

**Toelaten van een  
gecontroleerd gereduceerd  
getij in de Kruibeke polder**

# Werkdocument



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ



coastal & harbour  
engineering consultants

Aan

Van  
ir. A.A. Arends en ir. B.A.J. Les

Datum  
3-11-1997

Nummer  
RIKZ/AB-97.848x

Onderwerp  
2-Dimensionale berekeningen over het toelaten van een gecontroleerd gereduceerd getij in de  
Kruibeke polder.

Doorkiesnummer  
0118-672301

Bijlage(n)  
5

Project  
Oevers

## Samenvatting

In België bestaan plannen om langs de Schelde bij Kruikeke-Bazel-Rupelmonde een gecontroleerd overstromingsgebied te creëren waar een gecontroleerd gereduceerd getij wordt toegelaten. Dit wordt gerealiseerd door het toepassen van in- en uitwateringssluizen die bestaan uit betonnen kokers waar het water aan één kant tegengehouden wordt door middel van een terugslagklep.

Door het Instituut van Natuurbehoud zijn modelberekeningen gedaan met een dozenmodel om inzicht te krijgen in de waterstanden in de polder en de uitwisselingsdebiëten tussen de polder en de rivier. In dit document worden de resultaten beschreven van 2D modelberekeningen. Deze studie is uitgevoerd door een samenwerking tussen ingenieursbureau Svasek en het RIKZ.

Tijdens springtij in de rivier resulteert in de polder een maximale getijslag van ongeveer 30 cm bij het toepassen van de lage inlaatsluizen. De hoogwaterstand is NAP -0,56 m en de maximale laagwaterstand is NAP -0,86 m. Deze waarde zal alleen worden bereikt als het polderniveau lager dan die waarde ligt. Bij deze waterstanden blijft een deel van de polder voortdurend onder water staan. Alleen de hoger gelegen delen zullen droog vallen.

Vanwege de geometrie van de polder kan bijna de helft van de polder niet afwateren omdat dat gedeelte door een verhoging is ingesloten. Het laagste punt van de verhoging is maatgevend voor de minimale waterstand in het achterliggende deel.

## Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
1. Inleiding.....	4
2. Beschrijving van het detailmodel.....	6
3. Berekeningen met het model.....	8
3.1 Resulterende waterstanden en debieten.....	8
3.2 Controle debiet berekeningen.....	9
3.3 Invloed wrijving in de polder.....	10
4. Analyse van de resultaten.....	11
4.1 Waterstand.....	11
4.2 Debiet en cumulatieve volume.....	11
4.3 Betrouwbaarheid van de berekeningen.....	11
5. Conclusies en aanbevelingen.....	13
Literatuurlijst.....	14

## 1. Inleiding

In het kader van AMIS (Algemene Milieu-Impactstudie Sigmaplan) is het idee gevormd om in een gedeelte van het geplande gecontroleerde overstromingsgebied (GOG) Kruikeke-Bazel-Rupelmonde (KBR) aan de Schelde een gecontroleerd gereduceerd getij (GGG) toe te laten (ministerie van de Vlaamse gemeenschappen). Als eerste studiegebied om een GGG toe te laten is de Kruikeke polder gekozen.

Het toelaten van een gereduceerd getij heeft als doel het overstromingsregime in de Kruikeke polder gelijk aan het overstromingsregime van de buitendijkse schorren te laten lopen. Het gemiddelde niveau binnen de polder ligt beduidend lager dan dat van de buitendijkse schorren. De amplitude van het getij in de polder moet daarom gereduceerd worden. Dit wordt gerealiseerd door in- en uitwateringssluizen toe te passen. Deze bestaan uit vierkante betonnen kokers waar het water aan één kant tegen gehouden wordt door middel van een terugslagklep.

Door het Instituut van Natuurbehoud in België zijn modelberekeningen gedaan met een dozenmodel om het instromend debiet en de waterhoogte in de polder te berekenen (Hennissen, 1997). Om inzicht te krijgen in de stroomsnelheden en stroomrichtingen van het water in de polder en om te weten wat het effect van hydraulische vertraging is, is het nodig om 2-dimensionale modelberekeningen te maken. Hiervoor is een detailmodel van het SCALWEST-model (Jansen, 1997) gemaakt van een gedeelte van de Schelde en de Kruikeke polder waarbij het grid is verdicht zodat stromingen nauwkeuriger berekend kunnen worden. Tevens is hierdoor de doorlooptijd van het detailmodel zeer veel korter dan van het fijne SCALWEST-model. De waterbeweging zal in twee horizontale dimensies (dieptegemiddeld) berekend worden met het waterbewegingspakket WAQUA.

Deze studie is uitgevoerd door ingenieursbureau Svasek die het detailmodel gebouwd en gekalibreerd heeft en het RIKZ die de berekeningen en interpretaties gedaan heeft.

In hoofdstuk 2 zal de bouw van het detailmodel beschreven worden. In hoofdstuk 3 zullen de simulaties beschreven worden en in hoofdstuk 4 zullen de resultaten vergeleken worden met de berekeningen van het dozenmodel. Tot slot volgen in hoofdstuk 5 de conclusies en aanbevelingen.

### Randvoorwaarden en uitgangspunten

De berekeningen zijn uitgevoerd ten opzichte van het Nederlandse peil NAP. De conversie van NAP naar het Belgische peil TAW is :  $TAW = NAP + 2,33 \text{ m}$ .

Omdat de komberging van het gebied zodanig klein is en de berekeningen dienen om inzicht te krijgen in de fysische processen die een rol spelen bij het onderlopen van de polder, wordt er vanuitgegaan dat het debiet en de waterstand in de rivier verwaarloosbaar worden beïnvloed door de polder.

De in- en uitstroomopeningen worden in WAQUA geschematiseerd door zogenaamde barriers. Omdat de open- en sluitstippen van de barriers niet gekoppeld kunnen worden aan verschilwaterstanden moeten deze tijdstippen via een iteratief proces worden bepaald.

De volgende vragen dienen als uitgangspunten voor de simulaties met het detailmodel:

- Is de gemiddelde waterhoogte in de polder een goede maat voor de waterhoogte op een bepaalde plaats in de polder, of is ook de concrete ligging van het punt in de polder een belangrijke invloedsfactor?

- In hoeverre zorgt de achterliggende polder voor een hydraulische vertraging wat betreft de in- en uitwatering?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden zijn 2D berekeningen uitgevoerd. Uit die berekeningen volgen :

- Overzichtskaarten van het gebied waaruit elk uur de watersnelheid en -richting kan worden afgelezen.
- Grafieken van het waterniveau en de snelheid als functie van de tijd van representatieve punten in de polder.
- Overzicht van het totale debiet door de sluizen uitgezet tegen de tijd.

## 2. Beschrijving van het detailmodel

### *Inleiding*

Door ingenieursbureau Svasek is een detailmodel gebouwd van de Kruike polder en de Schelde op basis van het SCALWEST-model van de Westerschelde. De in- en uitstroomopeningen worden door middel van barrierformuleringen in WAQUA geschematiseerd. Om deze openingen op het juiste moment te sluiten (in verband met de terugslagklep) moet het tijdstip van openen en sluiten bepaald worden. Dit wordt bepaald door de waterstand voor en achter de barrier met elkaar te vergelijken. Op het moment dat de waterstand in de polder lager is dan in de Schelde zullen de instroomopeningen opengezet worden en visa versa. De tijdstippen waarop dit gebeurt zullen via een iteratief proces bepaald moeten worden. De bouw van een detailmodel is hierdoor noodzakelijk geworden omdat de berekeningen met het SCALWEST-model een te grote doorlooptijd hebben. Het detailmodel heeft tevens als voordeel dat deze verdicht kan worden zodat met een grotere nauwkeurigheid gerekend kan worden. In dit hoofdstuk wordt de bouw van het detailmodel beschreven.

### *Rooster van het detailmodel*

Uit het moedermodel SCALWEST is het betreffend gedeelte van het rooster gehaald (zie bijlage 1 en 2). Dit gedeelte van het SCALWEST-model betreft het gebied met de M-coördinaten 447 tot 500 en de N-coördinaten 420 tot 450. Dit rooster is verdicht in de N-richting met een factor 3 (zie bijlage 3). Hierdoor is een rooster verkregen met in de M-richting 54 en in de N-richting 73 roosterpunten. De roosterafstand in de polder en ter plaatse van de in- en uitstroomopeningen wordt hierdoor  $\pm 50$  m.

### *Bodemgegevens*

Voor het Schelde gedeelte zijn de bodemdieptes van het SCALWEST-model op het nieuwe rooster geïnterpoleerd. Een DTM van de polder (van Instituut voor Natuurbehoud : kruibd.prn) is geconverteerd naar RD-coördinaten en de dieptes zijn omgerekend van TAW naar NAP. Op de roosterpunten waarbij de bodemgegevens elkaar overlappen wegen de polderdieptes zwaarder dan die van het SCALWEST-model. Verder is de dijk tussen de polder en de rivier op zodanige hoogte gebracht dat deze niet meer kan overstromen.

### *Schematisatie van de in- en uitstroom openingen*

De openingen worden geschematiseerd met barrierformuleringen in WAQUA. Voor de schematisatie van deze barriers worden vijf basis stroomcondities onderscheiden. Voor een uitgebreide beschrijving van de implementatie wordt verwezen naar de Users Guide WAQUA (ICIM, 1993). Voor de studie zijn twee varianten gekozen voor de positie van de inwateringssluis. De drempelhoogte van deze twee varianten is respectievelijk TAW 2,1 m en TAW 4,5 m met openingen van respectievelijk 4,68 m<sup>2</sup> en 35,1 m<sup>2</sup>. De opening van de uitwateringssluis is bij beide varianten 56,2 m<sup>2</sup>. De vier in- en uitstroomopeningen in de dijken zijn geschematiseerd als drie barriers waarbij de middelste barrier twee maal zo breed is.

### *Randvoorwaarden*

In eerste instantie is op de bovenstroomse rand een debiet randvoorwaarde opgelegd en aan de zeezijde een waterstandsrands. De combinatie van deze twee randen leverde een zeer gevoelig model voor resonanties in de lengte richting en in de dwars richting van het model. De oorzaak hiervan ligt vooral aan de getijamplitude die  $\pm 6$  m bedraagt en de lengte van het model van  $\pm 4,5$  km. Daarom is gekozen voor twee waterstandsranden aan de in- en uitstroomranden in het model. Het debiet van het detailmodel zal hierdoor niet geheel meer met het SCALWEST-model overeenkomen hetgeen geen probleem is omdat de waterstand in de Schelde dominant is voor de waterstand in de polder.

*Weerstand*

Voor de weerstand in de polder wordt uitgegaan van grasland, zodat in het model een reciproke Manning-waarde van  $0,02 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  gekozen wordt. Voor het riviergedeelte van het detailmodel is de reciproke Manning-waarde  $0,0115 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  (uit SCALWEST-model).

*Overige Parameters*

Contractiecoëfficiënt inwateringssluis	: 0,6
Contractiecoëfficiënt uitwateringssluis	: 0,6
Eddy Viscositeit	: $2 \text{ m}^2/\text{s}$
Reflectie coëfficiënten	: 100 (beide waterstandsranden)
Droogvalprocedure	: maximum criterium
Drempelwaarde	: 0,02 m
Tijdstap	: 12 s



### 3. Berekeningen met het model

In dit hoofdstuk volgen de resultaten van de 2D berekeningen bij springtij en een lage drempel van de inwateringssluis.

Het belangrijkste resultaat dat uit de 2D berekeningen volgt is een maximale getijslag in de polder van 30 cm, waarbij alleen de hoger gelegen delen van de polder droogvallen. Een groot deel van de polder blijft constant onder water. In bijlage 4 staat gedurende één getijcyclus ieder uur een kaartje met daarin de waterstanden en de snelheidsvectoren van de polder en van de rivier. De schaalverdeling is zo gekozen dat de waterstandsverschillen in de polder duidelijk zichtbaar zijn, waardoor het waterstandsverhang in de polder zichtbaar is. Als gevolg daarvan is het waterstandsverloop in de rivier niet nauwkeurig af te lezen.

#### 3.1 Resulterende waterstanden en debieten

In dit document zullen alleen de eindresultaten van de berekeningen worden getoond. Gedurende de inspeeltijd van het model, van ongeveer 1 dag, worden resultaten verkregen die niet representatief zijn voor de werkelijke situatie en die zullen hier dan ook niet gepresenteerd worden.

Bij aanvang van de berekening moet water in de polder staan. Om dit water uit de polder te laten lopen, zal de polder eerst versneld uitwateren waarna de sluizen gaan werken volgens het in hoofdstuk 2 beschreven principe.

De eindresultaten van deze berekening voor de waterstanden in de rivier en in de polder en het totale uitstroomdebiet van de polder staan in de grafieken van figuur 1 en figuur 2 weergegeven. Voor de ligging van de punten zie tabel 1 en bijlage 3b. De waterstand in de rivier is in alle punten gelijk.

m,n coördinaat	naam
R(41,60)	R1
R(41,45)	R2
R(41,30)	R3
R(41,15)	R4
P(29,53)	P1
P(29,43)	P2
P(29,33)	P3
P(29,23)	P4
Q(19,25)	Q1
Q(16,20)	Q2
Q(11,15)	Q3

tabel 1 : m en n coördinaten en naam van de punten in de polder en rivier

Uit figuur 3 waarin het cumulatieve volume door de sluizen is aangegeven is te zien dat een evenwichtssituatie bereikt wordt. Het cumulatieve volume is de totale hoeveelheid water die door de sluizen naar binnen en naar buiten stroomt. Uit de grafiek kan worden afgelezen dat het cumulatieve volume eerst daalt, dit betekent dat er meer water de polder in stroomt dan eruit stroomt. Dit gaat door tot een evenwichtssituatie bereikt is. In de laatste periode is dit het geval, hetgeen betekent dat evenveel water de polder in- als uitstroomt. Vanwege dit resultaat zijn bij de waterstanden in de polder alleen de resultaten weergegeven van de laatste periode. Om de waterstand in de polder beter te kunnen analyseren is deze apart in een grafiek uitgezet, zie figuur 4. De toppen van de waterstandskrommen liggen voor alle punten in de polder even hoog, op NAP 0,56 cm. Overal in de polder valt het hoogwater op hetzelfde tijdstip. De dalen

van de waterstandskrommen liggen niet voor alle punten even laag. De punten in het zuidwesten van de polder (Q1, Q2 en Q3) liggen lager dan NAP -0,76 m, maar kunnen vanwege hun geografische ligging achter een verhoging niet volledig afwateren. Dat deel van de polder kan maximaal afwateren tot het laagste punt van de verhoging. In figuur 5 zijn 2 kaarten weergegeven waarin de hoogteligging van de polder is aangegeven. Uit de krommen van de punten Q1, Q2 en Q3 is ook te zien dat het tijdstip van laagwater later plaatsvindt dan in de rest van de polder. Dit wordt veroorzaakt door de vertraging in de polder. Deze 3 punten liggen op de grootste afstand van de sluisen.

De punten P1 en P2 liggen in het noorden van de polder waar het polderniveau respectievelijk op NAP -1,12 en -1,17 m ligt. De waterstand daalt niet verder dan NAP -0,86 m hetgeen betekent dat de polder daar niet droog zal vallen. De punten P3 en P4 liggen op een verhoging in de polder, op NAP -0,82 m. Dit gedeelte van de polder zal gedurende een korte tijd droogvallen. Voor een overzicht van de rest van de polder, zie bijlage 4. Hieruit valt af te lezen dat het grootste deel van de polder niet droog zal vallen. Het merendeel blijft gedurende de hele periode onder water staan.

Bij de hier gebruikte randvoorwaarden zal de maximale hoogwaterstand op NAP -0,56 m liggen. Het laagste laagwaterniveau ligt op NAP -0,86 m. Bij die laagwaterstand staat het diepere gedeelte van de polder onder water. De verhoging in de polder zal droog vallen. Achter de verhoging zullen plassen water ontstaan die niet leeg kunnen stromen vanwege hun geografische ligging. In tabel 2 staan van verschillende punten in de polder de waterdiepten aangegeven.

Punt in de polder	polderniveau (m) t.o.v. NAP	min. waterdiepte (m)	max. waterdiepte (m)
P1	-1,12	0,26	0,56
P2	-1,17	0,31	0,61
P3	-0,82	0	0,26
P4	-0,82	0	0,26
Q1	-0,94	0,19	0,38
Q2	-1,08	0,33	0,52
Q3	-1,09	0,34	0,53

tabel 2 : resulterende waterdiepten in de polder

Het maximale instromende debiet zal 23 m<sup>3</sup>/s zijn en het maximale uitstromend debiet zal ongeveer 29 m<sup>3</sup>/s zijn, zie figuur 2.

De stroomsnelheden in de polder zijn vrij laag, zie figuur 6 met een maximum van ongeveer 30 cm/s. Op dat punt treedt een kleine verlaging op in de verhoging van de polder zodat al het achterliggende water via die verlaging wil afwateren. Als gevolg hiervan zal daar erosie optreden en ontstaat een kleine afwateringsgeul. In de meeste punten ligt de snelheid rond de 5 cm/s. In bijlage 4 kan de richting van de snelheid worden afgelezen, daarbij valt ook de versnelling bij het punt P3 op.

### 3.2 Controle debiet berekeningen

Ter controle van de berekende debieten zijn deze, uitgaande van de door het model berekende waterstanden, nagerekend met de doorlaat formules uit de hydraulica. Het resultaat is te zien in figuur 7. Het hier getoonde debiet is berekend met andere randvoorwaarden dan degene die hier gebruikt zijn. De figuur is alleen te gebruiken om model en theorie te vergelijken, maar kan niet worden gebruikt om de debieten per sluis af te lezen.

De instroom in de polder is onafhankelijk van de waterstand in de polder omdat de waterstand in de polder veel lager ligt dan de drempel van de sluis. Eerst functioneert de instroomopening als een volkomen overlaat. Het uitstroomdebiet is :  $Q = 1,7 \cdot m \cdot B \cdot H^{3/2}$

waarin :  $Q$  = debiet [m<sup>3</sup>/s]  
 $m$  = afvoercoëfficiënt [-]  
 $B$  = breedte drempel sluis [m]  
 $H$  = energiehogte boven drempel sluis [m]

Als de rivierwaterstand stijgt, wordt op zeker moment ook de bovenkant van de sluis van belang en geldt de volgende formule :  $Q = m \cdot B \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot z}$

waarin :  $a$  = doorstroomhoogte onderafvoer [m]  
 $z$  = verval over afsluitmiddel [m]

De uitlaatsluis functioneert als een volkomen en onvolkomen overlaat, afhankelijk van de waterstand in de rivier. De bovenkant van de uitwateringssluis is zo hoog dat die niet beperkend werkt voor de uitwatering van de polder.

De formule voor de onvolkomen overlaat is als volgt :  $Q = m \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_1 - h_2)}$

waarin :  $h_1$  = waterhoogte voor drempel sluis [m]  
 $h_2$  = waterhoogte achter drempel sluis [m]

De met de hand berekende debieten komen erg goed overeen met de debieten berekend door het model. In hoofdstuk 4 worden de debieten vergeleken met de uitkomsten van het dozenmodel.

### 3.3 Invloed wrijving in de polder

#### *Debiet*

Na verloop van tijd (ongeveer 1 jaar) zullen kleine geulen ontstaan in de polder waardoor de afstroming licht zal verbeteren. Om een indruk te krijgen van de invloed van de wrijving in de polder is de berekening herhaald waarbij de wrijvingsfactor met 25% is verlaagd. De resultaten zijn vergelijkbaar met de originele berekening (een maximale afwijking van de waterstand van 1 cm) waaruit geconcludeerd kan worden dat de wrijving van de polder nauwelijks van belang is voor het uitstroomdebiet van de polder.

#### *Snelheden*

Het verlagen van de wrijving in de polder zorgt voor een lichte verhoging van de maximale stroomsnelheden in de polder. De lichte verhoging van de stroomsnelheden heeft geen invloed op de uitstroomdebieten van de polder.

## 4. Analyse van de resultaten

In dit hoofdstuk zullen de resultaten die uit de 2D berekeningen volgen worden vergeleken met de resultaten van de berekeningen uit het dozenmodel, die gedaan zijn door het Instituut van Natuurbehoud (Hennissen, 1997). In bijlage 5 staan de resultaten van de door Hennissen uitgevoerde simulatie. Ook zal een betrouwbaarheidsanalyse van de 2D resultaten gegeven worden.

### 4.1 Waterstand

Uit de berekeningen met het dozenmodel volgt een getijslag van 92 cm hetgeen veel hoger is dan de hier getoonde resultaten.

Bij de berekeningen met het dozenmodel dient te worden opgemerkt dat volgens die resultaten de polder afwatert tot NAP -1,53 m, terwijl het laagste niveau van de polder ter hoogte van de uitwateringssluizen op NAP -1,33 m ligt (zie figuur 5) en niet op NAP -1,53 m, wat het drempelniveau van de uitwateringssluis is.

Vanwege de modellering met een dozenmodel, waar bij een bepaalde diepte een bepaald volume hoort, daalt bij een lege polder de waterstand automatisch tot het drempel niveau van de sluis. Als dit verdisconteerd wordt, zou de getijslag in de polder 72 cm kunnen zijn.

De maximale waterstand die volgens de dozenmodel berekeningen wordt bereikt is NAP -0,61 m, hetgeen redelijk overeenkomt met de waarde die uit de 2D berekeningen volgt. Uit de 2D berekeningen volgt een maximale waterstand in de polder van NAP -0,56 cm. Het grootste verschil tussen beide berekeningen is dat de polder bij de berekeningen met het dozenmodel volledig afwatert, terwijl dit bij de 2D berekeningen niet gebeurt. Vanwege de geografische ligging van een groot gedeelte van de polder achter een verhoging kunnen deze gebieden niet afwateren zoals ook in paragraaf 3.2 beschreven is. Alleen de hoger gelegen delen in de polder zullen droogvallen.

### 4.2 Debiet en cumulatieve volume

Bij een vergelijking van het totale debiet door de sluisen is te zien dat de maximale instromende debieten bij beide berekeningen ongeveer gelijk zijn. De maximale uitstromende debieten zijn bij de berekeningen met het dozenmodel bijna anderhalf maal zo groot als bij de 2D berekeningen. Bij het dozenmodel is de vorm van de kromme van het uitstroomdebiet steiler omdat geen vertragende werking van de polder wordt meegenomen. Het oppervlak onder de grafiek is wel ongeveer gelijk, dit is af te lezen uit de grafiek van het cumulatieve volume, figuur 3. Bij de dozenmodelberekeningen stroomt ongeveer 400.000 m<sup>3</sup> water in en uit de polder terwijl bij de 2D berekeningen 350.000 m<sup>3</sup> water uit de polder stroomt. Vanwege het vertragende effect van de polder, wat bij de 2D berekeningen wel wordt meegenomen en de kleinere getijslag stroomt bij de 2D berekeningen minder water in en uit.

### 4.3 Betrouwbaarheid van de berekeningen

De getijrandvoorwaarden voor het detailmodel van de Kruike polder komen uit het grote SCALWEST-model. Dit model is voor het Nederlandse gedeelte van de Westerschelde afgeregeld. Het afregelen van het Belgische gedeelte van de Schelde is nog niet gebeurd. Vergelijking van de in het model gebruikte getijrandvoorwaarden met de gemeten waarden bij Hemiksen levert voor het model een 10 cm hogere hoogwaterstand en een 10 cm lagere laagwaterstand. De gebruikte getijslag in het model is 6,10 m in plaats van de gemeten 5,90 m. De getijcoëfficiënt (=gebruikte getijslag/gemeten getijslag) van de gemeten ten opzichte van de gebruikte getijslag is 1,03.

Zowel het instromend als het uitstromend debiet in de polder zal als gevolg van de grotere getijslag iets groter zijn, maar dat is vanwege het geringe verschil tussen de gebruikte ten opzichte van de gemeten getijslag op de rivier verwaarloosbaar.

De berekende stroomsnelheden in de polder geven alleen een indicatie van de stroomsnelheden die zullen optreden omdat de snelheden in vrij grote mate afhankelijk zijn van de wrijving van de polder waarmee gerekend wordt. Het model is daar niet op afgeregeld. Er is een representatieve wrijving genomen voor grasland.

## 5. Conclusies en aanbevelingen

De resulterende getijslag in de polder is maximaal 30 cm, waarbij het grootste deel van de polder continu onder water blijft. Alleen de hoger gelegen delen vallen droog. De geometrie van de polder is van belang voor de afwatering van de polder. Het gedeelte van de polder dat achter de verhoging ligt, kan niet verder afwateren dan het laagst gelegen deel van de verhoging en zal dus continu onder een laag water blijven staan.

De waterstand in het zuidwesten van de polder reageert vertraagd ten opzichte van de waterstand in de buurt van de sluisen, zie het laagwaterverloop in figuur 4.

Na verloop van tijd, ongeveer een jaar, zullen kleine geulen ontstaan waardoor de polder iets beter zal afwateren. Door de sluisen is onvoldoende energie aanwezig in de polder voor het realiseren van grootschalige kreekvorming.

De sluisen en niet de wrijving is maatgevend voor de afwatering daarom kan een grotere uitstroom uit de polder wordt verkregen door het verbreden van de uitwateringssluizen. Het uitstroomdebiet is recht evenredig met de breedte van de sluis. De hoogte van de uitwateringssluis kan verlaagd worden omdat deze ver boven de hoogste waterstand in de polder ligt.

Vergroting van de contractiecoëfficiënt, door de uitwateringssluis beter te stroomlijnen, levert een evenredig groter debiet.

Het afwateren van de polder, met name het gedeelte dat achter de drempel ligt, kan verbeterd worden door bij volgende berekeningen in de bodemschematisatie een geulen-systeem aan te brengen. Dan ontstaat ook een reëlere situatie om het doel te verwezenlijken namelijk het creëren van een slikken en schorren systeem.

Als alternatief kunnen berekeningen met WETLANDS (waterbewegingsmodel voor het berekenen van de waterbeweging in overstromings- en droogvalgebieden) (Molen, 1997) uitkomst bieden. Binnen het RIKZ wordt dit model momenteel getest voor het Sieperdaschor.

## Literatuurlijst

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

Het gecontroleerd overstromingsgebied Kruibeke-Bazel-Rupelmonde. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement leefmilieu en infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen.

Hennissen, J., 1997.

Berekeningen KBR-gereduceerd getij. Simulatie 18-9-1997.

Jansen, M.H.P., 1997.

Bouw, calibratie en verificatie SCALWEST t.b.v. project verdieping. Nr 1011.

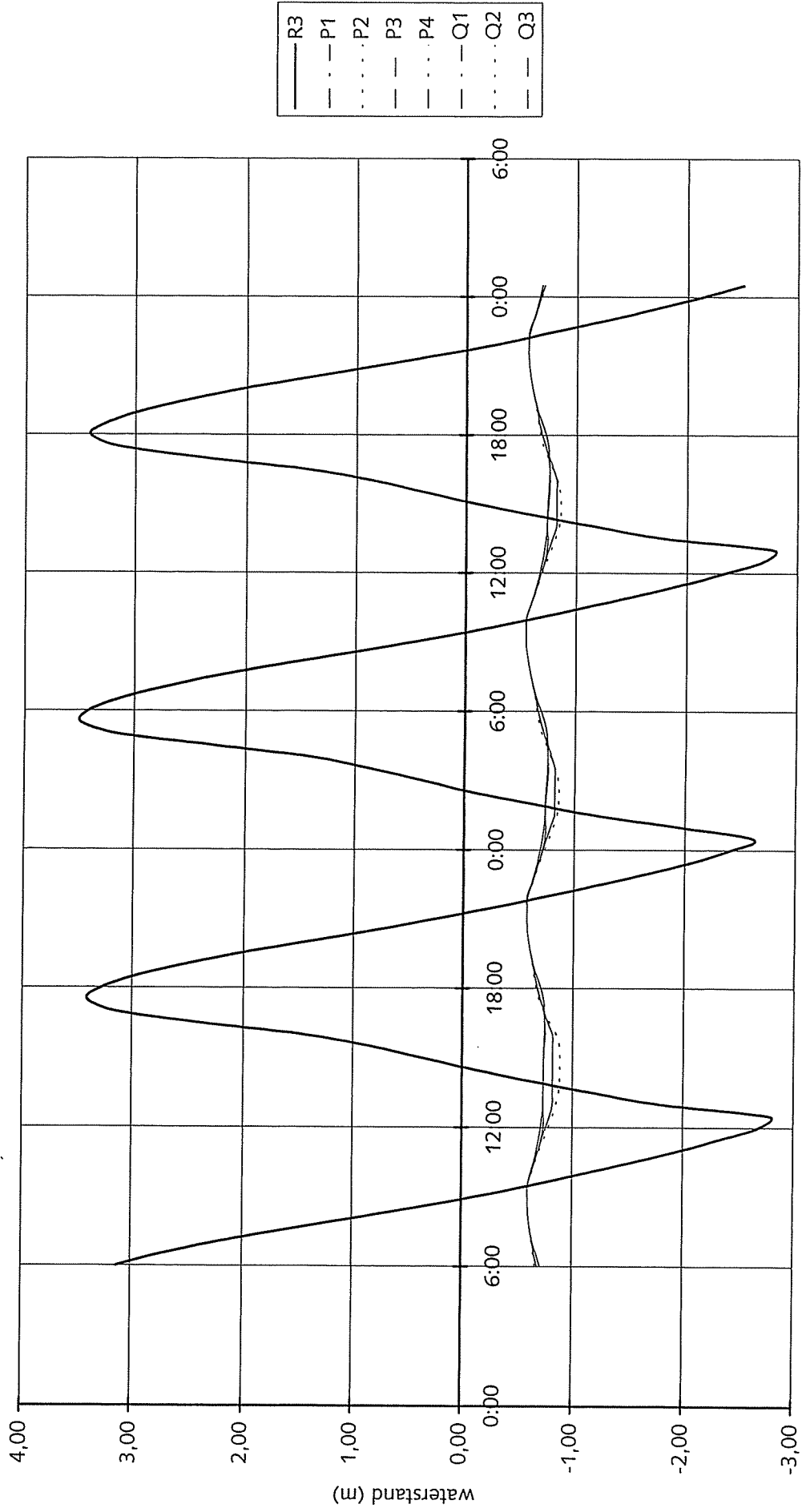
ICIM, 1993.

User's guide WAQUA. Simona-report 92-10

Molen, J., 1997.

Tides in a Salt-Marsh (Great Marshes, Barnstable, Cape Cod, USA). Academisch proefschrift. ISBN 90-9010406-2.

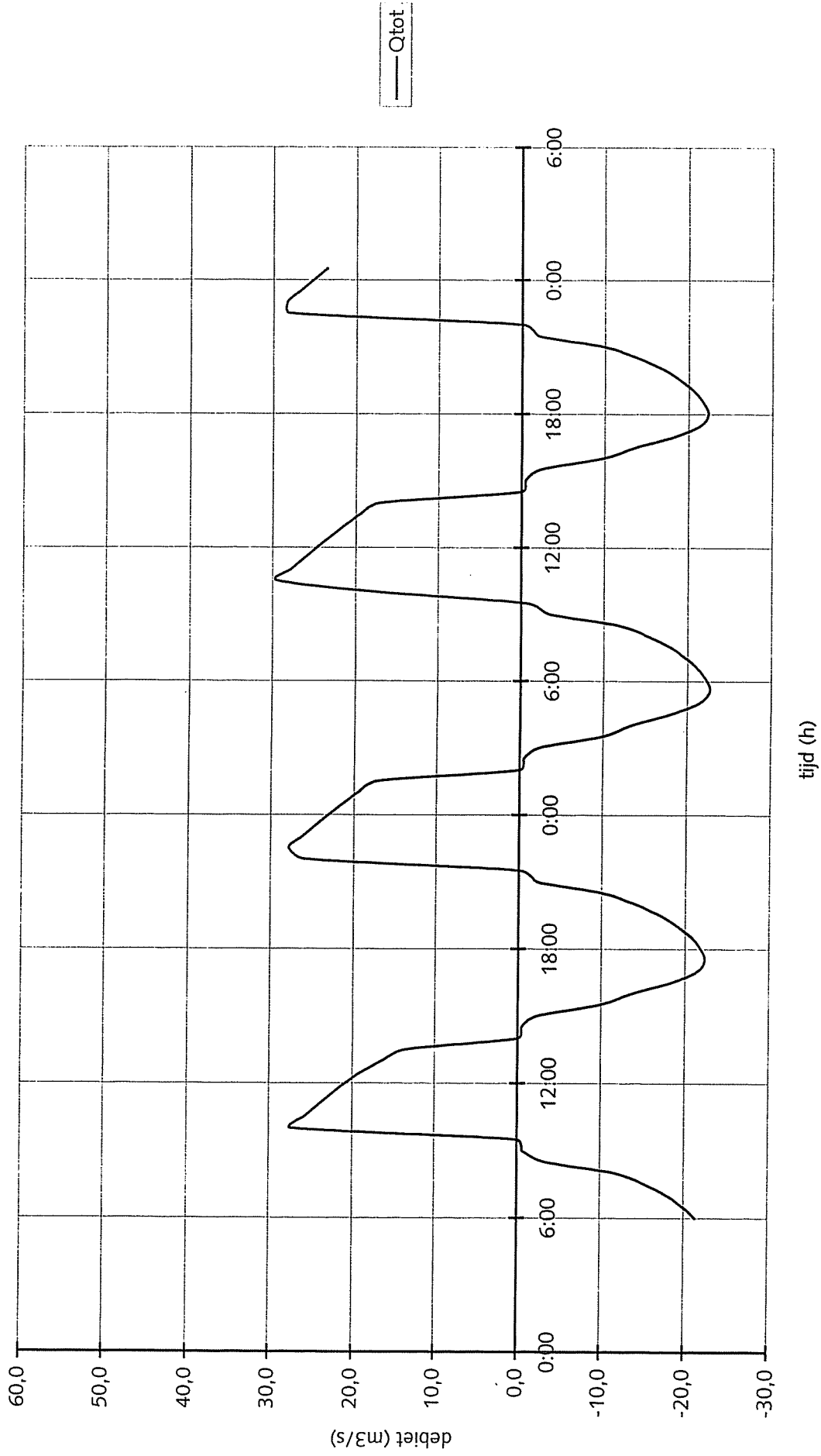
# waterstand polder en rivier



figuur 1

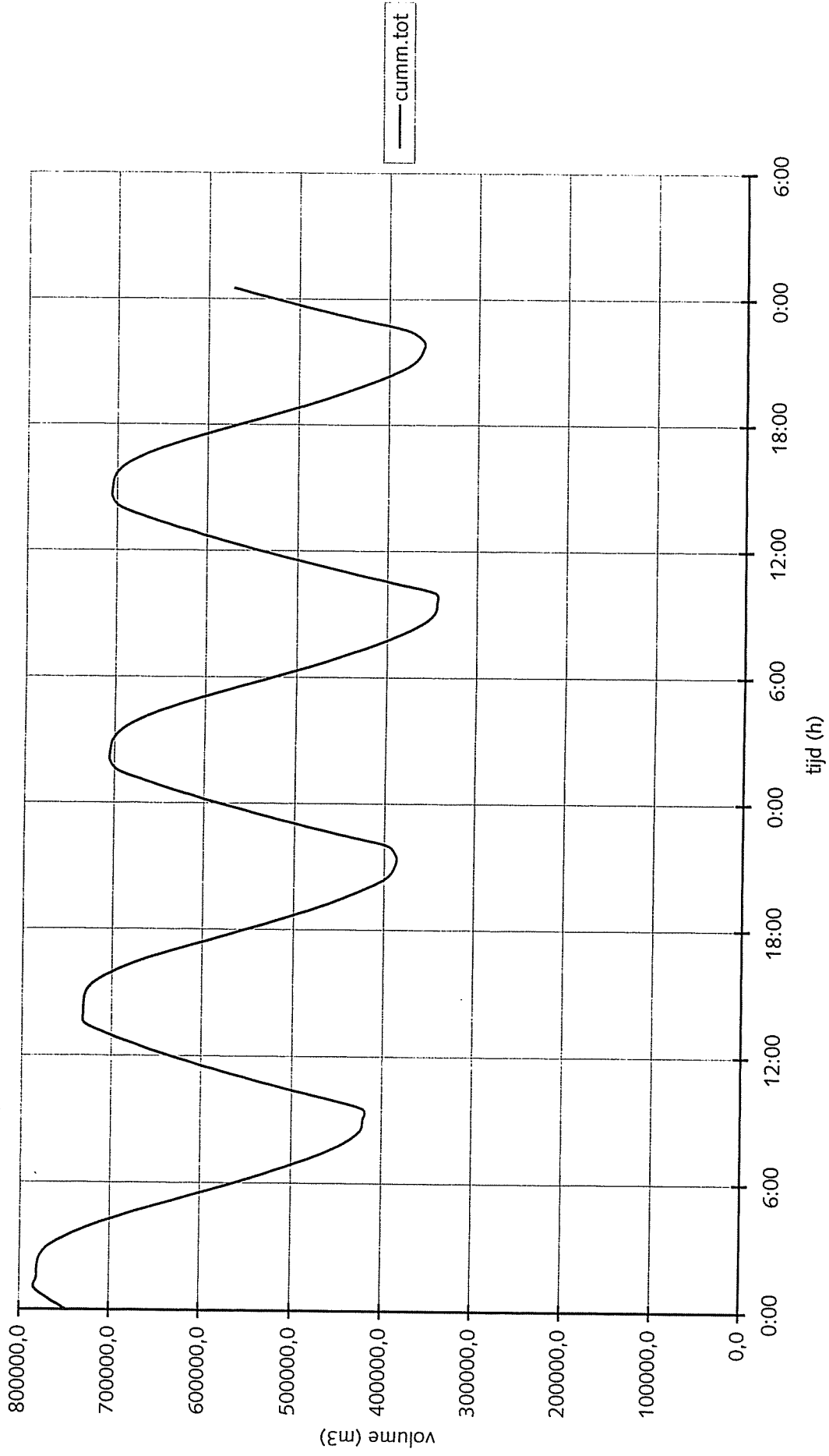


totale uitstroomdebiet door sluisen



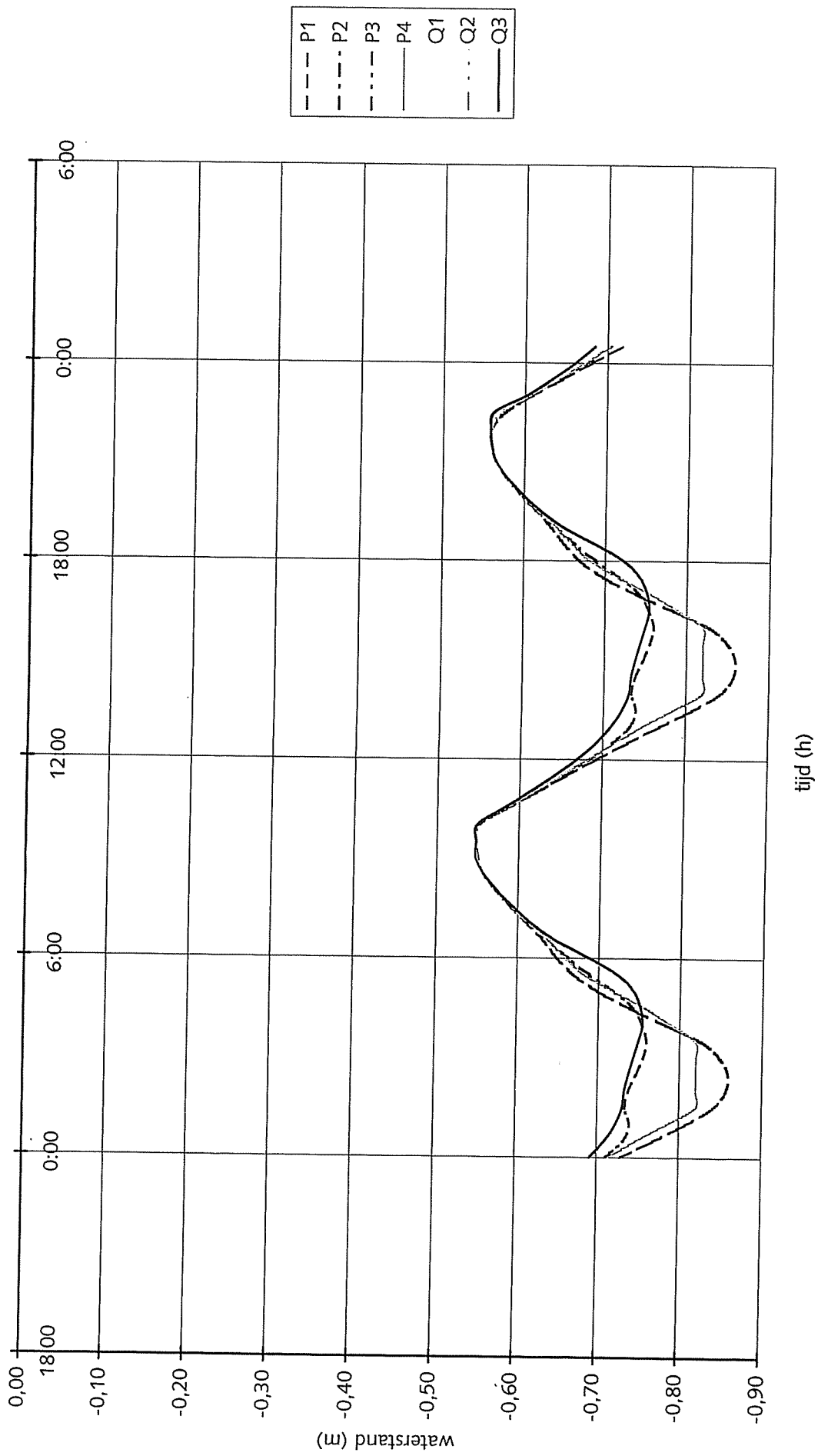
figuur 2

totale cumulatieve volume door sluizen

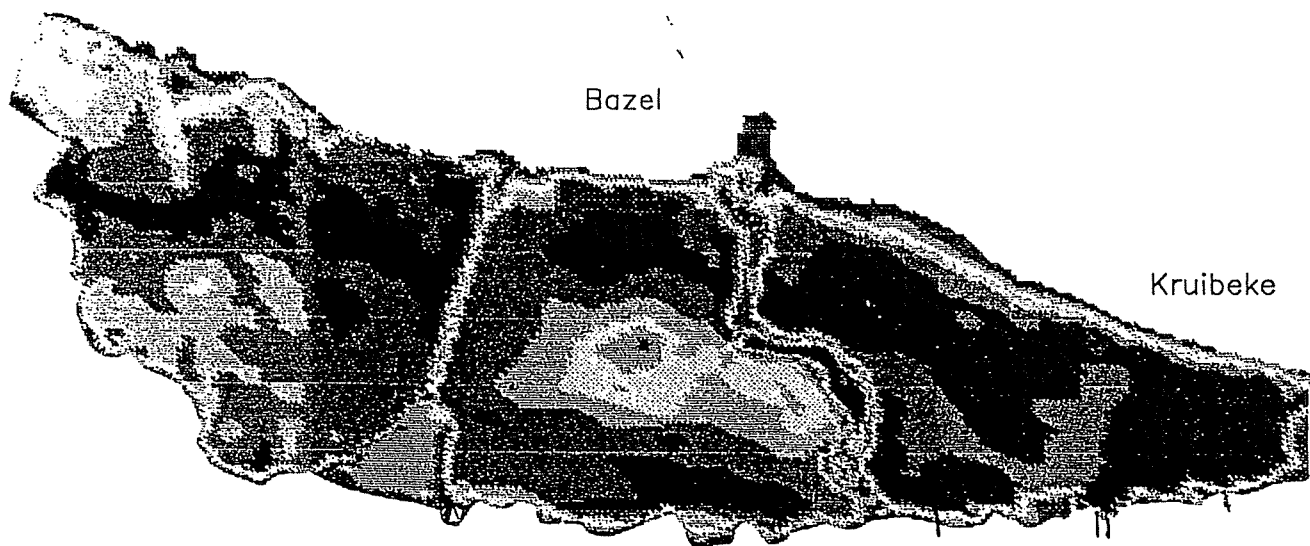


figuur 3

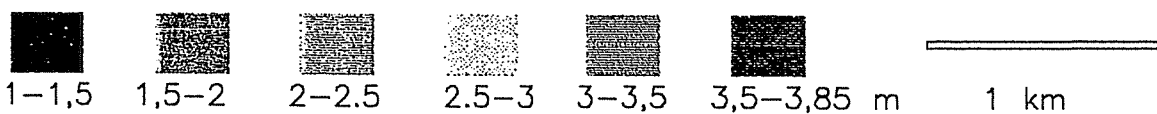
# waterstand polder en rivier



figuur 4



Polder Kruibeke - Bazel - Rupelmonde : hoogteligging

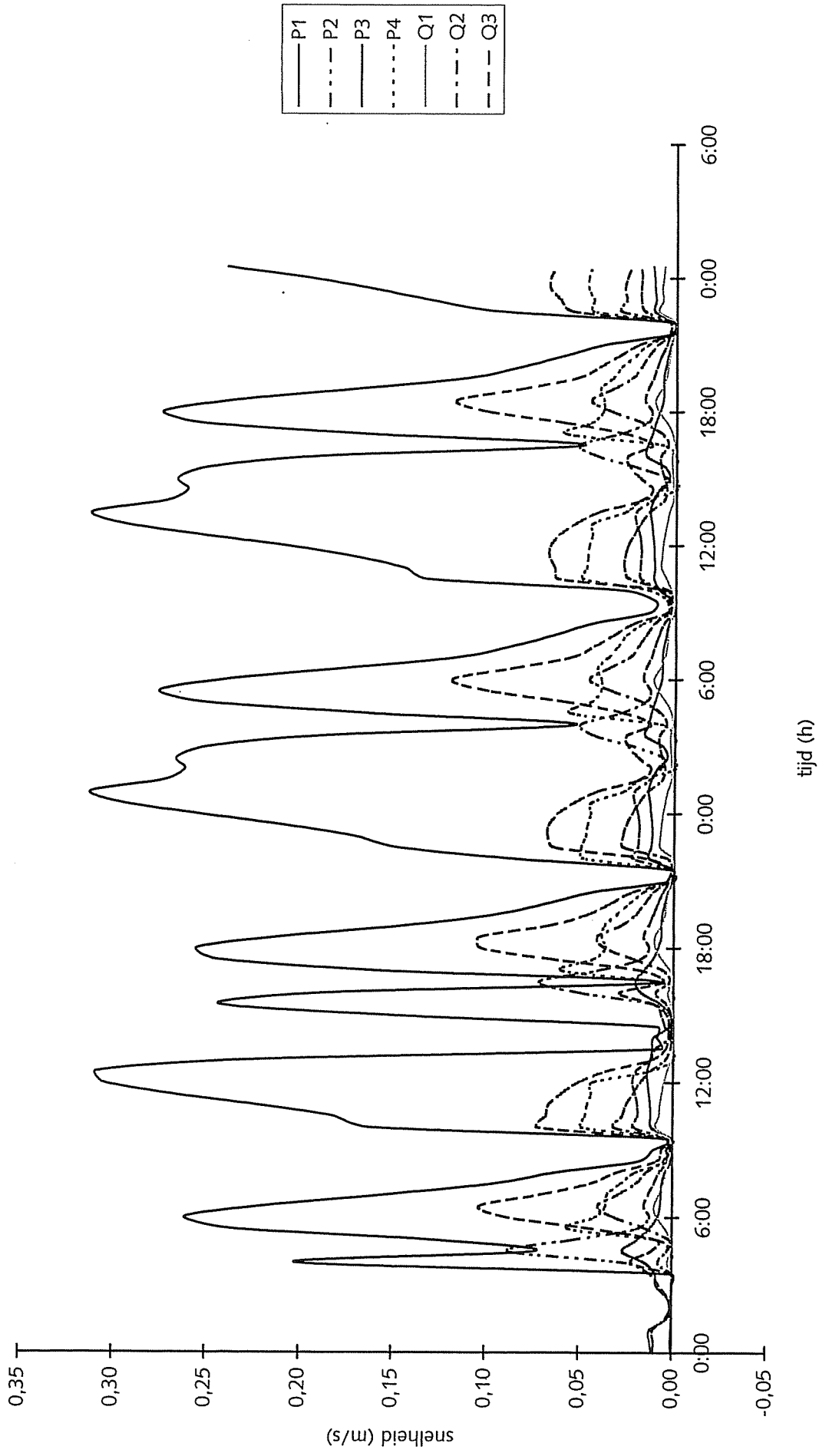


FAW



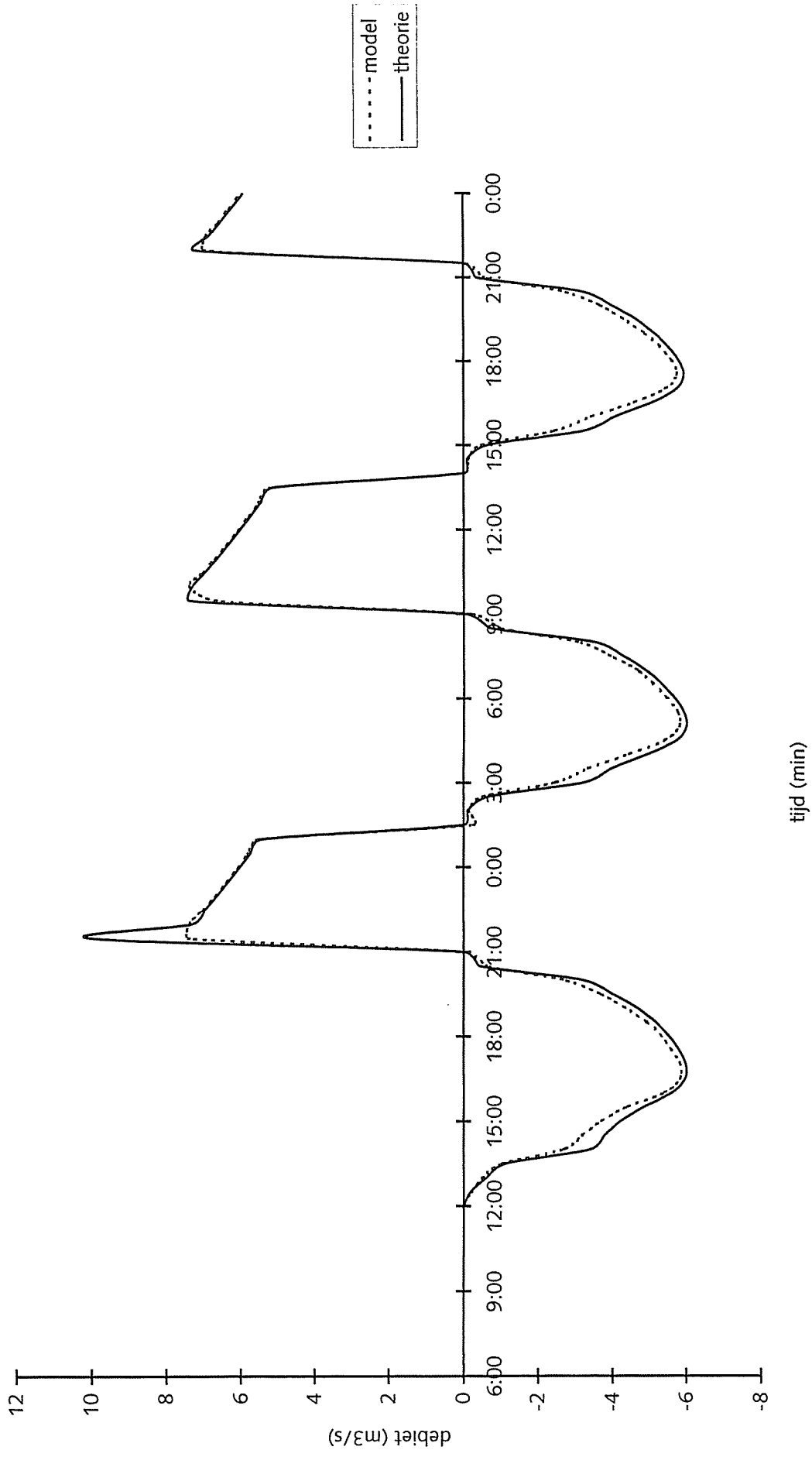
Figure 5

grootte van stroomsnelheid polder



figuur 6

vergelijking model en theorie



figuur 7

Westerschelde

Schaal: 1:121.000

Oostwest  
Rijksinstituut voor Kust en Zee  
Rijkswaterstaat

bijlage 1

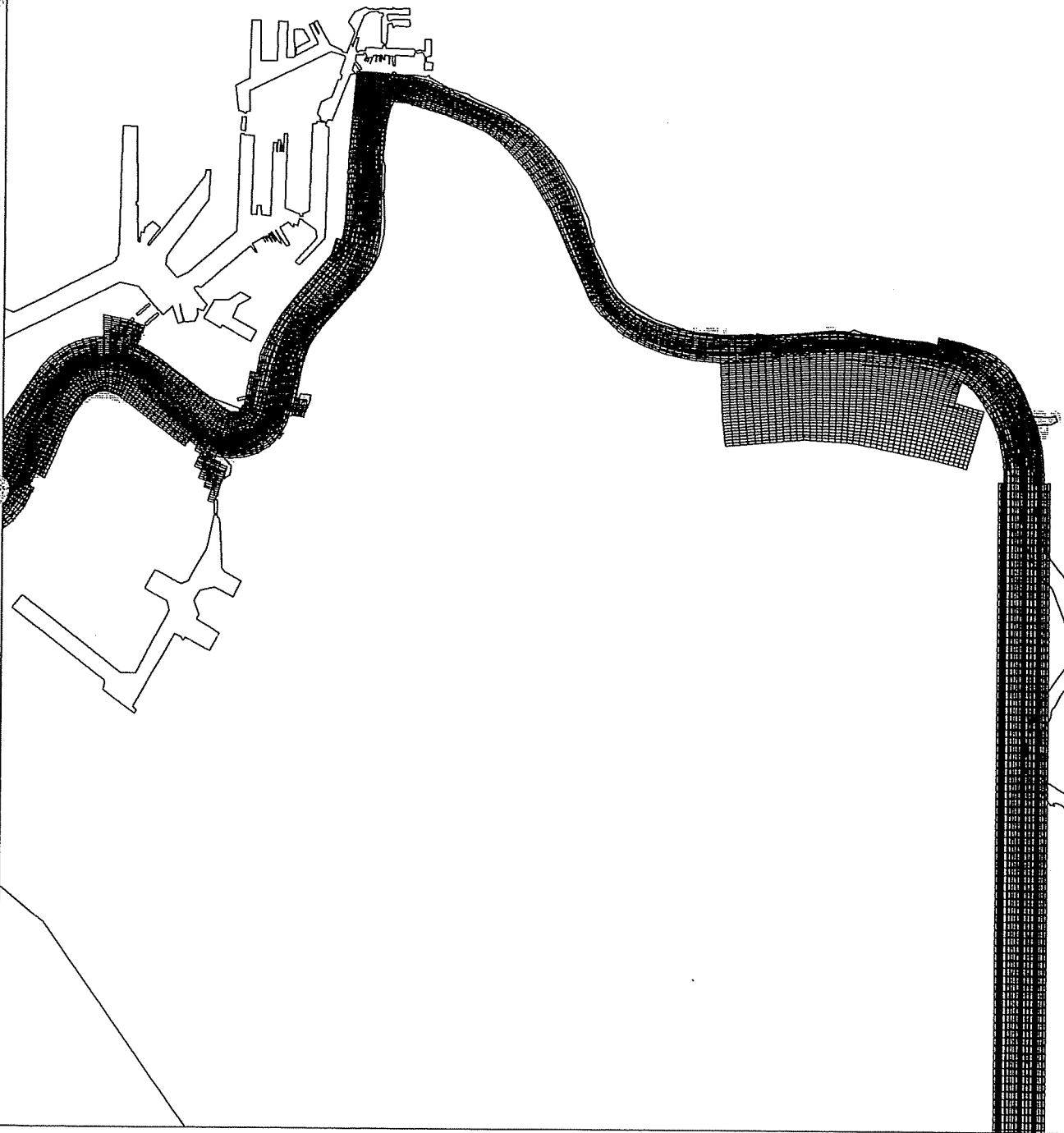
30000

85000

80000

75000

70000



Westerschelde

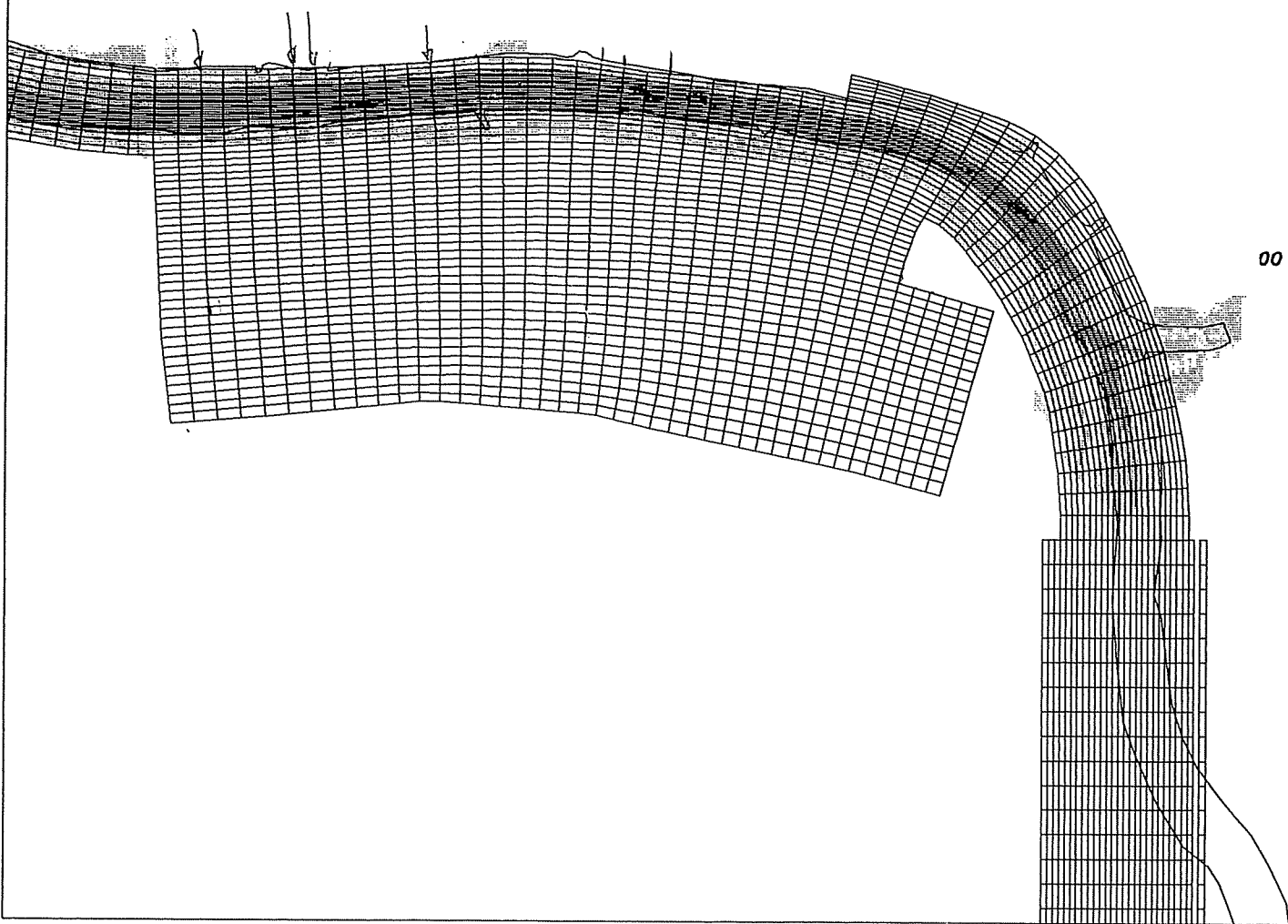
Schaal: 1:42.000

Oostwest

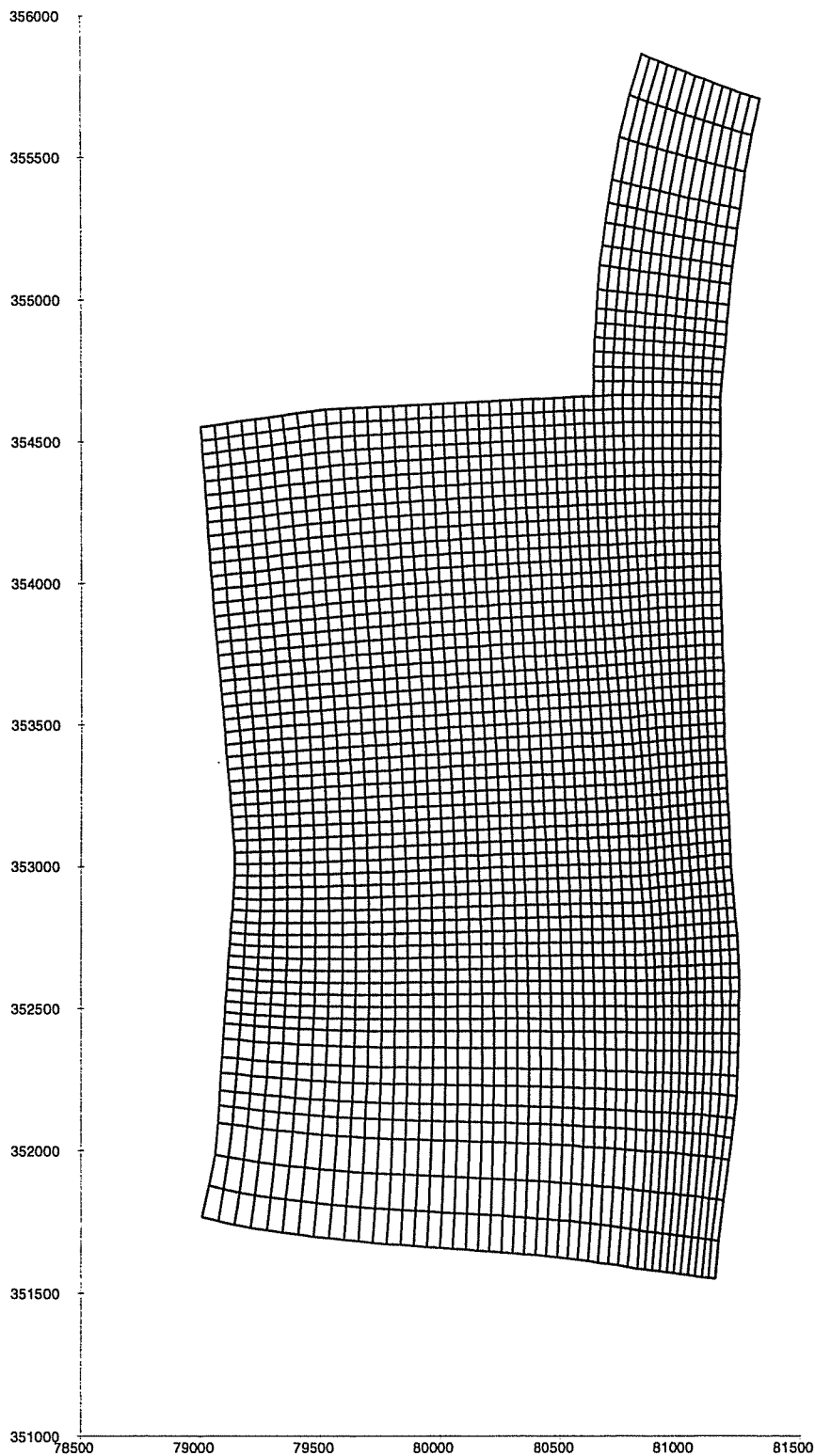
Rijksinstituut voor Kust en Zee  
Rijkswaterstaat



bijlage 2







Rooster van bodempunten

WAQUA

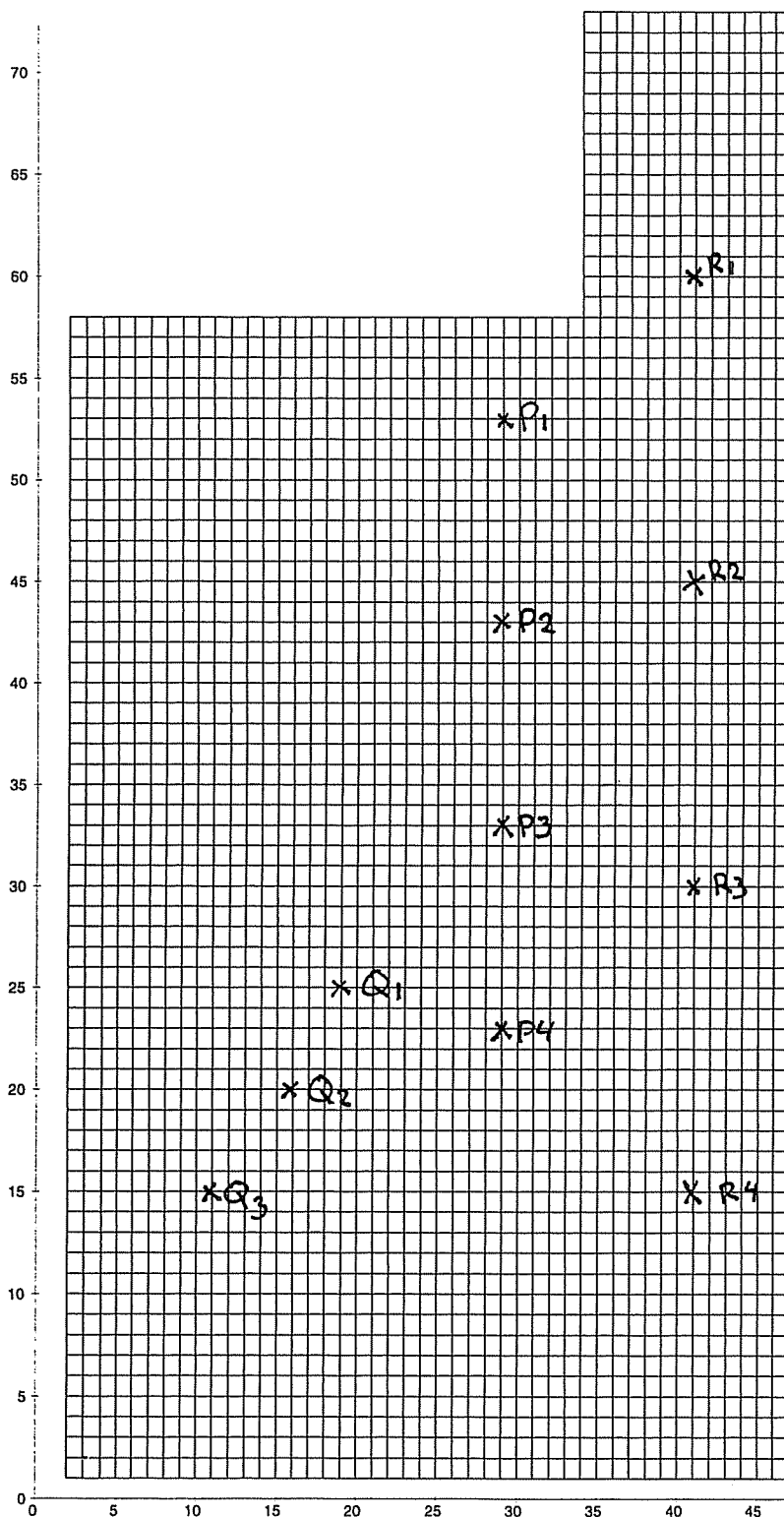
proj. nr. 1026

Kruikeke Detail Model

INGENIEURSBUREAU SVASEK B.V.

15 juli 1997

bijl. nr. 3a



M,N Rooster van bodempunten

WAQUA

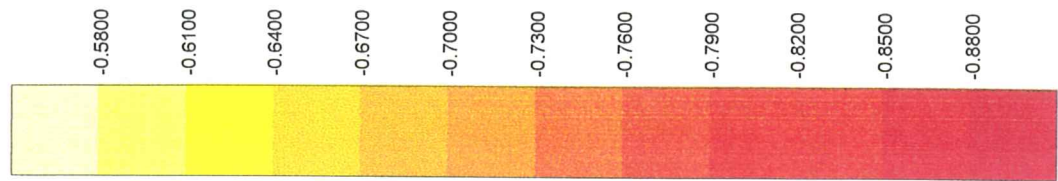
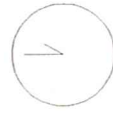
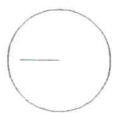
proj. nr. 1026

Kruibeke Detail Model

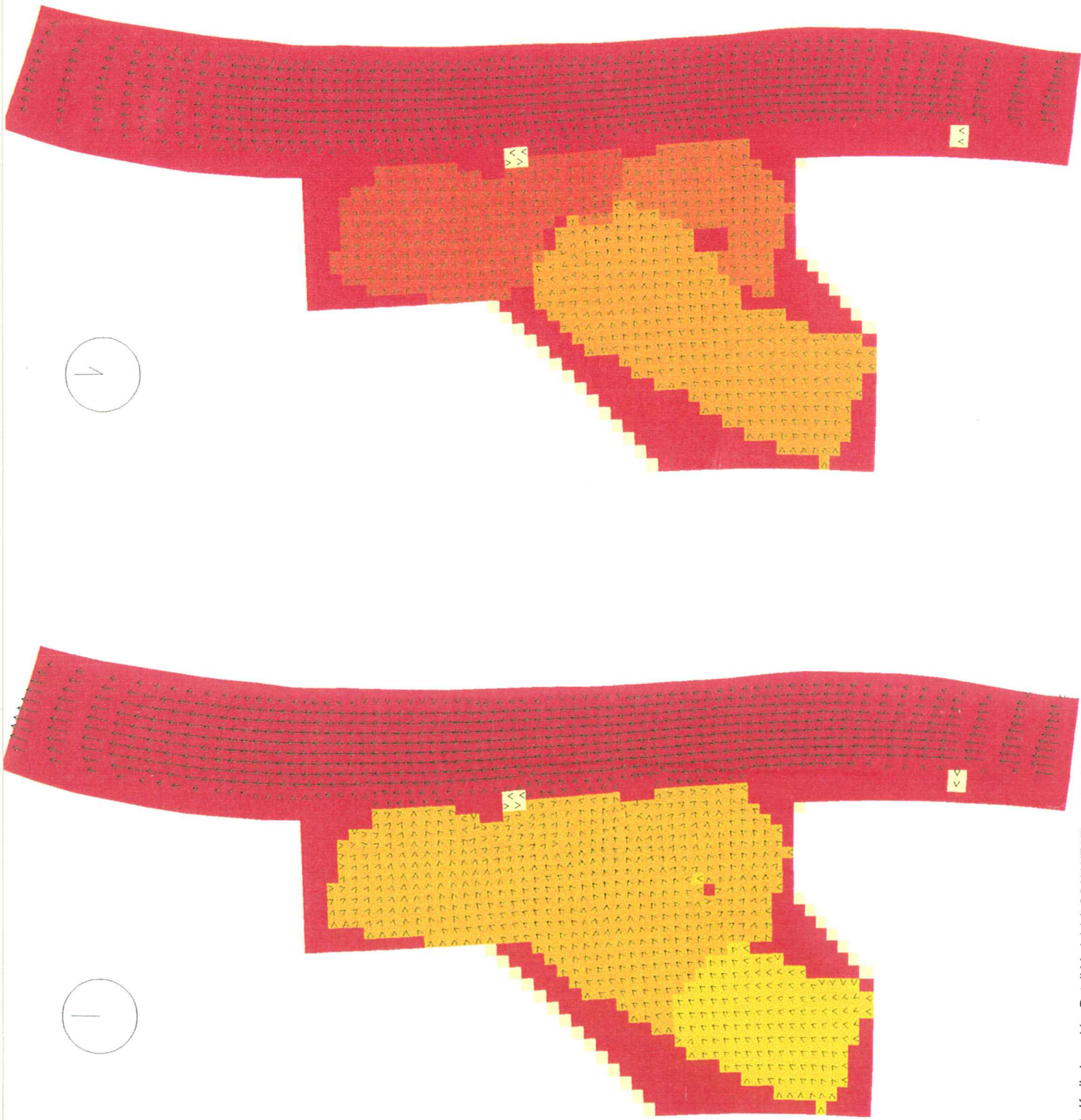
INGENIEURSBUREAU SVASEK B.V.

15 juli 1997

bijl. nr. 3b



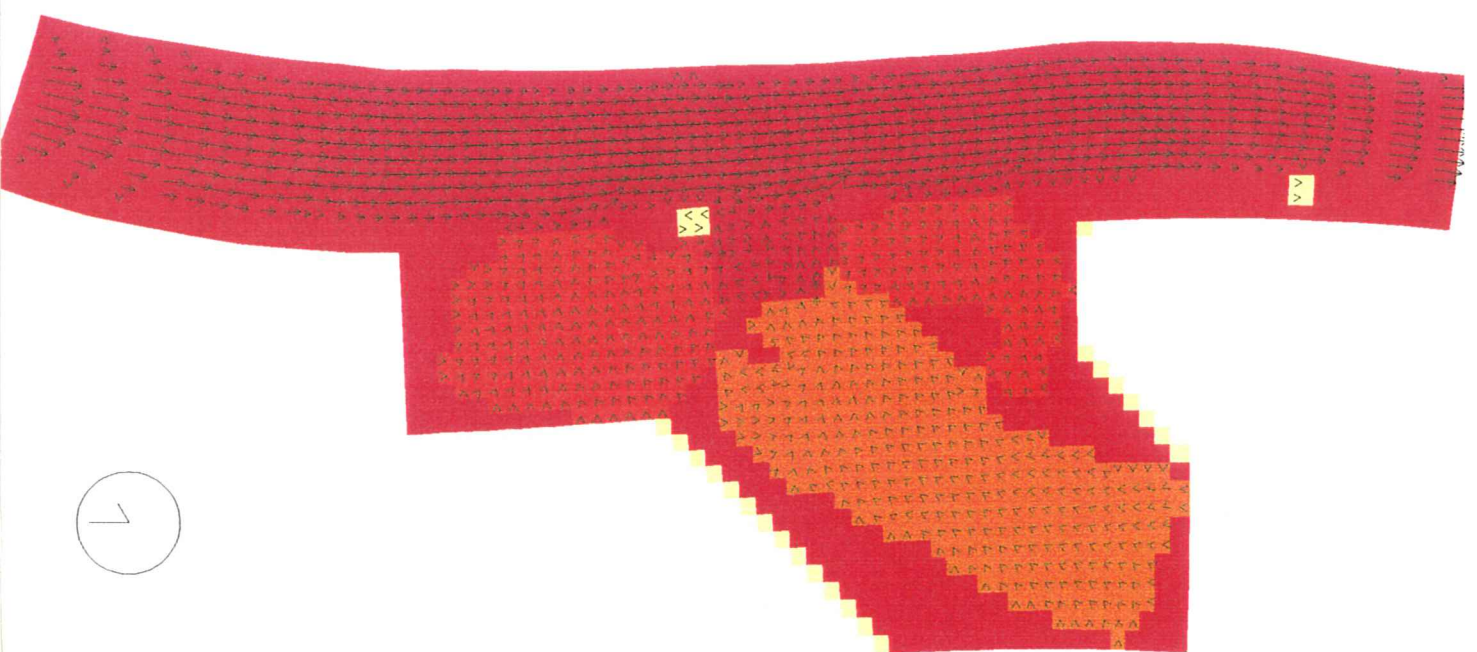
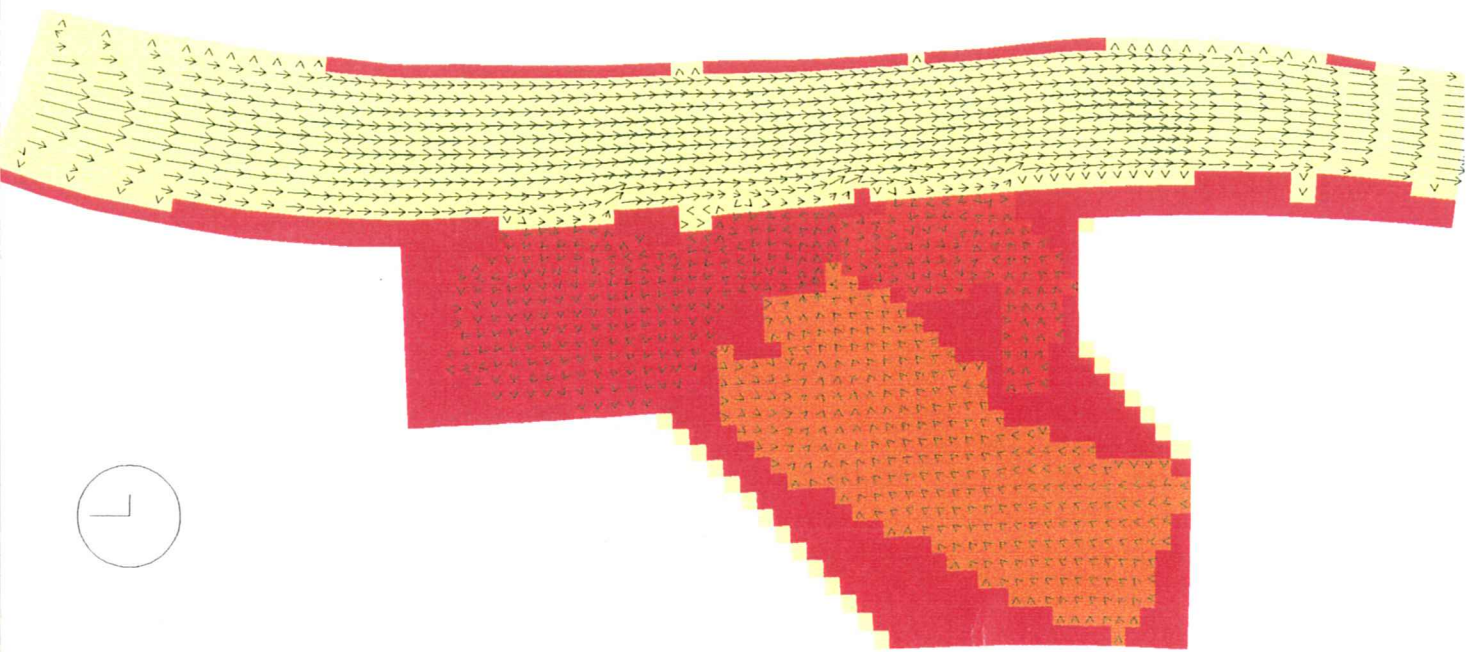
Waterlevel (M)

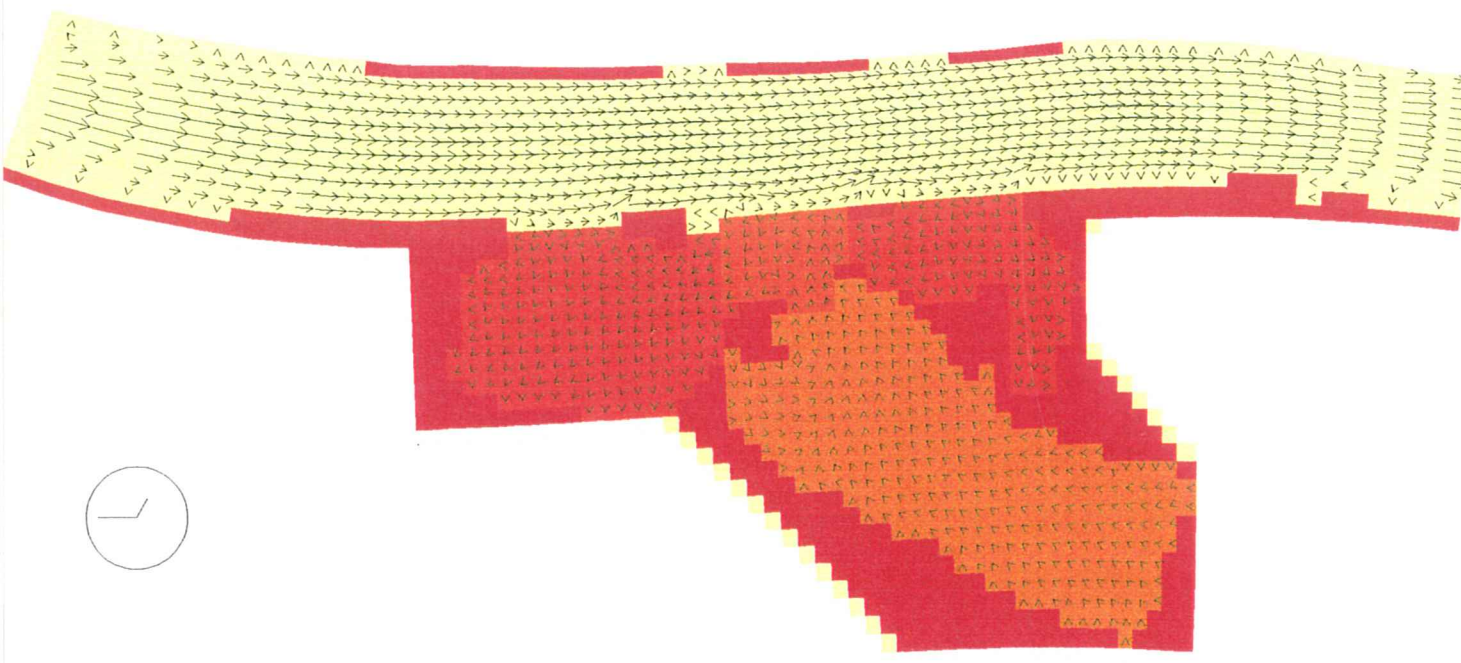
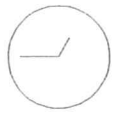


model : Kruike-polder Detail Model (uit SCALWEST) opc Ist, Waterlevel (M), datum : 960506, tijd : 1200 model : Kruike-polder Detail Model (uit SCALWEST) opc Ist, Waterlevel (M), datum : 960506, tijd : 1300

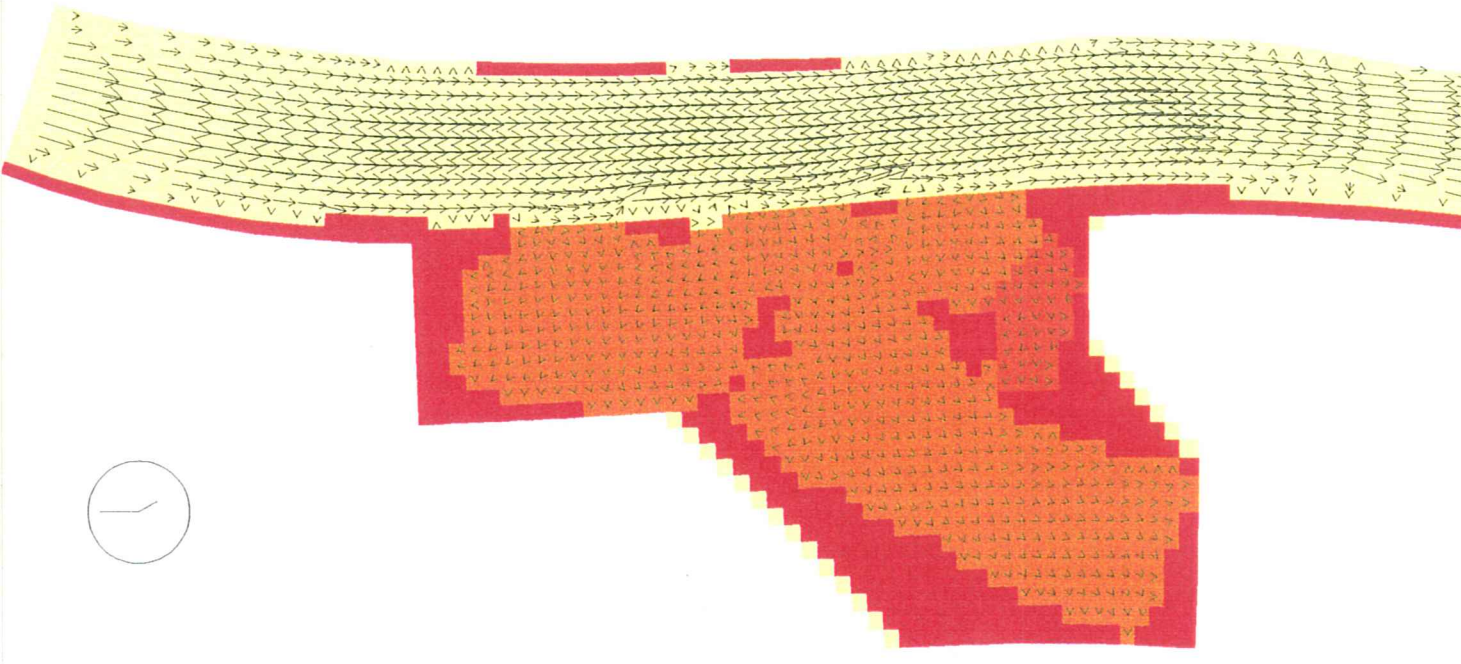
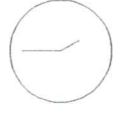


Waterlevel (M)

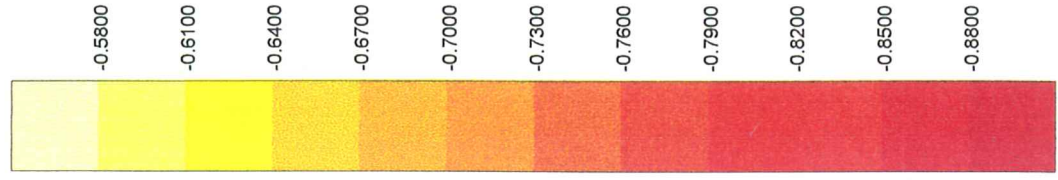




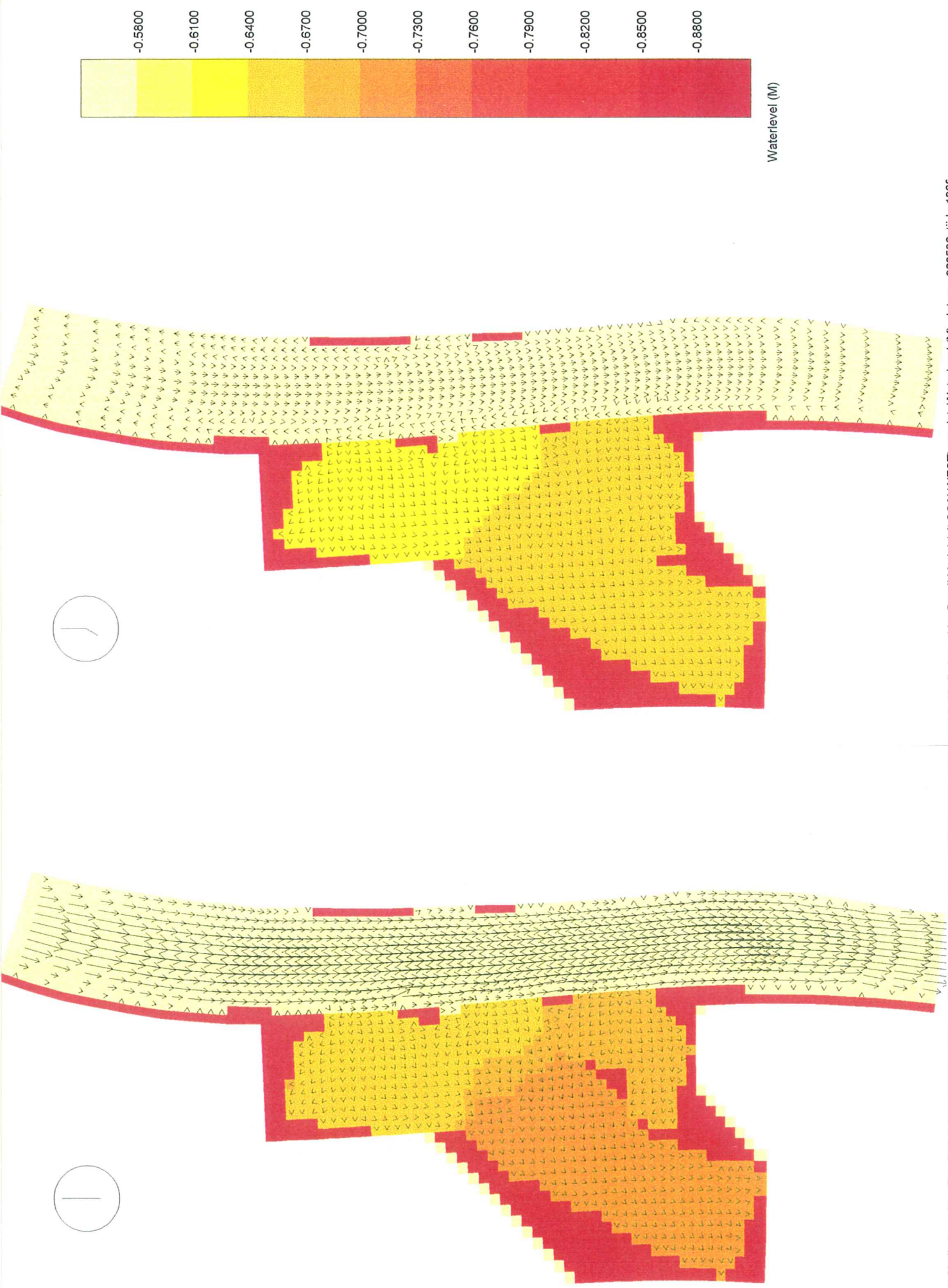
model : Kruike-polder Detail Model (uit SCALWEST) opc ist, Waterlevel (M), datum : 960506, tijd : 1600



model : Kruike-polder Detail Model (uit SCALWEST) nnc ist, Waterlevel (M), datum : 960506, tijd : 1700

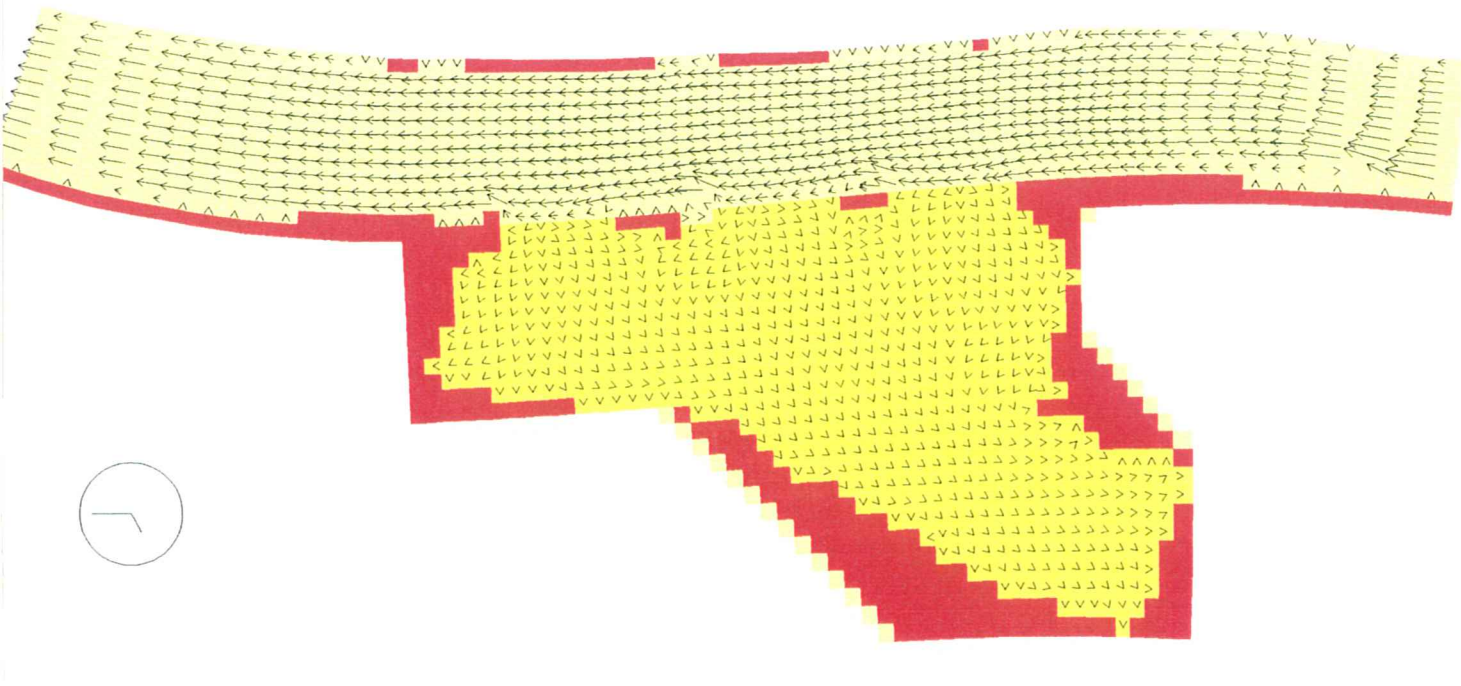


Waterlevel (M)

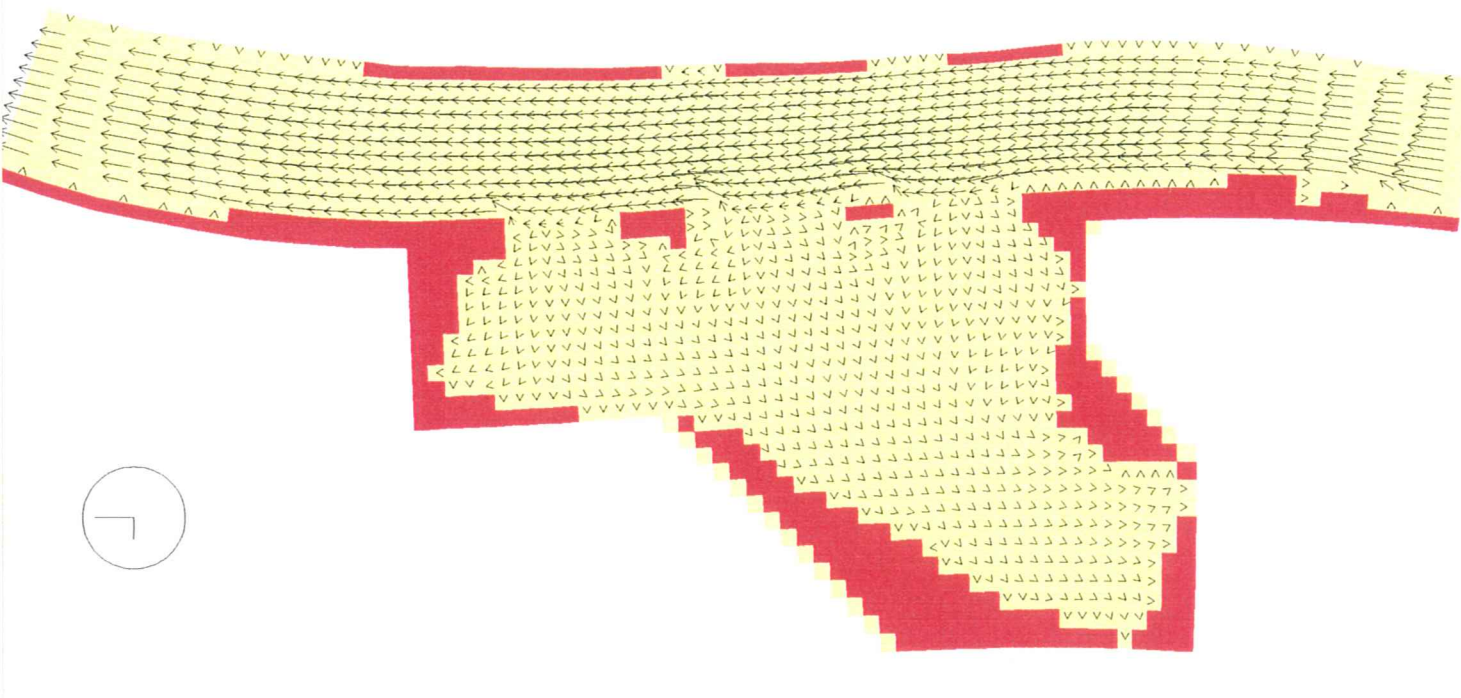


Waterlevel (M)

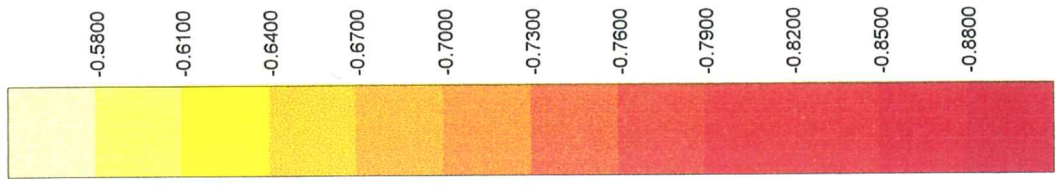
- 0.5800
- 0.6100
- 0.6400
- 0.6700
- 0.7000
- 0.7300
- 0.7600
- 0.7900
- 0.8200
- 0.8500
- 0.8600



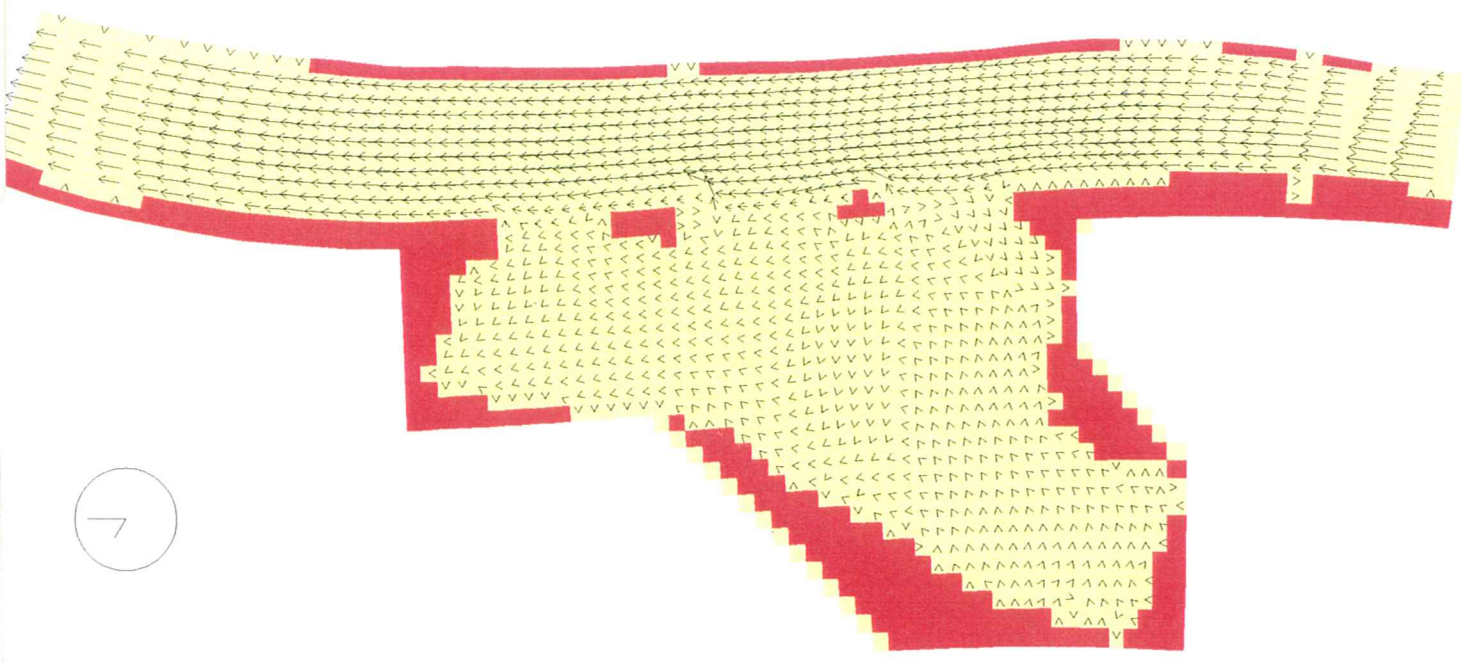
model : Kruikeke-polder Detail Model (uit SCALWEST) opc ist, Waterlevel (M), datum : 960506, tjd : 2000



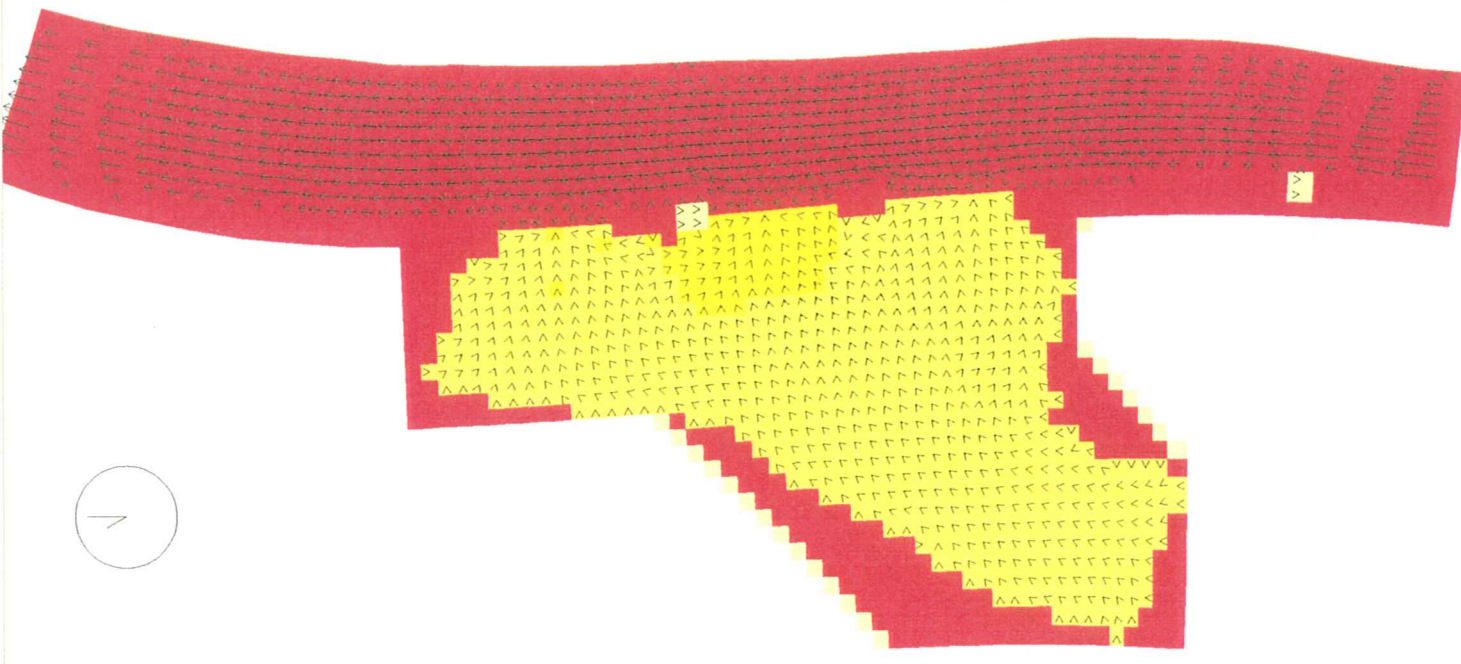
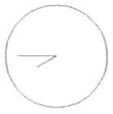
model : Kruikeke-polder Detail Model (uit SCALWEST) opc ist, Waterlevel (M), datum : 960506, tjd : 2100



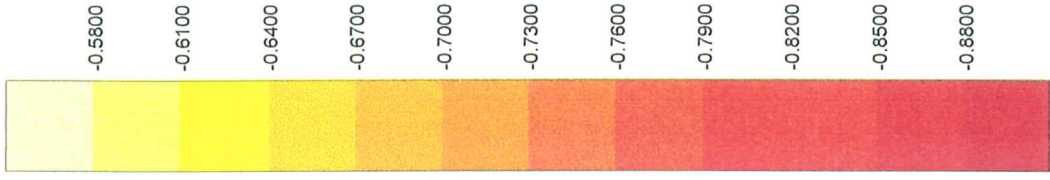
Waterlevel (M)



model : Kruiibeke-polder Detail Model (uit SCALWEST) opc lst, Waterlevel (M), datum : 960506, tijd : 2200

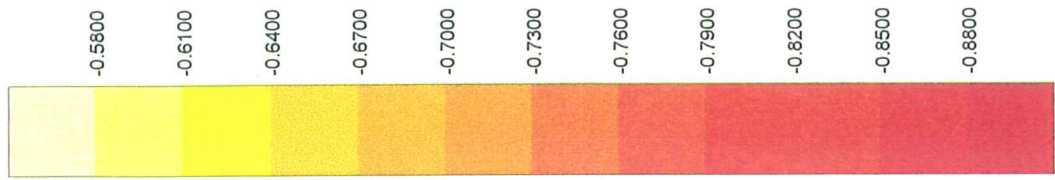


model : Kruiibeke-polder Detail Model (uit SCALWEST) opc lst, Waterlevel (M), datum : 960506, tijd : 2300

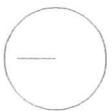
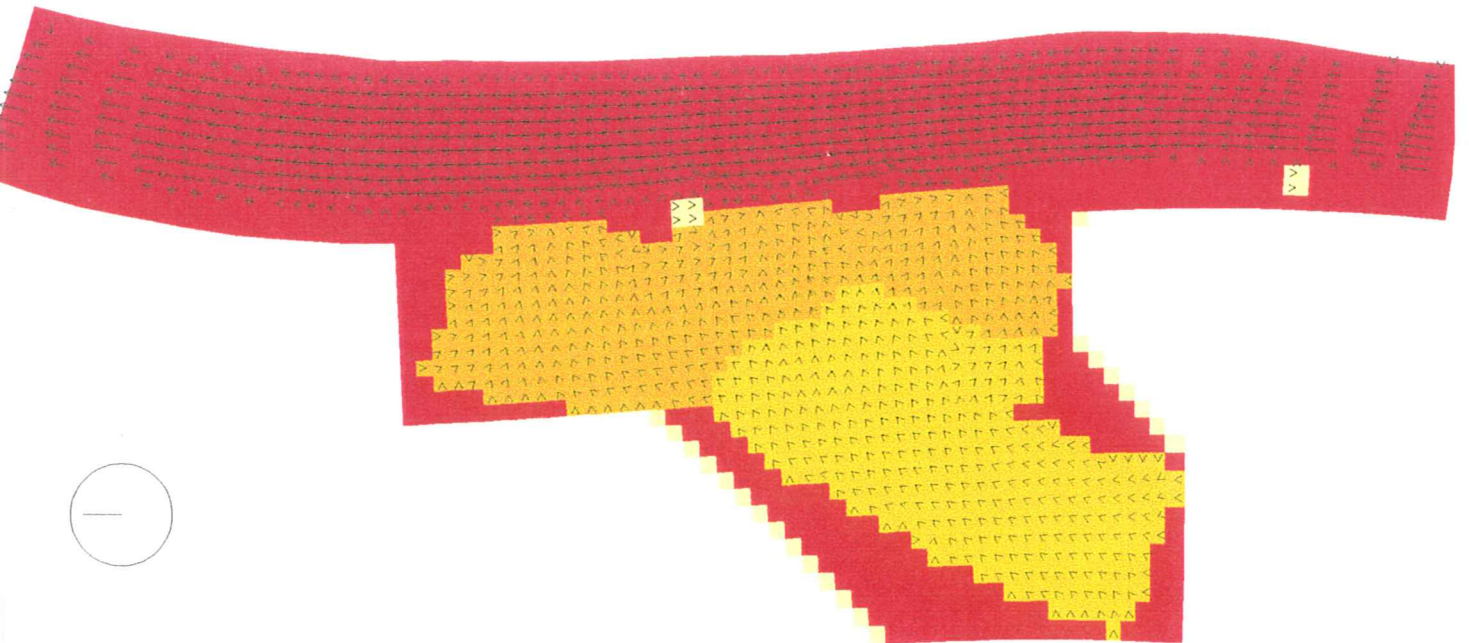


Waterlevel (M)





Waterlevel (M)



## Berekeningsresultaten gereduceerd getij Kruibeke

ter vergelijking met berekeningsresultaten RIKZ-Middelburg (2D-model)

### simulatie 2 : benadering reëel springtij

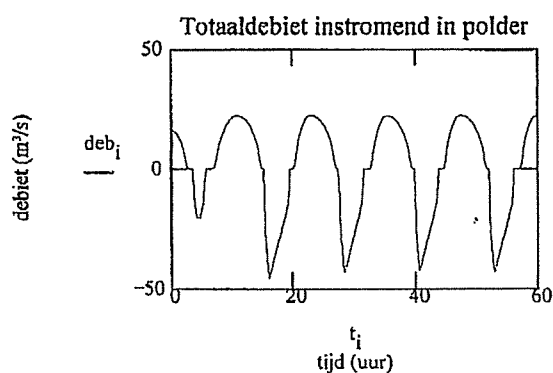
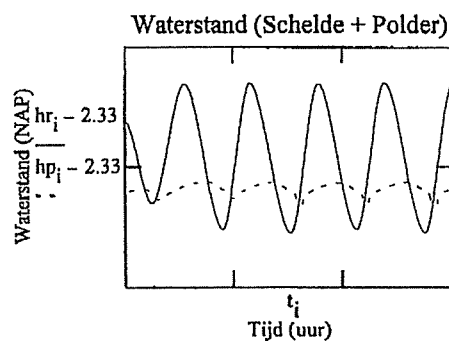
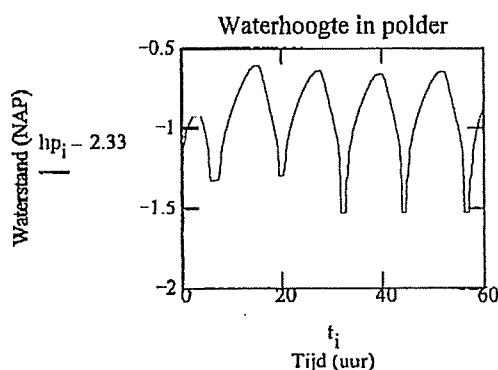
Waterniveau Schelde : stapsgewijze derdegraadsbenadering reëel tij.

Inlaat water : oppervlakte (m<sup>2</sup>) opp3 = 4.68  
drempelniveau (m TAW) s3 = 2.1  
afvoercoëfficiënt alfa3 = 0.6

Ontwateringssluizen: oppervlakte (m<sup>2</sup>) opp1 = 56.16  
drempelniveau (mTAW) s1 = 0.8  
afvoercoëfficiënt alfa1 = 0.6

Beginniveau water polder (m TAW) hpstart = 0.8

### Grafieken



max. waterpeil in polder (NAP) :

$$\max(\dot{h}_p) - 2.33 = -0.61$$

max. debiet instromend in polder

$$\max(\text{deb}) = 22.526$$

min. debiet instromend in polder

$$\min(\text{deb}) = -45.477$$

