

Toekomstgericht waterbeheer Rijnland

Impact klimaatverandering en ruimtelijke ontwikkelingen

Deelrapport fase 1, 11 april 2025

25.XXXXXX, versie 0.1 (concept)



**droge voeten
schoon water**



Hoogheemraadschap van
Rijnland

Inhoudsopgave

01 – Inleiding	3
02 – De vijf belangrijkste conclusies	5
03 – Vier onderzoeksvragen voor het vervolg	8
04 – Het klimaat verandert en de bodem daalt	13
05 – Voldoende water, wateroverlast	18
 Intermezzo – wat als de Limburgbui valt?	 27
 06 – Voldoende water, zoetwatervoorziening	 29
07 – Schoon en gezond water	40
08 – Waterveiligheid	48
 BIJLAGE 01 – Woordenlijst	 56
BIJLAGE 02 - Bouwstenen wateroverlast	60
BIJLAGE 03 - Bouwstenen zoetwatervoorziening	63
BIJLAGE 04 - Bouwstenen schoon en gezond water	67
BIJLAGE 05 - Bouwstenen waterveiligheid	70

Auteurs:

Erwin de Groot
Mark Kramer
Ilhame Oejamaa
Robert Schellen
Jasperien de Weert

Met bijdragen van diverse Rijnlandse collega's.

01 – Inleiding

Vorbereiden op de toekomst

Rijnland draagt bij aan een klimaatrobuuste leefomgeving waarin we ook over twintig en honderd jaar nog veilig en gezond kunnen wonen, werken en genieten. Eén van de grote uitdagingen van deze tijd is het omgaan met onzekerheid en toenemende complexiteit. Klimaatverandering, de grote (ruimtelijke) opgaven en afnemende biodiversiteit zijn een paar voorbeelden die grote invloed hebben op onze omgeving én het werk van Rijnland. Eerdere besturen hebben hiervoor een stevige basis gelegd, zoals de aanleg van de twee piekbergingen, investeringen in de waterkwaliteit, de uitbreiding van de zoetwateraanvoer en de versterkingen van onze waterkeringen. Het uitgangspunt is goed. Maar een watersysteem is nooit af.

Water is overal

Het Hoogheemraadschap van Rijnland werkt elke dag aan droge voeten en schoon water. We bouwen dijken, regelen het waterpeil, baggeren watergangen en zuiveren het water voor stad en platteland. Het is een continu proces van investeren, vernieuwen, afstemmen en beheren. Dat doen we in een dichtbevolkt gebied met 1,3 miljoen inwoners dat voor 90% onder zeeniveau ligt en bijzondere natuurgebieden en cultuurlandschappen kent zoals de Nieuwkoopse Plassen en het Groene Hart. Een gebied dat een hoge economische waarde heeft door de aanwezigheid van talloze bedrijven, Schiphol en belangrijke land- en tuinbouwgebieden als Boskoop, Haarlemmermeer, Aalsmeer en de Duin- en Bollenstreek.



Studie Toekomstgericht waterbeheer Rijnland

In de studie Toekomstgericht waterbeheer Rijnland onderzoeken we de mogelijke gevolgen van klimaatverandering en ruimtelijke ontwikkelingen voor het watersysteem en het Rijnlands gebied. Dit onderzoek beslaat zowel de middellange termijn (zichtjaar 2050) als de lange termijn (zichtjaar 2100). We richten ons daarbij op al onze taken: waterveiligheid, voldoende water en schoon en gezond water. We kijken daarbij niet alleen naar wat we zelf kunnen en moeten doen als waterschap, maar nadrukkelijk ook welke maatregelen nodig zijn in de ruimtelijke inrichting als onderlegger voor de ruimtelijke keuzes die bijvoorbeeld door de provincies moeten worden gemaakt.

Bij het beantwoorden van deze vragen spelen de klimaatscenario's van het KNMI een belangrijke rol. Deze scenario's bevatten kerncijfers voor een groot aantal indicatoren van klimaatverandering in Nederland. We kijken nadrukkelijk ook naar andere ruimtelijke en maatschappelijke ontwikkelingen, omdat deze grote invloed kunnen hebben op het toekomstige waterbeheer. Denk bijvoorbeeld aan de toenemende verstedelijking en het effect daarvan op versnelde afstroming van neerslag naar het watersysteem. Of denk aan het vernatten van het veenweidegebied om bodemdaling en CO₂-uitstoot te beperken, wat meer zoet water vraagt.

Denken in scenario's

Rijnland heeft geen glazen bol. De toekomst is geen stip op de horizon, maar gaat gepaard met onzekerheden en daardoor een waaier aan mogelijke toekomsten. In die waaier aan mogelijke toekomsten willen we graag trends en ontwikkelingen ontdekken op basis waarvan keuzes worden gemaakt. Om die trends en ontwikkelingen te kunnen ontdekken werken we met scenario's van het KNMI en het Deltaprogramma. Deze scenario's schetsen hoe het toekomstige klimaat in Rijnland eruit kan zien. De scenario's zijn mogelijke

toekomstbeelden en geen prognoses. We kennen expliciet geen waarschijnlijkheden toe aan individuele scenario's. Afhankelijk van diverse ontwikkelingen zijn ze allemaal mogelijk. Het gaat er om ons zo robuust mogelijk voor te bereiden op alle denkbare toekomst.

Onze aanpak

De studie bestaat uit drie fases: (1) impactanalyse, (2) opinievorming en (3) besluitvorming. De eerste fase, de impactanalyse, is afgerond. De resultaten van de impactanalyse staan in dit rapport en dient als tussenproduct voor de volgende projectfases.

Fase	Onderdeel	Toelichting	Periode
1	Beeldvorming	Impactanalyse: uitvoeren berekeningen	2024
2	Opinie	Uitwerking mogelijke maatregelen en het gesprek hierover met de stakeholders en het bestuur	2025
3	Besluitvorming	Robuuste strategie & routekaart	Eerste kwartaal 2026

Tabel 1. Projectfasering

We werken in de studie toe naar het volgende eindresultaat:

- **Inzicht & bewustwording**

We verwerven **inzicht** in de gevolgen van klimaatverandering en (ruimtelijke) ontwikkelingen op het waterbeheer, wat dit kan betekenen voor de verschillende stakeholders en functies in het gebied en welke maatregelen genomen kunnen worden om waar mogelijk gevolgen te beperken.

In fase 2 gaan we in gesprek met onze stakeholders (inwoners, bedrijven, overheden, landbouw- en milieuorganisaties) om bewustwording te creëren over de mogelijke klimaateffecten. We willen ook horen wat dit voor onze stakeholders betekent en wat nodig is voor een duurzame leefomgeving.

- **Robuuste strategie & routekaart**

Op basis van de bovenstaande analyses en gesprekken met onze stakeholders stellen we een zo **robuust mogelijke strategie** op. Hierin staat hoe Rijnland omgaat met de gevolgen van klimaatverandering en ruimtelijke ontwikkelingen. We maken onderscheid naar concrete maatregelen voor de korte en middellange termijn (tot 2050) en een strategie voor de lange termijn (2100). Vervolgens leggen we in een **routekaart** vast wie, wanneer welke acties oppakt.

- **Basis voor ons investeringsprogramma en onze inzet richting onze stakeholders**

De resultaten van deze studie zijn belangrijk voor de voorbereiding van onze organisatie op de toekomst. Ze vormen het kader voor ons investeringsprogramma en het nieuwe waterbeheerprogramma dat in 2028 moet worden vastgesteld. Daarnaast zijn ze een belangrijk referentiepunt voor onze inzet naar stakeholders over ruimtelijke randvoorwaarden. De studie biedt ook waardevolle inzichten die andere overheden, zoals gemeenten en provincies, helpen bij het maken van beleidskeuzes en plannen voor de ruimtelijke ordening.

Leeswijzer

In hoofdstuk 02 worden de vijf belangrijkste conclusies uit de impactanalyse gepresenteerd. In hoofdstuk 03 worden, op basis van de conclusies, de onderzoeksvragen voor de vervolgfase toegelicht. Hoofdstuk 04 vat de resultaten van de nieuwste KNMI-klimaatscenario's samen. In de daaropvolgende hoofdstukken tonen we voor de Rijnlandse taken de mogelijke gevolgen van klimaatverandering in relatie tot andere ruimtelijke ontwikkelingen: wateroverlast (05), zoetwatervoorziening (06), schoon en gezond water (07) en waterveiligheid (08).

Tussen hoofdstuk 05 en hoofdstuk 06 besteden we in het **intermezzo** aandacht aan de vraag: 'Wat als de Limburg bui in Rijnland was gevallen?'.

02 – De vijf belangrijkste conclusies

1. Het Nederlandse klimaat verandert in hoog tempo

Dit gaat gepaard met toenemende temperaturen en hittegolven, zeespiegelstijging, zware regenbuien en droogteperioden. Het PBL-rapport Klimaatrisico's in Nederland laat zien dat de huidige klimaatontwikkelingen nu al grote impact hebben op ons dagelijkse leven. Naar verwachting zal deze impact in de toekomst alleen maar groter worden. Daarnaast zijn er andere ontwikkelingen, zoals woningbouw en de vernatting van het veenweidegebied, die de uitdagingen verder vergroten. Klimaatadaptatie, oftewel het aanpassen aan klimaatverandering, is urgent en vraagt om keuzes en regie van het Rijk. Maar wat betekent dat dan precies voor het Rijnlands gebied? Hoe kunnen en moeten we ons weerbaar maken en welke keuzes kan Rijnland zelf maken? In dit hoofdstuk leest u een samenvatting hiervan.

2. Door klimaatverandering neemt de druk op het watersysteem én het Rijnlands gebied toe

Het IPCC-rapport uit 2021 en de klimaatscenario's van het KNMI uit 2023 tonen aan dat klimaatverandering sneller gaat dan verwacht, vooral met toenemende extreme weersomstandigheden. Dit heeft grote gevolgen voor het Rijnlandse watersysteem en gebied. Hoewel we deze effecten al kennen, bieden deze studies vooral nieuwe inzichten in de **omvang** en **timing** van de diverse klimaateffecten, bij de verschillende klimaatscenario's. Daarmee kunnen we gericht op zoek naar mogelijke maatregelen. Hieronder een samenvatting van de belangrijkste effecten voor het Rijnlands gebied. In de volgende hoofdstukken gaan we dieper in op de effecten.

- **Hogere temperaturen:** de gemiddelde temperatuur stijgt, waardoor ook onze sloten en meren warmer worden. In 2100 kan de dagtemperatuur van ondiepe wateren een kwart van het jaar boven de kritische grens van 25 graden Celsius komen te liggen. Hogere watertemperaturen hebben gevolgen voor de ecologische waterkwaliteit, zoals de toename van de groei van blauwalgen, meer zuurstofloosheid en vissterfte en meer negatieve zwemadviezen. Vooral in ondiepe wateren met te hoge concentraties voedingsstoffen zijn de gevolgen groot.
- **Versnelde zeespiegelstijging:** de stijgende zeespiegel bedreigt laaggelegen gebieden en rivierdelta's, wat de druk op de primaire keringen langs onze kust en de Hollandsche IJssel verhoogt en verzilting in met name de binnenduinrand doet toenemen. Het huidige beleid houdt rekening met de verwachte zeespiegelstijging tot 2050. Na 2050 wordt de onzekerheid over hoe snel de zeespiegel stijgt groter en lopen de klimaatscenario's voor wat betreft zeespiegelstijging uiteen. Hoe we hier het beste mee kunnen omgaan wordt onderzocht in het nationale Kennisprogramma Zeespiegelstijging, waarvan de resultaten rond 2026 beschikbaar komen. Rijnland neemt actief deel aan dit kennisprogramma.
- **Veranderende neerslagpatronen:** de kans op droge perioden en hevige neerslag neemt toe, wat gevolgen heeft voor de zoetwaterbeschikbaarheid, overstromingsrisico's, waterkwaliteit en stabiliteit van regionale waterkeringen. Voor onze polders betekent dit dat op basis van het huidige klimaat 20 procent van de peilvakken niet aan de provinciale norm voor wateroverlast voldoet. Dit percentage zal, als we niets doen, richting 2100 toenemen tot 30 procent. Daarnaast zullen droge perioden veel vaker gaan voorkomen. In het meest ingrijpende scenario komt een droogte zoals in 2018 bijna jaarlijks voor.

Deze ontwikkelingen beïnvloeden onze leefomgeving: vaker wateroverlast met schade aan woningen en bedrijven, en vaker droge perioden waardoor de zoetwaterbeschikbaarheid afneemt, met gevolgen voor landbouw en natuur. Droge perioden kunnen ook leiden tot lage grondwaterstanden, wat dijken en houten funderingen kan aantasten en bodemdaling in veengebieden versnelt met meer CO₂-uitstoot tot gevolg.

- **Zeer hoge en zeer lage rivierafvoeren:** de Rijn, van oudsher gevoed door zowel smeltwater als regen, verandert in hoog tempo in een rivier die alleen wordt gevoed door regen. Gecombineerd met toenemende langdurige droge perioden in het stroomgebied van de Rijn, zorgt dat ervoor dat in de lente en de zomer de kans op laagwater toeneemt. Dit brengt uitdagingen voor het waterbeheer met zich mee, zoals de aanvoer van voldoende zoet water in droge perioden naar onze regio, met alle gevolgen voor de landbouw en natuur van dien. Anderzijds neemt de kans op hoogwater in de winter juist toe door meer neerslag die als regen valt

binnen het stroomgebied van de Rijn.

- **Toenemende verzilting in droge perioden:** afhankelijk van de snelheid waarmee de zeespiegel stijgt, de frequentie van droge perioden toeneemt en de toename van de watervraag, zal de Rijnlandse boezem vanaf 2050 merkbaar in toenemende mate verzilten, vooral in het bollengebied en het zuidelijke deel (de Gouwe). Dit zijn juist de gebieden met zoutgevoelige teelten. Ook kan dit grote gevolgen hebben voor de natuur.

3. We ervaren de gevolgen van klimaatverandering nu al

De afgelopen vijf jaar hebben we in het Rijnlands gebied te maken gehad met zowel extreme hoeveelheden neerslag als langdurige droge perioden. Wat vooral opvalt, is dat weersextremen steeds vaker optreden en groter zijn qua gebiedsomvang. Een paar voorbeelden:

- Op 5 september 2018 viel in Boskoop en Nieuwkoop en omgeving meer dan 150 millimeter neerslag in een paar uur tijd, met overlast en schade tot gevolg. Deze calamiteit vond plaats tijdens een zeer droge periode, waarin we al weken zoet water via alternatieve aanvoerroutes (de KWA) naar het Rijnlands gebied aanvoerden.
- In recente jaren (zoals 2018, 2022 en 2023) waren het voorjaar en de zomer zeer droog, met zeer lage Rijnafvoeren. De zoetwaterbeschikbaarheid stond in deze jaren in onze regio flink onder druk. In het jaar 2024 daarentegen viel een record hoeveelheid regen.
- Door de relatief hoge temperaturen krijgen de laatste jaren steeds meer zwemwateren, ook al vroeg in het zwemseizoen, een negatief zwemadvies vanwege de groei van blauwalg.

4. Ook door andere ontwikkelingen zoals de grote woningbouwopgave, neemt de druk toe

Naast klimaatverandering zien we dat de druk op het gebied en het watersysteem toeneemt door andere (ruimtelijke en maatschappelijke) ontwikkelingen. Hierdoor worden klimaateffecten versterkt. Enkele voorbeelden zijn:

- **Beperken bodemdaling en CO₂-uitstoot in veenweidegebieden:** het remmen van bodemdaling en het verminderen van CO₂-uitstoot in veenweidegebieden vereist extra zoet water. Dit water is tijdens droge perioden mogelijk niet altijd beschikbaar.
- **Schaarse ruimte en grote vraag naar woningen:** In onze regio is ruimte schaars, terwijl de vraag naar ruimte groot is, bijvoorbeeld voor de bouw van meer dan honderdduizend woningen. Als er op de verkeerde locaties en/of op de verkeerde manier wordt gebouwd, kan dit de kwetsbaarheid voor wateroverlast in het hele gebied vergroten. Ook leidt waardevermeerdering door fors meer bouwen in polders mogelijk tot extra versterkingsopgaven van de waterkeringen.

Water en bodem sturend in de ruimtelijke ordening

Het is belangrijk dat onze steden, polders en natuurgebieden klimaatbestendig worden ingericht. Dat geldt niet alleen voor nieuwe gebiedsontwikkelingen, maar juist ook voor de bestaande bebouwing in steden, het platteland en de natuurgebieden. Ook inwoners en bedrijven moeten zelf maatregelen nemen om weerbaar te zijn tegen de gevolgen van klimaatverandering.

Het creëren van een zo toekomstbestendig mogelijk watersysteem leidt tot de noodzaak om water en bodem een belangrijke bepalende rol te geven in de ruimtelijke ontwikkeling. Dit is een voorwaarde voor een duurzame leefomgeving voor alle flora en fauna, inwoners en bedrijven in Rijnlands gebied. Te veel of juist te weinig water schaadt alle ruimtelijke functies en ontwikkelingen, maar is een realistisch risico als de houding ten opzichte van het watersysteem niet verandert. Bij alle nieuwe ontwikkelingen in het Rijnlands gebied moeten we rekening houden met de beperkingen en mogelijkheden van het water- en bodemsysteem. In het Rijnlands programma 'Water en Bodem Sturend' zetten we hier dan ook op in.

Een gezamenlijke aanpak voor Centraal Holland

Het water en bodem sturend principe leidt tot keuzes op een hoger schaalniveau dan het Rijnlands gebied, omdat het deel uitmaakt van het stroomgebied van de Rijn. Beslissingen die bovenstrooms, tot in Zwitserland, worden genomen, kunnen invloed hebben op het Rijnlands gebied. Onze wateropgaven en oplossingen zijn dus deels grensoverschrijdend. Daarom werken we samen aan een toekomstbestendige regio met alle relevante partijen in nationale en regionale programma's, zoals het Nationale Deltaprogramma, deltaregio Centraal Holland, de NOVEX-gebieden en de provinciale omgevingsvisies.

5. Een weerbaar gebied: omgaan met onvermijdelijke en beïnvloedbare consequenties

In de volgende hoofdstukken is voor de thema's wateroverlast, watertekort, waterkwaliteit en waterveiligheid uitgewerkt wat de impact van klimaatverandering is op het Rijnlandse watersysteem en gebied. Uit die analyses blijkt dat niet alle knelpunten op te lossen zijn met alleen maatregelen in het watersysteem: met alleen grotere gemalen en nog hogere dijken redden we het niet. We constateren dat we op termijn **onvermijdelijk** te maken krijgen met ontwikkelingen die ons dwingen anders om te gaan met het gebied. Zo verzilten bijvoorbeeld delen van ons gebied, wat grote gevolgen kan hebben voor de landbouw en natuur. Met 'reguliere' maatregelen zoals extra doorspoelen (met water dat er in droge perioden niet meer is) is dit niet meer tegen te houden.

Andere gevolgen van klimaatverandering zijn nog wel **beïnvloedbaar**, zoals het beperken van de gevolgen van wateroverlast. Daar speelt vooral de vraag welke maatregelen het beste kunnen worden genomen en wie daarvoor aan het roer staan. Wat pakken we aan via maatregelen in het watersysteem, welke keuzes moeten we in bijvoorbeeld het ruimtelijke domein maken en hoe zorgen we er voor dat inwoners en bedrijven zelf **weerbaar** zijn tegen de gevolgen van klimaatverandering? Daarbij speelt ook de vraag welke extra kosten en risico's we acceptabel vinden en wie die dragen.

Tenslotte

Dit rapport toont de gevolgen van klimaatverandering op waterbeheer en het Rijnlands gebied. Tot 2050 zijn de gevolgen redelijk voorspelbaar, maar na 2050 neemt de onzekerheid toe. Naast allerlei technische vraagstukken vraagt dit om nieuwe manieren van denken en handelen. Beslissingen moeten worden genomen ondanks onzekerheden, wat een transitie vereist die samen met stakeholders moet worden vormgegeven.

Dit stelt ook nieuwe eisen aan de Rijnlandse organisatie: meer samenwerking met partners waar we nog geen ervaring mee hebben, andere vaardigheden van onze medewerkers en transitie management. Onder de noemer 'Water en Bodem Sturend' geven we daar al invulling aan, heel concreet door onze deelname in gebiedsprocessen, maar ook door onszelf de vraag te stellen welke gedragingen en nieuwe competenties we in de toekomst nodig hebben. In hoofdstuk 03 gaan we hier verder op in.

03 – Vier onderzoeksvragen voor het vervolg

De conclusies uit de impactanalyse leiden tot vier overkoepelende onderzoeksvragen. Deze moeten we samen met onze stakeholders, in het vervolgproces van de studie beantwoorden om te verkennen wat nodig is voor een zo toekomstgericht mogelijk watersysteem en gebied:

1. Hoe gaan we om met onzekerheden?
2. Wat is onvermijdelijk?
3. Wat is beïnvloedbaar?
4. Hoe zorgen we ervoor dat ons watersysteem zo robuust mogelijk blijft?

1. Hoe gaan we om met onzekerheden?

We moeten ons **nu** voorbereiden op een onzekere toekomst. De KNMI-scenario's schetsen een mogelijke toekomst, maar welk scenario zich zal voordoen, is niet te voorspellen. Alle scenario's wijzen wel één kant op: de neerslag wordt intensiever, het wordt droger en warmer en de zeespiegel stijgt. Onzeker is hoe snel deze ontwikkelingen gaan. Wat we wel weten, is dat de woningen die we **nu** bouwen, er minimaal 100 jaar staan. Maatregelen zoals bijvoorbeeld nieuwe piekbergingen of het versterken van waterkeringen, waarover we **nu** beslissen, zullen pas over 10 tot 20 jaar gereed zijn.

Wat vraagt dit van Rijnland en onze stakeholders, waar gaan we vanuit?

Als we uitgaan van het minst ingrijpende scenario bestaat de kans dat we in 2050 niet voldoende voorbereid zijn als het klimaat toch natter of droger wordt. Anderzijds is het niet zinvol om bijvoorbeeld nu al gemalen te bouwen en/of waterkeringen te versterken met een capaciteit die mogelijk pas in 2100 nodig is. Het is dus belangrijk om de juiste balans te vinden, waarbij we niet alleen kijken naar doelmatige maatregelen in het watersysteem, maar ook naar de ruimtelijke ordening. Dit vraagt om een adaptieve aanpak waarbij de juiste maatregelen op het juiste moment worden genomen: niet te vroeg en niet te laat. In de komende maanden gaan we, voortbouwend op de impactanalyse, onderzoeken wat handig en verstandig is.

Een mogelijke strategie is de volgende:

- Ontwerp het watersysteem en de noodzakelijke voorzieningen, zoals gemalen en waterkeringen, op basis van het hoogste klimaatscenario's voor 2050.
- Kijk ook naar mogelijke ontwikkelingen richting 2100. Als de meest ingrijpende klimaatscenario's op de lange termijn extra opgaven kunnen veroorzaken, reserveer dan alvast de ruimte hiervoor. Dit geldt vooral voor regionale waterkeringen, mogelijke nieuwe piekbergingen én de strook grond langs het Oegstgeester- en Katwijkskanaal die we al van oudsher in bezit hebben voor een eventuele uitbreiding van gemaal Katwijk.
- Voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen is het verstandig om verder vooruit te kijken dan 2050 en uit te gaan van 2100. De woonwijken en infrastructuur die we nu bouwen, zullen er over 50 tot 100 jaar nog steeds zijn. Ervaring leert dat het achteraf inpassen van klimaatadaptieve maatregelen in bestaande stedelijk gebieden moeilijk en duur is door ruimtegebrek. Bovendien wordt de neerslagstatistiek waarop we ons watersysteem en onze leefomgeving baseerden, nu al ingehaald door het veranderende klimaat.
- Monitor continu hoe het klimaat en de inzichten over het toekomstig klimaat zich ontwikkelen en stel waar nodig de strategie bij.

2. Wat is onvermijdelijk?

Klimaatverandering heeft grote gevolgen voor het Rijnlands gebied. In een aantal regio's komen door zeespiegelstijging en verzilting huidige functies op termijn onvermijdelijk onder druk te staan. Met 'normale' maatregelen zoals extra doorspoelen of het aanbrengen van peilscheidingen zijn de negatieve effecten op termijn niet meer tegen te houden. In deze gebieden is op termijn een andere aanpak nodig en zal ook de discussie moeten worden gevoerd of huidige functies (op de lange termijn) houdbaar zijn. De vragen die hierbij horen zijn:

- a. Hoe lang en tegen welke kosten gaan we door met technische maatregelen om functies te faciliteren, als we weten dat ze op termijn niet meer houdbaar zijn?
- b. Hoe en wanneer maken we onderscheid tussen functies die we kunnen blijven faciliteren en die we niet meer faciliteren? En wie maakt deze keuzes?
- c. Hoe gaan we, vanuit onze rol als waterbeheerder, bijdragen aan het maatschappelijke gesprek en keuzes (door andere organisaties) in toekomstig ruimtegebruik?

Nb. Dit vraagstuk is nauw verbonden met het Rijnlands programma 'Water en Bodem Sturend', waarin we actief onze partners beïnvloeden om te zorgen voor passende ruimtelijke randvoorwaarden vanuit water en bodem.

Zeespiegelstijging

Op de lange termijn (na 2100) zal de mate van zeespiegelstijging bepalen hoe Nederland zich moet aanpassen. Dit kan grote gevolgen hebben voor de inrichting van het land. Hoewel dit voorsnog een discussie voor latere generaties lijkt, kan zelfs een beperkte zeespiegelstijging ons de komende decennia al voor moeilijke vraagstukken stellen.

Een onbekende factor is de snelheid van de zeespiegelstijging. Gaat dit geleidelijk of versnelt het, waardoor we eerder voor ingrijpende maatregelen staan? Het Kennisprogramma Zeespiegelstijging en het Deltaprogramma zullen in 2026 belangrijke informatie hiervoor leveren. En dat is weer belangrijke info voor de Rijnlandse koers. Voorsnog lijkt het erop dat we met de huidige strategie van versterken en zandsuppleties nog vele decennia vooruit kunnen qua bescherming van het gebied tegen overstromingen vanuit zee en de rivieren.

Verzilting

Afhankelijk van de snelheid waarmee de zeespiegel stijgt en de frequentie van droge perioden toeneemt, zal de Rijnlandse boezem vanaf circa 2050 merkbaar verzilten, vooral in het bollengebied en het zuidelijke deel (de Gouwe). Dit zijn juist gebieden met zoutgevoelige teelten. Hoe gaan we hiermee om? Zijn er tijdelijke technische maatregelen mogelijk en wat kosten deze? Moeten we op de lange termijn aparte zilte en zoete gedeelten creëren (compartimenteren) in het watersysteem? Kunnen agrariërs en natuurorganisaties zich hierop aanpassen, of komt functieverandering in zicht?

Deze vraagstukken zijn complex en kunnen niet op korte termijn worden beantwoord. Het vraagt een continu gesprek waarbij de voortschrijdende ontwikkelingen ons zullen dwingen nieuwe antwoorden te vinden. Verzilting raakt alle belanghebbenden in het gebied, dus het gesprek moet in goed overleg worden gevoerd tussen agrariërs, natuurorganisaties, provincies, gemeenten en Rijnland. Het raakt ook bovenregionale en nationale belangen. Rijnland zal deze ontwikkeling dan ook inbrengen in diverse regionale en nationale processen, zoals de provinciale Omgevingsvisies.

3. Wat is beïnvloedbaar?

In aanvulling op het vorige punt (wat is onvermijdelijk) zijn er ook klimaat- en met name ruimtelijke ontwikkelingen waarvan de gevolgen wel met maatregelen beïnvloedbaar zijn. Denk bijvoorbeeld aan het voorkomen van wateroverlast door het graven van extra waterberging en/of het aanleggen van klimaatrobuuste woonwijken.

We onderscheiden **drie** soorten maatregelen:

1. **Robuust en klimaatbestendig watersysteem:** maatregelen gericht op het robuust en klimaatbestendig houden van het watersysteem. Dat vraagt een continu proces van beheren, onderhouden, versterken en investeren. Primair staat het waterschap hiervoor aan de lat.

De vraag is: wat wil en kan Rijnland (nog) met techniek faciliteren en bekostigen?

2. **Klimaatadaptieve ruimtelijke inrichting:** maatregelen gericht op een duurzame ruimtelijke inrichting die de impact van klimaatverandering en ruimtelijke ontwikkelingen, geredeneerd vanuit de diverse waterthema's, op de omgeving zoveel mogelijk beperkt. Deze maatregelen vallen grotendeels binnen het domein van provincies en gemeenten. Het waterschap kan deze maatregelen beïnvloeden door middel van advisering en regelgeving.

De vraag is: hoe sterk wil en kan Rijnland met regels sturen op een zo klimaatbestendig mogelijke inrichting?

3. **Weerbare functies, inwoners en bedrijven:** maatregelen gericht op het vinden van de juiste balans tussen ruimtegebruik, economische ambities en de (on)mogelijkheden die het water- en bodemsysteem nu en in de toekomst biedt. Primair zijn de provincies en gemeenten hiervoor verantwoordelijk. Hieronder valt ook de eigen verantwoordelijkheid van inwoners en bedrijven om zelfvoorzienend en weerbaar te zijn tegen wateroverlast, droogte en verzilting. Met informeren en adviseren kan het waterschap deze maatregelen beïnvloeden.

De vraag is: waar ligt de grens tussen de verantwoordelijkheden van Rijnland en die van de belanghebbenden zelf?

Het is niet zo dat we een keuze kunnen maken tussen één van deze drie soorten maatregelen, ze zijn allemaal nodig. Per situatie kan die balans anders zijn (maatwerk). De vraag is wel hoe we die afweging maken. Kijken we dan alleen naar doelmatigheidscriteria (financieel) of zijn er meer afwegingen te maken, zoals in de Nota Peilbeheer en de Nota Veenweide gebeurt? Daarbij geldt dat we deze keuzes niet (meer) alleen kunnen maken. We zullen nieuwe vormen van samenwerking moeten onderzoeken. Hieronder enkele voorbeelden:

Casus voorkomen van wateroverlast

De afgelopen jaren hebben we fors geïnvesteerd om het watersysteem aan de wateroverlastnormen te laten voldoen door extra waterberging te graven en de gemaalcapaciteit te vergroten. Door klimaatverandering ontstaan er echter nieuwe uitdagingen. Nu rijst de vraag of het economisch en maatschappelijk haalbaar en wenselijk is om opnieuw zo'n investeringsronde te doorlopen.

Een voorbeeld: er is een grens aan het vergraven van land tot water om aan de provinciale wateroverlastnormen te voldoen. Hoe gaan we hiermee om? Moeten we ons maximaal inzetten om aan de huidige provinciale normen te voldoen met technische maatregelen? Kiezen we voor een risicogerichte aanpak waarbij we normaanpassingen accepteren en mogelijke knelpunten met maatwerk aanpakken, of zijn er nog andere opties mogelijk?

Casus zoetwaterbeschikbaarheid

In het droge jaar 2022 zijn de inlaten naar de Voorofse Polder vanuit de Gouwe afgesloten vanwege verzilting. Een alternatieve tijdelijke aanvoerroute via de Oude Rijn werd ingezet om de boomteelt (ongeveer tien kwekers op 40 hectare) in de Voorofse Polder en de akkerbouw in de Polder de Noordplas van zoet water te voorzien. Deze route is in de afgelopen vijf jaar twee keer gebruikt door de calamiteitenorganisatie. Het structureel

maken van deze route kan bestaande knelpunten oplossen, de benodigde capaciteit tijdens de inzet verminderen en (geluids)overlast voor de omgeving beperken.

De kosten voor het realiseren van de tijdelijke extra aanvoer bedragen circa 50.000 euro per inzet tijdens een droge periode. Voor een structurele aanvoer van zoet water naar de Voorofse Polder zijn de kosten geraamd op 600.000 euro. Blijven wij ons inzetten om zoveel mogelijk functies en/of bedrijven van zoet water te voorzien zolang dat technisch mogelijk is? Tegen welke maatschappelijke kosten doen we dat?

Casus versterken waterkeringen

Door de toegenomen economische waarde is de beschikbare ruimte voor woningbouw - binnen de provinciale waterkeringsnorm - in steeds meer polders bijna opgebruikt. Dit betekent dat er bij verdere economische ontwikkeling maatregelen nodig zijn om het risico binnen de norm te houden. Dit kan op een klassieke manier door de waterkeringen te versterken (met investeringskosten voor de ontwikkelende partij), maar ook door andere ruimtelijke maatregelen, zoals hoger bouwen (op boezemniveau). De vraag is hoe we hier in de praktijk mee omgaan. Rijnland zal vanuit haar zorgplicht verschillende rollen moeten aannemen:

- Adviserend: aandringen op het nemen van ruimtelijke maatregelen om overstromingsrisico's niet te laten toenemen.
- Sturend: regels stellen, bijvoorbeeld eisen aan de ontwikkeling of hogere normering toepassen.

Casus waterkwaliteit

Overstorten, foutieve aansluitingen bij gescheiden rioolstelsels en verminderde zuiveringsefficiëntie bij hevige regenval leiden tot extra eutrofiëring. Daarnaast komen we steeds vaker tegen dat woonboten en vakantiehuysjes, die ongerioleerd op ons watersysteem lozen, steeds vaker verhuurd worden via bijvoorbeeld Airbnb, wat de lokale waterkwaliteit onder druk kan zetten. Hoe gaan we daar mee om?

Gemeenten spelen hierbij een belangrijke rol. Er zijn verschillende manieren om dit te verminderen: door intensievere samenwerking met gemeenten, extra regels voor afkoppelen hemelwater en aanpassingen bij onze afvalwaterzuiveringsinstallaties om lozingen tijdens piekbuien te voorkomen.

Nb. Verminderen van emissies uit de waterketen is slechts één van de vele maatregelen die nodig zijn voor het verbeteren van de waterkwaliteit, maar wel één waar we grote invloed op kunnen uitoefenen.

4. Hoe zorgen we ervoor dat ons watersysteem zo robuust mogelijk blijft?

Rijnland heeft de afgelopen jaren fors geïnvesteerd in het robuust en klimaatbestendig maken van het watersysteem en de waterkeringen. Dankzij technische innovaties kunnen we wonen en werken op de laagste plekken van Nederland. Hoewel deze vooruitgang economische voorspoed heeft gebracht, zijn we ook steeds afhankelijker geworden van techniek om droge voeten te houden (het 'lock-in' effect). Ook zijn we afhankelijk van een goede afvoer richting het Noordzeekanaal en daarmee van gemaal en sluizencomplex IJmuiden, die een historie van storingen heeft.

Treedt er een storing op bij de gemalen tijdens een periode met veel regen, dan kan dat grote gevolgen hebben voor het waterbeheer. Ook bij droogte zijn we bij de aanvoer van zoet water steeds meer afhankelijk van de inzet van gemalen en tijdelijke pompinstallaties. Bovendien worden door de toenemende weersextremen onze gemalen, dijken en watergangen zwaar belast om droge voeten en schoon water te garanderen. We bereiken de grenzen van wat met de huidige middelen mogelijk is: de rek is eruit. Een belangrijke vraag is hoe we hiermee in de toekomst omgaan. Hoe zorgen we voor voldoende bedrijfszekerheid van onze gemalen, dijken en andere assets? Dit vraagt naast goed beheer en onderhoud waarschijnlijk ook om nieuwe investeringen.

Casus onderhoud boezemgemalen

In de komende jaren moeten we onderhoud plegen aan alle boezemgemalen. Bij bepaalde werkzaamheden zijn pompen weken tot maanden (gedeeltelijk) buiten bedrijf. Dit betekent in de praktijk dat de komende jaren bijna continu één pomp buiten werking is. Hoe gaan we hiermee om, wetende dat we in kritieke situaties alle beschikbare capaciteit nodig hebben, dat het missen van één pomp in zulke situaties zorgt voor kritische waterstanden, en dat er altijd een kans is dat een andere pomp ook in storing komt? Wanneer plaatsen we, als dat mogelijk is, tijdelijk een noodpomp die miljoenen kost en veel overlast voor de omgeving kan veroorzaken en wanneer accepteren we een verhoogd risico op wateroverlast? Dit zijn afwegingen die we al op korte termijn moeten maken.

Moeten we spreiding van risico's nog steeds als uitgangspunt hanteren, en zo ja hoe?

Om storingen op te kunnen vangen werd in het verleden gekozen voor risicospreiding, zoals het aanleggen van piekbergingen. Ook het verlagen van de faalkans van gemalen, door gerichte aanpassingen op de diverse locaties (zoals bijplaatsen reservecapaciteit) kan een effectieve maatregel zijn. Spreiding van risico's lijkt een open deur (natuurlijk is het spreiden van risico's verstandig) maar kan grote financiële consequenties hebben en wat is dan een goede balans?

Een mogelijke strategie is de volgende:

- Bij de geplande renovatie van een boezemgemaal extra (reserve) capaciteit toevoegen en/of het onderhoudsregime intensiveren door vaker preventief onderhoud uit te voeren.
Nb. Dit is makkelijker gezegd dan gedaan, omdat er binnen de bestaande locatie weinig ruimte is om extra capaciteit toe te voegen.
- Realiseren van een extra piekberging, vooral in het noorden van het gebied. Dit helpt ons om a) beter te anticiperen op afvoerbeperingen in het Noordzeekanaal en b) de totale verwerkingscapaciteit van de boezem te vergroten. Er is mogelijk een kans voor een piekberging in de Houtrakpolder, in combinatie met natuur en recreatie.

04 – Het klimaat verandert en de bodem daalt

Het klimaat in Nederland verandert. Het is de afgelopen 30 jaar warmer, droger én natter geworden. Weerrecords worden steeds vaker gebroken. De nieuwste inzichten over het veranderende Nederlandse klimaat zijn op 9 oktober 2023 gepubliceerd. Het is gebaseerd op het laatste IPCC-rapport van augustus 2021 en eigen onderzoek van het KNMI.

De Deltascenario's: gevolgen van sociaaleconomische ontwikkelingen

Hoe veranderen de wateropgaven deze eeuw? Dat hangt naast klimaatverandering, ook af van de groei van de bevolking en de economie. Deze ontwikkelingen kunnen sneller of minder snel gaan. De vier Deltascenario's van het Deltaprogramma geven mogelijke combinaties. In de scenario's 'Vlug' en 'Stoom' groeien de bevolking en de economie sterk. Dat leidt tot meer verstedelijking en grote ruimtelijke druk. De twee andere scenario's, 'Ruim' en 'Warm', hebben beperkte groei van bevolking en economie. Ook in deze scenario's verandert Nederland, maar nu vooral in het landelijk gebied waar meer natuur komt. De ruimtelijke druk is hier kleiner.

De KNMI-scenario's: gevolgen van mondiale ontwikkelingen op Nederland

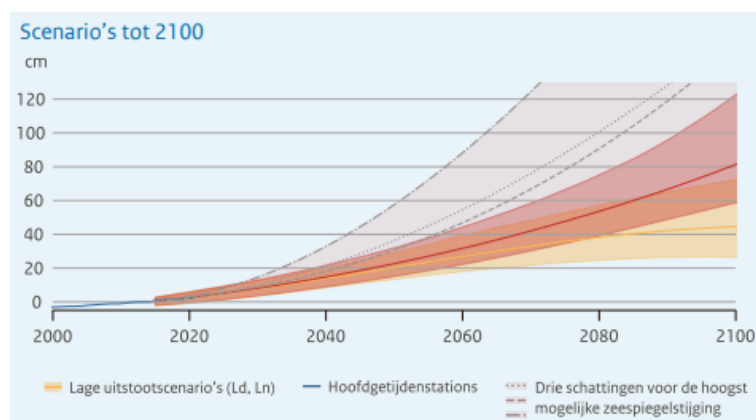
Het KNMI heeft vier klimaatscenario's uitgewerkt voor Nederland en de BES-eilanden. Dit zijn plausibele verlopen van wereldwijde sociaaleconomische ontwikkelingen. Twee 'lage uitstoot' scenario's waarin de uitstoot van broeikasgassen de afspraken van het Klimaatakkoord van Parijs 2015 volgt. En twee 'hoge uitstoot' scenario's waarin het mondiale gebruik van fossiele brandstoffen sterk toeneemt. Van de hoge en lage scenario's zijn twee varianten uitgewerkt: de mate van verdroging in de zomer, en de toename van winterneerslag verschillen. De vier scenario's heten daarmee Hd, Hn, Ln, en Ld.

Tot 2050 kijken de verschillende scenario's niet veel van elkaar af. Na 2050 en richting 2100 worden de verschillen tussen de scenario's steeds groter. Zie ook de verschillende grafieken die in dit hoofdstuk zijn opgenomen.

Nb. De KNMI- en de Deltascenario's zijn geen menukaart waar je uit kan kiezen. Ze bevatten ook geen nieuw beleid. Het zijn mogelijke toekomstbeelden die samen de bandbreedte voor de toekomstige wateropgaven geven. We moeten met alle scenario's rekening houden.

De zeespiegelstijging versnelt

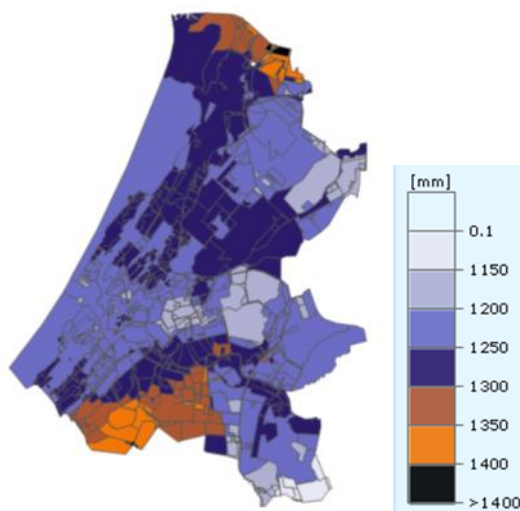
De toekomstscenario's laten een grotere zeespiegelstijging zien dan voorheen. Als we de uitstoot van broeikasgassen niet verminderen kan de zeespiegel voor de Nederlandse kust rond 2100 met 1,1 meter stijgen ten opzichte van begin deze eeuw. Als het smelten van de Antarctische Ijskap op de Zuidpool versnelt, komt zelfs de 2 meter zeespiegelstijging in 2100 in zicht. In 2014 berekende het KNMI dat in 2100 de grens 1 meter zou zijn. Kijken we op de nog langere termijn dan sluit het IPCC een wereldwijde stijging van 5 meter in 2150 niet uit, vanwege de grote onzekerheden over effecten van de klimaatontwikkelingen op Antarctica, hoewel de kans op deze scenario's op dit moment klein is.



Figuur 1. Scenario's zeespiegelstijging. KNMI-'23 rapportage

Het wordt natter....

Het KNMI geeft aan dat de jaarlijkse hoeveelheid neerslag die kan vallen met 3% (2050) tot 8% (2100) kan toenemen. Met name de kans op extreme zomerbuien neemt toe. Ook neemt de totale winterneerslag toe in alle klimaatscenario's. Het jaar 2023 met in Rijnlands gebied 1.248 millimeter neerslag past in die trend. Er viel bijna 400 millimeter meer neerslag dan het langjarige gemiddelde van 850 millimeter over de periode 1991-2020, zoals ook in de onderstaande kaart is weergegeven.



Figuur 2. Jaarneerslag 2023 Rijnland. *Rijnland*

In de onderstaande tabellen vergelijken we de meest recente neerslagstatistieken van het KNMI uit 2023 met gegevens uit voorgaande jaren. Tabel 2 toont de gegevens voor het huidige klimaat. Ook zijn in deze tabel de KNMI-gegevens weergegeven uit de jaren 2004 en 2014. Tabel 3 toont de scenario's voor het toekomstige klimaat. Bij Rijnland richten we ons op neerslagbuien met een kans van 1 op 100 jaar, vanwege de provinciale wateroverlastnormering.

Om een gevoel bij de cijfers te krijgen: elke polder kan ongeveer 15 tot 20 millimeter neerslag per dag afvoeren. Valt er meer neerslag, dan moet dat in de polders worden geborgen. Eerst in de sloten, vervolgens op het land. Gemiddeld genomen kan een polder zonder dat er overlast en schade ontstaat 30 tot 50 millimeter neerslag in 24 uur verwerken.

Tabel 2: KNMI-neerslagstatistiek – huidig klimaat [24 uren neerslag in millimeters]

Kans [jaar]	2004	2014	2023
1/100	79	92	108
1/500	98	115	144
1/1000	108	126	161

Tabel 3: KNMI-neerslagstatistiek – toekomstig klimaat [24 uren neerslag in millimeters]

Kans [jaar]	2050	2100
1/100	116	133
1/500	154	178
1/1000	173	199

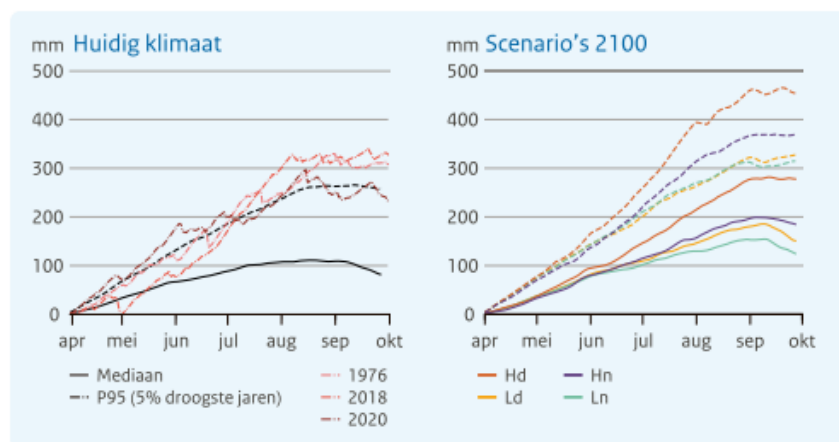
[bronnen www.meteobase.nl en STOWA: rapportages neerslagstatistiek]

Een paar opvallende zaken:

- In de afgelopen 20 jaar is de kans op extreme neerslag fors toegenomen.
- In 2004 gingen we er nog van uit dat neerslaggebeurtenissen van 100 millimeter of meer in 24 uur zeer zelden voorkomen (kans van één keer in de 500 tot 1000 jaar).
- In 2023 is dit beeld bijgesteld. Neerslaggebeurtenissen van meer dan 100 millimeter in 24 uur komen steeds vaker voor (kans van één keer per 100 jaar).
- Kijken we naar de periode tot 2050 en het jaar 2100, dan komen in zeer extreme situaties zelfs gebeurtenissen van 175 tot 200 millimeter neerslag in 24 uur in beeld. Wat de gevolgen daarvan kunnen zijn, kunt u lezen in het Intermezzo na hoofdstuk 04.

...en het wordt droger ...

Naast de extreme regenbuien kent de Nederlandse zomer ook steeds meer een ander gezicht: dat van droogte. De kans op droge lentes en zomers is groter geworden. In alle klimaatscenario's neemt de totale hoeveelheid zomerneerslag af. Ons klimaat wordt in de toekomst mogelijk vergelijkbaar met het huidige klimaat van Zuid-Europa. Het neerslagtekort neemt in alle KNMI-scenario's verder toe, zie onderstaand figuur. Wat nu nog een extreem neerslagtekort is dat eens per twintig jaar voorkomt, kan in 2100 in een gemiddeld jaar optreden.

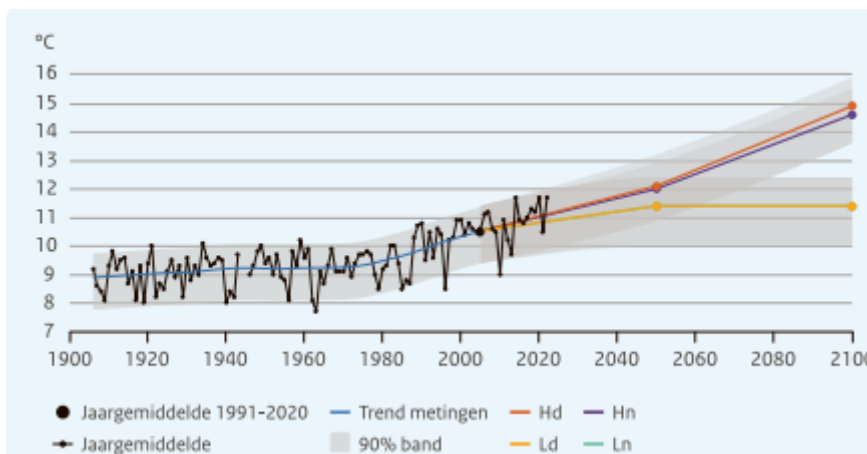


Figuur 3. Doorlopend cumulatief neerslagtekort in De Bilt in het huidige klimaat (links) en rond 2100 voor de vier KNMI'23-klimaatscenario's (rechts). *KNMI'23-scenario's*

De sterkere opwarming van het noordpoolgebied speelt mogelijk een rol in de grotere kans op langdurige droogte of hitte. We kunnen namelijk langer met hetzelfde weertype te maken krijgen doordat de straalstroom (baan met hoge windsnelheden op circa 10 kilometer hoogte) mogelijk zwakker wordt door een afname van het temperatuurverschil tussen pool en tropen. Hoe trager de straalstroom meandert, hoe groter de kans dat hetzelfde weerbeeld langer blijft bestaan.

... en het wordt warmer

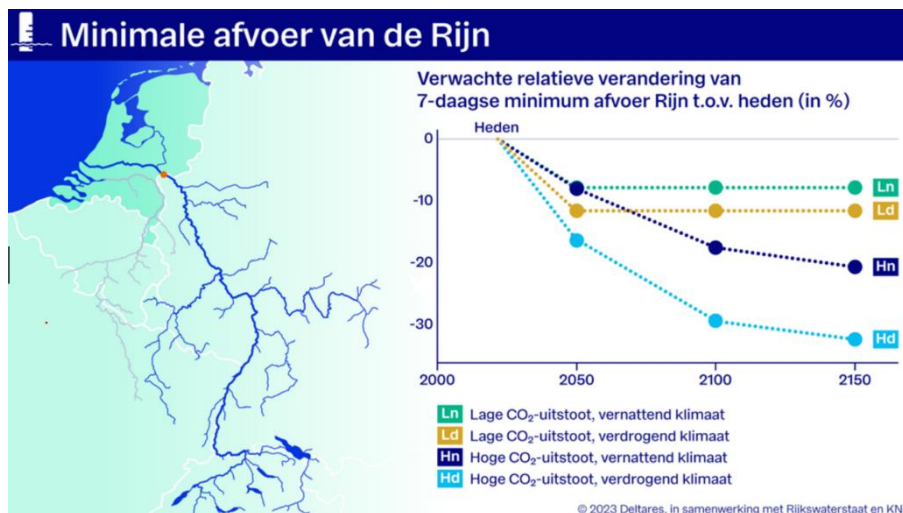
De gemiddelde luchttemperatuur in Nederland stijgt en zal in alle scenario's de komende jaren blijven toenemen. De opwarming van Nederland is het grootst op de warmste zomerdagen en de koudste winterdagen. De zomers krijgen meer tropische nachten, met een minimumtemperatuur van 20°C of hoger. Ook komen er meer zomerse dagen, met een maximumtemperatuur van 25°C of hoger. Wanneer de luchttemperatuur hoger is zal ook de temperatuur van het water toenemen.



Figuur 4. Waargenomen gemiddelde jaartemperatuur (zwarte lijn) en de vier KNMI'23-scenario's (2025 en 2100, in drie kleuren (Ln en Ld vallen samen). *KNMI'23-scenario's*

De afvoer van de Rijn wordt grilliger

In droge zomers zijn wij voor de aanvoer van zoet water naar West-Nederland afhankelijk van de Rijn. Door het smelten van de gletsjers in de Alpen neemt de continue waterstroom af en wordt de afvoer van de Rijn voornamelijk gevoed door regen. In de zomer neemt de kans op laagwater in de rivieren daardoor toe, terwijl in de winter juist de kans op hoogwater toeneemt. Afhankelijk van het scenario neemt ten opzichte van de huidige situatie de minimale Rijnaflow in 2050 met circa 10-20% af. In 2100 is dat 10-30%.



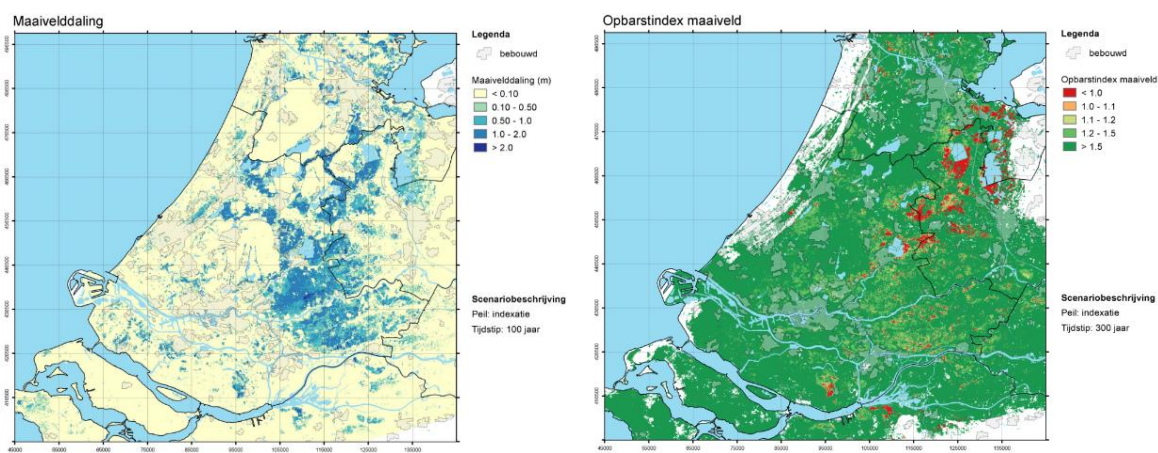
Figuur 5. Verwachte relatieve verandering in de 7-daagse afvoer van de Rijn te Lobith. *Website KNMI*

De bodem daalt

Het Rijnlands gebied bestaat voor circa 18.000 hectare (15% van het totale oppervlak) uit veengronden, zowel in stedelijke als landelijke gebieden. Veengronden zijn gevoelig voor bodemdaling door samendrukking (stedelijk gebied) en oxidatie (verbranding van het veen in met name landelijk gebied). Mede door het Klimaatakkoord is er veel aandacht voor de veenweidegebieden, omdat oxidatie van veen zorgt voor uitstoot van broeikasgassen. Het Klimaatakkoord stelt doelen om deze uitstoot te beperken.

Bodemdaling gaat ook over de houdbaarheid van gebieden op de langere termijn. Blijvende bodemdaling leidt tot hogere kosten voor toekomstige generaties en is niet in lijn met het principe van niet afwentelen uit de beleidsbrief Water en Bodem Sturend. Rijnland heeft geen (wettelijke) taken voor bodemdaling, maar het raakt Rijnland op verschillende manieren:

- Ongelijkmatige bodemdaling kan leiden tot verdere versnippering van het watersysteem, wat de robuustheid en beheerbaarheid beïnvloedt.
- Door bodemdaling moeten waterkeringen vaker verhoogd worden en moet de opvoerhoogte van gemalen vergroot worden.
- Bodemdaling kan extra kwel en opbarsten van de bodem veroorzaken. Op lange termijn (meer dan 300 jaar) kunnen gebieden daardoor onbruikbaar worden, vooral de veenweidepolders rondom de Reeuwijkse Plassen.
- Effect op waterkwaliteit (binnen en buiten bodemdalingsgevoelige gebieden). Zo komen bij afbraak van veen nutriënten vrij, kan nutriëntrijke kwel in bepaalde gebieden toenemen en moet meer gebiedvreemd water worden ingelaten om (natuur)gebieden rondom veengebieden op peil te houden.
- Het effect van bodemdaling op verzilting is in Rijnlands gebied waarschijnlijk beperkt. Het opbarstrisico neemt vooral toe in gebieden met zoet grondwater. Daarnaast neemt in diepe polders en droogmakerijen de kwel en zoutvrucht af door bodemdaling en blijvende peilindexatie in de omliggende veengebieden.
- Bodemdaling leidt naast aanzienlijke klimaatkosten en kosten voor derden (bijvoorbeeld door schade aan funderingen en rioleringen) tot toenemende kosten voor het waterbeheer.



Figuur 6. Bodem over 100 jaar (links). Opbarstrisico over 300 jaar (rechts). Deltares, 2018. *Huidig en toekomstig opbarstrisico Zuid-Holland*

In de Nota Veenweide beschrijft Rijnland hoe wij als waterschap een bijdrage leveren aan de vermindering van bodemdaling en de CO₂-uitstoot.

05 – Voldoende water, wateroverlast

5.1 In het kort

Rijnland zorgt voor voldoende zoet water, niet te veel, niet te weinig, voor inwoners en bedrijven, de agrarische sector en de natuur. Door klimaatverandering en ruimtelijke ontwikkelingen wordt deze taak steeds complexer. De kans op extreme regenbuien neemt toe, wat we de afgelopen jaren al meerdere keren hebben ervaren. Om wateroverlast te voorkomen of te beperken is het alleen vergroten van de gemalen niet voldoende. We moeten onze woningen, steden en polders klimaatadaptief inrichten om beter bestand te zijn tegen extreme weersituaties.

5.2 Wat is ons doel?

1. Rijnland zorgt voor peilbesluiten die passen bij de functies en kenmerken van het gebied en voert het peilbeheer uit volgens de peilbesluiten.
2. Het beheergebied moet voldoen aan de provinciale normen voor wateroverlast.

De kaders

De provincie stelt de normen voor wateroverlast vast. Het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie heeft de doelstelling geformuleerd dat alle gebieden in 2050 klimaatbestendig zijn ingericht.

5.3 Waar staan we nu en relevante ontwikkelingen

Rijnland houdt het watersysteem in goede staat

Goed beheer en onderhoud van onze watergangen, gemalen, stuwen en inlaten is cruciaal voor alle functies in het Rijnlands gebied én om de gevolgen van klimaatverandering op te vangen. Met het oog op de toekomst intensiveren we dan ook, zoals in het coalitieakkoord van 2023 afgesproken, het onderhoudsprogramma van de gemalen.

De polder van de toekomst

Nieuwe technologieën zorgen ervoor dat we steeds beter en slimmer kunnen sturen in het waterbeheer. We benutten ontwikkelingen zoals data science en machine learning en voeren pilotprojecten uit om ervaring op te doen. We onderzoeken bijvoorbeeld of we gemalen kunnen aan- en of uitzetten op basis van het aanbod van duurzame energie.

Het watersysteem, hoe werkt dat?

Ongeveer 13.200 km watergangen, 4 boezemgemalen, 360 gemalen, meer dan 2.200 stuwen en 1.500 inlaten waarborgen het waterpeil in het beheergebied. Dit werkt als volgt:

- Het beheergebied bestaat uit het hoger gelegen boezemland met een oppervlakte van 300 km² en 200 lagergelegen polders met een gezamenlijk oppervlak van 875 km².
- De boezem is een centraal systeem van watergangen, meren en plassen. Het voert via vier gemalen het water af naar de Noordzee, het Noordzeekanaal en de Hollandsche IJssel.
- In het watersysteem onderscheiden we primaire- en overige oppervlaktewateren. De primaire oppervlaktewateren zijn de belangrijkste watergangen in het gebied, die zorgen voor de aan- en afvoer van het water naar de gemalen. De overige oppervlaktewateren hebben een voornamelijk lokaal belang.
- Vanuit de polders wordt water opgepompt naar de boezem.
- Ook ontvangen we op de boezem water van de buurwaterschappen De Stichtse Rijnlanden en Amstel, Gooi en Vecht.
- Bij een zoetwatertekort wordt bij Gouda water ingelaten. Vervolgens wordt het water via de boezem over alle polders verdeeld.
- In zeer droge tijden kunnen we ook nog de Klimaatbestendige Wateraanvoervoorzieningen (KWA) inzetten. Dit is een stelsel van watergangen waarmee via het beheergebied van De Stichtse Rijnlanden zoet water vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek naar Rijnland kan worden aangevoerd (zie ook het hoofdstuk 06 Zoetwatervoorziening).

Peilbeheer in de boezem: de marges zijn smal

Het peilbeheer in de boezem wordt uitgevoerd binnen een marge van 30 centimeter. Dagelijks wordt gestreefd naar een gemiddeld peil tussen NAP -0,62 m en NAP -0,67 m. Bij veel neerslag kan het peil stijgen tot NAP -0,50 m. Boven deze grens treedt het calamiteitenplan in werking om risico's voor laaggelegen waterkeringen te voorkomen. Vanaf NAP -0,37 m stoppen alle poldergemalen om overstrooming van boezemkaden te vermijden.



Uitbreiding capaciteit boezemgemalen en aanleg piekbergingen

Rijnland heeft de afgelopen jaren fors geïnvesteerd in het klimaatbestendig maken van de boezem. De capaciteit van de boezemgemalen is met 25% vergroot. Eind 2020 is de Piekberging Nieuwe Driemanspolder opgeleverd en naar verwachting in 2025 de Piekberging Haarlemmermeerpolder. Met de renovatie van de monumentale sluisjes te Halfweg verbeteren we ook de toestroom van water naar boezemgemaal Halfweg. Goed om te weten is dat Rijnland een strook grond langs het Oegstgeester- en het Katwijkskanaal in bezit heeft. Deze is van strategisch belang voor mogelijke uitbreiding van de boezembelatingscapaciteit in de toekomst.

Robuust maar afhankelijk en kwetsbaar: de rek is eruit

Het Rijnlandse watersysteem is met alle investeringen die we hebben gedaan robuust en beschikt over krachtige gemalen. Echter, we zijn wel volledig afhankelijk van deze gemalen. Als een gemaal uitvalt, kan dat grote gevolgen hebben. Storingen aan poldergemalen kunnen we snel opvangen met onze tijdelijke pompinstallaties. Bij boezemgemalen is dit anders. Deze gemalen zijn zo groot en complex dat het, afhankelijk van de storing, meerdere dagen tot weken kan duren voordat een deel van de capaciteit met noodpompen kan worden opgevangen. Grote reparaties aan boezemgemalen kunnen, afhankelijk van het defect, dagen tot maanden duren omdat veel onderdelen uniek zijn en niet direct leverbaar of apart moeten worden gemaakt.

Onze boezemgemalen moeten, tijdens de vaker voorkomende extreme neerslagsituaties, meerdere keren per jaar op volle capaciteit draaien. Een kleine storing of onderhoud aan een pomp kan dan al snel voor kritieke situaties zorgen. Er is, in tegenstelling tot het verleden, geen reservecapaciteit meer in de boezemgemalen aanwezig om storingen op te kunnen vangen. Kortom, de grenzen aan de inzetbaarheid van onze boezemgemalen zijn bereikt, de rek is eruit.

Inzetbaarheid/belastbaarheid boezemgemalen

Het langdurig vol belasten van boezemgemalen leidt tot extra onderhoud. Een voorbeeld: boezemgemaal Katwijk heeft een ontwerpcapaciteit van 75 m³/s, maar kan bij normale zeewaterstanden 100 m³/s wegmalen. Dit vraagt veel van het gemaal. Als dit een paar keer per decennium gebeurt, is dat geen probleem. Maar een paar keer per jaar is anders; daar is het gemaal niet voor ontworpen.

Bovendien voeren we een groot deel van ons wateroverschot af naar het Noordzeekanaal via de boezemgemalen Halfweg en Spaarndam. Aan het einde van het Noordzeekanaal bevindt zich het spui- en gemaalcomplex IJmuiden, dat wordt beheerd door Rijkswaterstaat. Wanneer dit complex (gedeeltelijk) faalt, wat we recent een paar keer hebben ervaren, dan kan dit grote gevolgen hebben voor Rijnland en de andere waterschappen die op het Noordzeekanaal lozen. Kortom: voor een deel van onze afvoercapaciteit zijn we afhankelijk van een externe partij.

Wateroverlast in de polders tegengaan

In het Rijnlands gebied liggen meer dan 200 polders. Met watergebiedsplannen zorgt Rijnland ervoor dat het watersysteem in deze polders op orde is. Dat doen we samen met de inwoners, bedrijven, de agrarische sector en natuurbeheerorganisaties. De focus ligt daarbij op het zorgen voor goede waterstanden die passen bij de functies

in het gebied, het verminderen van wateroverlast en het verbeteren van de waterkwaliteit. We zorgen er ook voor dat alle belanghebbenden weten welk beschermingsniveau Rijnland biedt bij wateroverlast en watertekort en welke verantwoordelijkheden zij zelf hebben.

Een klimaatadaptieve leefomgeving

Zoals vastgelegd in het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie moet elk gebied, zowel landelijk- als stedelijk gebied, bestand zijn tegen de gevolgen van klimaatverandering en om kunnen gaan met zowel wateroverlast, watertekort als hitte. Dit noemen we klimaatadaptatie. Het zorgen voor een klimaatadaptieve leefomgeving is een verantwoordelijkheid van ons allemaal: gemeenten, waterschappen, bedrijven en inwoners.

Euwenlang hebben we ons gebied gevormd door dijken te bouwen en gemalen te plaatsen. Maar we lopen steeds meer tegen grenzen van deze technische aanpak aan. Klimaatverandering zorgt voor extreem weer: droogte, wateroverlast, zeespiegelstijging, verzilting en bodemdaling. Tegelijkertijd is er veel vraag naar ruimte. Elk stukje van ons gebied wordt benut, van woningbouw en infrastructuur tot industrie en natuur. Ook water vraagt ruimte en concurreert dan ook met de andere functies. Het is dus belangrijk om slim om te gaan met de beperkt beschikbare ruimte.

Het vergroten van alleen gemalen, om de gevolgen van klimaatverandering tegen te gaan, is niet voldoende. We moeten onze woningen, steden en polders klimaatadaptief inrichten om beter bestand te zijn tegen extreme weersituaties. Rijnland heeft sinds 1 januari 2024 klimaatregels die bijdragen aan het klimaatbestendig inrichten van nieuwe gebiedsontwikkelingen. In het coalitieakkoord uit 2023 is afgesproken om deze regels uit te breiden. Daarnaast zitten we aan tafel bij grote gebiedsontwikkelingen om al in een vroeg stadium met de initiatiefnemers het gesprek te voeren over hoe de ontwikkeling het beste klimaatadaptief kan worden ingericht.

De Rijnlandse klimaatregels

- De 20 millimeterregel: om ervoor te zorgen dat een gebied beter weerbaar is tegen droogte, moet de bodem in een gebied een regenbui van 20 millimeter in 24 uur op kunnen nemen.
- De 90 millimeterregel: om ervoor te zorgen dat een gebied extreme neerslag aankan, moet een gebied een regenbui van 90 millimeter in 24 uur op kunnen vangen. Dat opvangen kan in de bodem, in open water of in andere vormen van waterberging.
- De flexibel peilregel: om ervoor te zorgen dat peilvakken robuust worden ingericht en tegen grotere schommelingen kunnen, zorgt de initiatiefnemer ervoor dat het gebied zo wordt ingericht dat het waterpeil langere tijd (dagen tot enkele weken) kan schommelen met 30 centimeter.
- Natuurinclusieve regels: om de waterkwaliteit en de biodiversiteit te versterken en te ondersteunen, moeten brede sloten en ander water van voldoende en afwisselende diepte en een schuine kant worden aangelegd in plaats van ondiepe, smalle slootjes. De oevers moeten natuurvriendelijk zijn (schuine kant, beplanting).

5.4 Impact klimaatscenario's

Met een rekenmodel van het Rijnlands gebied zijn de gevolgen van de nieuwe KNMI-scenario's doorgerekend voor zowel de huidige situatie, het jaar 2050 als het jaar 2100. In dit rekenmodel zijn de volgende onderdelen meegenomen:

- De diverse (hydrologische) kenmerken van het Rijnlands gebied zoals: alle (boezem)gemalen, alle polders tot op peilvakniveau, inclusief bijbehorende waterpeilen, bodemtypen en andere kenmerken zoals verhard oppervlak.
- De inzet van beide piekbergingen en anticiperend waterbeheer door voormalen.
- De externe (hydrologische) factoren die van invloed kunnen zijn op het Rijnlands waterbeheer zoals: zeewaterstanden, aanvoer vanuit de waterschappen Amstel, Gooi en Vecht en De Stichtse Rijnlanden.
- Mogelijke toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen zijn niet meegenomen omdat we a) met name na 2030 geen goed zicht hebben op die ruimtelijke ontwikkelingen en we b) nu al regels hebben die vereisen dat ruimtelijke ontwikkelingen geen negatieve effecten mogen hebben op het watersysteem, bijvoorbeeld door de aanleg van extra open water.
- Meteorologische gegevens: neerslag, verdamping en wind. Zowel van het huidige klimaat als van de jaren 2050 en 2100.
- Faalkansen van de boezemgemalen.

De druk op de boezem is stevig: we zoeken de randen op van wat kan

In de onderstaande tabel zijn de berekeningsresultaten voor het Rijnlandse boezemsysteem weergegeven. Het gaat daarbij om de maximale gemiddelde waterstanden (het zogenoemde RBP*) die in de boezem kunnen optreden, inclusief de resultaten uit de boezemstudie uit 2016. De waterstanden met een herhalingsstijd van eens in de honderdjaar (T100) zijn van belang voor het ontwerp van de capaciteit van het boezemsysteem. De waterstanden met een herhalingsstijd van eens in de driehonderd (T300) en eens in de duizendjaar (T1000) zijn van belang om te kijken wat er in de meer extreme situaties gebeurt én voor de hoogtetoets van de regionale waterkeringen.

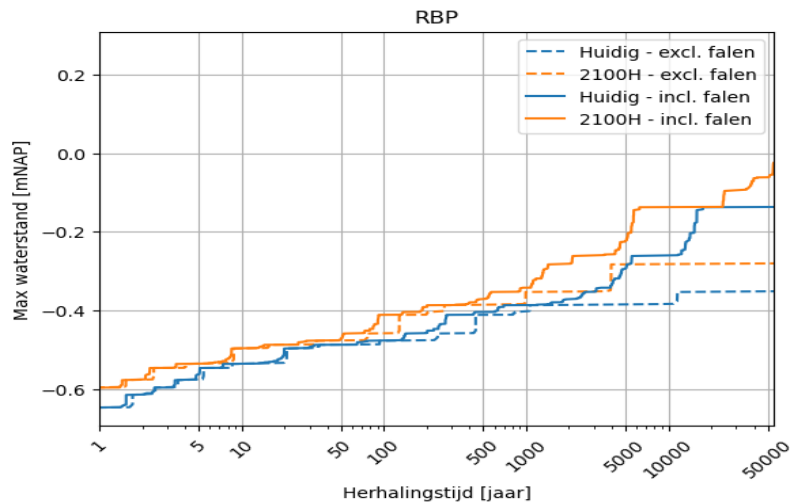
Tabel 4. Maximale berekende gemiddelde boezemwaterstanden. *Hydrologic, 2025. Watersysteemstudie Rijnland*

Herhalingsstijd [jaar]	RBP Boezemstudie 2016 [m NAP]	RBP Huidig klimaat 2024 [m NAP]	RBP Klimaat 2050** [m NAP]	RBP Klimaat 2100** [m NAP]
T10	-0,53	-0,54	-0,53	-0,50
T100	-0,45	-0,48	-0,46	-0,41
T300	-0,40	-0,41	-0,40	-0,39
T1000	-0,36	-0,39	-0,38	-0,34

* RBP = Representatief Boezempeil, het gewogen gemiddelde boezempeil gebaseerd op 16 boezemmeetpunten

**De resultaten van het hoogste KNMI-scenario is voor betreffend jaar weergegeven.

Zoals eerder vermeld zijn we afhankelijk van de inzetbaarheid van onze gemalen en de afvoer naar het Noordzeekanaal. In de volgende grafiek is het effect weergegeven van het wel/niet meenemen van het falen van onze gemalen op de waterstand.



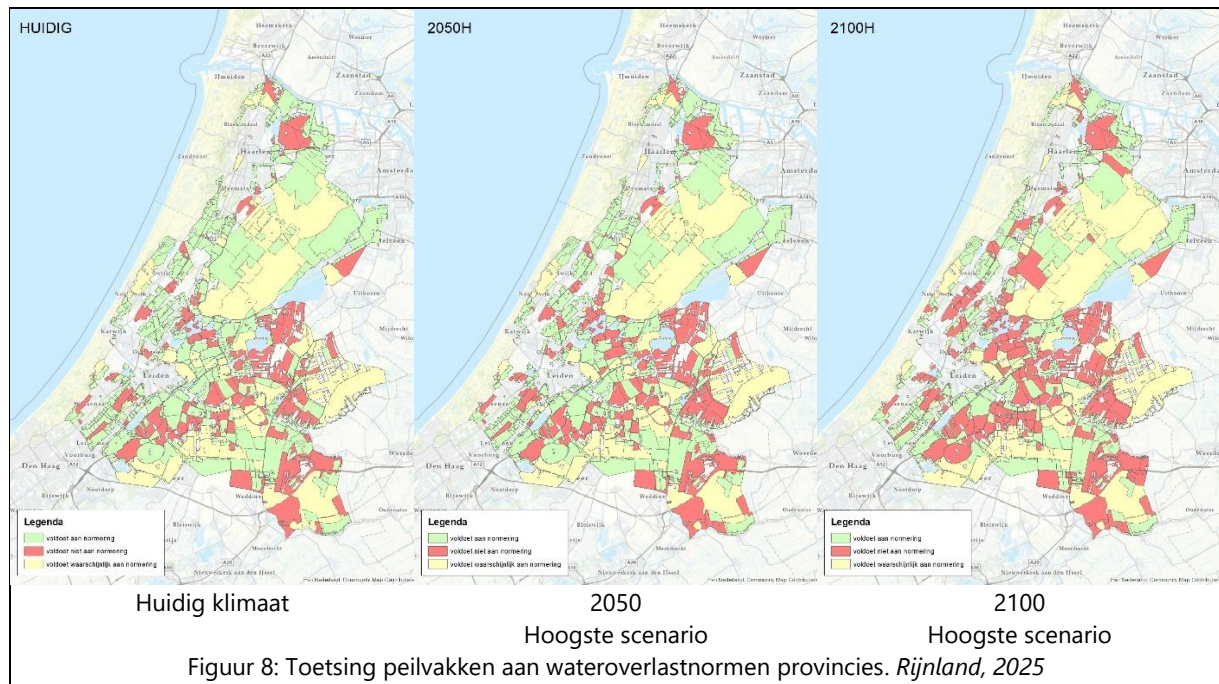
Figuur 7. Effect falen gemalen op RBP. *Hydrologic, 2025. Watersysteemstudie Rijnland*

Resultaten:

- De berekende boezemwaterstanden voor het huidige en het in 2050 klimaat zijn vergelijkbaar met de resultaten uit 2016. Dit is enerzijds positief, omdat klimaatverandering niet direct leidt tot extra hogere waterstanden in maatgevende situaties. Anderzijds zijn sinds 2016 diverse maatregelen genomen, zoals de aanleg van piekbergingen en het anticiperen op extreem weer (voormalen). Hierdoor kunnen we meer water afvoeren, maar door het vaker voorkomen van extreme neerslag is deze extra capaciteit al benut.
- Gevolg hiervan is dat we in het huidige klimaat nog steeds enkele centimeters boven de gewenste gemiddelde boezemwaterstand van NAP –0,52 meter (eens in de honderd jaar) zitten. Voor de toekomst is er een stijgende trend te zien naar NAP –0,46 meter in 2050 en NAP –0,41 meter in 2100. In meer extreme neerslagsituaties beweegt het Rijnlandse gemiddelde boezempeil zelfs richting het maalpeil van NAP –0,37 m.
- Deze hoge waterstanden worden, naast een toename in neerslag, mede veroorzaakt door de faalkans van onze gemalen, inclusief de afvoer naar het Noordzeekanaal. In maatgevende situaties (1/100 jaar) zorgt dit voor een 2 tot 3 centimeter hogere waterstand, oplopend tot 10 centimeter in meer extreme situaties in het jaar 2100. Dit laat zien dat de betrouwbaarheid van onze gemalen een cruciale rol speelt in het voorkomen van wateroverlast.

In de polders dient zich een nieuwe opgave aan

In de onderstaande figuur zijn de berekeningsresultaten voor de polders weergegeven voor het huidige klimaat, 2050 en 2100. Daarbij is gekeken naar de maximale optredende waterstanden, die vervolgens getoetst zijn aan de provinciale wateroverlastnormen.



Resultaten:

- Uit de berekeningen blijkt dat momenteel 20 procent van de polders niet voldoet aan de provinciale wateroverlastnorm. Dit percentage stijgt naar 23 procent in 2050 en 30 procent in 2100.
- Dit komt door een combinatie van bodemdaling (vooral in veenweidegebieden) en toenemende neerslag door klimaatverandering. Vooral een deel van de polders die ongeveer 15 jaar geleden zijn aangepakt in de watergebiedsplannen, voldoen niet meer aan de normen, omdat de klimaatscenario's toen minder heftig waren.
- Hoewel we dachten dat – met de uitvoering van watergebiedsplannen – alle polders bijna op orde waren, staan we nu voor nieuwe opgaven.
- De omvang van deze opgaven moet nog verder worden onderzocht. Een deel kan waarschijnlijk eenvoudig worden opgelost, bijvoorbeeld door het aanpassen van het waterpeil in gebieden met bodemdaling.
- Interessant om te zien is dat de situatie in 2050 niet veel verschilt van die in 2025, omdat de neerslagstatistieken voor 2050 vergelijkbaar zijn met die van 2025. De neerslagstatistiek voor het hoogste scenario voor het jaar 2100 laat wel een forse toename van de neerslag zien, wat zich vertaalt in een grote wateropgave. Of dit daadwerkelijk zal gebeuren, weten we nog niet, maar het is goed om hier rekening mee te houden en de komende jaren na te denken over de mogelijke gevolgen en oplossingsrichtingen voor de betreffende gebieden.

5.5 Bouwstenen

Deze paragraaf beschrijft mogelijke bouwstenen (mogelijke maatregelen) om de gevolgen van klimaatverandering en andere ontwikkelingen voor het thema wateroverlast te voorkomen of te beperken. De volgende indeling wordt hierbij gebruikt:

1. **Watersysteemmaatregelen:** maatregelen gericht op het robuust en klimaatbestendig houden van het watersysteem. Dat vraagt een continu proces van beheren, onderhouden, versterken en investeren. Primair staat Rijnland hiervoor aan de lat.
2. **Ruimtelijke inrichtingsmaatregelen:** maatregelen gericht op een duurzame ruimtelijke inrichting die de impact van klimaatverandering en ruimtelijke ontwikkelingen, geredeneerd vanuit de diverse waterthema's, op de omgeving zoveel mogelijk beperkt. Deze maatregelen vallen grotendeels binnen het domein van provincies en gemeenten. Rijnland kan deze maatregelen beïnvloeden door middel van advisering en regelgeving.
3. **Eigen maatregelen van inwoners en bedrijven:** maatregelen gericht op het vinden van de juiste balans tussen ruimtegebruik, economische ambities en de (on)mogelijkheden die het water- en bodemsysteem nu en in de toekomst biedt. Primair zijn de provincies en gemeenten hiervoor verantwoordelijk. Hieronder valt ook de eigen verantwoordelijkheid van inwoners en bedrijven om zelfvoorzienend en weerbaar te zijn tegen wateroverlast. Met informeren en adviseren kan Rijnland deze maatregelen beïnvloeden.

In de onderstaande tabel een kort overzicht van de mogelijke bouwstenen (mogelijke maatregelen). In bijlage 2 vindt u een uitgebreider overzicht, met meer informatie en een eerste indicatie van mogelijke kosten.

Bouwstenen thema wateroverlast	
Watersysteem maatregelen	• Vergroten verwerkingscapaciteit boezem en polders met pompen en piekwaterbergingen. • Optimaliseren peilbeheer (verregaand automatisering cq. afstemmen peilbeheer polders, boezem en hoofdwatersystemen zoals Noordzeekanaal). • Vergroten beheermarges peilbeheer (dynamisch peilbeheer). • Vergroten beschikbaarheid/betrouwbaarheid (boezem)gemalen.
Ruimtelijke inrichtingsmaatregelen	• Aanscherpen klimaatregels. • Extra water vasthouden in polders door middel van gerichte maatregelen in de ruimtelijke ordening.
Eigen maatregelen inwoners en bedrijven	• Vergroten zelfvoorzienendheid cq. weerbaarheid bedrijven en inwoners door het nemen van maatregelen op eigen terrein etc.

5.6 Conclusies

Op basis van de impactanalyse kan voor het thema wateroverlast het volgende worden geconcludeerd:

Boezem

Wat is de opgave?

- In de boezem hebben we een opgave om de boezemwaterstand in maatgevende situaties met 4 centimeter te verlagen om onder de Rijnlandse beheernorm van NAP -0,52 m te blijven, die is afgeleid van de provinciale wateroverlastnorm.
- Deze opgave neemt toe tot 6 centimeter in 2050 en 9 centimeter in 2100.
- Deze nieuwe opgaven worden enerzijds veroorzaakt door meer extreme regenbuien door klimaatverandering. Anderzijds zien we dat in vooral de meer extreme situaties de beschikbaarheid/betrouwbaarheid van onze boezemgemalen een doorslaggevende rol speelt. Faalt een pomp of kunnen we niet afvoeren naar het Noordzeekanaal, dan hebben we direct een probleem.

Hoe kunnen we die opgave invullen?

- De opgave in de boezem kan tot en 2050 worden gerealiseerd met de volgende combinatie van kansrijke en kosteneffectieve maatregelen:
 - a. Vergroten beheermarges (beperkt verlagen/verhogen ondergrens) boezem, wat tot 3 centimeter peildaling oplevert;
 - b. Optimaliseren peilbeheer polder-boezemsysteem, wat tot 3 centimeter peildaling oplevert;
 - c. Vergroten beschikbaarheid boezemgemalen, wat tot 2 centimeter peildaling oplevert in maatgevende situaties. In meer extreme situaties kan dit tot 10 centimeter peildaling opleveren.
- De totale investeringskosten bedragen circa 65 miljoen euro. Verdeeld over 20 jaar betekent dit ongeveer 3 miljoen euro per jaar aan investeringen én (nadat alle investeringen zijn gedaan) 2-3 miljoen per jaar aan extra exploitatielasten.
- Optie a is de meest kosteneffectieve maatregel die snel kan worden doorgevoerd. Hoewel deze maatregel binnen het bestaande peilbesluit van de boezem past, is dit besluit al meer dan 20 jaar oud en toe aan actualisatie. Als deze maatregel wordt doorgevoerd, wordt geadviseerd het peilbesluit van de boezem te actualiseren vanwege de impact van het extra verhogen of verlagen van het waterpeil op de omgeving.
- Opties b en c vragen meer uitwerking. Geadviseerd wordt om hiervoor een uitvoeringsplan te ontwikkelen en op basis daarvan verdere besluitvorming te doen.
- Na 2050 zijn mogelijk meer maatregelen nodig, zoals extra boezembemalingscapaciteit en/of één tot twee extra piekbergingen. Of deze maatregelen nodig zijn, hangt af van de klimaatontwikkeling. Geadviseerd wordt om deze maatregelen alvast verder te verkennen en ruimtelijke reserveringen te doen.
- Aanvullend op het vorige punt: door andere ontwikkelingen kan het verstandig zijn om deze extra capaciteit eerder te realiseren. Bijvoorbeeld als er een kans ontstaat om een piekberging te realiseren in combinatie met andere ruimtelijke ontwikkelingen, zoals in de Houtrakpolder. Daarnaast kan er een combinatie worden gemaakt met het thema zoetwatertekort. Eén van de mogelijke maatregelen daar is het realiseren van een continue afvoer in de Duin en Bollenstreek om verzilting tegen te gaan. Deze maatregel kan goed worden gecombineerd met een gemaal voor extra afvoer in wateroverlastsituaties, bijvoorbeeld in de omgeving van Noordwijk.

Polders

Wat is de opgave?

- 20% van de polders voldoet door de herziene klimaatstatistieken niet aan de provinciale wateroverlastnorm. Dit neemt, afhankelijk van hoe het klimaat zich ontwikkelt, toe tot 30% in 2100.

Hoe kunnen we die opgave invullen?

- De opgave om aan de wateroverlastnormen in de polders te voldoen kan tot 2050 worden gerealiseerd met de volgende combinatie van kansrijke en kosteneffectieve maatregelen:
 - a. Normaanpassing in gebieden (voornamelijk veenweidepolders) waar het niet meer kosteneffectief is om extra water te graven of andere watersysteemmaatregelen te nemen. Dit geldt voor ongeveer een derde van de polders.

- b. Peilaanpassingen in gebieden waar voornamelijk bodemdaling heeft plaatsgevonden, dit volgens de uitgangspunten zoals recent vastgesteld in de Nota Peilbeheer. Hiermee kan in ongeveer een derde van de polders aan de wateroverlastnormen worden voldaan.
 - c. In de overige polders zal een combinatie van maatregelen moeten worden getroffen, vergelijkbaar met de maatregelen in recente watergebiedsplannen. Kijk daarbij nadrukkelijk ook naar aangepaste vormen van landgebruik in combinatie met de inzet van blauwe diensten.
- Als eerste stap moet worden gekeken waar optie a (normaanpassing) toepasbaar is, vervolgens komen de andere opties b en c in beeld. Een belangrijk element is het onderzoek van de Unie van Waterschappen, samen met provincies en het ministerie van Infrastructuur en Water, naar de huidige provinciale wateroverlastnormen. Dit normeringsstelsel heeft geholpen om de regionale watersystemen op orde te houden. Echter, de huidige werkwijze is niet altijd duidelijk voor inwoners en bedrijven. Daarnaast is er meer flexibiliteit en maatwerk nodig om te anticiperen op klimaatverandering. De resultaten van dit onderzoek kunnen na 2027 leiden tot nieuwe wateroverlastnormen en de vraag hoe we het beste kunnen omgaan met de nieuwe wateropgaven in de polders.
- De totale investeringskosten voor Rijnland bedragen circa 75 miljoen euro (gebaseerd op de vorige ronde watergebiedsplannen). Verdeeld over 15 jaar betekent dit ongeveer 5 miljoen euro per jaar. Nadat alle investeringen zijn gerealiseerd stijgen ook de exploitatielasten met 0,5 – 1 miljoen per jaar.
- Daarnaast adviseren we om het huidige renovatie- en vervangingsprogramma van de poldergemalen door te zetten. Dit omvat ook het vergroten van de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van poldergemalen door onder andere verregaande standaardisering. Dit is nodig om de doorzettende klimaatverandering op te vangen en de faalkans te verlagen. Neem daarbij ook in overweging of het beperkt vergroten van de poldergemaalcapaciteit mogelijk is, zonder dat dat leidt tot aanzienlijke meerkosten. Door niet precies op de ontwerpnorm te zitten, bouw je flexibiliteit in en kan het waterpeil in kritieke situaties sneller op streefpeil worden gebracht.

Ruimtelijke inrichting en eigen verantwoordelijkheden inwoners en bedrijven

Wat is de opgave?

- Nieuwe gebiedsontwikkelingen moeten zo worden ontworpen dat ze ook in de toekomst (zichtjaar 2100) zonder schade of afwenteling naar andere gebieden kunnen functioneren. Als we dat niet doen, leidt dit waarschijnlijk tot extra overlast en schade in maatgevende situaties, die niet of alleen met veel extra investeringen in het watersysteem moeten worden opgelost.
- Daarnaast moet voor iedereen duidelijk zijn dat inwoners en bedrijven ook een eigen verantwoordelijkheid hebben om weerbaar te zijn tegen de gevolgen van klimaatverandering.

Hoe kunnen we die opgave invullen?

- Door te informeren, adviseren en normeren (klimaatregels verder door ontwikkelen) kunnen we invloed uitoefenen op bovenstaande opgaven. Hoe we dit het beste kunnen doen, maakt onderdeel uit van het programma Water en Bodem Sturend.

Intermezzo – wat als de Limburgbui valt?

De KNMI-scenario's laten zien hoe het klimaat in Nederland in de toekomst kan veranderen. In de studie Toekomstgericht waterbeheer Rijnland zijn deze veranderingen vertaald naar het Rijnlands gebied. Maar deze scenario's laten niet zien wat er gebeurt bij extreme gebeurtenissen, zoals de wateroverlast in Limburg in 2021. Hoe presteert het watersysteem onder zware druk? Welke onverwachte problemen kunnen optreden en zijn er noodmaatregelen mogelijk? In 2022 heeft Rijnland dit onderzocht. De resultaten staan in dit intermezzo.

Nb. Momenteel voeren de provincies, samen met de waterschappen, een soortgelijke studie uit. De resultaten worden eind 2025 verwacht.

De overstromingen van juli 2021 in Limburg, de Eifel en de Ardennen waren qua timing - midden in de zomer - en gevolgen ongekend. In België en Duitsland vielen meer dan tweehonderd dodelijke slachtoffers en de schade bedroeg vele miljarden euro's. De extreme neerslag heeft ook in Limburg tot grote schade geleid. Gelukkig waren er in Nederland, in tegenstelling tot Duitsland en België, geen dodelijke slachtoffers. De minister van Infrastructuur en Waterstaat heeft naar aanleiding van de ramp in Limburg de Beleidstafel Wateroverlast en Hoogwater ingesteld om te leren van de gebeurtenissen.

De Limburg bui

Het zwaartepunt van de extreme neerslag in juli 2021, met meer dan 170 millimeter regen, lag buiten Nederland in de Ardennen en de Eifel. De neerslag in Limburg was niet heel extreem, met ongeveer 120 millimeter regen in 72 uur. Ter vergelijking: in 2018 viel in Boskoop ongeveer 130 millimeter regen in 6 uur. Wat de situatie in Limburg bijzonder maakte, was:

- De omvang van het neerslaggebied: de 120 millimeter regen viel in een gebied zo groot als half Nederland.
- De topografie: naast de vloedgolf van de Maas werd de regen via enkele beekdalen afgevoerd, wat veel schade veroorzaakte aan gebouwen en infrastructuur en in het buitenland ook dodelijke slachtoffers.

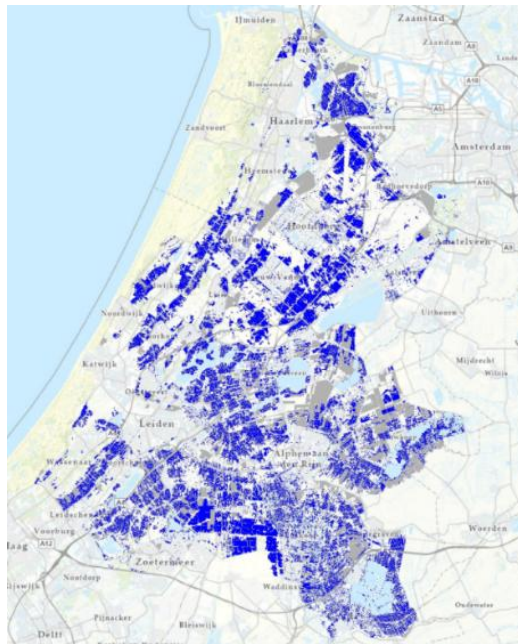
Wat als de Limburgbui in Rijnlands gebied valt?

Deltares heeft onderzocht wat er zou gebeuren als de zware regenval in Limburg van juli 2021 ergens anders in Nederland zou vallen. Een belangrijke conclusie is dat deze 'Limburgbui' ook in West-Nederland kan vallen. Hoewel de kans klein is, is het niet onmogelijk. Dit was voor Rijnland aanleiding om te onderzoeken wat de mogelijke effecten zouden zijn als de Limburgbui in Rijnlands gebied zou vallen. De belangrijkste leerpunten van het Rijnlandse onderzoek zijn:

- **De gevolgen zijn groot**

Bij extreme regenval die in het hele Rijnlands gebied valt zullen alle Rijnlandse polders te maken krijgen met wateroverlast, variërend van enkele centimeters tot decimeters water op maaiveld en/of de straat. Afhankelijk van de hoeveelheid neerslag kan deze situatie dagen tot weken aanhouden. Zie ook de onderstaande figuur waarin is weergegeven hoeveel water waar staat als er 200 millimeter neerslag in 48 uur valt.

In de boezem wordt al snel het maalpeil bereikt. Volgens het calamiteitenplan moeten de polders dan stoppen met malen om te voorkomen dat water uit de boezem de polders instroomt. Dit hoge boezempeil kan dagen aanhouden, wat risico's voor de boezemkaden met zich meebrengt, zoals verweking en instabiliteit.



Figuur 9. Effect 200 millimeter neerslag in 48 uur. *Rijnland, 2025*

Afhankelijk van het seizoen, een voorafgaande droge of natte periode en de hoeveelheid neerslag, kan er veel schade ontstaan aan landbouw, infrastructuur, woningen en bedrijven, met kosten van tientallen tot honderden miljoenen euro's. Naast directe schade zal er ook gevolgschade zijn. Denk aan verkeershinder door overstroomde wegen en tunnels, of stroomuitval doordat transformatorhuisjes onder water komen te staan. De maatschappelijke impact hiervan kan zeer groot zijn.

In extreme omstandigheden is de Rijnlandse calamiteitenorganisatie actief

Deze organisatie werkt nauw samen met de Veiligheidsregio's om de gevolgen zoveel mogelijk te beperken en de schaarse tijd en middelen effectief in te zetten. Een belangrijke preventieve maatregel is het vroeg herkennen van dergelijke gebeurtenissen. De zware regenval in Limburg werd bijvoorbeeld enkele dagen van tevoren voorspeld. Door tijdig water weg te pompen, kan een deel van de impact worden verminderd. Daarom heeft Rijnland ook een voormalprotocol: bij verwachte extreme regenval verlagen we preventief de waterpeilen. Ook de piekbergingen en noodkeringen (balgstuwen) kunnen helpen om de gevolgen van extreme neerslag en de effecten daarvan op de regionale waterkeringen zoveel mogelijk te beperken.

- **Schade voorkomen kan niet, voorbereiden wel**

Zoals ook in de aanbevelingen van de Beleidstafel Wateroverlast en Hoogwater staat kunnen we de gevolgen van extreme neerslag niet altijd voorkomen worden. Wél kan Nederland zich voorbereiden op extreem weer om veel schade en maatschappelijke ontwrichting te voorkomen, dat vraagt iets van de gehele samenleving. De aanbevelingen om te zorgen dat Nederland beter weerbaar wordt tegen de gevolgen van extreme neerslag zijn door de Beleidstafel samengevat in zeven hoofdpunten. Momenteel wordt gewerkt aan de uitvoering daarvan.

Twee punten willen we als Rijnland graag benadrukken. Ten eerste: door vooraf in de ruimtelijke ordening goed na te denken over waar en hoe er gebouwd wordt, kan veel overlast worden voorkomen. Ook in extreme situaties. Met goede regelgeving kan hier gericht op worden gestuurd, zowel door Rijnland, als door gemeenten, provincies én het Rijk. Ten tweede: voorbereid zijn op extreme neerslag begint met dat iedereen zich bewust is van wat er kan gebeuren en wat je zelf kunt doen om de risico's te verkleinen. De communicatie hierover vraagt een gezamenlijke aanpak van de diverse betrokken overheden.

06 – Voldoende water, zoetwatervoorziening

6.1 In het kort

Samen met de omgeving zorgt Rijnland voor voldoende zoet water voor inwoners en bedrijven, de agrarische sector en de natuur. In recente droge jaren zoals 2018 en 2022 kwamen de grenzen van de zoetwatervoorziening in zicht. Door klimaatverandering en ruimtelijke en maatschappelijke ontwikkelingen wordt deze opgave steeds complexer. Daardoor is het niet langer vanzelfsprekend dat er overal en altijd voldoende zoet water beschikbaar is. In de toekomst moeten we dan ook rekening houden met verder toenemende verzilting.

6.2 Wat is ons doel?

Rijnland zorgt samen met de omgeving dat het beheergebied in 2050 weerbaar is tegen zoetwatertekorten. Hiermee bedoelen we dat Rijnland het schaarse zoet water slim verdeelt en dat alle sectoren goed voorbereid zijn op zoetwatertekorten om schade zo veel mogelijk te beperken.

De kaders

De ambitie van het Deltaprogramma Zoetwater is dat in 2050 Nederland weerbaar is tegen zoetwatertekorten. Hiermee bedoelen we dat alle sectoren goed voorbereid zijn op zoetwatertekorten om schade zo veel mogelijk te beperken. En dat Nederland een veerkrachtig en evenwichtig zoetwatersysteem heeft, waarbij het wateraanbod en de watervraag voor alle maatschappelijke functies in evenwicht zijn, zelfs tijdens droge perioden die vaker dan eens in de 20 jaar voorkomen (Deltascenario Stoom 2023).

Ter vergelijking: het neerslagtekort van 2018 heeft een herhalingstijd van circa eens in de 30 jaar, de rivierafvoer van 2018 heeft een herhalingstijd van eens in de 60 jaar.

Om het hoofddoel te bereiken wordt de bestaande zoetwaterstrategie uit de Nationale Omgevingsvisie (NOVI) toegepast. Deze strategie bevat de volgende uitgangspunten en een voorkeursvolgorde voor waterbeheer:

1. Bij de toedeling van watervragende functies aan gebieden wordt rekening gehouden met de waterbeschikbaarheid in die gebieden.
2. Watervragende functies gaan zuinig met water om.
3. Water vasthouden.
4. Water slim verdelen.
5. Voorbereid zijn op tekorten en (rest)schade accepteren.

6.3 Waar staan we nu en relevante ontwikkelingen

De zoetwatervoorziening loopt tegen grenzen aan

In de afgelopen jaren hebben zich droge zomers voor gedaan, denk aan 2018, 2022 en 2023. Om de zoetwatervoorziening in deze droge perioden in stand te houden, hebben Rijnland, de buurwaterschappen én Rijkswaterstaat, forse inspanningen geleverd. Door deze inspanningen hebben zich binnen Rijnland nog geen echt grote problemen rond de zoetwatervoorziening voorgedaan. Tegelijkertijd was het in de afgelopen droge jaren al wel noodzakelijk om pijnlijke maatregelen te nemen, zoals bijvoorbeeld schutbeperkingen voor de recreatievaart bij de Grote Sluis in Spaarndam.

De huidige zoetwatervoorziening, hoe werkt dat in Rijnlands gebied?

- In het Rijnlands gebied liggen verschillende functies die om (zoet)water vragen. Denk daarbij aan het in stand houden van droogtegevoelige keringen, het voorkomen van bodemdaling, de landbouw en specifiek de greenports (boomteelt Boskoop, Bollenstreek en glastuinbouw Aalsmeer), natuur, houten funderingen in stedelijk gebied, scheepvaart en waterrecreatie.
- In een aantal diepe polders en droogmakerijen is sprake van zoute kwel, die tot verzilting van het oppervlaktewatersysteem leidt.
- Onder reguliere droge omstandigheden laat Rijnland bij Gouda zoet water vanuit de Hollandsche IJssel in om te voorzien in de watervraag en om de hierboven genoemde zoute kwel weg te spoelen.

- De totale watervraag van Rijnland tijdens een warme en droge periode bedraagt ongeveer 14 tot ruim 18 m³/s. Het merendeel (10-14 m³/s) hiervan is nodig voor peilbeheer (compensatie van de verdamping). Daarnaast wordt de boezem met circa 4 m³/s doorgespoeld. Berekening van agrarische gewassen is maar een zeer beperkt deel van de watervraag (circa 0,5 m³/s).
- Als verzilting van de Hollandsche IJssel optreedt, kunnen de Klimaatbestendige Wateraanvoervoorzieningen (KWA) ingezet worden. Dit is een stelsel van watergangen waarmee via het beheergebied van De Stichtse Rijnlanden (HDSR) zoet water vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek naar Rijnland kan worden aangevoerd.
- In 2018, 2022 en 2023 is naast de KWA ook water door de Krimpenerwaard doorgevoerd (doorvoer Krimpenerwaard, DKW) naar de bovenloop van de Hollandsche IJssel.
- Via de KWA en DKW is vanaf 2028 20 m³/s aan zoet water beschikbaar. Delfland en Schieland en de Krimpenerwaard gebruiken ook een deel van dit water en een deel van het water gaat verloren om verzilting op de Hollandsche IJssel te beperken. Netto is er daarmee voor Rijnland 13 m³/s aan zoet water beschikbaar.

Watervraag slechts beperkt te verkleinen

Verreweg het grootste deel van de Rijnlandse watervraag is voor peilbeheer (circa 70%). Het gaat hier om compensatie van verdamping van open water. Dit deel van de watervraag is nauwelijks te beïnvloeden door maatregelen te treffen. Slechts een klein deel van de watervraag is voor doorspoeling van de boezem (circa 20%) en overige zaken, zoals berekening van de landbouw (5 á 10%).

Robuuste aanvoer zoet water uit hoofdwatersysteem

Van oudsher is Rijnland voor de zoetwatervoorziening afhankelijk van de aanvoer van zoet water vanuit het hoofdwatersysteem. Bij lage rivierafvoeren is het reguliere inlaatpunt voor zoet water vanuit de Hollandsche IJssel bij Gouda gevoelig voor verzilting. In dat geval kan zoet water via de Klimaatbestendige Wateraanvoervoorzieningen (KWA) plaatsvinden. De afgelopen jaren is de capaciteit van de KWA met rijksgeld vergroot. De werkzaamheden hiervoor zijn in 2025 afgerond.

De afgelopen droge jaren is naast de KWA ook de doorvoer door de Krimpenerwaard (DKW) ingezet om de zoetwatervoorziening in West-Nederland in stand te houden. Met de DKW wordt water vanuit de Lek door de Krimpenerwaard naar de bovenloop van de Hollandsche IJssel doorgevoerd. Het doel is om daar een zoetwaterbuffer in stand te houden. Met rijksgeld en bijdragen van Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard en Rijnland wordt de DKW de komende jaren robuuster gemaakt en wordt de doorvoercapaciteit vergroot (gereed in 2027).

Bij een niet verzilte Hollandsche IJssel kan ruimschoots in de watervraag van Rijnland worden voorzien. Indien dat niet het geval is kan voor Rijnland via de KWA en de DKW tot 13 m³/s worden geleverd. Ondanks dat de KWA en DKW belangrijk zijn voor de zoetwatervoorziening van West-Nederland geldt dus dat de watervraag onder KWA-omstandigheden groter kan zijn dan het wateraanbod. Daarnaast bestaat het risico dat vanwege nationale afwegingen bij extreem lage rivierafvoeren geen of beperkt water beschikbaar is voor de KWA en DKW. Er kan dus in de huidige situatie al sprake zijn van watertekorten en aanvullende (tijdelijke) maatregelen kunnen nodig zijn om op dat moment de zoetwatervoorziening op peil te houden. Denk daarbij aan het instellen van schutbeperkingen bij de Grote Sluis in Spaarndam.

Maatregelen in het regionale watersysteem

De afgelopen jaren heeft Rijnland fors geïnvesteerd om in het regionale watersysteem zuinig en effectief met zoet water om te gaan. Voorbeelden hiervan zijn de peilverhoging in Polder de Noordplas om de zoute kwel te beperken, de aanleg van een alternatieve aanvoerroute van zoet water naar de boomteelt in de Gouwepolder vanuit de Oude Rijn, en het instellen van flexibel peilbeheer in een aantal gebieden, zoals de Reeuwijkse Plassen, om de benodigde aanvoer van zoet water te beperken.

Ontwikkelingen watervraag en wateraanbod

Naast klimaatverandering zullen de komende jaren ook andere ontwikkelingen de watervraag beïnvloeden. Het gaat daarbij om het vernatten van het veenweidegebied om de uitstoot van broeikasgassen te beperken, het

verminderen van hittestress in stedelijke gebieden, actief grondwaterpeilbeheer in steden om houten funderingen te behouden, en een toename van de drinkwatervraag. Hierdoor kan tot 2050 de watervraag toenemen met circa 9 m³/s. Richting 2100 komt daar mogelijk nog eens 1,5 m³/s bij.

Door klimaatverandering neemt tegelijkertijd het aanbod van zoet water af. Enerzijds omdat de rivierafvoer in droge perioden afneemt, wat het risico op verzilting van de Hollandsche IJssel vergroot. Anderzijds omdat door zeespiegelstijging meer tegendruk nodig is om de zoetwaterbuffer op de Hollandsche IJssel in stand te houden. Ter compensatie is hiervoor in 2050 circa 1 m³/s extra zoet water nodig. Tegen 2100 kan dit oplopen tot circa 4,0 m³/s extra zoetwateraanvoer.

Ontwikkelingen drinkwatervoorziening

Vanwege bevolkingsgroei en de toenemende vraag naar drinkwater zijn drinkwatermaatschappijen op zoek naar aanvullende bronnen. In Rijnlands gebied kijkt Dunea daarbij ook naar het gebruik van regionaal oppervlaktewater als bron voor de drinkwatervoorziening.

Een andere potentiële drinkwaterbron die het watersysteem van Rijnland raakt is het gebruik van brak grondwater. Voordeel voor Rijnland is dat bij het gebruik van brak grondwater voor drinkwater de (toenemende) verzilting van het oppervlaktewatersysteem beperkt wordt. Mogelijke gebieden hiervoor zijn de Polder Middelburg en Tempelpolder en de Haarlemmermeerpolder. Zowel Oasen als PWN hebben aangegeven dat de inzet van brakwater voor drinkwater in ieder geval niet op korte termijn (voor 2030 á 2040) gerealiseerd zal worden.

Overigens komt het grootste deel van het drinkwater (>70%) weer via het effluent in het oppervlaktewatersysteem terug. In een droge periode voorziet deze stroom in circa 25% van de watervraag van Rijnland. Daarmee is drinkwater op dit moment een bron van water voor het Rijnlandse watersysteem, omdat het drinkwater dat binnen het Rijnlands gebied gebruikt wordt, afkomstig is uit de grote rivieren van het hoofdwatersysteem.

6.4 Impact klimaatscenario's

Modelberekeningen

Met het waterkwaliteitsmodel van het Rijnlands gebied zijn de gevolgen van de nieuwe KNMI-scenario's op de zoetwatervoorziening doorgerekend voor de huidige situatie, het jaar 2050 en het jaar 2100. In dit model zijn de volgende onderdelen meegenomen:

- De diverse (hydrologische) kenmerken van het Rijnlands gebied, zoals alle (boezem)gemalen, alle polders tot op peilvakniveau, inclusief bijbehorende waterpeilen, bodemtypen en andere kenmerken zoals verhard oppervlak.
- Zoutbronnen zoals die bekend zijn in het Rijnlandse watersysteem: zoute kwel uit diepe polders en droogmakerijen, zoutlek door schutten bij de Grote Sluis in Spaarndam en het zoutgehalte van het inlaatwater bij Gouda.
- De ontwikkelingen die invloed hebben op de zoetwaterbeschikbaarheid (zie paragraaf 6.3).
- Meteorologische gegevens: neerslag en verdamping, zowel van het huidige klimaat als van de jaren 2050 en 2100 (op basis van de meest extreme droogte).
- Toename van de zoutvrucht naar het oppervlaktewatersysteem als gevolg van zeespiegelstijging. Waarbij voor 2050 is uitgegaan van 0,38 m zeespiegelstijging en voor 2100 van 1,24 m (bovengrens uit de KNMI-klimaatscenario's).

Toelichting gebruikte scenario's

Niemand weet hoe de toekomst eruit gaat zien. Ook het KNMI niet. Wel heeft het KNMI de meest recente inzichten rondom klimaatverandering vertaald naar vier klimaatscenario's voor de Nederlandse situatie. Deze vier scenario's hebben een gelijke kans van voorkomen, maar ze zijn wel afhankelijk van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen. Gezien de ontwikkeling van die wereldwijde uitstoot is er hiervoor gekozen om het KNMI-scenario met hoge uitstoot als basis te nemen (voor zeespiegelstijging sluiten we daarbij ook aan bij de gehanteerde uitgangspunten voor waterveiligheid). Als de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen de komende jaren sterk gereduceerd wordt, kan de situatie gunstiger uitpakken dan gepresenteerd op de kaarten in dit hoofdstuk. Maar daar zijn ook weer nuanceringen bij te plaatsen:

- Gezien de afnemende rivierafvoeren is de kans groot dat in de toekomst steeds vaker nationale afwegingen in de zoetwaterverdeling gemaakt moeten worden en dat er minder zoet water voor de alternatieve aanvoerroutes (KWA en DKW) naar West-Nederland beschikbaar is.
- De watervraag is sterk afhankelijk of er in de zomer, al is het incidenteel, wel of niet regen valt. In de berekeningen is uitgegaan van het jaar 2018. Dat was weliswaar een droog jaar met een groot neerslagtekort, maar in de loop van de zomer (eind juli, augustus) zijn enkele regenbuien gevallen, die de watervraag (en daarmee verziltingsrisico's) sterk gereduceerd hebben. In bijvoorbeeld het jaar 2022 was dat veel minder het geval.

Indeling chlorideconcentraties

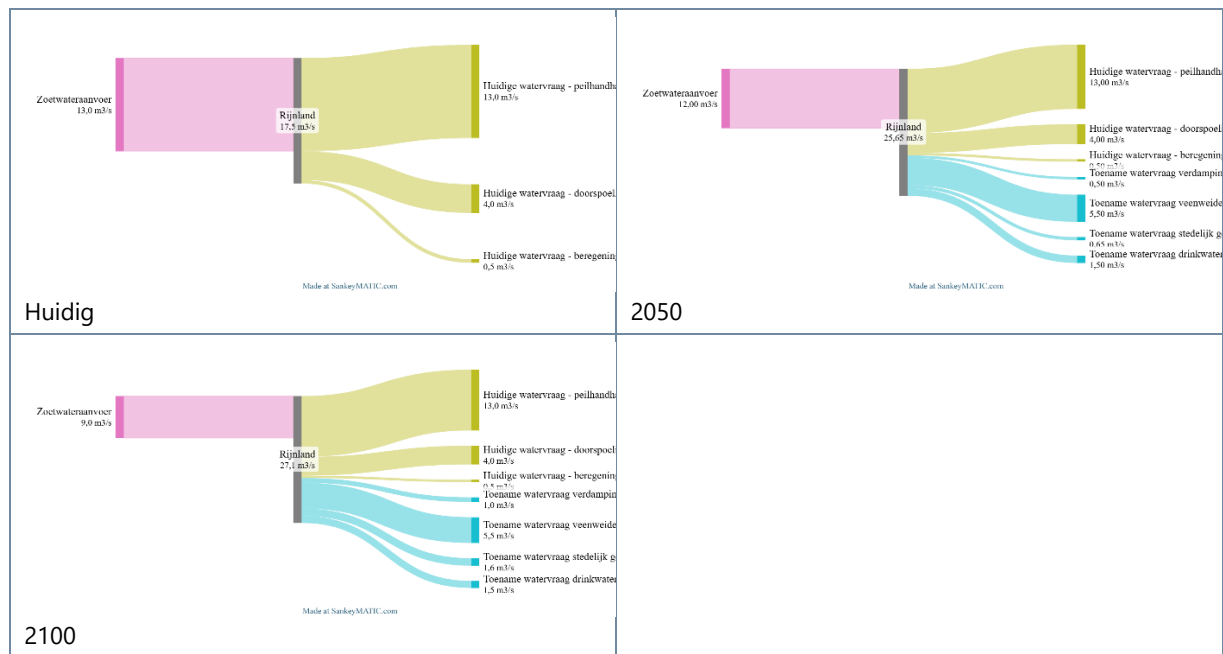
Binnen het Rijnlands gebied komen landbouwgewassen vooral in aanraking met zout water via het beregeningswater. De meest gebruikte bron voor beregening is het oppervlaktewater. De schade die landbouwgewassen ondervinden van zout beregeningswater is afhankelijk van de chlorideconcentratie van het water, maar bijvoorbeeld ook van de bodemsamenstelling, de groeifase van de plant en de hoeveelheid water waarmee beregend wordt. Ook voor waterkwaliteit en ecologie is het zoutgehalte van het water relevant. Vanuit de KRW zijn, afhankelijk van het type waterlichaam, grenswaarden van 300 en 600 mg/l relevant. Dit levert voor het Rijnlands gebied grofweg het volgende overzicht op:

Tabel 5. Grenswaarden chloride. *Rijnland, 2025*

Chlorideconcentratie	Doel
< 150 mg/l	Boomteelt
< 200 mg/l	Bollenteelt, glastuinbouw
< 300 mg/l	KRW-norm
< 600 mg/l	KRW-norm
<1.000 mg/l	Akkerbouw, grasland

Zoetwatervraag en -aanbod steeds meer uit balans

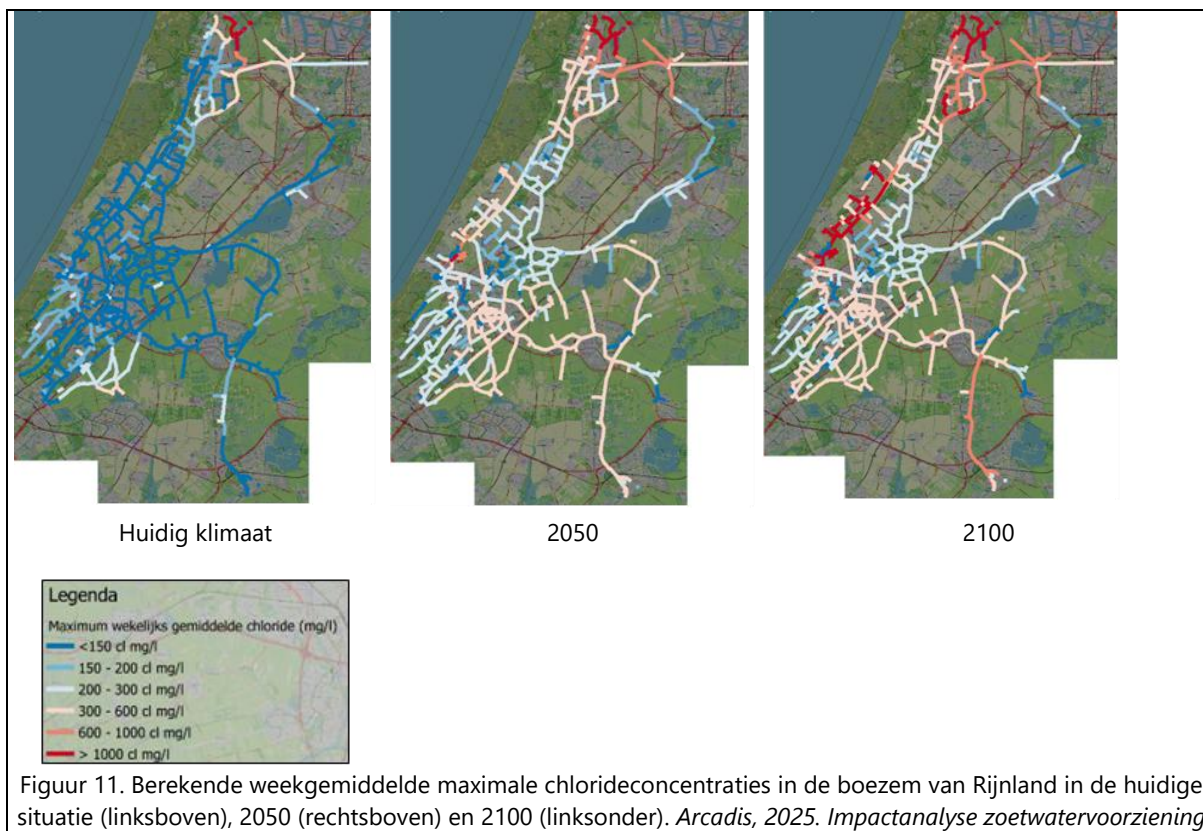
In de huidige situatie is er nét voldoende zoet water beschikbaar om in een warme en droge periode in de zoetwatervraag voor peilbeheer te voorzien (zie figuur 10). De ervaringen uit 2018 en 2022 zijn ook dat de doorspoeling van de boezem beperkt of zelfs tijdelijk stopgezet is, om watervraag en -aanbod in evenwicht te brengen. Naar de toekomst toe neemt het verschil tussen watervraag en wateraanbod steeds verder toe. Enerzijds neemt de watervraag toe, anderzijds neemt het aanbod af. In 2050 kan het verschil oplopen naar circa 14 m³/s en in 2100 naar circa 18 m³/s.



Figuur 10. Sankey-diagrammen watervraag en wateraanbod Rijnland, voor de huidige situatie, 2050 en 2100.
Rijnland, 2025

Toenemende verzilting

Door het toenemende verschil tussen zoetwatervraag en -aanbod neemt de verzilting in het beheergebied toe. In figuur 11 zijn de berekende chlorideconcentraties in de boezem weergegeven voor de huidige situatie, 2050 en 2100. Dit betreft de weekgemiddelde maximale concentratie tijdens inzet van de KWA, waarbij geen rekening is gehouden met verdere maatregelen. In de volgende fase van deze studie onderzoeken we welke maatregelen effectief zijn om de gevolgen van verzilting te beperken.



In de volgende tabel is weergegeven hoe vaak en hoe lang situaties als hiervoor getoond, voorkomen.

	Frequentie	Gemiddelde duur in zomerhalfjaar
Huidige situatie	Elke 5 á 6 jaar	1 maand
2050	Elke 2 á 3 jaar	1 á 2 maanden
2100	Vrijwel elk jaar	2 á 3 maanden

Tabel 6. Frequentie maximale chlorideconcentraties. Arcadis, 2025. *Impactanalyse zoetwatervoorziening*

In de huidige situatie is een groot deel van de Rijnlandse boezem tijdens een droge periode zoet. Er zijn verhoogde chlorideconcentraties zichtbaar ten noorden van Zoetermeer en rond de Gouwe. Dit vanwege zoute kwel uit nabijgelegen diepe polders. Ook in het noorden treedt enige verzilting op, dit vanwege de zoutvracht van het schutten van de Grote Sluis in Spaarndam en de zoute kwel vanuit de Haarlemmermeerpolder.

Als gevolg van zeespiegelstijging zal in 2050 met name het zoutgehalte in (een deel van) de Bollenstreek fors toenemen tot gehalten boven 300 mg/l. Ook de zoutvracht vanuit de Haarlemmermeerpolder neemt toe, waardoor de zoutconcentratie in het noordelijke deel van de boezem verder oploopt, tot gehalten boven 600 mg/l. Ook op de Gouwe nemen de zoutgehalten tot boven 300 mg/l toe.

Naar verwachting zullen de zoutgehalten in het gehele Rijnlandse gebied tegen 2100 verder toenemen. In een groot deel van de boezem worden chlorideconcentraties tussen 300 en 600 mg/l verwacht. De verzilting in de

Bollenstreek zal verder toenemen tot boven de 1000 mg/l. Op de Gouwe worden gehalten tussen 600 en 1000 mg/l verwacht.

In de kaarten is een toenemende verzilting in vrijwel het gehele Rijnlands gebied zichtbaar. Hier spelen verschillende oorzaken:

- De toenemende verzilting aan de westkant van het beheergebied (Bollenstreek) is direct gerelateerd aan zeespiegelstijging. In de Bollenstreek is sprake van een zandige ondergrond en met name rond Noordwijk aan Zee is de duinenrij smal, waardoor effecten van zeespiegelstijging hier sterk doorwerken. Door de zeespiegelstijging neemt de verzilting vanuit de ondergrond hier toe. De verzilting in de Bollenstreek staat los van maatregelen om de watervraag te beperken.
- De verzilting in een aantal diepe polders en droogmakerijen (zoals de Haarlemmermeerpolder en een aantal polders rond Zoetermeer) neemt toe. Hier is sprake van een autonoom proces waarbij door de heersende kwelsituatie grondwater met een steeds hoger zoutgehalte in het oppervlaktewatersysteem terecht komt (dit proces staat los van zeespiegelstijging). Ook de toenemende verzilting in de diepe polders staat los van de watervraag.
- Vanuit het zuidoosten neemt de verzilting toe, omdat bij toenemende watervraag steeds meer (verzilt) water vanuit de Hollandsche IJssel moet worden ingenomen, om er in ieder geval voor te zorgen wat de waterpeilen op niveau blijven. En door het blijvend onttrekken vanuit de Hollandsche IJssel neemt ook de verzilting op de Hollandsche IJssel toe, waardoor er steeds zouter water wordt ingelaten. De verzilting vanuit het zuidoosten heeft een relatie met de (toename van de) watervraag. Als de watervraag minder (snel) toeneemt, omdat ontwikkelingen (zie 6.3) minder snel gaan, zal ook de verzilting minder (snel) toenemen.

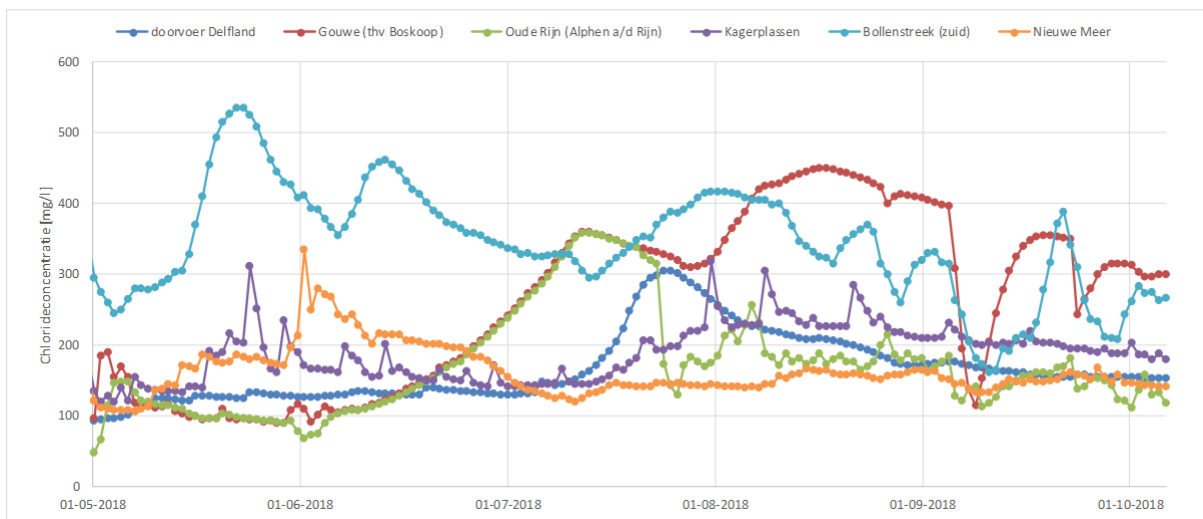
De kaarten hiervoor laten een bovengrens van de verziltingsontwikkeling zien. Op basis van de verschillende berekeningen is een inschatting gemaakt van de bandbreedte in de verziltingsontwikkeling. In de volgende tabel is deze bandbreedte voor een aantal locaties in het boezemsysteem weergegeven.

Tabel 7. Bandbreedte verwachte chlorideconcentraties in 2050 en 2100. Arcadis, 2025. *Impactanalyse zoetwatervoorziening*

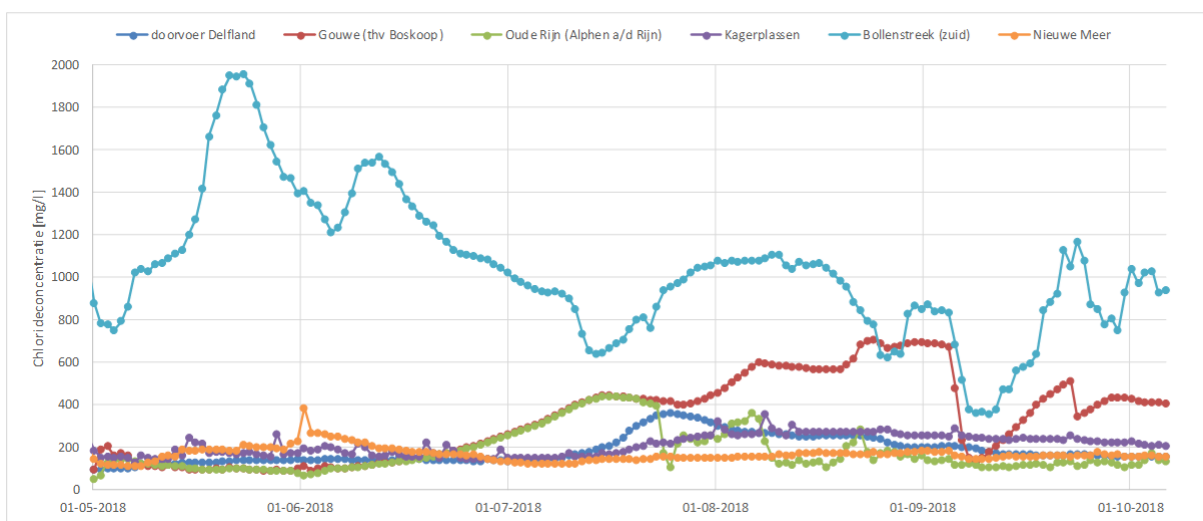
Locatie	Huidige situatie [mg/l]	2050 [mg/l]	2100 [mg/l]
Bollenstreek	150	200 - 350	300 - 1.000
Gouwe (thv Otwegwetering)	200	300 - 450	400 - 700
Oude Rijn (ten westen van Alphen aan den Rijn)	150	250 - 350	350 - 550
Kagerplassen (inlaat Haarlemmermeerpolder)	150	150 - 200	200 - 250

* De dik gedrukte chlorideconcentraties geven de (worst-case) waarden aan die uit bovenstaande kaarten volgen

De op de kaarten weergegeven chlorideconcentraties treden alleen gedurende een bepaalde periode van het jaar op, een paar weken gedurende een droge zomer. In de winter is er een neerslagoverschot in Nederland en daarmee verzoet het watersysteem weer. In de figuren 12 en 13 is voor een aantal locaties de dynamiek in zoutgehalten gedurende het jaar weergegeven, voor zowel de huidige situatie als voor 2050 en 2100.



Figuur 12. Verwachte chlorideconcentraties op een aantal locaties in het boezemsysteem in 2050 tijdens een zeer droog jaar. Arcadis, 2025. *Impactanalyse zoetwatervoorziening*



Figuur 13. Verwachte chlorideconcentraties op een aantal locaties in het boezemsysteem in 2100 tijdens een zeer droog jaar. Arcadis, 2025. *Impactanalyse zoetwatervoorziening*

Uit bovenstaande figuren blijkt dat op veel locaties de verhoogde chlorideconcentraties die in 2050 en 2100 worden verwacht, gedurende een periode van meerdere weken of zelfs maanden optreden. De figuren geven ook inzicht in de herkomst van de verzilting. In de Bollenstreek treedt de verzilting al vroeg in het jaar op (mei-juni). Dit komt omdat de verzilting door zeespiegelstijging continu plaatsvindt en het in het doorgerekende jaar (2018) al vroeg in het seizoen droog was. Bij de Gouwe ter hoogte van Boskoop treedt de verzilting later in het seizoen op (met name augustus), dit omdat bij groeiende watervraag en blijvende inname van water vanuit de Hollandse IJssel, de Hollandse IJssel gedurende de zomer steeds verder verzilt.

Doorwerking naar functies

- **Landbouw**

De effecten van toenemende verzilting zullen naar verwachting al in 2050 merkbaar zijn voor het agrarische landgebruik in het Rijnlandse gebied. Vooral voor de bollenteelt in het westen en het boomteeltgebied rond Boskoop worden, zonder verdere maatregelen, chloridegehaltes verwacht die tot boven de grenswaarden voor deze teelten stijgen. Het oostelijke deel van Boskoop kan daarbij nog van zoet water worden voorzien vanuit de Oude Rijn (via gemaal Th. Aendekerk), waardoor hier de zoutschade waarschijnlijk beperkt is.

Voor de boomteelt rond Boskoop geldt daarbij dat de verziltingsrisico's sterk afhankelijk zijn van de ontwikkeling van de watervraag (die samenhangt met bijvoorbeeld het vernatten van het veenweidegebied). Bij een kleine toename van de watervraag neemt de verzilting op de Gouwe slechts beperkt toe.

Ook voor glastuinbouw, die verspreid over het Rijnlands gebied voorkomt, kunnen de zoutgehaltes te ver oplopen. Glastuinbouwbedrijven hebben veelal al een alternatieve zoetwatervoorziening waarop ze kunnen terugvallen. Daarnaast zal in de zoute kwelpolders, zoals de Haarlemmermeerpolder en Polder de Noordplas, de verzilting (verder) toenemen. Lokaal zal dit tot knelpunten voor bepaalde teelten kunnen leiden.

In 2100 stijgen de chlorideconcentraties nog verder en dat levert nog grotere beperkingen op aan de genoemde teelten. Ook in zoute kwelpolders neemt de verzilting verder toe en dit zal op grotere schaal beperkingen opleveren voor agrarisch gebruik (akkerbouw, grasland).

- **Waterkwaliteit en ecologie**

Tot 2050 zijn de gevolgen voor de waterkwaliteit en ecologie in de boezem. Verhoogde zoutgehaltes treden op in gebieden waar nu ook al fluctuaties in zoutgehaltes optreden, of waar geen bijzondere aquatische ecologie aanwezig is. Het gaat dan om het Spaarne, de Gouwe, een deel van de Ringvaart en de Bollenstreek.

Als de chloridegehaltes tot boven 1000 mg/l oplopen, naar verwachting rond 2100 in de Bollenstreek, zullen de meeste kenmerkende zoetwatersoorten verdwijnen. Brakker water is overigens niet altijd slecht voor natuur of ecologie. In plaats daarvan ontstaan er soorten die beter passen in een brakke omgeving, wat leidt tot een nieuwe balans in het ecosysteem. Soorten die beter gedijen in brakke omstandigheden zullen de overhand krijgen.

Verzilting kan ook indirecte gevolgen hebben op het watersysteem. Zo kan verzilting effect hebben op het voedselweb. Verschuivingen hierin kunnen gevolgen hebben voor bijvoorbeeld de helderheid van het water. Met een toename van de inlaat van zoutwater komen ook meer andere nutriënten in het systeem, die mogelijk een groter knelpunt vormen dan chloride. Denk daarbij bijvoorbeeld aan sulfaat.

- **Natura 2000-gebieden**

De Wilck is een grotendeels geïsoleerd watersysteem. Alleen in heel droge perioden wordt water ingelaten. Een lichte stijging van chloride gehalten zal geen effect hebben op de aanwezige doelsoorten, en het halen van de instandhoudingsdoelstellingen.

De Nieuwkoopse Plassen worden tijdens droge perioden gevoed met zoet water vanuit de Klimaatbestendige Wateraanvoervoorzieningen (KWA). Daarmee worden voor de Nieuwkoopse Plassen geen problemen voor wat betreft het chloridegehalte van het inlaatwater verwacht. Bij toenemende inlaathoeveelheden kan sulfaat wel een negatieve rol gaan spelen.

De Reeuwijkse Plassen worden via de stadsboezem van Gouda, gevoed vanuit de Gouwe. Op termijn kan de Gouwe verzilten. Vooralsnog is er de voorkeur om tijdens de zomermaanden de waterpeilen te handhaven. Het inlaten van water met hogere chloridegehalten heeft de voorkeur boven te weinig water, dit zou namelijk nog grotere problemen met zich meebrengen zoals het niet kunnen behalen van de Natura 2000-doelstellingen. Er komt echter een moment dat bepaalde Nature 2000-doelstellingen, evenals vasthouden aan zoete KRW-typen/doelen, niet langer haalbaar zal zijn.

6.5 Bouwstenen

Deze paragraaf beschrijft mogelijke bouwstenen (mogelijke maatregelen) om de gevolgen van klimaatverandering en andere ontwikkelingen op de zoetwatervoorziening zoveel mogelijk te beperken. Er zijn drie soorten maatregelen:

1. **Watersysteem maatregelen** om de zoetwatervoorziening te optimaliseren
2. **Ruimtelijke inrichtingsmaatregelen** om vraag en aanbod van zoet water meer in evenwicht te brengen
3. **Eigen maatregelen van inwoners en bedrijven** om zelfvoorzienendheid en weerbaarheid tegen watertekort en verzilting te vergroten.

In de onderstaande tabel een kort overzicht van de mogelijke bouwstenen (mogelijke maatregelen). In bijlage 3 vindt u een uitgebreider overzicht, met meer informatie en een eerste indicatie van mogelijke kosten.

Bouwstenen thema zoetwatervoorziening	
Watersysteem maatregelen	• Maatregelen in het hoofdwatersysteem (Rijkswaterstaat) om verzilting in de Rijn-Maasmonding te beperken • Aanvullende zoetwateraanvoerroutes zoals de KWA en DKW • Optimaliseren waterbeheer, zoals meer flexibel en dynamisch peilbeheer, opzetten waterpeilen in brakke kwelpolders. • Afvoer kwel Haarlemmermeerpolder naar Noordzee(kanaal), compartimenteren boezem, maatregelen om zoetwatervraag veenweide te beperken, gerichte inzet gebruik effluent, inrichten bufferpolders, nieuw doorspoelgemaal bollenstreek, maatregelen rond sluis Spaarndam.
Ruimtelijke ordeningsmaatregelen	• Aanscherpen klimaatregels, regulering oppervlaktewateronttrekkingen, transitie landgebruik naar beschikbaarheid zoetwater, actief verzilten van gebieden.
Eigen maatregelen inwoners en bedrijven	• Zouttolerantere gewassen, ontzilting op bedrijfsniveau, (ondergrondse) waterberging.

6.6 Conclusies

Op basis van de impactanalyse kan voor het thema zoetwatervoorziening het volgende worden geconcludeerd:

Wat is de opgave?

- In de huidige situatie zijn zoetwatervraag en zoetwateraanbod tijdens een droge periode met inzet van de KWA en DKW nét in evenwicht. In zeer warme en droge perioden, zoals in 2018 en 2022 wordt de doorspoeling van de boezem dan al tijdelijk beperkt. Een groot deel (70%) van de watervraag van Rijnland is voor peilbeheer en verdamping van oppervlaktewater. De watervraag is daarmee maar beperkt te beïnvloeden.
- Richting 2050 neemt het verschil tussen zoetwatervraag en –aanbod mogelijk toe tot circa 9 m³/s, in 2100 loopt het verschil op tot circa 14 m³/s (ervan uitgaande dat de boezem al niet meer doorgespoeld wordt). Zonder verdere maatregelen neemt hierdoor de verzilting in het watersysteem van Rijnland toe. De belangrijkste veranderingen treden op (1) in de Bollenstreek, direct gerelateerd aan zeespiegelstijging, (2) in diepe polders en droogmakerijen als gevolg van autonome verziltingsprocessen en (3) boomteeltgebied rond Boskoop als gevolg van toenemende watervraag en daarmee de noodzaak om verzilt water vanuit de Hollandsche IJssel in te nemen.
- Dit leidt tot zoutschade aan landbouwgewassen en natuur en heeft gevolgen voor de waterkwaliteit en ecologie. Het gaat dus niet alleen om de hoeveelheid water, maar ook om het zoutgehalte ervan.

Hoe kunnen we die opgave invullen?

- Uit de analyse blijkt dat de toenemende verzilting met technische watersysteemmaatregelen niet tegen te houden is. Het is daarmee reëel dat in de toekomst delen van het watersysteem van Rijnland zullen verzilten. Het is belangrijk om hier tijdig rekening mee houden.
- Met gebiedspecifieke maatregelen kunnen lokaal de negatieve effecten van toenemende verzilting beperkt of uitgesteld worden. Enkele maatregelen zijn duur en/of ingrijpend en daarmee is de vraag of deze kosteneffectief zijn.
- Met technische watersysteemmaatregelen kan de watervraag met circa 5 m³/s verlaagd worden. Het gaat daarbij om:
 - a. Optimaliseren van het operationeel waterbeheer. Denk aan een meer flexibel en dynamisch peilbeheer, tijdelijk opzetten van zomerpeilen in zoute kwelpolders en het beperken van bemaling en doorspoeling van zoute kwelpolders. Alles bij elkaar leveren deze maatregelen circa 1 m³/s besparing op.
 - b. Gebiedspecifieke maatregelen in het watersysteem. Denk aan het tijdelijk compartimenteren van de boezem (om zoet en zout te scheiden), alternatieve afvoer van zoute kwel uit polders, beperken toename watervraag veenweide, gerichte inzet gebruik van effluent, nieuw doorspoelgemaal in de Bollenstreek en maatregelen om verzilting bij de grote sluis in Spaarndam te beperken. Naar verwachting leveren deze maatregelen in logische combinaties maximaal circa 4 m³/s op.
- Optie a is kosteneffectief en kan op korte termijn worden uitgevoerd. Mogelijk moeten wel peilbesluiten van polders aangepast worden en zijn maatregelen als oeverbescherming noodzakelijk.
- Optie b vraagt meer uitwerking. Met een aantal grotere maatregelen lopen de investeringen al snel op tot enkele honderden miljoenen euro's. Bovendien zitten aan enkele maatregelen nadelen die om keuzes vragen (denk aan toenemende CO₂-uitstoot als het veenweidegebied minder vernat wordt). Geadviseerd wordt om hiervoor een uitvoeringsplan te ontwikkelen en op basis daarvan verdere besluitvorming te doen.
- Naast technische watersysteemmaatregelen zijn ook eigen maatregelen door bewoners en bedrijven noodzakelijk. Denk daarbij aan ontzilting van brakwater op bedrijfsniveau, zouttolerantere teelten, ondergrondse waterberging, inzet van brakwater als bron voor drinkwater. Dit levert mogelijk een besparing op van circa 1,5 á 2 m³/s. Naast deze waterbesparing kan met deze maatregelen mogelijk ook het zoutcriterium omhoog, waardoor meer effect optreedt dan uit deze getallen blijkt.
- Met aanvullende (klimaat)regels kunnen we de *toename* van de watervraag deels beperken. Aanvullende klimaatregels hebben geen effect op de bestaande watervraag.

07 – Schoon en gezond water

7.1 In het kort

Rijnland zorgt voor schoon en gezond water voor inwoners, bedrijven en natuur. Klimaatverandering verandert het neerslagpatroon en de temperatuur, wat de waterkwaliteit beïnvloedt. Dit heeft gevolgen voor de ecologie en de gezondheid van het watersysteem. We hebben nu al een grote opgave om de ecologische waterkwaliteitsdoelen te halen en klimaatverandering maakt dit moeilijker.

Klimaatverandering beïnvloedt ook onze afvalwaterzuiveringen, ook wel waterketen genoemd. Deze gevolgen kunnen positief zijn, doordat zuiveringsprocessen door de hogere temperaturen sneller verlopen. Bij langdurige hevige neerslag en daardoor langdurige maximale aanvoer naar de zuiveringen kan het verwijderingsrendement minder worden.

Waar bepaalde negatieve effecten gaan optreden en in welke mate zal verschillen in ons gebied. Ook zullen de factoren die verantwoordelijk zijn voor deze effecten van plek tot plek verschillen. Inzicht in waar de grootste risico's optreden en waardoor dit wordt veroorzaakt geeft de mogelijkheid om maatregelen te nemen in het watersysteem om de effecten te verminderen. Bij toekomstige plannen is het belangrijk om het ecologische systeem weerbaarder te maken tegen klimaatverandering en hier bij de inrichting van het watersysteem, de ruimtelijke inrichting en het gebruik van het gebied rekening mee te houden.

7.2 Wat is ons doel?

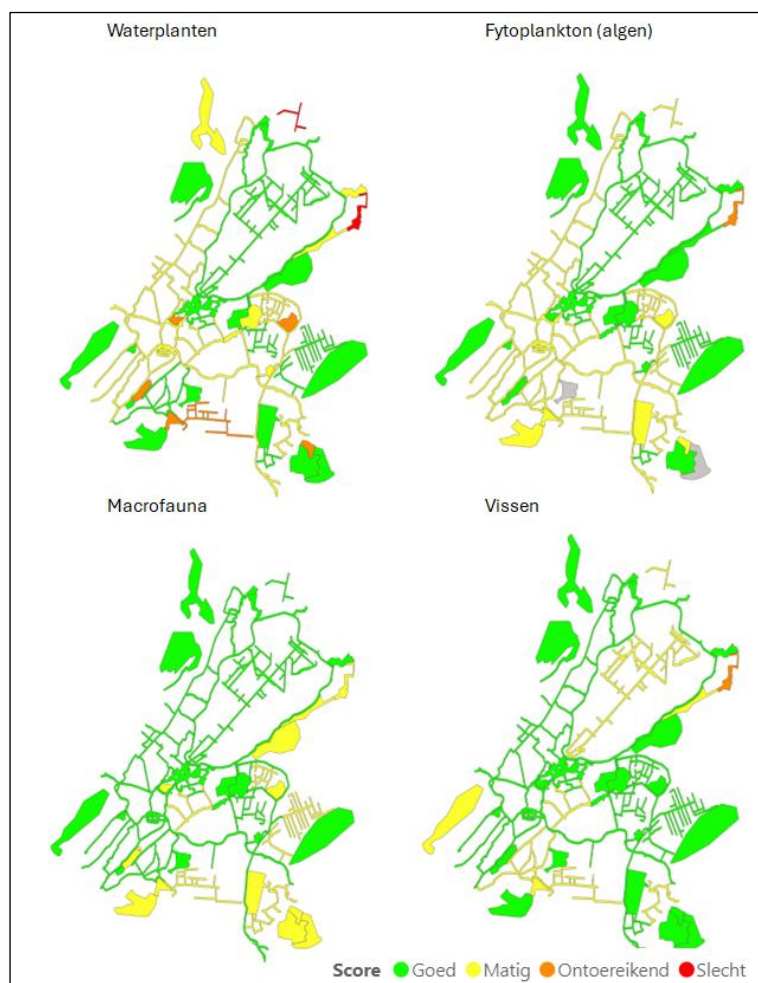
- 1 Rijnland werkt aan schone KRW-waterlichamen zodat deze voldoen aan de doelen voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW).
- 2 Rijnland werkt aan betere ecologische waterkwaliteit van overige wateren. Dat zijn alle andere watergangen die niet zijn aangemerkt als KRW-waterlichaam.
- 3 Rijnland pakt de watervervuiling aan die ontstaat door nutriënten, (opkomende) chemische stoffen zoals gewasbeschermingsmiddelen, medicijnresten en microplastics.
- 4 Rijnland zorgt voor zwemwater dat voldoet aan de bacteriologische waterkwaliteit en beperkt de overlast van blauwalg, zodat mensen veilig op aangewezen locaties kunnen zwemmen.

De kaders

- Voor schoon water volgen we de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). De provincie stelt de ecologische doelen vast voor de KRW-waterlichamen en de overige wateren. Rijnland heeft een verplichting op het uitvoeren van de maatregelen en om de KRW-doelen te halen, en een inspanningsverplichting om de doelen in het overige water te halen.
- Voor chemische doelen volgen we het Besluit kwaliteitseisen leefomgeving. Dit Besluit geldt voor zowel KRW-waterlichamen als voor het overig water.
- Voor zwemwater geldt de Europese zwemwaterrichtlijn.
- Vanuit de EU Natuurherstelwet worden er natuurherstelplannen opgesteld om de biodiversiteit te versterken. Gezond water is de basis voor natuur.

7.3 Waar staan we nu en relevante ontwikkelingen

De meeste KRW-waterlichamen scoren op één of meerdere van de biologische parameters (waterplanten, algen, macrofauna en vissen) matig tot slecht (zie figuur 13). Belangrijke oorzaken hiervan zijn te weinig natuurlijke inrichting en onderhoud, chemische stoffen in het water en eutrofiering, onder andere afkomstig door emissies uit percelen, de waterbodem en de waterketen.



Figuur 13. Score 2024 Rijnlandse KRW-lichamen aan KRW-doelen. *Rijnland, 2024. SBG3*

Rijnland voert de vastgestelde KRW-maatregelen uit

Rijnland heeft de afgelopen jaren fors geïnvesteerd in het verbeteren van de waterkwaliteit om te voldoen aan de KRW. Voorbeelden hiervan zijn het terugdringen van de belasting op de KRW-waterlichamen door defosfatering in het inlaatwater in de Nieuwkoopse Plassen en de Amstelveense Poel en lokaal bij de aalscholverkolonie in de Pot, het afsluiten van agrarische polders in onder andere de Reeuwijkse Plassen, het weghalen van nutriëntrijke waterbodem in de Langerse Plassen en De Wilck en de aanleg van natuurvriendelijke oevers. We zitten nu in de derde en laatste planperiode van de KRW. Voor 2027 moeten alle doelen zijn gehaald en zodra deze zijn gehaald, mag de waterkwaliteit niet achteruitgaan. Daar waar we de doelen nog niet hebben gehaald mogen activiteiten in ons gebied de voortgang richting het halen van de doelen niet belemmeren.

Uit de landelijke prognose in de tussenevaluatie en de juridische scan uitgevoerd door de Universiteit van Utrecht blijkt dat we de KRW-doelen in 2027 niet gaan halen en dat er nog aanvullende maatregelen nodig zullen zijn om aan de doelen te voldoen.

Versterken biodiversiteit en meer natuurlijke inrichting is belangrijk voor een gezond ecologisch watersysteem

Een goede ecologische inrichting zorgt voor een robuust ecologisch watersysteem. Ecologisch beheer en onderhoud versterkt de biodiversiteit. Rijnland stimuleert particulieren en bedrijven om sloten meer ecologisch in te richten en te onderhouden, bijvoorbeeld met subsidies voor aanleg van natuurvriendelijke oevers en de informatiecampaagne over de groene legger. Rijnland neemt zelf ook maatregelen die de biodiversiteit versterken, zoals het aanleggen van bloemrijke dijken en ecologisch beheer van eigen terreinen en watergangen.

Rijnland zet in op de verbetering van zwemwaterkwaliteit

Rijnland heeft 43 officiële zwemwaterlocaties. Vanuit de Zwemwaterrichtlijn is het een resultaatsverplichting dat deze aan de categorie 'aanvaardbaar' voldoen. De ambitie van Rijnland is dat ze in de categorie 'goed' vallen. Rijnland controleert de kwaliteit en werkt samen met gemeente en andere partijen aan de verbetering van het zwemwater op locaties waar deze niet voldoet. Rijnland heeft onder andere luchtmenginstallaties aangelegd in de Nieuwe Meer, Vlietland, Haarlemmermeerse Bosplas en Zegerplas en doorspoelpompen in de Westbroekplas, Zegerplas en Meijerpark.

Het terugdringen van emissies van chemische stoffen is een speerpunt

Waternvervuiling ontstaat door verschillende oorzaken, zoals een teveel aan nutriënten (stikstof en fosfor), medicijnresten, microplastics, gewasbeschermingsmiddelen en nieuwe 'opkomende' stoffen. De toxische druk op het oppervlaktewater in Rijnland is hoog en heeft negatieve effecten op de ecologie.

Rijnland werkt samen met de agrarische sector om de uitstoot van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen te verminderen. Samen met de provincies brengen we indirecte lozingen in kaart en verminderen deze waar mogelijk. De nieuwe Europese Richtlijn Stedelijk Afvalwater stelt strengere eisen aan het lozen van nutriënten en de verwijdering van medicijnresten uit onze afvalwaterzuiveringsinstallaties. De Unie van Waterschappen werkt aan de 'Landelijke visie, strategie en uitvoeringsprogramma voor de waterketen richting 2050', waarin ook klimaatontwikkelingen worden meegenomen. In een uitvoeringsprogramma dat in 2025 wordt opgesteld, zal worden aangegeven hoe met de visie omgegaan zal worden en welke maatregelen nodig zijn om deze te realiseren. Dit omvat ook maatregelen die in de riolering genomen kunnen worden. Hierbij zijn de gemeentes belangrijke samenwerkingspartners.

De eerste stappen worden gezet om de achterstanden in het baggeren overig water aan te pakken

Een goede waterdiepte is belangrijk voor een goede doorstroming en het voorkomen van wateroverlast. Voldoende waterdiepte is ook belangrijk voor een goede waterkwaliteit. Dieper water warmt minder snel op wat de overlevingskansen van vissen vergroot. Veel overige wateren voldoen echter niet aan de vereiste diepte. Zowel in stedelijk als landelijk gebied is het voornemen uit het coalitieakkoord om de baggerachterstanden aan te pakken. Momenteel worden in de fase 'aan de slag' de eerste stappen gezet om onderhoudsplichtigen aan te sporen hun watergangen en sloten op de juiste diepte te brengen.

7.4 Impact klimaatscenario's

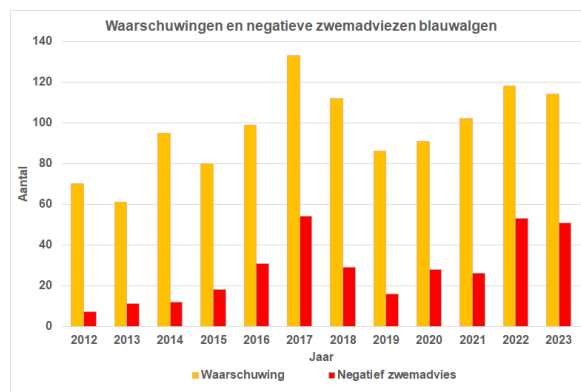
Klimaatverandering beïnvloedt de waterkwaliteit. Bij zwemwater zien we steeds vaker problemen met blauwalg. Ook stijgt de watertemperatuur, wat negatieve gevolgen heeft voor de ecologie. Deze effecten zullen door klimaatverandering vaker optreden. Effecten van droogte en verzilting op de ecologie zijn beschreven in hoofdstuk 6. Voor het Rijnlands gebied is verder een analyse gemaakt waar de grootste risico's liggen op zuurstofloosheid, overmatige kroosgroei, algenbloei, blauwalg en hoge watertemperaturen. Deze impact wordt hieronder verder beschreven. De risicoschatting is gemaakt voor het huidige klimaat (2023) en voor de jaren 2050 en 2100, zonder rekening te houden met ruimtelijke ontwikkelingen. Voor de risico-inschatting is gebruik gemaakt van:

- Het hydrologisch- en stoftransportmodel van Rijnlands gebied (SOBEK-herkomstmodel), modelleert de herkomst van water en stoffen voor zowel de huidige situatie als die in 2100, gebaseerd op nieuwe KNMI-scenario's. Hierbij is uitgegaan van een verdrogend klimaat met hoge CO₂-uitstoot.
- Kenmerken en data over het Rijnlands gebied, zoals leggerdiepte, waarbij is veronderstelt dat de baggerdiepte op orde is, bodemtype, breedte, doodlopendheid van watergangen en aanwezigheid van overstorten.
- Metingen zoals watertemperatuur.
- Literatuurgegevens over de effecten van parameters op bepaalde processen, zoals de invloed van temperatuur op algenbloei of de relatie tussen temperatuur en zuurstofoplosbaarheid.

Om de effecten van klimaatverandering op de watertemperatuur te begrijpen, is de kans op overschrijding van de KRW-normen berekend. Dit is gedaan voor drie soorten wateren met verschillende dieptes en voor twee KNMI-scenario's (Ld en Hd). In het Ld-scenario blijft de temperatuurstijging tussen 2050 en 2100 gelijk, terwijl in het Hd-scenario de temperatuur sterk toeneemt. Voor de berekeningen zijn onder andere temperatuurmetingen gebruikt van een ondiepe sloot (40 centimeter diep, Kooipolder), een ondiepe plas (7 meter diep, Langeraar) en een diepe plas (30 meter diep, Vlietlanden).

Klimaatverandering heeft nu al invloed op de waterkwaliteit

In het Rijnlandse watersysteem zijn de effecten van klimaatverandering al zichtbaar en deze zullen in de toekomst toenemen. Een duidelijk waarneembaar effect is de toename van blauwalgen op zwemwaterlocaties. Door warmere zomers neemt de behoefte aan zwemwaterlocaties toe. We zien echter ook dat de temperatuur in zwemwateren de laatste jaren stijgt, evenals het aantal waarschuwingen en negatieve zwemadviezen vanwege blauwalg. Door de hoeveelheid nutriënten zijn de omstandigheden gunstig voor algen om te groeien en bij hogere temperaturen neemt de blauwalg de overhand.



Figuur 14. Waarschuwingen en negatieve zwemadviezen blauwalgen. Rijnland, 2025

Resultaten 2050-2100: de watertemperatuur komt vaker boven de KRW-norm

Binnen de KRW is een maximale temperatuur van 25°C gesteld voor een goede ecologische toestand (zie kader). In de huidige situatie overschrijdt de maximale dagtemperatuur in de ondiepe watergang nu al 46 dagen per jaar de 25°C, zoals te zien in de volgende figuur. Ook in de Langeraar Plassen, met een waterdiepte tot 7 meter, wordt de temperatuur enkele dagen te hoog. Dit aantal dagen neemt toe bij beide klimaatscenario's. Bij het scenario met de grootste opwarming zou in het jaar 2100 de maximale dagtemperatuur van het water in de ondiepe watergang gedurende een kwart van het jaar boven de 25°C liggen. Dit heeft een grote impact op de

ecologie, omdat bij deze temperaturen veel minder zuurstof in het water zit. Dit leidt onder andere tot sterfte van vissen en andere waterorganismen. En het veroorzaakt ook meer stankoverlast.

Maximale watertemperatuur

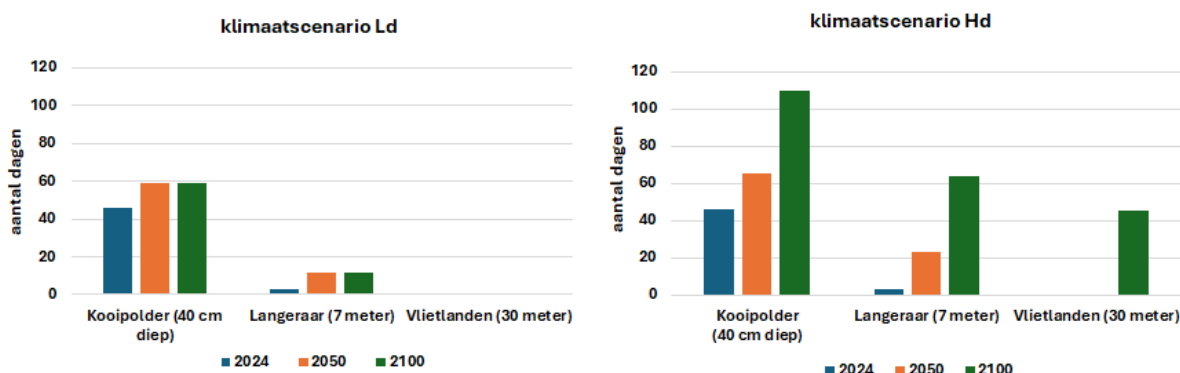
Binnen de KRW is voor de watertemperatuur een maximum van 25°C opgenomen voor een goede ecologische toestand. In het voorjaar geldt zelfs een adviesmaximum van 20°C. Hogere watertemperaturen brengen de groei en voortplanting van planten en dieren in gevaar. Voor het bepalen van deze waarde zijn literatuurgegevens en meetgegevens van macrofauna en vissen gebruikt. Hiermee is berekend bij welke watertemperatuur de grens ligt tussen een goede en een matige ecologische toestand (RIVM, 2008, rapportnummer 607800004).

Hogere watertemperaturen leiden eerder tot zuurstofloosheid

Wanneer water warmer wordt, kan er minder zuurstof in oplossen. Ook worden biologische processen versneld, waardoor meer nutriënten uit de waterbodem vrijkomen. Bij veel nutriënten gaan ook kroos en algen harder groeien. Al deze processen verbruiken zuurstof, waardoor het risico op zuurstofloosheid toeneemt. Dit kan leiden tot het sterven van vissen en ander waterleven en het ontstaan van stankoverlast. Deze risico's zijn het grootste in ondiepe watergangen.

Diepe plassen worden onder de huidige omstandigheden niet te warm. In het hoogste KNMI-scenario voor 2100, met de grootste stijging in de luchttemperatuur, zien we echter wel een effect ontstaan.

Overschrijding Tmax > 25°C



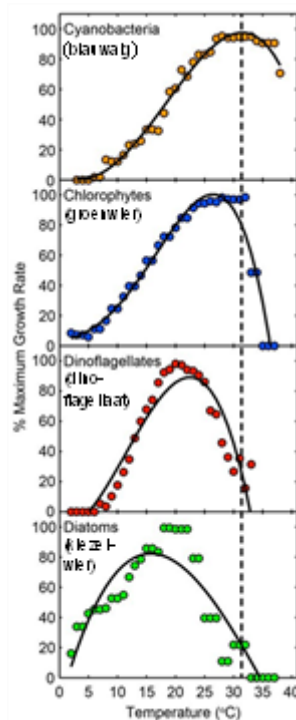
Figuur 15. Overschrijding watertemperatuur. *Rijnland, 2025*

Ongeacht het klimaatscenario heeft de verhoogde luchttemperatuur een negatief effect op de watertemperatuur. Dit effect wordt kleiner naarmate de watergang of plas dieper is. Hoe groot het effect is bij watergangen met een diepte tussen 0,2 en 2 meter is nog onbekend en moet verder onderzocht worden. Dit is belangrijk om te bepalen of dieper baggeren van watergangen een substantieel effect kan hebben.

Blauwalgen en exoten groeien sneller in warmer water

Algen zijn een belangrijk onderdeel van het watersysteem. Echter, een teveel aan algen kan leiden tot verminderd doorzicht, zuurstofloze situaties en stankoverlast. Er zijn verschillende soorten algen die groeien bij verschillende temperaturen. Blauwalgen (cyanobacteriën) groeien wanneer er veel nutriënten aanwezig zijn. Ze groeien vervolgens beter wanneer de watertemperatuur hoger is. Wanneer de watertemperatuur stijgt door klimaatsverandering zal de overlast met blauwalgen toenemen. Op diverse zwemwaterlocaties zien we dit ook al gebeuren: de watertemperaturen stijgen, net zoals het aantal waarschuwingen van negatieve zwemadviezen.

Exoten die afkomstig zijn uit meer tropische gebieden, zoals de rivierkreeft en de waternavel, zullen in warmer water goed of zelfs beter gedijen. Het is realistisch om te veronderstellen dat de overlast van dit soort exoten door klimaatverandering toeneemt. Dit geldt ook voor watergebonden pathogenen zoals botulisme en (tropische) ziekten die zich via muggen verspreiden omdat deze in warmer water beter kunnen groeien en overleven.



Figuur 16. Groeisnelheid algen. A. Malm, FOTFR, 2019

Door hogere temperaturen werken afvalwaterzuiveringsinstallaties efficiënter

Temperatuurstijging is voor de afvalwaterzuiveringsinstallaties positief omdat bepaalde biologische processen dan sneller verlopen. Dit geldt met name voor winterperioden. Dan verlopen bepaalde omzettingsprocessen minder snel omdat de betreffende bacteriën bij lagere temperaturen langzamer groeien. Als de winters warmer worden gaan deze processen sneller verlopen. Hierdoor is een kleinere beluchtingstank nodig en zou in de toekomst kleiner gebouwd kunnen worden of hoeft er minder gecompenseerd te worden voor grotere aanvoer en strengere zuiveringseisen. Hoe groot dit effect is zal nader uitgezocht moeten worden. Langdurige droge perioden zijn ook gunstig omdat er dan een meer constante aanvoer van afvalwater is. Dat werkt positief op de biologische processen.

Tijdens hevige regen kan wel het verwijderingsrendement verminderen door een (langdurige) maximale afvoer naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie. Hierdoor zal minder goed gezuiverd effluent met meer nutriënten en chemische stoffen in het watersysteem komen.

Belasting door riooloverstorten neemt niet toe, maar effect op watersysteem mogelijk wel

Bij hevigere neerslag vinden in de huidige situatie overstorten plaats. Ongeveer 25% van de jaarlijkse neerslag komt via overstorten in het oppervlaktewater terecht in gebieden met een gemengd rioolstelsel. Een deel (ca. 10% van de totale vuilvracht) is ongezuiverd rioolwater. Hierdoor komen extra nutriënten en chemische stoffen, zoals medicijnresten, in het water terecht. Dit leidt lokaal tot problemen zoals zuurstofloosheid en stankoverlast, wat toeneemt bij hogere temperaturen.

De toename van neerslag door klimaatverandering zal echter niet leiden tot meer vuilvracht op het watersysteem door overstorten. Hoewel de hoeveelheid overstortwater toeneemt, is dit water over het algemeen schoner omdat het meer regenwater bevat. Ook zal het aantal overstorten ten opzichte van de huidige situatie niet groter worden. Klimaatverandering leidt naar verwachting dus niet tot een extra belasting van de waterkwaliteit vergeleken met de huidige situatie. De effecten van overstorten, zoals zuurstofloosheid, kunnen echter toenemen omdat de watertemperatuur stijgt. Ook kunnen bij toename van hevige regenbuien vaker water-op-straat-situaties voorkomen omdat het water niet snel genoeg via het riool kan worden afgevoerd. Dit verhoogt de risico's voor de

volksgezondheid. Door afkoppeling van riool en toename van regen zal er wel meer oppervlakkige afspoeling van verharding optreden. Dit water bevat verontreinigingen zoals bandenslijpsel. Via het hemelwater komt dit in het water terecht.

Hevige regen vergroot de kans op oppervlakkige afspoeling van percelen

Bij hevige buien neemt het risico op afspoeling van percelen toe. Dit gebeurt zowel in natte perioden, wanneer de grond verzadigd is, als na een lange periode van droogte wanneer de bodem niet snel water kan opnemen. Door bemesting en bespuiting bevat de bovenlaag veel nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen. Bij hevige regenval spoelen deze mee en komen in het water terecht. Zoals eerder aangegeven leiden te veel nutriënten in het watersysteem tot overmatige kroos- en algengroei. Gewasbeschermingsmiddelen zijn schadelijk voor de ecologie en veroorzaken een verhoogde toxische druk.

7.5 Bouwstenen

In deze paragraaf staan mogelijke bouwstenen (mogelijke maatregelen) om de gevolgen van klimaatverandering op de waterkwaliteit te voorkomen of beperken. Het zijn rijpe en groene maatregelen. De volgende indeling wordt hierbij gebruikt:

1. **Watersysteem maatregelen:** het betreft maatregelen gericht op een klimaatbestendigere inrichting en onderhoud van het watersysteem. Dat vraagt een continu proces van beheren, onderhouden, versterken en investeren. Afhankelijk van het type watergang staat Rijnland dan wel de slooteigenaar aan de lat.
2. **Ruimtelijke inrichtingsmaatregelen:** gericht op een duurzame ruimtelijke inrichting die de impact van klimaatverandering en ruimtelijke ontwikkelingen, geredeneerd vanuit de diverse waterthema's, op de omgeving zoveel mogelijk beperkt. Deze maatregelen vallen grotendeels binnen het domein van gemeenten. Het waterschap kan deze maatregelen beïnvloeden door middel van advisering en regelgeving.

In de onderstaande tabel een kort overzicht van de mogelijke bouwstenen (mogelijke maatregelen). In bijlage 4 vindt u een uitgebreider overzicht, met meer informatie en een eerste indicatie van mogelijke kosten.

Bouwstenen thema waterkwaliteit	
Watersysteem maatregelen	• Diepere watergangen • Aanleg koeltezones • Aanleg groene oevers • Gebruik lichtgekleurde en/of minder snel opwarmende oeverbeschoeiingen • Warmteonttrekking • Meer natuurlijk begroeide en stabiele oevers • Doorspoelen • Watermenging diepe plassen
Ruimtelijke inrichtingsmaatregelen	• Grotere/bredere watergangen bij nieuwe gebiedsontwikkelingen • Voorkomen van afspoeling nutriënten en chemicaliën bij regen • Inrichting nieuwe zwemwaterlocaties beperken

Een deel van de maatregelen zoals het verminderen van emissies van nutriënten en chemische stoffen zijn niet alleen iets voor de toekomst, in relatie tot klimaatverandering. Dit soort maatregelen zijn nu ook al nodig om de doelen van de KRW te halen en overlast van bijvoorbeeld blauwalgen te verminderen. Hoe eerder dit soort maatregelen genomen worden hoe eerder de waterkwaliteit verbetert. Een goede waterkwaliteit nu vermindert waterkwaliteitsproblemen in de toekomst die door klimaatsverandering worden veroorzaakt.

7.6 Conclusies

- **Voldoende waterdiepte is belangrijk om risico's van verhoogde watertemperatuur te verkleinen**
In ondiepe watergangen is het effect van verhoogde temperaturen het grootste, waarbij ook de KRW-norm voor temperatuur wordt overschreden. Te hoge temperaturen hebben een negatieve impact op de ecologie van het watersysteem.
- **Door hogere watertemperaturen ontstaat er vaker zuurstofloosheid**
Er lost minder zuurstof op, er is meer nalevering van fosfor uit de waterbodem en algen en kroos kunnen harder groeien. In zuurstofloze omstandigheden sterven vissen en ander waterorganismen.
- **Hogere watertemperaturen leiden ook tot meer overlast door blauwalgen**
Blauwalgen kunnen sneller groeien bij hogere temperaturen. Wanneer er veel nutriënten aanwezig zijn, kan dit leiden tot uitbundige groei. Dit leidt tot meer negatieve zwemadviezen op zwemwaterlocaties en het sluiten van zwemwaterlocaties terwijl de behoefte aan zwemmen in buitenwater groter wordt bij warmer weer. Exoten en watergebonden pathogenen, oorspronkelijk afkomstig uit meer tropische gebieden, kunnen ook beter overleven en sneller groeien.
- **Klimaatverandering vergroot emissies van nutriënten en chemische stoffen van percelen**
Door hevige en extreme neerslag neemt de kans op afspoeling van percelen toe waardoor de emissies van gewasbeschermingsmiddelen van percelen groter wordt. Extra chemische stoffen in het watersysteem vergroten de toxische druk op de ecologie.
- **Afvalwaterzuiveringen werken efficiënter bij hogere temperaturen**
Hierdoor is het op den duur mogelijk om kleinere afvalwaterzuiveringen te bouwen.
- **Problemen met overstorten worden niet groter door klimaatsverandering**
Toenemende regenval door klimaatsverandering zal niet leiden tot extra overstorten en toename van de vuilvracht ten opzichte van de huidige situatie. In de huidige situatie geven overstorten lokaal al problemen, zoals zuurstofloosheid en bacteriële risico's. Dat effect kan door hogere temperaturen in de toekomst wel erger worden. Het saneren van overstorten blijft dus belangrijk om lokale overlast te voorkomen.
- **Verminderen van eutrofiëring wordt door klimaatverandering nog belangrijker**
In de huidige toestand leiden te hoge concentraties van nutriënten en stoffen al tot problemen zoals overmatige kroos- en algengroei. Door klimaatsverandering nemen deze negatieve effecten toe omdat het water warmer wordt. Om dit tegen te gaan is het belangrijk dat de eutrofiëring vermindert, zodat kroos en (blauw)algen minder voedingsstoffen hebben om van te groeien. De aanpak van emissies van nutriënten wordt in de toekomst nog belangrijker.

08 – Waterveiligheid

8.1 In het kort

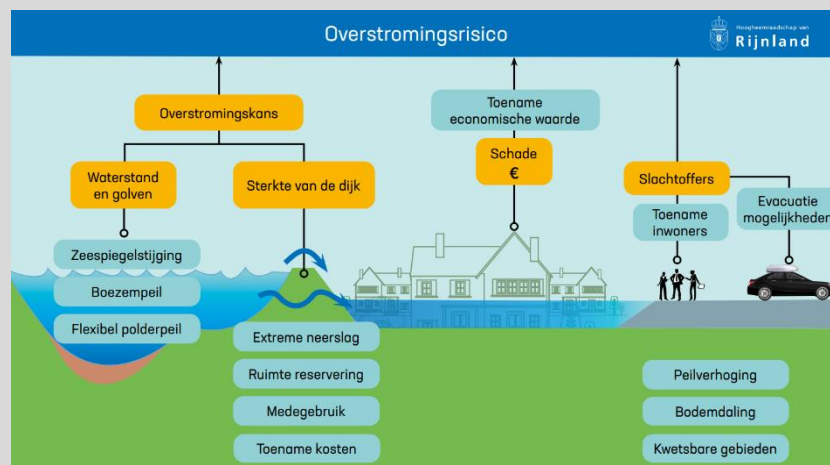
Rijnland beschermt het leefgebied, de inwoners en bedrijven tegen overstromingen vanuit zee, de rivieren en het regionale watersysteem. Door klimaatverandering stijgt de zeespiegel en wordt er meer water afgevoerd via de grote rivieren. Dit kan grote gevolgen hebben voor de primaire waterkeringen langs de kust en de rivieren. Klimaatverandering beïnvloedt ook de regionale waterkeringen. Door toenemende weersextremen, zoals meer droge en natte perioden, kan de stabiliteit van deze waterkeringen aangetast worden. Rijnland volgt de ontwikkelingen dan ook op de voet en neemt waar nodig maatregelen. We kijken niet alleen naar nog sterkere en bredere waterkeringen, maar ook naar het beperken van de overstromingsrisico's door het nemen van ruimtelijke ordeningsmaatregelen. Dit doen we in nauwe samenwerking met onze partners: het Rijk, het Deltaprogramma, de provincies en gemeenten.

Kleine kans, grote gevolgen

Hoewel de kans op een overstroming heel klein is, blijft er een risico bestaan. Een overstroming kan vele levens kosten en grote economische schade veroorzaken. Om dit risico zo klein mogelijk te houden werken we in Nederland met het begrip overstromingsrisico.

Risico = kans x gevolg

Om het risico op overstromingen zo laag mogelijk te houden en te voldoen aan de provinciale en landelijk normen, kunnen we aan twee knoppen draaien. Aan de 'kans'-knop door bijvoorbeeld het versterken van de waterkeringen, waardoor de kans op een overstroming afneemt. Of aan de 'gevolg'-knop door het gebied of de gebouwen zo in te richten dat de gevolgen, als er een overstroming optreedt, zoveel mogelijk worden beperkt. In de praktijk richten we ons nu vooral op het versterken van de waterkeringen, maar de laatste jaren kijken we ook steeds nadrukkelijker naar het beperken van de gevolgen.



Figuur 17. Factoren die van invloed zijn op het overstromingsrisico's. Rijnland, 2025

8.2 Wat is ons doel?

1. De primaire waterkeringen voldoen in 2050 aan de landelijk norm.
2. De regionale waterkeringen voldoen in 2030 aan de provinciale norm.

De kaders

De provincies stelt de normen voor de regionale waterkeringen vast. Het Rijk doet dit in de Omgevingswet voor de primaire waterkeringen. De waterschappen hebben daarbij een adviserende rol.

8.3 Waar staan we nu en relevante ontwikkelingen

Goed beheer en onderhoud van onze waterkeringen is cruciaal

Rijnland beheert ruim 1.220 kilometer aan regionale- en overige waterkeringen en 48 kilometer aan primaire waterkeringen. Onze waterkeringen toetsen we periodiek of ze voldoen aan de wettelijke normen. Jaarlijks inspecteren we onze waterkeringen om te kijken of ze op orde zijn. Met risicogestuurd onderhoud zorgen we ervoor dat de waterkeringen op orde blijven door eerst de waterkeringen met de grootste risico's aan te pakken.

De primaire waterkeringen zijn bijna op orde

De afronding van de versterking IJsseldijk Gouda (3,8 kilometer) staat gepland voor 2029. Een belangrijk deel van de versterking IJsseldijk is inmiddels opgeleverd.

In 2023 is de eerste landelijke beoordeling van overstromingsrisico's (LBO-1) voor de primaire waterkeringen afgerond. Hieruit volgt dat twee trajecten in Rijnland niet aan de norm voldoen: de steenbekleding bij de uitwateringssluits bij Katwijk en kleine delen van de Hollandsche IJsseldijk bij Gouda. Deze trajecten zijn aangemeld bij het Hoogwaterschermingsprogramma (HWBP) voor versterking.

Jaarlijks versterken we 20 kilometer regionale waterkeringen

Het doel van het huidige versterkingsprogramma is in 2030 alle regionale waterkeringen op orde te hebben die zijn afgekeurd op basis van de toets uit 2012. Maar de regionale waterkeringen zijn opnieuw getoetst. In deze nieuwe toets worden voor het eerst alle objecten zoals damwanden, bomen en kabels en leidingen meegenomen. De resultaten hiervan zijn in 2024 beschikbaar gekomen en leiden tot nieuwe versterkingsopgaven. Daaruit blijkt dat ongeveer 460 kilometer regionale waterkering niet aan de norm voldoet. Met de provincies worden afspraken gemaakt over het tempo en de ambitie van deze nieuwe versterkingsopgaven.

Systeemstudie Waterveiligheid voor de regionale waterkeringen

De huidige normen voor de regionale waterkeringen zijn in 2005 vastgesteld en daarna beperkt geactualiseerd. Na 2005 hebben zich verschillende ontwikkelingen voorgedaan die invloed hebben op de veiligheid van de regionale waterkeringen zoals: veranderingen in klimaat, ruimtelijke ontwikkelingen, nieuwe technische inzichten en een veranderende benadering van de waterveiligheid. Daarom heeft Rijnland in overleg met de provincies Zuid- en Noord-Holland de Systeemstudie Waterveiligheid opgestart waarin we:

1. de waterstaatkundige status van niet-primaire waterkeringen herzien.
2. de normering van niet-primaire waterkeringen herzien.
3. de waterstaatkundige status en norm van deze waterkeringen actueel houden.

De resultaten van de Systeemstudie Waterveiligheid komen naar verwachting in 2026 beschikbaar.

Stijgende aanleg- en onderhoudskosten

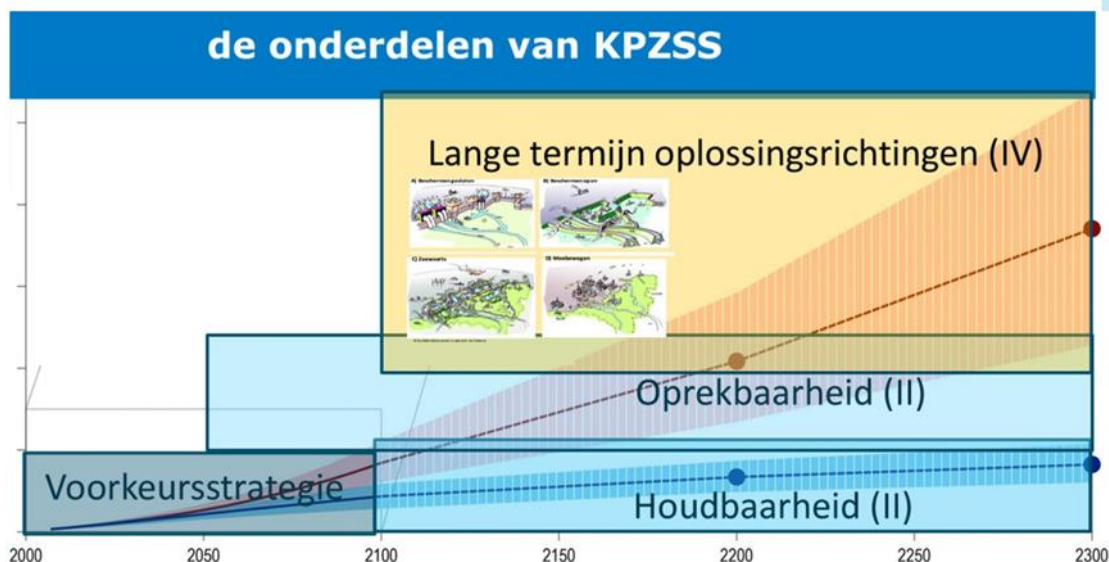
In de afgelopen periode zijn de kosten voor dijkversterkingsprojecten flink gestegen. Dit heeft te maken met stijgende grondstofprijzen en toenemende complexiteit van de resterende dijkversterkingsprojecten. Dit komt doordat de relatief 'makkelijke' en lange trajecten in het landelijke gebied bijna allemaal zijn afgerond. We zijn nu bezig met de laatste resterende trajecten in voornamelijk stedelijk gebied, die bovendien ook nog eens verspreid over ons gebied liggen.

Solidariteitsbijdrage Hoogwaterbeschermingsprogramma

Rijnland draagt bij aan het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) om ervoor te zorgen dat de primaire keringen in heel Nederland aan de norm voldoen. We hebben afgesproken om samen met alle waterschappen 50% van de kosten te financieren. De verwachting is dat de kosten van het HWBP de komende jaren zullen verdubbelen, omdat uit landelijke toetsing blijkt dat er meer dijkversterkingen nodig zijn en de kosten hiervoor sterk zijn gestegen. Dit betekent dat onze bijdrage ook zal verdubbelen: van 13 miljoen euro naar 26 miljoen euro per jaar.

Klimaatverandering heeft veel impact

Klimaatverandering heeft veel impact op hoe we omgaan met waterveiligheid en hoe we onze waterkeringen beheren en onderhouden. Dit geldt voor mogelijke versnelde zeespiegelstijging en extreme droogte en neerslag. Het huidige beleid en de dijkversterkingen houden rekening met de verwachte zeespiegelstijging tot 2050. Na 2050 wordt de onzekerheid groter en lopen de klimaatscenario's uiteen. Rijnland neemt dan ook actief deel aan het Kennisprogramma Zeespiegelstijging, onderdeel van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en het Deltaprogramma. Rond 2026 zijn de eindresultaten van het kennisprogramma beschikbaar. Dan wordt duidelijk of er nieuwe opgaven komen. Vooralsnog gaan we ervan uit dat de kust tot zeker 2100 mee kan groeien door middel van zandsuppleties (voorkeursstrategie). Dit kost wel extra ruimte.



Figuur 18. Houdbaarheid strategieën op de lange termijn. Kennisprogramma Zeespiegelstijging, 2023

Zeespiegelstijging

Tussen 1901 en 2018 is de gemiddelde mondiale zeespiegel met 20 centimeter gestegen. Begin 20ste eeuw was dit met gemiddeld 1.3 millimeter per jaar, wat versnelde tot 3.7 millimeter per jaar tussen 2006 en 2020. Ook voor Nederland is deze versnelling in de zeespiegelstijging waargenomen, met 2.9 millimeter per jaar voor de afgelopen 30 jaar. (Deltares Zeespiegelstijging; Alphen, Haasnoot, Diermanse 2002).

Verdere zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust is onvermijdelijk. De zeespiegelstijging wordt veroorzaakt door het afsmelten van gletsjers en ijskappen op Antarctica en Groenland, en het uitzetten van de opwarmende oceanen (warm water neemt meer volume in dan koud water). De processen en systemen reageren langzaam en veranderingen werken lang door. De snelheid waarmee de zeespiegel stijgt wordt beïnvloed door het verloop van de uitstoot van broeikasgassen.

Zowel de absolute zeespiegelstijging als het tempo van de stijging zijn van belang voor adaptatie. Om ons hierop voor te bereiden wordt er gewerkt met scenario's van broeikasgasuitstoot. Voor het lage scenario, waarin de Parijs 2015 doelen bereikt worden, neemt de zeespiegel bij Nederland toe met 0,3 tot 0,6 meter in 2100 (KNMI Ln & Ld). In het scenario van hoge broeikasgasuitstoot is dit 0,6 tot 1,1 meter in 2100 (KNMI scenario Hn & Hd) in 2100. Ook na 2100 zal de zeespiegel blijven stijgen. Voor het lage scenario 0,6 tot 1,1 meter voor 2300. Voor het hoge scenario 2,3 tot 5,4 meter voor 2300.

Toenemende druk op de ruimte

De ontwikkelingen in het Rijnlands gebied, zoals woningbouw, infrastructuur en industrieterreinen, zullen de komende jaren toenemen. De normen voor de waterkeringen zijn gebaseerd op het aantal inwoners en de economische waarde die ze beschermen. Het is de uitdaging om deze groeiende economische waarde te blijven beschermen tegen overstromingen. Als de economische waarde in een polder toeneemt kan dit betekenen dat een polder in een andere veiligheidsklasse komt te liggen en de waterkering versterkt moet worden.

Daarnaast vraagt de omgeving meer en meer om andere functies op en rond de waterkeringen toe te laten. Langs de kust is bijvoorbeeld meer behoefte aan ruimte voor recreatie en natuur. Rijnland laat multifunctioneel gebruik van de waterkeringen toe wanneer de waterveiligheid niet in het geding is. Maar meer functies op en rond waterkeringen zorgen er ook voor dat de verantwoordelijkheden voor het onderhoud ingewikkelder worden. Dit wordt onder meer zichtbaar in het Landelijk Kustpact en bij het dijkonderhoud. Door de verwachte toename van overstromingsrisico's door toekomstige klimaatscenario's en ruimtelijke ontwikkelingen, moet zorgvuldig worden overwogen of extra beperkingen nodig zijn om de risico's van medegebruik te beheersen en de waterkeringen te beschermen.

Toenemende economische waarde leidt tot meer schade bij overstromingen

De economische waarde in Rijnland is de afgelopen decennia sterk toegenomen en zal door geplande ruimtelijke ontwikkelingen verder stijgen. Dit betekent ook dat de overstromingsschade bij een dijkdoorbraak zal toenemen. Om dit goed in beeld te brengen, maken we per polder kaarten met:

- het huidige overstromingsrisico.
- de beschikbare risico-ruimte om extra economische waarde toe te voegen, zoals woningen of andere bebouwing, binnen de huidige normen van de regionale keringen.
- de polders die een verhoogd overstromingsrisico zullen krijgen door nieuwe woningbouwprojecten of andere grootschalige ontwikkelingen, zoals datacenters.

Met deze kaarten bespreken we met provincies en gemeenten de risico's van bebouwing op specifieke locaties.

Duurzaam werken aan de waterkeringen

Bij de werkzaamheden aan onze waterkeringen versterken we waar mogelijk de biodiversiteit en geven we ruimte aan recreatief medegebruik. Denk aan de aanleg van bloemrijke dijken en bijenhôtels, zoals bij de Ringdijk Boskoop. Daarnaast onderzoeken we in hoeverre de grondstoffen die nodig zijn circulair en duurzaam kunnen worden gewonnen. Bijvoorbeeld door de inzet van bagger als ophoogmateriaal voor waterkeringen.

Met dynamisch kustbeheer geven we zee en wind de ruimte om sediment te verplaatsen. Daardoor kan het kustfundament meegroeien met de stijgende zeespiegel en ontstaat er een natuurlijker kustlandschap met een grotere diversiteit aan leefgebieden, planten en dieren.

8.4 Impact klimaatscenario's

In deze paragraaf worden de effecten van klimaatverandering op de regionale- en de primaire waterkeringen besproken. Hierbij ligt de nadruk op de belasting van de waterkeringen en hoe deze verandert door klimaatverandering.

De druk op de regionale keringen neemt door klimaatverandering én bodemdaling toe

Hogere en vaker wisselende waterstanden

Zoals aangegeven in hoofdstuk 05 (Wateroverlast), zullen als gevolg van diverse (klimaat)ontwikkelingen in de toekomst hogere maatgevende waterstanden in de boezem optreden. Daarnaast neemt de frequentie van zowel hoge waterstanden (door de extreme neerslag) als lage waterstanden (door voormalen) toe. De effecten hiervan op de benodigde minimale hoogte en stabiliteit van de waterkeringen zijn relatief beperkt, omdat deze hogere en frequenter wisselende waterstanden grotendeels binnen de marges vallen waar in het ontwerp van de waterkeringen van wordt uitgegaan. In totaal moet ongeveer 23 kilometer waterkering, die nu wel voldoet, extra worden opgehoogd. Het betreft voornamelijk polderkeringen.

Toename extreme droogte en neerslag

Door langdurige natte perioden, gecombineerd met hoge boezemwaterstanden, kunnen waterkeringen volledig verzadigd raken van water. In droge perioden daarentegen kunnen de waterkeringen uitdrogen. Met name de wisselwerking tussen natte en droge perioden kan gevolgen hebben voor de stabiliteit van waterkeringen. Vooral veendijken zijn hier gevoelig voor. We nemen deze aandachtspunten nu al mee in ons huidige toetsings- en uitvoeringsprogramma van de regionale waterkeringen. De toetsronde regionale waterkeringen uit 2024 biedt hiervoor belangrijke informatie. Daarnaast lopen er diverse landelijke onderzoeken om te komen tot meer inzicht in deze problematiek, inclusief berekeningsmethodes. Uit verkennende onderzoeken blijkt dat de extreme neerslag beperkt effect heeft op de stabiliteit van de kering. Bij het versterken van de waterkeringen houden we al rekening met sterk verzadigde dijken.

De toenemende extreme droogte heeft een groter effect ten opzichte van de huidige situaties. Grondwaterstanden gaan verder en vaker dalen. De invloed op de sterkte van de keringen is nog onduidelijk, maar waterkeringen die grotendeels uit veen bestaan zijn het meest gevoelig voor uitdroging. In het Rijnlands gebied ligt circa 400 kilometer waterkeringen die op basis van grondopbouw (grotendeels veen) of beheerderservaring droogtegevoelig zijn. Dit kan leiden tot nieuwe versterkingsopgaven van ongeveer 200 kilometer.

Duiding extreme droogte en neerslag

De sterkte van waterkeringen hangt sterk af van de grondwaterstand. Bij extreme droogte daalt de grondwaterstand, wat scheuren en oxidatie van veen kan veroorzaken. Vooral de 400 kilometer aan veenkeringen in Rijnlands gebied zijn hier gevoelig voor. In 2003 bezweek bij een buurwaterschap een veenkering in Wilnis door droogte. Daarom worden veenkeringen in droge zomers, zoals in 2018, intensief geïnspecteerd.

Het is belangrijk om te weten hoe nieuwe klimaatscenario's de grondwaterstanden beïnvloeden. Metingen op drie locaties in Rijnlands gebied hebben aangetoond dat de grondwaterstanden verder zullen dalen dan in het huidige klimaat. De invloed hiervan op de sterkte van de keringen en de effectiviteit van beheersmaatregelen is nog onduidelijk. Daarom moeten droogtegevoelige keringen tijdens droge perioden goed gecontroleerd worden.

Een vergelijkbare analyse voor extreem natte perioden toont aan dat de effecten binnen de huidige marges voor toetsing en ontwerp van waterkeringen vallen.

Bodemdaling

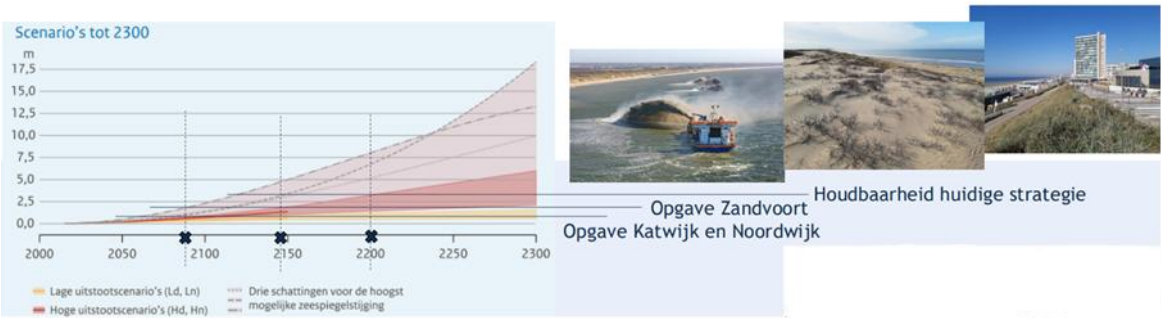
Bodemdaling kan twee gevolgen hebben voor de waterveiligheid. Ten eerste zorgt bodemdaling ervoor dat de waterdiepte bij een overstroming groter worden, wat leidt tot meer overstromingsschade. Ten tweede vereist bodemdaling meer ruimte voor de waterkeringen. Bij een bodemdaling van 1 tot 1,5 centimeter per jaar kan de bodem tegen het jaar 2100 met 80 tot 100 centimeter zijn gedaald. Om een stabiele waterkering te behouden, betekent dit dat de waterkering 6 meter extra ruimte nodig heeft voor verbreding. Het is belangrijk om nu al

rekening te houden met deze extra ruimtereservering.

Door zeespiegelstijging neemt de druk op de primaire waterkeringen toe

De nieuwe KNMI-klimaatsscenario's laten zien dat de zeespiegelstijging versnelt, wat direct impact heeft op onze duinen en de waterkeringen langs de Hollandse IJssel. Eerder onderzoek toonde aan dat we met de huidige strategie met strandsuppleties en dijkversterkingen een zeespiegelstijging tot 3 meter aankunnen, houdbaar tot ongeveer 2200.

Binnen het Kennisprogramma Zeespiegelstijging van het Deltaprogramma en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat worden de mogelijke gevolgen van zeespiegelstijging onderzocht en maatregelen verkend voor zowel de korte als lange termijn. De definitieve resultaten worden in 2026 verwacht. Uit de eerste tussenresultaten blijkt dat de huidige strategie nog een tijdje kan worden doorgezet, maar dit vraagt forse inspanningen en investeringen door het Rijk, zoals strandsuppleties. Naast het reserveren van voldoende ruimte voor de versterking van primaire keringen, vormen ook logistieke aspecten, zoals de beschikbaarheid van zand, een uitdaging. Studies hebben ook gekeken naar hoeveel meter de zeespiegel kan stijgen voordat er problemen langs de kust optreden. De huidige strategie voldoet op de middellange termijn en kan enkele meters zeespiegelstijging opvangen, mits het gesuppleerde zand in de zeewering terechtkomt en kan meegroeien. Dit is echter niet overal mogelijk. Zwakke plekken blijven de badplaatsen waar kustversterkingen zijn uitgevoerd en het boezemgemaal Katwijk. Deze versterkingen zijn ontworpen voor een levensduur van 50 jaar, waarna opnieuw versterking nodig is volgens de dan geldende inzichten.



Figuur 19. Houdbaarheid huidige strategie en knelpunten. KNMI-'23 rapportage

Rijnland anticipeert waar mogelijk al op de resultaten van het Kennisprogramma Zeespiegelstijging. Met dynamisch kustbeheer geven we zee en wind de ruimte om sediment te verplaatsen. Daardoor kan het kustfundament meegroeien met de stijgende zeespiegel. Een ander voorbeeld is het ingezette proces rondom de strandpaviljoens. Het doel hiervan is om met het oog op de zeespiegelstijging ruimte te creëren voor zeewaartse aangroei. Ook het voeren van de discussie over het (beperken van het) medegebruik van waterkeringen maakt hier onderdeel van uit. Hiermee zorgen we voor voldoende ruimte om de huidige strategie door te zetten en mogelijke toekomstige versterkingen aan de waterkeringen te kunnen uitvoeren.

De stormvloedkering op de Hollandse IJssel moet op termijn veel vaker worden gesloten

De primaire waterkeringen langs de Hollandse IJssel worden beschermd tegen extreem hoge waterstanden door het sluiten van de stormvloedkering in Hollandse IJssel. Zeespiegelstijging leidt tot vaker voorkomende en hogere extreme waterstanden op de Hollandse IJssel waardoor de stormvloedkering vaker moet sluiten. In tabel 8 zijn de berekende sluitingsfrequenties opgenomen voor verschillende scenario's en zichtjaren. In alle scenario's is de stormvloedkering op termijn, indien de waterkeringen langs de Hollandse IJssel niet worden verhoogd, permanent gesloten.

	2050	2100
Lage uitstootscenario	ca. 7 x per jaar	ca. 100 x per jaar
Hoge uitstootscenario	ca. 7 x per jaar	Continu

Tabel 8. Sluitingsfrequentie Hollandse IJssel. HKV, 2019. Systeemanalyse Hollandse IJssel

8.5 Bouwstenen

In deze paragraaf staan mogelijke bouwstenen (mogelijke maatregelen) om de gevolgen van klimaatverandering op de waterveiligheid te voorkomen of beperken. Het zijn rijpe en groene maatregelen. De volgende indeling wordt hierbij gebruikt:

1. **Maatregelen voor waterkeringen:** gericht op het robuust en klimaatbestendig houden van het watersysteem en de waterkeringen. Dat vraagt een continu proces van beheren, onderhouden, versterken en investeren. Primair staat het waterschap hiervoor aan de lat.
2. **Ruimtelijke inrichtingsmaatregelen:** gericht op een duurzame ruimtelijke inrichting die de impact van klimaatverandering en ruimtelijke ontwikkelingen, geredeneerd vanuit de diverse waterthema's, op de omgeving zoveel mogelijk beperkt. Deze maatregelen vallen grotendeels binnen het domein van provincies en gemeenten. Het waterschap kan deze maatregelen beïnvloeden door middel van advisering en regelgeving.
3. **Weerbare functies, inwoners en bedrijven (risicoacceptatie maatregelen):** gericht op het vinden van de juiste balans tussen ruimtegebruik, economische ambities en de (on)mogelijkheden die het water- en bodemsysteem nu en in de toekomst biedt. Primair zijn de provincies en gemeenten hiervoor verantwoordelijk. Hieronder valt ook de eigen verantwoordelijkheid van inwoners en bedrijven om zelfvoorzienendheid en weerbaarheid te zijn tegen overstromingsrisico's. Met informeren en adviseren kan het waterschap deze maatregelen beïnvloeden.

In de onderstaande tabel een kort overzicht van de mogelijke bouwstenen (mogelijke maatregelen). In bijlage 5 vindt u een uitgebreider overzicht, met meer informatie en een eerste indicatie van mogelijke kosten.

Bouwstenen thema waterveiligheid	
Maatregelen waterkeringen	• Verhogen regionale waterkeringen • Optimaliseren dijkbeheer • Versterken droogtegevoelige keringen • Aangepaste maaibeheer en andere vegetatie op de keringen
Ruimtelijke inrichtingsmaatregelen	• Vergroten reserveringszones waterkeringen • Aangepast bouwen (rekening houden met overstromingen) • Beperken medegebruik waterkeringen
Risicoacceptatie maatregelen	• Meer schade accepteren • Vergroten zelfredzaamheid

8.6 Conclusies

Op basis van de impactanalyse kan voor het thema waterveiligheid het volgende worden geconcludeerd:

Algemeen

De overstromingsrisico's nemen toe door klimaatverandering als we geen maatregelen treffen. Er zijn drie factoren die deze risico's vergroten: de toegenomen belasting op de waterkeringen (door hogere waterstanden, extreme droogte en hevige neerslag), de sterkte van de keringen (vooral veenkeringen) en de toename van de schade bij een overstroming.

Regionale waterkeringen

- Klimaatverandering verhoogt de druk op de regionale waterkeringen door vaker voorkomende hogere waterstanden en langere extremere droogte. Potentieel moet hierdoor, boven op de bestaande versterkingsopgave, 220 kilometer aan waterkeringen extra versterkt worden, ongeveer een zesde van het totaal.
- Toename van de economische waarden in de polder leidt ertoe dat het overstromingsrisico toeneemt. Dit geldt met name voor de polders, zoals de Haarlemmermeerpolder, waar grootschalige woningbouwlocaties zijn gepland. De vraag kan worden gesteld hoe dit risico moet worden opgelost. Dit kan door sterkere waterkeringen of door aanpassingen in de ruimtelijke ordening of inrichting.

- Daarnaast kan worden overwogen een extra (strengere) norm toe te voegen aan de huidige systematiek, omdat enkele polders, zoals de Haarlemmermeerpolder, al genormeerd zijn met de hoogste norm, maar waarin nog steeds wordt gebouwd. Deze polders bevatten zoveel economische waarde dat de huidige hoogste klasse eigenlijk niet meer passend is. Dit gesprek wordt onder andere gevoerd in het kader van de Systeemstudie Waterveiligheid met de Provincie Noord-Holland.
- Daarnaast is richting het jaar 2100 extra ruimte nodig voor de versterkingsopgaven als gevolg van klimaatverandering en bodemdaling. De inschatting is dat dit geldt voor 600 kilometer van onze regionale waterkeringen (bijna de helft van het totaal). Het lijkt verstandig om deze ruimte nu al te reserveren, bijvoorbeeld in de legger.
- Er zijn verschillende strategieën om overstromingsrisico's te accepteren. In gebieden met een lagere economische waarde kan een hoger overstromingsrisico worden geaccepteerd, waarbij de nadruk ligt op het vergroten van zelfredzaamheid en het verbeteren van evacuatieplannen. Rijnland speelt een belangrijke rol in het inzichtelijk maken van de gevolgen van klimaatverandering en het bieden van een minimaal beschermingsniveau. Door deze maatregelen te combineren, kan de waterveiligheid op lange termijn worden verbeterd.

Primaire waterkeringen

- Met de huidige strategie van strandsuppleties en dijkversterkingen kunnen we een zeespiegelstijging tot 3 meter aan. Een versnelling van de zeespiegelstijging zou een heroverweging van onze huidige aanpak noodzakelijk kunnen maken.
- Aandachtspunten voor het Rijnlands gebied zijn de locaties langs de kust waar de afgelopen jaren versterkingen zijn uitgevoerd (Katwijk en Noordwijk). Deze versterkingen hebben een levensduur van 50 jaar. Rond 2050 zijn daar mogelijk nieuwe versterkingen nodig volgens de dan geldende inzichten.
- De definitieve resultaten van het Kennisprogramma van het Deltaprogramma (verwacht in 2026) kunnen mogelijk leiden tot nieuwe inzichten en (versterkings)opgaven.
- Net als bij regionale keringen geldt dat er voldoende ruimte nodig is om ook in de komende decennia deze versterkingen te kunnen uitvoeren. Het lijkt verstandig om deze ruimte nu al te reserveren, bijvoorbeeld in de legger.

BIJLAGE 01 – Woordenlijst

- **Afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI):** een inrichting vaak onder beheer en in eigendom van het waterschap, waarmee het afvalwater van huishoudens en bedrijven wordt gezuiverd, dat via de riolering wordt aangevoerd.
- **Asset:** waterschappen beheren objecten zoals afvalwaterzuiveringsinstallaties, persleidingen, gemalen, beschoeiingen en waterkeringen, en daarmee een grote voorraad aan materialen. Deze objecten worden assets genoemd.
- **Baggeren:** het verwijderen van slib van de bodem van watergangen. Wanneer er veel bagger op de bodem van een sloot of plas ligt, kan dit nadelige gevolgen hebben voor de doorstroming of de waterkwaliteit. Is dit het geval, dan zal Rijnland ervoor zorgen dat de onderhoudsplichtige gaat baggeren.
- **Biodiversiteit:** de mate van verscheidenheid aan levensvormen (plant- en diersoorten) in een ecosysteem, geografisch gebied of hele planeet.
- **Bodemdaling:** de daling van het bodemniveau ten opzichte van NAP, door het afbreken van veen, door samendrukking van de bodem onder het gewicht van bebouwing & infrastructuur, of door het inklinken van kleigronden. (zie veenoxidatie).
- **Boezem en boezemsysteem:** al het water (watergangen, plassen) buiten de polders, dat het water uit de polders opvangt en van daaruit afvoert naar rivier of zee.
- **Boezemland:** het deel van het beheergebied van Rijnland wat niet ingepolderd is en hoger ligt dan het boezempeil, waar water niet naar het boezemsysteem gepompt hoeft te worden.
- **Boezemgemaal:** Rijnland voert met vier boezemgemalen te Katwijk, Gouda, Spaarndam en Halfweg het teveel aan water uit de boezem af naar rivier of zee.
- **Deltascenario's:** verkenning onder regie van het Deltaprogramma en Ministerie van I & W met vier toekomstbeelden (scenario's) om de wateropgaven voor Nederland in kaart te brengen voor 2050 en 2100.
- **Doorspoelen:** oppervlaktewateren worden doorgespoeld met vers zoet water om bijvoorbeeld verzilting tegen te gaan.
- **Droogmakerij:** een (droog)gemaal gebied (polder) dat van oorsprong een meer, een ander groot open water of drasland was.
- **Dynamisch kustbeheer:** beheer waarbij natuurlijke processen en de dynamiek van de kust worden benut voor kustbescherming. De natuurlijke processen worden actief gestimuleerd door onder meer zandsuppleties.
- **Effluent:** gezuiverd afvalwater dat de afvalwater- zuiveringsinstallatie verlaat. Over het algemeen bevat effluent nog een deel van de originele vervuiling.
- **Emissies:** chemische stoffen, nutriënten of andere vervuilende stoffen die door menselijke activiteiten van buitenaf een watersysteem in komen.
- **Eutrofiëring:** een overmaat aan nutriënten in een waterlichaam die zorgt voor overgroei van algen, wat kan leiden tot onder andere zuurstoftekorten en vissterfte (zie ook nutriënten).
- **Functies:** de verschillende manieren waarop je een gebied gebruikt. Bijvoorbeeld: om te wonen, te werken, voor vrijetijdsbesteding, voor land- en tuinbouw, voor bedrijven.
- **Gemaal:** een gemaal dient in principe om water van een laag peil naar een hoog peil te brengen, waarvan de noodzaak kan liggen in wateroverschot aan de lage kant (afvoer) of in waterbehoefte in het gebied aan de hoge kant (aanvoer).
- **Gescheiden rioolstelsel:** een systeem waarbij afvalwater van woningen en bedrijven en regenwater apart worden afgevoerd. Het afvalwater gaat naar een zuiveringsinstallatie, terwijl het regenwater direct naar oppervlaktewater wordt geleid. Dit helpt om overbelasting van het riool te voorkomen en zorgt voor efficiëntere waterzuivering.
- **Grondwatersysteem:** al het water dat zich onder het bodemoppervlak bevindt en dat in direct contact met bodem of ondergrond staat.
- **Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP):** samenwerking tussen de waterschappen en Rijkswaterstaat om Nederland beter te beschermen tegen overstromingen door het versterken van primaire waterkeringen: ca. 1400 km aan dijken en 400 sluizen en gemalen worden aangepakt, waarmee het de grootste dijkversterkingsoperatie is sinds de Deltawerken.

- **Inlaat:** sluis, duiker of ander waterwerk waarmee water gereguleerd een polder of waterlichaam in kan stromen om de waterstand in de polder te beheren. Ook inlaatpunt: waar water van buiten het beheergebied, het beheergebied van Rijnland instroomt.
- **Klimaatatlas:** online atlas die antwoord geeft op klimaatvragen zoals overstromingsgevaar, droogte, verzilting, extreme temperaturen en wateroverlast. De atlas laat de effecten zien van klimaatverandering per regio.
- **Hemelwater:** neerslag wat via bijvoorbeeld straatkolken in het rioolstelsel terecht komt. In een gecombineerd rioolstelsel wordt dit samen met het afvalwater van huishoudens en bedrijven naar een afvalwaterzuiveringsinstallatie vervoerd en behandeld. Bij een gescheiden rioolstelsel wordt hemelwater apart vervoerd naar een waterlichaam.
- **KNMI-klimaatscenario's:** vier scenario's die voor Nederland inclusief Caribisch Nederland het mogelijke toekomstige klimaat in 2050 en 2100 tonen. De scenario's verschillen in de mate van winterse vernatting en zomerse verdroging in Nederland, en verschillen in het verloop van de mondiale broeikasgassenuitstoot: hoge of lage uitstoot (zie scenario-analyse).
- **KRW:** Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Deze richtlijn, officieel bekend als Richtlijn 2000/60/EG, is een belangrijke wetgeving van de Europese Unie die in 2000 werd ingevoerd. Het doel van de KRW is om de kwaliteit van alle waterlichamen in Europa te beschermen en te verbeteren, inclusief rivieren, meren, grondwater en kustwateren.
- **KRW-waterlichamen:** in de Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn waterlichamen vastgesteld. Dit zijn een of meerdere oppervlaktewateren met een minimale omvang, zodat niet alle (kleine) wateren hierin zijn opgenomen.
- **Kwel:** grondwater dat onder drukverschil vanuit de bodem omhoog komt. Bijvoorbeeld door de waterdruk van een hoger gelegen rivier die het grondwater als het ware onder de kade of dijk doordrukt de lagergelegen polder in (zie ook zoute kwel).
- **LBO-1 Landelijke Beoordeling Overstromingsrisico's:** een beoordelingscyclus met de normen voor de primaire waterkeringen.
- **Legger kunstwerken:** overzicht (kaart) van alle onderdelen van het watersysteem die belangrijk zijn voor waterbeheer. Bijvoorbeeld: vaarwegen, gemalen, stuwen en andere kunstwerken, oevers en waterkeringen.
- **Maaiveld:** het aardoppervlak inclusief bestrating en aardwerken zoals een talud of dijk, maar zonder vegetatie en bouwwerken zoals huizen en viaducten.
- **Neerslag:** alle vormen waarin water, vloeibaar en vast, uit de atmosfeer kan vallen zoals regen, sneeuw, en hagel. Neerslaghoeveelheid wordt aangegeven als de dikte van de corresponderende laag water in millimeters. In Nederland valt gemiddeld jaarlijks ongeveer 850 millimeter neerslag.
- **Neerslagpatroon:** beschrijving van wanneer, waar en hoeveel neerslag er valt, met bijbehorende statistieken. Nederland en ook Rijnland kent natte winters, en drogere zomers waarin hevige zomerse buien kunnen vallen, maar ook langere perioden zonder neerslag voor kunnen komen.
- **Noodkering:** een tijdelijke waterkering, die aangelegd wordt als een permanente waterkering dreigt te bezwijken of een niet al te hoog gebied dreigt onder te lopen.
- **NOVEX-gebieden:** Nederland staat voor veel ruimtelijke opgaven, o.a. het ruimtelijk inpassen van de volkshuisvesting, de transitie van het landelijk gebied, en de opwek van duurzame energie. Het Rijk neemt de regie op de ruimtelijke ordening in NOVEX-gebieden, waarin veel van deze nationale opgaven samen komen of waar de beoogde transitie ingrijpend is, of provinciegrenzen overstijgt. Vijf hiervan liggen in het Rijnlands gebied: (1) NOVEX-Noordzeekanaalgebied, (2) NOVEX-Groen Hart, (3) NOVEX-Metropoolregio Amsterdam, (4) NOVEX-Schiphol, (5) NOVEX-Zuidelijke Randstad.
- **Nutriënten:** voedingsstoffen zoals stikstof en fosfor. Planten en dieren in het water hebben deze nodig om te groeien. Bij hogere concentraties stikstof en fosfor kunnen veel plant- en diersoorten die oorspronkelijk in en rond het water voorkomen niet meer gedijen. Om een meer natuurlijk water te kunnen krijgen, moeten in veel gevallen de concentraties van nutriënten omlaag.
- **Omgeving:** mensen, bedrijven en organisaties met wie Rijnland samenwerkt of die belang hebben bij waterbeheer: inwoners, bedrijven, overheden, belangenorganisaties, andere waterschappen.
- **Overstromingsrisico:** de kans op een overstroming vermenigvuldigd met de mogelijke gevolgen van die overstroming, zoals schade aan eigendommen, verstoring van activiteiten of het verlies van mensenlevens.
- **Peilbeheer:** vaststellen en handhaven van waterstanden in rivieren, beken en sloten.
- **Peilbesluit:** bestuurlijk besluit met betrekking tot de te handhaven waterhoogte in waterlopen.

- **Piekberging:** specifiek gebied wat is ontworpen om tijdelijk water op te vangen bij situaties waar veel water het systeem binnenkomt of wanneer dit wordt verwacht. Dit om overstromingen en wateroverlast te voorkomen. Het water kan de constructie gecontroleerd weer uitstromen. Rijnland heeft piekbergingen in de Haarlemmermeerpolder en de Nieuwe Driemanspolder.
- **Polder:** een gebied dat door een waterkering beschermd wordt tegen water van buitenaf, waarbinnen het waterpeil beheerst kan worden.
- **Primaire oppervlaktewateren:** hoofdwaterwegen in het Rijnlands gebied: de Oude Rijn, de Ringvaart van de Haarlemmermeerpolder, en de Gouwe.
- **Risicoruimte:** het verschil tussen het huidige overstromingsrisico en de geldende norm voor het maximaal toelaatbare overstromingsrisico voor een gegeven gebied.
- **Rivierafvoer:** de hoeveelheid water die op een bepaald moment door een rivier stroomt. De Rijn heeft in het huidige klimaat in de winter en het voorjaar een hogere afvoer, en de laagste afvoer in de late zomer, begin herfst.
- **SBG:** Stroomgebiedsbeheerplan. De Kaderrichtlijn Water verplicht de lidstaten om eens in de 6 jaar stroomgebiedbeheerplannen vast te stellen. Deze plannen geven voor elk stroomgebied een overzicht van de toestand, problemen, doelen en maatregelen voor het verbeteren van de waterkwaliteit.
- **Scenario-analyse:** methode om te anticiperen op de toekomst wanneer belangrijke ontwikkelingen onzeker zijn. Een klein aantal plausibele scenario's wordt verkend waarbij de scenario's zo worden opgesteld dat ze rekening houden met de belangrijkste drijvende krachten waarvan de ontwikkeling onzeker is, of de hoeken van het speelveld verkennen.
- **Sluis:** een kunstmatige, beweegbare waterkering die de verbinding tussen twee wateren kan afsluiten of openstellen en daartoe van deuren of schuiven is voorzien.
- **Stuw:** vaste of beweegbare constructie die dient om het peil bovenstrooms van de constructie te verhogen c.q. te regelen.
- **Veengrond:** natte, sponsachtige grondsoort die voornamelijk bestaat uit deels afgebroken plantaardig materiaal. 15% van Rijnlands gebied bestaat uit veengronden.
- **Veenoxidatie:** wanneer de grondwaterstand door peilbeheer lager wordt gehouden dan het maaiveld in veengronden komt er genoeg zuurstof bij het veen dat het gaat afbreken. Hierbij komt onder andere CO₂ vrij.
- **Verziltig:** de toename van het zoutgehalte in de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater. Verziltig komt in Nederland vooral door indringend zeewater en door brak grondwater dat omhoog komt (zoute kwel).
- **Waterkeringen:** we onderscheiden twee soorten waterkeringen. Primaire waterkeringen, die ons land beschermen tegen buitenwater uit de Noordzee, de Waddenzee, de grote rivieren en het IJssel- en Markermeer. Regionale waterkeringen, die ons land beschermen tegen binnenwater uit de vele meren, kleine rivieren en kanalen.
- **Watergang:** onderdeel van het land waarin water stroomt of stilstaat. Zoals een rivier, kanaal, sloot, beek, greppel of gracht.
- **Watergebiedsplan:** strategische meerjarenplan om het waterbeheer en -afvoer in een polder te optimaliseren. Het watersysteem van de polders wordt onderzocht, waarbij onder meer wordt gekeken of het huidige peilbeheer passend is voor de functies van het gebied. Maatregelen worden getroffen om nu en in de toekomst droge voeten te behouden.
- **Waterketen:** de keten van waterproductie (drinkwaterbedrijven), waterverbruik (huishoudens, bedrijven en instellingen), inzameling en transport van afvalwater (gemeenten) en afvalwaterzuivering (waterschappen).
- **Waterkwaliteit:** kan worden omschreven als de samenstelling van het oppervlaktewater en grondwater. Deze verschilt naargelang de locatie, diepte en het tijdstip. De waterkwaliteit wordt beïnvloed door natuurlijke processen, maar ook door de mens. Er wordt zowel gesproken over chemische waterkwaliteit, de stoffen in het water zoals het zout-, het kalk- en het zuurstofgehalte, als ook ecologische waterkwaliteit, de kwaliteit van het water die voldoet aan de eisen van de plaatselijke (zowel aquatische als terrestrische) flora en fauna.
- **Waterlichaam:** een aaneengesloten hoeveelheid oppervlaktewater, zoals waterbekkens, moerassen, sloten, kreken en kleine poeltjes. Een waterlichaam kan zowel stilstaand als stromend water bevatten, dus ook rivieren en kanalen zijn waterlichamen.
- **Wateroverlast:** wanneer het maaiveld ondergelopen is door water vanuit het oppervlaktewater. In Provinciale normen staat vastgelegd per grondgebruikstype welk maximale percentage van het maaiveld met welke herhalingstijd mag onderlopen (inunderen).
- **Waterpeil:** hoogte van de waterstand, gemeten aan de hand van het NAP: Normaal Amsterdams Peil. Een NAP van 0 m is ongeveer zeeniveau.

- **Watersysteem:** een geografisch te onderscheiden, coherente, functionele eenheid van subsystemen van oppervlaktewater, bodemwater en grondwater, waterbodems, kusten en technische infrastructuur voor water, inclusief de biotische gemeenschappen en alle geassocieerde natuurlijke en kunstmatige fysische, chemische en biologische karakteristieken en processen.
- **Waterzuivering:** proces waarbij ongewenste chemicaliën, materialen en biologische verontreinigingen uit vervuild water worden verwijderd. Zo maken we het water geschikt voor een bepaald doel, bijvoorbeeld drinkwater.
- **Zandsuppleties:** een activiteit waarbij zand uit zee opgespoten wordt vlak voor of op het strand. Doel is om bestaande stranden te verbreden en om de gehele kust (ook onder water) van extra zand te voorzien.
- **Zeespiegelstijging:** proces waarbij de gemiddelde zeespiegel steeds hoger wordt ten opzichte van het land. Dit komt door het smelten van ijskappen en gletsjers en het uitzetten van oceaanwater door hogere temperaturen.
- **Zoetwaterbeschikbaarheid:** of er genoeg zoet water is om alle functies binnen het beheergebied te dienen, en schade te voorkomen. In droge perioden met weinig neerslag, is Rijnland afhankelijk van de aanvoer van zoet water vanuit met name de Hollandsche IJssel bij Gouda, die wordt gevoed door de Rijn.
- **Zoute kwel:** het binnendringen van zeewater via de ondergrond.

BIJLAGE 02 - Bouwstenen wateroverlast

In deze bijlage vindt u een overzicht van mogelijke bouwstenen (maatregelen) om de gevolgen van klimaatverandering en andere ontwikkelingen voor het **thema wateroverlast** te voorkomen of te beperken. Deze lijst is niet volledig en rijp en groen staan door elkaar. Wel geeft het overzicht een indicatie van de mogelijke maatregelen en hun effecten. De geschatte kosten zijn slechts indicatief, om een gevoel te krijgen van de orde van grootte.

[In geel de getallen die we nog niet goed kunnen inschatten]

Watersysteemmaatregelen

	Effect waterstand [m in 48 uur]	Realisatie [jaren]	Investing [miljoen]	Exploitatie [miljoen Euro per jaar]	Toelichting
1. Vergroten verwerkings capaciteit boezem met 20 m³/s	0,08 [boezem]	10-15	100 - 150	0,5	Dit kan door bestaande boezemgemalen uit te breiden met een extra pomp of door een nieuw boezemgemaal bij Noordwijk aan te leggen, inclusief aanpassingen aan het watersysteem. Dit gemaal kan ook helpen bij de verzilting in het bollengebied. Een andere optie is het aanleggen van twee extra piekbergingen. Een derde optie is het verminderen van de wateraanvoer uit de waterschappen AGV en HDSR. In kritieke situaties komt 20% van het water uit deze gebieden. Echter, deze waterschappen hebben geen goede alternatieve afvoermogelijkheden en/of alternatieven vereisen grote investeringen.
2. Vergroten verwerkings capaciteit polder gemalen met 20% (helft van de polders)	<0,02 [polder]	10-15	30-50	0,2	Het doel van deze maatregel is om voldoende flexibiliteit in te bouwen voor kritieke situaties, zoals extreme neerslagbuien, onderhoud of storingen, zodat er minder afhankelijkheid is van tijdelijke pompinstallaties. Deze maatregel verkort vooral de duur van hoge waterstanden en heeft minder invloed op de maximale waterstand. De boezem heeft in principe geen ruimte om in maatgevende neerslagsituaties extra water uit de polders op te vangen. Wateroverlast in de polders moet in principe lokaal worden opgelost, maar de druk om de capaciteit van poldergemalen ook uit te breiden neemt toe. Als polders in de toekomst een deel van hun opgave doelmatig kunnen overhevelen naar de boezem, kan dit wel helpen, zolang het maar in balans is met de boezem.
3. Optimaliseren peilbeheer	0,03 [boezem]	5-10	30	1,5-2	Door een optimale afstemming tussen polder en boezem kan de beschikbare waterberging optimaal worden ingezet. Daarvoor dienen circa 1.000 objecten zoals stuwen en inlaten verregaand geautomatiseerd te worden zodat het hele polder-boezemsysteem gaat werken als 1 integraalsysteem. <i>1500 euro per asset, daarnaast extra inzet op onderhoud ca. 5 FTE.</i>

4. Beheermarges vergroten boezem	0,03 [boezem]	2	1-5	Nihil	Door het waterpeil in maatgevende situaties enkele centimeters onder de huidige ondergrens te verlagen, kan extra berging worden gecreëerd. De kosten van deze maatregel zijn relatief beperkt. Wel zijn mogelijk extra baggerkosten nodig om scheefhangende woonboten te voorkomen.
5. Beheermarges vergroten Polder [dynamisch peil]	<0,02 [polder]	5	10-15	0,2-0,5	In tegenstelling tot de boezem kan in polders de ondergrens beperkt naar beneden worden aangepast. Wel kan het op grote schaal toepassen van dynamische peil veel extra berging opleveren. De effecten hiervan zijn beschreven onder punt 3 (optimaliseren peilbeheer). Mogelijk vraagt dit wel extra onderhoud aan oevers en baggeren
6. Vergroten beschikbaarheid boezem-gemalen	0,02-0,10 [boezem]	10-15	30	0,5-1,0	Door de faalkans van gemalen te verlagen, door bijvoorbeeld aangepast planmatig onderhoud, meer redundantie in te bouwen (in totaal 15 m³/s) en bij renovaties en nieuwbouw te kiezen voor eenvoudigere ontwerpen.

Ruimtelijke inrichtingsmaatregelen

	Effect	Realisatie [jaren]	Kosten [miljoen euro]	Toelichting
1. Aanscherpen klimaatregels	<i>Deze maatregel zorgt er voor dat in maatgevende situaties er niet wordt afgewenteld op het watersysteem en/of omliggende gebieden</i>	1-5 <i>Het doorvoeren kan relatief snel, maar voordat eea. uitgerold is over hele gebied kan decennia duren</i>	<i>Uit diverse onderzoeken blijkt dat de meerkosten van klimaatadaptieve maatregelen beperkt zijn, mits de gehele levensduur van de objecten en de vermeden schade worden meegenomen.</i>	Het doel is om de sponswerking van het gebied te vergroten, zodat er minder water naar het watersysteem afvloeit. Een belangrijk uitgangspunt is dat extreme weersomstandigheden niet mogen leiden tot wateroverlast in bedrijven en woningen. Het tijdelijk accepteren van water op straat, wat beperkte overlast veroorzaakt, is wel toegestaan. Eenvoudige maatregelen zoals een iets hoger vloerpeil en het aanleggen van waterbergingsvoorzieningen op eigen terrein en in de openbare ruimte kunnen veel effect hebben. De door de Zuid- en Noord-Hollandse waterschappen ontwikkelde model klimaatregels vormen hiervoor een belangrijk kader.
2. Extra water vasthouden (bergen) in polders	<i>Deze maatregel zorgt er voor dat ook in extreme situaties veel langer kan worden doorgemalen zonder dat maalpeil wordt bereikt.</i>	5-10	XX	In polders met een lagere economische waarde, zoals veenweidepolders, kan eerder (extra) water worden vastgehouden om andere gebieden te ontlasten. Een variant die al wordt toegepast, is het aanpassen van de gebiedsnorm, waardoor eerder schade wordt geaccepteerd. Een andere variant is ervoor zorgen dat de laagste delen van polders niet worden bebouwd. Deze delen spelen nu al een belangrijke rol bij het voorkomen van schade in (zeer) extreme situaties, omdat daar als eerste water op het maaiveld komt te staan. Echter, deze laaggelegen delen zijn nog niet beschermd. De kosten bestaan uit de extra schade die ontstaat door het extra vasthouden van water in gebieden met de laagste economische waarde. Tussen haakjes staat de schade die wordt voorkomen.

Eigen maatregelen inwoners en bedrijven

	Effect	Realisatie [jaren]	Kosten [miljoen euro]	Toelichting
Vergroten zelfvoorzienendheid cq. weerbaarheid bedrijven en inwoners	<i>Lastig om in een enkel getal uit te drukken.</i>	10-20	<i>Betreft kosten eigen kosten voor bedrijven en inwoners. De hoogte daarvan is afhankelijk van de eigen keuzes die ze maken</i>	Door het nemen van maatregelen op eigen terrein en/of in de bedrijfsvoering cq. teeltwijze kan veel schade worden voorkomen. Denk aan infrastructurele maatregelen zoals ophogen, grondongebonden teelten of andere gewassen. De rol van Rijnland hierbij is het voor een ieder inzichtelijk te maken wat de gevolgen van klimaatverandering kunnen zijn, tot welk niveau wij bescherming kunnen bieden en vanaf wanneer het de verantwoordelijkheid is voor de grondeigenaar om zelf maatregelen te nemen.

BIJLAGE 03 - Bouwstenen zoetwatervoorziening

In deze bijlage vindt u een overzicht van mogelijke bouwstenen (maatregelen) om de gevolgen van klimaatverandering en andere ontwikkelingen voor het **thema zoetwatervoorziening** te voorkomen of te beperken. Deze lijst is niet volledig en rijp en groen staan door elkaar. Wel geeft het overzicht een indicatie van de mogelijke maatregelen en hun effecten. De geschatte kosten zijn slechts indicatief, om een gevoel te krijgen van de orde van grootte.

[In geel de getallen die we nog niet goed kunnen inschatten]

Watersysteemmaatregelen

	Effect	Realiseerbaar [jaren]	Kosten [miljoen euro]	Toelichting
1. Beperken verzilting hoofdwatersysteem (Rijkswaterstaat)	Behouden of vergroten zoetwaterbeschikbaarheid door beperken effecten van zeespiegelstijging en verandering rivierafvoeren op verzilting.	30-50	500 – 10.000	Maatregelen om verzilting in de Rijn-Maasmonding te beperken. Zoals: • Verondiepen • Incidenteel afsluiten • Permanent afsluiten Afweging van deze maatregelen vindt plaats binnen Deltaprogramma Zoetwater.
2. Vergroten regionale aanvoerroutes	10 – 25 m ³ /s extra zoetwateraanvoer	20-50	500 – 2.000	Door het verplaatsen van inlaatpunten voor de zoetwatervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem naar het oosten (bijv. Amsterdam-Rijnkanaal) neemt de kwetsbaarheid voor verzilting af. Dit vraagt om verdere vergroting van / nieuwe regionale zoet water aanvoerroutes (zoals de Klimaatbestendige Wateraanvoervoorzieningen (KWA) en Doorvoer Krimpenerwaard (DKW)). De (afnemende) beschikbaarheid van zoet water in het hoofdwatersysteem is hierbij een belangrijke randvoorwaarde (ook bij bijvoorbeeld het extra aanvoeren van zoet water vanuit het Markermeer). Maatregelen om zoetwateraanvoer met regionale aanvoerroutes te vergroten overstijgen het belang van Rijnland. Onderzoek en afweging van vergroten regionale aanvoerroutes vindt plaats binnen DPZW.
3. Optimaliseren waterbeheer (generieke maatregelen)	Afname zoetwatervraag met enkele procenten, inzet maatregelen tijdens droge perioden zorgt ervoor dat de effecten van verzilting met één tot enkele weken uitgesteld kunnen worden.	Direct	0,5-10	Maatregelen zoals: • (zomer)peilverhoging in zoute kwelpolders • Beperken bemaling zoute kwelpolders • Flexibel of dynamisch peilbeheer in polders en boezem • Beperken doorspoeling polders en boezem Een toenemende marge in het flexibele of dynamische peilbeheer levert meer zoet water op, maar ook grotere risico's op natschade en wateroverlast (bij

				functieverandering zijn mogelijk grotere marges toegestaan). Genoemde kosten zijn voor eventuele aanpassing van bijvoorbeeld kunstwerken en oeverbescherming. Maatregelen vragen deels ook om herziening peilbesluiten.
4. Optimaliseren waterbeheer (gebiedspecifieke maatregelen)	1. Scheiden zoet/zout, beperken doorspoeling	15-30	50-100	Mogelijke maatregelen: 1. Tijdelijk compartimenteren boezem.
	2. Beperken doorspoeling, lokale verlaging zoutgehaltes, afname zoutschade	10	200	2. Alternatieve afvoer zoute kwelpolders: a. Afvoer Haarlemmermeerpolder direct naar Noordzee(kanaal)) b. Afvoer MTPolder via Polder Reeuwijk
	3. Vergroten zoetwaterbeschikbaarheid, afname zoutschade	10	XX	3. Zoet water aanvoer naar boomteelt polder laag Boskoop (30 ha)
	4. Beperken watervraag (met 0 - 2 m³/s), gaat deels ten koste van reductie CO ₂ -uitstoot. Water vasthouden kost heel veel ruimte en levert weinig op.	5 2-5 10-15 2-5	1 XX XX XX	4. Maatregelen om (toename) watervraag in veenweidegebied te beperken: a. Tijdelijk laten uitzakken grond- en oppervlaktewaterstanden b. Water vasthouden c. Kleppen in WIS om infiltratie in zomer te beperken
	5. Lokale afname zoutschade	10-30	XX	5. Gerichte inzet gebruik effluent AWZI's
	6. Afname watervraag en/of zoutschade. Vraagt gezien volumestromen zéér veel ruimte.	10-15	zie 4b	6. Inrichten bufferpolders (voor berging van zoet water voor droge perioden, of berging van zoute kwel)
	7. Afname zoutschade bollenstreek, mogelijk toename zoutschade elders door extra benodigde inlaat.	10-15	100-150	7. Nieuw doorspoelgemaal (met afvoer naar Noordzee) of grootschalige grondwateronttrekking
	8. Afname zoutschade bollenstreek	5	XX	8. Vergroten doorspoeling boezem. Zonder verdere maatregelen zal extra doorspoeling van de boezem tot meer zoutschade in het zuidoostelijk deel van Rijnland (boomteelt) leiden.
	9. Beperken verzilting noordelijk deel boezem, beperken doorspoelvraag	5-10	XX	9. Gericht zoutwater (vanaf grotere diepte) afvoeren rond de grote sluis in Spaarndam

Ruimtelijke inrichtingsmaatregelen

	Effect	Realiseerbaar [jaren]	Kosten [miljoen euro]	Toelichting
1. Aanscherpen klimaatregels	Beperken toename watervraag (effect is beperkt tot maximaal circa 0,5 m³/s)	1-5	Uit diverse onderzoeken blijkt dat de meerkosten van klimaat adaptieve maatregelen	Nieuwe functies alleen toestaan als deze minder zoet water vragen of zouttoleranter zijn dan de huidige functie.

			beperkt zijn, mits de gehele levensduur van de objecten en de vermeden schade worden meegenomen.	
2. Regulering oppervlaktewater-onttrekkingen	Beperking (toename) watervraag. Effect is zeer beperkt (maximaal ~0,5 m³/s), omdat er weinig onttrekkingen in het Rijnlandse watersysteem zijn.	1-2	XX Kosten voor gebruikers....	
3. Prijsprikkels	Verlaging (toename) van de watervraag	5-10	Kosten voor gebruikers (gebruiker betaalt)	Moet nationaal opgepakt worden.
4. Transitie landgebruik naar zoetwaterbeschikbaarheid	Verlaging zoetwatervraag voor peilbeheer en doorspoeling. Beperken zoutschade.	25-50	XX	Het gaat hierbij om een transitie naar vormen van landgebruik die minder zoet water vragen en/of minder zoutgevoelig zijn. Gaat naast agrarische gewassen ook om aanpassing van natuurdoeltypen. Transitie kan samengaan met het actief verzilten van gebieden.
5. Actief verzilten van gebieden	Beperken zoetwatervraag voor peilbeheer en doorspoeling (~2-7 m³/s)	25-50	XX	Op langere termijn kan het actief verzilten van gebieden een nuttige maatregel zijn. Dit omdat bij toenemende verzilting de jaarlijkse dynamiek in zoutgehalte in het watersysteem toeneemt. In de zomer is sprake van verzilting, maar door het neerslagoverschot in de winter verzoet het watersysteem weer. Actief verzilten van gebieden kan dan een kans zijn om een brak- of zoutwater milieu te creëren. Mogelijk biedt ook het actief verzilten van het veenweidegebied kansen. De zoetwatervraag wordt ermee beperkt en mogelijk wordt ook de afbraak van veen door brak/zout water beperkt. Dat laatste is momenteel onderwerp van onderzoek binnen VIP-NL (nationaal onderzoeksprogramma). Vraagt verder onderzoek. Hangt ook samen met (tijdelijk) compartimenteren boezem.

Eigen maatregelen inwoners en bedrijven

	Effect	Realiseerbaar [jaren]	Kosten [miljoen euro]	Toelichting
1. Vergroten zelfvoorzienendheid cq. weerbaarheid	Beperken zoetwatervraag, afname zoutschade, verhogen inlaatcriterium zoutgehalte Gouda.	5-20	XX	1. Zouttolerantere gewassen 2. Bedrijfsmaatregelen ontzilting van brak/zout water tbv beregening
2. Vergroten zelfvoorzienendheid cq. weerbaarheid <u>boomteelt Boskoop</u>	Verbeteren zoetwatervoorziening West-Boskoop. Verhogen inlaatcriterium zoutgehalte Gouda. Beperken zoetwatervraag.	5-10	1-3 15	1. Pijpleiding onder de Gouwe om zoet water van oost (Gouwepolder) naar west (Polder Laag Boskoop) door te kunnen voeren. 2. Ondergrondse waterberging kas- en veldwater
3. Vergroten zelfvoorzienendheid cq. weerbaarheid <u>zoute kwelpolders</u>	Beperken zoetwatervraag en zoutschade	2-20	10-20	Maatregelen om zoetwaterlenzen zoveel mogelijk te vergroten, bijv anti-verziltingsdrainage en perceelstuwen. Onderzoeksvraag is hoe lang deze maatregelen effectief zijn in een veranderend klimaat.
4. Vergroten zelfvoorzienendheid cq. weerbaarheid <u>drinkwatersector</u>	1,5 – 15 miljoen m ³ drinkwater per jaar, beperking van de autonome toename van de zoutvrucht.	20-50	20-100	Brakwaterwinning in combinatie met drinkwaterproductie in Haarlemmermeerpolder en Polder Middelburg en Tempelpolder. Voordeel voor Rijnland is dat met een brakwaterwinning de autonome toename van de zoutvrucht beperkt wordt.

BIJLAGE 04 - Bouwstenen schoon en gezond water

In deze bijlage vindt u een overzicht van mogelijke bouwstenen (maatregelen) om de gevolgen van klimaatverandering en andere ontwikkelingen voor het **thema schoon en gezond water** te voorkomen of te beperken. Deze lijst is niet volledig en rijp en groen staan door elkaar. Wel geeft het overzicht een indicatie van de mogelijke maatregelen en hun effecten. De geschatte kosten zijn slechts indicatief, om een gevoel te krijgen van de orde van grootte.

[In geel de getallen die we nog niet goed kunnen inschatten]

Watersysteem maatregelen

Maatregel	Mitigerend klimaatteffect	Realisatietermijn [jaren]	Investering [miljoen euro]	Toelichting
1. Diepere watergangen	Beperken hogere watertemperatuur	0-20	60-100 [per 10 centimeter extra verdiepen]	Er zijn twee opties: Optie 1: Alle watergangen worden op leggerdiepte gebracht en gehouden. Dit kan worden gerealiseerd door het project 'Baggeren overig water' uit te voeren. Hierdoor wordt het watersysteem klimaatbestendiger. Optie 2: Waar mogelijk en indien er geen sprake is van bijvoorbeeld opbarsting, wordt de watergang verdiept en de leggerdiepte aangepast. Rijnland kan financieel bijdragen aan de extra kosten voor de eerste keer verdiepen. Daarna is het de verantwoordelijkheid van de eigenaar van de watergang om deze op de nieuwe leggerdiepte te houden.
2. Aanleg van koeltezones in een gebied	Beperken hogere watertemperatuur	1-5	XX	In gebieden die groot risico lopen op sterke verhoging van de watertemperatuur, waar het verdiepen van de watergangen niet mogelijk is, kunnen koeltezones worden gecreëerd. Dit kan bijvoorbeeld door extra beschaduwing of plaatselijk extra diepe of brede watergangen.
3. Aanleg groene oevers in plaats van harde beschoeiing	Beperken hogere watertemperatuur	0-10	XX	Groene oevers creëren schaduw en verhogen de verdamping, wat een verkoelend effect heeft
4. Gebruik lichtgekleurde en/of minder snel opwarmende materialen als damwand of oeverbeschoeiing	Beperken hogere watertemperatuur	0-20	XX	Wanneer de zon op metalen en donkere materialen schijnt, warmen deze meer op. Lichtgekleurde materialen warmen minder op, wat kan bijdragen aan het verminderen van de opwarming van water. Hoe groot dit effect is, is niet bekend.
5. Warmteonttrekking uit water in kanalen en plassen	Beperken hogere watertemperatuur	1-10	Zeer afhankelijk van grootte aquathermie project (1 woning tot	Door toepassen van aquathermie wordt warmte onttrokken aan het watersysteem, wat zorgt voor lokale afkoeling. Tevens wordt stroming gecreëerd die zuurstofloosheid kan tegengaan.

			stadswijk). Investerings meestal gedaan door marktpartijen	Het beperken van koelwateronttrekking kan op bepaalde plekken ook opwarming voorkomen.
6. Meer natuurlijk begroeide en stabiele oeveren	Tegengaan zuurstofloosheid	1-2	XX	Stevigere oeveren kalven minder af, waardoor er minder organisch materiaal in de sloot komt. Dit voorkomt ook dat de watergang door een dikke sliblaag ondieper wordt. Een stevigere oever wordt bereikt door ecologisch beheer en onderhoud en door het goed in acht nemen van de regels rondom het slootschonen, waarbij een deel van de oevervegetatie mag blijven staan.
7. Doorspoelen	Tegengaan zuurstofloosheid	2	1-5	Door het plaatsen van mixers wordt turbulentie in de waterkolom gecreëerd. Hierdoor kunnen blauwalgen geen drijfslaag vormen en wordt de zuurstofconditie verbeterd.
8. Watermenging diepe plas/meer	Tegengaan blauwalg	2	1-5	Door menging kan er minder stratificatie optreden waardoor blauwalgen minder kans krijgen om te groeien.

Ruimtelijke inrichtingsmaatregelen

Maatregel	Mitigerend klimaat-effect	Realisatietermijn [jaren]	Investering [miljoen euro]	Toelichting
1. Grotere/bredere watergangen bij nieuwe gebiedsontwikkeling	Beperken hogere watertemperatuur	0-20	nihil	Bij nieuwe ontwikkelingen in gebieden waar watercompensatie nodig is, wordt aanbevolen om enkele robuuste, brede en diepe watergangen met voldoende doorstroming aan te leggen, in plaats van meerdere kleine, ondiepe watergangen die een grotere kans op stilstaand water hebben.
2. Voorkomen van afspoeling nutriënten en chemicaliën bij regen	Beperken zuurstofloosheid en overmatige kroos en algenbloei door verminderen emissies nutriënten en chemicaliën	1-5	Beperkt. Bij de aanleg en herinrichting van een gebied zou hiermee rekening gehouden kunnen worden,	Het gaat veelal om maatregelen die gemeenten uit moeten voeren. Deze zouden opgenomen kunnen worden in richtlijnen. Mogelijk maatregelen zijn: • Bufferstrook tussen weg en watergang. • Lozing hemelwater via wadi • Geen hondenpoepuitlaatstrook direct naast watergang. Door afspoeling van (verhard) oppervlak door regen komen er nutriënten en chemicaliën in het regenwaterriool terecht. Wanneer dit water niet direct in

				een watergang stroomt, maar via een wadi of buffetstrook, worden deze stoffen deels afgevangen
3. Inrichten nieuwe zwemwaterlocaties beperken	Beperken blauwalgen/bacteriën	5	Beperkt, dit geldt voor nieuw aan te leggen locatie	Nieuwe zwemwaterlocaties aanleggen op plekken die minder gevoelig zijn voor drijfslagvorming (bijv. zuidwest zijde van de plas of niet in stedelijk gebied). Dit zijn echter doorgaans niet de voorkeursplekken van gemeenten/ontwikkelaars.

BIJLAGE 05 - Bouwstenen waterveiligheid

In deze bijlage vindt u een overzicht van mogelijke bouwstenen (maatregelen) om de gevolgen van klimaatverandering en andere ontwikkelingen voor het **thema waterveiligheid** te voorkomen of te beperken. Deze lijst is niet volledig en rijp en groen staan door elkaar. Wel geeft het overzicht een indicatie van de soorten maatregelen die mogelijk zijn en hun mogelijke effecten. De geschatte kosten zijn slechts indicatief, om een gevoel te krijgen van de orde van grootte.

[In geel de getallen die we nog niet goed kunnen inschatten]

Maatregelen waterkeringen

	Effect stabiliteit of waterstand	Realisatie [jaren]	Investing [miljoen euro]	Exploitatie [miljoen euro]	Toelichting
1. Verhogen regionale waterkeringen	0,10 m [boezem]	30-60	230 - 900	xx	Extra opvangcapaciteit in de boezem realiseren door de regionale keringen 0,10 meter te verhogen
2. Beheer: Optimaliseren dijkbeheer en calamiteitenorganisatie (nat houden keringen)	Voorkomt scheurvorming en degradatie	3-5		0,5	Bij (extreme) droogte de grondwaterstand en het vochtgehalte van droogtegevoelige waterkeringen op peil houden door de waterkeringen te beregenen. Nb. de verwachte effectiviteit is klein.
3. Versterken droogtegevoelige keringen met kleikap	Voorkomt uitdroging en degradatie	20-30		500	Dit betreft het aanbrengen van een laag klei over de gehele kering. Hierbij is uitgegaan van veenkeringen die momenteel aan de eisen voldoen. Het effect van deze maatregel op het verminderen van de droogtegevoeligheid is nog niet uitgebreid onderzocht, maar draagt altijd positief bij aan de sterkte van de kering. Voor de investering is uitgegaan van het uitvoeren van deze maatregel bij 280 kilometer kering die is goedgekeurd, maar op basis van grondopbouw is geclassificeerd als veenkering.
4. Versterken droogtegevoelige keringen met een damwand	Verbeterd stabiliteit en hoogte van veenkeringen	Afh. van vergroting van het budget per jaar		1400	Alle droogtegevoelige keringen voorzien van een damwand, zodat het inklinken van veen minder risico vormt voor de waterveiligheid. Voor de investering is uitgegaan van het uitvoeren van deze maatregel bij 280 kilometer kering, op basis van grondopbouw die geclassificeerd is als veenkering.
5. Aangepast maaibeheer en andere vegetatie op de waterkeringen	Verminder uitdroging kering	50 jaar		Afhankelijk van verwachte nadeelcompensatie door beperkingen op perceel. Kosten voor aanpassing onderhoudsverordening relatief beperkt	Door het toepassen van vegetatie die minder verdampt kan uitdroging van een kering beperkt worden. Effect is naar verwachting klein.

Ruimtelijke ordeningsmaatregelen

	Effect	Realisatie [jaren]	Kosten [miljoen euro]	Toelichting
1. Vergroten reserveringszones van de waterkeringen (regionaal en primair)	Deze maatregel zorgt ervoor dat er genoeg ruimte wordt gereserveerd om de keringen te versterken. Maar beperkt het medegebruik van ingelanden	2-5 jaar	XX Afhankelijk van verwachte nadeelcompensatie door beperkingen op perceel. Kosten voor aanpassing legger relatief beperkt.	Door ruimtelijke ontwikkelingen en een hogere economische waarde in de polder kan de norm voor de kering hoger worden, waardoor deze hoger en breder moet worden. Hierdoor is meer ruimte nodig voor versterking. Een eerste inschatting is dat er tot 35% meer ruimte reservering nodig is ten opzichte van de huidige situatie, en dat 25% meer percelen (gedeeltelijk) in een reserveringszone komen te liggen.
2. Vergroten reserveringszones van de waterkeringen (duinen)	Deze maatregel zorgt ervoor dat er genoeg ruimte wordt gereserveerd om onze duinen te laten meegroeien	50 jaar	Kosten voor aanpassing legger relatief beperkt.	Door het zeewaarts verplaatsen van strandbebouwing ontstaat ruimte voor natuurlijke duinaangroei. Dit gaat stapsgewijs over een langere periode.
3. Aangepast bouwen (rekening houden met overstromingen)	Deze maatregel zorgt voor gevolgbeperking bij een overstroming	XX	Betreft eigen kosten voor inwoners en bedrijven. Afhankelijk van de keuzes die worden gemaakt.	Maatregelen zoals alleen bouwen op hoge delen van de polder, ophogen en het zodanig ontwerpen van gebouwen dat schade bij overstroming beperkt blijft, kunnen er voor zorgen dat een hogere normering en versterking van de kering niet noodzakelijk zijn. Dit heeft ook een gunstig effect op het beperken van gevolgen bij wateroverlast (extreme neerslag). De rol van Rijnland is in de eerste plaats om inzichtelijk te maken wat de gevolgen zijn van overstromingen bij nieuwbouwplannen.
4. Beperken medegebruik	Door het beperken van medegebruik blijft de kering beter onderhoudbaar en neemt risico af.	5 jaar	XX Minder kosten voor dijkversterkingen	Beperken medegebruik van keringen door bijvoorbeeld geen bebouwing meer in de kernzone toe te staan (of alleen onder strengere voorwaarden). Het effect is naar verwachting klein op korte termijn, maar op lange termijn levert het een grote bijdrage.

Weerbare functies, inwoners en bedrijven (risicoacceptatie maatregelen)

	Effect	Realisatie [jaren]	Kosten [miljoen euro]	Toelichting
1. (Meer) schade accepteren	Lagere kosten waterkeringen, wel hogere economische schade voor inwoners en bedrijven	50 jaar	XX	Gebieden een lager overstromingsrisico geven, waardoor de kosten voor de keringen beperkte kunnen blijven. Wel neemt de schade bij een doorbraak toe. Maar doordat de kans hierop relatief klein is, kan dit kosteneffectief zijn cq. goedkoper dat de hele keringen te verzwaken/verhogen. Het risico verschuift hiermee wel naar de inwoners en bedrijven in het gebied
2. Vergroten van zelfredzaamheid	Evacuatie belangrijk onderdeel uit laten maken van overstromingsrisico's	25 jaar	XX Infrastructuur, plannen, trainingen voor evacuatie verbeteren	Overstromingsrisico's kunnen verminderd worden door meer focus op het verbeteren van evacuatie. In polders met een lagere economische waarde, zoals veenweidepolders, geldt impliciet een hoger overstromingsrisico

			doordat de kans dat de kering faalt hoger is (als gevolg van klimaatverandering). Zelfredzaamheid kan worden vergroot door bijvoorbeeld klimaatrobuust te bouwen of plaatselijk op te hogen. Nutspartijen moeten meer rekening houden met overstromingen. De rol van Rijnland hierbij is om voor iedereen inzichtelijk te maken wat de gevolgen van klimaatverandering kunnen zijn en tot welk niveau wij bescherming bieden.
--	--	--	--

**droge voeten
schoon water**

Volg ons op social media

