

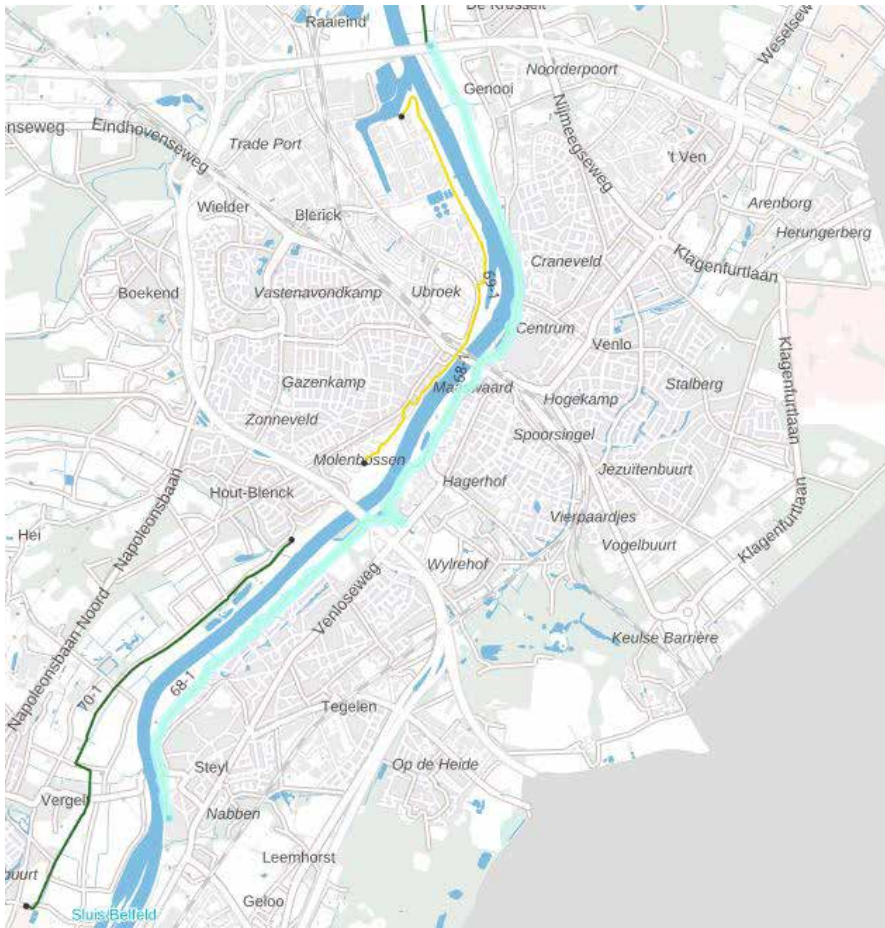
An aerial photograph showing a stone dike in the foreground, a paved parking lot with several cars, and a residential area with houses and trees in the background. The dike is a low wall made of dark stones, separating a grassy area from the parking lot. The parking lot is paved and contains a blue car, a red car, a white car, a dark car, and another white car. Behind the parking lot, there are several houses with red roofs and green trees. The background shows a hilly landscape with more houses and trees under a clear sky.

Dijkversterking Steyl-Maashoek  
met zelfsluitende kering

# Waterveiligheid garanderen zonder dorpsgezicht op te offeren

Rond de Maas is waterveiligheid van oudsher een grote uitdaging, zoals elders in deze OTAR valt te lezen. Waterschap Limburg heeft dan ook een grote opgave in het landelijke Hoogwaterbeschermingsprogramma. Een urgente en bijzondere uitdaging lag er bij Steyl-Maashoek. Vernieuwing van de verzwakte dijk was nodig, terwijl het rijksbeschermd dorpsgezicht van kloosterdorp Steyl behouden moest blijven. Een innovatieve zelfsluitende kering biedt een veilige en betrouwbare oplossing.





Normtraject 68-1 Venlo, een dijktraject van meer dan 10 km langs de Maas, van Steyl-Maashoek in het zuiden tot de A67 in het noorden.

kering. Daardoor kan het uitzicht - vanuit het dorp op de rivier en vanaf de rivier op het dorp - worden gespaard. “Vervolgens hebben we een marktconsultatie gehouden: welke typen keringen waren beschikbaar en zou er überhaupt een partij inschrijven?” Roubos: “We zijn in Spakenburg gaan kijken, waar in de historische haven voor het eerst een zelfsluitend systeem in een primaire waterkering is toegepast. Dat ging wel over een bescheidener hoogte-opgave dan hier.”

### Ruimtelijke inpassing en kwaliteit

Vanwege het achterland - Venlo met zijn grote inwonertal en industrie - legde de Waterwet de lat voor waterveiligheid hoog, aldus Van de Hoef. “Maar vanwege dat dorpsgezicht wilden we een flexibele kering toepassen. Een demontabele wand met planken, die ook het dorpsgezicht intact zou laten, bleek logistiek niet langer haalbaar. Als waterschap hebben wij al het grootste areaal demontabele waterkeringen van Nederland. Ons beleid is daarom waar mogelijk te saneren. Soms kiezen we voor een glazen kering en als het niet anders kan, ontwerpen we vaste drempels zo hoog mogelijk. Hier zijn we op een zelfsluitend systeem uitgekomen, voor de beste combinatie van betrouwbaarheid en ruimtelijke inpassing.” Dat was een reële optie, zo bleek uit de marktconsultatie, en dit werd bevestigd in de aanbesteding, waarop drie inschrijvingen kwamen.

Het dijkvak Steyl-Maashoek, slechts 245 m lang, maakt deel uit van het veel grotere normtraject 68-1 Venlo. Het gehele dijktraject is meer dan 10 km lang, loopt van Steyl-Maashoek in het zuiden tot de A67 in het noorden en beschermt Venlo tegen overstromingen. “Het dijkvak Steyl-Maashoek is een zwakke schakel in het normtraject en stond daarom hoog op de prioriteitenlijst voor dijkversterking”, zegt Jasper van de Hoef, projectmanager bij Waterschap Limburg. “Maar we dienden rekening te houden met een rijksbeschermd dorpsgezicht dat behouden moest blijven.” Tijdens een hoogwater in 2003 was al eens een coupure - een doorgang in de waterkering die tijdelijk met schotten was dichtgezet - bezweken, waardoor Steyl-Maashoek was geïnundeerd. “Bij een volgend hoogwater in 2011 werden zandmeevoerende wellen geconstateerd”, vult collega en technisch manager John Roubos aan. “Er liep veel water onder de kering door. De oude constructie was best stevig, maar er zat geen kwelwandscherm onder.” Waterschap Limburg stelde een calamiteitenplan op en dat werd bij het hoogwater van 2021 voor het eerst uitgevoerd, meldt

Van de Hoef. “We hebben toen in Steyl het plein achter de kering onder water gezet om tegendruk te geven aan het kwelwater.”

### Noodzakelijke dijkvernieuwing

Kortom, de urgentie was groot en daarom was in 2016 al een verkenning voor de noodzakelijke dijkvernieuwing gestart, vertelt Van de Hoef. “Die hebben we begin 2019 afgerond, met als conclusie dat er een zelfsluitende kering moest komen.” Zo’n kering is alleen actief in de spaarzame gevallen van gevaarlijk hoogwater. De rest van de tijd verzorgt een lagere vaste drempel de water-



De oude kering met lage drempel (voor het uitzicht) en op de voorgrond de coupure.

Hoogwater in 2003, met een demontabele wand op de vaste kering en water op het plein door het bezwijken van de coupure.



### Ruimte voor de markt

“De aanbesteding voor dit opmerkelijke project was zelf ook bijzonder”, schetst Roubos. “Wij hebben de technische randvoorwaarden voor een superveilige waterkering opgesteld en een esthetisch programma van eisen geschreven. Daarbinnen hebben we de markt de ruimte gegeven om met oplossingen te komen. Dat heeft goed uitgepakt. Die samenwerking met marktpartijen is niet altijd vanzelfsprekend. Ik ben er trots op hoe we het planfasetraject parallel aan het aanbestedingstraject hebben doorlopen. Onze vergunning was nog niet rond toen we al met de aanbesteding bezig waren. Sterker nog, we hebben toen in concurrentiegerichte dialoog gesproken met de deelnemers en informatie uitgewisseld. Dat heeft ons geholpen om de puntjes op de i te zetten in het projectplan Waterwet.”

### Vlotterkering

De winnende aanbesteding voor dit traject was van de bouwcombinatie Dijkzone Alliantie (Ploegam, Dura Vermeer en Hollandia Infra) met De Vlotterkering®. Deze zelfsluitende kering is een uitvinding van Vlotterkering B.V., die de Dijkzone Alliantie in zijn portfolio heeft opgenomen. Een lichtgewicht vlotter van EPS (piepschuim) ligt in een betonnen bak en is verbonden met een scharnierende stalen klep die in rust als deksel op de bak

fungeert. Bij hoogwater stroomt er water in de bak, waardoor de vlotter gaat drijven en de klep omhoogkomt. Dat gaat vanzelf en heel gecontroleerd in een rustig tempo. Bij Steyl-Maashoek ligt de kering buitendijks voor de muur die als vaste drempel fungeert. In de normale, niet-geactiveerde toestand kunnen mensen eroverheen lopen, als over een ‘balkon aan de Maas’. De andere twee inschrijvingen boden andere zelfsluitende systemen aan die kwalitatief vergelijkbaar waren. Alle drie werden beoordeeld op tech-

nische haalbaarheid en ruimtelijke kwaliteit en inpasbaarheid. De extra verblijfsruimte aan de buitenzijde, die de omwonenden iets meer privacy biedt, was een pluspunt bij de beoordeling van het ontwerp van de Dijkzone Alliantie. Van de Hoef: “Hier is de techniek niet verstopt, uit het zicht gehouden, maar gebruikt om kwaliteit toe te voegen. Zo hebben wij bij de beoordeling de focus gelegd op kwaliteit, meer dan op prijs.”

## Hoogwaterbeschermingsprogramma

De dijkversterking in Steyl-Maashoek is onderdeel van het landelijke Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), de grootste dijkversterkingsoperatie sinds de Deltawerken. In dit programma verbeteren waterschappen en Rijkswaterstaat de komende dertig jaar ruim 2.000 kilometer aan dijken in heel Nederland. Ongeveer 175 km hiervan ligt in Limburg.

Waterschap Limburg werkt iedere dag aan sterke dijken om bewoners en bedrijven in het Maasdal te blijven beschermen tegen het toekomstige hoogwater. Dat vraagt om slim samenspel met partners en betrokkenen. Samen bepalen ze wat belangrijk is voor het gebied. Zo wordt met het oog op de toekomst gebouwd aan een hoogwaterveilig én aantrekkelijk Limburgs Maaslandschap.

[www.waterschaplimburg.nl/dijkversterking-steyl-maashoek](http://www.waterschaplimburg.nl/dijkversterking-steyl-maashoek).

Het ontwerp van de zelfsluitende kering (boven), met de klepdelen die bevestigd aan de drijflichamen bij hoogwater vanzelf omhoogkomen. Onder: het balkon aan de Maas met aan de linkerzijde een van de twee poorten die de kering begrenzen.



Een animatie van de waterkering is beschikbaar via de link van de QR-code.

### Nauwkeurige afdichting

De klepdelen keren een waterhoogte van 3,5 meter. De kering bestaat uit twaalf klepdelen over een lengte van 134 m, aan weerszijden afgesloten met een poort. De klepdelen zijn flexibel met elkaar verbonden en moeten tot op de centimeter nauwkeurig gelijktijdig bewegen en afsluiten met rubberen afdichtingen. “De aannemer is in een mock-up op ware schaal lang bezig geweest met het perfectioneren van de waterafdichting”, vertelt Roubos. “Tussen de kleppen onderling gaat dat prima. Aan beide uiteinden moeten de kleppen afdichten op een verticale wand, een strakke RVS plaat die in de poort is geïntegreerd.

Die afdichting bleek een lastige opgave, met name om de hoeken waterdicht te krijgen.” Door beide poorten loopt een fietspad. Daar bevinden zich nog twee zelfsluitende klepdelen van 4 meter breed.

### Risicoanalyse

Gevraagd naar de risico's, zegt Roubos dat het grootste risico bij de bouw inmiddels is beheerst. “Dat was de aanleg van een damwandscherm en een complex palenveld voor onder de nieuwe kering. Het was een puzzel om alles op de juiste plek te krijgen, met nog veel oude palen in de grond waarbij er onzekerheid bestond over hun werkelijke positie. Dat probleem is inmiddels

getackeld, alle palen en de damwand zitten erin. Nu gaat onze aandacht uit naar het vervaardigen en plaatsen van de kleppen. Hollandia gebruikt mallen om ze met extreme nauwkeurigheid allemaal exact hetzelfde te maken. De kleppen worden 3D gescand en vergeleken met het ontwerp om ze te controleren op maatvoering. Ook voor het bepalen van de juiste bevestigingspunten voor de kleppen bij het betonstorten worden mallen gebruikt.”

Is de kering eenmaal succesvol geïnstalleerd, wat zijn dan de risico's in het functioneren? Volgens de norm mag de kering slechts één keer in de 100.000 jaar falen op het sluiten. “Die orde grootte vraagt om een heel specifieke onderbouwning. Daarvoor hebben we een foutenboomanalyse uitgevoerd. Alle denkbare scenario's die kunnen bijdragen aan het niet functioneren van een klepdeel, hebben we uitgeschreven en daar kansen aan toegekend en combinaties van kansen.”

### Redundantie

Cruciaal voor de betrouwbaarheid is de redundantie in het systeem. Zouden bijvoorbeeld de instroomopeningen in de bak verstopt raken, dan stijgt het rivierwater iets verder en loopt alsnog over de rand de bak in. Verder draait elk klepdeel om vier scharnieren; daarvan mag er één bezwijken en dan werkt het nog steeds. En mocht een klepdeel onverhoopt weigeren, dan wordt dat middels een haaksysteem door de 'buren' meegetrokken. “Dit zijn allemaal zekerheden in de foutenboomanalyse”, zegt Roubos. “We hebben zelfs getoetst op een flinke brand, waarbij een bepaald percentage van de drijflichamen is verbrand. Dan is alsnog het drijvend vermogen van het geheel zo groot dat de kering dichtgaat.”

### Kostbare oplossing

Het systeem voldoet aan de extreem strenge waterveiligheidsnorm dankzij de combinatie met een vaste drempel die 70 centimeter

# ‘Een overtuigende integratie van techniek en ruimtelijke kwaliteit’

hoger is dan bij de oude kering. Dat doet toch enige afbreuk aan het uitzicht van de bewoners, reden waarom die in het geweer kwamen. De Raad van State stelde het waterschapechter in het gelijk. Van de Hoef: “We hebben de mensen uitgebreid betrokken bij het project, het ontwerp van de kering en de inrichting van het plein. En samen met de aannemer informeren we hen over de uitvoering. Maar ze hadden geen inspraak bij het technisch beoordelen van de oplossing.”

De inwoners mogen toch blij zijn met gedeeltelijk behoud van het dorpsgezicht, want de keuze voor een zelfsluitende kering is niet vanzelfsprekend, verklaart Roubos. “We zijn streng bevraagd over de noodzaak van deze kostbare oplossing. De ervaring die we hier hebben opgedaan, heeft al wel geresulteerd in een tweede project met dit systeem, de dijkversterking Arcen. Vanwege de strikte regels van de subsidieregeling is daar cofinanciering nodig. Gemeente, provincie, bewoners en Stichting Nationaal Rampenfonds dragen daarom bij.”

## Inventieve oplossing

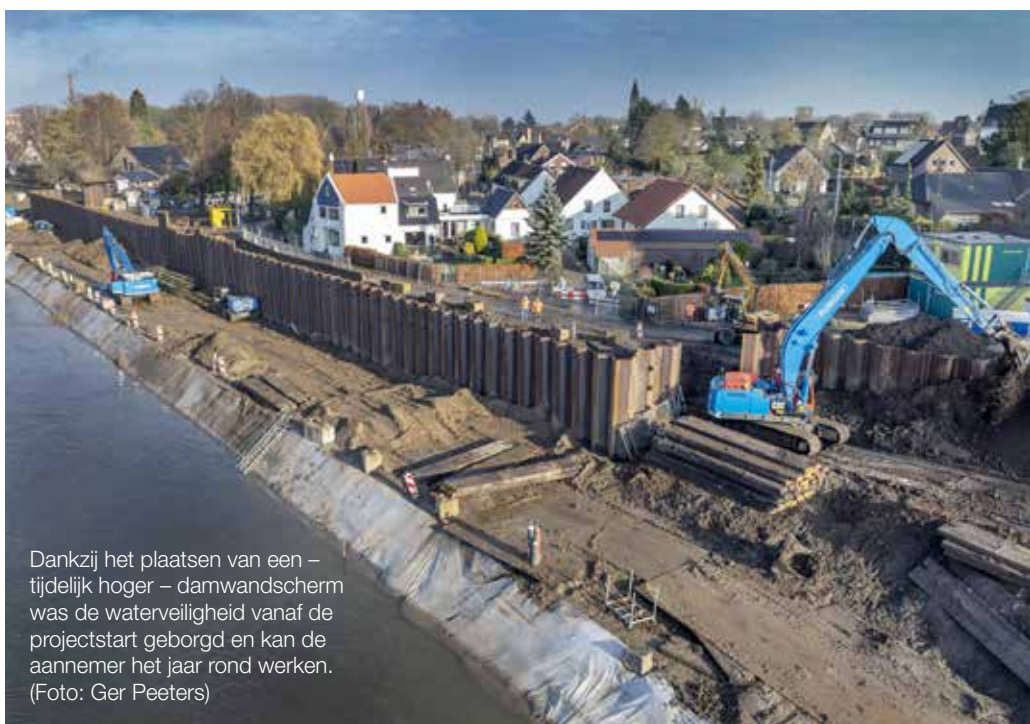
De werkzaamheden zijn in 2023 gestart met het aanbrengen van een damwand als tijdelijke waterkering. “De aannemer heeft toen eerst het werk aan de buitenkant op orde gebracht, terwijl hij ondertussen nog bezig was met het ontwerpen van de zelfsluitende kering. De aanleg daarvan is gestart met de sloop van de oude kering. Dat kon veilig achter die damwand. In elk project wordt invulling gegeven aan het borgen van de waterveiligheid tijdens de bouw. Maar het is uniek dat de aannemer hier uit zichzelf, al in de tenderfase, voor deze oplossing heeft gekozen.” De damwand gaat uiteindelijk in de definitieve situatie als kwelscherm en stabiliteitsscherm fungeren en heeft voor de tijdelijk functie als waterkering een overlengthe gekregen. Wanneer de kering bijna klaar is, wordt de damwand afgebrand tot op de definitieve

hoogte en met de bakconstructie verbonden. Bijkomend voordeel van de tijdelijk hogere damwand is dat de aannemer het jaar rond kan werken, ook tijdens het normaliter gesloten seizoen. Van de Hoef: “Een oplossing met big bags, die we tijdens hoogwater vaker toepassen, is vanwege de benodigde hoogte hier niet mogelijk. Dan is dit een pragmatische oplossing waarmee hij twee vliegen in één klap slaat.” Na de bouwvak 2024 volgt de installatie van de kleppen, die nu bij Hollandia in Krimpen a/d IJssel worden geproduceerd. Daarmee wordt net voor de volgende winter de mijkpaal hoogwaterveilig bereikt.

## Onderhoud

Onderdeel van de aanbesteding was het optioneel kunnen opdragen van het onderhoud van de kering voor de eerste twintig jaar. Voor de periode 20-100 jaar moest een ‘lifecycle costing’ berekening worden gemaakt. Dat was bedoeld als stimulans om een systeem te ontwerpen dat voor de lange termijn zo weinig mogelijk onderhoud behoeft, verklaren Van de Hoef en

Roubos. “Zodat onze beheerorganisatie er weinig werk aan heeft en bijvoorbeeld zo min mogelijk de rubbers hoeft te vervangen. Dit heeft in de aanbesteding goed uitgekapt.” Uiteraard wordt de kering goed gemonitord, zegt Roubos. “Ook al is die superbetrouwbaar, elk jaar gaat de kering mee in onze oefencyclus en testen we de sluiting. We gaan meer proefsluitingen doen dan dat de kering vanwege hoogwater moet sluiten.” Want de verwachting, gebaseerd op de statistieken van de Maas-waterstanden, is dat de kering eens in de vijf jaar zal worden geactiveerd. “Met terugwerkende kracht zou dat bij het hoogwater in 2021 zijn gebeurd”, weet Van de Hoef. Activatie gebeurt al ruim voordat het water de hoogte van de vaste drempel heeft bereikt, tekent Roubos aan. “Dat de kering ook echt water boven de vaste drempel moet tegenhouden, zal dus nog minder vaak zijn.” Anderzijds, de kering moet veiligheid én uitzicht bieden en die functie zal elke dag worden vervuld. Van de Hoef is er trots op: “Een overtuigende integratie van techniek en ruimtelijke kwaliteit.”



Dankzij het plaatsen van een – tijdelijk hoger – damwandscherm was de waterveiligheid vanaf de projectstart geborgd en kan de aannemer het jaar rond werken. (Foto: Ger Peeters)