

opdrachtgever

DG Rijkswaterstaat, RIZA

## SOBEK landelijk waterkwaliteitsmodel

A.A. Kuin, J. Icke en J.A.G. van Gils

rapport

december 2002

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>1-1</b>
1.1	Algemeen .....	1-1
1.2	Werkwijze .....	1-1
1.3	Leeswijzer .....	1-2
<b>2</b>	<b>Modelwerkzaamheden.....</b>	<b>2-1</b>
2.1	Aanmaken schematisatie .....	2-1
2.2	Continuïteitssom.....	2-2
<b>3</b>	<b>Testberekeningen warmtelozingen.....</b>	<b>3-1</b>
3.1	Inleiding.....	3-1
3.2	Warmtemodel.....	3-1
3.2.1	Afkoelingsmodel in Sobek.....	3-1
3.3	Locatie en omvang van de warmtelozingen.....	3-3
3.4	Resultaten warmtemodellering (grof model).....	3-4
3.5	Beoordelingsmethode warmtelozingen en modelverfijning.....	3-5
3.6	Resultaten temperatuurmodellering (verfijnd model).....	3-5
<b>4</b>	<b>Werken met het landelijk waterkwaliteitsmodel .....</b>	<b>4-1</b>
4.1	Tips bij het werken met het landelijk waterkwaliteitsmodel.....	4-1
4.1.1	Gebruik waterkwaliteitsschematisatie .....	4-1
4.1.2	Parallele segmenten.....	4-2
4.2	Aanbevelingen .....	4-2
<b>5</b>	<b>Referenties .....</b>	<b>5-1</b>

## **Bijlagen**

<b>A</b>	<b>Opgeloste modelproblemen .....</b>	<b>A-1</b>
<b>B</b>	<b>Kaarten van schematisatie nabij warmtelozingen .....</b>	<b>B-1</b>

# I Inleiding

## I.1 Algemeen

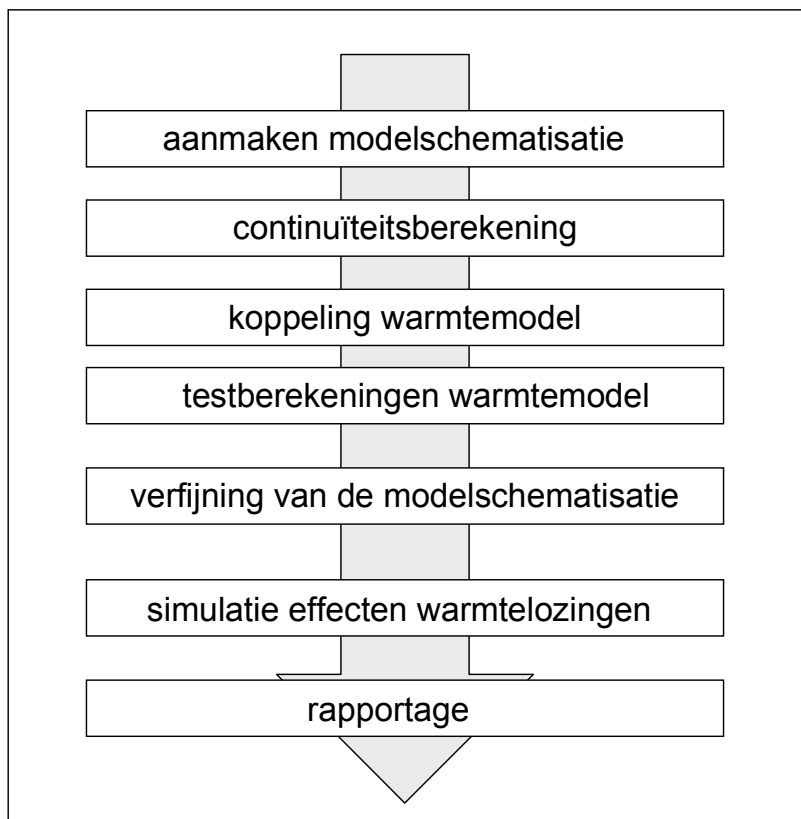
In het kader van de landelijke droogtestudie is RIZA voornemens om een warmtemodel op te zetten in SOBEK-River. Met dit warmtemodel kunnen dan berekeningen gemaakt worden van de temperatuurverhogingen als gevolg van warmtelozingen, bijvoorbeeld door electriciteitscentrales.

Voor de simulatie van de waterkwantiteit is een landelijke modelschematisatie beschikbaar voor SOBEK-River. Deze modelschematisatie kan uitgebreid worden met een modelschematisatie voor de waterkwaliteit, hetgeen in onderhavig project ook is gebeurd. Voor u ligt het verslag van de werkzaamheden die zijn verricht voor het operationaliseren van het waterkwaliteitsmodel in SOBEK-River.

## I.2 Werkwijze

In figuur 1.1 staat een schematisch overzicht van de gevolgde werkwijze in het project. Het doel van de studie, een werkend waterkwaliteitsmodel, gekoppeld aan het landelijk SOBEK-model, is stapsgewijs bereikt.

Allereerst is de modelschematisatie aangemaakt, waarbij enkele modelproblemen binnen SOBEK zijn opgelost. Vervolgens is het model op massabehoudendheid getest door middel van een continuïteitsberekening. Om de modelschematisatie op inhoudelijke gronden verder te kunnen verfijnen, is eerst een warmtemodel opgezet en zijn gegevens ingevoerd over de koelwaterlozingen van een aantal electriciteitscentrales. Op basis van deze simulatieresultaten is de modelschematisatie verder verfijnd. Met het verfijnde model is nogmaals een simulatie gemaakt van de verspreiding van de warmtelozingen.



Figuur 1.1 Werkwijze tijdens het project

### 1.3 Leeswijzer

Dit rapport beschrijft het operationaliseren van het waterkwaliteitsmodel, gekoppeld aan het stromingsmodel. Hoofdstuk 2 gaat in op de eerste twee stappen: het aanmaken van de modelschematisatie en het maken van een continuïteitsberekening voor de controle van de massabehoudendheid. In bijlage A staan nadere details over de modelproblemen die tijdens de studie zijn overwonnen.

Het landelijk waterkwaliteitsmodel zal in 2003 worden toegepast in het kader van de landelijke droogtestudie. Onderdeel daarvan is een temperatuurmodellering. Met een eenvoudig temperatuurmodel zijn enkele testberekeningen uitgevoerd voor de koelwaterlozingen van een aantal grote energiecentrales. De warmtemodellering vormt het onderwerp van hoofdstuk 3. De testberekeningen zijn aangegrepen om de DELWAQ-schematisatie verder te verfijnen, dit wordt ook in hoofdstuk 3 beschreven.

In hoofdstuk 4 staat een beknopte toelichting op het werken met het landelijk waterkwaliteitsmodel. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met enkele aanbevelingen.

Bij dit rapport hoort een CD-rom, waarop de modelschematisatie en de simulatieresultaten van het warmtemodel staan.

## 2 Modelwerkzaamheden

### 2.1 Aanmaken schematisatie

Het landelijke model van de rijkswateren in Nederland is uitgebreid met een DELWAQ-schematisatie. Het automatisch aanmaken van de uitgangsschematisatie met het user interface mislukte in eerste instantie, vanwege een fout in SOBEK. Dit probleem is handmatig verholpen. De schematisatie kan nu wel worden bewerkt, maar het automatisch creëren van de schematisatie zal een volgende vermoedelijk wederom problemen opleveren.

De SOBEK-WQ module is niet in staat lateral discharges van het type "2nd station" door te rekenen. Het is een principieel probleem: een second station betekent een verbinding tussen twee punten zonder dat je die expliciet modelleert. Het is dan principieel onmogelijk de kwaliteit van dat via de lateral doorgesluisde water bij te houden. In het landelijk model is op drie plaatsen gebruik gemaakt van een "2nd station" lateral:

- Julkan1;
- lateral1;
- zandmas2.

Het laterale debiet is in deze gevallen achterhaald door te achterhalen met welke laterale lozing/onttrekking een koppeling was gemaakt. Ook is in de uitvoer van de berekening gekeken welk debiet er feitelijk werd geloosd/onttrokken op de drie locaties. Dit debiet is vervolgens opgedrukt op de drie laterale lozingen.

De SOBEK-WQ module is niet in staat laterals van het type "retentiebekken" door te rekenen. Er is in dit geval een soortgelijk principieel probleem als bij de second stations: er wordt een hoeveelheid water tijdelijk achtergehouden zonder dat je die expliciet modelleert. Het is onmogelijk de kwaliteit van dat water bij te houden. Een ander probleem is dat in de huidige opzet van SOBEK-WQ het laterale debiet al voor de berekening bekend moet zijn. Bij een retentiebekken is dat principieel onmogelijk, immers het moment en de snelheid van vullen en weer leeglopen worden pas tijdens de simulatie bepaald. Dit is best op te lossen, maar vraagt een behoorlijke herstructurering van SOBEK-WQ.

In het landelijk model zit een behoorlijk aantal retentiebekkens. In de huidige toepassing worden zij genegeerd. Aangezien in deze studie waterkwaliteitsberekeningen worden verricht voor een zomerse periode is dit geen probleem. De retentiebekkens zijn dan immers leeg.

Zie ook bijlage A voor een gedetailleerde beschrijving van de modelproblemen die tijdens het project zijn opgelost.

## 2.2 Continuïteitssom

Een continuïteitsberekening geeft aan in hoeverre het model massabehoudend heeft. Een massabehoudend model heeft over de hele modelschematisatie de uitkomst '1'.

Met het model is voor de periode november 1997 een continuïteitssom gedraaid. Deze periode is volgens de opdrachtgever representatief voor een zomerse periode. De continuïteit bleek op bijna alle locaties in orde. Kleine afwijkingen van de continuïteit treden op twee tijdstappen op een deel van de takken Grensms1 en Grensms2. Het gaat om afwijkingen van 0,02 en 0,04 op de schaal van 0-1. De convergentieproblemen hebben vermoedelijk te maken hebben met de "compound-structure" bij Borgharen. Een van de drie stuwen hiervan wordt gestuurd door middel van een PID controller. De convergentieproblemen zijn het grootst vlak na de stuw en het effect hiervan wordt kleiner stroomafwaarts. De mogelijke invloed van laterale lozingen en de ligging van segmentlimieten (=segmentgrenzen) is bekeken, beiden bleken niet van invloed te zijn op de afwijkingen.

In een e-mail van 29-10-2002 heeft RIZA aangegeven de afwijkingen van de continuïteit te accepteren en warmtelozingen met het model te willen uitvoeren.

## 3 Testberekeningen warmtelozingen

### 3.1 Inleiding

De modelschematisatie van het landelijk waterkwaliteitsmodel zal toegepast gaan worden voor de beoordeling van warmtelozingen. Om te kunnen beoordelen of deze warmtelozingen goed gesimuleerd kunnen worden met het model, zijn enkele testberekeningen uitgevoerd.

### 3.2 Warmtemodel

Voor temperatuurberekeningen bevat de SOBEK-WQ een proces dat de afkoeling van water beschrijft. Het proces zorgt ervoor dat het water afkoelt zodra de temperatuur afwijkt van een achtergrondwaarde. Dit proces wordt nader toegelicht in paragraaf 3.2.1. Omdat sprake is van een zomerse periode is in dit geval uitgegaan van een achtergrondstemperatuur van 23°C. Deze waarde geven is ook gehanteerd als initiële waarde en voor alle randvoorwaarden, behalve de warmtelozingen. Voor de modelparameters zijn defaultwaarden van DELWAQ gehanteerd. Er is niet gecalibreerd.

#### 3.2.1 Afkoelingsmodel in Sobek

Een afkoelingsmodel beschrijft op eenvoudige wijze hoe een verhoging van de watertemperatuur door afkoeling weer verdwijnt. Een afkoelingsmodel wordt ook wel surplus of excess temperatuur model genoemd. De drijvende kracht voor de afkoeling is het verschil tussen de actuele- en de evenwichtstemperatuur, het temperatuursurplus. Een afkoelingsmodel gaat ervan uit dat de evenwichtstemperatuur bekend is en dat de actuele watertemperatuur hoger is dan de evenwichtstemperatuur, dat kan het gevolg zijn van een combinatie van natuurlijke omstandigheden of van warmtelozingen. Een afkoelingsmodel houdt géén volledige warmtebalans bij en kan de evenwichtstemperatuur derhalve niet berekenen. Voor evenwichtstemperatuur wordt een waarde opgelegd die soms ‘achtergronds-’ of ‘natuurlijke achtergronds-’ temperatuur genoemd wordt. De evenwichtstemperatuur  $T_e$  is in afkoelingsmodellen een invoergegeven (NatTemp in SOBEK bij gebruik van SwitchTemp = 1).

Het zelfkoelingsgetal,  $Z$  ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{°C}^{-1}$ ) legt het verband tussen de warmteafgifte,  $W$  ( $\text{J}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ) en het temperatuursurplus ( $\theta$ ):

$$q_t = -Z \times \theta = -Z(T_w - T_e) \quad \text{vgl. 1}$$

Een afkoelingsmodel kan beschouwd worden als een deel-model van een warmtebalansmodel waarin alleen de som van de balanstermen die met afkoeling te maken hebben beschouwd worden. De sterk versimpelde warmtebalans heeft dan een eenvoudige analytische oplossing, die luidt:



$$\theta = \theta_0 \cdot \exp\left(\frac{-Z \cdot t}{H \cdot \rho_w \cdot c_{p_w}}\right) \quad \text{vgl. 2}$$

Deze dynamische oplossing beschrijft hoe het oorspronkelijke temperatuursurplus ( $\theta_0$ ) in de tijd exponentieel afneemt tot nul, daarbij spelen naast de tijd ( $t$ ) en het zelfkoelingsgetal,  $Z$  ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{°C}^{-1}$ ) ook de waterdiepte,  $H$  (m), de dichtheid ( $\rho_w$ ) en de warmtecapaciteit ( $c_{p_w}$ ) van het water een rol. Het warmte surplus is een invoergegeven (ModTemp in SOBEK bij gebruik van SwitchTemp = 1).

Het zelfkoelingsgetal moet empirisch vastgesteld of afgeleid worden. In Nederland kan onder gemiddelde meteorologische condities (windsnelheid en luchtvochtigheid) uitgegaan worden van een bereik tussen 20 en 45  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{°C}^{-1}$  ('s zomers tussen 30-45  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{°C}^{-1}$ ).

Sweers (1976) leidt de volgende analytische vergelijking voor  $Z$  af:

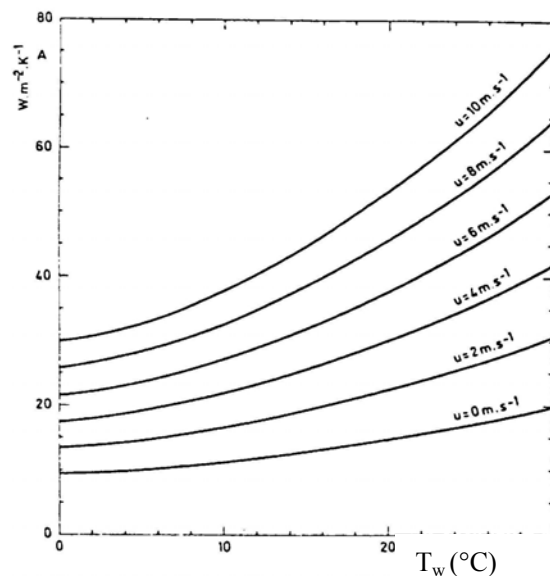
$$Z = (4.48 + 0.49T_w) + F(W) \times (1.12 + 0.018T_s + 0.00158 T_s^2) \quad \text{vgl. 3}$$

Grafisch is deze vergelijking in Figuur 1 weergegeven.

Het aantal windfuncties dat in de literatuur gevonden kan worden is erg groot. In SOBEK is een formulering geïmplementeerd die waarschijnlijk ontleend is aan WAQUA (Ludikhuizen, 1999), van de vorm:

$$F(W) = a + bW_a + cW_a^2 \quad \text{vgl. 4}$$

Waarin  $a = 3.5$  en  $b = 2.05$ . De hoogte waarbij de wind gemeten moet worden is in dit geval 10m boven het wateroppervlak.



Figuur 3.1 Zelfkoelingsgetal als functie van de watertemperatuur voor verschillende windsnelheden volgens vgl. 30, Sweers (1976).

Tabel 3.1 Verklaring symbolen in afkoelingsproces.

Symbool	Eenheid	Beschrijving
$\rho_w$	$\text{kg.m}^{-3}$	dichtheid van water (bij 4°C)
$\theta$	°C	temperatuursurplus ( $T_e - T_w$ )
a	$\text{W.m}^{-2}.\text{mbar}^{-1}$	coëfficiënt in windfunctie F(W)
b	$\text{J.m}^{-3}.\text{mbar}^{-1}$	coëfficiënt in windfunctie F(W)
$c_{p_w}$	$\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$	soortelijke warmte van water
F(W)	$\text{W.m}^{-2}.\text{mbar}^{-1}$	windfunctie voor verdamping
$T_e$	°C	evenwichtstemperatuur van oppervlaktewater
$T_w$	°C	temperatuur van het oppervlaktewater gemeten enkele cm onder het lucht-water vlak
$W_a$	$\text{m.s}^{-1}$	windsnelheid gemeten op a meter boven het wateroppervlak
Z	$\text{W.m}^{-2}.\text{°C}^{-1}$	zelfkoelingsgetal

### 3.3 Locatie en omvang van de warmtelozingen

RIZA heeft een overzicht beschikbaar gesteld van warmtelozingen door elektriciteitscentrales in Nederland. Van de centrales die in dit overzicht worden genoemd zijn van 13 centrales alle benodigde gegevens beschikbaar (zie tabel 3.2). In bijlage B zijn kaartjes opgenomen van de takken waarop de lozingen plaatsvinden.

Tabel 3.2 Overzicht elektriciteitscentrales waarvan de warmtelozingen in het landelijk model zijn gezet.

X	Y	naam centrale	tak	afstand op tak (m)	delwaq-segment
117406	413722	Amer	BEMA062	0	581
191681	351929	Claus centrale	Zandmas1	1600	496
130000	483500	Diemen	IJMEER1	0	642
117604	411916	Donge	BEMA062	0	581
164666	510000	Flevocentrale	Q_tak5	7000	367
185673	430167	Gelderland	Waal_1	19250	618
204200	498000	Harculo	IJssel_2	18200	331
118220	490711	Hemweg	NZK1	7000	27
134200	457000	Lage Weide/Merwedekanaal	ARK2a	7400	463
88800	436000	Rotterdam (Gl.str.)	NIMA016	1500	531
60806	442718	Rotterdam (Maasvl.)	BEKA095	0	600
103468	498485	Velsen	NZK2	12800	29
196461	359531	Willem Alexander	Zandmas2	14300	498

De warmtelozingen zijn in het model ingevoerd door op de opgegeven locatie van de lozing een fictief debiet te onttrekken en dit met een temperatuur van 30°C weer te lozen. Het lozings- en onttrekkingsdebiet is bepaald aan de hand van de energielozingen (in MW) en de specifieke warmte constante ( $4183 \text{ J kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$ ). In tabel 3.3 staan de debieten die in het model gehanteerd zijn voor de verschillende centrales. In het geval van de Clauscentrale is de warmtelozing afhankelijk van het debiet in Borgharen. Daarom is eerst met het model een som gemaakt om te bepalen welke tijdstippen binnen welke categorie vallen. Vervolgens zijn voor elke tijdstap de bijbehorende lozings- en onttrekkingsdebieten bepaald.

Tabel 3.3 Warmtelozingen uitgedrukt in MW en in een lozingsdebiet (m<sup>3</sup>/s) voor de elektriciteitscentrales waarvan de warmtelozingen in het landelijk model zijn gezet.

naam centrale	lozing (MW)	debiet lozing (m <sup>3</sup> /s)
Amer	749	25.6
Claus centrale		
Q Borgharen < 50 m <sup>3</sup> /s	0	0
50 m <sup>3</sup> /s < Q Borgharen < 112 m <sup>3</sup> /s	753	25.7
Q Borgharen > 112 m <sup>3</sup> /s	1506	51.4
Diemen	115	3.9
Donge	56	1.9
Flevocentrale	264	9.0
Gelderland	343	11.7
Harculo	180	6.1
Hemweg	666	22.7
Lage Weide/Merwedekanaal	445	15.2
Rotterdam (Gl.str.)	96	3.3
Rotterdam (Maasvl.)	591	20.2
Velsen	467	15.9
Willem Alexander	144	4.9

### 3.4 Resultaten warmtemodellering (grof model)

De maximale temperatuurverhogingen die de warmtelozingen tot gevolg hebben staan in tabel 3.4. Dit is de verhoging die SOBEK heeft berekend in het segment waarop de lozing plaatsvindt. In sommige gevallen is het denkbaar dat de invloed van meerdere centrales op een bepaalde watergang merkbaar zijn. Voor dit effect is niet gecorrigeerd.

Tabel 3.4 Maximale temperatuurverhogingen in het ontvangende oppervlaktewater als gevolg van warmtelozingen.

Naam centrale	temperatuurverhoging		Delwaq-segment
	gemiddeld	maximaal	
Amer*	1.0	1.5	581
Claus centrale	1.3	1.8	496
Diemen	1.4	1.4	642
Donge*	1.0	1.5	581
Flevocentrale	0.4	0.5	367
Gelderland	0.1	0.1	618
Harculo	0.1	0.1	331
Hemweg	1.9	2.0	27
Lage Weide/Merwedekanaal	3.1	3.5	463
Rotterdam (Gl.str.)	0.1	0.1	531
Rotterdam (Maasvl.)	1.1	1.2	600
Velsen	2.4	2.7	29
Willem Alexander	1.0	1.3	498

\* De centrales Amer en Donge lozen hun koelwater op dezelfde locatie in het model. Het temperatuurseffect dat in de tabel wordt gegeven is het gevolg van de gezamenlijke lozing.

De temperatuurverhoging is naast de omvang van de lozing afhankelijk van het ontvangende water. Over het algemeen geldt:

- Hoe groter de watergang hoe kleiner het effect;
- Hoe groter het DELWAQsegment hoe groter de opmenging en hoe groter de verblijftijd;
- Hoe groter de verblijftijd hoe groter de uitwisseling met de atmosfeer.

De resultaten zijn verder niet geanalyseerd.

### 3.5 Beoordelingsmethode warmtelozingen en modelverfijning

De temperatuur nabij een lozingspunt van koelwater mag maar een beperkt aantal graden stijgen, omwille van het aquatisch ecosysteem. De afstand tot het lozingspunt waarop de warmtelozing beoordeeld wordt, is in principe voor elke lozing afzonderlijk in de vergunning vastgelegd. Het gaat hierbij om ‘near field’ effecten, dichtbij het lozingspunt.

Een warmtelozing is niet onmiddellijk over het dwarsprofiel gemengd, het geloosde koelwater kan vele kilometers afgelegd hebben, voordat het volledig met het rivierwater is opgemengd. Het kan ook nog vele kilometers duren, voordat de overtollige warmte aan de atmosfeer is afgestaan. Dit worden ook wel ‘far field’ effecten genoemd.

Al met al zijn bij het beoordelen van de effecten van een warmtelozing drie afstanden van belang:

- De afstand waarop de temperatuurstijging wordt gemeten, vanwege de vergunning;
- De afstand waarop de warmtelozing volledig over het dwarsprofiel is gemengd;
- De afstand waarop de overtollige warmte aan de atmosfeer is afgestaan.

Deze afstanden verschillen per electriciteitscentrale. Het is niet haalbaar gebleken om tijdig de informatie over de afstand waarop gemonitord wordt, in de vergunningen op te sporen. Het bepalen van de afstanden waarop de ‘far field’ effecten van de warmtelozing zichtbaar zijn, is ook lastig te bepalen. Dit wordt in hoge mate bepaald door het punt in de rivier waarop geloosd wordt (oever, hoofdstroom) en het is een 2-dimensionaal probleem, waarop geen pasklaar antwoord is.

Bij de verdere verfijning van het model is daarom een generieke aanpak gehanteerd, waarbij in de nabijheid van de centrale een segmentlengte van 250 m is gehanteerd. In het geval de stromingsrichting één kant op is, is het grid verfijnd over circa 2 kilometer. Wanneer de stromingsrichting varieert is het grid in twee richtingen verfijnd over 1,5 kilometer in beide richtingen (totaal 3 kilometer). Kaartjes van de segmentlimieten zijn opgenomen in bijlage B.

### 3.6 Resultaten temperatuurmodellering (verfijnd model)

De maximale temperatuurverhogingen die de warmtelozingen tot gevolg hebben staan in tabel 3.5. Dit is de verhoging die SOBEK heeft berekend in het segment waarop de lozing plaatsvindt. In sommige gevallen is het denkbaar dat de invloed van meerdere centrales op een bepaalde watergang merkbaar zijn. Voor dit effect is niet gecorrigeerd.

Tabel 3.5 Gemiddelde en maximale temperatuurverhogingen in het ontvangende oppervlaktewater als gevolg van warmtelozingen met de verfijnde sobekschematisatie.

Naam centrale	temperatuurverhoging		Delwaq-segment
	gemiddeld	maximaal	
Amer*	1.4	7.9	643
Claus centrale	1.3	2.3	759
Diemen	4.3	4.6	698
Donge*	1.4	7.9	643
Flevocentrale	2.2	2.7	664
Gelderland	0.1	0.1	742
Harculo	0.1	0.1	690
Hemweg	3.1	4.4	680
Lage Weide/Merwedekanaal	3.8	9.5	713
Rotterdam (Gl.str.)	0.1	0.3	735
Rotterdam (Maasvl.)	5.4	5.7	728
Velsen	2.9	5.4	673
Willem Alexander	0.9	1.1	750

\* De centrales Amer en Donge lozen hun koelwater op dezelfde locatie in het model. Het temperatuurseffect dat in de tabel wordt gegeven is het gevolg van de gezamenlijke lozing.

Met de verfijnde schematisatie rond de lozingspunten van centrales wordt de temperatuurtoename als gevolg van de lozing over het algemeen een stuk hoger dan met de grove schematisatie. Het is de verwachting dat het verfijnde model betrouwbaardere resultaten geeft dan het grove model.

De resultaten zijn verder niet geanalyseerd.

## 4 Werken met het landelijk waterkwaliteitsmodel

### 4.1 Tips bij het werken met het landelijk waterkwaliteitsmodel

#### 4.1.1 Gebruik waterkwaliteitsschematisatie

De schematisatie van het landelijke waterkwaliteitsmodel kan alleen gebruikt worden voor de huidige schematisatie van het landsdekkende waterkwaliteitsmodel. Voor elke andere schematisatie moet een nieuwe waterkwaliteitsschematisatie worden aangemaakt. Hierbij kunnen vergelijkbare problemen optreden als in deze studie (zie hoofdstuk 2). Wanneer dezelfde schematisatie wordt gebruikt voor een andere periode kan onder voorbehoud de waterkwaliteitsschematisatie worden gebruikt. Hieronder wordt beschreven hoe de waterkwaliteitsschematisatie kan worden overgehaald naar een andere case en welke controlestappen moeten worden uitgevoerd.

- 1 De eerste stap is een check of de schematisaties inderdaad gelijk zijn aan elkaar. De files Deftop.1 moeten identiek zijn.
- 2 In de processenbibliotheek moeten gewenste stoffen en processen worden geselecteerd. In de parameterlijst moeten coëfficiënten naar eigen inzicht ingevuld worden.
- 3 In de user interface moet waterkwaliteit geactiveerd worden.
- 4 Voor alle modelranden moeten boundary conditions worden aangemaakt.
- 5 De initiële waarden moeten worden opgegeven voor alle takken.
- 6 De tijdstap van de waterkwaliteitsberekening moet worden opgegeven.
- 7 Het rekenschema moet worden gekozen.
- 8 De tijdstap waarmee de waterkwaliteitsresultaten worden weggeschreven moet worden gekozen.
- 9 Maak een waterkwaliteitsgrid aan via “generate segments”.
- 10 Bewaar de case via “save”.

- 11 Vervang defgrd.2 (segmenten) en defgrd.3 (limieten) in de nieuwe case met de bestanden uit het landelijk waterkwaliteitsmodel.
- 12 Check in het model of alles goed geladen wordt (vooral segmenten en limieten).
- 13 Om waterkwaliteitsuitvoer weg te laten schrijven moeten alle nieuwe segmenten geselecteerd worden via de optie f(t) reports.
- 14 Sla het model op via “save”.

#### **4.1.2 Parallele segmenten**

In SOBEK-River is het mogelijk om gebruik te maken van parallele segmenten. Dit is in het landelijke waterkwaliteitsmodel overigens niet gebeurd.

Het hoofdsegment beslaat altijd de hoofdgeul, parallele segmenten beslaan de uiterwaarden. In SOBEK-river wordt geen onderscheid gemaakt tussen de linker en rechteroever. De uitwaarden zijn altijd een optelsom van de gebieden aan beiden zijden. Hiermee dient bij het gebruik van parallele segmenten rekening te worden gehouden.

### **4.2 Aanbevelingen**

- Het verdient aanbeveling om voor elke centrale in de vergunning op te zoeken op welke afstand de temperatuursverhoging gemeten en beoordeeld wordt en de modelschematisatie daarop aan te passen.
- Het gebruikte temperatuurmodel is relatief eenvoudig van opzet, in het kader van een ander project voor RIZA is een inventarisatie gemaakt van beschikbare temperatuurmodellen. Wellicht dat deze ook interessant zijn voor de voorgenomen warmtemodellering in het kader van de droogtestudie.
- Momenteel wordt SOBEK-River geïntegreerd in de SOBEK-Rural en SOBEK-Urban omgeving. Vanwege de gebruikersvriendelijkheid verdient het aanbeveling om over te stappen op deze nieuwe versie van SOBEK-River, zodra deze beschikbaar is. Eventueel zou overwogen kunnen worden om voortijdig het landelijk model al te converteren naar SOBEK-Rural.

## 5 Referenties

Ludikhuize, D. (1996). Modelling natuurlijke temperatuur oppervlaktewater. RIZA

Sweers, H. E. (1976). A monogram to estimate the heat exchange coefficient at the air-water interface as a function of windspeed and temperature; a critical survey of some literature. *J.of Hydrology*, vol. 30, pp.



# **BIJLAGEN**

# A Opgeloste modelproblemen

## Inleiding

Dit memo geeft de stand van zaken weer op 1 oktober 2002. Eerst volgt een korte samenvatting van de huidige stand van zaken, daarna een overzicht van de uitgevoerde activiteiten.

## Overzicht op hoofdlijnen

Het automatisch aanmaken van de uitgangsschematisatie met het UI mislukte in eerste instantie, vanwege een bug in SOBEK (ARS 10922). Dit probleem is handmatig verholpen. Het editen van de schematisatie is nu wel mogelijk, het opnieuw creëren van de schematisatie zal vermoedelijk elke keer problemen opleveren. NIET DOEN DUS!!

De WAQ module is niet in staat lateral discharges van het type "2nd station" door te rekenen. Dat was een bekend punt (ARS oud1). Het is een principieel probleem: een second station betekent een verbinding tussen twee punten zonder dat je die expliciet modelleert. Het is dan principieel onmogelijk de kwaliteit van dat via de lateral doorgesluisde water bij te houden. In overleg met Dik L. is destijds besloten SOBEK erop te laten stoppen en de gebruiker te dwingen het model aan te passen.

In het onderhavige model zijn er maar 3, hopelijk is in het project hiervoor een work-around te vinden.

De WAQ module is eveneens niet in staat laterals van het type "retentiebekken" door te rekenen. Dit is een nieuw probleem (ARS 10923, ARS 10924). Bij het inbouwen van deze optie is geen rekening gehouden met het gebruik van de WQ-module.

Er is in dit geval een soortgelijk principieel probleem als bij de second stations: er wordt een hoeveelheid water tijdelijk achtergehouden zonder dat je die expliciet modelleert. Het is dan weer onmogelijk de kwaliteit van dat water bij te houden. Een ander probleem is dat in de huidige opzet van SOBEK-WQ het laterale debiet al voor de berekening bekend moet zijn. Bij een retentiebekken is dat principieel onmogelijk, immers het moment en de snelheid van vullen en weer leeglopen worden pas tijdens de simulatie bepaald. Dit is best op te lossen, maar vraagt een behoorlijke herstructurering van SOBEK-WQ.

In het onderhavige model zitten behoorlijk wat retentiebekkens. Door ARS 10923 op te lossen is SOBEK-WQ nu in staat deze te negeren. Gezien het karakter van de studie (droogtestudie) kan ik me daar iets bij voorstellen.

Er is een basissimulatie opgesteld waarin de variabele Continuity meeloopt. Deze som levert een goed resultaat op (concentratie overal en altijd gelijk aan 1). In deze vorm kan het model al gebruikt worden. In overleg met de opdrachtgever kan de schematisatie verder geoptimaliseerd worden, gewoon gebruik makend van het User Interface.

## Overzicht van activiteiten

- FLOW-deel aangeleverde model uitproberen: werkt!
- Generate WQ Segments: lijkt te lukken.
- Parser stopt "Illegal segment definition". Bekend probleem: heeft te maken met takrichtingen (ARS oud2). Is op te lossen door bepaalde takken van richting om te keren. Dat is gebeurd met het UI.
- Parser crasht bij opstellen afbeelding segmenten op gridcellen (ARS 10925): bugfix gemaakt, in een special van de parser. On the fly probleem van takrichtingen (ARS oud2) opgelost. On the fly een check ingebouwd: elke gridcel moet 1 en slechts 1 keer in een segment zitten.
- Omdat het probleem van de takrichtingen is opgelost, zijn de eerder genoemde omgekeerde takken weer hersteld. We werken dus weer met het oorspronkelijke model.
- Uit de check blijkt dat het UI geen segment heeft toegekend aan Tak "Q\_Tak20" (ARS 10922). Handmatig hersteld. Dit is een bug in Generate Segments door het UI. Niet opgelost!
- Edit netwerk met UI laat de handmatige reparatie in tact. Eerder genoemde bug in UI lijkt ons niet dwars te zitten bij het editen.
- Parser stopt op "Undefined WQ boundaries": geen bug, maar vergeten WQ-boundaries aan te maken. UI gaf netjes een melding bij Validate. Alle WQ-boundaries met het UI aangemaakt.
- Parser stopt ermee: "Local array space too small" (ARS 10926). Gefixt in een special van de parser.
- Parser stopt ermee: "Lateral met 2nd station kan niet in combinatie met WQ" (ARS-oud1). 3 laterals met second station omgezet in Qlat met constante  $Q=0$ : julkan1, lateral1, zandmas2. Dat kan natuurlijk niet zomaar. De opdrachtgever moet daartoe het FLOW-model aanpassen.
- Parser stopt ermee: "Error reading table in FLBR record. Object-id : Plasmol" (ARS 10923, ARS 10924). Dit is een lateral van het type "Retentie". SOBEK-WQ blijkt hier niet tegen bestand. Er is een praktisch probleem: de parser van WQ snapt de invoer niet (ARS 10923). Dat is opgelost. Er is ook een principieel probleem (ARS 10924). Hopelijk kan het project daarmee leven. Oplossen via SOBEK is een grote klus.
- WQ invoer verder gecompleteerd met definitie van uitvoer en instellen van het impliciete schema. Het draait, en de continuïteit is in de eerste 10 dagen OK. Helemaal in het begin treden kleine (promilles) afwijkingen op, die weer verdwijnen. Mogelijk een inspeleffect van de hydrodynamica.
- Model is klaar voor verdere optimalisatie.

## Consequenties voor het Nationaal model

- Laterals met 2nd station moeten verwijderd: julkan1, lateral1, zandmas2.
- Opdrachtgever zal moeten accepteren dat effect retentiegebieden op waterkwaliteit niet goed wordt uitgerekend.

## Overzicht van ARS'sen voor SOBEEK

### ARS 10922

v2.52

UI

Priority: Medium.

Status: open.

Description: Generate Segments gives incorrect result for National WQ model.

Long description: The schematisation generated by the SOBEEK-UI is not correct: one branch of the National WQ model is not covered by a WQ segment. Work-around: reparse by hand in MDB and do not touch "Generate Segments" again.

### ARS 10923

v2.52

Parsen

Priority: High

Status: fixed

Description: Parser for WAQ is not able to process laterals of type retention.

Long description: Laterals of type retention have been implemented in FLOW. WQ has not been upgraded to accommodate these laterals. This leads to a STOP in the parser.

Comments on solution: parser simply skips these laterals. Parsen.exe, 1-10-2002, 13h14.

### ARS 10924

v2.52

WAQ

Priority: Medium

Status: open

Description: WAQ is not able to model the water quality for laterals of type retention.

Long description: Laterals of type retention have been implemented in FLOW. WQ has not been upgraded to accommodate these laterals. This is not easily done because: a) Qlat(t) should be specified in the WQ input file when the parser runs, before SOBEEKsim, and b) the volume of the retention area is probably not written to the FLOW-WQ communication file.

### ARS 10295

v2.52

Parsen

Priority: High

Status: fixed

Description: Parser can not handle network of National WQ model.

Long description: The network of the National WQ model can not be processed by PSGDEF in the parser. The program gets into an eternal loop.

Comments on solution: algorithm changed. Previous algorithm was supposed to be able to handle segments covering more than one branch. This request is now dropped, and a simpler but more robust algorithm introduced. This fix also solves the "arrow direction" problem. As a further check the new code checks that every partial grid cell is covered by one and not more than one segment. Parsen.exe, 1-10-2002, 13h14.

**ARS 10296**

v2.52

Parsen

Priority: High

Status: fixed

Description: Parser stops "Local array dimensions DIVIDED waste loads too small".

Long description: While processing the National WQ model the parser stops with "Local array dimensions DIVIDED waste loads too small".

Comments on solution: The dimension parameter was increased. Parsen.exe, 1-10-2002, 13h14.

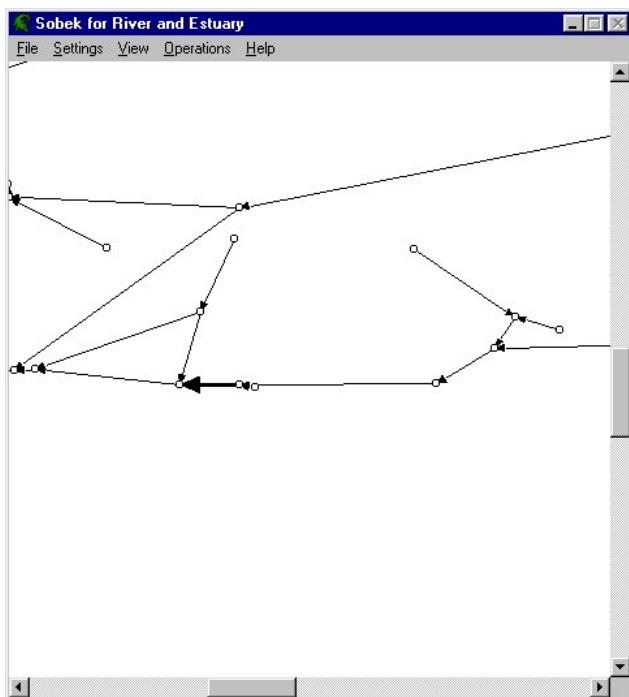
**ARS oud1**

WQ module can not be run for laterals of type "2nd station".

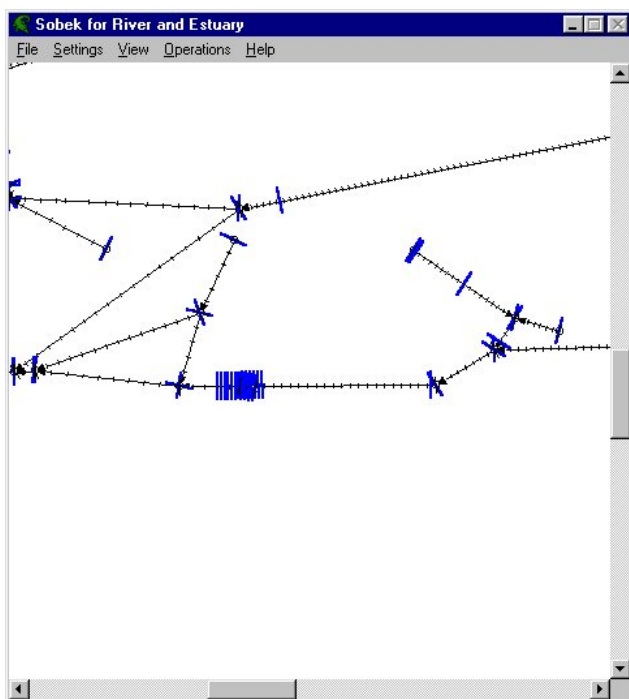
**ARS oud2**

WQ module does not work for nodes with only start points resp. only end points of branches.

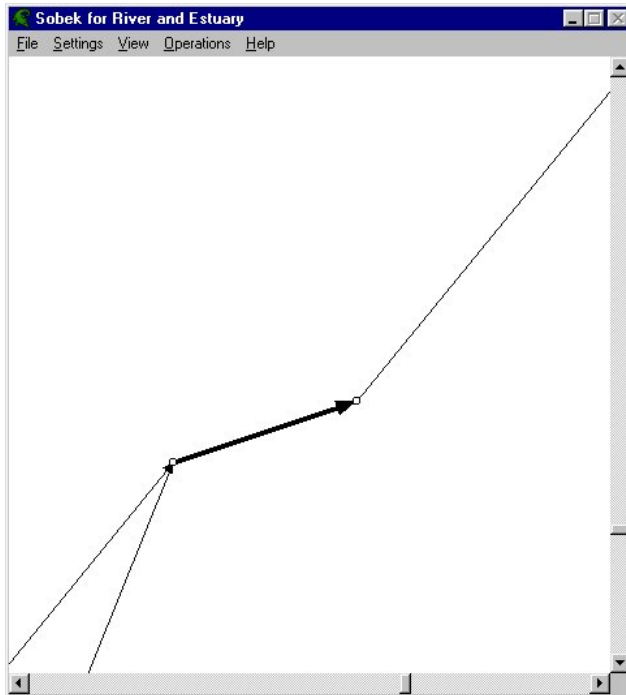
## B Kaarten van schematisatie nabij warmtelozingen



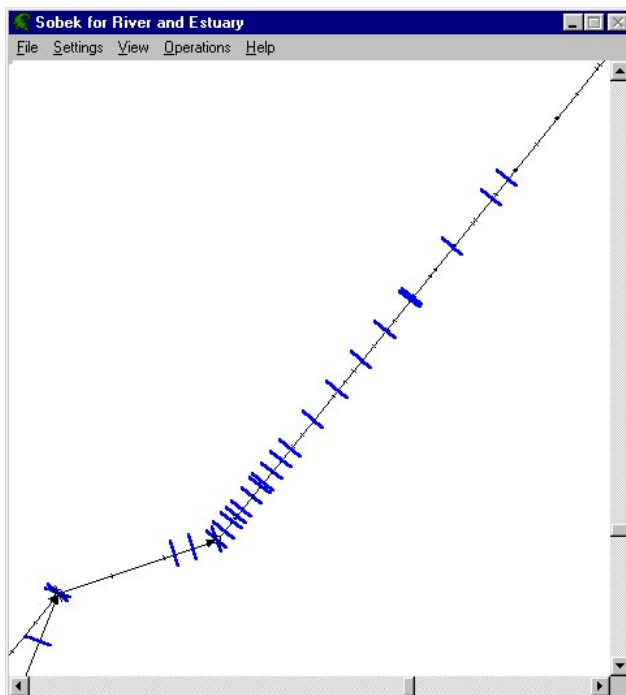
Figuur 1 BEMA062, de tak waarop de centrale Amer op loost.



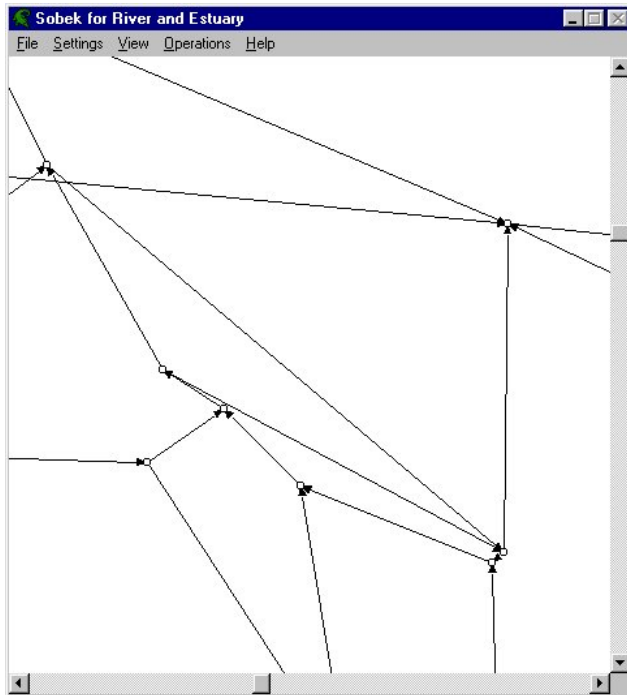
Figuur 2 Verfijnde waterkwaliteitsschematisatie rond lozingspunt centrale Amer.



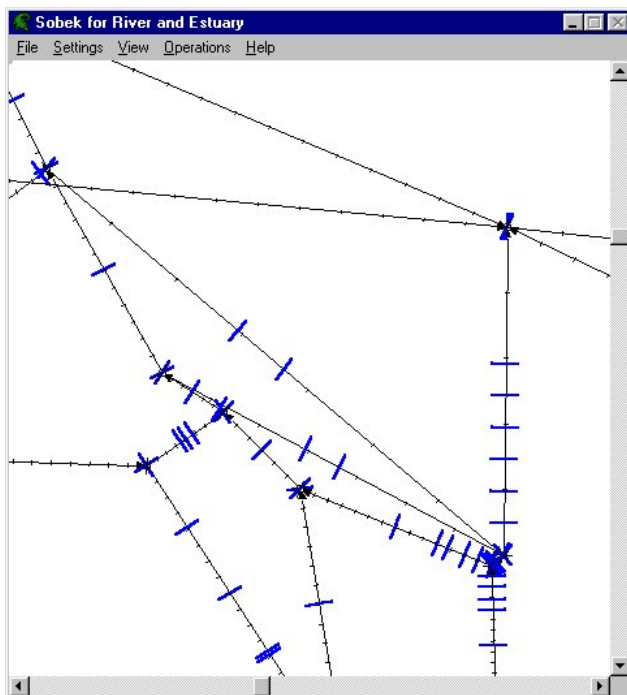
Figuur 3 Zandmas1, de tak waarop de Clauscentrale op loost.



Figuur 4 Verfijnde waterkwaliteitsschematisatie rond lozingspunt Clauscentrale.

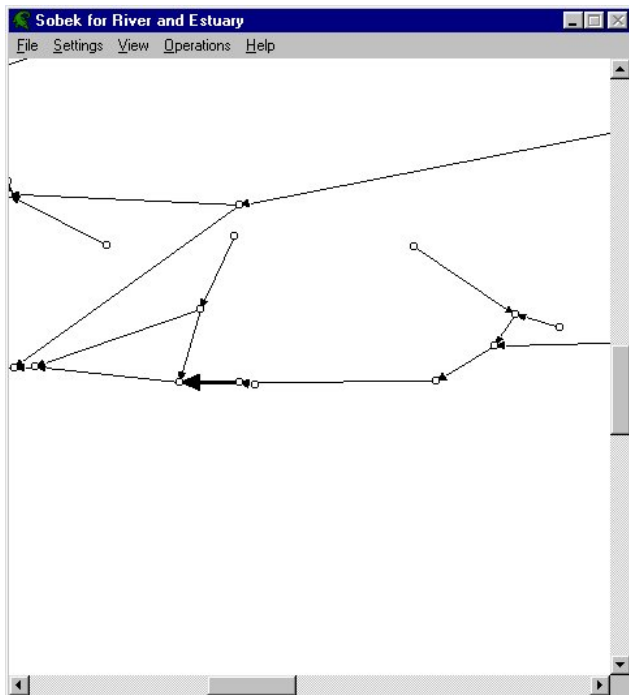


Figuur 5 De tak waarop de centrale Diemen op loost.

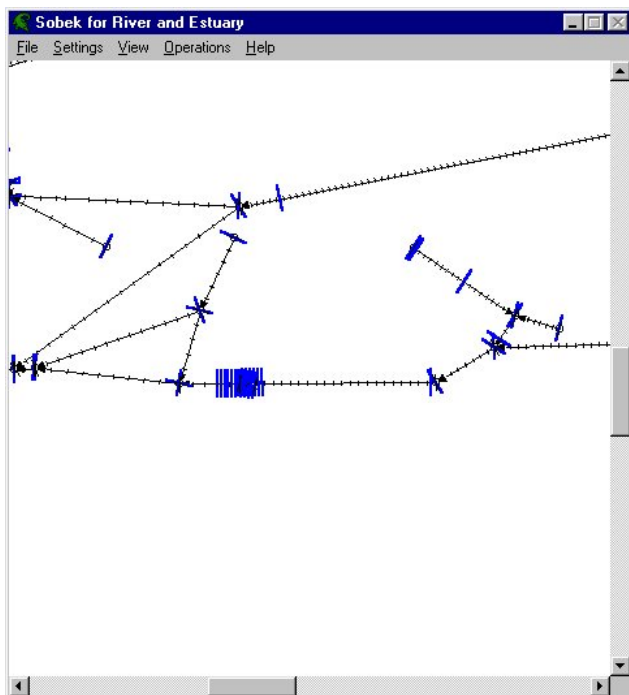


Figuur 6 Verfijnde waterkwaliteitschematisatie rond lozingspunt centrale Diemen.

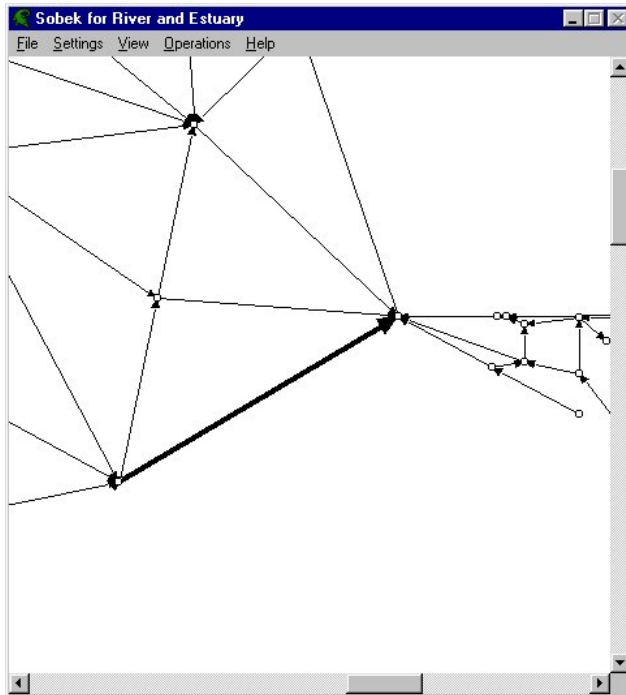




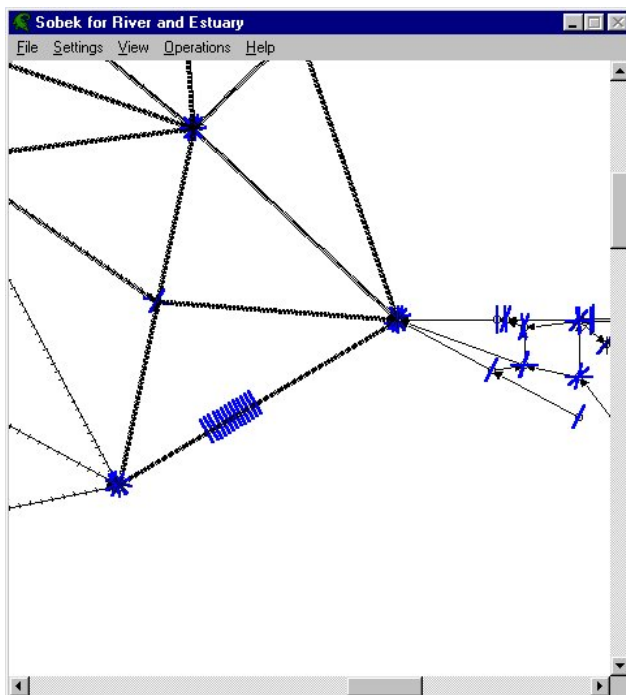
Figuur 7 De tak waarop de centrale Donge op loost.



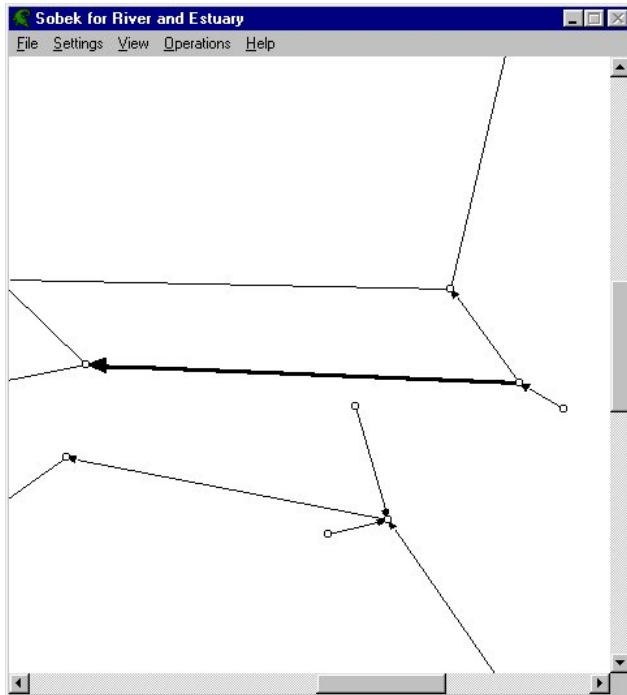
Figuur 8 Verfijnde waterkwaliteitschematisatie rond lozingspunt centrale Donge.



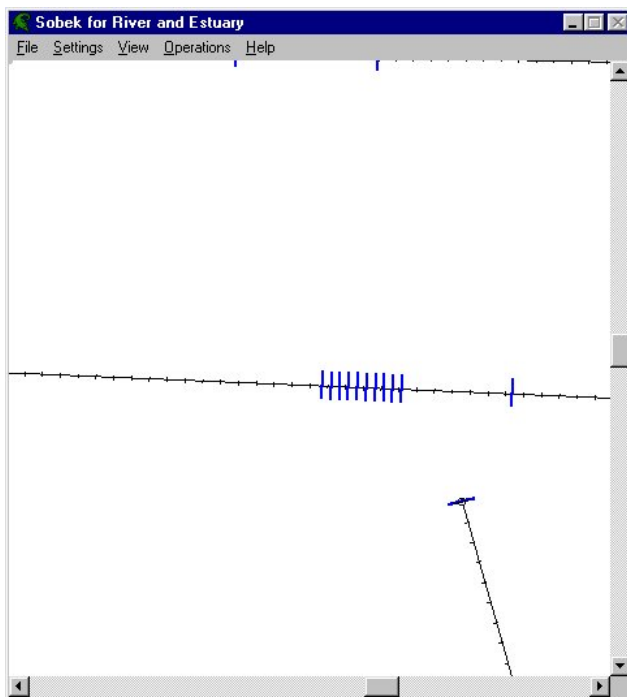
Figuur 9 De tak waarop de Flevocentrale op loost.



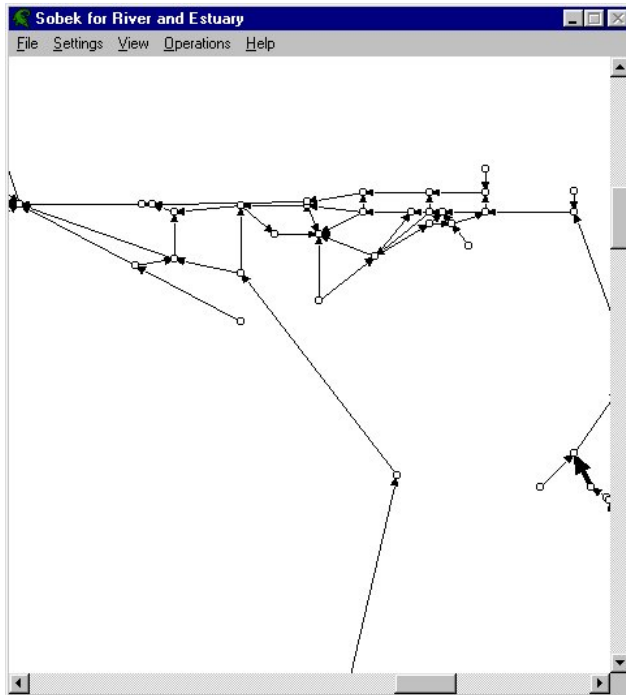
Figuur 10 Verfijnde waterkwaliteitschematisatie rond lozingspunt Flevocentrale.



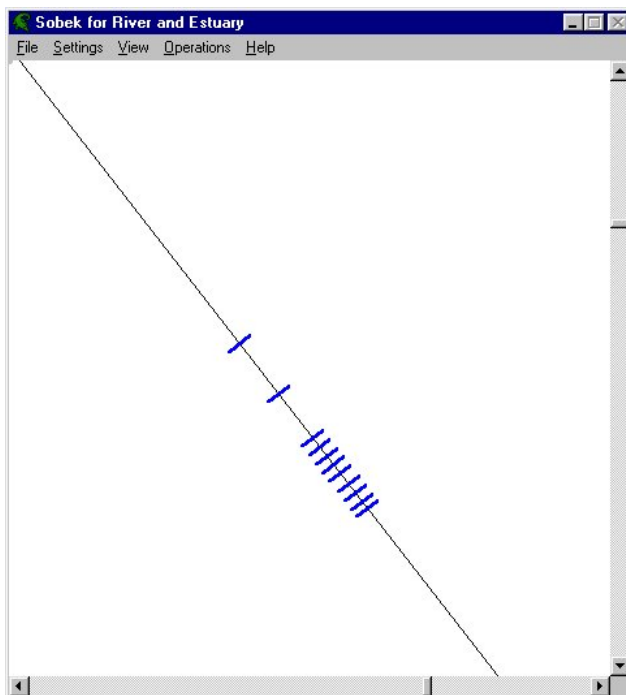
Figuur 11 De tak waarop de centrale Gelderland op loost.



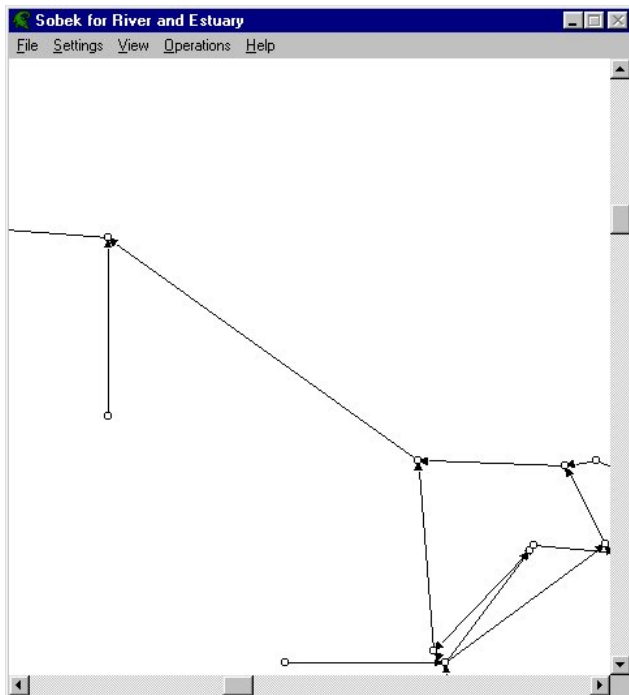
Figuur 12 Verfijnde waterkwaliteitschematisatie rond lozingspunt centrale Gelderland.



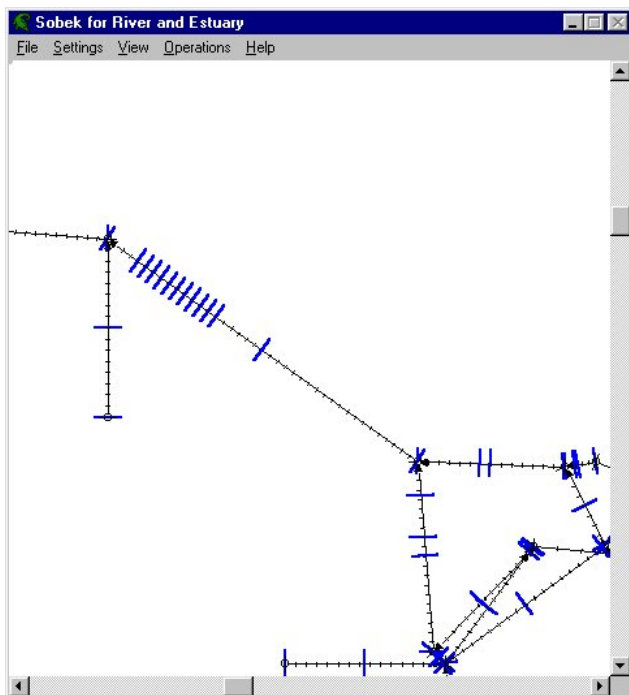
Figuur 13 De tak waarop de centrale Harculo op loost.



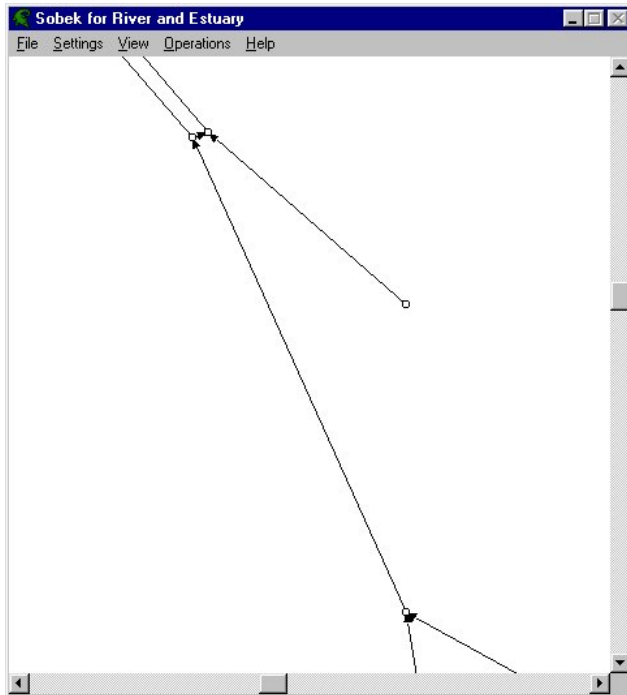
Figuur 14 Verfijnde waterkwaliteitschematisatie rond lozingspunt centrale Harculo.



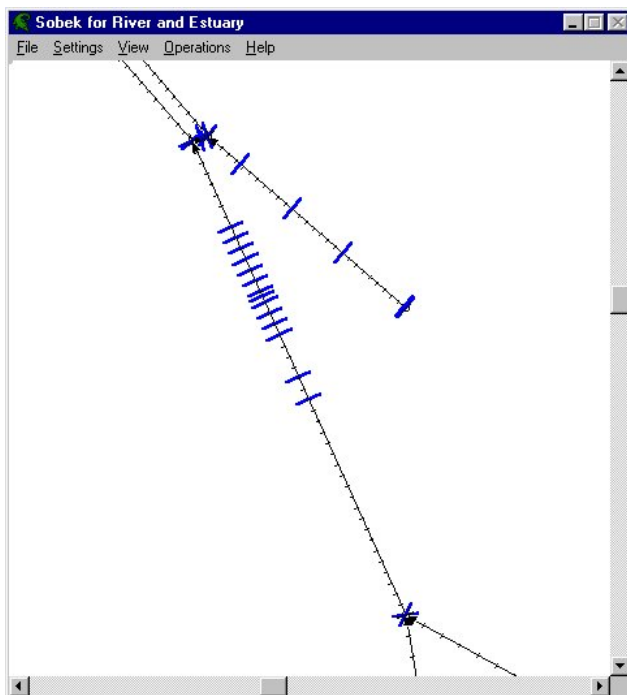
Figuur 15 De tak waarop de centrale Hemweg op loost.



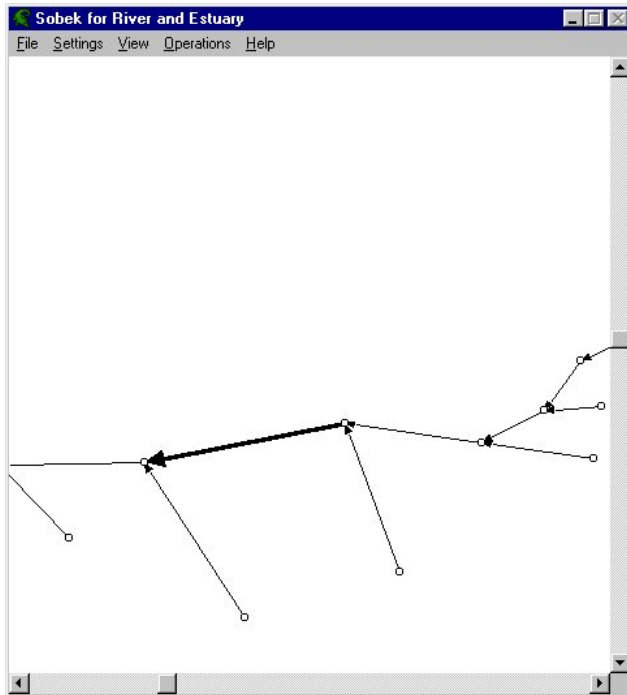
Figuur 16 Verfijnde waterkwaliteitschematisatie rond lozingspunt centrale Hemweg.



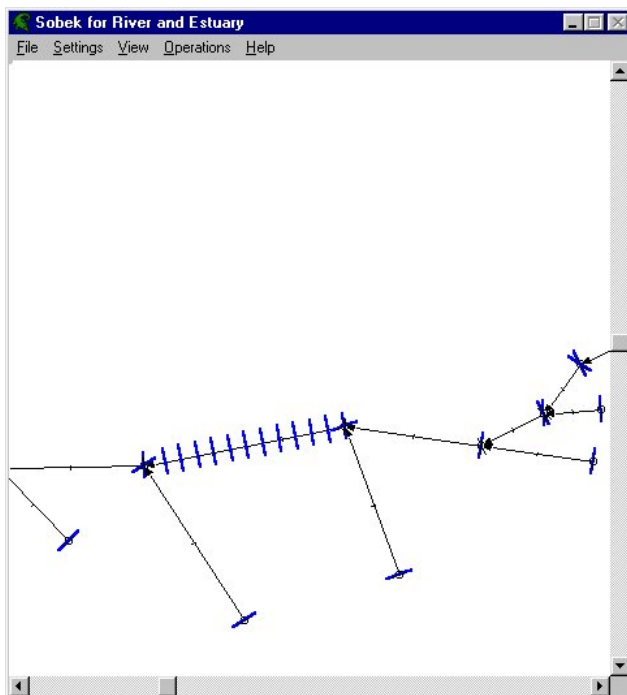
Figuur 17 De tak waarop de centrale Lade Weide/Merwedekanaal op loost.



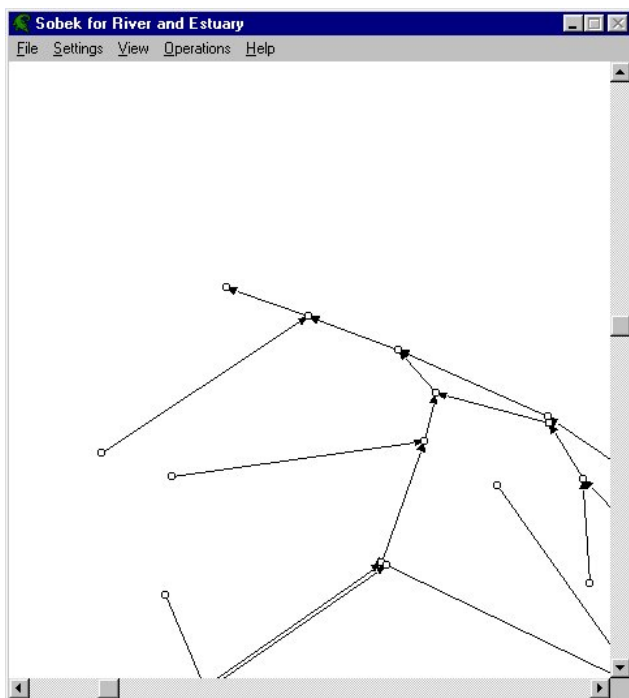
Figuur 18 Verfijnde waterkwaliteitschematisatie rond lozingspunt centrale Lage Weide/Merwedekanaal.



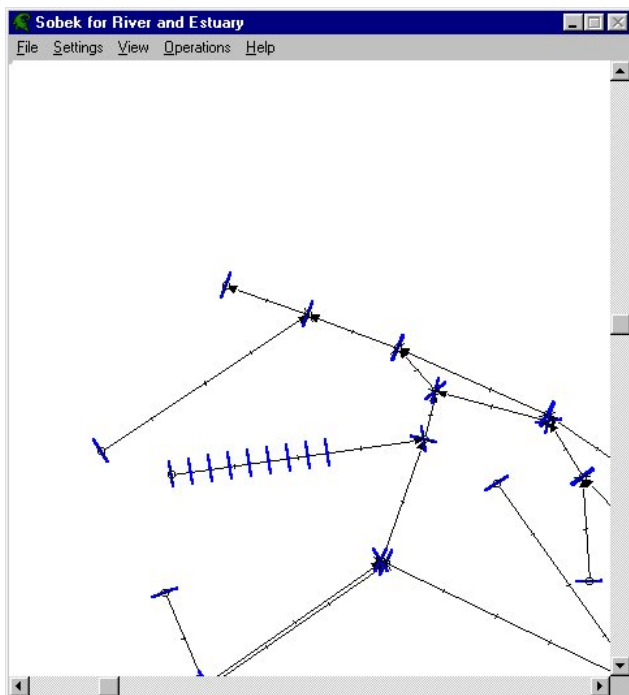
Figuur 19 De tak waarop de centrale Rotterdam (Gl.Str.) op loost.



Figuur 20 Verfijnde waterkwaliteitschematisatie rond lozingspunt centrale Rotterdam (Gl.Str.).

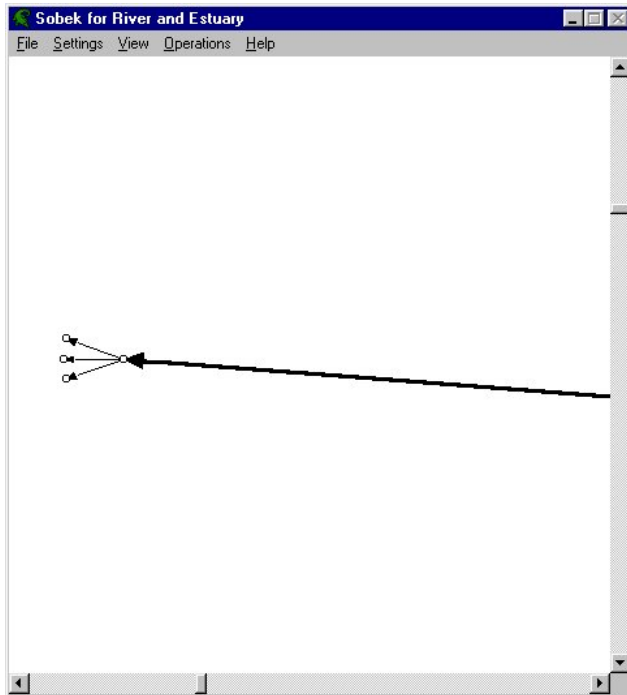


Figuur 21 De tak waarop de centrale Rotterdam (Maasvl.) op loost.

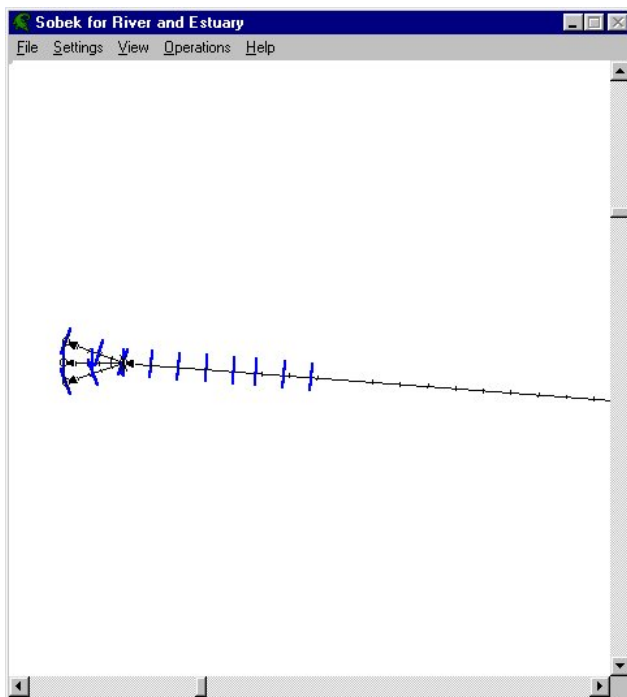


Figuur 22 Verfijnde waterkwaliteitschematisatie rond lozingspunt centrale Rotterdam (Maasvl.).

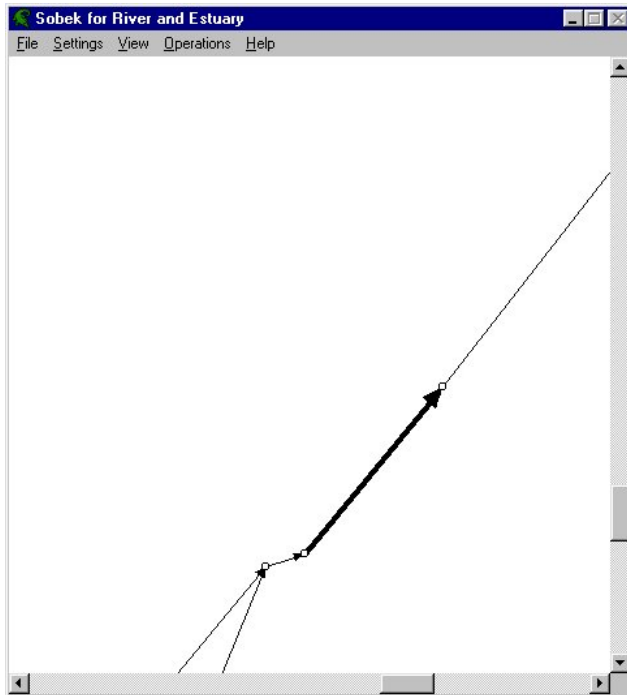




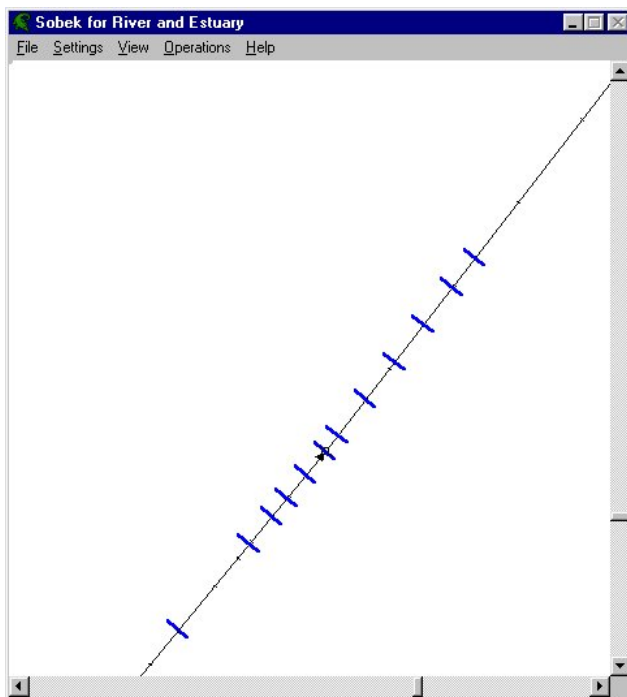
Figuur 23 De tak waarop de centrale Velsen op loost.



Figuur 24 Verfijnde waterkwaliteitschematisatie rond lozingspunt centrale Velsen.



Figuur 25 De tak waarop de centrale Willem Alexander op loost.



Figuur 26 Verfijnde waterkwaliteitsschematisatie rond lozingspunt centrale Willem Alexander.