

MODEL BESCHRIJVING	Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal
VERSIE	5 ^e generatie schematisaties
SOFTWARE	2016 Baseline 5.2.4 SOBEK 3.4.1 Simona 2015 Delft3D-FLOW 3.56.29165 . Baseline 5.2.4 Delft3D-FLOW 3.56.29165 .
RELEASES	2016 baseline-nzk_ark-j15_5-v1 sobek-nzk_ark-j15_5-v1 waqua-nzk_ark-j15_5-v1 delft3d-nzk_ark-j15_5-v1 baseline-nzk_ark-j10_5-v1 delft3d-nzk_ark-j10_5-v1



geografische ligging

Het Noordzeekanaal staat via het IJ in open verbinding met het noordelijk deel van het Amsterdam-Rijnkanaal. Het Amsterdam Rijnkanaal ten zuiden van de Nederrijn-Lek (Betuwepand) is niet opgenomen in de hier beschreven modelschematisaties, omdat het is opgenomen in modellen van de Rijntakken.

Het Merwedekanaal kruist het Amsterdam-Rijnkanaal bij Utrecht. Via kunstwerken is er verbinding met de Lek, de Hollandsche IJssel en driemaal met het Amsterdam-Rijnkanaal. Omdat het kanaal in beheer is bij Rijkswaterstaat is het kanaal opgenomen in de Baseline schematisatie. Het gaat daarbij alleen om het noordelijk deel van het Merwedekanaal ten noorden van de Lek, om dezelfde redenen als voor het Amsterdam-Rijnkanaal.

Het Noordzeekanaal en het noordelijk deel van het Amsterdam-Rijnkanaal staan in open verbinding met verschillende havens. Ook is er (al dan niet via kunstwerken) verbinding met regionale waterlopen, welke niet door Rijkswaterstaat worden beheerd. Deze regionale waterlopen zijn niet opgenomen. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om de Vecht en grachten van Amsterdam. Het Buiten-IJ en Markermeer worden ook niet geschematiseerd. De wateruitwisseling met deze wateren wordt als lozingen en onttrekkingen gemodelleerd.

Kortweg loopt het in SOBEK geschematiseerde gebied van de sluisen grenzend aan de Nederrijn-Lek via Amsterdam-Rijnkanaal, Lekkanaal en Merwedekanaal naar het IJ en Noordzeekanaal tot IJmuiden, inclusief de grotere havens en grotere zijkanalen. In Delft3D is het gemodelleerde gebied hetzelfde, behalve dat het Merwedekanaal niet is geschematiseerd in Delft3D.

BASELINE

j10_5-v1

Deze basisschematisatie is gebaseerd op een Baseline 4 boom (HKV, 2010). Deze Baseline schematisatie is omgezet naar een Baseline 5 boom. Vervolgens is de schematisatie uitgebreid tot aan de Neder-Rijn/Lek en voorzien van de bodemhoogte die representatief is voor 2010.

Ook zijn het Merwedekanaal vanaf de noordkant van Utrecht tot aan de Neder-Rijn/Lek en de Vaartsche Rijn toegevoegd. Hiervoor was bodemhoogte niet beschikbaar. Een vaste bodemhoogte is gebruikt op basis van de vereiste vaardiepte.

j15_5-v1

De Baseline schematisatie voor 2015 is gegenereerd door het toepassen van 7 Baseline-maatregelen op j10_5-v1 (maatregel_lijst-nzk_ark-j10_5-v1_j15_5-v1). Onder andere wordt met deze maatregelen het sluseiland bij Zeeburg verwijderd, waarmee de monding van het Amsterdam-Rijnkanaal een groter doorstroomprofiel krijgt. Een andere verandering is dat bodemhoogten die representatief zijn voor 2015 worden gehanteerd.

SOBEK

De details van de SOBEK schematisatie is te vinden in de rapportage 'Hydrodynamische modellering van het Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal' (Buschman et al., 2016). De delen genoemd bij de Baseline schematisatie zijn geschematiseerd in SOBEK, inclusief het Merwedekanaal en Vaartsche Rijn.

resolutie

De knopen-takken structuur van de SOBEK-schematisatie is gebaseerd op de basisstructuur van het LSM-model. Het netwerk is geheel herzien om te realiseren dat takken op de geografisch juiste locatie liggen. Takken zijn aangepast en er zijn nieuwe takken toegevoegd voor verschillende zijkanalen en havens.

Het SOBEK-rekenrooster heeft een afstand van ongeveer 500 meter. Bij kunstwerken wordt gewerkt met afstanden van 10 meter aan beide zijden van het kunstwerk.

schematisatie

De dwarsprofielen en winterbedruwheden van de takken zijn gebaseerd op de overeenkomstige Baseline schematisaties door middel van de vertaling naar SOBEK-profielen en winterbedruwheden via het programma WAQ2PROF. Alleen voor het Merwedekanaal en Vaartsche Rijn zijn geen bodemhoogten opgenomen in Baseline en zijn de profielen handmatig bepaald met een vaste diepte. Zomerbedruwheden zijn niet gebruikt, omdat er feitelijk geen uiterwaarden voorkomen in het systeem.

In de schematisatie zijn de volgende elementen meegenomen:

- Kunstwerken bij sluisen tussen het Merwedekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal. Deze staan op het moment open, omdat de sturing van deze kunstwerken onbekend is. Het Noordergemaal is opgenomen als RTC gestuurd kunstwerk, welke twee kanten op kan pompen. Ook deze sturing is onbekend en er wordt nu 0 m³/s gepompt.
- Alle officiële meetpunten en uitvoerlocaties zoals gedefinieerd in Baseline zijn opgenomen.
- Punten voor laterale instromingen zijn gelijk aan Baseline.

Modelkarakteristieken

- Wind van locatie Schiphol: deze wordt in het deel ten westen ongecorrigeerd opgelegd, gecorrigeerd met een factor 0,75 vanaf Amsterdam tot en met Breukelen en zuidelijk van Breukelen gecorrigeerd met een factor 0,5.
- Lozingen en onttrekkingen van de diverse gemalen en bij de diverse sluisen.
 - Er is een set voor 2013 opgesteld door Arcadis (2014) en aangevuld voor locaties ten zuiden van Maarssen (modeleinde van Arcadis-model).
 - Een set voor 2015 is opgesteld op basis van gegevens aangeleverd door Rijkswaterstaat.

Parameter	Gebruikte waarde
iadvec1D	2
TimeStep	1 min
InterpolationType	Constant (i.v.m. lozingen en onttrekkingen bij sluisen)
limtyphu1D	1
MomDilution1D	1

software

De volgende programmatuur is gebruikt:

SOBEK : versie SOBEK 3.4.1
 BASELINE : versie 5.2.4
 WAQUA : versie SIMONA 2015
 WAQ2PROF : versie 4.25

nauwkeurigheid

Er heeft geen kalibratie plaats gevonden. Vanwege de fysieke eigenschappen van het systeem is het cruciaal dat er bij berekeningen gebruik wordt gemaakt van een kloppende waterbalans. Op basis van de validaties (Buschman et al. 2016) is geconcludeerd dat het model niet geschikt is voor een toepassing. Dit is het gevolg van het ontbreken van lozingen of onttrekkingen of onnauwkeurigheid van de gehanteerde tijdseries. Alleen met correctiefactoren bij IJmuiden spui en malen van ongeveer 0,6 en 0,3 wordt de waterbalans sluitend voor de periode in 2015. Het zou toevallig zijn als door deze reducties van 40-70 % de variatie in tijd overeenkomt met de werkelijkheid.

WAQUA

Een WAQUA schematisatie is opgezet om profielen te bepalen voor de SOBEK 3 schematisatie. Het bestaande Delft3D rooster is gebruikt, wat betekent dat voor delen waar een Delft3D rooster beschikbaar was. Dit betekent dat het Merwedekanaal en de Vaartsche Rijn niet binnen het domein vallen.

roosterafmetingen

Er is gebruikt gemaakt van hetzelfde rooster als voor Delft3D. De totstandkoming, resolutie en Courant

getallen zijn hieronder beschreven bij het Delft3D model.

schematisatie

In de schematisaties zijn de volgende elementen meegenomen:

- De sluizen rondom het domein zijn gemodelleerd als modeleinde.
- Er zijn geen open randen.

De bodemhoogte is gebaseerd op de Baseline 2015 schematisatie.

modelkarakteristieken

Het model wordt alleen in 2D-mode (WAQUA) gedraaid. Het model wordt gestuurd door:

- Lozingen en onttrekkingen verspreid over het modeldomein.

nauwkeurigheid

De modelresultaten zijn niet gekalibreerd of gevalideerd.

Delft3D

roosterafmetingen

Het rooster is in 2015 gemaakt op basis van zes roosters die Arcadis gebruikte. Deze zes roosters zijn verfijnd, zodat ze 1-op-1 aansluiten. Het rooster is op enkele plaatsen aangepast omdat het rooster niet tot de bandijken reikte. Daarnaast is het rooster uitgebreid tot aan de Neder-Rijn/Lek, waar het rooster aansluit op het Rijntakken rooster. Door het samenvoegen kan parallel gerekend worden met het Delft3D model. Het totale rooster heeft 3597 cellen in de langsrichting en 367 in de dwarsrichting.

resolutie

De resolutie van het totale rooster ligt tussen 5 en 50 m. Het rooster heeft een resolutie van gemiddeld 15-20 m. Bij de uiteinden waar het rooster sluitend is gemaakt op het Rijntakken rooster is het rooster het minst goed.

courantgetallen

De Courantgetallen zijn over het grootste deel van het domein kleiner dan 10. Voor simulaties met een tijdstap van 12 s is het Courant getal maximaal 15 in diepe delen van het Noordzeekanaal.

schematisatie

In de schematisaties zijn de volgende elementen meegenomen:

- De sluizen rondom het domein zijn gemodelleerd als modeleinde.
- Er zijn geen open randen.
- Op 170 locaties wordt, buiten de open randen, water onttrokken of toegevoegd aan het systeem. Voor een periode in 2015 waarvoor de lateralen zo compleet mogelijk zijn gemaakt waren bij 50 van de 170 locaties de afvoeren verschillende van $0 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Er zijn op meerdere plaatsen schotjes geplaatst. Deze zijn afkomstig uit Baseline en daarna op enkele locaties bij kunstwerken handmatig bijgewerkt om te realiseren dat er geen water lekt uit het modeldomein.

Er zijn diverse data bronnen gebruikt en er is gewerkt conform de Diensts specificatie Invoer Baseline. De belangrijkste bron voor de boven water liggende gegevens is het Digitaal Topografisch Bestand (DTB)-NAT en Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) van RWS-DID. Voor de onderwatergegevens wordt gebruik gemaakt van lodingen van de Meetdienst van RWS-WNN en RWS-MN. Er is geen rekening gehouden met vegetatie.

modelkarakteristieken

Het model wordt gestuurd door:

- Wind van locatie Schiphol: deze wordt in het deel ten westen ongecorrigeerd opgelegd, gecorrigeerd met een factor 0,75 vanaf Amsterdam tot en met Breukelen en zuidelijk van Breukelen gecorrigeerd met een factor 0,5.
- Lozingen en onttrekkingen van de diverse gemalen en bij de diverse sluizen.
 - Er is een set voor 2013 opgesteld door Arcadis (2014) en aangevuld voor locaties ten zuiden van Maarssen (modeleinde van Arcadis-model).
 - Een set voor 2015 is opgesteld op basis van gegevens aangeleverd door Rijkswaterstaat.

Het Delft3D model wordt in 3D-mode gedraaid. Voor het draaien van het model worden de volgende instellingen aangehouden:

- tijdstap = 0.2 minuut (12 s). Voor de set van lozingen en onttrekkingen van 2015 bleek 0.1 minuut (6 s) noodzakelijk.
- De aanwezige gebouwen en de brugpijlers worden in de ruwheid opgenomen met behulp van de formulering voor gebouwen.
- De ruwheid is bepaald op basis van ruwheidsklassen van de roughcombination methode. De roughcombination-methode maakt het mogelijk om verschillende types ruwheden in één ruwheidscode te combineren.
- Er is geen zomerbedruwheid toegepast voor de kanalen.
- De horizontale eddy-viscositeit = $1.0 \text{ m}^2\text{s}^{-1}$.
- De horizontale diffusie is $0.01 \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ (overgenomen uit Arcadis model).

nauwkeurigheid

Er heeft geen kalibratie plaats gevonden. Vanwege de fysieke eigenschappen van het systeem is het cruciaal dat er bij berekeningen gebruik wordt gemaakt van een kloppende waterbalans. Op basis van de validaties (Buschman et al. 2016) is geconcludeerd dat het model niet geschikt is voor een toepassing. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het ontbreken van lozingen of onttrekkingen of onnauwkeurigheid van de gehanteerde tijdseries.

Alleen met correctiefactoren bij IJmuiden spui en malen van ongeveer 0,6 en 0,3 wordt de waterbalans sluitend voor de periode in 2015. Het zou toevallig zijn als door deze reducties van 40-70 % de variatie in tijd overeenkomt met de werkelijkheid.

literatuur

- Arcadis, Verfijning onderzoek chloride indringing Noordzeekanaal (ZTIJ), rapport A3026R1r3, 28 februari 2014.
- Buschman, F.A., R. Schueder, M. Irazoqui Apecechea, T. van der Kaaij, Ontwikkeling van een Delft3D model voor het Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal, kenmerk 1220072-012, 2015.
- Buschman, F.A., A. Fujisaki, R. Schueder en T. van der Kaaij, Hydrodynamische modellering van het Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal: Ontwikkeling en validatie SOBEK 3 en Delft3D model, kenmerk 1230071-008-ZWS-0002, 2016.
- HKV (2010): Kwaliteitsrapportage Noordzeekanaal/ Amsterdam-Rijnkanaal: Actualisatie modelschematisatie in Baseline 4, rapport.

DISCLAIMER:

De schematisaties zijn opgezet en gekalibreerd met de eerder genoemde softwareversies. Voor uitlevering van de schematisaties wordt gebruik gemaakt van officiële software-releases van Baseline, Delft3D en SOBEK 3.

Hoewel de informatie in dit document met de nodige zorgvuldigheid is samengesteld, aanvaarden RWS en Deltares geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onnauwkeurigheden daarin of het gebruik ervan door derden. Deltares en RWS behouden zich het recht voor om de inhoud van dit document te allen tijde zonder nadere aankondiging te wijzigen.

