

Memo

Aan
Jacob van Berkel, Arno Nolte

Datum	Kenmerk	Aantal pagina's
7 september 2018	11202493-000-ZKS-0004	4
Van	Doorkiesnummer	E-mail
Frank Kleissen	+31(0)88 335 8291	Frank.Kleissen@deltares.nl

Onderwerp
Beoordeling Hydroenergetisch model

Toetsing hydraulisch rekenmodel van de Getijturbinen Brouwersdam_V180903

1 Inleiding

In 2015 heeft Deltares een toetsing uitgevoerd op het hydraulisch rekenmodel dat door Pro-Tide-NL is ontwikkeld en dat debieten door turbines van de geplande getijcentrale in de Brouwersdam en de daaruit voortvloeiende waterstanden in de Grevelingen berekend (Kleissen F.M., 2015). Recentelijk is een aangepaste versie van het rekenmodel ontwikkeld dat op een aantal onderdelen afwijkt van het oorspronkelijke rekenmodel. Deltares is door Pro-Tide gevraagd om ook deze nieuwe versie te toetsen op betrouwbaarheid, dus of het model van toepassing is op deze case (memo *Toetsing_HydroEnergModel_180903.docx* - J. Van Berkel, dd: 03 september 2018). Omdat de vorige versie al is getoetst in 2015 wordt in de huidige analyse specifiek gekeken naar de aanpassingen die zijn gedaan en of deze aanpassingen goed zijn doorgevoerd in het model zodat de algemene doelstelling van het model niet is aangetast.

Deze versie van het rekenmodel is op 3 september aangeleverd (*TPP_V2015 SLR ASYM_TURB_V180903.xls*).

Een beschrijving het model is ook beschikbaar (zie ook Kleissen, 2015). Het eerder genoemde document van Van Berkel beschrijft welke aanpassingen zijn gemaakt. Dit memo richt zich dan ook met name op deze aanpassingen.

2 Analyse van het rekenmodel

2.1 Beschrijving van de aanpassing van het oorspronkelijke model

Het memo van van Berkel (2018) geeft aan dat de belangrijkste wijzigingen aan het model zijn:

- 1) Verrekening van zeespiegelstijging
- 2) Richting-afhankelijke weerstand van turbines.

Het eerste punt is eenvoudig in het spreadsheet op te nemen door de waterstanden met, in dit geval, 30cm te verhogen. Deze 30cm komt overeen met de voorspelling voor 2050 in een matig scenario en 2030 in een snel scenario (Deltares, 2011). Voor het model is dit de enige aanpassing die hiervoor nodig is. Dit blijkt ook uit het document waarin de afvoercoëfficiënt van het doorlaatmiddel wordt bepaald (Deltares, 2018). In dit (concept) document is aangegeven dat bij gelijk stromingsregime en vormgeving verwacht mag worden dat bij een hogere waterstand aan de zeezijde de afvoercoëfficiënt niet significant zal veranderen.

Het tweede is een aanpassing van de manier waarop de debieten worden berekend. In de oorspronkelijke versie van het model is geen onderscheid gemaakt tussen vloed en eb voor de reactiegraad van de turbine. In de nieuwe versie wordt dit wel gedaan en in het kort komt het erop neer dat de reactiegraad 0 is tijdens ebstroming en een waarde tussen 1 en 0 voor de vloedstroming. Zoals ook al aangegeven door Van Berkel (2018) betekent dit dat er tijdens de ebstroming geen vermogen wordt geproduceerd. Dit blijkt ook uit de vergelijking zoals die ook al in het oorspronkelijke model is opgenomen.

In het document van Van Berkel (2018) wordt overigens ook nog gekeken naar het gebruik van minder kokers tijdens de vloedstroming (met een lagere reactiegraad) door het afsluiten van niet gebruikte kokers (kokers die tijdens de eb wel worden gebruikt). Dit is een post-processing stap en geen optie in het model zelf en is dus in deze analyse van het model zelf dan ook niet meegenomen.

2.2 Implementatie van aanpassingen in het rekenmodel

De aanpassing van de waterstand aan de zeekant is uitgevoerd door de oorspronkelijke randvoorwaarde (bij Brouwershavensegat 08) een zeespiegelstijging toe te voegen. Dit is in het spreadsheet als een parameter opgenomen (veld \$C\$15). De tijdreeks van de randvoorwaarde die in het nieuwe model is opgenomen is een rechtstreekse kopie van die data uit het oorspronkelijke model. Hieraan wordt de stijging toegevoegd. De stijging is in het spreadsheet ook gezet op 30cm en dat is consistent met de eerder genoemde aangenomen stijging. Ook al zou dat niet zo zijn, dan is deze parameter eenvoudig in het model aan te passen. In het nieuwe model zijn de verwijzingen naar de aangepaste tijdreeks correct opgenomen.

De tweede aanpassing is geïmplementeerd door het splitsten van de reactiegraad in twee parameters, één voor de stroming vanuit de Noordzee naar de Grevelingen (cel \$C\$8) en één voor stroming Grevelingen naar Noordzee (cel \$C\$9). Vervolgens is een kolom toegevoegd (nu kolom K) waarin de daadwerkelijk te gebruiken reactiegraad wordt bepaald, op basis van de twee parameters. De toe te passen reactiegraad wordt bepaald door het waterstandsverschil in kolom I. Wanneer dit verschil kleiner is dan 0 dan wordt cel \$C\$9 gebruikt, (voor stroming van Grevelingen naar Noordzee). Indien het waterstandsverschil groter is dan 0 wordt cel \$C\$8 gebruikt en dat is de reactiegraad voor stroming vanuit de Noordzee naar de Grevelingen. Dit waterstandsverschil in kolom I is gedefinieerd als Noordzee minus Grevelingen en dit is dus consistent met het gebruik van kolom I (Head) en de bepaling van de reactiegraad. Omdat nu de reactiegraad nu op een andere manier wordt bepaald heeft dit ook gevolgen voor de verwijzing in de vergelijkingen in de rekencellen waarin deze in het oorspronkelijke model wordt gebruikt (de Turbine head (kolom L)). Deze variabele is het water waterstandsverschil vermenigvuldigd met de reactiegraad, en de berekening van het debiet in

kolom M. Deze referentie naar de reactiegraad wordt ook gebruikt voor de berekening van het debiet.

Dit zijn de aanpassingen zijn in het spreadsheet correct doorgevoerd en ook consistent met de beschrijvingen van de veranderingen.

In het spreadsheet is ook nog een opmerking van Van Berkel opgenomen dat hier met fracties van kokers kan worden gerekend voor grotere nauwkeurigheid en dat voor de uiteindelijke toepassing wel met geheel aantal kokers moet worden gerekend. Dat laatste is dan wel belangrijk voor het uiteindelijke resultaat van het model. Het is overigens geen inhoudelijke verandering ten opzichte van de oorspronkelijke versie omdat ook in die versie gerekend kan worden met fracties. In de vorige versie word vanwege de weergave van de betreffende cel het getal afgerond getoond, maar in het spreadsheet zelf wordt wel met de actuele (niet-afgeronde) waarde gerekend. De huidige aanpassing is dus eigenlijk een verbetering omdat de fractie nu zichtbaar is. Er blijft nog wel een risico over dat een waarde met 1 decimaal een afgeronde waarde is in plaats van de in de berekeningen echte gebruikte waarde. De potentiële afronding in de invoer is wel aanzienlijk verkleind met een factor 10 (van +/- 0.5 naar +/- 0.05). Het zou in de weergave van de invoer helemaal zichtbaar zijn als het volledige getal zichtbaar wordt gemaakt (dus zonder afronding). De fout in het berekende debiet is echter in de orde van 0.1-0.2% dus niet meer significant gezien andere onzekerheden in het model. Kleissen (2015) heeft al aangegeven dat vanwege de aannames voor dit model al met een zekere onnauwkeurigheid (in de orde van enkele procenten) rekening gehouden moeten worden (Kleissen(2015) en die is significant groter dan de genoemde 0.1-0.2%.

De aanpassingen van het model zijn dusdanig uitgevoerd dat eenvoudig is te toetsen of deze implementatie consistent is met het oorspronkelijke model. Immers wanneer de reactiegraad voor beide condities gelijke wordt getrokken en de zeespiegelstijging wordt op 0 gezet, dan ontstaat een exact gelijke berekening als het oorspronkelijke model. Uiteraard moeten de andere parameters dan ook gelijk zijn. Deze toets is ook nog uitgevoerd. Met exact dezelfde getallen voor de parameters zijn de resultaten ook exact gelijk (geen verschillen in de uitvoer). Dit betekent dat de oorspronkelijke berekening niet zijn aangetast door de geïmplementeerde aanpassingen. Hieruit kan worden afgeleid dat de implementatie van de vergelijkingen zoals deze zijn geverifieerd en getoetst in 2015 niet zijn gewijzigd. Samen met de analyse van de veranderingen die geen incorrecte verwijzingen hebben opgeleverd in combinatie met de gegeven beschrijving kan worden geconcludeerd dat de implementatie consistent is met deze beschrijving. Ook de aannames die in 2015 zijn geanalyseerd en de bijbehorende onzekerheden/foutenmarges wijzigen niet.

3 Conclusies

Uit de analyse van het aangepaste rekenmodel van september 2018 kan worden geconcludeerd dat:

- 1) Het effect van zeespiegelstijging (hier 30cm) correct in het model is opgenomen;
- 2) Het onderscheiden van ebstroming en vloedstroming met verschillende reactiegraden ook volgens de beschrijving consistent is doorgevoerd.

Hieruit volgt dan ook dat het aangepaste model nog steeds geschikt is voor toepassing voor deze case, rekening houdend met de in 2015 opgemerkte onzekerheden ten gevolge van aannames die bij de ontwikkeling van het oorspronkelijke model zijn gedaan.

Referenties

Kleissen F.M. (2015) Toetsing hydraulisch rekenmodel van de Getijturbinen Brouwersdam, memo 1221102-000-ZKS-0003, van 1 oktober 2016

Deltares (2011) Effect van herintroductie van getij op waterkwaliteit en ecologische toestand van het Grevelingenmeer - Scenarioberekeningen ten behoeve van de MIRT-Verkenning, Auteurs: A. Nolte en C. Spiteri, Rapport 201650-000-ZKS-0033, juni 2011

Deltares (2018) Bepaling afvoercoëfficiënt doorlaatmiddel Brouwersdam, Rapport 11202901-002-ZKS-0002 van 20 augustus (concept)