

Hoofdconclusies drie jaar faalkansstudies voor de regio Noordzeekanaal/Amsterdam Rijnkanaal (synthesestuk)

NZK/ARK-systeem
heeft zijn grenzen
bereikt

Kernboodschap

In zijn huidige vorm heeft het (water)systeem Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijnkanaal (NZK/ARK) zijn grenzen bereikt. Het is te afhankelijk van het spui-/maalcomplex in IJmuiden. Bovendien wordt de faalkans van het watersysteem door diverse ontwikkelingen, met name de zeespiegelstijging, in de toekomst groter. Met alleen slim watermanagement kan dat niet worden opgevangen.

Hoofdconclusies

1. De faalkans is het moment waarop een waterstand op het NZK een hoogte bereikt van NAP 0,00 m en Rijkswaterstaat een volledige maalstop op dit systeem afkondigt. Eens in de 72 jaar gebeurt dat zónder, en meer dan eens in de 100 jaar mét slim watermanagement.
2. De zwaarst wegende factor in deze faalkans is een technische storing met (deels) uitval van het gemaal in IJmuiden. Dat gemaal vormt het belangrijkste alternatief van de waterbeheerders wanneer spui momenten, door welke oorzaak ook, in IJmuiden wegvallen.
3. Bij het noodzakelijke reguliere onderhoud worden de pompen in het gemaal IJmuiden tijdelijk buiten werking gesteld. Dat verhoogt de faalkans van het watersysteem aanzienlijk. Reservepompcapaciteit kan er voor zorgen dat onderhoudswerkzaamheden kunnen plaatsvinden zonder de faalkans te vergroten.
4. De conclusies 2 en 3 hierboven en de resultaten van diverse andere studies tonen aan dat het NZK/ARK-systeem sterk afhankelijk is van dat ene afvoerpunt in IJmuiden. Dat maakt het systeem en de achterliggende regio kwetsbaar.
5. Het winterhalfjaar levert de grootste bijdrage aan de faalkans (80%). In deze periode komen vaker hoge zeewaterstanden voor en is de kans op spuistremmingen het grootst.
6. De in IJmuiden nog te bouwen Selectieve Onttrekking vergroot de kans op een hoogwater-situatie. Met een toename van de pompcapaciteit van 10 m³/s valt dit effect te compenseren.
7. Een aantal scenarioberekeningen met alternatieve afvoerlocaties laten beduidend lagere faalkansen zien. Het betreft vooral scenario's met pompcapaciteit die onafhankelijk van het huidige gemaal IJmuiden functioneert (een losstaande storingskans) of met een gemaal dat uitmaakt op een ander buitenwater, zoals het Markermeer of de Lek.
8. De huidige faalkans van het watersysteem is in de toekomst niet houdbaar, ook niet met slim watermanagement. Om deze faalkans in stand te houden, zijn in de toekomst systeem-aanpassingen nodig, zoals het uitbreiden van de huidige pompcapaciteit in IJmuiden of de bouw van een nieuw gemaal op een andere locatie. Omdat de realisatie daarvan veel voorbereidingstijd vergt, moet daar nu al over worden nagedacht.
9. We moeten beter inzicht krijgen in de schade die ontstaat als de faalgrens wordt bereikt. Dit brengt SWM in 2020 voor de hele regio in beeld.

Aanbevelingen

1. Bekeken moet worden of de huidig nagestreefde faalkans van eens in de 100 jaar aanvaardbaar is als maatstaf voor deze economische regio, die sterk in ontwikkeling is en waar de veiligheid en leefbaarheid van veel mensen moet worden gewaarborgd.
2. Geadviseerd wordt de bovenstaande inzichten mee te nemen in de programma's 'Toekomstbestendig ARK/NZK', 'Vervanging en Renovatie (V&R) complex IJmuiden' en binnen de regio IJsselmeergebied.
3. Voor het V&R-programma wordt geadviseerd te onderzoeken of het mogelijk is het gemaal IJmuiden te voorzien van reservepompcapaciteit, zodat in de toekomst onderhoud kan plaatsvinden zonder de faalkans voor de regio te vergroten.

Doel en inhoud van deze notitie

Deze notitie dient om de belangrijkste conclusies en resultaten van de faalkansenstudies 2017-2019 van Slim Watermanagement (SWM) Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijnkanaal (NZK/ARK) samen te brengen in één document. Hij biedt geen compleet overzicht van alle inzichten en resultaten van de laatste jaren. Daarvoor wordt verwezen naar de achtergronddocumenten.

De nieuwe basis (faalkans 1:72) zonder slim watermanagement

Van falen wordt gesproken als op het NZK een waterstand van NAP 0,00 m wordt bereikt. Rijkswaterstaat staat dan niet meer toe dat waterbeheerders op het ARK/NZK water mogelijk aflaten. Een wateroverschot moet door de waterbeheerders dan op andere plekken in hun systeem worden opgeslagen. Bijvoorbeeld in noodoverloop gebieden of door inundaties van land. Hierbij ontstaat schade aan gewassen en infrastructuur. Het is de waterbeheerders er alles aan gelegen deze situatie te voorkomen.

De kans dat een waterstand van NAP 0,00 m optreedt, de faalkans, is nu bepaald op eens in de 72 jaar zónder, en op meer dan eens in de 100 jaar mét slim watermanagement. Zie tabel 1 voor de kans op een bepaalde waterstand in het NZK/ARK.

Tabel 1: Resultatentabel waterstandsstatistiek NZK/ARK.
(Bron: Vermeulen e.a. (2017), pagina 5)

Waterstand	Faalkansanalyse 2017 Herhalingstijd [jaar]
NAP-0,30 m	< 1
NAP-0,25 m	1
NAP-0,20 m	5
NAP-0,15 m	12
NAP-0,10 m	25
NAP+0,00 m	72

Afhankelijkheid van IJmuiden (te) groot

Bij de analyse is rekening gehouden met de factor dat in een gemaal op spuumiddel een storing kan optreden. Veruit de belangrijkste storing is een storing die optreedt bij het spui-/maalcomplex IJmuiden. Dit is verreweg het grootste afvoerpunt van het NZK/ARK-systeem. Treedt daar een storing op, dan faalt snel het hele systeem snel daarachteraan. De situatiebeschrijving in figuur 1 laat zien hoe binnen enkele uren hoge waterstanden op het NZK/ARK-systeem worden bereikt.

Bij de nieuwe analyses is rekening gehouden met de laatste klimaatinzichten, waarbij de kans op intensieve en langdurige neerslag groter is dan in het verleden. Ook dit heeft de berekende faalkans vergroot, maar de belangrijkste factor is de hierboven genoemde.

Wintergebeurtenissen leveren de grootste bijdrage

Van de zomer- en wintergebeurtenissen leveren wintergebeurtenissen de grootste bijdrage aan de faalkans, namelijk 80%. De verklaring hiervoor is de grotere kans op hoge zeewaterstanden in de wintermaanden, met de bijbehorende spuistremmingen. Zonder spuistremmingen ontstaan nauwelijks hoge waterstanden op het NZK/ARK-systeem, doordat tijdens een goede spuiperiode met een debiet tot boven de 500 m³/s water kan worden afgevoerd. Een groot deel van het waterbezwaar op de kanalen wordt daarmee snel weggewerkt.

Gevoeligheid spui-/maalcomplex IJmuiden

Om de gevoeligheid van het falen van het gemaal aan te geven volgt hier een rekenvoorbeeld:

- Door hoge zeewaterstanden kan niet worden gespuid.
- De regionale systemen voeren ongeveer 15 mm/dag overtollig water af naar NZK/ARK
- Het gemaal Zeeburg kan met volledige capaciteit afvoeren naar het Markermeer
- Er zijn geen andere afvoermogelijkheden naar het Markermeer.

In deze situatie:

- Bij een storing van het gemaal IJmuiden stijgt de waterstand op het NZK/ARK met 60 cm per dag. Binnen 8 uur stijgt de waterstand dan van streefpeil (NAP -0,40 m) naar NAP -0,20 m, het peil waarbij het IJ-front in Amsterdam het ARK-front sluiten. Zonder sluiting van de fronten of andere maatregelen wordt 8 uur later het maalstoppeil van NAP 0,00 m bereikt.
- Als de volledige gemaalcapaciteit van IJmuiden beschikbaar blijft, zou het in deze situatie langer dan een dag duren voordat het peil van NAP -0,20 m wordt bereikt. In die periode wordt de kans op lagere zeewaterstanden en dus op de inzet van spui groter.

In de huidige situatie wordt eens in de 72 jaar NAP 0,00 m bereikt. Met de aanname dat in het spui-/maalcomplex IJmuiden nooit een storing optreedt, gaat de faalkans naar eens in de 2000 jaar. Dit geeft niet alleen aan dat de berekende kans op hoge waterstanden gedomineerd wordt door de afvoermogelijkheden bij IJmuiden, maar ook dat de kans op hoge waterstanden op het NZK/ARK-systeem zeer gevoelig is voor de storingskans en hersteltijden van dit object.

Figuur 1: Situatiebeschrijving afhankelijkheid IJmuiden. (Bron: Vermeulen e.a. (2017a))

Faalkans verschilt lokaal

De faalkans is niet voor het hele systeem hetzelfde, maar verschilt lokaal. Tijdens een afvoer-situatie ontstaat door verhang een peilverschil van ongeveer 10 cm over het NZK/ARK-systeem, waardoor op het ARK ter hoogte van Utrecht eerder een waterstand van NAP 0,00 m wordt bereikt dan op het NZK bij Amsterdam. Tabel 1 geeft aan dat de kans op een waterstand van NAP -0,10 m op het NZK 1:25 is. Dat staat daarmee ongeveer gelijk aan de kans op NAP 0,00 m op het ARK bij Utrecht.

Op een bepaald moment wordt de Amstellandboezem van het waterschap AGV afgesloten van het NZK/ARK-systeem en wordt dan bemalen met het gemaal Zeeburg in Amsterdam. Daardoor is de kans op NAP 0,00 m in Amsterdam zonder Slim watermanagement 1:115, nabij Ouderkerk 1:90 en in het zuidelijke deel op de Kromme Mijdrecht 1:50 (Vermeulen 2017c).

Slim Watermanagement (faalkans > 1:100)

Bij Slim Watermanagement worden sturingsmogelijkheden in dreigende hoogwatersituaties precies op het juiste moment en zo slim mogelijk ingezet. Bij de faalkansanalyse is met aparte berekeningen getracht het effect van slim watermanagement te kwantificeren. De vrijheden of beperkingen van waterbeheerders in de praktijk konden maar zeer rigide in het model worden gevat. Het voormalen is bijvoorbeeld in het model geschematiseerd als altijd voormalen in elke situatie. In de praktijk kunnen waterbeheerders hiertoe echter alleen besluiten aan de hand van betrouwbare weerberichten, terwijl dit voorafgaand aan een plotseling optredende storing in een gemaal niet mogelijk is. De hieronder berekende faalkansen zijn dus een overschatting en zullen met Slim Watermanagement minder sterk dalen dan de resultaten laten zien. Voorbeelden van deze resultaten zijn dat de faalkans verkleint naar 1:120 als de hersteltijd van storingen bij het gemaal IJmuiden maximaal één week in beslag neemt. Met een noodbemaling van het NZK/ARK-systeem van 50 m³/s neemt de faalkans af naar 1:110. Voor de maatregel (altijd) voormalen daalt de faalkans naar 1:170.

Faalkans met SWM naar > 1:100 jaar

Uiteindelijk is geconcludeerd dat de faalkans door de SWM-maatregelen afneemt. Met tien SWM-scenarioberekeningen, die hier niet allemaal zijn genoemd, is bepaald dat de faalkans op het NZK/ARK-systeem met SWM-maatregelen wordt teruggebracht van 1:72 jaar naar iets meer dan 1:100 jaar.

Zeespiegelstijging en neerslagverandering

Door de klimaatverandering stijgt de zeespiegel (versneld) en regent het in Nederland harder en langduriger dan voorheen. Met een hogere zeespiegel kan tijdens het spuien in IJmuiden minder water naar de Noordzee worden afgevoerd en moet het gemaal vaker worden ingezet om aanvullend water naar zee te malen. Op een gegeven moment heeft een hogere zeespiegel ook tot gevolg dat de pompen een merkbaar grotere opvoerhoogte moeten overbruggen, terwijl ze daarop niet zijn ontworpen.

Klimaatverandering vergroot de faalkans in de toekomst

Grotere neerslaghoeveelheden zorgen vaker voor grotere afvoerpieken. Die kunnen weer samenvallen met andere factoren, zoals storingen in het gemaal of harde wind op zee die hogere zeewaterstanden veroorzaakt. Deze beide gevolgen van klimaatverandering zijn doorgerekend (zie tabel 2). De belangrijkste conclusie is dat de faalkans in de nabije toekomst, rond 2030, is opgelopen naar 1:50 en dat de regio rond 2085 grofweg iedere tien jaar te maken krijgt met grootschalige overlast en schade als aan het systeem niets wordt verbeterd.

Tabel 2: Waterstandsstatistiek voor toekomstige klimaatscenario's. (Bron: Vermeulen e.a. (2017a), pagina 9)

Klimaat	2015	2030	2050	2085
Waterstand	Herhalingstijd [jaar]			
NAP-0,20 m	5	3	2-3	2-3
NAP-0,10 m	25	17	9-14	5-9
NAP+0,00 m	72	50	24-39	10-20

Onderhoud pompen gemaal IJmuiden

Voor noodzakelijk regulier onderhoud stelt Rijkswaterstaat (RWS) de pompen van het gemaal IJmuiden om de beurt tijdelijk buiten bedrijf. Het onderhoud, en zeker het groot onderhoud, wordt bij voorkeur in de zomermaanden uitgevoerd als de kans op hoge zeewaterstanden het kleinst is. Klein onderhoud wordt gepland in de wintermaanden, voor zover het nodig is. Klein onderhoud kan worden afgebroken als plotseling een hoogwatersituatie optreedt waarbij de pomp binnen afzienbare tijd weer in bedrijf kan zijn. Eén van de faalkansberekeningen laat zien dat het wegvallen van één pomp tijdens een maatgevende situatie grote impact heeft op het systeem.

Regulier onderhoud gemaal IJmuiden vergroot faalkans

Een scenario dat niet gelijk is aan dit onderhoudsregime, maar dat berekend is met een vaste lagere maalcapaciteit voor het gemaal IJmuiden van $-50 \text{ m}^3/\text{s}$ (dus 210 in plaats van de huidige $260 \text{ m}^3/\text{s}$), bijvoorbeeld bij het langdurig wegvallen van één pomp, leidt tot een faalkans 1:15. Dit laat opnieuw zien hoe sterk de faalkans reageert op de beschikbare pompcapaciteit bij IJmuiden. Goed en regelmatig onderhoud is essentieel om de kritieke kans op storingen zo klein mogelijk te houden. Strijdig daarmee is dat het onderhoud op zichzelf ook leidt tot een (hetzij tijdelijke) toename van de faalkans. Om dit te voorkomen kan het gemaal IJmuiden worden voorzien van reservepompcapaciteit, die ruimte biedt voor onderhoud zonder de faalkans te vergroten.

Bandbreedten van verbeteringen

Naast de SWM-maatregelen zijn systeemverbeteringen doorgerekend om het effect hiervan op de faalkans in beeld te brengen. De volgende vijf verbeteringen worden uitgelicht.

1. Extra pompen, in gemaal IJmuiden of in een nieuw gemaal

Een nieuw gemaal, los van IJmuiden, dat niet uitslaat op zee verlaagt de faalkans het sterkst

Berekend is de faalkans als het gemaal IJmuiden wordt uitgebreid met extra pompcapaciteit van $+50$ of $+100 \text{ m}^3/\text{s}$. Binnen dit scenario is gevarieerd met de storingsgevoeligheid van deze extra capaciteit. Enerzijds is de faalkans berekend wanneer deze extra capaciteit wordt toegevoegd aan het gemaal IJmuiden, zodat de kans op storingen samenhangt met dit gemaal. Anderzijds is de faalkans berekend bij extra pompcapaciteit, onafhankelijk van het gemaal IJmuiden en met een eigen storingskans. De faalkansen voor de hierboven aangehaalde voorbeelden zijn: 1:177 voor $+50 \text{ m}^3/\text{s}$ gekoppeld aan IJmuiden; 1:355 voor $+50 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1:704 voor $+100 \text{ m}^3/\text{s}$ onafhankelijk.

Deze berekeningen laten zien dat het *verdelen* van maalcapaciteit over *onafhankelijke* gemalen een veel gunstiger impact heeft op de faalkans dan het verlagen van de faalkans van het gemaal IJmuiden zelf of het vergroten van zijn maalcapaciteit. Zo wordt redundantie elders in het systeem gebracht. De impact wordt groter als dit nieuwe gemaal niet op de Noordzee afmaakt, maar op ander buitenwater, zoals het Markermeer of de rivier de Lek. In dat geval hebben hoge zeewaterstanden alleen effect op een deel van de totale afvoercapaciteit.

2. Afvoer naar Markermeer onder vrij verval

Verkend is het effect als water onder vrij verval kan worden afgevoerd naar het Markermeer. Dat kan nu bij de Oranjesluis uit het NZK en bij Muiden via de Vecht uit het ARK. Het Markermeer wordt dan ingezet als tijdelijke waterberging. Het streefpeil op het Markermeer bedraagt in de winter- en zomermaanden respectievelijk NAP -0,40 en -0,20 m. Het streefpeil op het NZK/ARK van NAP -0,40 m houdt in dat het waterpeil op het NZK/ARK al behoorlijk moet stijgen om te kunnen spuien. De berekende faalkans bij een aflaat onder vrij verval naar het Markermeer is 1:104.

Markermeer dient als tijdelijke waterberging. Een nieuw gemaal verkleint de faalkans, zodat het Markermeer kan worden ingericht als zoetwaterbuffer

Het Markermeer is voor het NZK/ARK momenteel de enige optie voor tijdelijke waterberging als afvoeren naar de Noordzee niet lukt. In de praktijk blijkt dat het waterpeil op het Markermeer bij de overheersende zuidwestenwind door afwaaiing gunstig kan zijn. Deze spui levert op die momenten een substantiële bijdrage aan de afvoer. Hierop kan echter niet permanent worden gerekend. Ook het doorgaans brakke NZK-water is niet op het Markermeer gewenst.

Als de bestaande plannen worden uitgevoerd om het waterpeil op het Markermeer te verhogen, vermindert dat de afvoermogelijkheden voor het NZK/ARK en vergroot het de faalkans. Een compensatie daarvoor kan de realisatie zijn van een nieuw gemaal, waardoor waterbeheerders niet meer afhankelijk zijn van spui onder vrij verval. Zo kan het waterpeil op het Markermeer worden opgezet voor de zoetwaterbuffervoorraad, zonder dat dit de faalkans in de NZK/ARK-regio vergroot.

3. Afsluitmogelijkheid Vechtboezem

Afsluiting van de Vechtboezem geeft mogelijk ruimte voor verhoging van de maximale waterstand NZK/ARK naar NAP +0,20 m

De Vechtboezem, die in beheer is bij het waterschap AGV, kan niet met (nood)keringen worden afgesloten van het ARK. Als dit in de toekomst wel kan is er een mogelijkheid het waterpeil in het NZK/ARK-systeem verder te laten stijgen dan het huidige plafond van NAP 0,00 m. Dat is gunstig voor de faalkans. In het programma Toekomstbestendig ARK/NZK is onderzocht in hoeverre de NZK/ARK-kaden voor deze verhoogde faalgrens moeten worden verstevigd (Rooij, d. 2020). Waternet heeft in 2019 onderzocht of het afsluiten van de Vechtboezem technisch mogelijk is (Huiting ea. 2019), geconcludeerd dat hierbij ook een gemaal in Muiden nodig is en heeft onderzocht of deze kan worden gebouwd (Ziel, v/d 2019).

Een nieuw gemaal in Muiden van 35 m³/s leidt tot een faalkans op het NZK/ARK van 1:186. Wordt het mogelijk een Vechtfront te sluiten dan is de faalkans voor het NZK/ARK-systeem 1:148. Als de faalgrens in het NZK/ARK aanvullend tot +20 cm wordt verhoogd naar NAP +0,20 m gaat de faalkans naar 1:615 jaar.

4. Wijziging aanvoer naar NZK/ARK-systeem

Toekomstige RO-ontwikkelingen kunnen faalkans vergroten

Gekeken naar het effect op de faalkans als meer water wordt aangevoerd naar het NZK/ARK-systeem. Dat kan bijvoorbeeld in de toekomst gebeuren als waterbeheerders polder- of boezemgemalen willen gaan vergroten, of als de verstedelijkingsopgave in de regio ondanks de ambitie onvoldoende klimaatneutraal wordt uitgevoerd. Bij een toename van de aanvoer van +50 m³/s is met een gelijkblijvend watersysteem de faalkans 1:21. Zo'n forse toename toont aan dat deze ontwikkelingen goed moeten worden ingepast.

5. Capaciteitsuitbreiding Katwijk en Den Helder

Verhogen afvoer direct uit NZK/ARK-systeem is zinvoller dan capaciteitsuitbreiding Katwijk en Den Helder

Ook is gekeken naar het effect op de faalkans als de noodzaak afneemt om overtollig water op het NZK/ARK-systeem te lozen door de capaciteit van andere gemalen uit te breiden, zoals het Rijnlandse gemaal bij Katwijk of het HHNK-gemaal in Den Helder. Bij die berekening is overigens niet onderzocht of de regionale boezems groot genoeg zijn om extra water naar de grotere gemalen toe te voeren. Voor het gemaal IJmuiden vormt dit, met het brede en diepe NZK, geen probleem, maar voor de regionale boezem is dat wel relevant. De berekeningen zijn uitgevoerd met een toename van de maalcapaciteit van +50 m³/s voor Katwijk en Den Helder samen. De faalkans op het NZK/ARK-systeem daalt dan naar 1:95. Dit resultaat laat zien dat deze uitbreiding niet sterk doorwerkt in de faalkans van het NZK/ARK-systeem. Uitbreidingen komen maar deels

ten goede aan het NZK/ARK-systeem en een lagere aanvoer werkt niet zo hard door op de faalkans als een hogere afvoer, zoals bij punt 1 hierboven naar voren komt.

Effect van selectieve onttrekking (SO)

Binnen enkele jaren wordt bovenstrooms van het spui- en maalcomplex IJmuiden de selectieve onttrekking (SO) aangelegd. Na de ingebruikname van de nieuwe grotere zeesluis in IJmuiden zal de zoutwaterintrek toenemen. De SO wordt aangelegd om dit tegen te gaan, door straks het zoute en het brakke water in het NZK eerder af te voeren dan het zoete water. Hij bestaat uit een spleet van 6,8 meter hoog over de gehele breedte van het spuikanaal, op ongeveer 500 meter bovenstrooms van het spui-/maalcomplex. De spleet bevindt zich op de hoogte van de waterbodem, waar zich het zwaardere brakke water bevindt. Voor een gedetailleerde beschrijving van de selectieve onttrekking (SO) wordt verwezen naar de RWS-notitie van Janssen (2020).

Het effect daarvan op de hoeveelheid water die na de aanleg via het spui-/maalcomplex naar zee kan worden afgevoerd is afhankelijk van de afvoersituatie. Met deze faalkansanalyse, waarbij een aantal afvoergebeurtenissen is doorgerekend, is bepaald dat de selectieve onttrekking (SO) een overwegend negatief effect heeft op de situaties die maatgevend zijn voor de faalkans. De faalkans neemt namelijk toe.

Selectieve onttrekking vergroot de faalkans. Een extra afvoerpomp van beperkte grootte compenseert dit.

Een belangrijke en nog enigszins ongewisse invoerparameter in de berekening is daarbij het spuislot (cm). Het spuislot is het waterstandverschil (eigenlijk het drukverschil) dat tussen het NZK en de Noordzee aanwezig moet zijn om te kunnen spuien. Het huidige spuislot zonder de SO is 12 cm, maar mogelijk kan dit na aanleg van de SO worden verkleind door de toenemende zoutgehalten in het Binnenspuikanaal. Dat zou voor de waterafvoer gunstig zijn, want dan kan eerder en langer water worden gespuid. Bij benadering kan wordt gezegd dat met een nieuw spuislot van 8 cm of minder de SO in zijn geheel de faalkans verkleint. Als dit straks niet lukt en het spuislot blijft ongewijzigd, dan vergroot de SO de faalkans naar 1:60. Een extra afvoer bij IJmuiden van +10 m³/s zou dit negatieve effect weer opheffen.

Overige resultaten SWM faalkansgroep

In deze notitie zijn de belangrijkste resultaten behandeld die in de faalkansanalyses naar voren zijn gekomen. Een ander interessant resultaat van de faalkansanalyses zijn de Aanvoerdurlijnen die de kans weergeven van een periode (dagen) van maximale wateraanvoer op het NZK/ARK. Ook is de nieuwe waterstandsstatistiek uitgewerkt, die is gebruikt bij de toetsingen van waterkeringen. Verder hebben de resultaten bijgedragen aan het actualiseren van de redeneerlijnen en is er veel informatie gegenereerd voor andere trajecten die worden gestart, zoals een nieuw Waterakkoord en het programma Toekomstbestendig NZK/ARK. Ook zijn mogelijkheden onderzocht van beslissingsondersteunende systemen en is de behoefte hieraan geïnventariseerd bij de diverse waterbeheerders.

Vervolg faalkansanalyse 2020, schadebepaling bij falen

In 2020 richten de analyses zich sterk op de schadebepaling bij het bereiken van de NZK/ARK-faalgrens, als polder- en boezemgemalen worden uitgezet en in polders wateroverlast en schade optreedt.

Referenties

- Huiting, D., G. Elfrink, R. Tijssen, 2019, Noodkeringen Vechtboezem en Amstelboezem. Notitie binnen Toekomstbestendig ARK/NZK. dd. 27 augustus 2019 (definitief).
- Janssen, H., Samenvatting effect Selectieve onttrekking en gevolg op Q-H kromme, 2020. RWS memo, maart 2020, geen kenmerk.
- Rooij, S. de, Verkenning verhogen Faalgrens, Deelrapport 2 van TB 4x verkenningen, 2020. Hydrologic en Aveco de Bondt.
- Vermeulen, C.J., R. Versteeg, en M. van den Brink, 2017a. Faalkansanalyse Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijnkanaal bij wateroverlast, Hoofdrapport. HKV Lijn in Water en HydroLogic. HKV documentnummer PR3393.10, sep. 2017.
- Vermeulen, C.J., R. Versteeg, en M. van den Brink, 2017b. Faalkansanalyse Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijnkanaal bij wateroverlast, Technisch achtergrondrapport. HKV Lijn in Water en HydroLogic. HKV documentnummer PR3393.10, sep. 2017.
- Vermeulen, C.J., en M. van de Brink, 2017c. Toelichting faalkansanalyse AGV. Memorandum. HKV documentnummer PR3393.10/P832.
- Vermeulen, C.J., en M. van den Brink, 2019. Nadere uitwerkingen faalkansanalyse Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijnkanaal bij wateroverlast. HKV Lijn in Water en HydroLogic. HKV documentnummer PR3393.20, jan. 2019.
- Vermeulen, C.J., en B. Kuiper, 2020. Slim Watermanagement, Aanvullende DEZY sommen ten behoeve van de faalkansanalyse NZK/ARK, 2020, HKV Lijn in Water. HKV documentnummer PR3393.30, jan. 2020.
- Ziel, F van der, 2019, Gemaal Muiden, eerste verkenning. Royal Haskoning/ DHV, Concept/F1.1 BG8496WAT_R001_06122019_F1.1, dec. 2019.