

Abstract

Overstromingen van rivieren is een wereldwijd probleem dat vaak gepaard gaat met ernstige overstromingsschade. Dit is ook het geval in België waar de Demer in het verleden regelmatig overstromingen heeft veroorzaakt tijdens periodes van zware neerslag. Met het oog de overstromingen in het Demerbekken te verminderen, heeft de lokale waterbeheerder de opslagcapaciteit van de rivieren verhoogd door middel van wachtbekkens. Tijdens periodes van zware neerslag kan het overtollige water opgeborgen worden in de wachtbekkens. Er werden ook hydraulische structuren geïnstalleerd in het Demerbekken. Deze structuren maken het mogelijk om de debieten en waterniveau's van de rivieren te regelen. Daarnaast laten zij ook toe om de wachtbekkens te ledigen of te vullen. Momenteel worden deze structuren aangestuurd door een geavanceerde drie-standen regelaar die haar regelacties bepaalt op basis van logische regels die op een heuristische wijze tot stand zijn gekomen. Al deze maatregelen hebben er inderdaad voor gezorgd dat het aantal overstromingen in het Demerbekken beduidend verminderd zijn. Simulaties van historische neerslagsgebeurtenissen op een hydrodynamisch model (InfoWorks) hebben echter uitgewezen dat de overstromingsschade kleiner had kunnen zijn indien de hydraulische structuren op een andere manier zouden zijn aangestuurd geweest. Daarom is het doel van deze thesis om een meer geavanceerde regelstrategie te ontwerpen die tot betere resultaten leidt dan de huidige drie-standen regelaar.

In deze thesis wordt onderzocht of een model predictieve regelaar beter presteert naar overstromingsbeheersing toe dan een drie-standen regelaar. Hiervoor wordt in eerste instantie een vereenvoudigd model afgeleid die snel en nauwkeurig genoeg is om gebruikt te kunnen worden in een model predictief kader. Het vereenvoudigd model is van het reservoir type en wordt gecalibreerd op basis van simulatiedata gegenereerd door historische neerslagsgebeurtenissen te simuleren met het InfoWorks model van de Demer. Vervolgens wordt een niet-lineaire model predictieve regelaar ontwikkeld die het vereenvoudigde model gebruikt om de regelacties te bepalen. In tegenstelling tot regelingen naar een referentieniveau spelen de niet-lineaire dynamica van de hydraulische structuren een zeer belangrijke rol bij overstromingsbeheersing. De niet-lineaire dynamica van de hydraulische structuren kan niet meer verwaarloosd worden en daarom hebben wij ervoor gekozen om de klepstanden van de hydraulische structuren als regelingen te nemen in plaats van de debieten over de kleppen. Het voorgestelde regelschema pakt ook problemen aan zoals lokale oncontroleerbaarheid van de hydraulische structuren en schending van de beperkingen.

Er wordt ook een niet-linear schuivend tijdsvenster toestandsschatter toegevoegd in het regelschema. Op basis van historische meetgegevens bepaalt de toestandsschatter de meest waarschijnlijke waarde voor de huidige toestand. Deze schatting wordt dan doorgestuurd naar de model predictieve regelaar die deze toestandsinformatie gebruikt voor het maken van zijn voorspellingen. Het uiteindelijke regelschema wordt dan vergeleken met de drie-standen regelaar door hun performantie na te gaan door middel van simulaties gebaseerd op historische neerslagsgegevens. De thesis besluit met een theoretische contributie betreffende de stabiliteit van een model predictieve regelaar. Een nieuw algoritme wordt uiteengezet dat toelaat om polytopische invariante sets te bepalen van lage complexiteit. Dit algoritme wordt vervolgens gebruikt om de regeling in het opwaarste deel van de Demer te verbeteren.