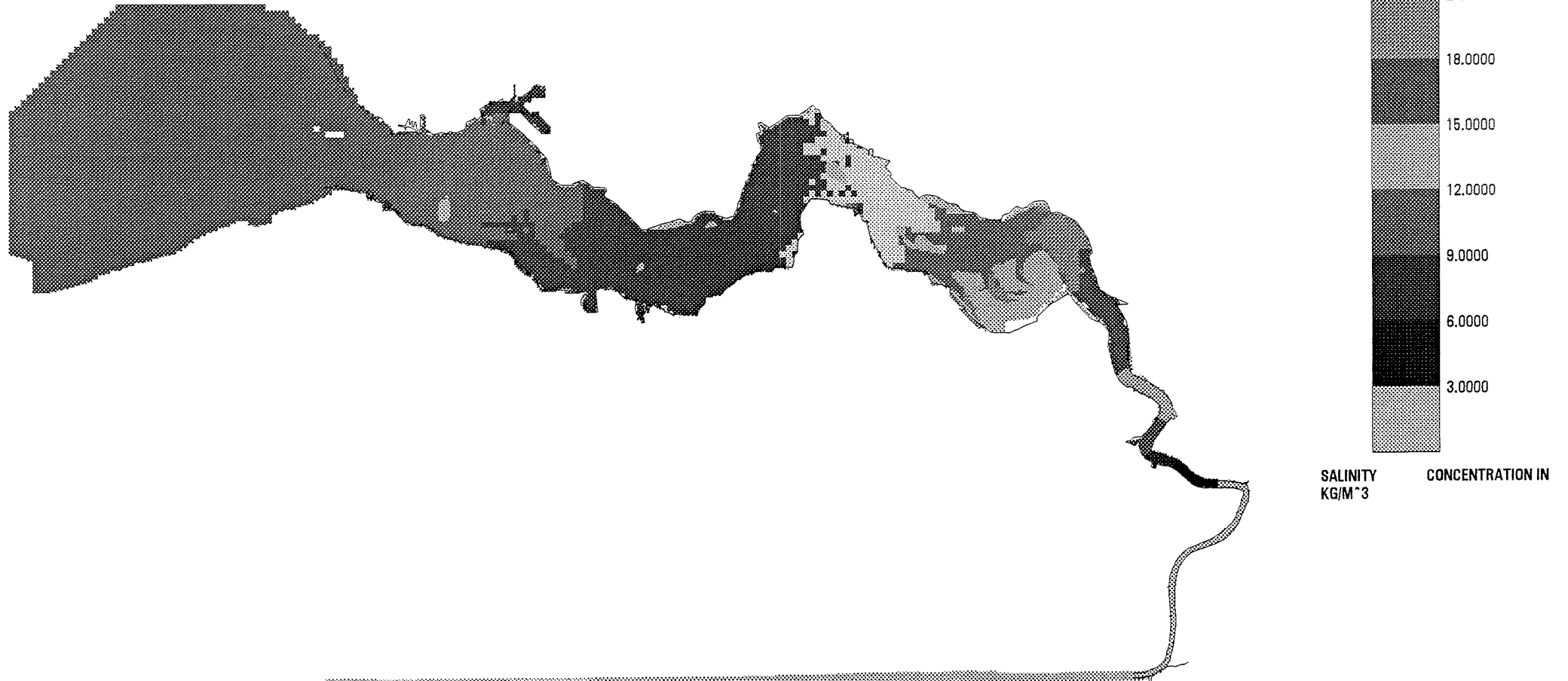
lcim MODID=Met zout;DP: 94/03/16 15:13:16;SM: 94/03/16 15:13:16



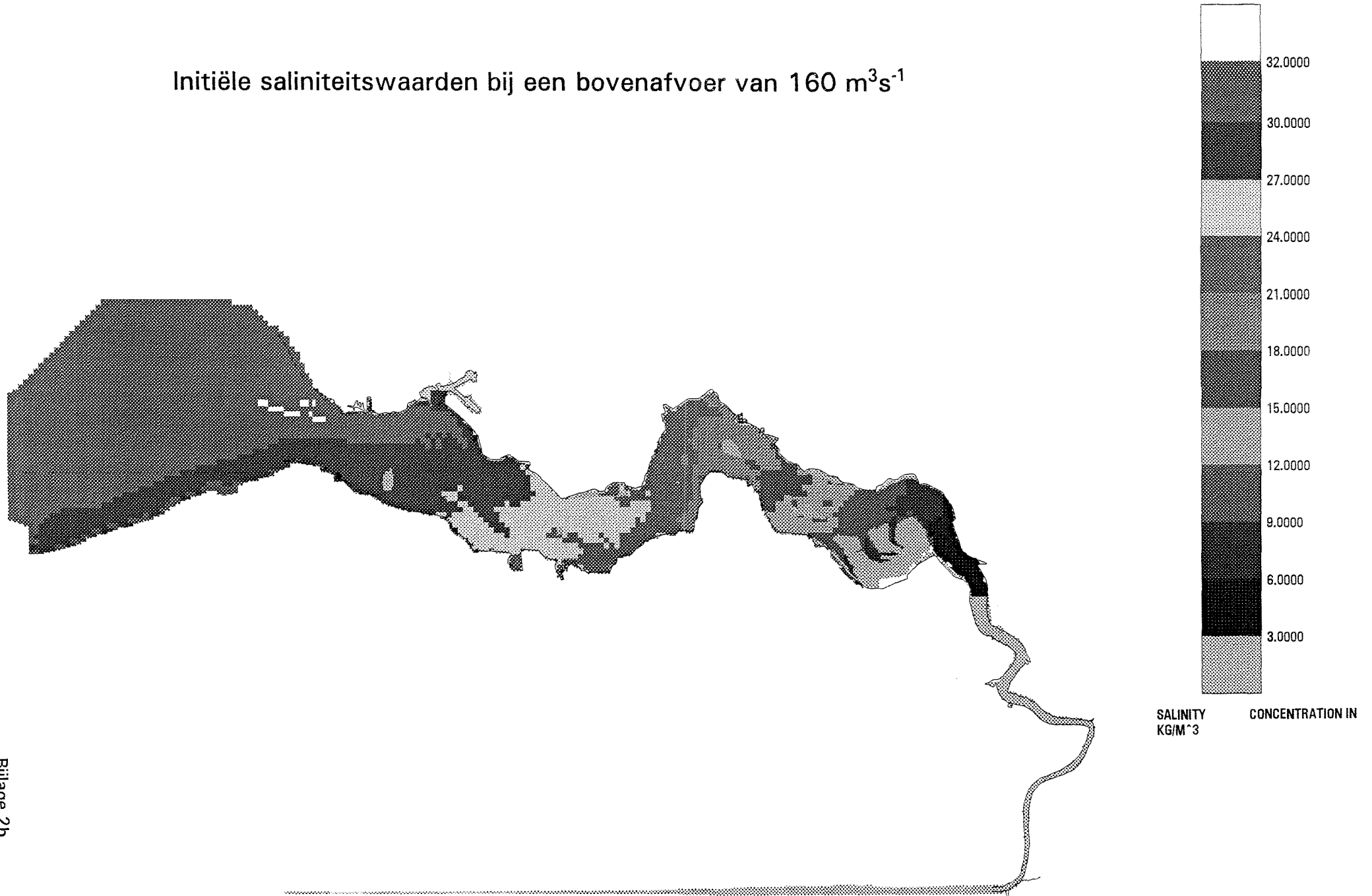
TIME= 2880.00 (90/02/21 00:00:00);NMAX= 565;MMAX= 426;DT= .500 MIN
DATA-TYPE=MODEL ONLY
SCALE FACTOR FOR COORDINATES=10^2

Ligging waterbewegingsmodel SCALDIS100.

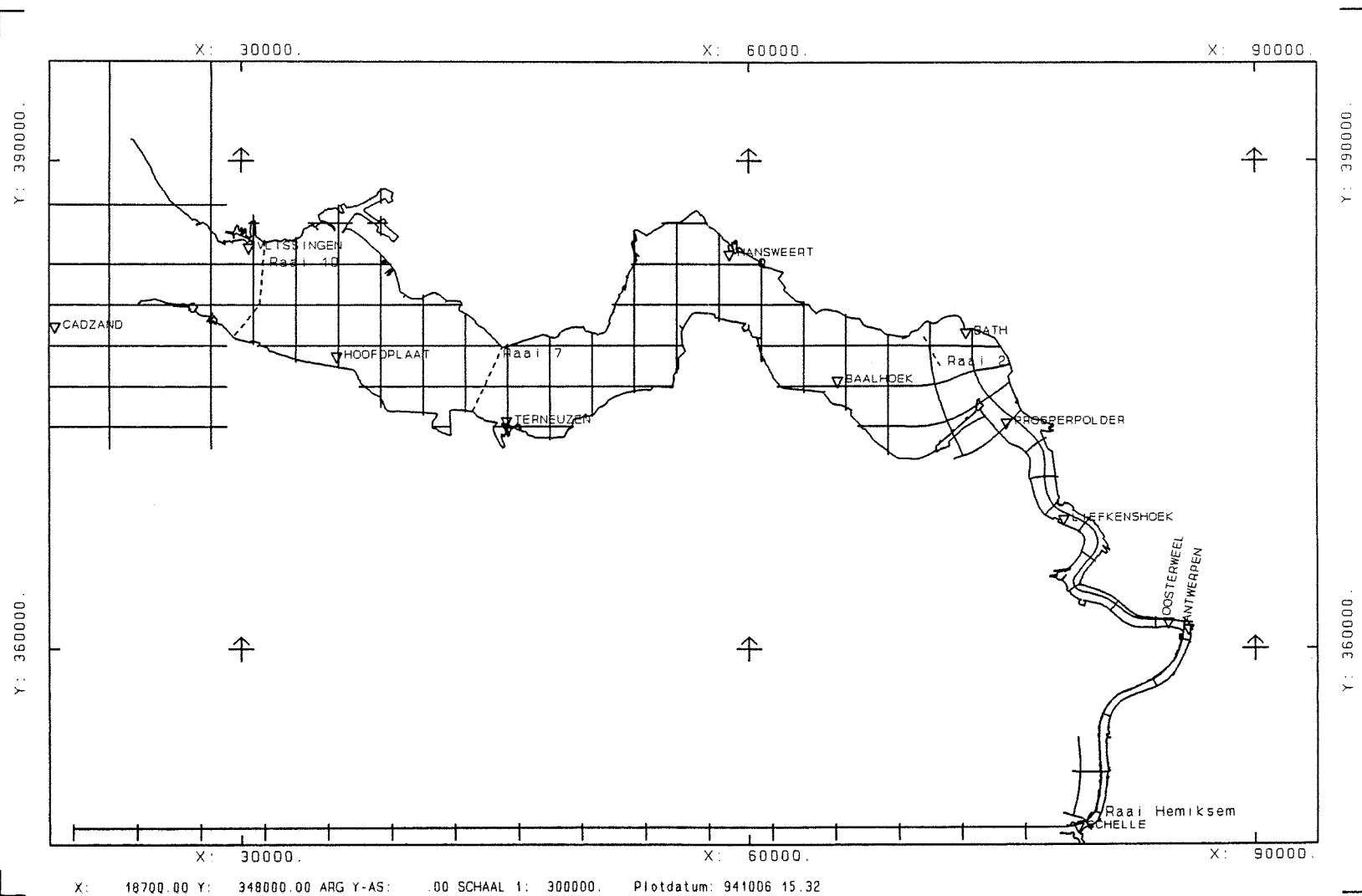
Initiële saliniteitswaarden bij een bovenafvoer van $40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$



Initiële saliniteitswaarden bij een bovenafvoer van $160 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$

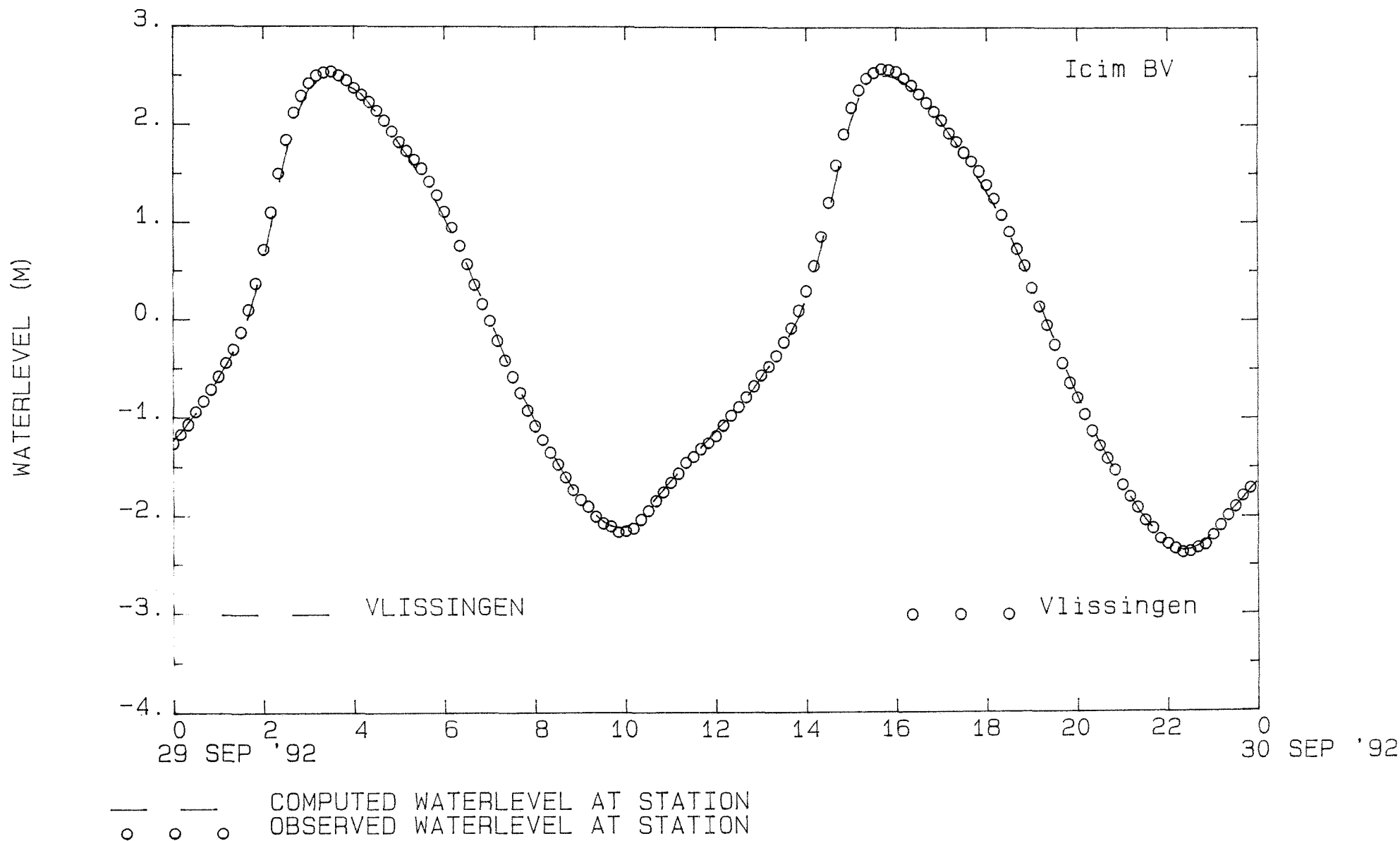


Bijlage 2b



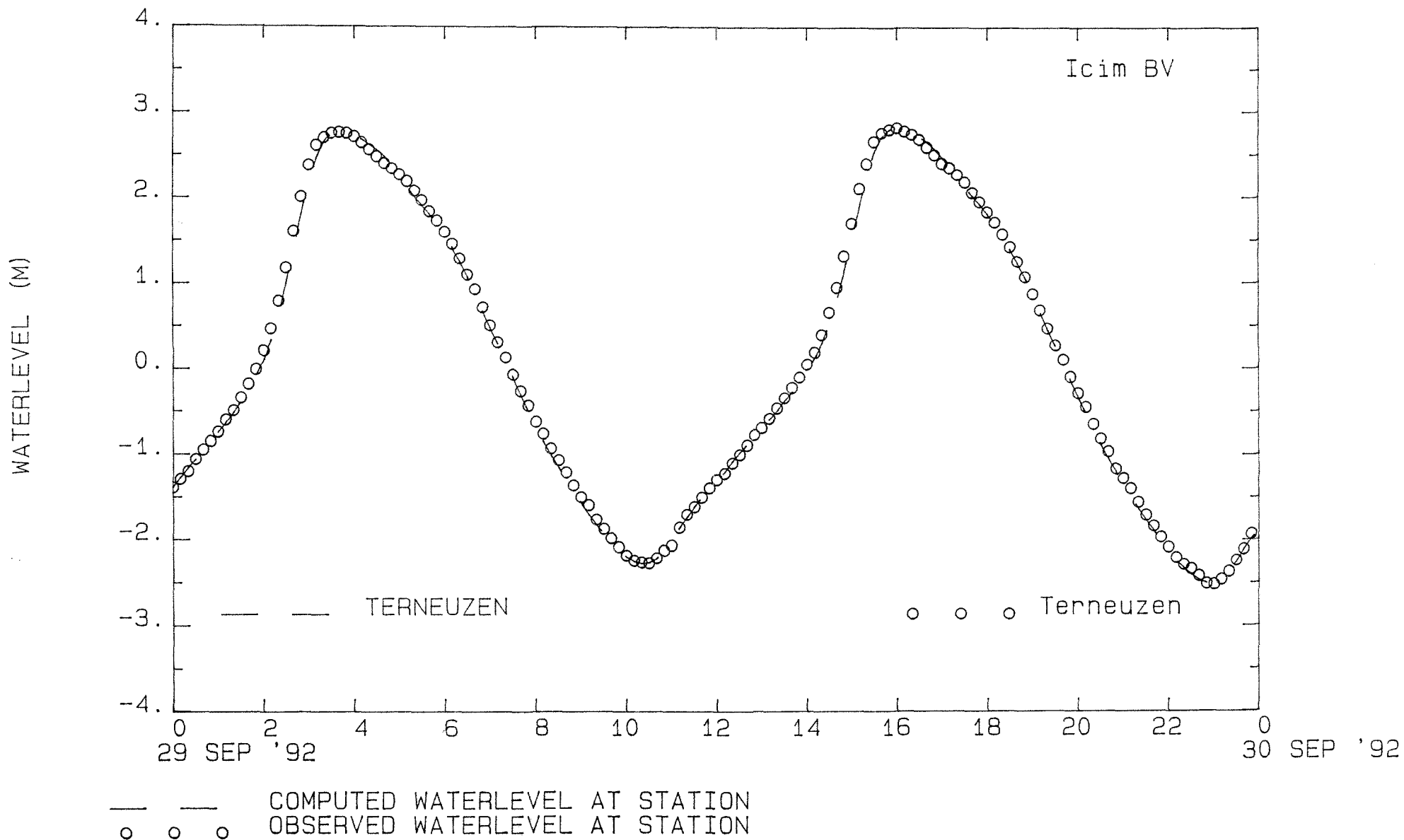
Scaldis model , 26
SCHELDE OBSERVED WATER LEVELS 28 september 1992

IDP: 94/02/16 14: 59: 47 SIM: 94/02/16 14: 59
OBS: 93/09/16 12: 02: 11



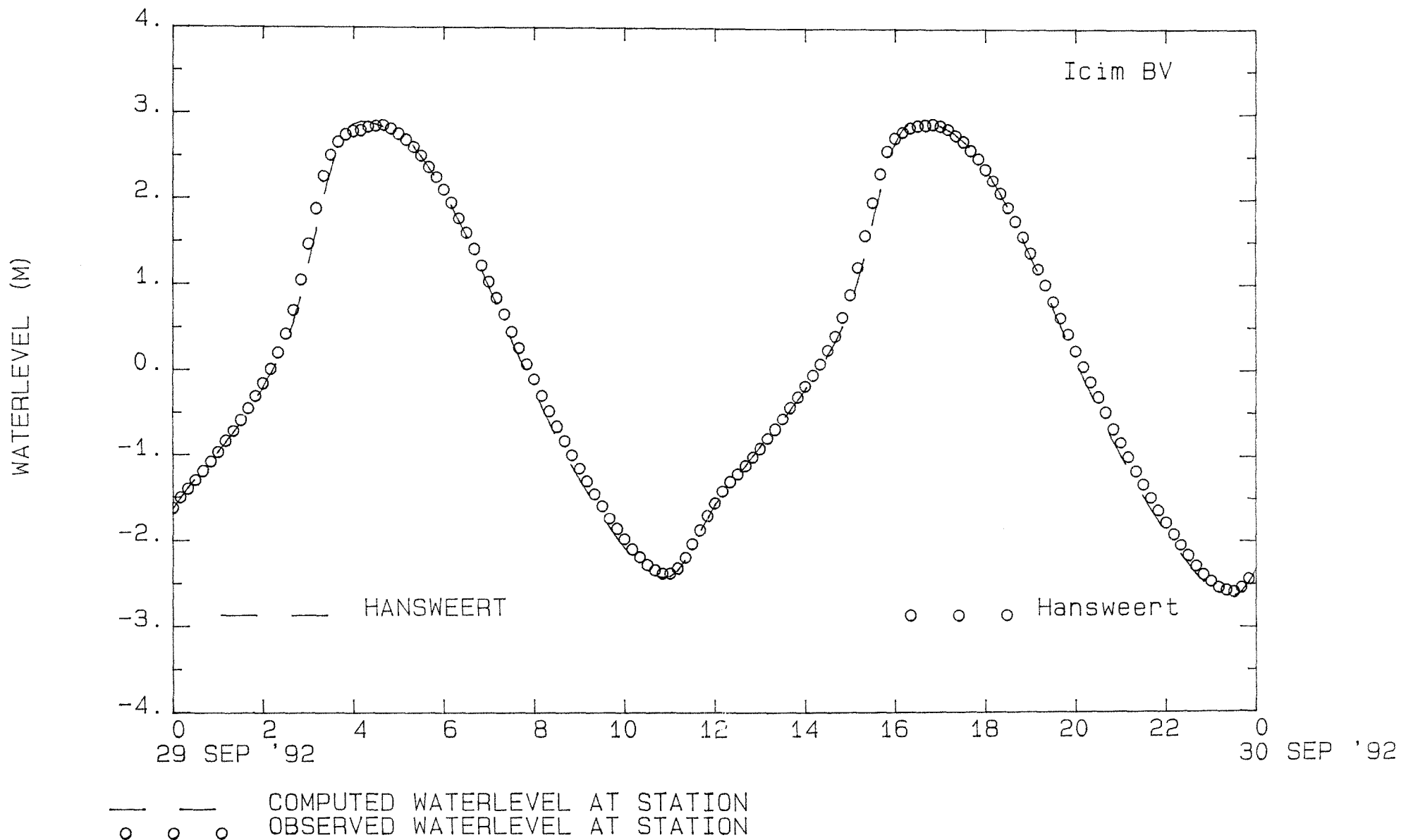
Scaldis model , 26
SCHELDE OBSERVED WATER LEVELS 28 september 1992

IDP: 94/02/16 14: 59: 47 SIM: 94/02/16 14: 59
OBS: 93/09/16 12: 02: 11



Scaldis model . 26
SCHELDE OBSERVED WATER LEVELS 28 september 1992

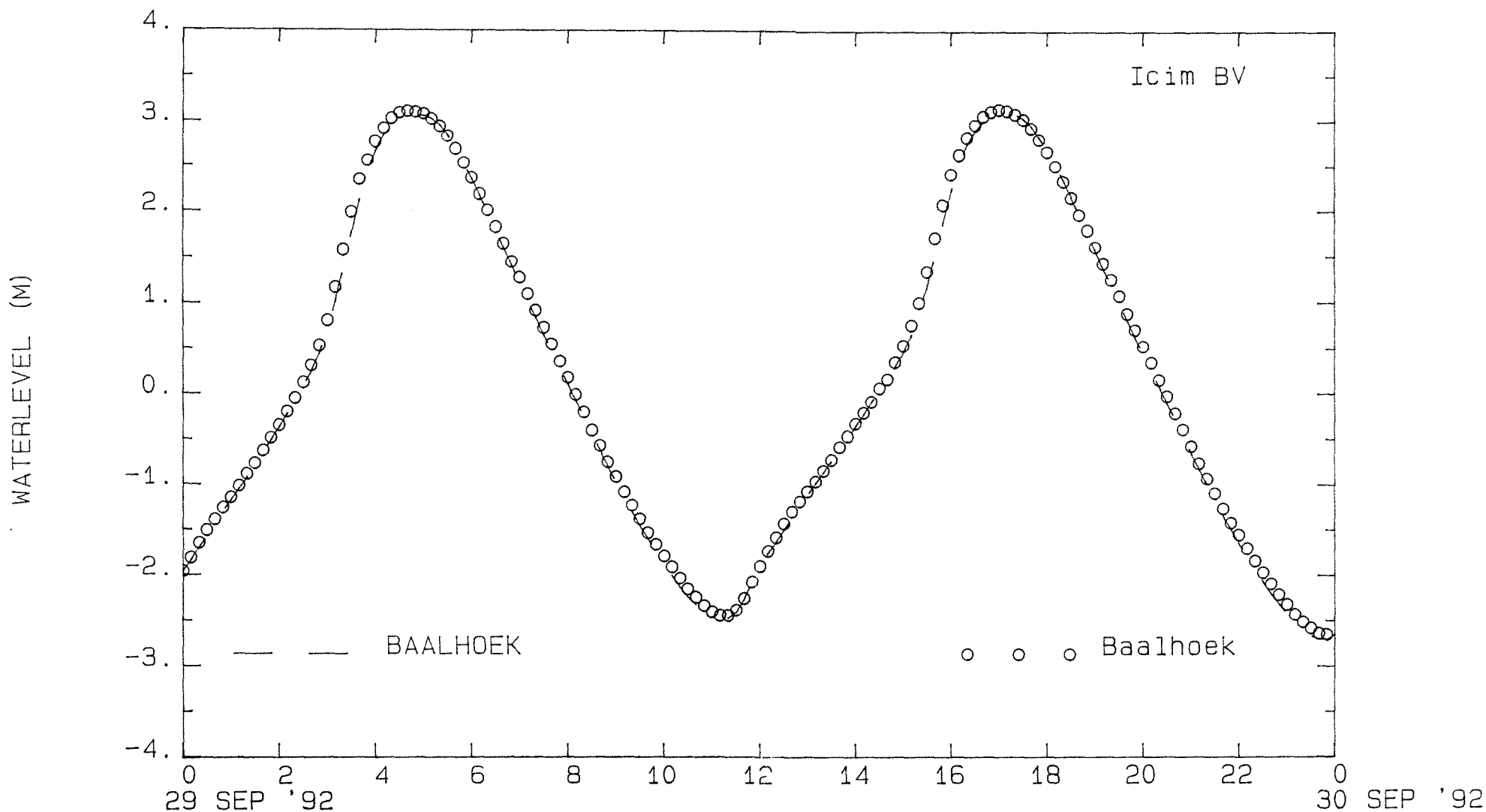
IDP: 94/02/16 14:59:47 SIM: 94/02/16 14:59
OBS: 93/09/16 12:02:11



PLOT 3

Scaldis model , 26
SCHELDE OBSERVED WATER LEVELS 28 september 1992

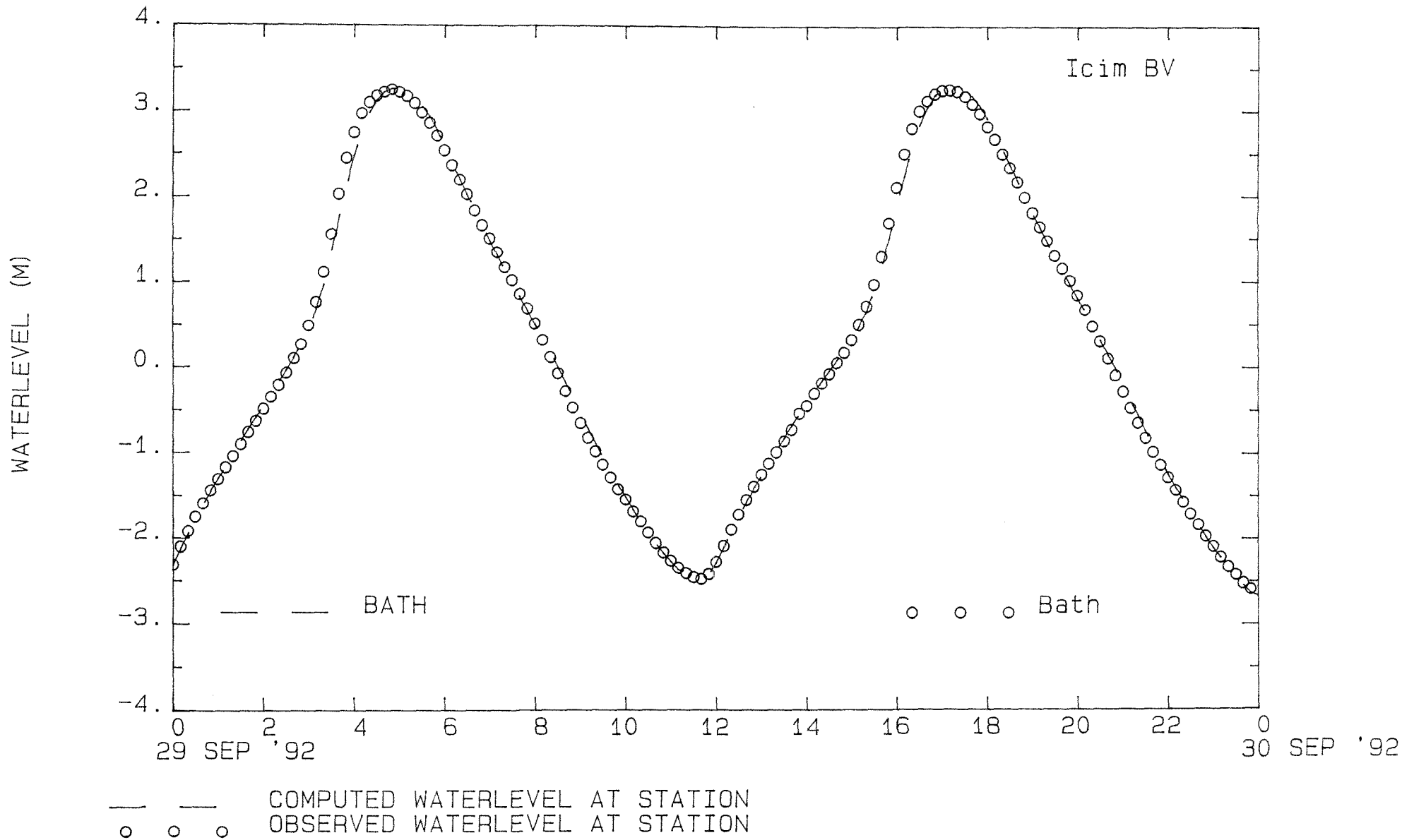
IDP: 94/02/16 14:59:47 SIM: 94/02/16 14:59
OBS: 93/09/16 12:02:11



— — — COMPUTED WATERLEVEL AT STATION
o o o OBSERVED WATERLEVEL AT STATION

Scaldis model , 26
SCHELDE OBSERVED WATER LEVELS 28 september 1992

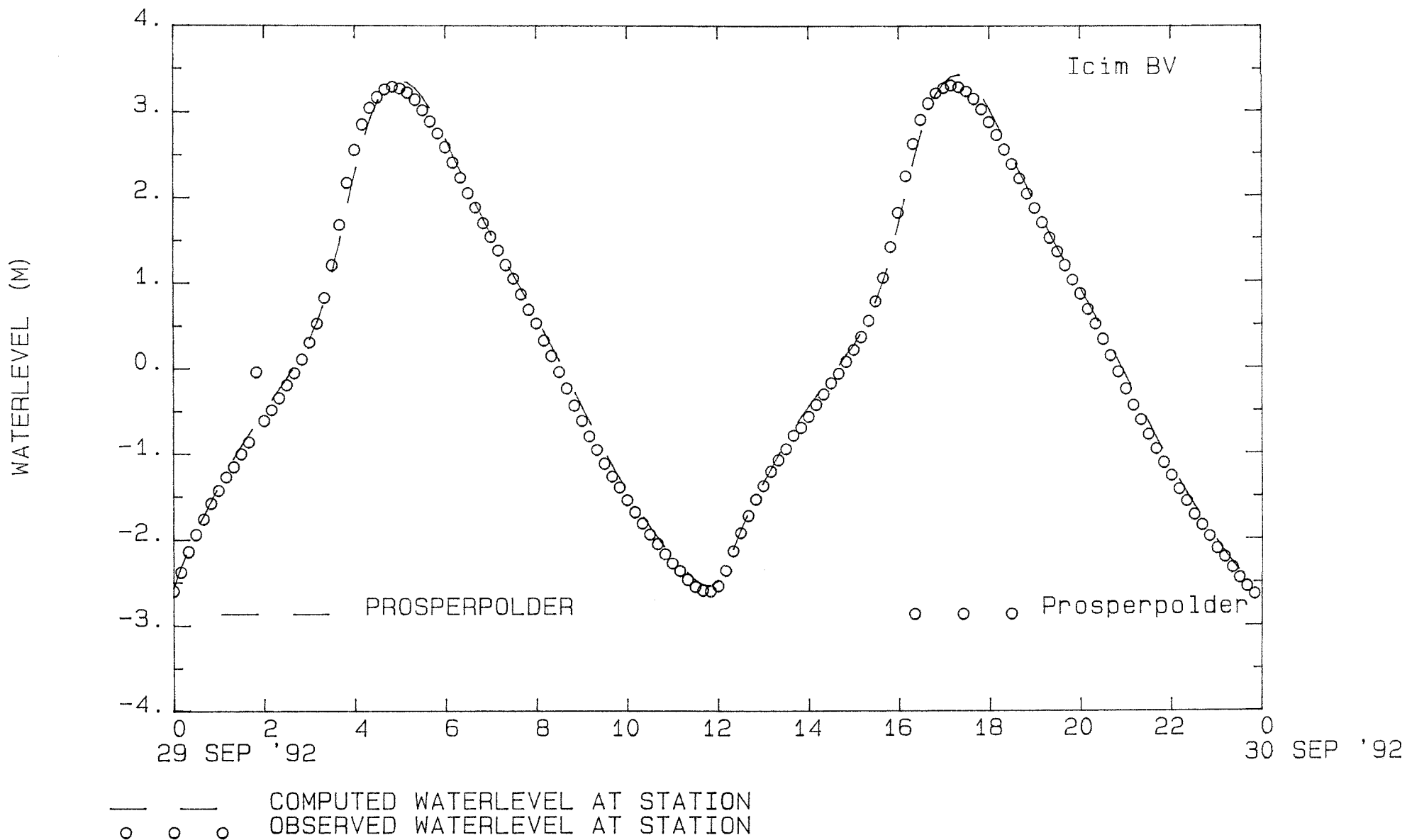
IDP: 94/02/16 14:59:47 SIM: 94/02/16 14:59
OBS: 93/09/16 12:02:11

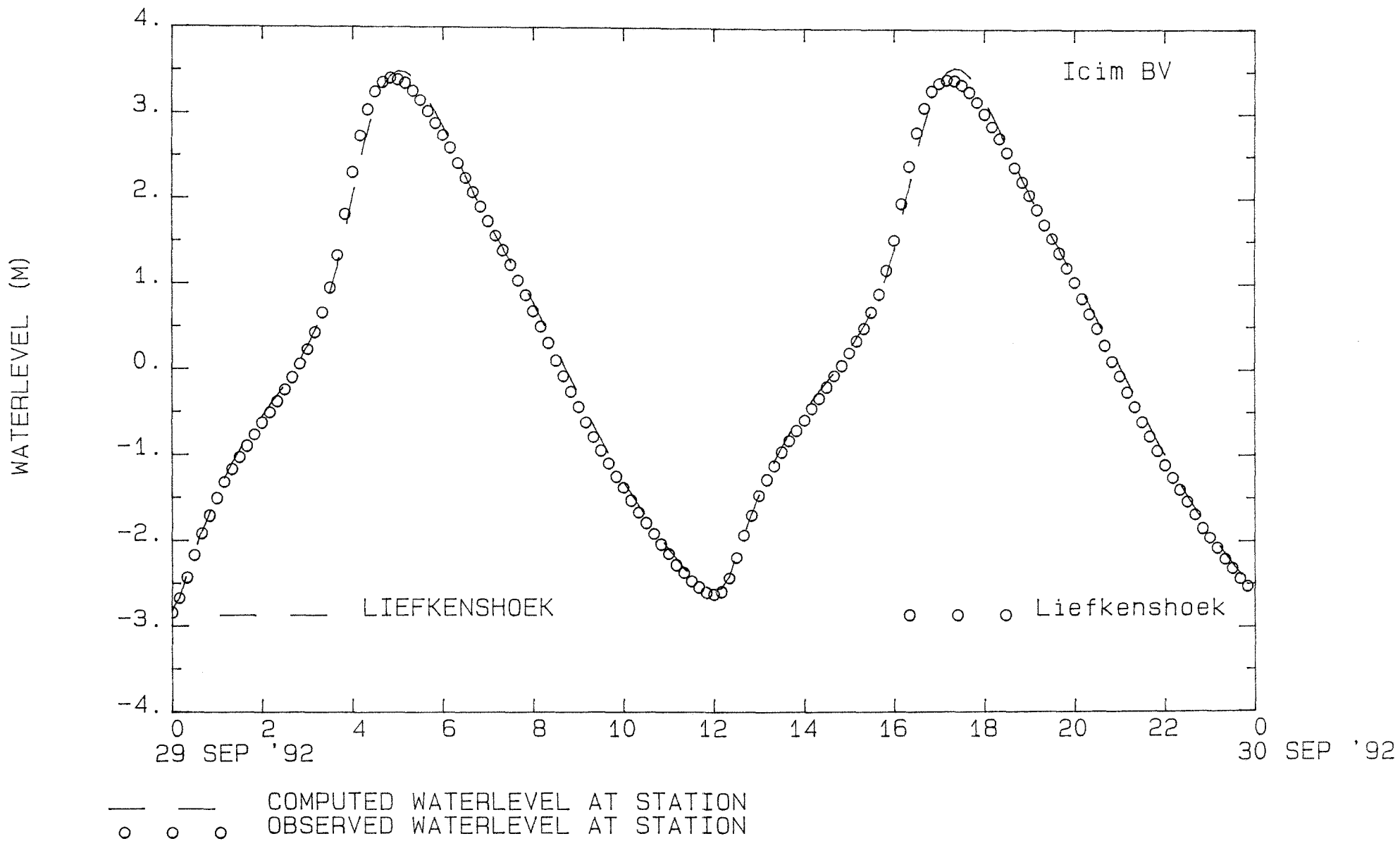


PLOT 5

Scaldis model . 26
Waterstanden Schelde

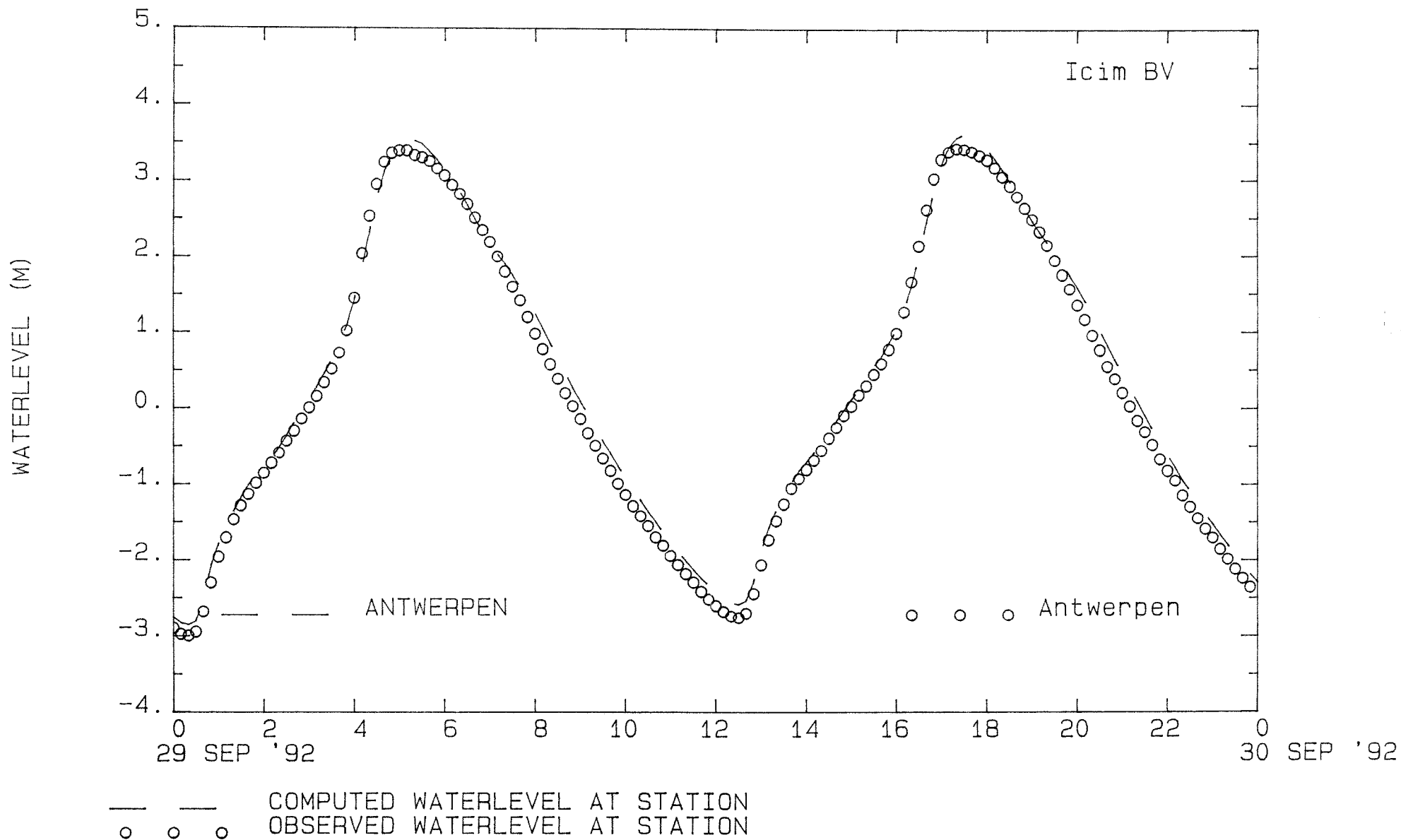
IDP: 94/02/16 14:59:47 SIM: 94/02/16 14:59
OBS: 94/02/18 11:27:53





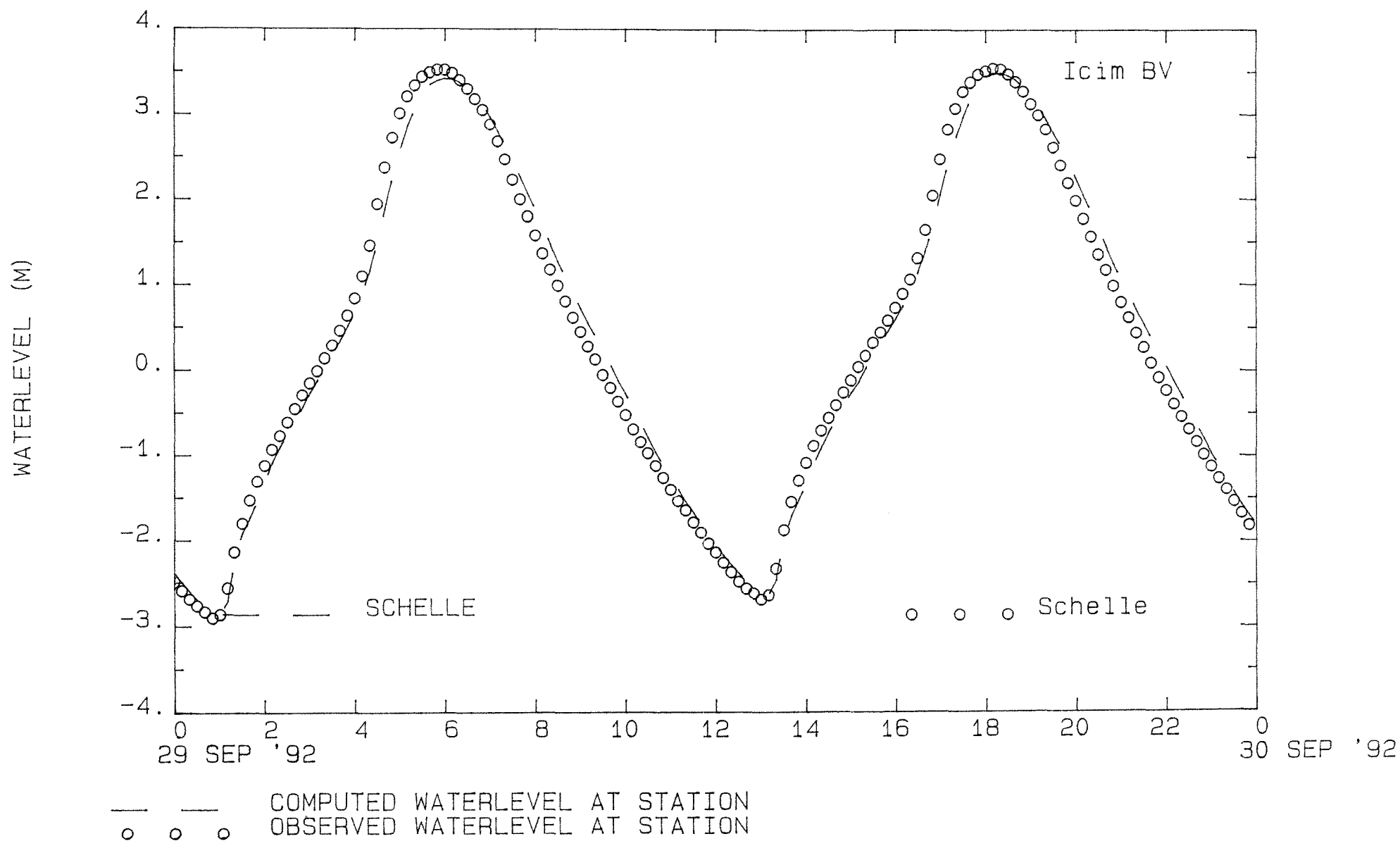
Scaldis model . 26
SCHELDE OBSERVED WATER LEVELS 28 september 1992

IDP: 94/02/16 14:59:47 SIM: 94/02/16 14:59
OBS: 93/09/16 12:02:11



Scaldis model , 26
Waterstanden Schelde

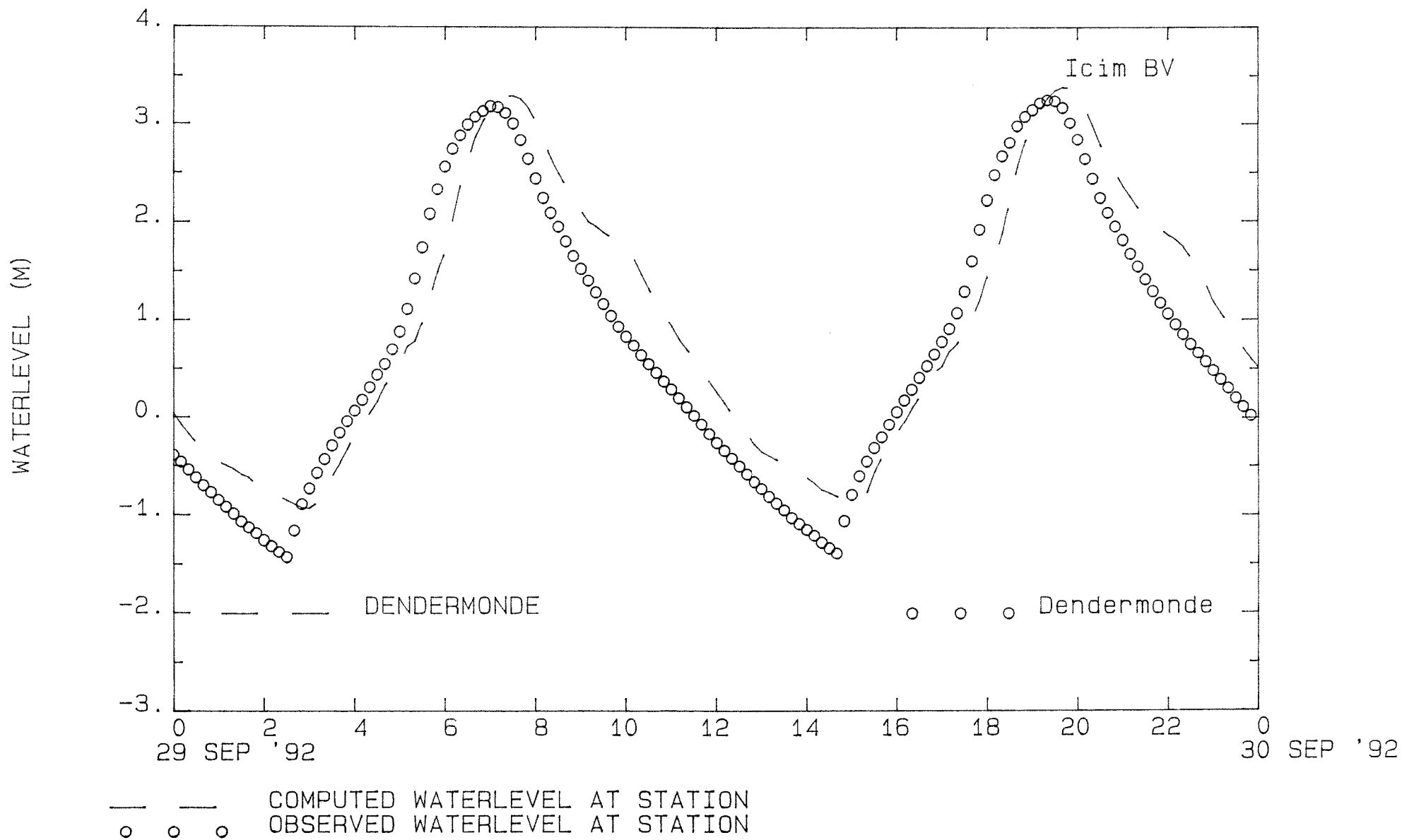
IDP: 94/02/16 14: 59: 47 SIM: 94/02/16 14: 59
OBS: 94/02/18 11: 27: 53

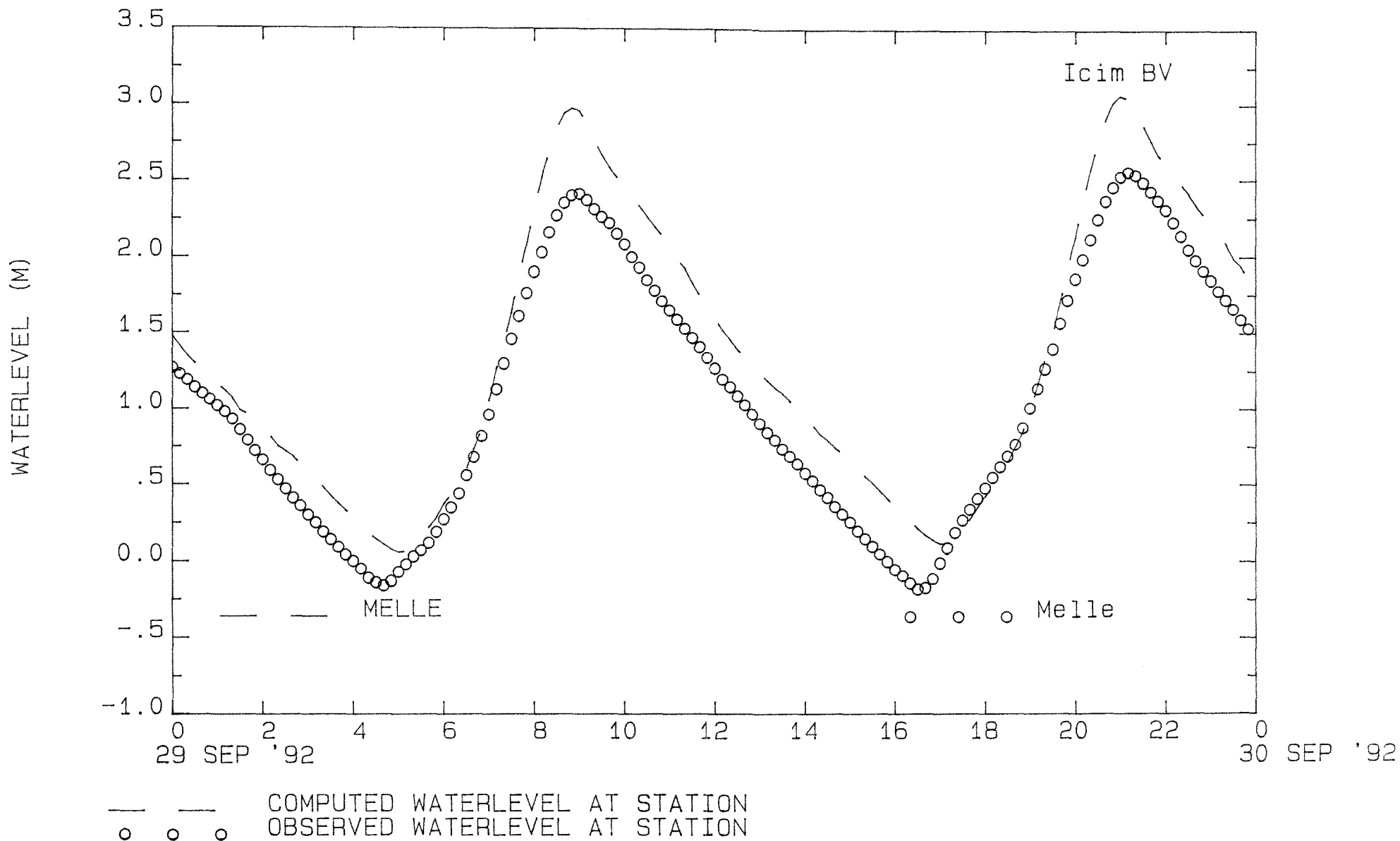


PLOT 12

Scaldis model , 26
Waterstanden Schelde

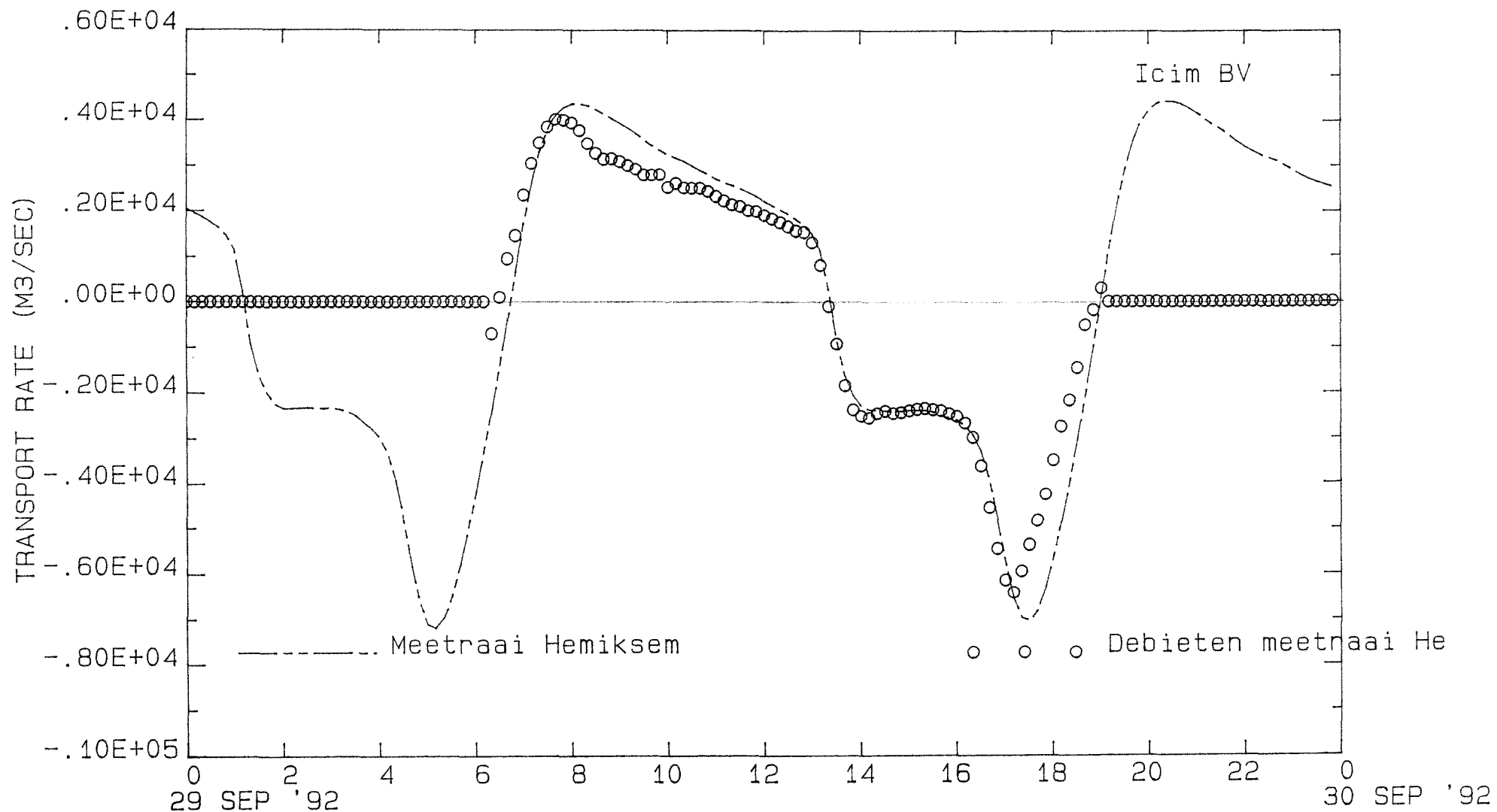
IDP: 94/02/16 14:59:47 SIM: 94/02/16 14:59
OBS: 94/02/18 11:27:53





Scaldis model , 26
SCHELDE debiet meetraai Hemiksem 29 september 1992

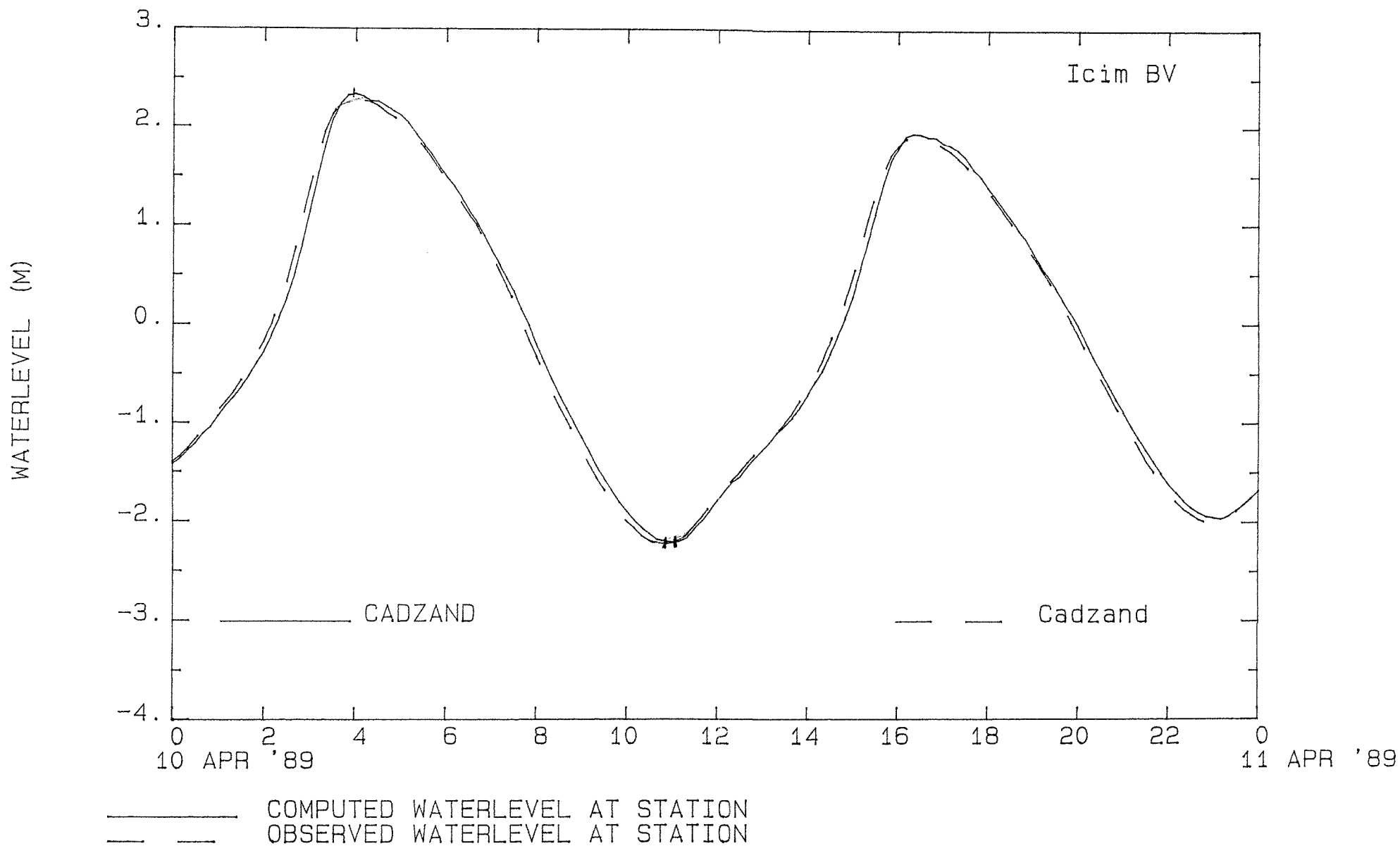
IDP: 94/02/16 14: 59: 47 SIM: 94/02/16 14: 59
OBS: 93/09/16 13: 34: 06

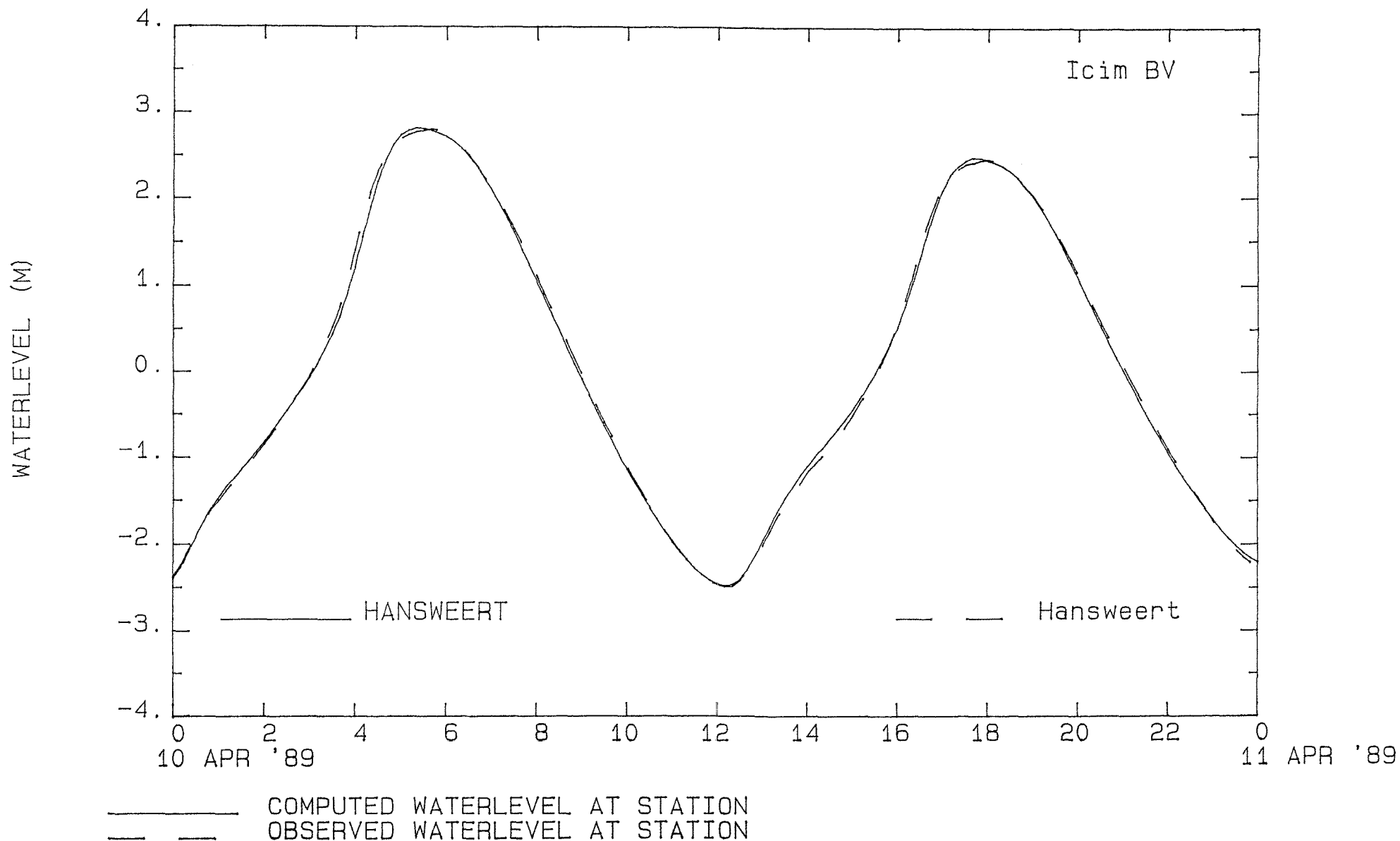


----- COMPUTED MASS TRANSPORT RATE AT V-CROSS-SECTION
o o o OBSERVED TRANSPORT RATE AT STATION

Scaldis model , 26a
SCHELDES OBSERVED WATER LEVELS 2 - 10 APRIL 1989

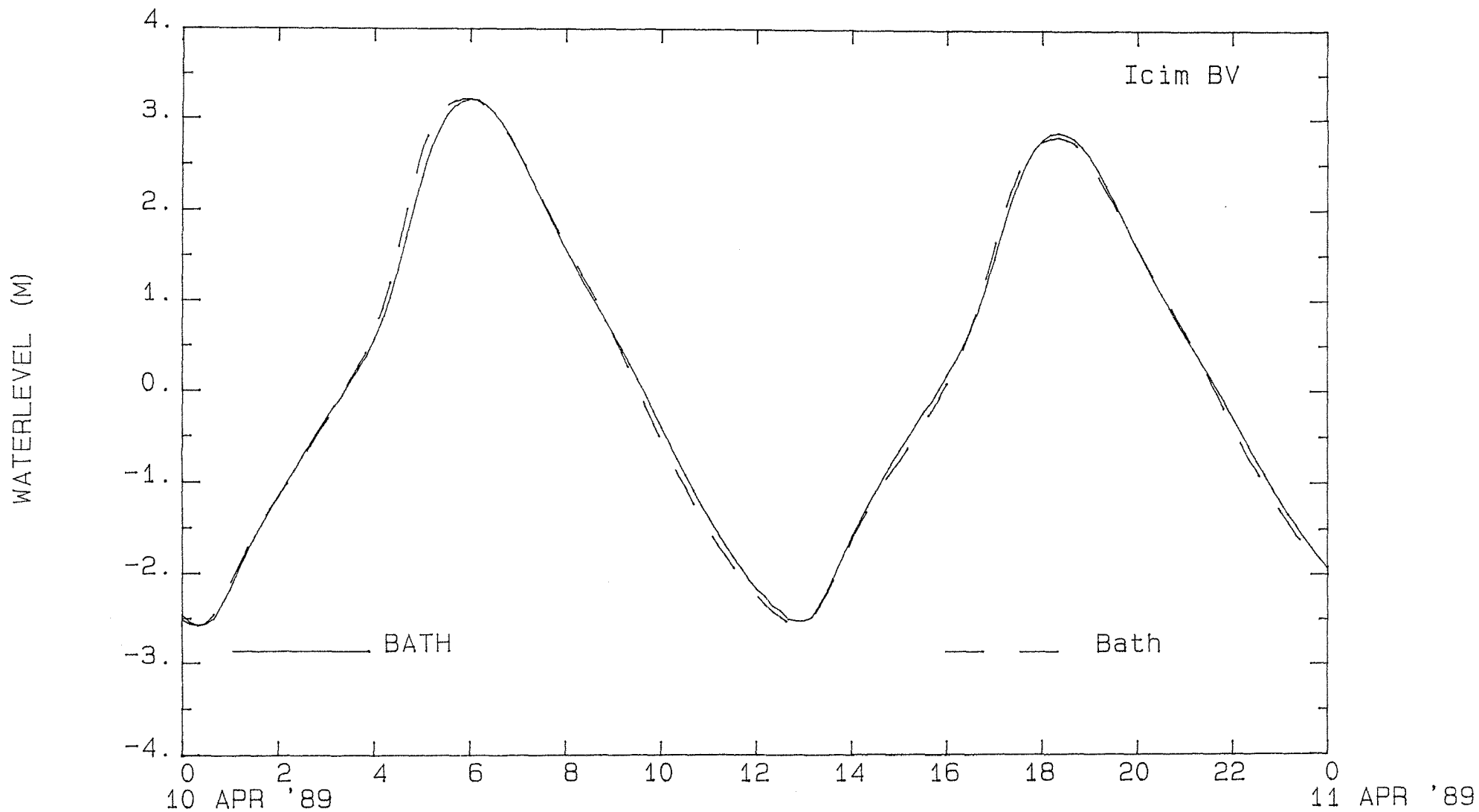
IDP: 94/02/18 13:00:22 SIM: 94/02/18 13:00
OBS: 93/11/29 11:07:44





Scaldis model . 26a
SCHELDES OBSERVED WATER LEVELS 2 - 10 APRIL 1989

IDP: 94/02/18 13:00:22 SIM: 94/02/18 13:00
OBS: 93/11/29 11:07:44

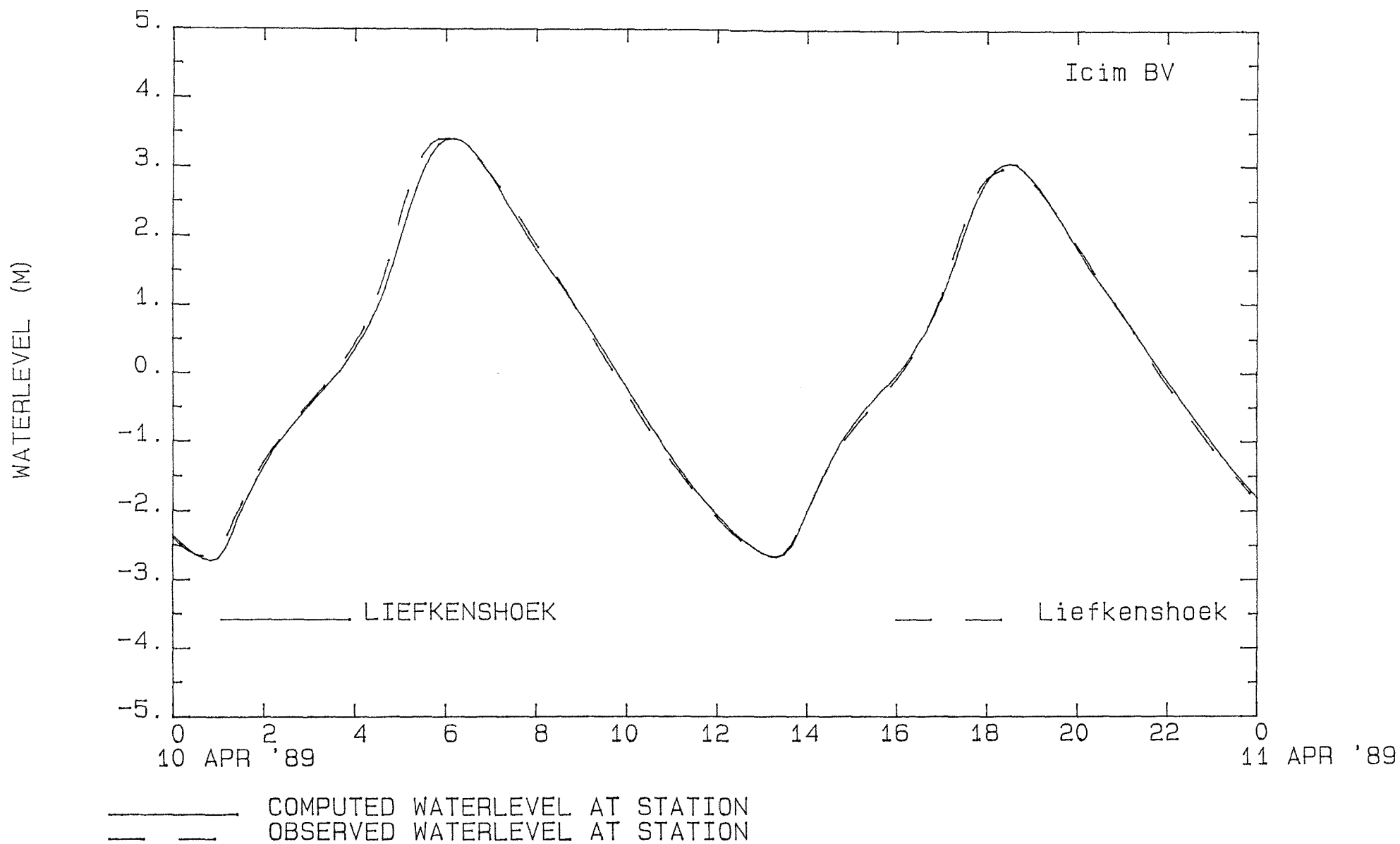


———— COMPUTED WATERLEVEL AT STATION
- - - - OBSERVED WATERLEVEL AT STATION

PLOT 6

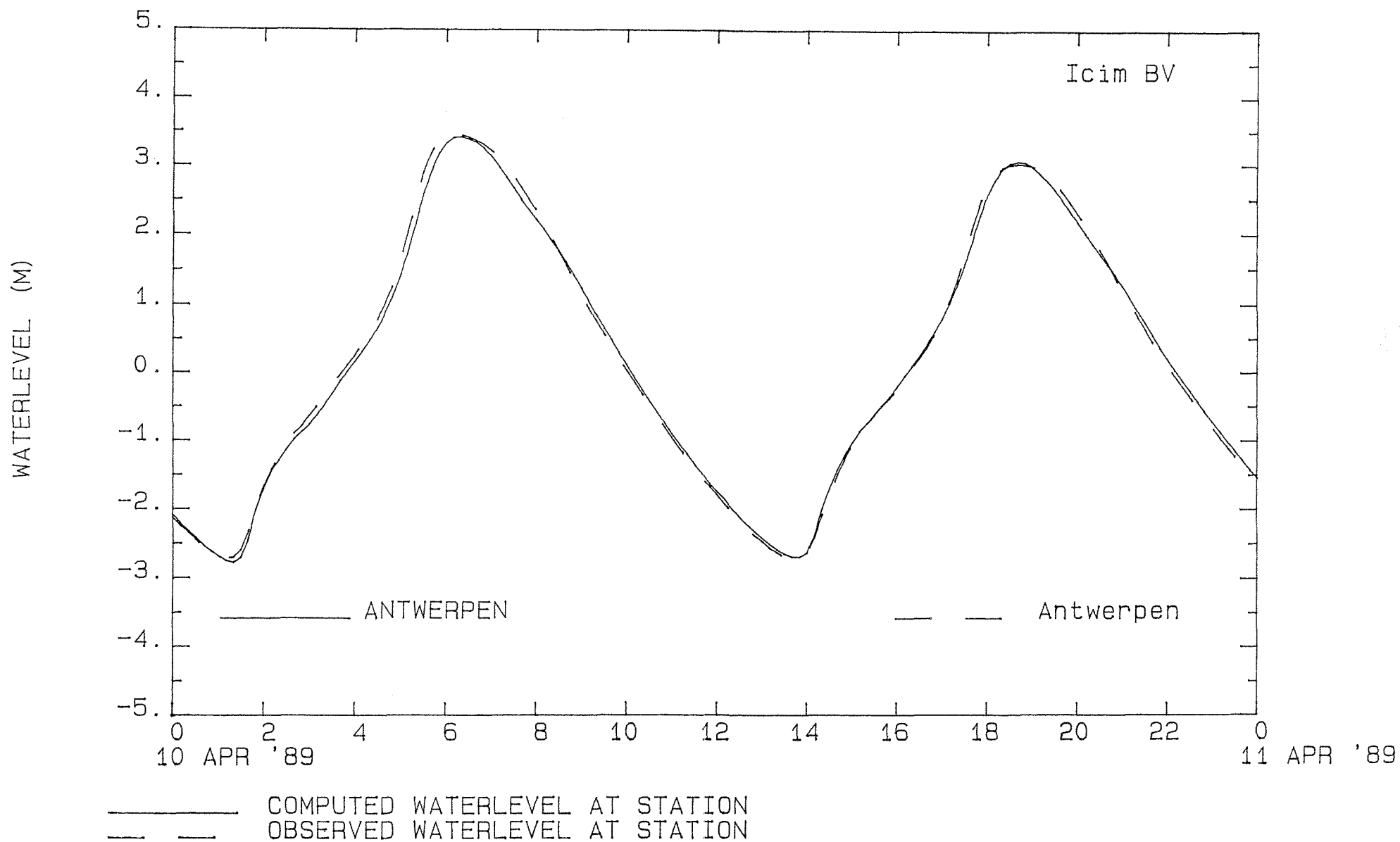
Scaldis model , 26a
SCHELDES OBSERVED WATER LEVELS 2 - 10 APRIL 1989

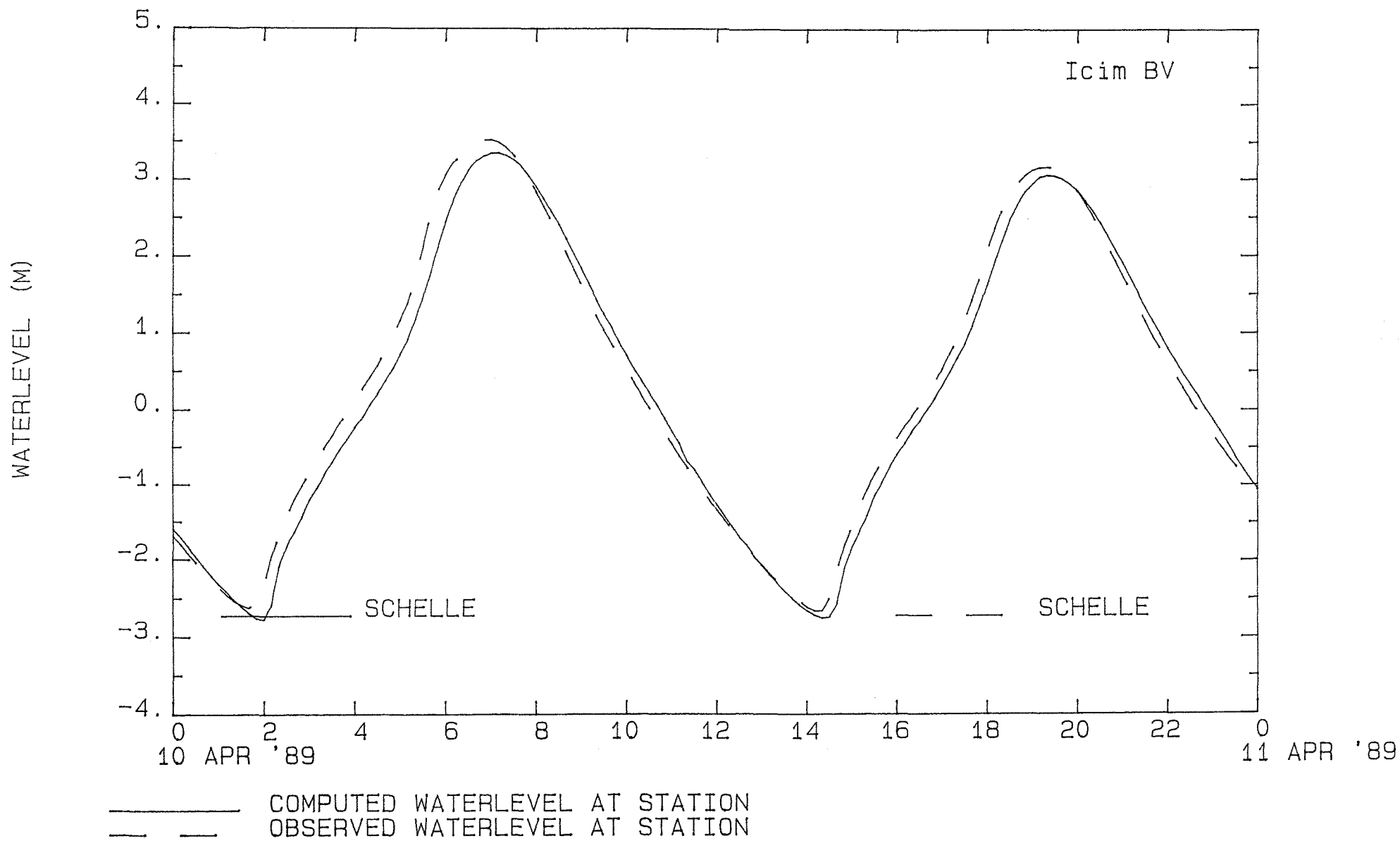
IDP: 94/02/18 13:00:22 SIM: 94/02/18 13:00
OBS: 93/11/29 11:07:44



Scaldis model , 26a
SCHELDES OBSERVED WATER LEVELS 2 - 10 APRIL 1989

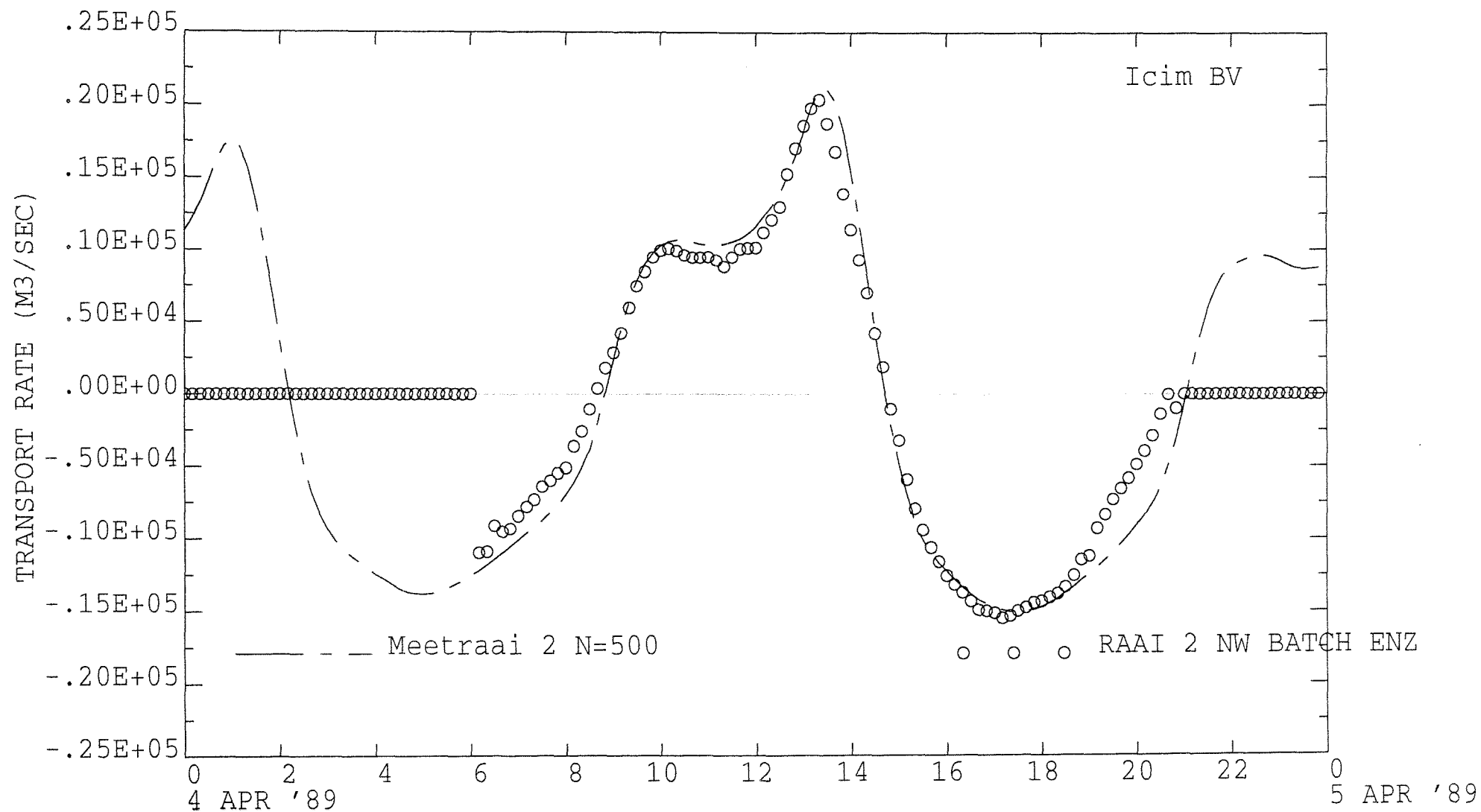
IDP: 94/02/18 13:00:22 SIM: 94/02/18 13:00
OBS: 93/11/29 11:07:44





Scaldis model , 26a
SCHELDES OBSERVED DEBIETEN 4 APRIL 1989

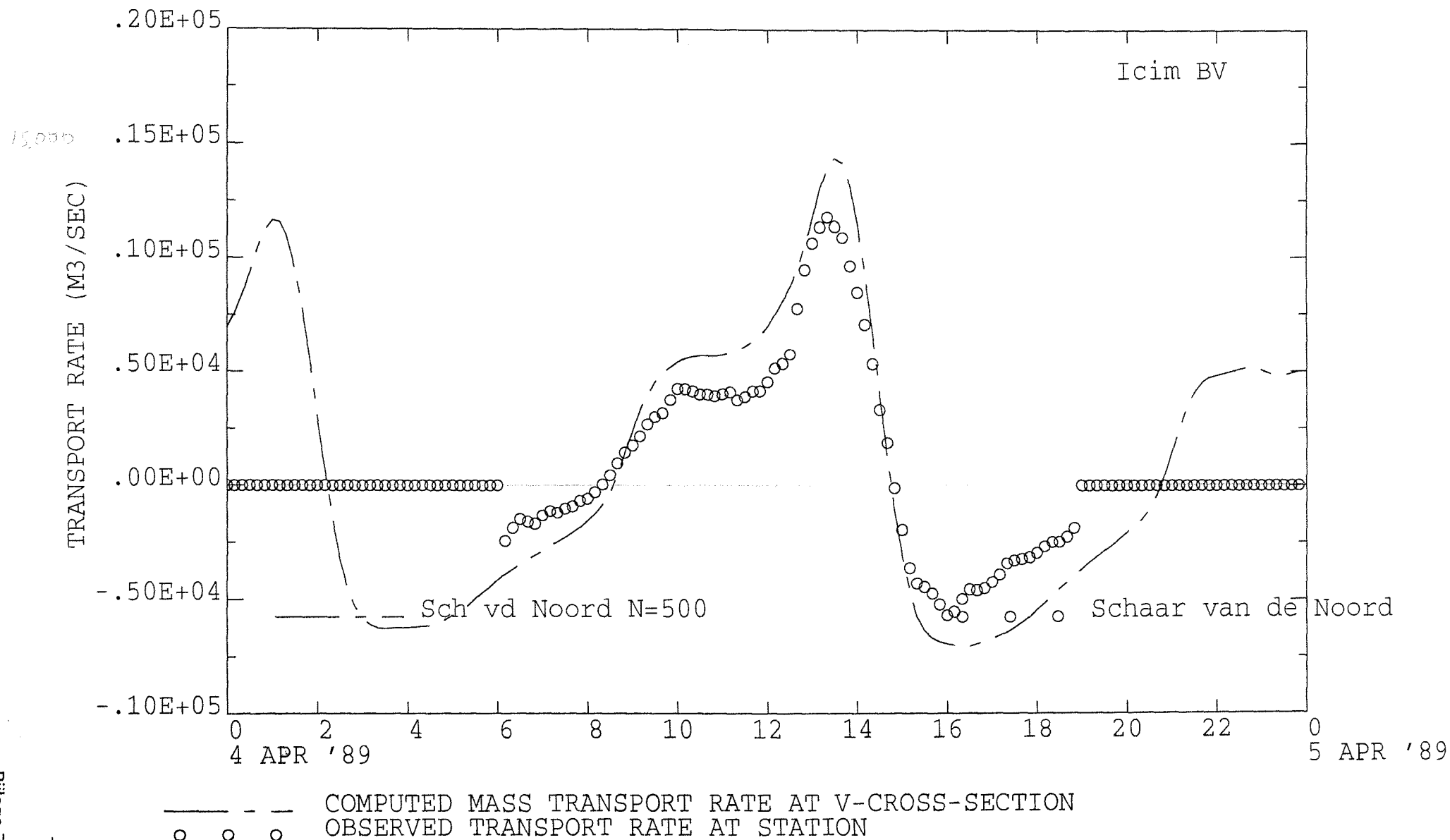
IDP: 94/09/13 10:09:01 SIM: 94/09/13 10:09
OBS: 94/09/14 11:41:08



COMPUTED MASS TRANSPORT RATE AT V-CROSS-SECTION
OBSERVED TRANSPORT RATE AT STATION

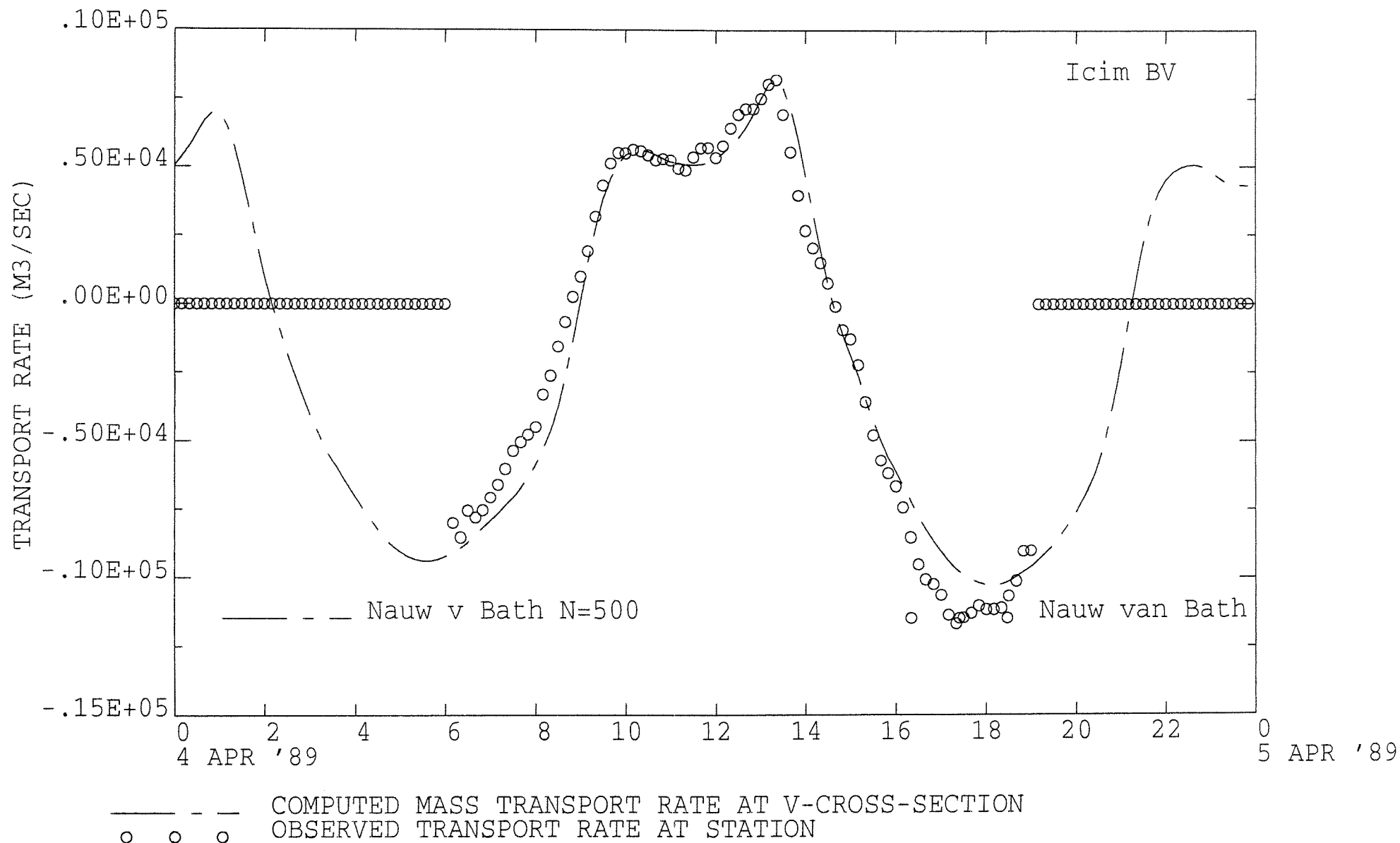
Scaldis model , 26a
SCHELDES OBSERVED DEBIETEN 4 APRIL 1989

IDP: 94/09/13 10:09:01 SIM: 94/09/13 10:09
OBS: 94/09/14 11:41:08



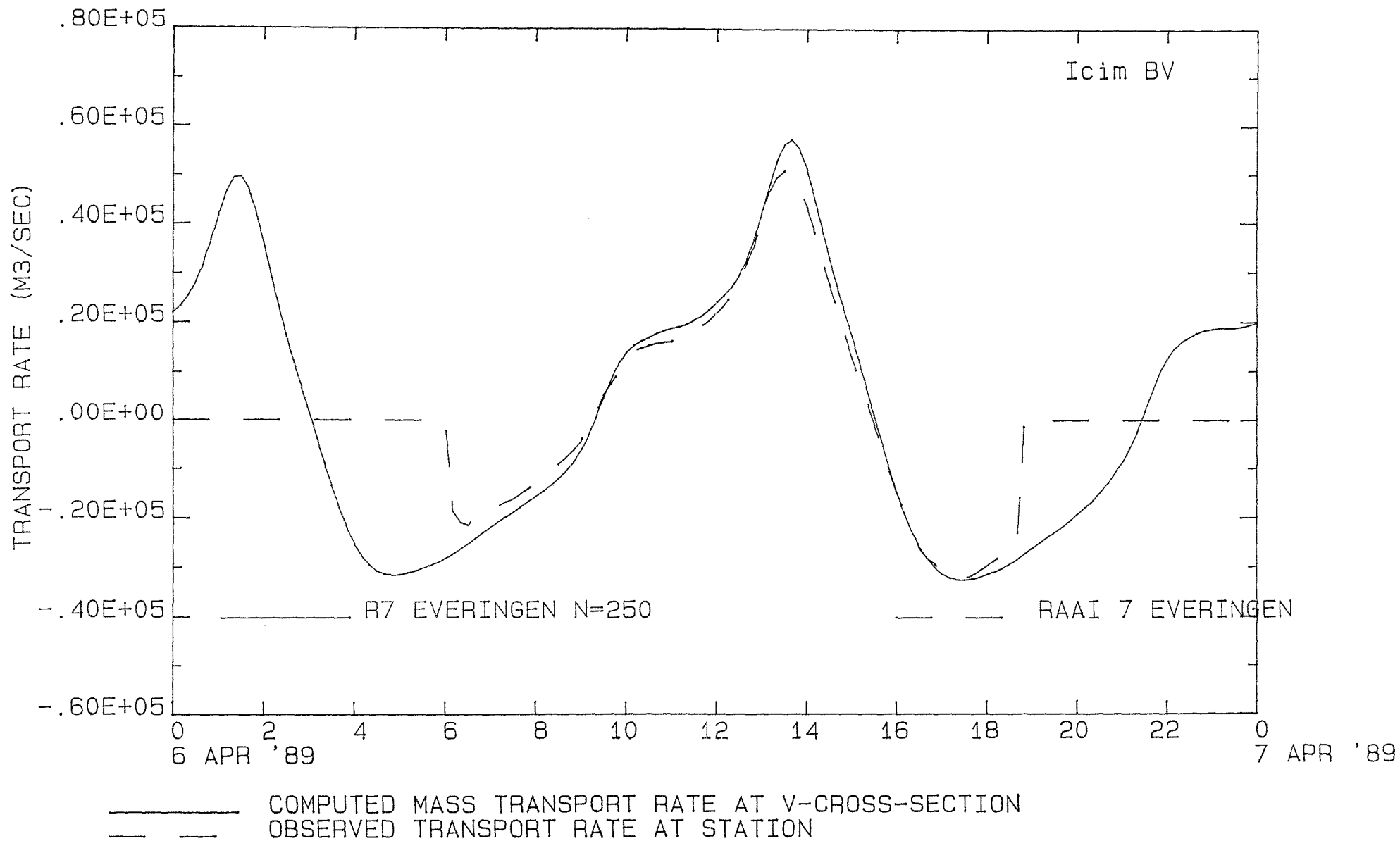
Scaldis model , 26a
SCHELDES OBSERVED DEBIETEN 4 APRIL 1989

IDP: 94/09/13 10:09:01 SIM: 94/09/13 10:09
OBS: 94/09/14 11:41:08



Scaldis model , 26a
SCHELDES OBSERVED DEBIETEN 6 APRIL 1989

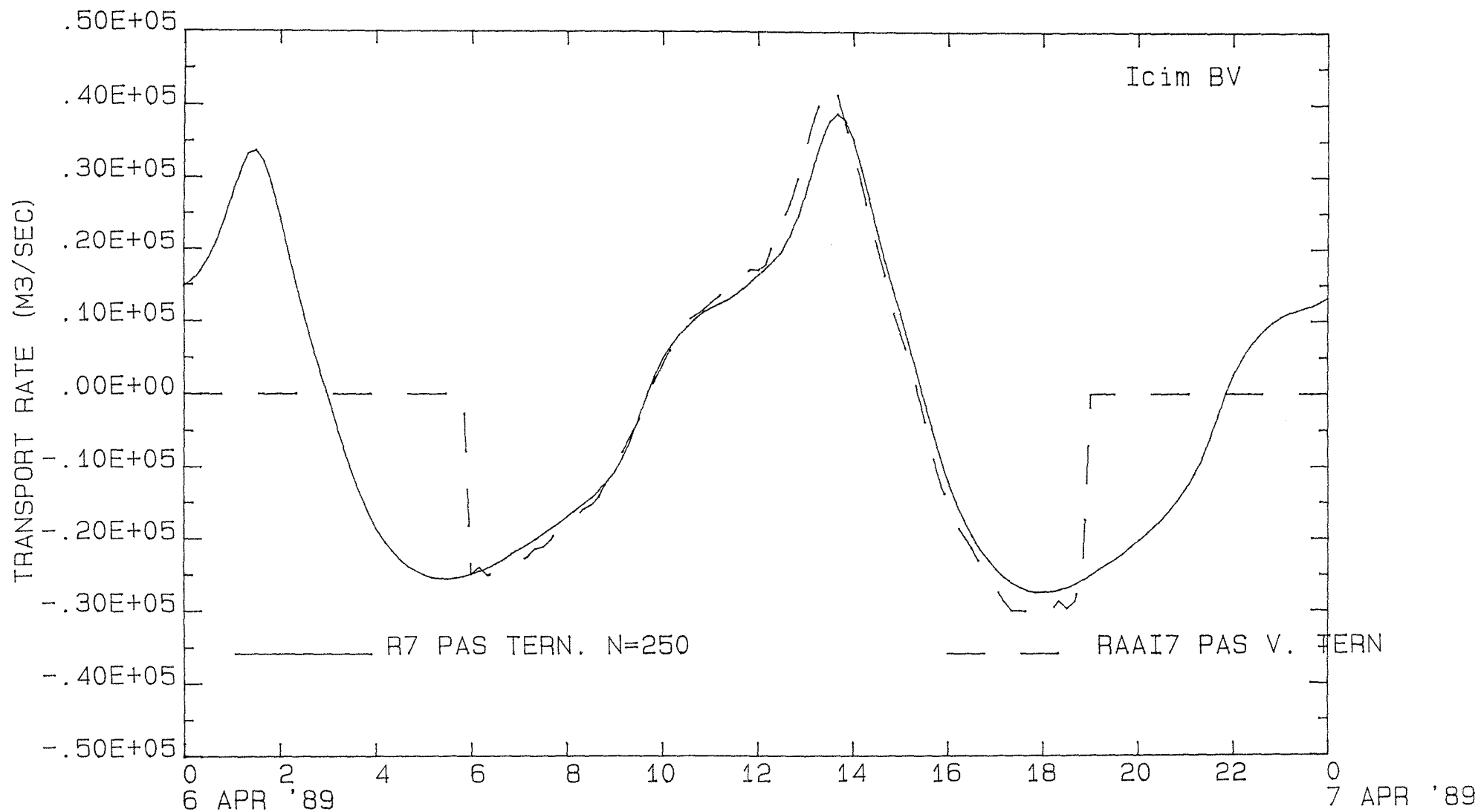
IDP: 94/02/18 13:00:22 SIM: 94/02/18 13:00
OBS: 93/11/29 13:45:13



PLOT 2

Scaldis model . 26a
SCHELDES OBSERVED DEBIETEN 6 APRIL 1989

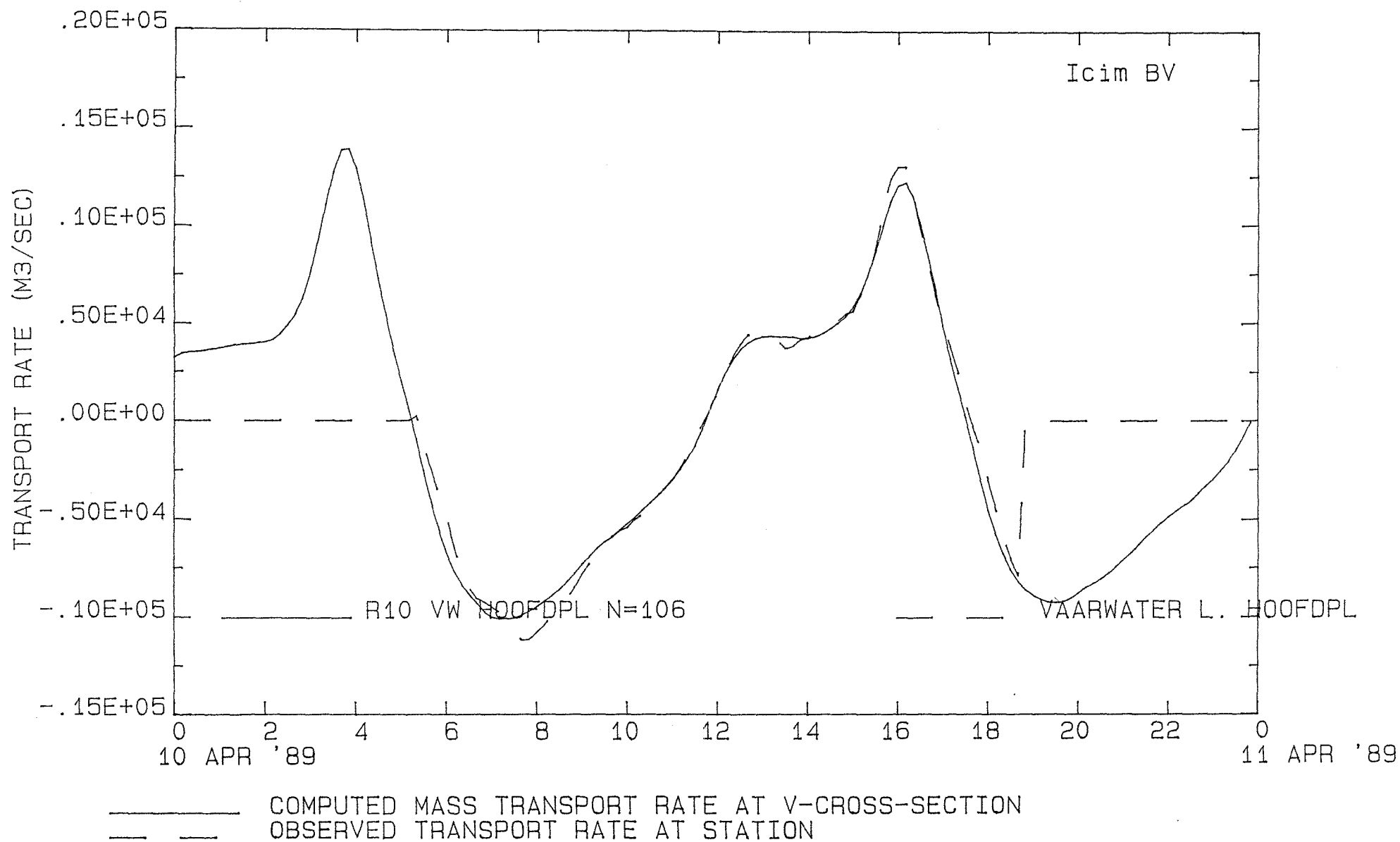
IDP: 94/02/18 13:00:22 SIM: 94/02/18 13:00
OBS: 93/11/29 13:45:13



— COMPUTED MASS TRANSPORT RATE AT V-CROSS-SECTION
- - OBSERVED TRANSPORT RATE AT STATION

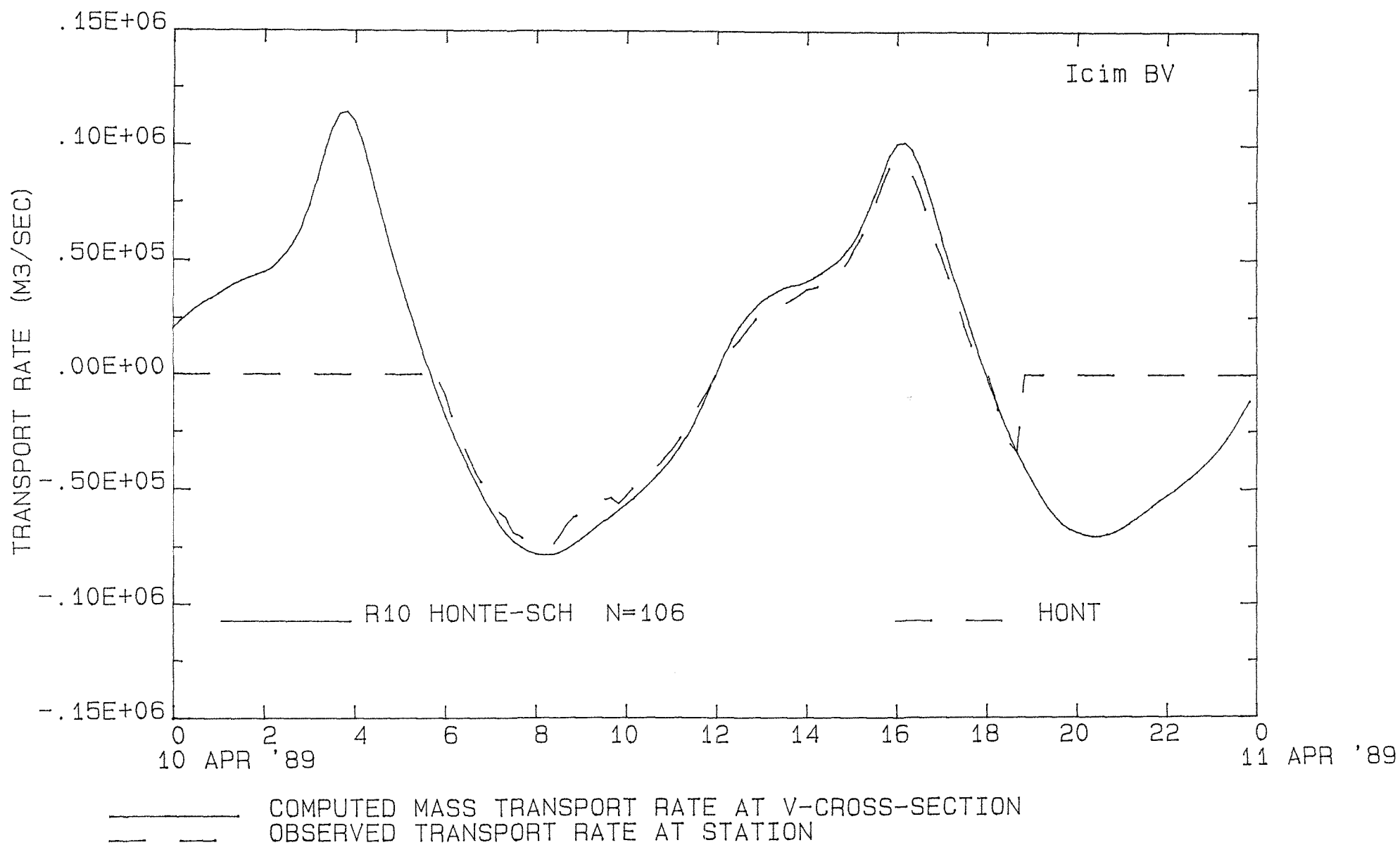
Scaldis model . 26a
SCHEDES OBSERVED DEBIETEN 10 APRIL 1989

IDP: 94/02/18 13:00:22 SIM: 94/02/18 13:00
OBS: 93/11/29 13:47:14



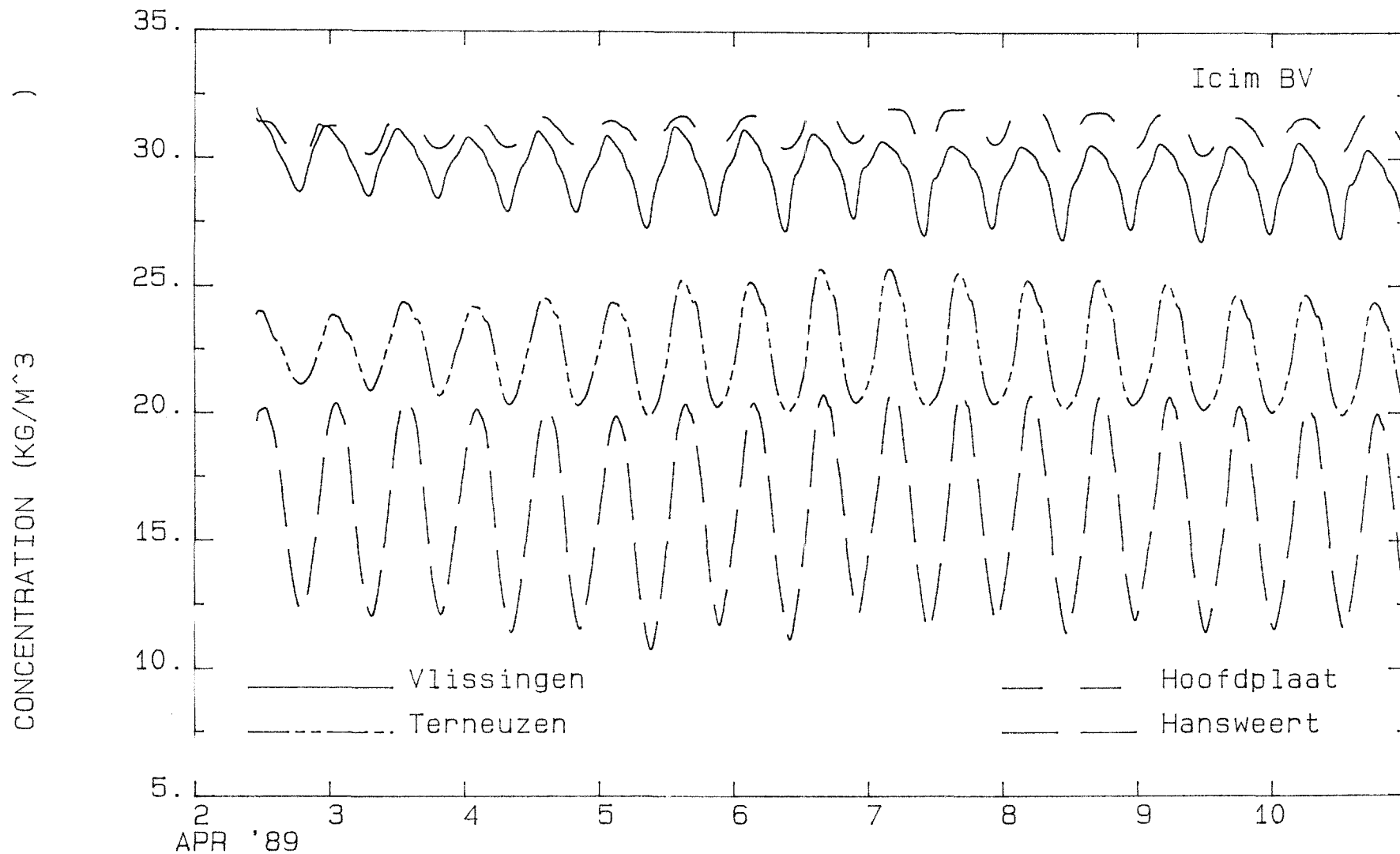
Scaldis model . 26a
SCHELDES OBSERVED DEBIETEN 10 APRIL 1989

IDP: 94/02/18 13:00:22 SIM: 94/02/18 13:00
OBS: 93/11/29 13:47:14



Scaldis model , 26a
 Scaldis model , 26a
 Scaldis model , 26a
 Scaldis model , 26a

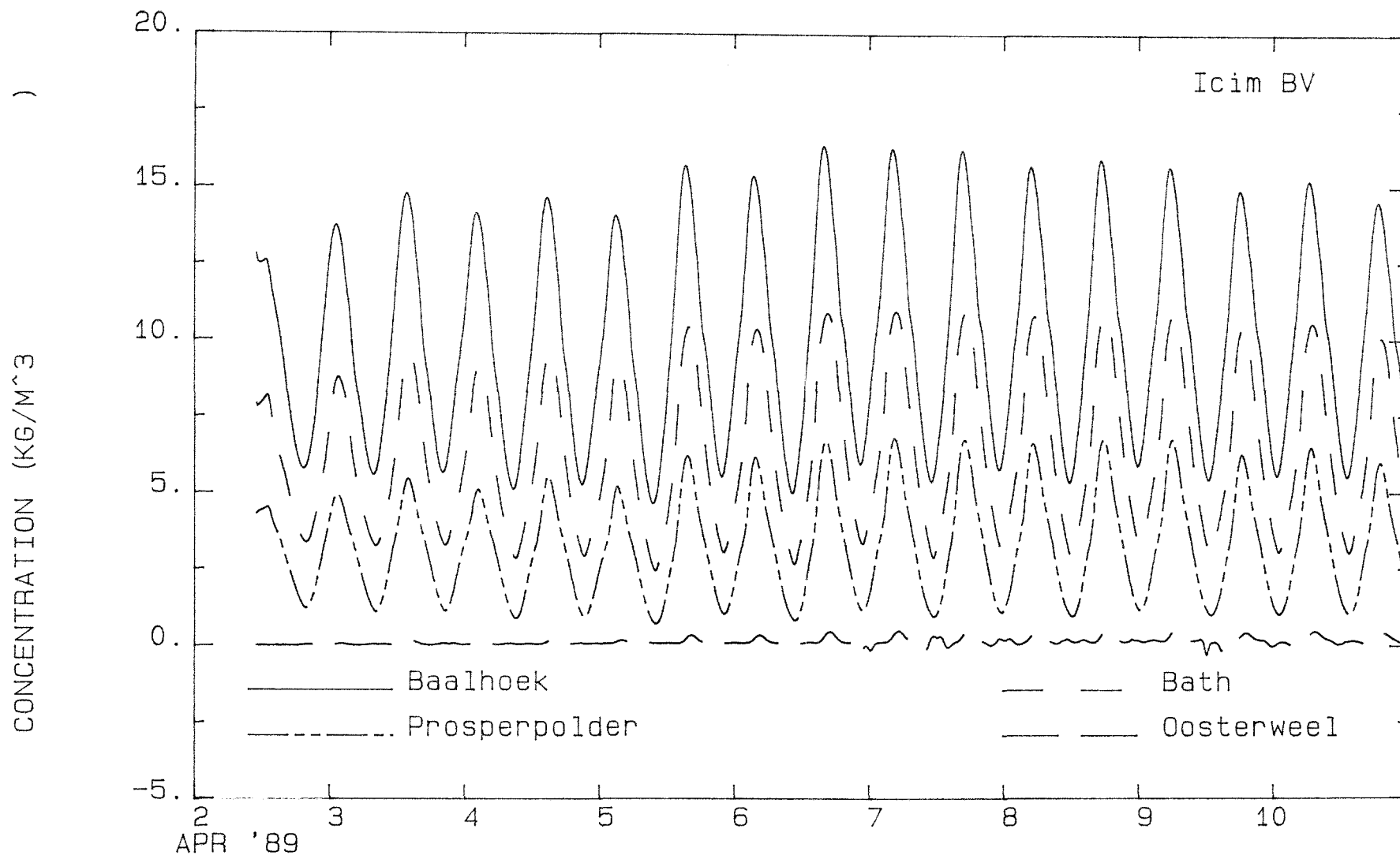
IDP: 94/02/18 13: 00: 22 SIM: 94/02/18 13: 00
 IDP: 94/02/18 13: 00: 22 SIM: 94/02/18 13: 00
 IDP: 94/02/18 13: 00: 22 SIM: 94/02/18 13: 00
 IDP: 94/02/18 13: 00: 22 SIM: 94/02/18 13: 00



COMPUTED CONCENTRATION OF SALINITY AT STATION
 COMPUTED CONCENTRATION OF SALINITY AT STATION
 COMPUTED CONCENTRATION OF SALINITY AT STATION
 COMPUTED CONCENTRATION OF SALINITY AT STATION

Scaldis model , 26a
 Scaldis model , 26a
 Scaldis model , 26a
 Scaldis model , 26a

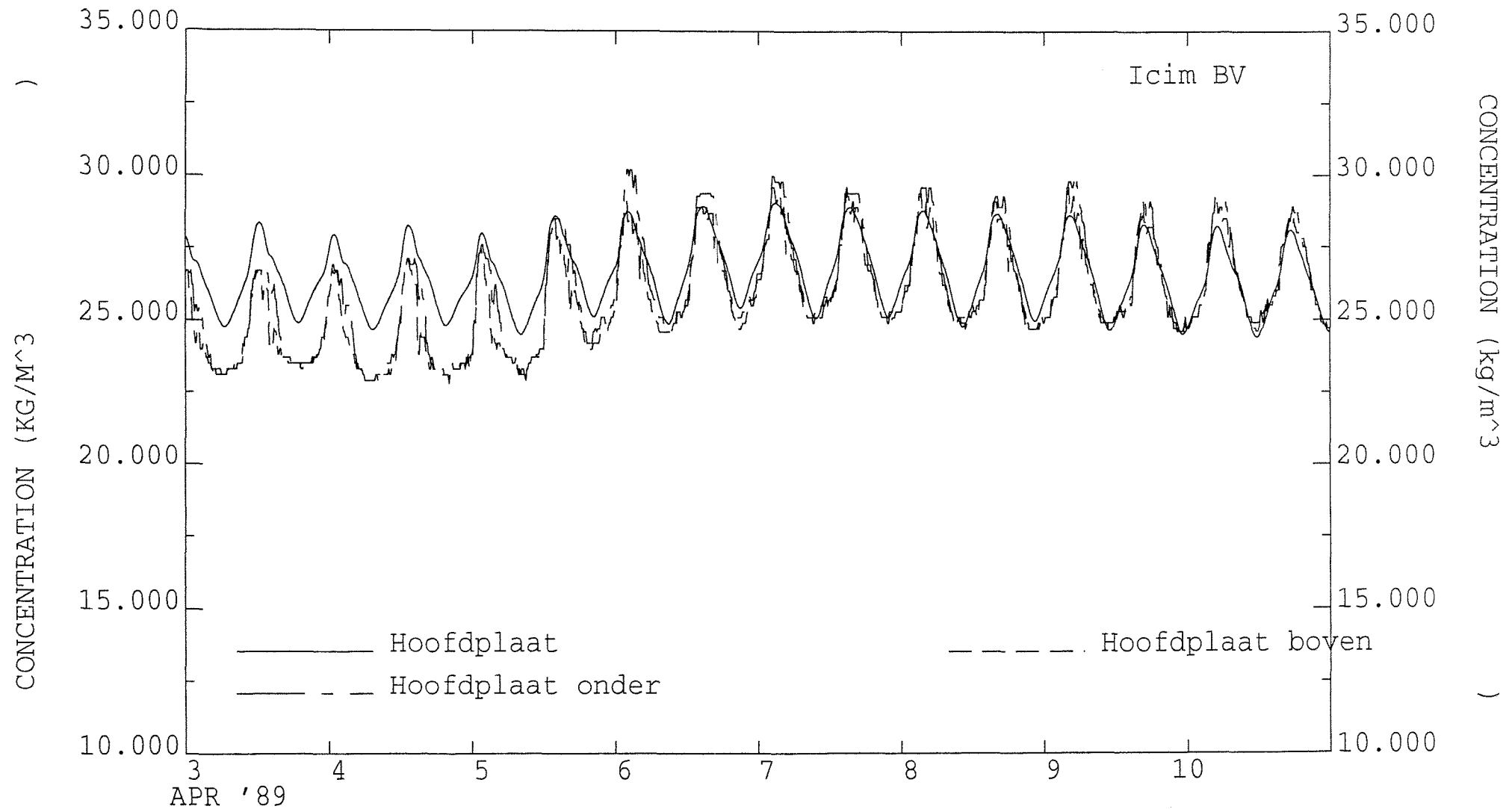
IDP: 94/02/18 13: 00: 22 SIM: 94/02/18 13: 00
 IDP: 94/02/18 13: 00: 22 SIM: 94/02/18 13: 00
 IDP: 94/02/18 13: 00: 22 SIM: 94/02/18 13: 00
 IDP: 94/02/18 13: 00: 22 SIM: 94/02/18 13: 00



COMPUTED CONCENTRATION OF SALINITY AT STATION
 COMPUTED CONCENTRATION OF SALINITY AT STATION
 COMPUTED CONCENTRATION OF SALINITY AT STATION
 COMPUTED CONCENTRATION OF SALINITY AT STATION

Scaldis model , 26a
Saliniteit Westerschelde
Saliniteit Westerschelde

IDP: 94/10/06 16:16:19 SIM: 94/10/06 16:16
OBS: 94/03/16 13:10:13
OBS: 94/03/16 13:10:13

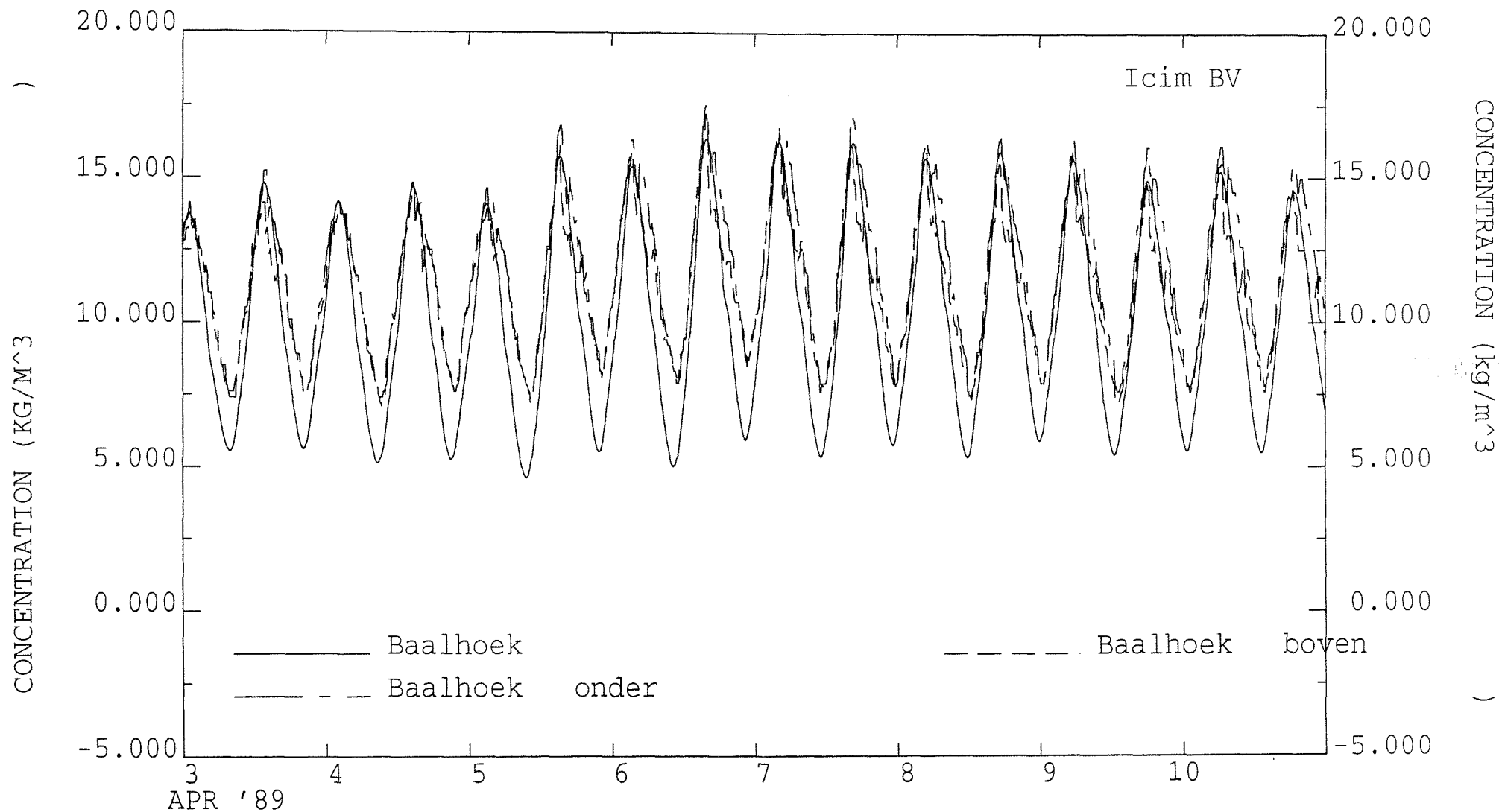


COMPUTED CONCENTRATION OF SALINITY AT STATION
OBSERVED CONCENTRATION OF Salinity AT STATION
OBSERVED CONCENTRATION OF Salinity AT STATION

PLOT 1

Scaldis model , 26a
Saliniteit Westerschelde
Saliniteit Westerschelde

IDP: 94/02/18 13:00:22 SIM: 94/02/18 13:00
OBS: 94/03/16 13:10:13
OBS: 94/03/16 13:10:13

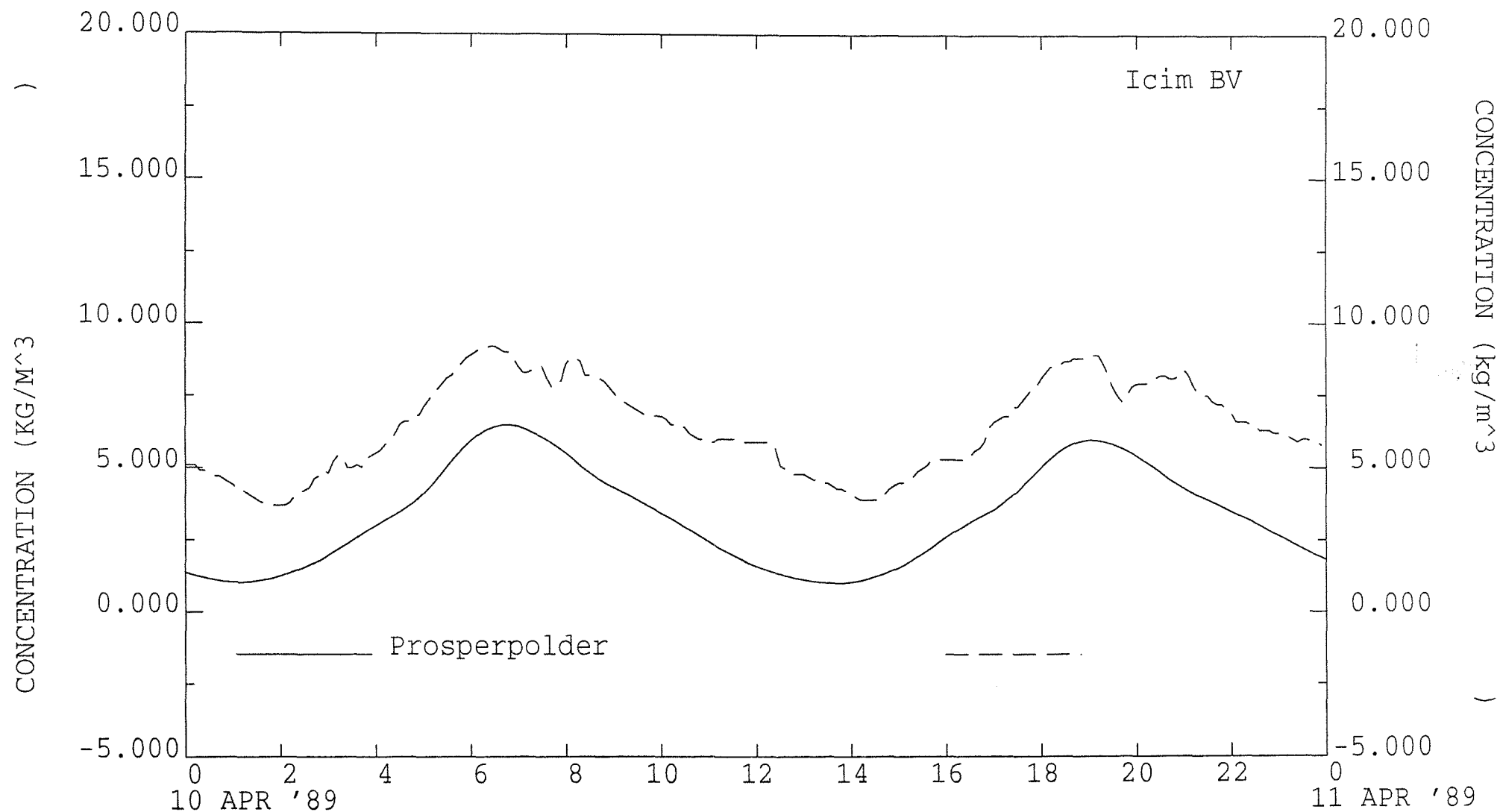


— COMPUTED CONCENTRATION OF SALINITY AT STATION
- - - OBSERVED CONCENTRATION OF Salinity AT STATION
- - - OBSERVED CONCENTRATION OF Salinity AT STATION

PLOT 2

Scaldis model , 26a
Saliniteit Zeeschelde

IDP: 94/02/18 13:00:22 SIM: 94/02/18 13:00
OBS: 94/03/16 16:02:15

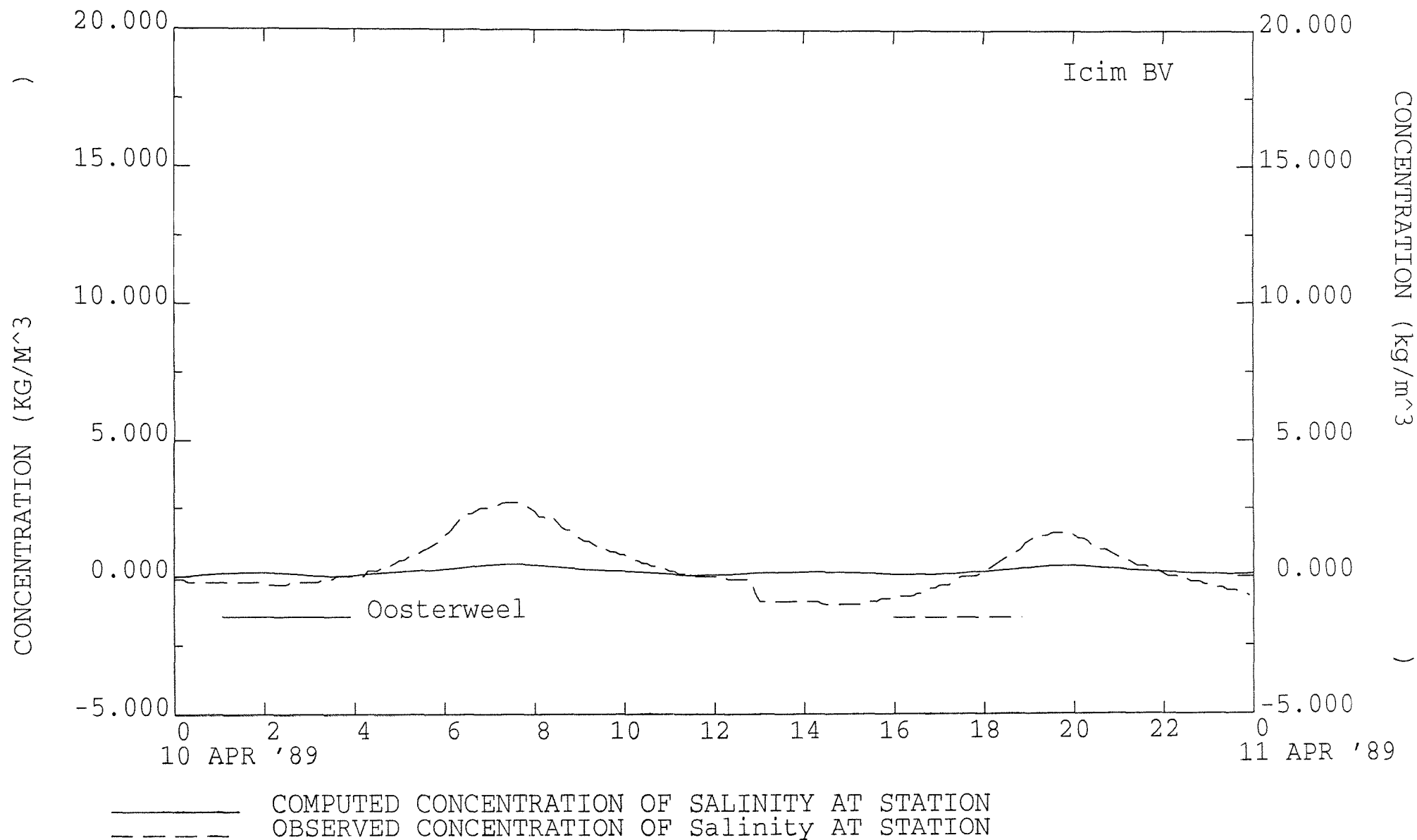


———— COMPUTED CONCENTRATION OF SALINITY AT STATION
----- OBSERVED CONCENTRATION OF Salinity AT STATION

PLOT 1

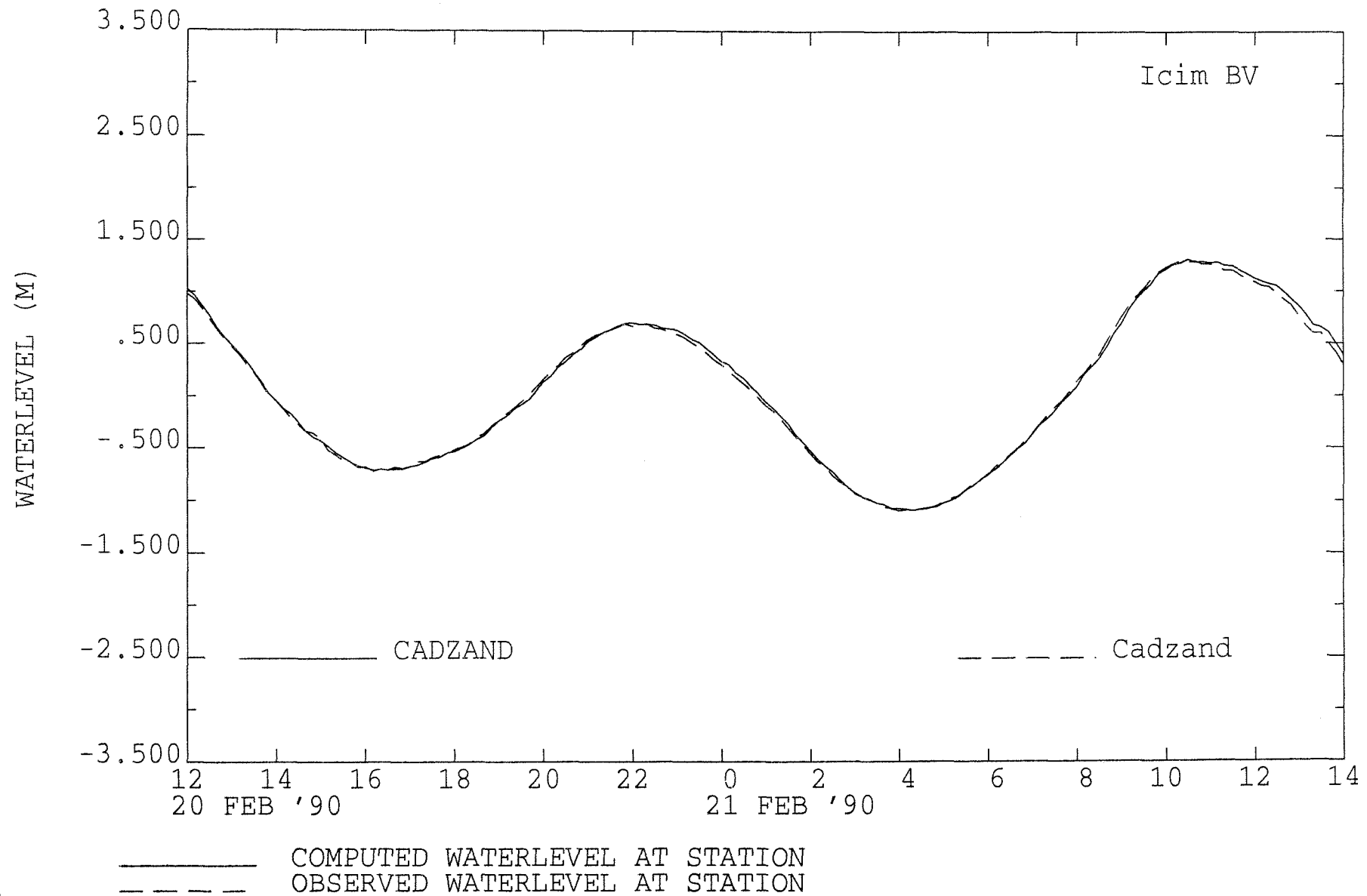
Scaldis model , 26a
Saliniteit Zeeschelde

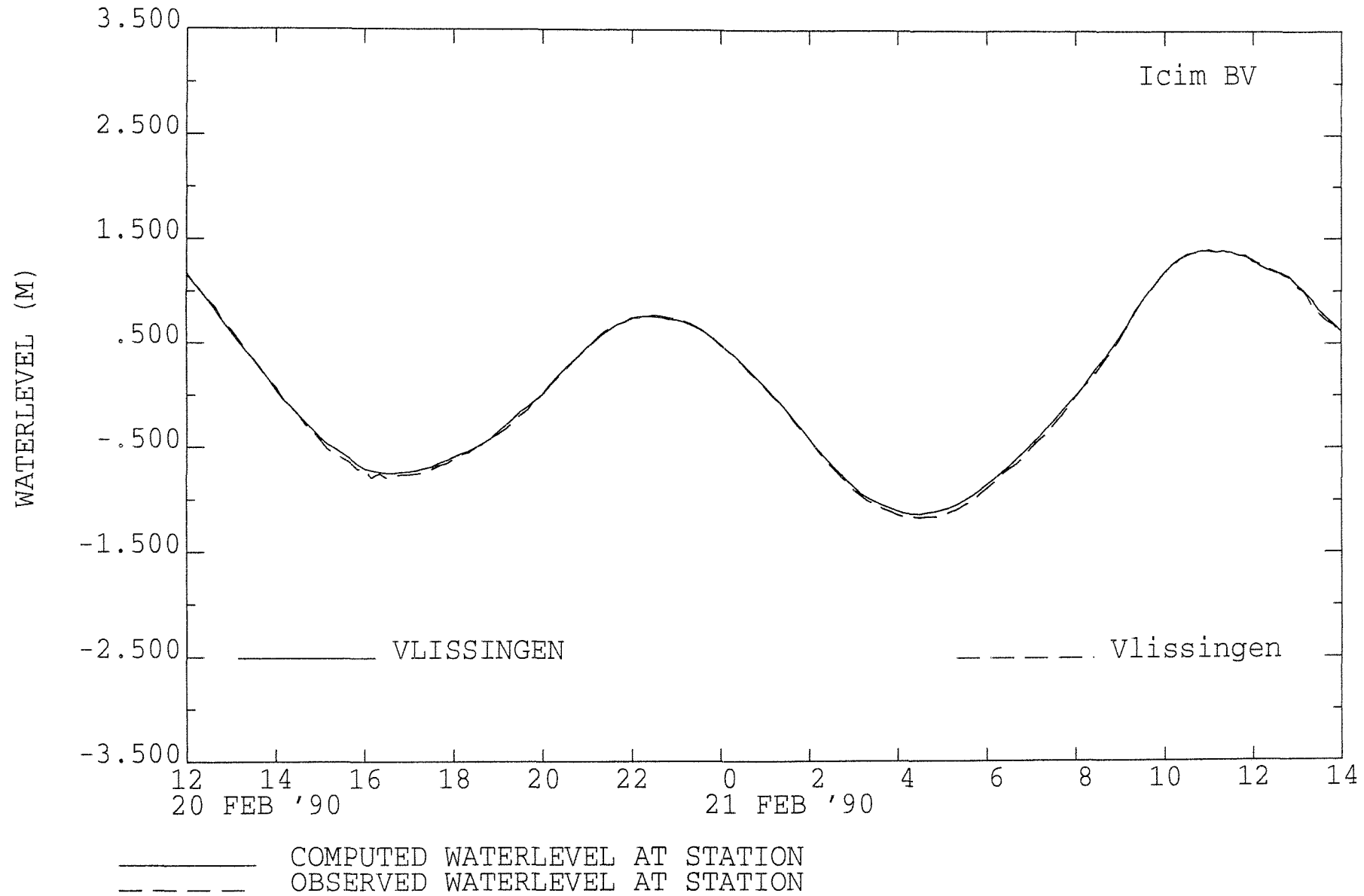
IDP: 94/02/18 13:00:22 SIM: 94/02/18 13:00
OBS: 94/03/16 16:02:15

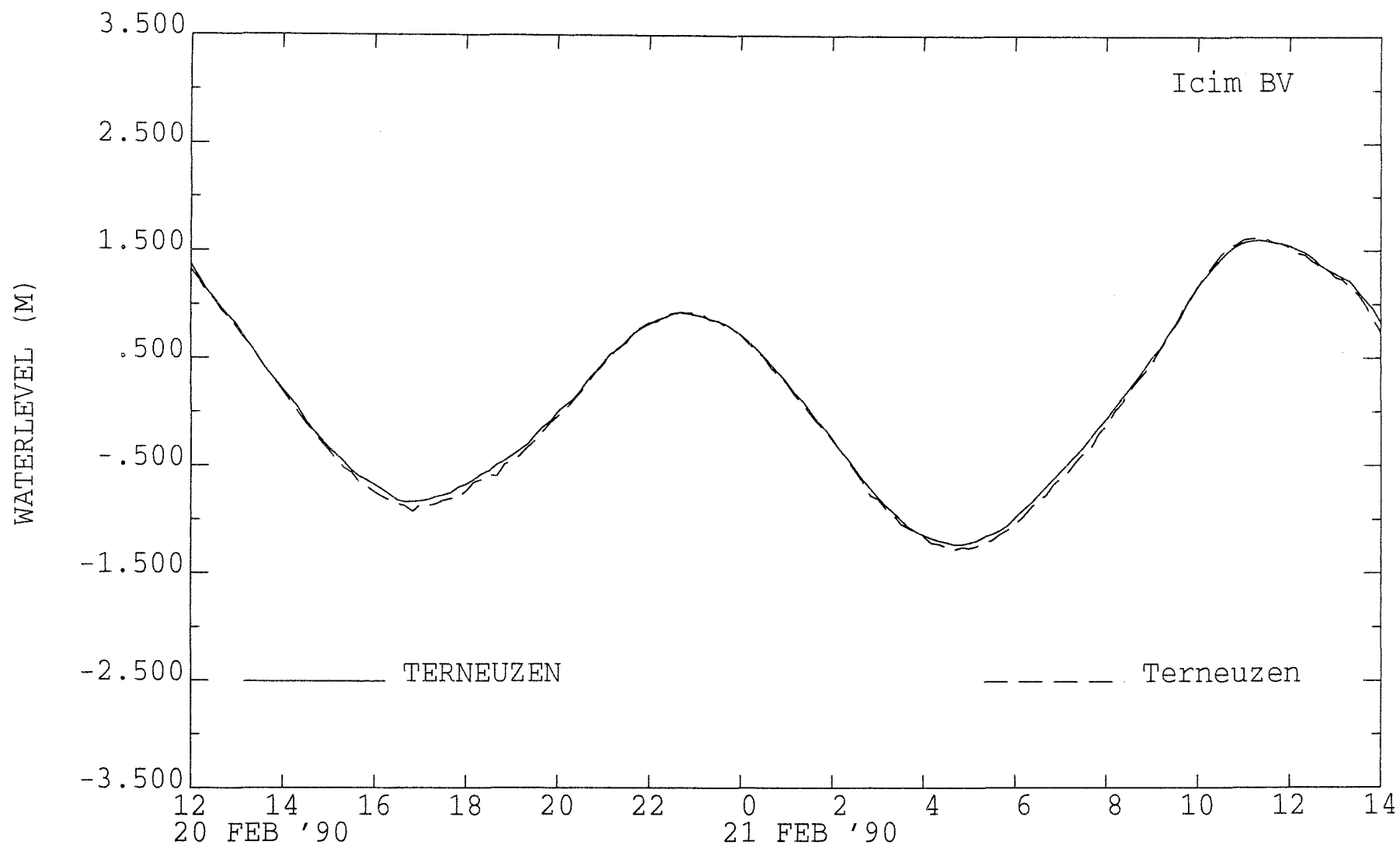


Scaldis model , 27b
Waterstanden Schelde

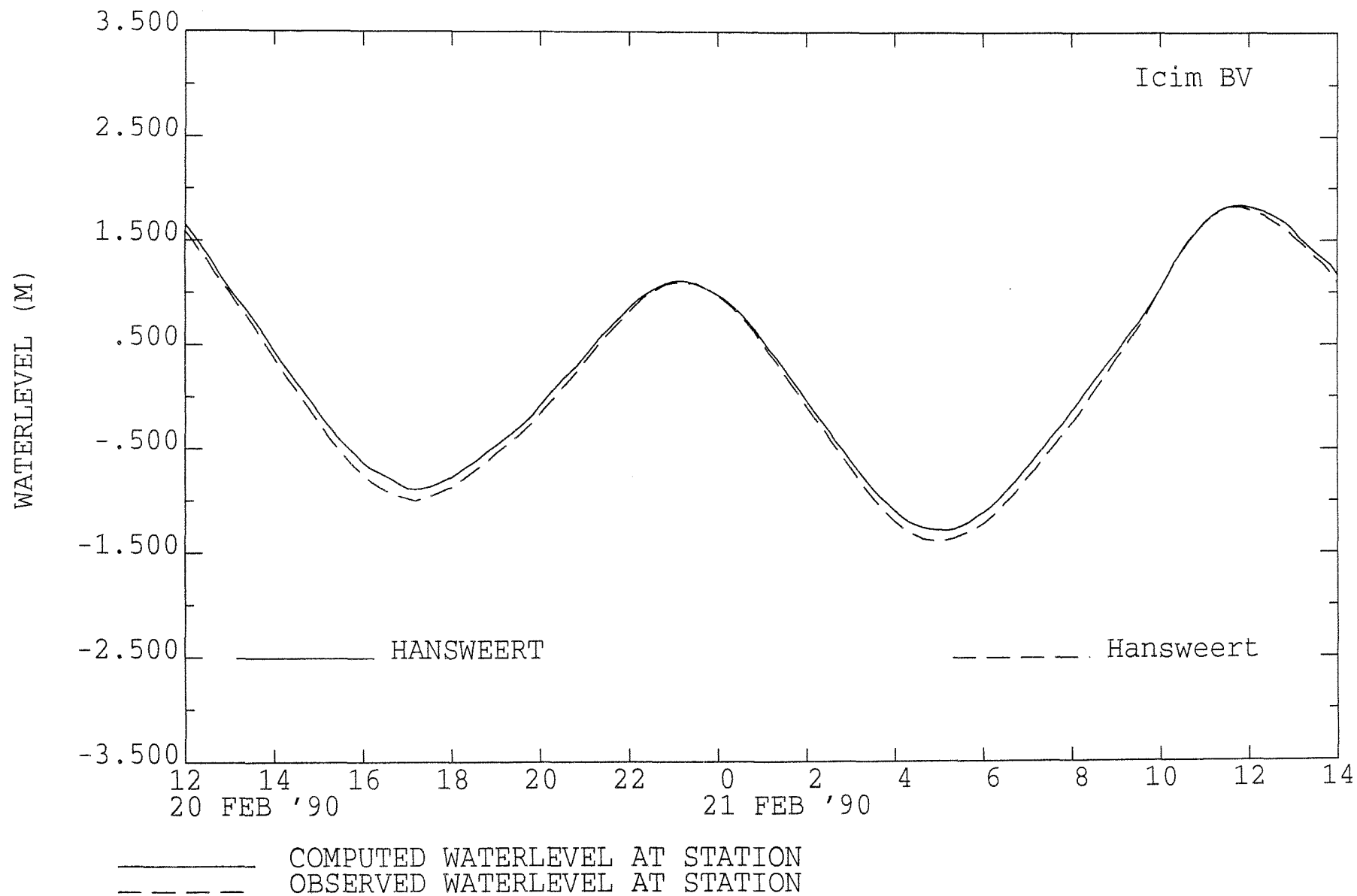
IDP: 94/05/11 15:04:43 SIM: 94/05/11 15:04
OBS: 94/03/07 10:46:40

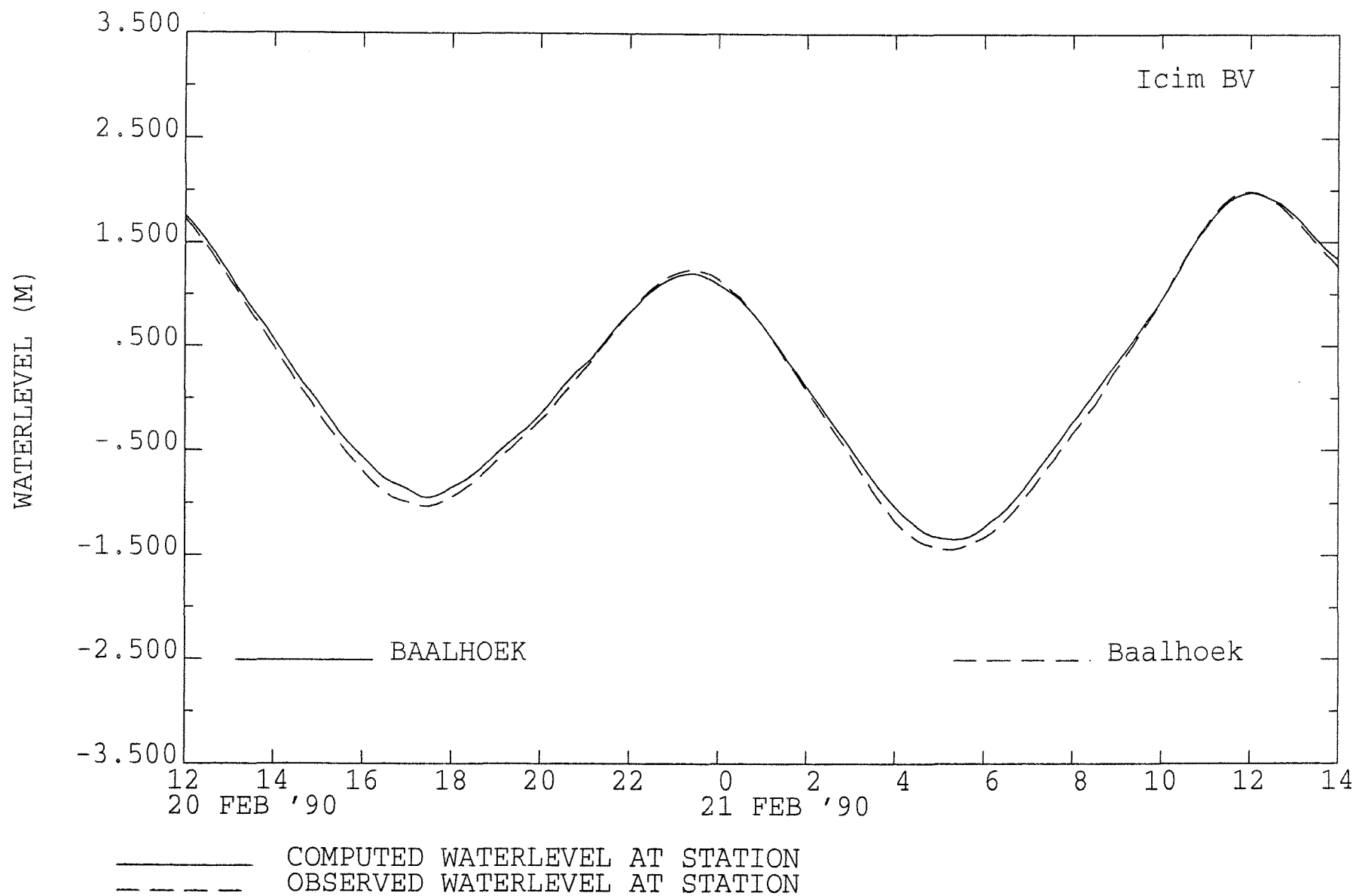


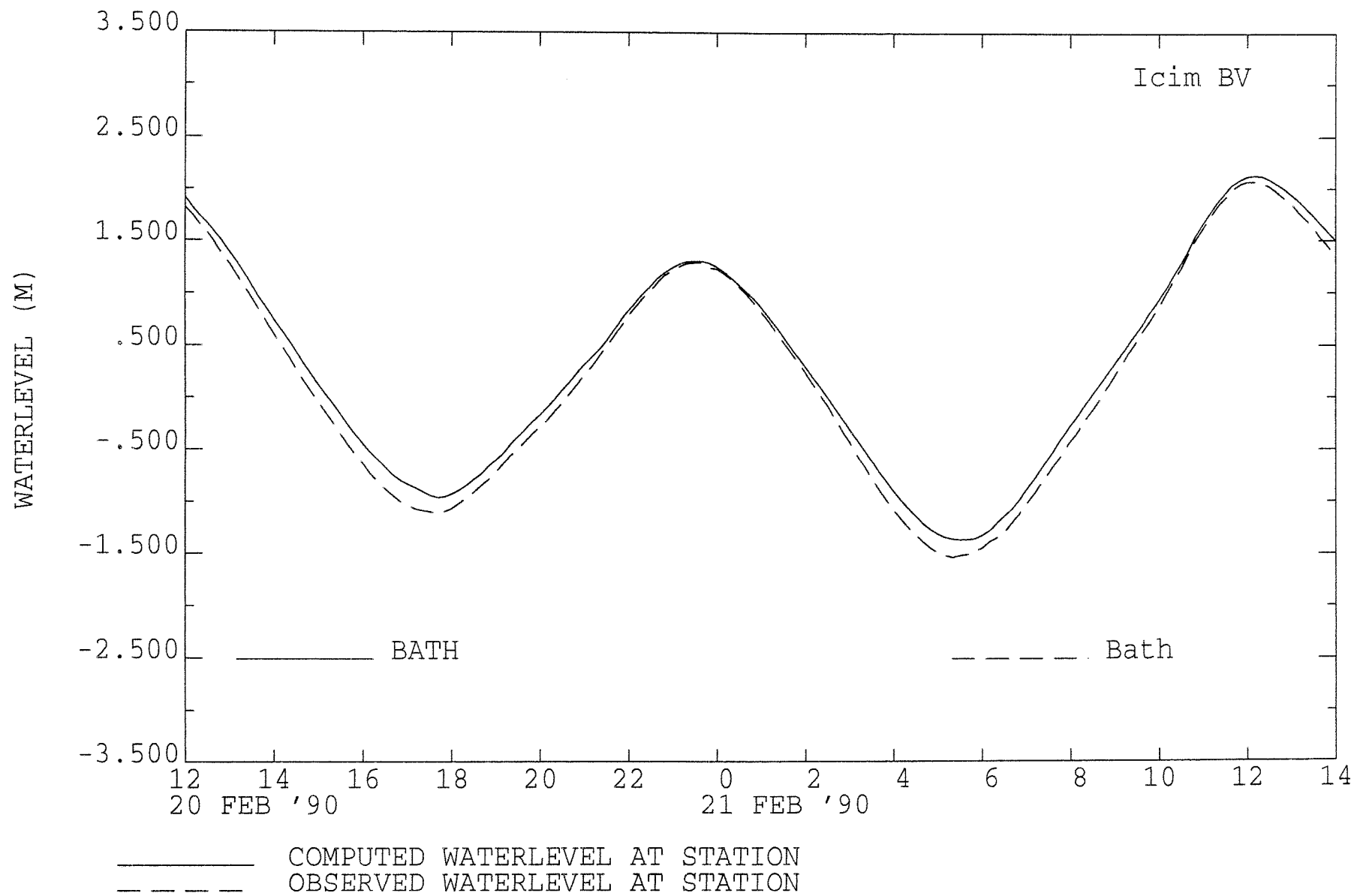


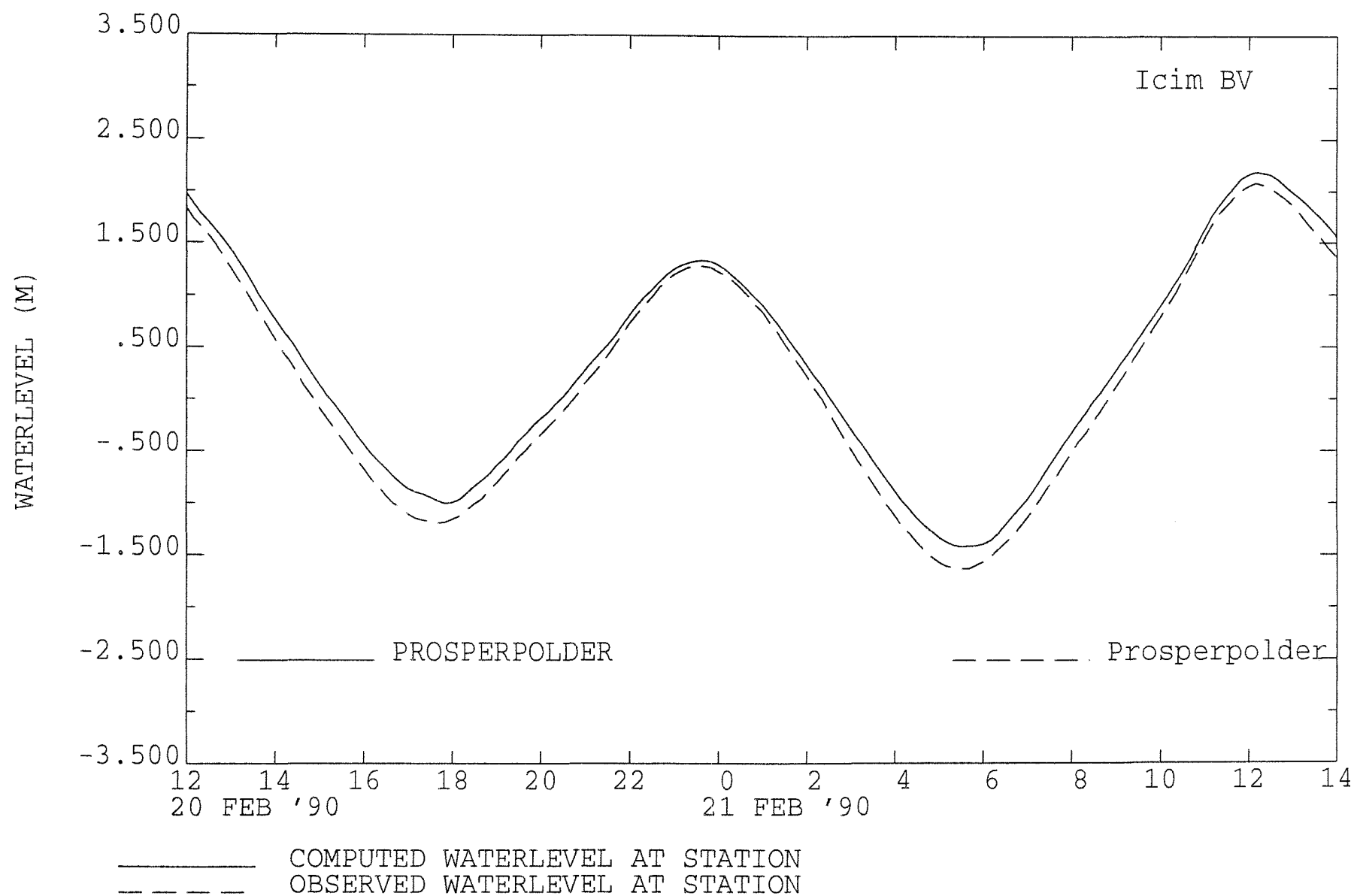


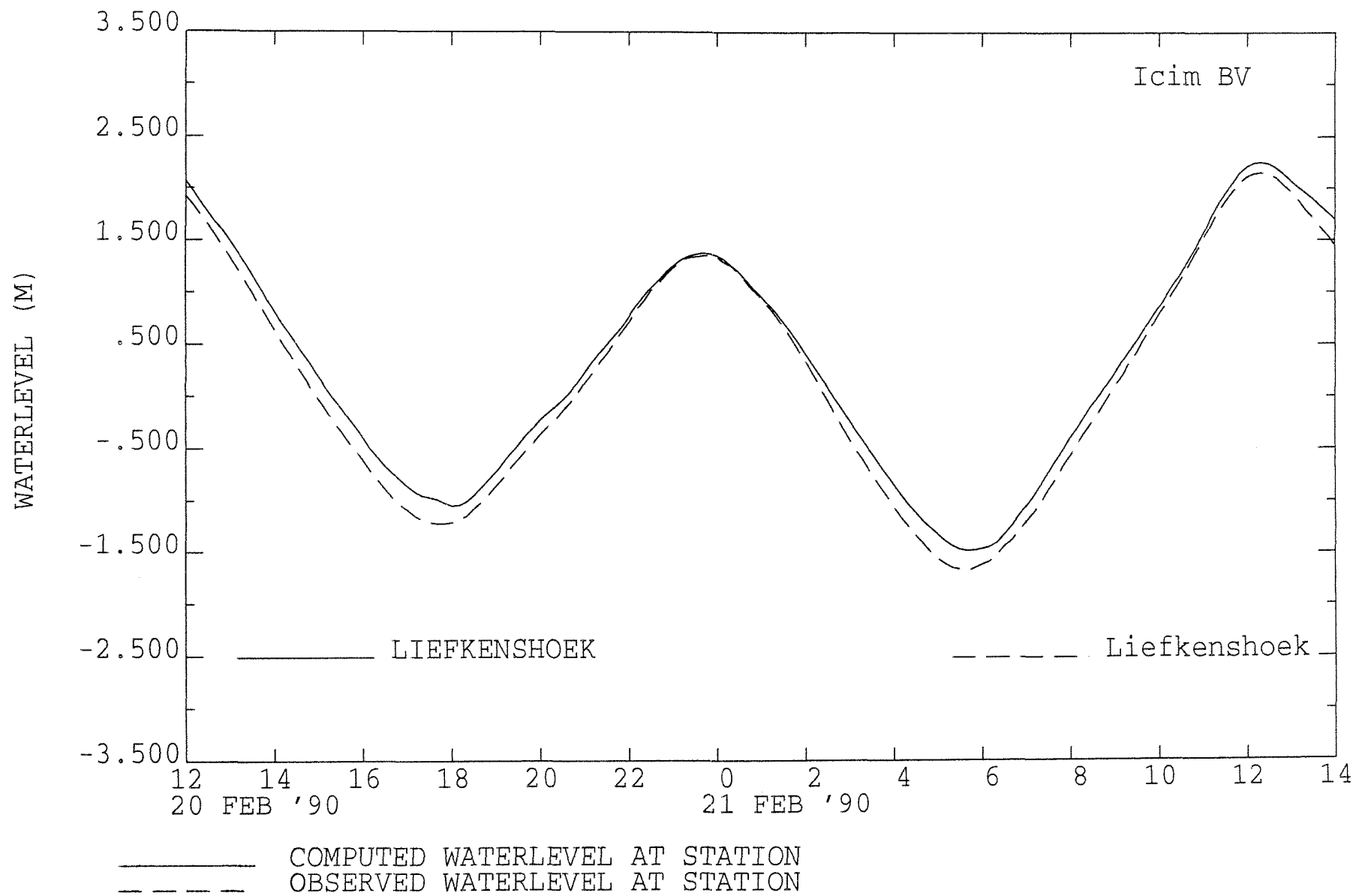
————— COMPUTED WATERLEVEL AT STATION
----- OBSERVED WATERLEVEL AT STATION

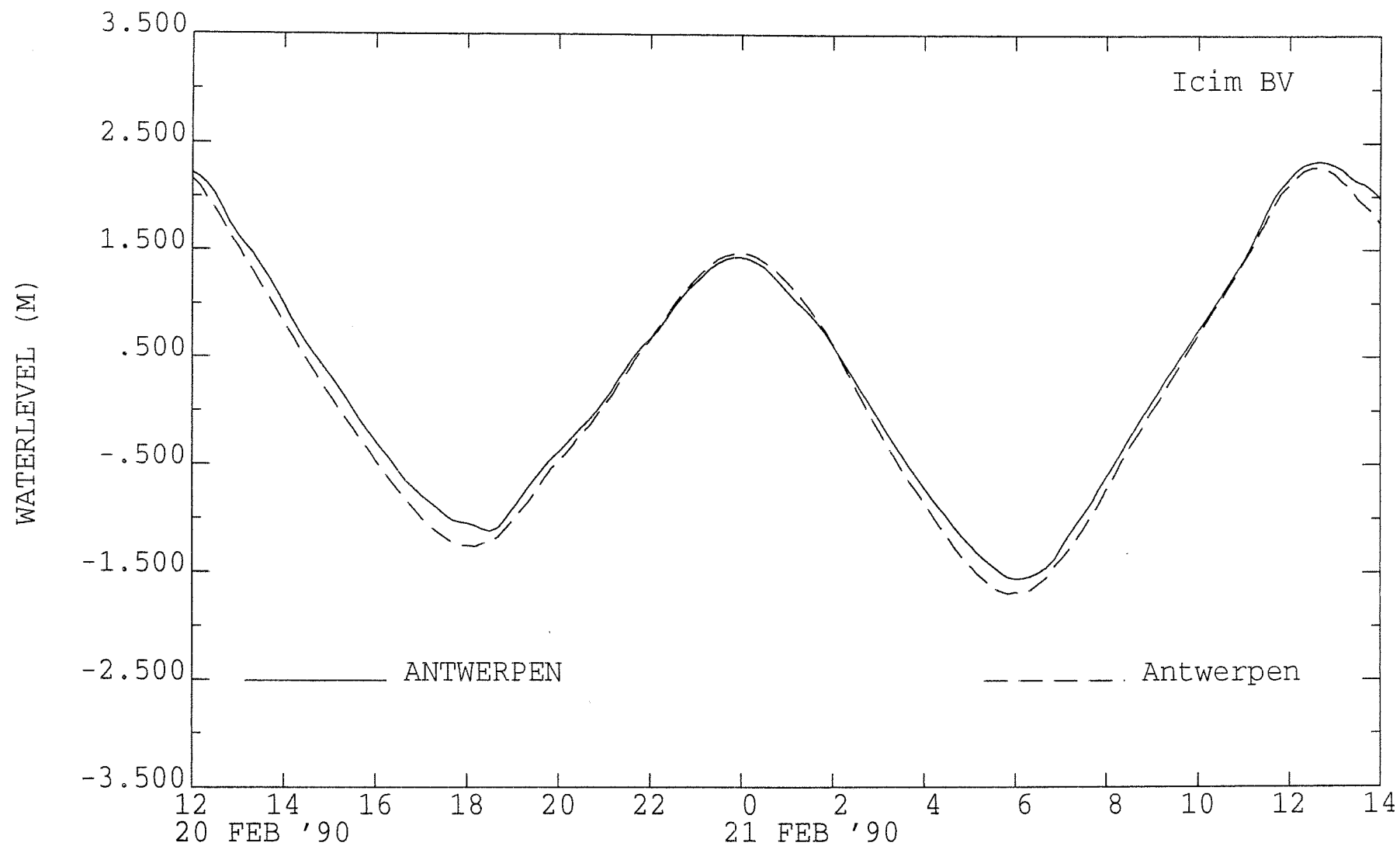






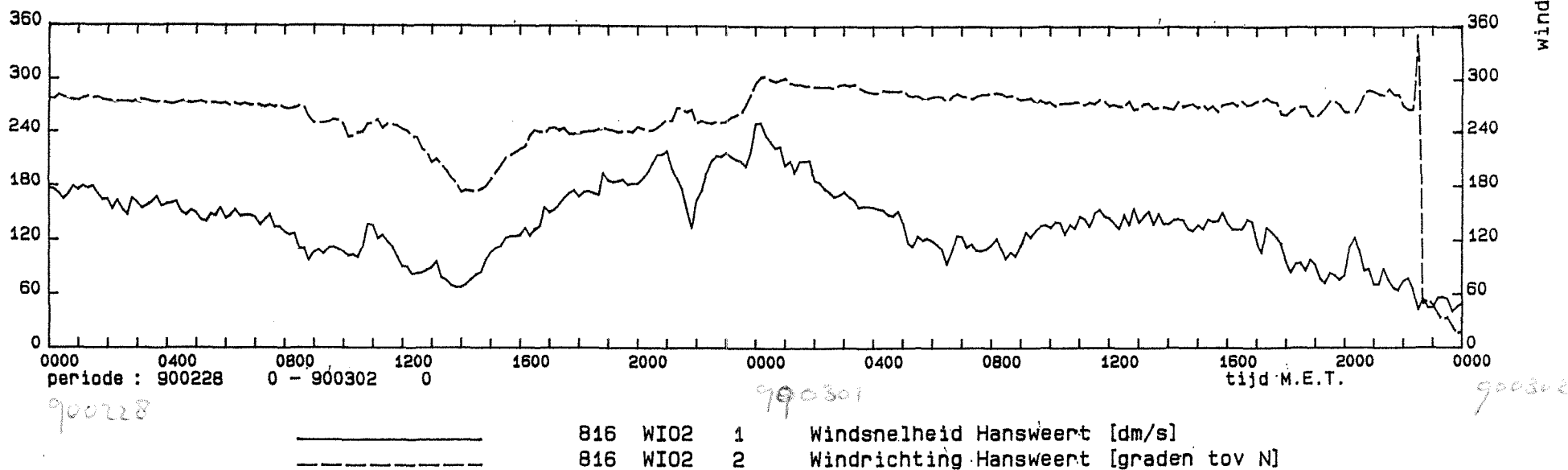
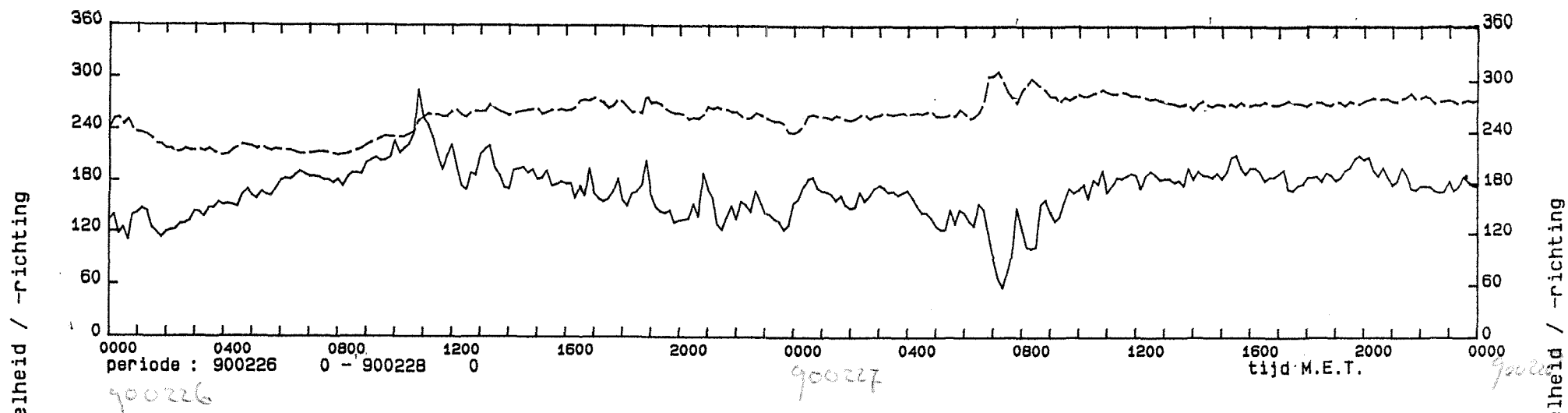






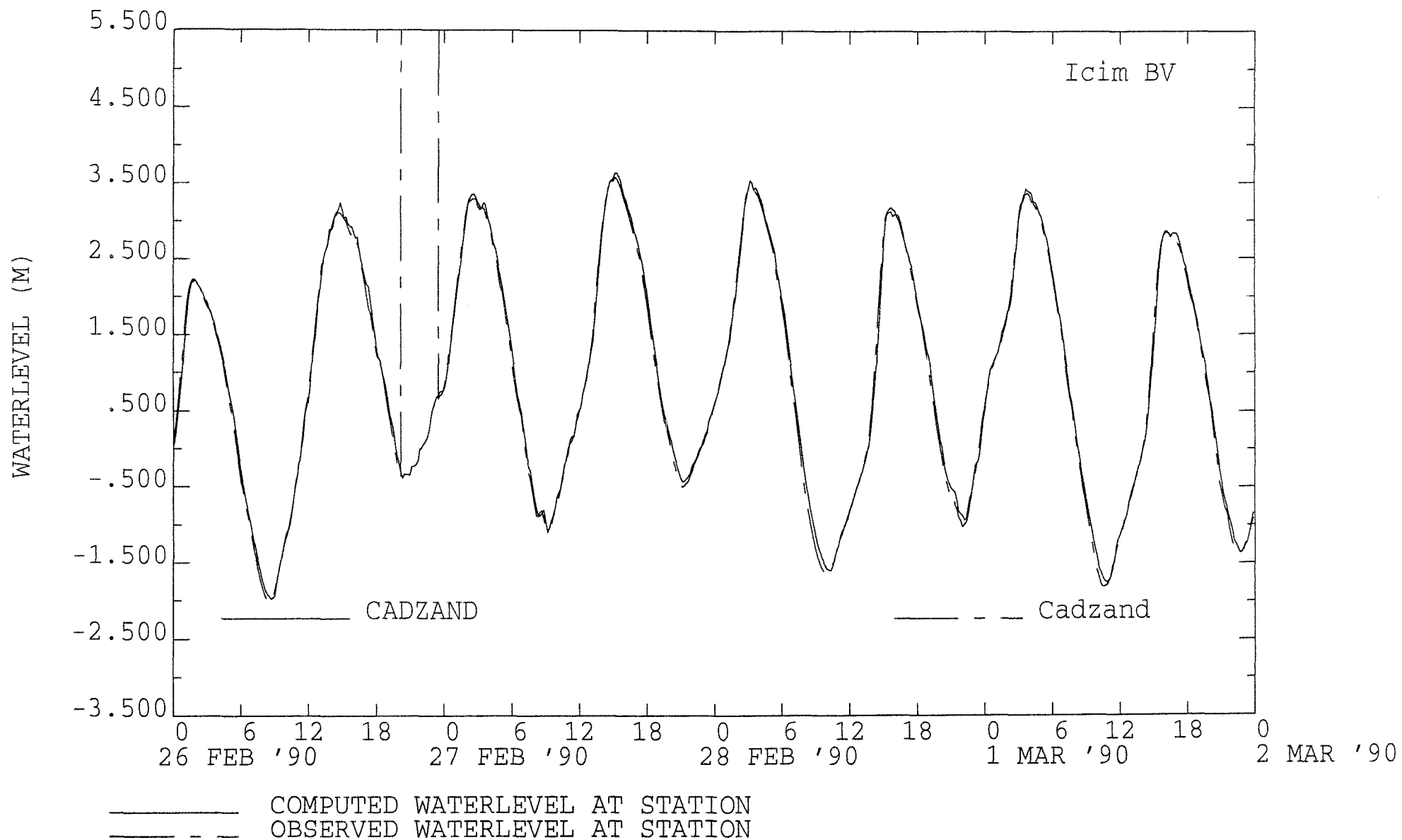
———— COMPUTED WATERLEVEL AT STATION
----- OBSERVED WATERLEVEL AT STATION

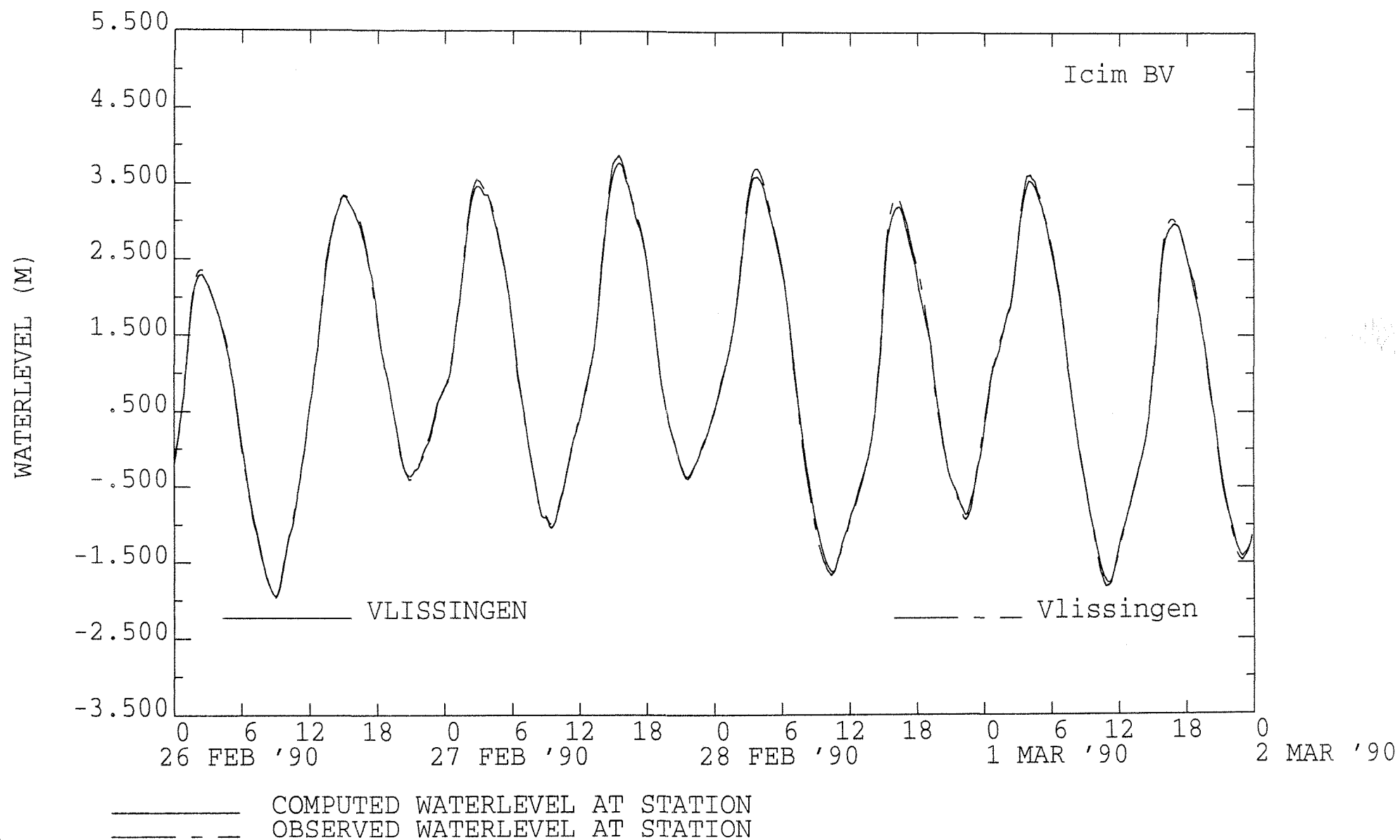
Wind Hansweert

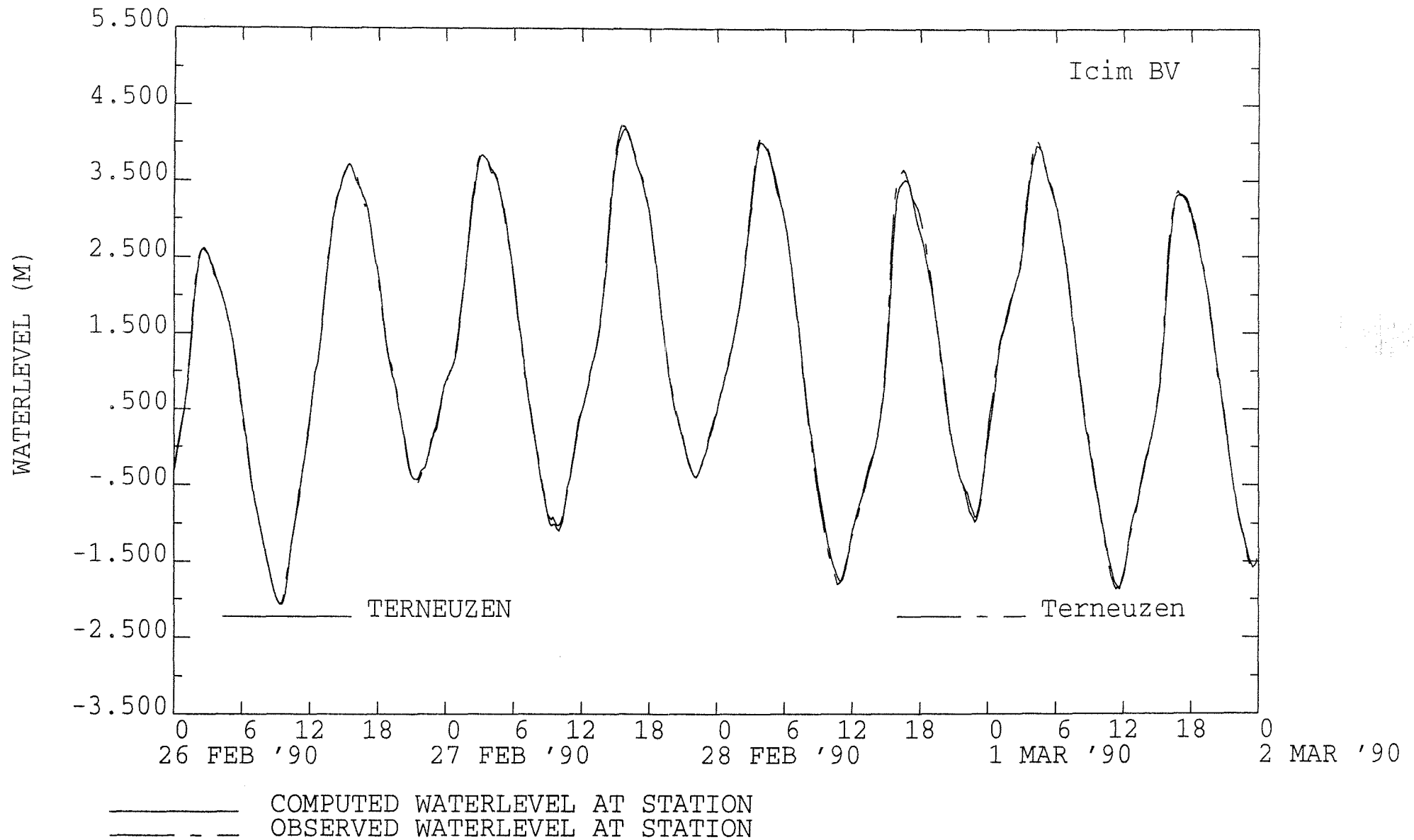


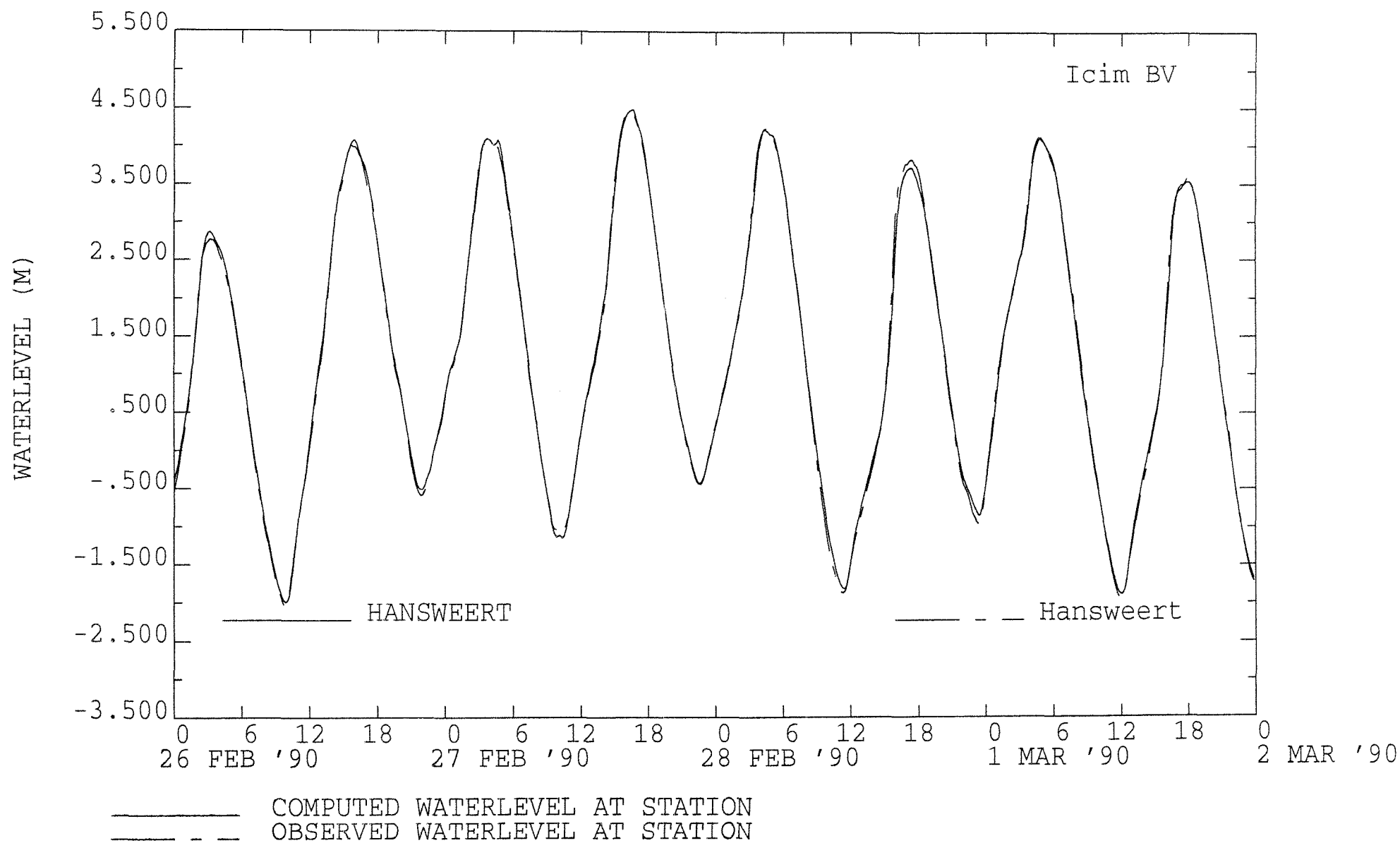
Scaldis model , 27b
Waterstanden Schelde

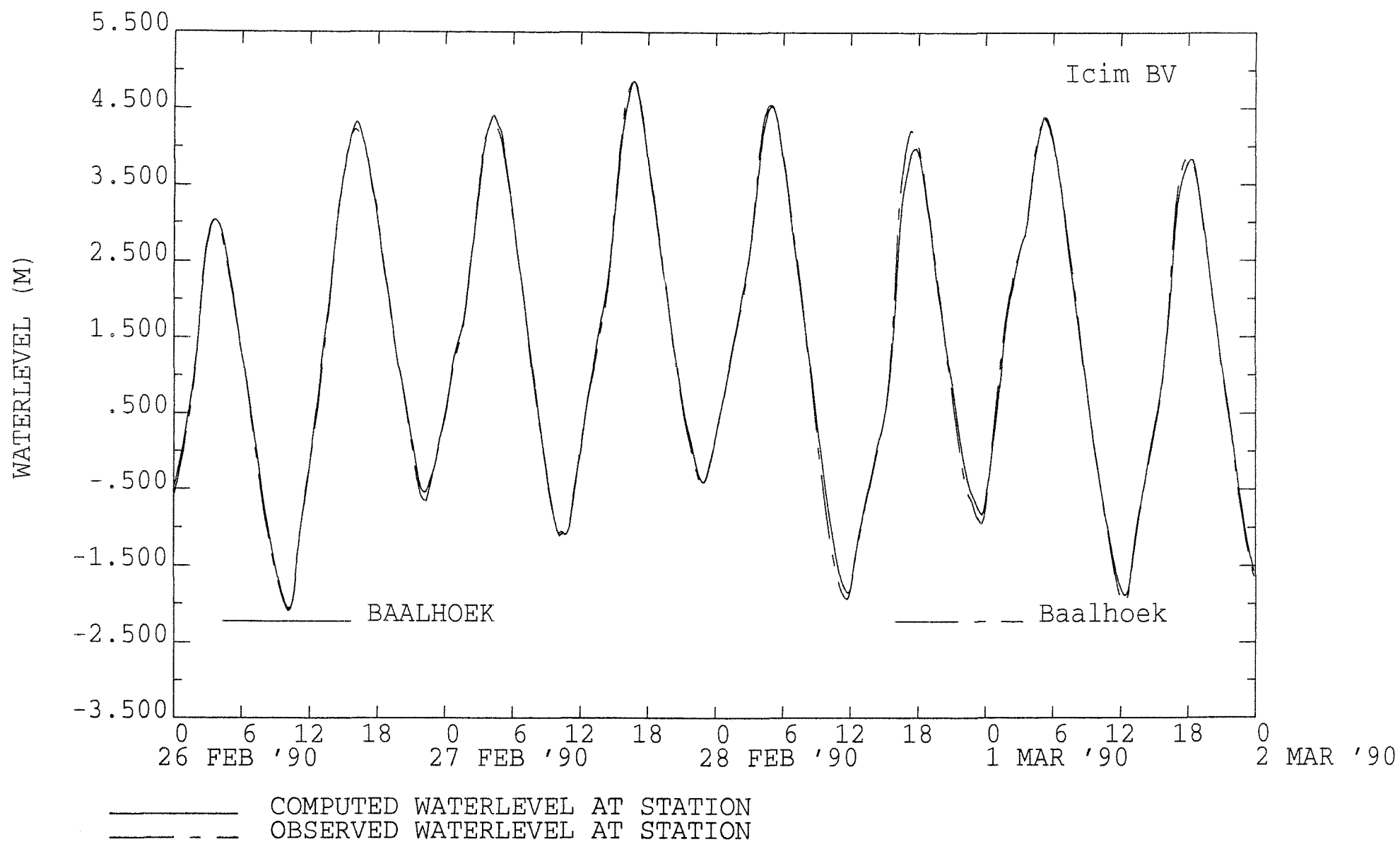
IDP: 94/05/11 15:04:43 SIM: 94/05/11 15:04
OBS: 94/03/07 10:46:40

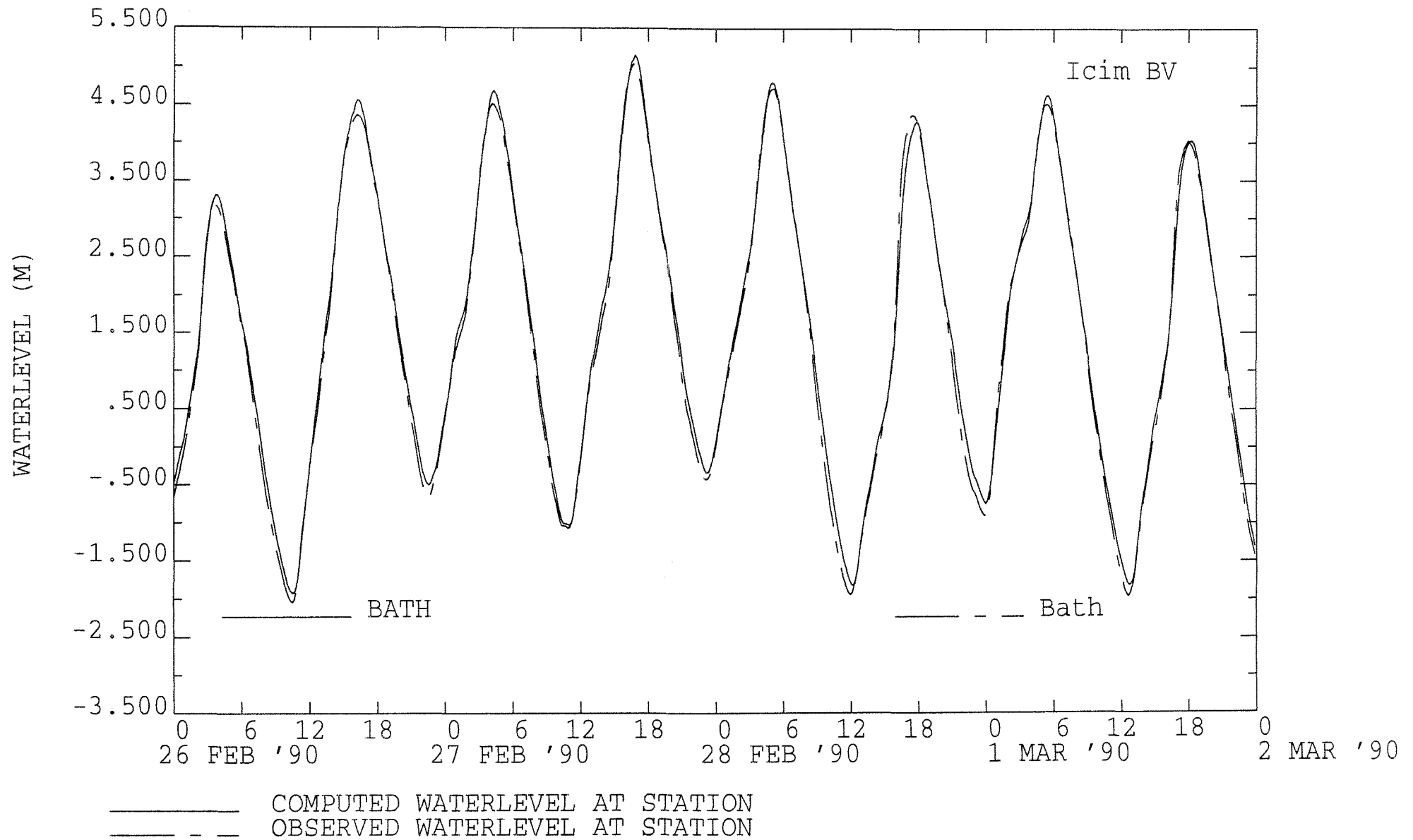






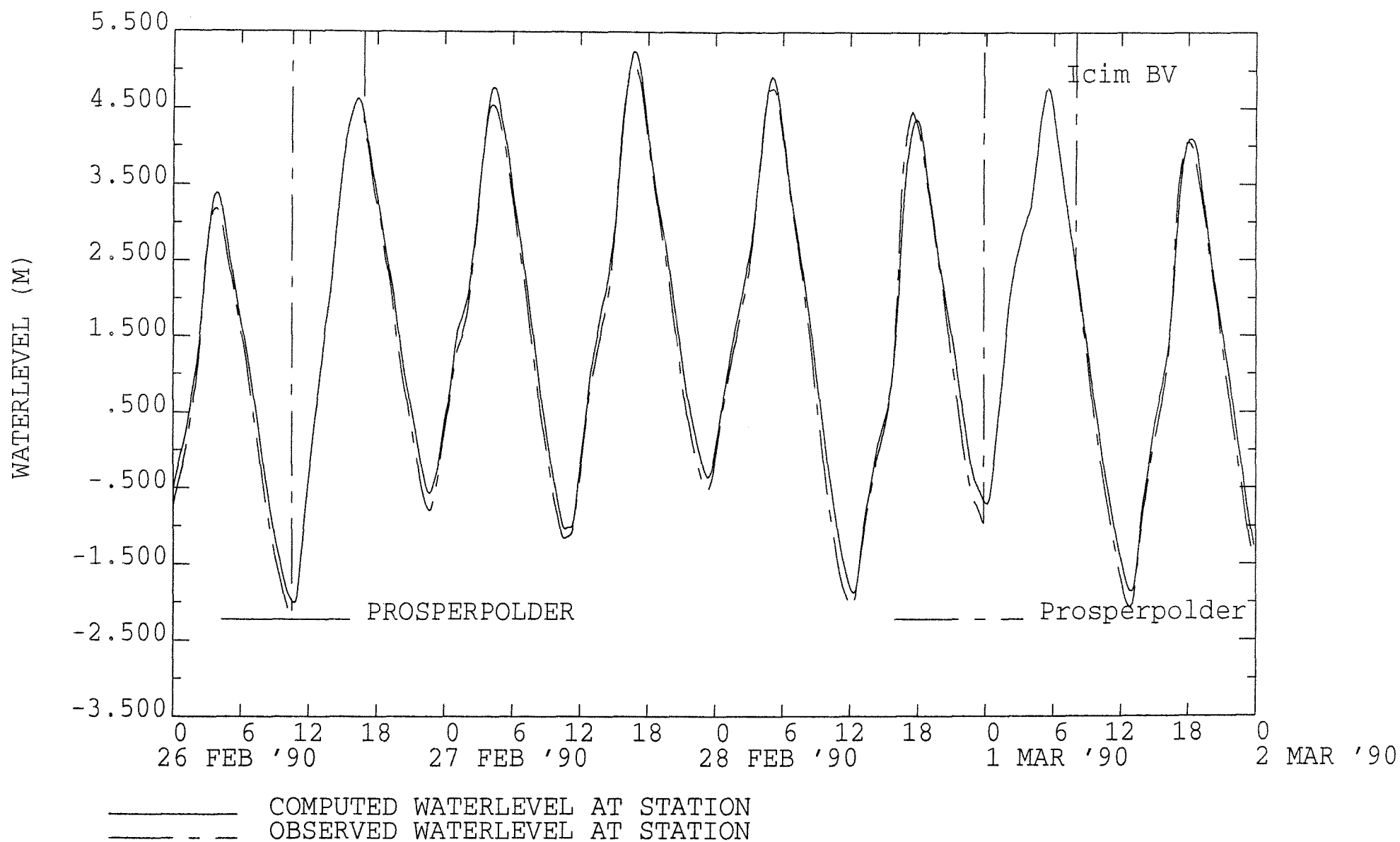


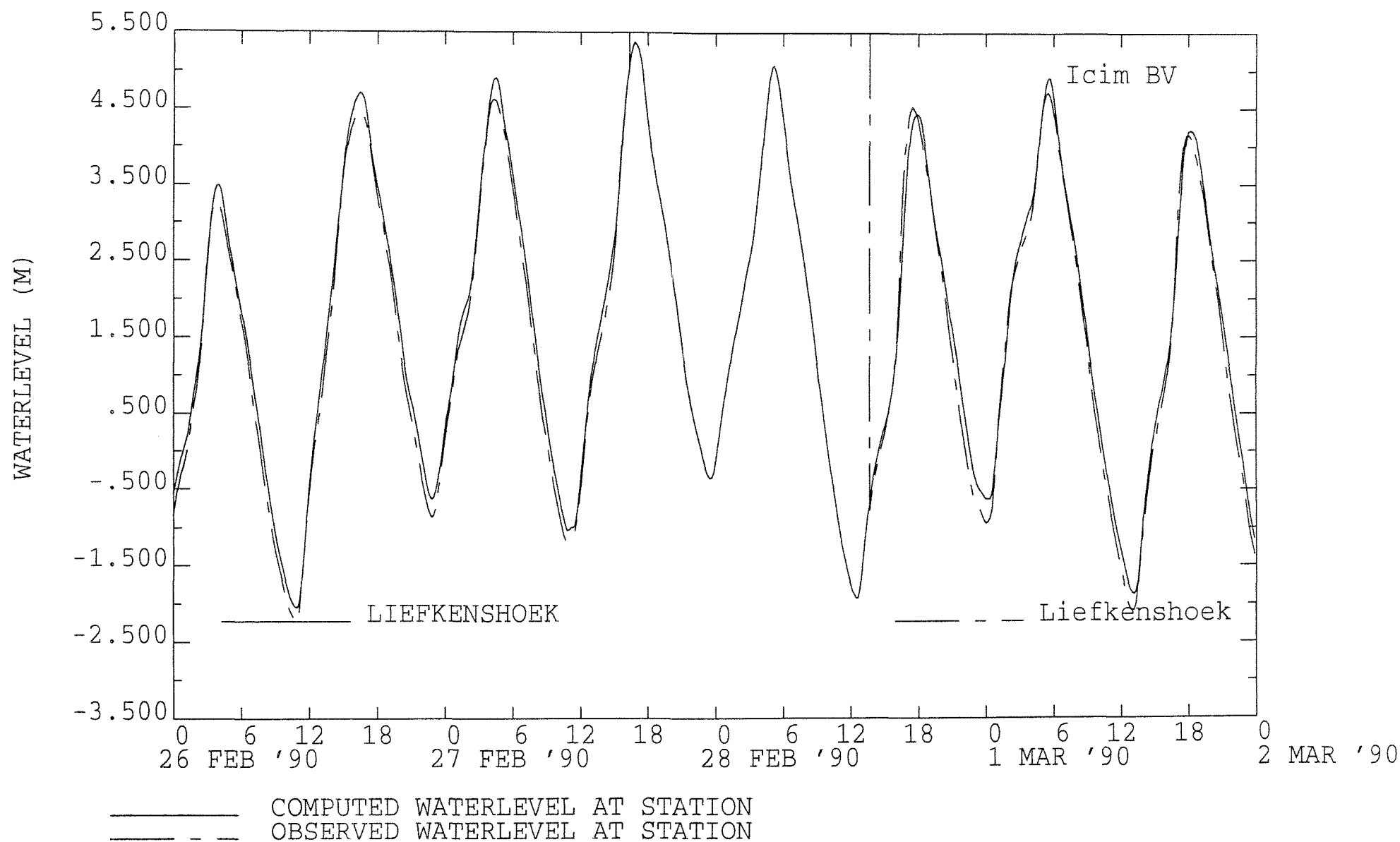


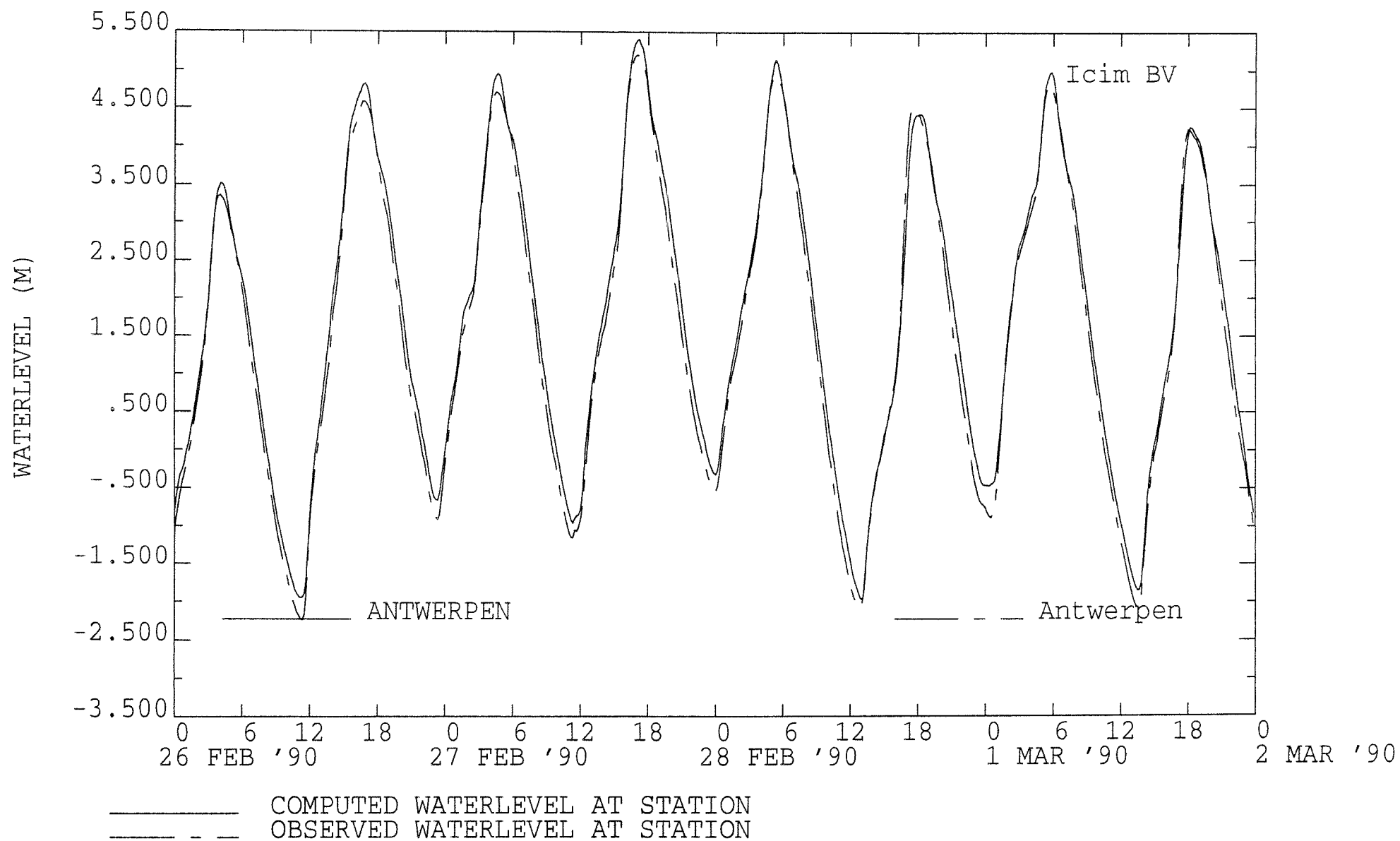


Scaldis model , 27b
Waterstanden Schelde

IDP: 94/05/11 15:04:43 SIM: 94/05/11 15:04
OBS: 94/03/07 10:46:40







Aan
Zie verzendlijst

Contactpersoon
Kees van der Male

Datum
12 oktober 1994

Ons kenmerk
RIKZ/

Project
Oostwest

Onderwerp
Toezending werkdocument RIKZ/AB-94.839x

Doorkiesnummer
01180-72316

Bijlage(n)

Uw kenmerk

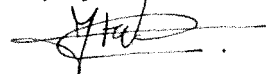
Hierbij stuur ik u toe het werkdocument RIKZ/ABD-94.839x:

Calibratie en verificatie SCALDIS100.

SCALDIS100 is een tweedimensionaal waterbewegingsmodel op basis van het "WAQUA-in-SIMONA" programmapakket. Het model is in staat gedetailleerde waterstands-, stroom-, en transportinformatie te leveren in het Schelde-estuarium vanaf Rupelmonde tot de lijn Zeebrugge - Westkapelle. Ten opzichte van het voorgaande tweedimensionale waterbewegingsmodel van het gebied, DETWES, betekent dit een uitbreiding van het operationele gebied met de Westerscheldemonde in zeewaartse richting en met de Beneden-Zeeschelde in landwaartse richting. Ook berekend het model de in het estuarium optredende saliniteitsgradiënt. De maaswijdte van SCALDIS100 varieert van 30 m op de Zeeschelde, 100 m op de Westerschelde, tot 400 m in het mondingsgebied. Doordat het model is gebouwd op basis van het "WAQUA-in-SIMONA" programmapakket is een goede koppeling mogelijk met aanvullende modules en andere modellen, die op basis van ditzelfde pakket zijn gebouwd. Het model wordt o.a. ingezet in het project OOSTWEST bij het onderzoek naar de gevolgen van het ontpolderen van gebieden.

In dit werkdocument worden de gebiedsomvang, de modelkarakteristieken en de calibratie en verificatie van SCALDIS100 beschreven. Hierdoor krijgen de gebruikers van door het model geleverde gegevens een indruk van de mogelijkheden en de sterke en zwakke kanten van het model.

Met vriendelijke groeten,
De projectleider Oostwest,



ir. J. Vroon

Vestiging Middelburg
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg
Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon 01180-72200
Telefax 01180-16500