STRATELLIGENCE
decision support



Sociaaleconomische analyse Zoetwater

Tussenrapportage

Juni 2026

Sociaaleconomische analyse Zoetwater

Tussenrapportage

Stratelligence

Leiden, juni 2026

Opgesteld in opdracht van
het Deltaprogramma, Deelprogramma Zoetwater

Colofon:

Samenstelling, tekst en redactie: Stratelligence, juni 2026.

Illustraties: Stratelligence, Deltares, Rijkswaterstaat

Foto voorblad: Adobe stockfoto

Voor meer informatie over de inhoud:

Gigi van Rhee
Stratelligence
Rijnsburgerweg 161
2334 BP Leiden
Nederland
+31 71 573 08 20
info@stratelligence.nl

VOORWOORD NAMENS DE OPDRACHTGEVER

DE SEA ALS BOUWSTEEN VOOR DE BESLUITVORMING

Voor u ligt de *Sociaaleconomische Analyse (SEA) Zoetwater – Tussenrapportage 2026*. Dit rapport vormt een tussenstap in het proces van het Deltaprogramma Zoetwater naar een voorkeurspakket met zoetwatermaatregelen voor de periode 2028-2033. In deze SEA worden individuele maatregelen beoordeeld op hun hydrologische effectiviteit, kosten, baten en maatschappelijke effecten. De resultaten ondersteunen de zoetwaterregio's en het Bestuurlijk Platform Zoetwater bij het samenstellen van een goed onderbouwd en effectief voorkeurspakket. In een volgende stap worden de door de regio's gekozen maatregelen samengebracht en wordt het voorkeurspakket als geheel beoordeeld.

De SEA brengt de effecten van maatregelen op een uniforme en transparante manier in beeld. Door maatregelen vanuit verschillende perspectieven te beoordelen, ontstaat inzicht in hun bijdrage aan de zoetwateropgave. Daarmee vormt de SEA een belangrijke bouwsteen voor het afwegingsproces en de onderbouwing van investeringen vanuit het Deltafonds.

De resultaten van de SEA tussenrapportage zijn bedoeld als ondersteuning van het gesprek over maatregelen en maatregelpakketten. De analyse maakt verschillen tussen maatregelen zichtbaar. Tegelijkertijd vormt de SEA niet de enige basis voor besluitvorming. Regionale omstandigheden, bestuurlijke keuzes en andere (regionale) beleidsdoelen spelen ook een belangrijke rol bij de samenstelling van een definitief voorkeurspakket.

CONSULTATIE EN VERWERKING VAN REACTIES

Tijdens de consultatie van het conceptrapport zijn veel opmerkingen, vragen en reflecties ontvangen van regio's, sectoren en andere betrokken partijen. Daarbij is gevraagd om verheldering, zijn concrete tekstvoorstellen gedaan en zijn beknopte inhoudelijke reflecties op de uitkomsten van de analyse gegeven. De ontvangen reacties liepen in aard en omvang uiteen. Waar opmerkingen aanleiding gaven tot verduidelijking, correctie van feitelijke informatie of aanscherping van de tekst, zijn deze verwerkt in het rapport.

Daarnaast heeft elke regio een reflectie kunnen geven op de resultaten voor hun regio.

Deze zijn allemaal integraal opgenomen in het rapport. Daarmee wordt zichtbaar welke (regionaal) verschillende perspectieven bestaan op de opgave, de gehanteerde uitgangspunten en de interpretatie van de resultaten. Deze reflecties zijn niet van een inhoudelijke reactie voorzien en blijven de verantwoordelijkheid van de indieners.

Met dit rapport en de opgenomen reflecties wordt beoogd bij te dragen aan een transparant, zorgvuldig en goed onderbouwd afwegingsproces. De SEA tussenrapportage biedt daarvoor een gezamenlijke informatiebasis voor de verdere uitwerking van het voorkeurspakket en het uiteindelijke eindrapport.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord namens de opdrachtgever iii

Inhoudsopgave iv

HOOFDSTUK 1 Inleiding 1
1.1 Werkopgave zoetwater fase 3 (2028-2033) 1
1.2 Fasering routekaart Zoetwater 2
1.3 Verschillen tussen tweede en derde fase Deltaprogramma Zoetwater 4
1.4 Leeswijzer 5
1.5 Verantwoording 5

HOOFDSTUK 2 Methode en uitgangspunten 6
2.1 Drie verschillende analyses en nieuw beoordelingskader 6
2.2 Beoordelingskader 8
2.3 Beoordeling maatregelen en beleidsalternatieven op hoofdcriteria 9
2.4 Risicobenadering en economisch effect 10
2.5 Tijdreeksen 11
2.6 Algemene uitgangspunten en nulalternatief 15
2.7 Methodiek bepaling economische effecten 17

HOOFDSTUK 3 Huidige situatie en ontwikkeling hydrologische knelpunten 34
3.1 Nederland in hydrologische gebieden 35
3.2 Oppervlaktewatertekorten 36
3.3 Knelpunten door grondwatertekorten 40
3.4 Knelpunten door laag water 43
3.5 Knelpunten door onvoldoende waterkwaliteit 44

HOOFDSTUK 4 Huidige situatie en droogterisico autonome ontwikkelingen 45
4.1 Land- en tuinbouw 45
4.2 Scheepvaart 50
4.3 Bodemdaling en CO_2-uitstoot 53
4.4 Funderingsrisico nulalternatief 57
4.5 Overige functies 61

HOOFDSTUK 5 Methodiek beoordeling maatregelen 65
5.1 Beoordeling via KEA 65
5.2 Beoordeling via MCA 69
5.3 Beoordeling via MKBA 72

HOOFDSTUK 6 Noord 79
6.1 Nulalternatief 79
6.2 Werkopgave Noord 83

6.3 Maatregelen Noord....85
6.4 Beoordeling maatregelen....95

HOOFDSTUK 7 West....110
7.1 Nulalternatief....110
7.2 Werkopgave West....114
7.3 Maatregelen West....116
7.4 Beoordeling maatregelen....123

HOOFDSTUK 8 Rivierengebied....137
8.1 Nulalternatief....137
8.2 Werkopgave Rivierengebied....142
8.3 Maatregelen Rivierengebied....144
8.4 Beoordeling maatregelen....148

HOOFDSTUK 9 Hoge Zandgronden Oost....159
9.1 Nulalternatief....159
9.2 Werkopgave Hoge Zandgronden Oost....163
9.3 Maatregelen Hoge Zandgronden Oost....165
9.4 Beoordeling maatregelen....174

HOOFDSTUK 10 Hoge Zandgronden Zuid....188
10.1 Nulalternatief....188
10.2 Werkopgave Hoge Zandgronden Zuid....192
10.3 Maatregelen Hoge Zandgronden Zuid....194
10.4 Beoordeling maatregelen....203

HOOFDSTUK 11 Zuidwestelijke Delta....217
11.1 Nulalternatief....217
11.2 Werkopgave Zuidwestelijke Delta....222
11.3 Maatregelen Zuidwestelijke Delta....223
11.4 Beoordeling maatregelen....227

HOOFDSTUK 12 Het Hoofdwatersysteem....235
12.1 Nulalternatief....235
12.2 Werkopgave Hoofdwatersysteem....239
12.3 Maatregelen Hoofdwatersysteem....241
12.4 Beoordeling maatregelen....246

Afkortingen....258

Literatuurlijst....260

Bijlage: Effect peilbeheer op grondwaterstand....263

Bijlage: Kentallen economische effecten scheepvaart....264

Bijlage: Kentallen landbouw en natuur....270

Bijlage: Kengetallen risico CO_2-uitstoot 272

Bijlage: Kentallen funderingsrisico 274

Bijlage: Kengetallen drinkwater, industrie en doorspoeling 276
Drinkwater 276
Industrie 277
Doorspoeltekort / Verziltingsrisico 277

Bijlage Likertschaal 279
Bijdrage aan zoetwatergebruiksfuncties en keteneffecten 280
Bijdrage aan overige opgaven, functies en waarden 280
Flexibiliteit 281
Uitvoerbaarheid 283

Bijlage Delphi-analyse en weegfactoren 285

Bijlage: Overzicht maatregelen 290
Hoofdwatersysteem 290
Hoge Zandgronden Oost 294
Hoge Zandgronden Zuid 295
Noord 296
Rivierengebied 298
West 301
Zuidwestelijke Delta 303

Bijlage: Invulling brede welvaart in SEA 306

Bijlagen: Reflecties zoetwaterregio's op rapportage 309
Reactie namens de Zoetwaterregio Noord Nederland op de Sociaal Economische Analyse 309
Feedback zoetwaterregio West-NL op conceptrapport SEA 311
Reflectie Regio Rivierengebied op SEA 312
Beschouwing SEA Hoge Zandgronden Oost 314
Inhoudelijke reflectie Hoge Zandgronden Zuid 315
Reflectie Regio Zuidwestelijke Delta op SEA 316
Reflectie vanuit RWS op de Hoofdwatersysteemmaatregelen 317

HOOFDSTUK 1 INLEIDING

Zoetwater is een van de drie thema's in het Deltaprogramma. Het algemene beleid van het Deltaprogramma Zoetwater (DPZW) is vastgelegd in de Deltabeslissing Zoetwater die elke zes jaar wordt herijkt. Concrete maatregelen voor de uitvoering van het beleid staan beschreven in het Deltaplan Zoetwater. In 2022 is de tweede fase van het Deltaprogramma Zoetwater (2022-2027) van start gegaan met een maatregelenpakket dat in het daaraan voorafgaande jaar door het Rijk en de regio's is vastgesteld. Op dit moment wordt gewerkt aan de voorbereiding van de derde fase van het Deltaprogramma Zoetwater, de periode 2028 – 2033.

Rijkswaterstaat (RWS) voert in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat de regie over de landelijke analyses ter voorbereiding van de nieuwe deltabeslissing zoetwater in 2027 en de maatregelen voor de periode 2028-2033 waarin afspraken komen te staan over waterbeschikbaarheid en een actualisatie van de voorkeursstrategie Zoetwater. Onderdeel daarvan is het uitvoeren van een sociaaleconomische analyse (SEA). RWS heeft aan Stratelligence gevraagd deze SEA uit te voeren in de periode juni 2024 tot december 2026.[1]

Deze SEA wordt uitgevoerd in samenwerking met andere partijen. Witteveen+Bos is bij onderdelen van de analyse betrokken. De gebruikte basisdata voor de zoetwateropgave is afkomstig van Deltares/HydroLogic/Fabrications. Bij het opstellen van de SEA wordt gebruik gemaakt van resultaten uit modellen en effectmodules die door verschillende partijen zoals Deltares, WEcR en Ecorys ontwikkeld zijn en deels zijn gecorrigeerd om bruikbaar te zijn in deze analyse. De hydrologische data voor de maatregelen zijn door de zoetwaterregio's aangeleverd in de zogenaamde Factsheets[2] of door HKV voor de grotere bovenregionale maatregelen. Kosten en kwalitatieve effecten van de HWS-maatregelen zijn door ons onderzoeksteam bepaald, net als de economische effecten van de maatregelen.

1.1 WERKOPGAVE ZOETWATER FASE 3 (2028-2033)

Het doel van het Deltaprogramma Zoetwater is ervoor te zorgen dat Nederland weerbaar is tegen zoetwatertekort in 2050. Dit houdt in dat alle sectoren goed voorbereid zijn op zoet-watertekorten om schade zo mogelijk te beperken. En dat Nederland een veerkrachtig en evenwichtig (zoet)watersysteem heeft waarbij wateraanbod en watervraag voor alle maatschappelijke functies

[1] Vanwege de aanpassingen in de planning zal de feitelijke doorlooptijd iets langer zijn, waarschijnlijk tot maart 2027.
[2] Dit zijn Excel-templates waarin de benodigde data en toelichting per maatregel per zoetwaterregio's is aangedragen. Factsheet 2a bevat hydrologische informatie, Factsheet 2b kosteninformatie en Factsheet 2c bevat kwalitatieve informatie over effecten.

in evenwicht zijn bij droge periodes die vaker dan eens per 20 jaar (T20 jaar[3]) voorkomen.[4] Veerkrachtig wil zeggen dat na elke periode van droogte het watersysteem zich volledig kan herstellen zowel in kwantiteit als in kwaliteit.

Dit doel is voor deze analyse geconcretiseerd in een voorlopige werkopgave:

- Geen daling gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) t.o.v. *Referentie*
- Geen oppervlaktewatertekort in T20 jaar in *Stoom 2050*

Regionale en lokale omstandigheden kunnen leiden tot hogere of lagere regionale ambities. Lagere regionale ambities zijn ook mogelijk als blijkt dat het lastig wordt om de huidige (werk)opgaven te halen met de beschikbare maatregelen.

Voor een consistente werkwijze gebruiken we de data zoals die volgen uit de basisprognoses 2018 (BP2018) voor de bepaling van de werkopgave en niet de regionale ambities, voor zover deze bekend zijn. De landelijke tekorten en werkopgaven die uit basisprognoses volgen, zijn gecorrigeerd voor knelpunten die niet zijn meegenomen in de basisprognoses. Dat betekent voor de zoetwaterregio's Rivierengebied, West, Zuidwestelijke Delta, Hoge Zandgronden Zuid (werkopgave Maas) dat de werkopgave hoger wordt vanwege verzilting, blauwalg, zonnebrand, lage rivierafvoeren etc. Voor de Zuidwestelijke Delta wordt de werkopgave deels verlaagd vanwege de overschatting van het peilbeheertekort in de basisprognoses. De gebruikte aannames worden per regio in de desbetreffende hoofdstukken nader toegelicht.

De werkopgave is gedefinieerd voor *Stoom 2050*. Voor fase 3 stellen we de werkopgave gelijk aan 1/3 van de werkopgave *Stoom 2050*. De reden hiervoor is dat er na fase 3 nog vervolgfasen komen die impact kunnen hebben op de vermindering van de tekorten: fase 4 (2034-2039), fase 5 (2040-2045) en een deel van fase 6 (2046-2051). Daarnaast is *Stoom* het meest extreme Deltascenario. Het werkelijke tekort kan ook meevallen ten opzichte van het tekort in dit scenario. Tegelijkertijd is de verwachting dat de tekorten op basis van de KNMI'23-scenario's hoger zijn dan in de gebruikte KNMI'14-scenario's.

1.2 FASERING ROUTEKAART ZOETWATER

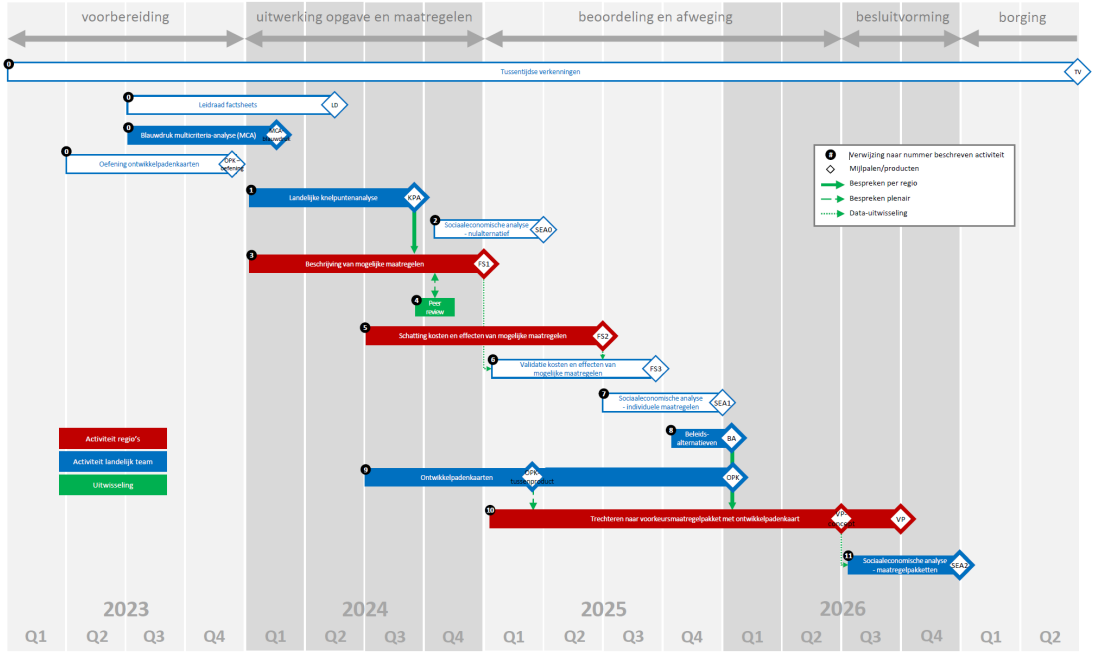
De SEA is onderdeel van de Routekaart Zoetwater (zie onderdelen 2, 6, 7, 8, 11 in Figuur 1). Voorafgaand aan de uitvoering van de SEA zijn de invoerdata (hydrologische effecten, kosten, etc.) hiervoor bepaald en beschikbare hulpmiddelen zoals effectmodules ontwikkeld, (zie o.a. knelpuntenanalyse en opgave, onderdeel 1).

De knelpuntenanalyse is initieel gebaseerd op de Deltascenario's 2024. Deze Deltascenario's gebruiken de KNMI-scenario's 2023, die op andere wijze dan de voor fase 2 gebruikte KNMI-scenario's 2014 zijn bepaald. De basisprognoses 2023 en de daarbij behorende knelpuntenanalyse bleken bij oplevering echter onvoldoende bruikbaar. Alleen de afvoeren konden worden gebruikt. Het was daarom nodig een alternatieve set basisprognoses te gebruiken voor de SEA omdat er

[3] Het 'T20 jaar' is het jaar met een tekort dat eens per 20 jaar voorkomt, oftewel 5% van jaren heeft hoger tekort en 95% lager tekort. Het T20 punt is bepaald voor het totale watertekort per deelregio, dat wil zeggen tekorten voor beregening, doorspoeling en peilbeheer opgeteld.

[4] Op moment van schrijven hebben een aantal analyses laten zien dat het niet haalbaar is om alle functies in heel Nederland in een Stoom 2050 T20 jaar van water te voorzien. Hiervoor zijn de regionale verschillen te groot. Om praktische redenen is gekozen in deze analyse wel deze werkopgave te gebruiken.

onvoldoende tijd was de basisprognoses 2023 opnieuw te bepalen. Vanwege de beperkte beschikbare tijd is gekozen de basisprognoses 2018 te gebruiken en deze te voorzien van een duiding: worden knelpunten door het verschil tussen KNMI'14 en KNMI'23 groter, kleiner of blijven ze gelijk? Ondanks deze pragmatische oplossing heeft dit tot vertraging geleid, waardoor sommige analyses minder diepgaand zijn uitgevoerd dan beoogd. Ook is er voor minder scenario's informatie beschikbaar en zijn de resultaten op verschillende datasets gebaseerd.



Figuur 1: routekaart zoetwater [nog te updaten naar actuele planning]

In de SEA is het droogterisico bepaald *met* (beleidsalternatief) en *zonder* maatregelen (het nulalternatief). Het verschil is een maat voor de welvaartseffecten van verschillende maatregelen. Het verschil in droogterisico tussen 'nu' en de situatie in 2050 en 2100, het nulalternatief, geeft inzicht in de ontwikkeling van het droogterisico, de opgave en de urgentie van maatregelen.

Omdat vanwege beperkingen in doorlooptijd en middelen de maatregelen niet apart kunnen worden doorgerekend met het Nationaal Watermodel (NWM) of een gedetailleerde maatschappelijke kosten-batenanalyse kan worden uitgevoerd is een versimpelde analyse uitgevoerd, die haalbaar was voor het grote aantal maatregelen. Deze analyse is voor alle maatregelen afzonderlijk gedaan in plaats van voor een pakket aan maatregelen om te voorkomen dat minder rendabele of minder effectieve maatregelen ongewenst meeliften en om te verhinderen dat een paar zeer onrendabele maatregelen het totale maatregelenpakket maatschappelijk onvoordelig maken. Dit wil je voorkomen met het oog op het aanleveren van de juiste beslisinformatie voor besluitvorming over het toekennen van investeringsmiddelen.

Om niet alleen de economische waarde mee te wegen is niet alleen een maatschappelijk kosten-batenanalyse zoals in fase 2 uitgevoerd, maar ook een kosteneffectiviteitsanalyse, en een multicriteria-analyse.

Ondanks de relatief lange doorlooptijd, is de doorlooptijd voor sommige onderdelen kort. De beschikbare tijd en data is leidend geweest in de mate van detail en uitwerking van de resultaten.

Binnen deze randvoorwaarde is gewerkt aan de best mogelijke resultaten. Deze sociaaleconomische analyse neemt daarom niet alle mogelijke effecten mee. Voor sommige effecten bestaan nog geen voldoende bruikbare hydrologische modellen of effectmodules en die kunnen ook niet binnen de beschikbare tijd worden ontwikkeld. Daarnaast moeten de berekende kosten en effecten met de nodige voorzichtigheid worden gebruikt. Bij alle cijfers is sprake van een bandbreedte die verschilt afhankelijk van de gebruikte modellering. Ook zijn effecten van natschade niet in de resultaten verwerkt.

1.3 VERSCHILLEN TUSSEN TWEEDE EN DERDE FASE DELTAPROGRAMMA ZOETWATER

Als onderbouwing voor de deltabeslissing 2027 is een aantal uitgangspunten en methoden veranderd ten opzichte van de eerste deltabeslissing zoetwater in 2021. Tabel 1 geeft de belangrijkste verschillen weer.

Tabel 1: verschillen tussen tweede en derde fase DPZW

Deltaprogramma: deltabeslissing 2021	Deltaprogramma: deltabeslissing 2027
Opgave: een heldere en officiële maatstaf om de opgave voor het Deltaprogramma in kaart te brengen ontbreekt, maar het doel is een duurzame zoetwatervoorziening in Nederland, een voorziening die standhoudt op de lange termijn en economisch doeltreffend is. hiermee kan via een MKBA beoordeeld worden of maatregel economisch kansrijk is. Voor grondwater is gewerkt met het doel de grondwaterstand 20 cm te verhogen en de grondwaterafhankelijke natuur weerbaar te maken tegen droogte	Werkopgave oppervlaktewater: wateraanbod en watervraag zijn voor alle maatschappelijke functies in evenwicht bij droge periodes die vaker dan eens per 20 jaar (Stoom 2050) voorkomen. Werkopgave grondwater: het tegengaan van verdroging (Stoom) ten opzichte van de Referentie
Maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA)	Kosteneffectiviteitsanalyse (KEA), multicriteria-analyse (MCA) en een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA)
Risicobenadering o.b.v. langjarige reeksen (100-jaar 1911-2011)	Risicobenadering o.b.v. langjarige reeksen (100-jaar 1911-2011) en synthetische reeksen (3x30 jaar)
Actualisatie Deltascenario's 2017 (o.b.v. KNMI-2014, WLO-2015)	Actualisatie Deltascenario's 2017 (o.b.v. KNMI-2014, WLO-2015) plus duiding voor KNMI'23. Voor afvoeren Deltascenario's 2023 (o.b.v. KNMI'23, WLO-2015)
Regio-indeling in voorzieningsgebieden	Regio-indeling in zoetwaterregio's
Referentie 2017	Referentie 2017 of Referentie 2023 (rivierafvoeren)
Scenario's Referentie 2017, Stoom, Druk, Vlug, Warm 2050 en Stoom en Druk 2100 (≈Ref2017)	Scenario's: Referentie 2017, Stoom 2050 en Stoom 2100 (o.b.v. basisprognoses 2018) Scenario's: Referentie 2023, Stoom, Warm, Ruim, Vlug 2050 en Stoom 2100 (o.b.v. basisprognoses 2023). Ruim 2100 ≈ Ruim 2050.
Berekening welvaartseffecten landbouw, scheepvaart, drinkwater en industrie, natuur inclusief verdeling over regio's en voorzieningsgebieden	Berekening welvaartseffecten landbouw, scheepvaart (incl. emissies), CO_2-uitstoot en funderingsrisico inclusief verdeling over regio's
Schadedefinitie landbouw is verschil tussen potentiële en actuele opbrengst. Schadedefinitie scheepvaart zijn extra kosten t.o.v. 1916 als droogteschade meegeteld.	Andere schadedefinitie: nulpunt droogterisico voor landbouw en scheepvaart is mediaan risico Referentie.
Gebruik van landbouw, drinkwater en industrie kentallen voor monetarisering maatregeleffecten (monetarisering effecten natuur via kental landbouw).	Gebruik van gedetailleerdere kentallen voor landbouw, scheepvaart, CO_2-uitstoot en funderingsrisico voor monetarisering maatregeleffecten. Monetarisering effecten natuur via kental landbouw.
Landelijk hydrologisch model (LHM) versie 3.4, ook voor enkele maatregelpakketten.	LHM versie 3.4 of LHM-versie 4.3 (afvoeren/scheepvaart). Geen modeldoorrekening maatregelen of maatregelpakketten.

Door deze wijzigingen wijken ook de resultaten af. Voor wat betreft de maatregelen is sprake van een nauwkeurigere modellering of detaillering en bevatten de resultaten meer informatie dan in de vorige fase. Voor wat betreft de hydrologische modellering zijn noodgedwongen concessies gedaan doordat de basisprognoses 2023 niet gebruikt konden worden behalve voor scheepvaart/de afvoerverdeling.

1.4 LEESWIJZER

Het vervolg van dit rapport beschrijft de *Sociaaleconomische analyse Zoetwater*. In hoofdstuk 2 worden de gevolgde methode en uitgangspunten van de drie verschillende analyses beschreven. De huidige situatie en ontwikkeling van de hydrologische knelpunten volgen in Hoofdstuk 3. De effecten in de autonome ontwikkeling per gebruiksfunctie worden in Hoofdstuk 4 beschreven. Hoofdstuk 5 gaat in op de methodiek die gevolgd is om de maatregelen te beoordelen volgens drie perspectieven: de kosteneffectiviteitsanalyse (KEA), de multicriteria-analyse (MCA) en de maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA).

In hoofdstuk 6 tot en met 12 zijn de resultaten van de analyse per zoetwaterregio samengevat. Achtereenvolgens komen de volgende gebieden aan bod: de zoetwaterregio Noord in hoofdstuk 6, West in hoofdstuk 7, het Rivierengebied in hoofdstuk 8, de Hoge Zandgronden Oost in hoofdstuk 9 en de Hoge Zandgronden Zuid in hoofdstuk 10. Daarna volgt de Zuidwestelijke Delta in hoofdstuk 11 en als laatste het Hoofdwatersysteem (HWS) in hoofdstuk 12. Per zoetwaterregio is een beschrijving gegeven van het regionale nulalternatief, de werkopgave, de ingediende maatregelen en de beoordeling van de maatregelen volgens de drie perspectieven.

Na beoordeling van het voorkeurspakket dat nog door de zoetwaterregio's zal worden ingediend wordt deze tussenrapportage aangevuld tot een volledige *Sociaaleconomische analyse Zoetwater* met daarin conclusies over het voorkeurspakket en aanbevelingen voor vervolg.

In de bijlagen is achtergrondinformatie te vinden over o.a. de maatregelen die niet zijn beoordeeld, de kentallen en het gebruik daarvan en de weegfactoren.

1.5 VERANTWOORDING

De voorliggende analyse is gebaseerd op een groot aantal basisstudies, berekeningen van Deltares met het Nationaal Watermodel (NWM), de Factsheets van de zoetwaterregio's en aanvullende analyses. Ook is gebruik gemaakt van modellen en effectmodules die door verschillende partijen, zoals Deltares en Ecorys, zijn ontwikkeld.

De analyse is in belangrijke mate gebaseerd op deze input. Wij gaan uit van de nauwkeurigheid van de aangeleverde gegevens en hebben deze waar mogelijk geverifieerd. De kosten en neveneffecten zijn gevalideerd door Witteveen+Bos, dat deel uitmaakt van ons team. De hydrologische effecten zijn in een parallelle opdracht gevalideerd door HKV. In overleg met de opdrachtgever zijn aanvullende correcties doorgevoerd. De resulterende data zijn vermeld in deze rapportage.

Waar de beschikbare data onvoldoende houvast bood of incompleet was, zijn aannames gedaan. Deze zijn zoveel mogelijk verantwoord in de tekst.

HOOFDSTUK 2 METHODE EN UITGANGSPUNTEN

Dit hoofdstuk beschrijft kort de verschillende analyses die onderdeel vormen van de sociaaleconomische analyse, de gebruikte uitgangspunten en de gebruikte aanpak in de economische effectmodules. Het gebruik van het begrip schade wordt zo veel mogelijk voorkomen. In plaats daarvan gebruiken we het begrip risico.

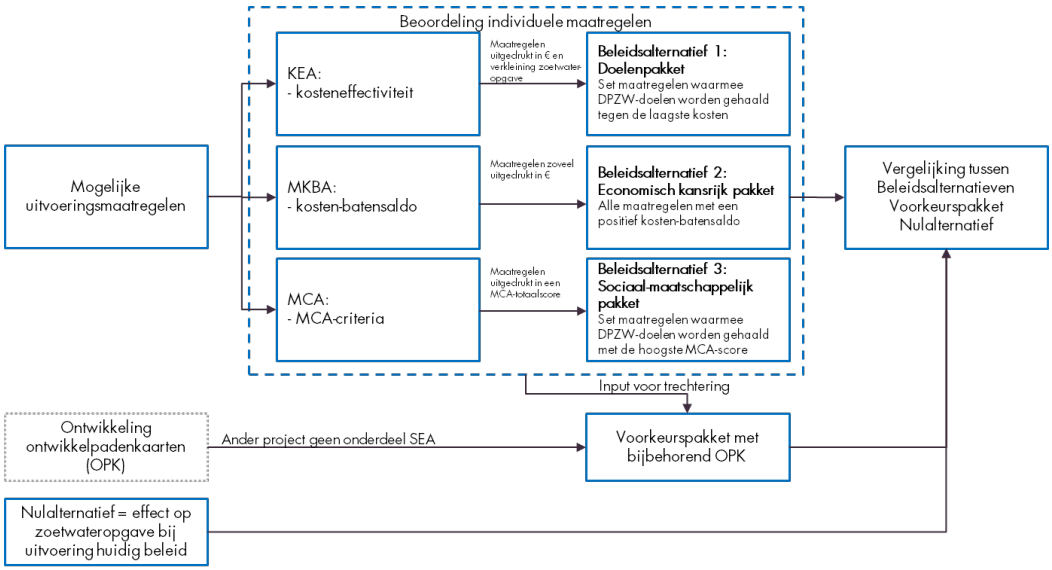
2.1 DRIE VERSCHILLENDE ANALYSES EN NIEUW BEOORDELINGSKADER

Dit hoofdstuk gaat in op de verschillende onderzoeksstappen en hoe en op basis van welke uitgangspunten we deze hebben uitgevoerd.

De SEA start met de analyse van het nulalternatief per Deltascenario. Dit is de situatie op basis van de voortzetting van het huidige beleid, inclusief maatregelen waartoe reeds besloten is maar die nog niet van kracht zijn en zonder de voorgestelde maatregelen voor fase 3. Voor de berekening van enkele zoetwatergebruiksfuncties is ook verondersteld dat maatregelen uit het voorkeurspakket van fase 2 zijn uitgevoerd. De nulalternatieven bevatten de autonome ontwikkelingen (zoals gedrag van watergebruikers) bij een van de Deltascenario's. Het gaat om een tijdspad waarin de sociaaleconomische situatie en klimaatomstandigheden veranderen zonder nieuwe maatregelen. Het nulalternatief per Deltascenario wordt voor twee of meer zichtjaren bepaald:

- De *Referentie* in 2017 of 2023. Dat is de 'huidige' situatie qua klimaat en sociaaleconomische omstandigheden. De *Referentie* is voor alle Deltascenario's gelijk. Afhankelijk van de gebruikte Deltascenario's is het Referentiejaar 2017 (geactualiseerde Deltascenario's 2017) of 2023 (nieuwe Deltascenario's 2023).
- De situatie in 2050 (en soms 2100) per Deltascenario, bijvoorbeeld *Stoom 2050*. Hierin zijn de klimaat- en sociaaleconomische omstandigheden aangepast aan de situatie in 2050 of 2100.

Ten opzichte van het nulalternatief per Deltascenario worden verschillende maatregelen en beleidspakketten beoordeeld. Hiervoor gebruiken we drie verschillende analyses, zie Figuur 2. De multicriteria-analyse (MCA) is bedoeld om aspecten te betrekken die in de vorige DPZW-fases alleen werden meegenomen in de vergelijkingssystematiek. In fase 1 bestond de economische analyse vooral uit een kosteneffectiviteitsanalyse (KEA). In fase 2 ging het om een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA).



Figuur 2: schematisering onderdelen en proces SEA

De drie analyses worden eerst uitgevoerd voor de individuele maatregelen. De resultaten hiervan worden gebruikt om drie verschillende beleidspakketten samen te stellen:

- Een kosteneffectief pakket; dat is de set maatregelen waarmee de doelen van het Deltaprogramma Zoetwater (DPZW) worden gehaald tegen de laagste kosten.[5]
- Een sociaal-maatschappelijk pakket: dat is de set maatregelen waarmee de DPZW-doelen worden gehaald met de hoogste MCA-score.
- Een economisch kansrijk pakket: dat is een pakket dat maatregelen bevat die een positief kosten-batensaldo hebben. Dit pakket kan meer of minder doelbereik hebben dan het kosteneffectief en sociaal-maatschappelijk pakket.

Nadat de regio mede op basis van deze beleidspakketten een voorkeurspakket en passende ontwikkelpadenkaarten heeft samengesteld, worden de analyses geactualiseerd voor de drie beleidspakketten en wordt het voorkeurspakket beoordeeld. De totale beoordeling is het eindproduct van de SEA.

Voor de uitvoering van een KEA en MKBA bestaat een leidraad die aangeeft hoe een KEA en/of MKBA moet worden uitgevoerd. Voor een multicriteria-analyse is die niet voorgeschreven. We sluiten daarom aan bij de stappen van een KEA of MKBA en gebruiken voor de beoordeling van de MCA een aanpak die gebaseerd is op wetenschappelijke methoden.

Bij voorkeur wordt in de analyses ook een breed welvaartsperspectief ingezet. Volgens het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en het Centraal Planbureau (CPB)[6] verdienen effecten op de *verdeling* van welvaart, het *verloop* van kosten en baten over *de tijd* en consequenties voor het *buitenland* in de MKBA's in het algemeen meer aandacht. In de SEA zal hier aandacht aan worden

[5] Het is mogelijk dat er niet genoeg kortetermijnmaatregelen zijn om het doel te halen.
[6] CPB / PBL NOTITIE – Maatschappelijke kosten-batenanalyse en brede welvaart; een aanvulling op de Algemene MKBA-Leidraad.

besteed, nog meer dan in fase 2.[7] De richtlijnen volgen we op. De adviezen passen we zoveel mogelijk toe, zie hiervoor bijlage. De vertaalslag van brede welvaart naar de SEA is hier ook te vinden.

2.2 BEOORDELINGSKADER

Het beoordelingskader dat als basis gebruikt wordt in de analyses, is opgesteld ten behoeve van de herijking van het Deltaprogramma. Voor het DPZW is de gebruikte concretisering weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: verschillende beoordelingscriteria (in opdracht van Deltaprogramma Zoetwater, 2024)

Hoofdcriteria	Criteria
A. Doelbereik zoetwater	Doelbereik in termen van vermindering van tekort in m^3 water of te lage grondwaterstand
B. Kosten	• Investeringskosten • Kosten beheer en onderhoud • Risico's ten aanzien van private en publieke financiering[8]

C. Effecten op zoetwatergebruiksfuncties en keteneffecten	• Stabiliteit droogtegevoelige waterkeringen
	• Klink, zetting en veenoxidatie (incl. broeikasgasuitstoot)
	• Hydrologische randvoorwaarden (beschermde) natuur
	  - Bodem
	  - Waterkwaliteit
	  - Flora en fauna
	• Drinkwatervoorziening
	• Energievoorziening
	• Bebouwd gebied (funderingsschade, schade aan infrastructuur, vergroening)
	• Industrie (o.a. proceswater)
	• Scheepvaart
	• Landbouw
	• Visserij
	• Recreatie

D. Effecten en kansen andere opgaven, andere functies en waarden	• Waterveiligheid (anders dan droogtegevoelige waterkeringen)
	• Ruimtelijke adaptatie (anders dan droogte w.o. wateroverlast)
	• Natuur (anders dan voldoen aan hydrologische randvoorwaarden)
	  - Bodem
	  - Waterkwaliteit
	  - Flora en fauna
	• Fysieke leefomgeving
	  - Leefbaarheid en milieu (o.a. energieverbruik en verbruik primaire grondstoffen door zoetwaterstrategie/maatregel
	  - Wonen
	  - Landschap, cultuurhistorie en archeologie

[7] In fase 2 beschouwden we wel verschillende brede welvaart elementen, maar noemden we het niet zo.

[8] De risico's t.a.v. financiering vormen geen apart onderdeel van SEA. Risico's komen terug in de algemene risico-opslag op kosten en bij uitvoeringsrisico's.

Hoofdcriteria	Criteria
	• Overig
E. Flexibiliteit	Aanpassingsvermogen van een strategie/maatregel in termen van: • Mogelijkheid tot fasering; • Mogelijkheid tot eerder of later implementeren; • Mogelijkheid tot overstappen op andere maatregel/strategie.
F. Uitvoerbaarheid	• Risico's ten aanzien van technische, procedurele en maatschappelijke uitvoerbaarheid[9] • Kansen voor meekoppeling met ontwikkelingen op andere beleidsterreinen

2.3 BEOORDELING MAATREGELEN EN BELEIDSALTERNATIEVEN OP HOOFDCRITERIA

Het kosteneffectief pakket volgt uit de KEA en lijkt het meest simpel qua samenstelling doordat alleen informatie over kosten (B) en (hydrologisch) doelbereik (A) nodig is, zie Tabel 3.

Het economisch kansrijk pakket is het pakket dat bestaat uit maatregelen die allemaal individueel en in combinatie een positief kosten-batensaldo hebben. Hiervoor zijn beoordelingscriteria kosten (B) en (gemonetariseerde) effecten (C + D) nodig. De hydrologische effecten (A) zijn hiervoor zoveel mogelijk vertaald in effecten op zoetwatergebruiksfuncties (C) en overige effecten (D).

Tabel 3: relevantie beoordelingscriteria voor de drie deelanalyses

Beoordelingscriteria	Perspectieven		
	Kosteneffectief pakket o.b.v. KEA	Sociaal-maatschappelijk pakket o.b.v. MCA	Economisch kansrijk pakket o.b.v. MKBA
A. Doelbereik zoetwater	X		
B. Kosten	X		X
C. Effecten op zoetwatergebruiksfuncties en keteneffecten		X (kwalitatief)	X (gemonetariseerd) Kwalitatief p.m. indien dit verschil kan maken
D. Effecten en kansen andere opgaven, andere functies en waarden		X (kwalitatief)	Kwalitatief p.m. indien dit verschil kan maken
E. Flexibiliteit		X	
F. Uitvoerbaarheid		X	
Indicator	$\frac{\text{Doelbereik A}}{\text{Kosten B}}$	$\sum_{C=i}^{F} w_i \, x \, Score_i$	$\frac{\text{Effecten C}}{\text{Kosten B}}$

[9] (Onvoldoende) beschikbaarheid van benodigde materialen valt in SEA onder uitvoeringsrisico's.

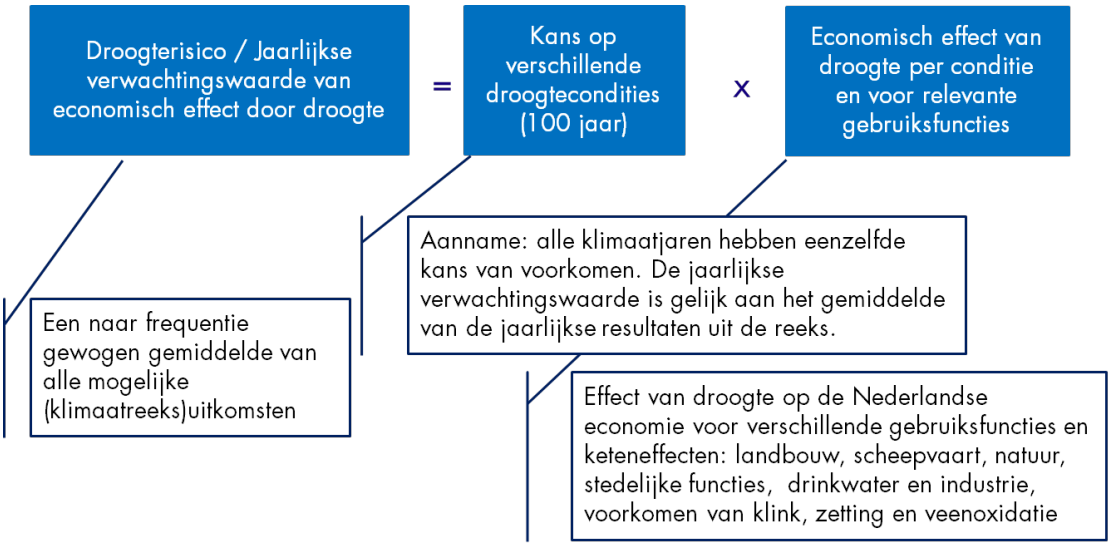
Het sociaal-maatschappelijk pakket volgt uit de MCA die de verschillende beoordelingscriteria 'weegt' ten opzichte van elkaar door de individuele scores te vermenigvuldigen met te bepalen wegingsfactoren (w_i). De beoordelingscriteria die in de teller meegenomen kunnen worden, zijn in potentie alle andere beoordelingscriteria (B t/m F). In overleg met de opdrachtgever is besloten om alleen de beoordelingscriteria (C (kwalitatief), D (kwalitatief), E en F) mee te wegen. De reden is dat het MCA-pakket dan echt een afwijkend pakket is en er door de regio's iets valt te kiezen. De weegfactoren zijn bepaald door vertegenwoordigers van de zoetwaterregio's en I&W/RWS.

2.4 RISICOBENADERING EN ECONOMISCH EFFECT

De gebruikte risicobenadering voor droogte is vergelijkbaar met de aanpak bij waterveiligheid en gebaseerd op de combinatie van de kans op een droogtegebeurtenis maal de impact van die gebeurtenis.

2.4.1 *Definitie droogterisico*

De uitkomst van de risicobenadering is een verwachtingswaarde van het effect van droogte op de Nederlandse economie door te kijken naar de verschillende gebruiksfuncties die door droogte effecten kunnen ondervinden (zie Figuur 3).



Figuur 3: risicobenadering en definitie droogterisico

De kans ofwel de frequentie waarin verschillende droogtesituaties voorkomen, is gebaseerd op de resultaten van een hydrologisch model voor een groot aantal jaren/een tijdreeks bij verschillende klimaat- en economische scenario's. De impact wordt bepaald door de fysieke effecten van het watertekort te vertalen in een economisch effect bij die fysieke effecten. De jaarlijkse verwachtingswaarde is een naar frequentie gewogen gemiddelde van de beschouwde tijdreeks.

2.4.2 *Verschil droogterisico en welvaartseffect*

Het droogterisico is niet hetzelfde als het welvaartseffect (zie Tabel 4). Het droogterisico geeft de urgentie aan: "Is er een probleem?" en het welvaartseffect de maatschappelijke aantrekkelijkheid om iets te doen: "Wat moeten we doen?". Over een welvaartseffect spreken we daarom alleen als het gaat om de impact van een (beleids)maatregel op het risico in de autonome situatie (het nulalternatief).

Het berekende droogterisico is relevant voor verschillende vergelijkingen en analyses.

1. Het huidig droogterisico t.o.v. de situatie waarin er geen watertekorten zijn en het droogterisico nihil is. Dit geeft het potentieel aan voor verbetering bij extra waterbeschikbaarheid.
2. Het verloop (2050, 2100) van het toekomstig droogterisico in de vier Deltascenario's. Dit helpt om het moment te bepalen waarop een maatregel interessant is of een kritische grens bereikt wordt.
3. Het verschil tussen het toekomstige (nr. 2) en huidige droogterisico (nr. 1). Dit geeft inzicht in de verbetering of achteruitgang als gevolg van klimaatverandering en veranderende sociaaleconomische omstandigheden.
4. Het verschil tussen de verschillende toekomstige (Delta)scenario's. Het verschil geeft de bandbreedte aan in de ontwikkeling van het (gemiddelde) droogterisico.
5. Effect van beleid (maatregelenpakket) in elk (Delta)scenario op het droogterisico. Het effect wordt uitgedrukt als het welvaartseffect. Het verschil in risico moet worden afgewogen tegen de kosten van beleid of een maatregel om te bepalen hoe aantrekkelijk een maatregel of beleidsalternatief is.

Tabel 4: verschil droogterisico en welvaartseffect

Droogterisico	Welvaartseffect
❑ Jaarlijkse verwachtingswaarde van economisch effect door droogte	❑ Verandering in het Nederlandse economische effect van droogte als gevolg van een maatregel of beleidsalternatief
❑ Focus nulalternatief sociaaleconomische analyse Zoetwater	❑ Focus maatregel beoordeling sociaaleconomische analyse Zoetwater
❑ Het (verschil in) droogterisico tussen 2017 en 2050 en 2100	❑ Het verschil in droogterisico met en zonder maatregel
❑ Relevantie: omvang knelpunt en mate van urgentie	❑ Relevantie: beoordeling welvaartseffect en meest aantrekkelijke beleidsalternatief
❑ 100 klimaatjaren voor gewogen gemiddelde (of 90 klimaatjaren voor scheepvaart)	❑ Verdiscontering over 100 economische jaren naar basisjaar

2.5 TIJDREEKSEN

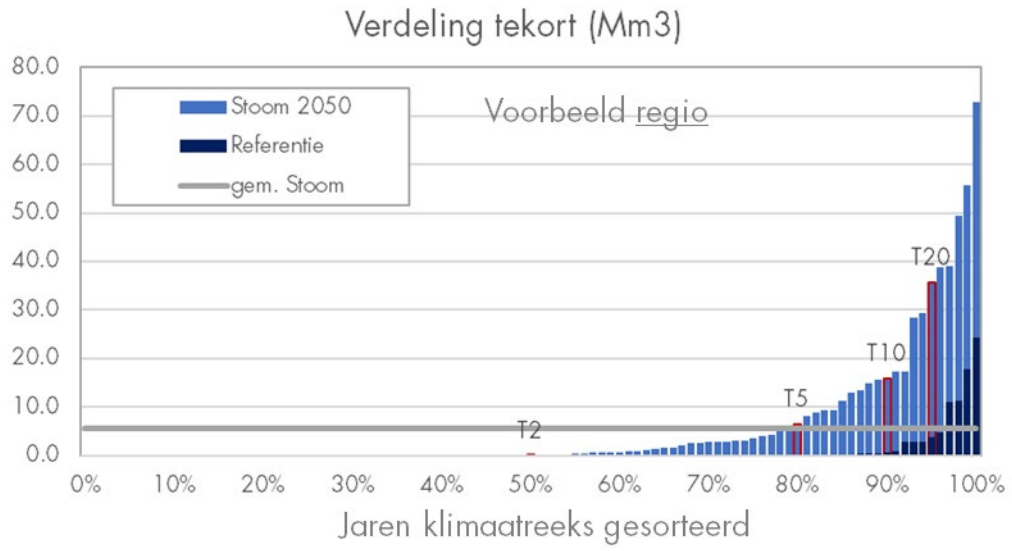
In de sociaaleconomische analyse is sprake van verschillende tijdreeksen die elk een ander doel dienen. Er is sprake van een 'klimaat'-reeks om de kans van optreden van de verschillende droogtegebeurtenissen te bepalen zowel hydrologisch als voor het economisch droogterisico, en van een economische reeks om de (netto) contante waarde van het economische effect te bepalen.

2.5.1 *100-jarige klimaatreeks om spreiding risico te identificeren*

De hydrologische en economische effecten zijn voor verschillende zichtjaren (2017, 2050, 2100) en Deltascenario's bepaald. Het risico is in werkelijkheid nl. niet voor elk jaar gelijk. Er zit een behoorlijke spreiding rondom het gemiddelde (zie Figuur 4). Zo was 1976 een extreem droog jaar met een hoog watertekort. Om de spreiding tussen de jaren zo goed mogelijk mee te nemen, gebruikt Deltares voor de meeste zichtjaren een simulatie van een 100-jarige (historische) reeks (1911-2010) die is aangepast voor de toekomstige verwachte klimaatcondities. De *Referentie 2017*

is gelijkgesteld aan de situatie zonder correctie, ofwel het gemiddelde klimaat in periode 1911-2010.[10]

Het hydrologisch effect van de klimaatreeks in een T20 jaar *Stoom 2050* is de basis voor de werkopgave oppervlaktewater, zie voorbeeld regio in Figuur 4. Het tekort 'T20 jaar' is tekort dat eens per 20 jaar voorkomt, oftewel 5 procent van de jaren heeft een hoger tekort en 95 procent een lager tekort. Het T20 punt is bepaald voor het totale watertekort per deelregio, dat wil zeggen tekorten voor beregening, doorspoeling en peilbeheer opgeteld.



mln. m³	Referentie	Stoom 2050	Stoom 2100
T2	0	0	6
T5	0	6	15
T10	1	27	27
T20	4	36	34
Gemiddelde	1	6	11

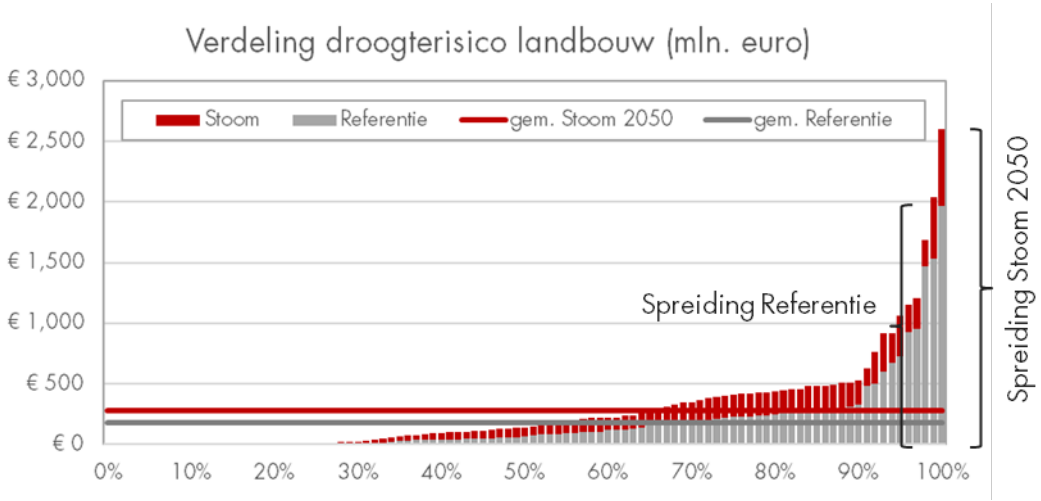
Figuur 4: indicatief voorbeeld hydrologisch effecten per jaar (spreiding rond gemiddelde verwachtingswaarde en T2, T5, T10 en T20 jaar))

In principe is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de 100-jarige reeks om de verwachtingswaarde te bepalen en de resultaten onderling vergelijkbaar te maken. Dit betekent dat voor 2050 en de *Referentie* met en zonder maatregelen de verwachtingswaarde op basis van 100 jaar is bepaald. Om te besparen op de doorlooptijd en werkzaamheden is voor 2100 een 30-jarige reeks gebruikt die de verwachtingswaarde voor de 100-jarige reeks zo goed mogelijk representeert. Gekozen is voor de periode 1974-2003. Deze periode is de 30-jarige reeks waarvan het gemiddelde effect op de landbouw het beste overeenkomt met de 100-jarige reeks. Ook betreft het een relatief recente periode. Omdat het verschil in de verwachtingswaarde in deze periode ten opzichte van de 100-

[10] De *Referentie* kan door deze aanname het huidige droogterisico onderschatten en de verwachte ontwikkeling naar bijvoorbeeld *Stoom* overschatten.

jarige periode, hoewel klein, toch niet te verwaarlozen is, kunnen de resultaten niet direct vergeleken worden met de resultaten voor 2050 en de *Referentie*. De resultaten voor 2100 moeten vooral als indicatie voor de verwachte doorontwikkeling gezien worden.

Het jaarlijkse (economisch) droogterisico is bepaald voor alle jaren uit de klimaatreeks. De gemiddelde verwachtingswaarde van het economisch effect van deze klimaatreeks is (een benadering van) het droogterisico per zoetwatergebruiksfunctie, zoals in Figuur 5 voor het droogterisico voor de landbouw. Per zichtjaar en scenario kan de spreiding rondom de verwachtingswaarde verschillen. Het gemiddelde effect van de klimaatreeks per scenario bepaalt de verwachtingswaarde van het droogterisico. De spreiding rondom de verwachtingswaarde in *Stoom* is groter dan in de *Referentie*.



Figuur 5: indicatief voorbeeld bijdrage per jaar aan verwachtingswaarde droogterisico

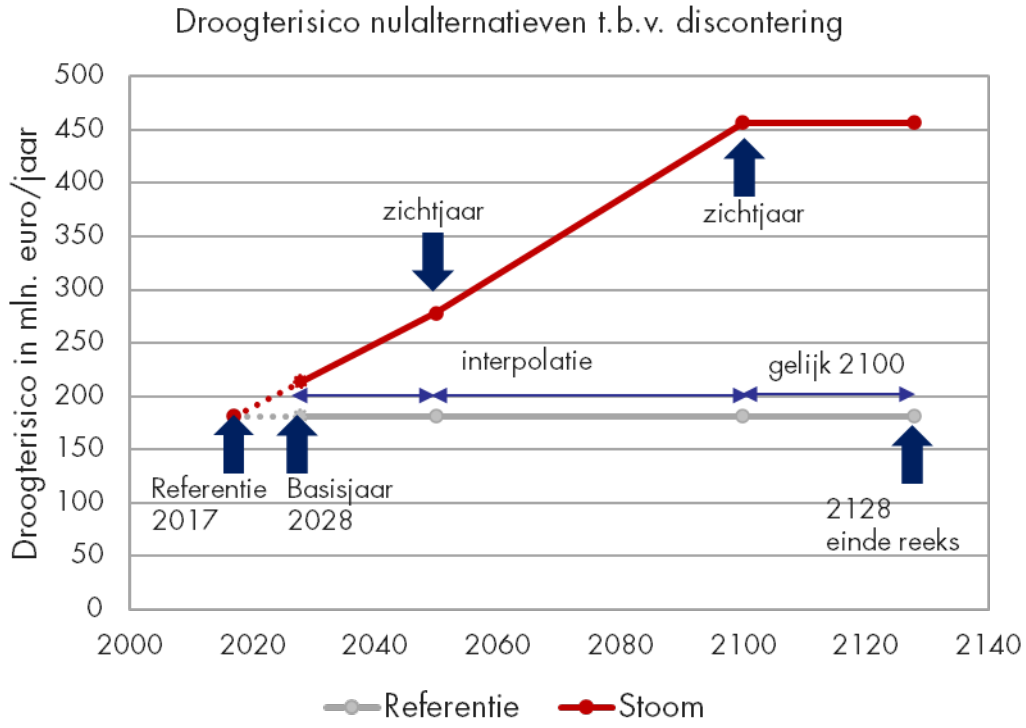
2.5.2 *100-jarige economische reeks voor kosten-batenanalyse*

Om de netto contante waarde te bepalen moeten in principe de kosten en effecten over een oneindige periode per jaar worden bepaald en verdisconteerd naar het basisjaar. Om praktische redenen wordt vaak gewerkt met 100 jaar omdat de invloed van kasstromen na 100 jaar niet meer tot uiting komen in het resultaat. Deze 100 jaar wijkt af van de (historische) klimaatreeks. Het betreft een reeks toekomstige jaren die ingaat in het basisjaar (2028) en dan 100 jaar vooruitloopt: dus de resultaten voor periode van 2029-2128 jaar worden verdisconteerd naar het basisjaar 2028. Door de verdiscontering kunnen de resultaten met de maatregelpakketten vergeleken worden met het nulalternatief.

Omdat er alleen voor de zichtjaren 2017, 2050 en in beperkte mate voor 2100 economische effecten zijn bepaald, is het nodig de economische 100-jarige reeks zelf af te leiden op basis van de resultaten voor de zichtjaren. Tussen de resultaten van het zichtjaar 2050 en de *Referentie* en tussen 2050 en 2100 worden de resultaten voor de tussenliggende jaren benaderd door te interpoleren (zie Figuur 6). Na 2100 houden we het jaarlijks effect gelijk voor de berekening van de

contante waarde.[11] Als er geen data voor 2100 beschikbaar zijn houden we het jaarlijks effect na 2050 gelijk. Dit veroorzaakt dan een onderschatting. De doorkijk naar 2100 voor de oppervlaktewatertekorten, de grondwaterstanden en de gebruiksfunctie scheepvaart en landbouw kunnen worden gebruikt. Voor de CO2-uitstoot en het funderingsrisico zijn geen cijfers voor na 2050 beschikbaar.

In deze fase zijn voor drie van de vier gebruiksfuncties alleen resultaten voor het Deltascenario *Stoom* bepaald. Hierdoor is er geen minder extreem scenario beschikbaar. Om toch twee scenario's te kunnen vergelijken in de kosten-batenanalyse hebben we verondersteld dat de resultaten voor de *Referentie* representatief zijn voor een minder extreem scenario voor de landbouw, funderingsschade en CO_2-uitstoot. Het droogterisico van de *Referentie* is voor die functies ook voor 2050 en 2100 aangenomen tenzij sprake is van stijgende CO_2-prijzen of verduurzaming. Voor scheepvaart zijn wel meerdere scenario's beschikbaar. Hierin wordt ook rekening gehouden met autonome verduurzaming.



Figuur 6: voorbeeld effecten per jaar en berekend droogterisico

[11] Eerder was voorzien tussen 2050 en 2100 te interpoleren, maar door het ontbreken van vergelijkbare resultaten voor 2100 voor landbouw en voor effecten van maatregelen is besloten de resultaten gelijk te houden. Het alternatief extrapolatie met name voor het effect van de maatregelen, zou tot een forse overschatting van het welvaartseffect kunnen leiden.

2.6 ALGEMENE UITGANGSPUNTEN EN NULALTERNATIEF

De nulalternatieven sluiten aan bij de verhaallijnen en modelvertaling uit hetzij de KNMI'14 en Deltascenario's 2017 hetzij de KNMI'23 scenario's en de Deltascenario's 2023. De verschillen tussen deze sets betreffen bijvoorbeeld:

- Toename van drinkwateronttrekkingen in scenario *Stoom 2050* (2023 t.o.v. 2017);
- Dezelfde prognose voor diepte van de zoet-zout grens in het grondwater in 2050 en 2100;
- Toename doorspoelvraag sluizen in 2050 en 2100 (Afsluitdijk, IJmuiden, .. 2023 t.o.v. 2017);
- Scheepvaart: goederenvervoer 2023 in termen van vervoerd gewicht neemt toe met 6-20 procent ten opzichte van 2017.

Algemene uitgangspunten voor de SEA zijn samengevat in Tabel 5.

Tabel 5: uitgangspunten SEA

Thema	Uitgangspunt	Toelichting
Studiegebied	Heel Nederland m.u.v. de Waddeneilanden	Het NWM bevat de Waddeneilanden niet. Deze zijn ook niet verbonden aan het zoetwatersysteem van de rest van Nederland. Alleen de welvaartseffecten in Nederland worden onderzocht.
Maatregelen/bouwstenen	Beoordeling van uitvoeringsmaatregelen op de korte termijn	De regio's en RWS dragen maatregelen aan onderverdeeld in uitvoeringsmaatregelen, pilots, onderzoek en overige maatregelen. Alleen uitvoeringsmaatregelen die in de periode 2028-2033 kunnen worden uitgevoerd worden beoordeeld en kunnen onderdeel zijn van een beleidspakket.
Maatgevende situatie MCA en KEA doelbereik	2050 Stoom	Het zoetwaterdoel is geconcretiseerd in een werkopgave voor 2050 Stoom (zie paragraaf 1.1).
Tijdshorizon	2028-2128	De situatie in Referentie (huidig klimaat), 2050 en 2100 wordt geanalyseerd. Daartussen interpoleren we de resultaten. Na 2100 worden effecten gelijk verondersteld aan 2100.
Prijsniveau	Januari 2024 initieel, later mogelijk januari 2026	Kosten worden voorlopig weergegeven in prijspeil januari 2024. Mogelijk dat na 2024 overgestapt/gecorrigeerd kan worden naar prijspeil januari 2026.
Basisjaar	2028	Als uitgangspunt voor de bepaling van de contante waarde worden alle kosten teruggerekend in KEA en MKBA naar de contante waarde in 2028.
Discontovoet	1,6% voor alle kosten van maatregelen (onderhoud en investeringen) aangezien ze meestal vast en verzonken zijn. 2,25% voor overige effecten	De berekeningen zijn uitgevoerd met de voorgeschreven discontovoeten in 2025, hoewel er met ingang van 2026 een nieuwe discontovoet voorgeschreven is. De reden is dat de onderhandeling en afspraken over het voorkeurspakket gebaseerd zijn op analyses die in februari/maart 2026 met de zoetwaterregio's zijn gedeeld en grotendeels in 2025 zijn uitgevoerd. In de eindrapportage zal wel een reflectie op het mogelijk effect van de voorgeschreven wijzigingen worden gegeven
Btw	Alle kosten zijn inclusief btw	De kosten worden getoond inclusief btw. Tenzij anders vermeld is voor maatregelen een percentage van 21% gehanteerd en voor effecten (bijv. van CO_2 18,8% gewogen gehanteerd).

Thema	Uitgangspunt	Toelichting
Faalkans maatregelen	Voor de maatregelen die geanalyseerd zijn en de maatregelen die onderdeel zijn van de Referentie, is uitgegaan van een faalkans van nul.	Gezien het totaal aantal maatregelen en de breedte en scope van het project is het niet mogelijk een faalkans voor elke maatregel te bepalen. Van de meeste maatregelen is geen faalkans bekend. Voor de zoetwateropgave is aangenomen dat het falen niet tot enorme schades zal leiden en dat de faalkans sowieso << T20 is.
Zoetwatervraag	Totaal (ongekorte) watervraag voor verschillende zichtjaren en voor verschillende klimaatjaren bij verschillende scenario's.	De watervraag is bijvoorbeeld door sectorale maatregel of prijsbeleid beïnvloedbaar en verschilt per mogelijke zoetwaterstrategie.
Bovenstroomse gebieden	Sociaaleconomische effecten van bovenstroomse gebieden die invloed kunnen hebben op Nederland zijn niet meegenomen.	De Deltascenario's bevatten alleen de bovenstroomse klimaateffecten buiten Nederland. Er wordt binnen de KPA een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar het hydrologische effect van wijzigingen in socio-economische bovenstroomse ontwikkelingen. Indien blijkt dat dit tot grote wijzigingen in SEA-resultaten leidt, zal dat worden vermeld.
Deltascenario's	De effecten van maatregelen zullen worden doorgerekend voor de scenario's Stoom en Referentie, waarbij de Referentie als benadering voor een meer gematigd klimaatscenario wordt gebruikt.	De gebruikte Deltascenario's zijn een combinatie van de KNMI 2014 scenario's of KNMI 2023, de doelstellingen uit het Klimaatakkoord voor reductie van broeikasgassen en scenario's voor Welvaart en Leefomgeving 2015 (PBL). De scenario's Stoom en Rust/Ruim zijn naar verwachting de uiterste scenario's. Door de problemen met de bruikbaarheid van de basisprognoses (zie Hoofdstuk 1) zijn hydrologische ontwikkelingen alleen voor de Deltascenario's Referentie en Stoom doorgerekend.
Klimaatjaren/reeksen	90-jarige synthetische reeksen van KNMI'23 of 100-jarige klimaatreeks van KNMI'14	Voor de afvoeren en scheepvaarteffecten is de 90-jarige reeks gebruikt voor het nulalternatief en projectalternatieven in de Referentie23 en Deltascenario's Stoom, Warm, Vlug en Ruim 2050 en Stoom 2100. Voor de andere effecten is teruggevallen op de 100-jarige reeks (1911-2011), voor enkel de Referentie2017 en Stoom 2050 en Stoom 2100. Het doel was om deze keer de synthetische reeksen te gebruiken voor de klimaatscenario's. Een van de redenen is dat de synthetische reeksen rekening houden met het van jaar tot jaar effect (persistentie van droogte) voor grondwater. Door problemen met de bruikbaarheid van de basisprognoses (zie Hoofdstuk 1) is hiervan afgestapt.
Ruimtelijke aggregatie	Resultaten worden getoond per zoetwaterregio (6) en voor het Hoofdwatersysteem	De resultaten per zoetwaterregio zijn opgebouwd uit de resultaten van 21 hydrologische regio's. HydroLogic en Deltares leveren resultaten per hydrologische regio.
CO_2-prijzen	Als basis worden de CO_2-prijzen die passen bij het WLO-scenario Hoog Snel gebruikt	De CO_2-prijzen voor het dit WLO-scenario zijn vanaf juli 2025 actueel en gebaseerd op de gebruikte discontovoet. Bij een nieuwe discontovoet zullen ze veranderen. Gekozen is voor het WLO-scenario Hoog Snel[12] als scenario dat tot een CO_2-prijs leidt die binnen de uiterste prijsscenario's ligt.

[12] CPB, PBL, Toekomstverkenning WLO, efficiënte CO_2-prijzen, juli 2025.

Een laatste belangrijk uitgangspunt voor de analyse is de Nationale Verdringingsreeks zoals vastgelegd in het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl), op grond van de Omgevingswet (2024). De verdringingsreeks is een serie afspraken die ervoor zorgt dat bij een watertekort het beschikbare water eerlijk wordt verdeeld over de partijen die het nodig hebben. De volgorde van de verdringingsreeks is vertaald in een prioriteitsstelling in de gebruikte modellen, zie Tabel 6. In een aantal regio's is binnen categorie 4 geen nadere prioritering opgenomen in de regionale uitwerking van de verdringingsreeks. In het model hebben de categorie 4-functies in die regio's allemaal prioriteit 7 gekregen (met als consequentie dat ze allemaal gelijktijdig gekort worden).

Tabel 6: prioritering verdringingsreeks en modellering (bron memo M. van den Brink)

Prioriteit	Verdringingsreeks	Gebruikscategorie NWM
1	1.1 Stabiliteit waterkeringen	Peilhandhaving
2	1.2 Voorkomen klink en zetting	Peilhandhaving
	1.3 Onomkeerbare natuurschade	Peilhandhaving
3	2.1 Drinkwater	Drinkwater
4	2.2 Energie	Industrie
5	3.1 Proceswater	Industrie
6	3.2 Kapitaalintensieve teelten[13]	Beregening
7*	4.1 Peilhandhaving kapitaalintensief en overig	Peilhandhaving
8*	4.2 Doorspoeling kapitaalintensief en akkerbouw	Doorspoeling
	4.2 Beregening akkerbouw	Beregening
9*	4.3 Beregening gras en mais	Beregening
10*	4.4 Doorspoeling overig	Doorspoeling

* geen nadere prioritering binnen aantal regio's.

2.7 METHODIEK BEPALING ECONOMISCHE EFFECTEN

Tekorten in het oppervlaktewater en bodemvocht/grondwateraanvulling kunnen leiden tot schade voor gebruiksfuncties (zie Tabel 7). Om goed onderbouwde afwegingen over mogelijke (beleids)maatregelen te kunnen maken zijn voor het Deltaprogramma Zoetwater verschillende effectmodules ontwikkeld. Deze modules vertalen de effecten van droogte op een sector of gebruiksfunctie in het economisch effect op de maatschappij.

Vanwege het niet bruikbaar zijn van de resultaten van de basisprognoses 2024 zijn er slechts vier effectmodules toegepast. Dit zijn de effectmodules voor de gebruiksfuncties die de grootste effecten van droogte ondervinden: landbouw[14], scheepvaart, en funderingsschade en CO_2-uitstoot door bodemdaling en verlaging van de grondwaterstand. In de economische analyse focussen we daarom op deze gebruiksfuncties. Ook voor drinkwater, industrie en natuur zijn effecten te verwachten. Deze zijn in fase 2 wel geanalyseerd, maar in fase 3 is geen nieuwe informatie verzameld. Ze worden daarom niet in het nulalternatief gekwantificeerd. Het droogterisico is daarom een onderschatting. Wel wordt waar mogelijk het effect op deze functies in de maatregelanalyse betrokken.

De effecten op andere gebruiksfuncties zoals recreatie en energie zijn naar verwachting verwaarloosbaar. Bij recreatie gaat het vooral om verdringing waardoor sprake is van een beperkt nationaal

[13] Kapitaalintensieve teelten die zijn gemodelleerd voor de landbouw, zijn o.a. boomteelt, sierbollen en fruitteelt.
[14] Natschade is geen onderdeel van modeldoorrekening.

economisch effect. De energiesector wordt minder afhankelijk van droogte door de toename van de opwekking van hernieuwbare energie en de verschuiving van de productie naar de kustgebieden. Hoewel de energietransitie zal leiden tot extra watergebruik voor koeling en productie van waterstof via elektrolyse, is het beleid gericht op vestiging aan de kust waar voldoende (zout) water beschikbaar is. Daarom is aangenomen dat het droogterisico en de noodzaak voor aanvullende maatregelen bij verdere klimaatverandering beperkt of niet aanwezig zijn.

Tabel 7: overzicht mogelijke schade per gebruiksfunctie en knelpunt

Tekort en/of knelpunt	Gebruiksfuncties	Mogelijke schade
Onvoldoende water voor peilbeheer	Stedelijke functies, Veiligheid en infrastructuur, Land- en tuinbouw, Recreatie, Natuur, Scheepvaart	Verzakking, paalrot, verzwakken dijken, veenoxidatie, meer onderhoud kades, wegen, kabels en leidingen, verdroging, verlies belevingswaarde en inkomsten recreatie
Onvoldoende water voor doorspoeling	Land- en tuinbouw, Stedelijke Functies, Recreatie, Natuur	Verziltingschade door hoog chloridengehalte oppervlaktewater, afname waterkwaliteit met verlies natuur- en recreatiewaarde
Onvoldoende water voor beregening	Land- en tuinbouw	Droogteschade en verziltingschade vooral in groeiseizoen
Te hoge concentratie opgeloste stoffen (chloride of anderszins) in oppervlaktewater	Drinkwater en Industrie (koel- en proceswater)	Stilleggen of verminderen productie, meerkosten alternatieve aanvoer, kosten van ontzilting
Te lage waterstanden	Scheepvaart, (water)recreatie	Hogere transport en opslagkosten, verlies belevingswaarde en inkomsten recreatie
Bodemvochttekort/grondwateraanvulling	Land- en tuinbouw, natuur	Droogteschade vooral in groeiseizoen, verlies natuur- en recreatiewaarde

Stedelijke functies, met betrekking tot stedelijk groen en hittestress zijn niet meegenomen omdat ze onderdeel uitmaken van het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie. Bovendien bestaan er nog geen goede hydrologische modellen of effectmodules. Het economische effect hiervan is daarom niet in de sociaaleconomische analyse Zoetwater meegenomen. Het effect van het ontbreken van deze functies op de maatregelbeoordeling is naar verwachting beperkt doordat weinig maatregelen gericht zijn op het stedelijk gebied. De beschrijving per effectmodule volgt hieronder.

2.7.1 *Landbouw*

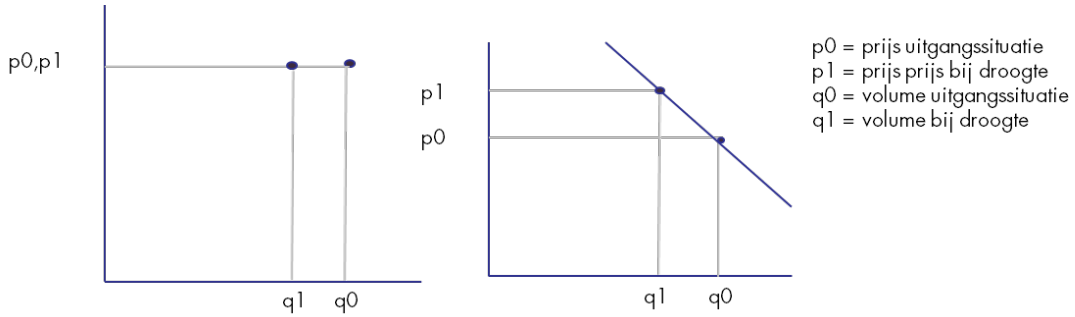
Weersextremen in het groeiseizoen zoals droogte, leiden tot opbrengstderving van gewassen. Voor het bepalen van de economische effecten op de landbouwsector is de Effectmodule Landbouw gebruikt.[15] De Effectmodule Landbouw berekent het economische effect van een vermindering van de gewasopbrengst en/of toename van de beregening door droogte. Gedurende droge periodes gaan agrariërs meer beregenen met hogere beregeningskosten tot gevolg. Het resterende bodemvochttekort en/of zoutstress leidt tot minder gewasopbrengst. Voor de agrariërs kan de vermindering van de gewasopbrengst gedeeltelijk worden gecompenseerd door hogere prijzen. Dit heeft echter een negatief effect op de consumenten. Voor het bepalen van deze effecten maakt de

[15] Deltares (2019), Effectmodules in het Deltaprogramma Zoetwater, Van hydrologisch effect naar economisch effect van droogte, vs. 0.1 augustus 2019.

effectmodule gebruik van het bestaande effectmodel AGRICOM in combinatie met de speciaal voor het Deltaprogramma ontwikkelde (nabewerkingsmodel) Prijstool Landbouw.[16]

Het economisch effect is de verandering in de omvang van het consumenten- en producentensurplus. Relevant voor de samenstelling van het consumenten- en producentensurplus is de mate waarin een verminderde landbouwproductie prijseffecten tot gevolg heeft. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van de onderstaande figuren.

De *linker* Figuur 7 geeft de situatie bij afwezigheid van prijseffecten weer. Door droogte treedt opbrengstderving op ter grootte van het volumeverschil: q0-q1. Doordat voor het type gewas (bijv. graan) de prijs gegeven is, kan deze producent de ten behoeve van de productie gemaakte kosten (incl. variabele kosten van beregening) niet doorbelasten naar afnemers. Daarmee komt het totale economische effect ter grootte van de oppervlakte van volumeverschil maal prijs, (q0-q1)*p0, voor rekening van de primaire producent. De *rechterfiguur* geeft de situatie weer waarbij wel prijsdoorberekening mogelijk is. In dit geval belast de producent een deel van de kosten door naar afnemers. Ondanks het verlies aan oogst met een waarde van het volume verschil maal de prijs, stelt de marktsituatie van relatieve schaarste de producent in staat om op het resulterende volume (q1) een meeropbrengst te realiseren van dit volumeverschil maal de prijsstijging: q1*(p1-p0). De mate waarin dit het initiële verlies compenseert verschilt. De gerealiseerde meeropbrengst komt ten laste van de afnemers.



Figuur 7: illustratie van doorwerking opbrengstderving op afzetmarkt

Methodiek bepaling fysieke opbrengst en opbrengstderving

AGRICOM is gebruikt om de huidige en toekomstige fysieke opbrengsten en opbrengstderving te berekenen. De opbrengstderving per gewas is in eerdere studies het verschil tussen de potentiële en de actuele opbrengst die resteert rekening houdend met zoetwatertekorten of verzilting. In deze fase wordt een andere schadedefinitie gehanteerd. Het ijkpunt waaronder sprake is van schade of opbrengstderving is de mediane opbrengst in de *Referentie*.

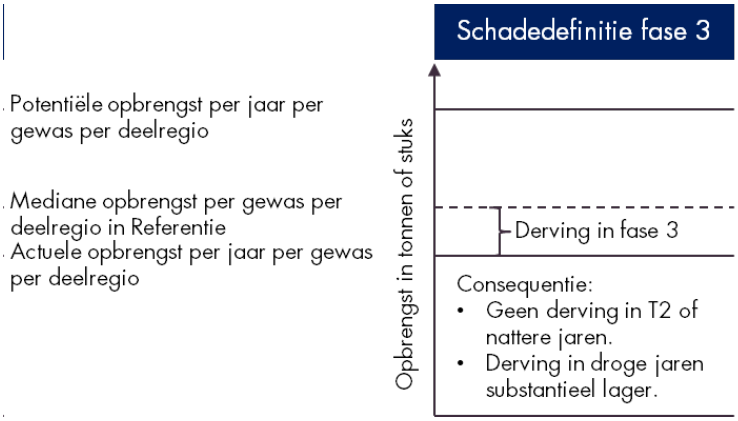
De potentiële gewasopbrengst is berekend aan de hand van de potentiële gewasverdamping. Vervolgens is met het model de actuele opbrengst bepaald door rekening te houden met een lagere actuele verdamping door droogte. Naast verdamping is ook verzilting van invloed op de gewasgroei. Voor de bepaling van de totale derving is in een nabewerking de zoutstress van de overgebleven opbrengst afgetrokken. De opbrengst die overblijft is de actuele opbrengst.

Derving door natte omstandigheden wordt niet meegenomen. AGRICOM heeft wel een module om natschade te berekenen, maar de hydrologische invoer is onvoldoende betrouwbaar om de

[16] Wageningen Economic Research (2017), Prijstool Landbouw, november 2017

resultaten hiervan te gebruiken. Daarmee wordt het effect van droogte en verzilting in natte jaren met hevige voorjaarsneerslag mogelijk overschat. Eveneens is opbrengstderving in de glastuinbouwsector buiten beschouwing gelaten. Voor de glastuinbouw is een niet gelimiteerd wateraanbod verondersteld.

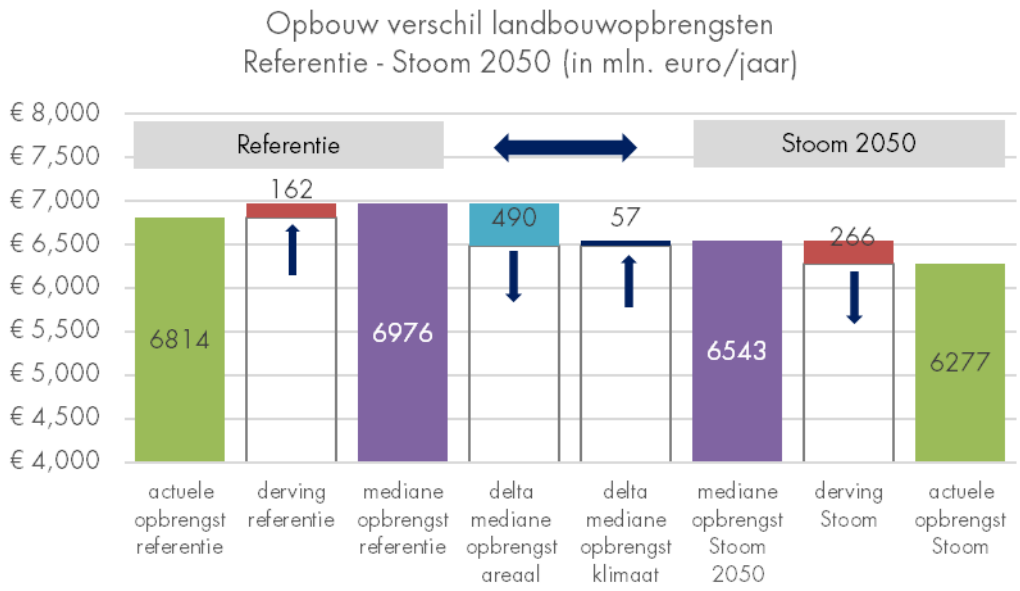
De mediane jaaropbrengst over de 100-jarige klimaatreeks is bepaald door voor de *Referentie* de mediane opbrengst (per deelregio en gewas) te bepalen.



Figuur 8: schadedefinitie landbouw fase 3

In de *Referentie* is landgebruik, waterbeheer en beregening conform de huidige situatie. Bij de bepaling van de toekomstige fysieke opbrengstderving (zie voor voorbeeld Figuur 9) is rekening gehouden met autonome veranderingen in de Deltascenario's van de potentiële opbrengst als gevolg van veranderend landgebruik[17] (delta ha) en veranderende groeicondities van gewassen (delta opbrengst/ha) door vaak gunstigere omstandigheden als gevolg van hogere temperaturen en hogere CO_2-concentraties. Deze veranderingen veroorzaken een verandering in de mediane opbrengst per gewas. Een kleiner areaal zorgt voor een lagere mediane opbrengst en klimaatverandering meestal voor een hogere opbrengst. De samenhang is getoond in Figuur 9 voor heel Nederland en alle gewassen gecombineerd. Gemiddeld neemt het aantal hectares landbouw met 10 procent af, zijn er enige aanpassingen in de teeltkeuzes meegenomen en meer beregening. Het aantal hectares neemt het meest af voor grasland (-13%) en voor tulpenteelt neemt het areaal zelfs enigszins toe (0,3%). Tussen de gewassen bestaan grote verschillen. Het klimaat heeft een gunstig effect op bloembollen, fruit, granen, gras en een ongunstig effect op uien, aardappelen, bieten en mais. Er is (nog) geen keuze gemaakt voor hogere peilen in veengebieden.

[17] Technologische ontwikkeling waarbij aanpassing van het teeltgewas aan nieuwe klimatologische omstandigheden plaatsvindt, kan zorgen voor meer adaptatie. De kwetsbaarheid van de sector neemt hierdoor autonoom af. Dit effect wordt verondersteld impliciet te zijn meegenomen in de modellen via aanpassingen van samenstelling van het gewassenpakket.



Figuur 9: **bepaling huidige en toekomstige opbrengstderving en verschil in mediane opbrengst (Let op: de bedragen in kg/stuks zijn onder een noemer gebracht door ze te vermenigvuldigen met de referentieprijzen. In dit overzicht is het effect van beregeningskosten, prijselasticiteit en afwenteling niet meegenomen)**

Daarnaast is rekening gehouden in de Deltascenario's met autonome adaptatie in de vorm van extra beregening. Het is immers goed voorstelbaar dat bij een sterk veranderend klimaat meer agrariërs beregeningsinstallaties aanschaffen om tijdens (steeds vaker voorkomende) droge periodes door aanvulling van het bodemvocht productiederving te voorkomen. Per saldo worden hiermee de nadelige gevolgen van dalende hoeveelheden vocht in de bodem (enigszins) gedempt. Dit uit zich in een hogere potentiële opbrengst als alle andere omstandigheden gelijk blijven dan zonder autonome aanpassing van het beregend areaal. Uitgangspunt bij het bepalen van de toename van het potentieel beregend areaal is dat agrariërs een rationale afweging maken tussen enerzijds de kosten van aanschaf van de installatie en anderzijds de baten van beregening in de vorm van vermeden opbrengstderving. Deze kosten-batenoverweging verschilt per gebied (bodemvochtsituatie), gewas en klimaatscenario en is bepaald met behulp van de regioscan zoetwater.[18]

Hoewel onderdeel van het huidige beleid houdt de modellering geen rekening met beregeningsverboden. Dit zorgt voor een verdere uitzakking van de grondwaterstanden in het model dan in de praktijk. In de praktijk wordt per saldo minder beregend dan waar nu vanuit is gegaan. Dit betekent dat het droogterisico voor de landbouw mogelijk wordt onderschat en het risico voor natuur tegelijkertijd wordt overschat. In een gevoeligheidsanalyse kan de invloed van dit uitgangspunt op de resultaten worden getoetst. Binnen de looptijd was het niet mogelijk hiervoor een aparte modeldoorrekening te doen.

[18] Zie voor meer informatie STOWA (2018).

Methodiek bepalen economische doorwerking

Met de Prijstool Landbouw wordt het effect van droogte en zoutstress op prijs en droogterisico bepaald. De prijstool berekent of de prijs van een gewas stijgt wanneer opbrengstderving door droogte plaatsvindt. Dit hangt af van het aandeel van de productieverandering ten opzichte van de totale productie van dit gewas in de relevante markt (zie Tabel 8).

Wanneer Nederland een klein aandeel van een gewas op de wereldmarkt levert, bijvoorbeeld bieten of graan, heeft een afname van de productie in Nederland geen effect op de prijs op de wereldmarkt en kan de agrariër gemaakte kosten niet doorbelasten. Bij een groot aandeel op de wereldmarkt, zoals bij pootaardappelen of sierteeltproducten zullen agrariërs wel hogere prijzen voor hun producten in rekening kunnen brengen. In dat geval wordt een deel van de kosten afgewenteld op buitenlandse afnemers. Ten slotte zijn niet alle gewassen onderdeel van een internationale markt, sommige producten worden lokaal verhandeld, zoals gras en mais voor veevoer. De prijsvorming van deze gewassen is daardoor ook lokaal.

Andere landen hebben mogelijk ook te maken met droogte, waardoor prijseffecten extra kunnen doortikken op de wereldmarkt. Of als prijzen voor import in Nederland hoger worden. Dit zit niet in de modellen.

Tabel 8: overzicht mogelijkheden voor afwentelen kosten via prijsmechanisme

Gewas	Prijseffect	Aandeel NL Wereldaanbod
Bieten, Granen, Fruit, Fabrieksaardappel, Consumptieaardappelen, overig	nee	0%
Grasland, Mais	ja	0%
Uien	ja	2%
Pootaardappel	ja	60%
Boomteelt	ja	100%
Tulp, Hyacint, Narcis, Gladiool, Rest bollen	ja	100%

Methodiek kengetallen

Om het effect van maatregelen te kunnen bepalen uit de resultaten per scenario is eerst ingezoomd naar een lager schaalniveau dan de deelregio's. De reden is dat gebieden met beregening uit oppervlaktewater en gebieden waar alleen grondwater een rol speelt apart geanalyseerd moeten worden omdat er andere kengetallen een rol spelen.

Vervolgens zijn per deelregio en gewas de berekende derving (potentiële opbrengst, minus actuele opbrengst) afgezet tegen de beregeningstekorten of de gemiddelde daling van de grondwaterstanden per hectare. Door deze waarden is een lineaire trendlijn bepaald. Het effect in opbrengst (ton of stuks) is gewaardeerd door de prijzen uit de berekening van het nulalternatief te gebruiken. De derving is vermenigvuldigd met het gemiddelde van de originele en nieuwe prijs per regio en gewas.

De kentallen die zijn afgeleid voor de beregeningstekorten uit oppervlaktewater zijn vervolgens gecorrigeerd voor de kosten van beregening (24,59 eurocent per m^3)[19]. Voor alle Deltascenario's worden dezelfde kentallen gebruikt, zie bijlage.

[19] Gebruikte waarde in effectmodule landbouw volgens Deltares.

Specifieke correcties of aanpassingen voor gebruik SEA

Export van economische effecten

Bij het kwantificeren van de economische effecten op basis van de Effectmodule Landbouw wordt onderscheid gemaakt tussen afnemers uit Nederland en het buitenland. De module berekent het totale economische effect voor producenten en consumenten en corrigeert deze. Voor producten waar Nederland een groot aandeel op de wereldmarkt heeft, zullen producenten een deel van het verlies verhalen via hogere exportprijzen. Het zijn dan buitenlandse consumenten waarvoor een verlies aan consumentensurplus optreedt. Om inzichtelijk te maken hoe het welvaartseffect is opgebouwd, zijn de verschillende componenten apart berekend. Het deel dat afgewenteld wordt is niet meegenomen in het nulalternatief voor Nederland. In de maatregelanalyse is de correctie voor de mate van afwenteling niet gedaan. Dit kan een kleine overschatting van het effect betekenen, maar omdat het kental niet afhankelijk is van het gewas is deze correctie niet te maken.

Vertaling van kental grondwaterstand

Voor verschillende maatregelen die de grondwaterstand beïnvloeden is niet opgegeven over hoeveel hectare hoeveel cm's grondwaterstandverhoging gerealiseerd wordt. In plaats daarvan is een totaal aantal m^3's berekend dat kan worden toegevoegd aan de grondwatervoorraad. Voor de zandgronden is dat gedaan op basis van een vochtigheidsgehalte van gemiddeld 15 procent. Dat wil zeggen dat 15 m^3 water overrenkomt met het verhogen van 1 cm over 1 hectare. Voor deze maatregelen is het kental voor de grondwaterstand omgerekend naar een kental per m^3 door het kental te delen door 15.

2.7.2 Scheepvaart

Voor de scheepvaart op de grote rivieren is voldoende diepgang van wezenlijk belang. In de zomer kunnen door droogte de waterstanden in de rivieren zeer laag komen te staan. Er kan dan economische schade ontstaan doordat de binnenvaart genoodzaakt is af te wijken van de optimale planning om vrachten op de plaats van bestemming te krijgen.

Methodiek

Rijntakken (Waal, IJssel)

Voor de economische effecten op de scheepvaart wordt als basis de methodiek van het Binnenvaart analyse systeem (BIVAS), het Quick Inland Navigation Cost Model (QINCoM) en de Effectmodule Scheepvaart[20] gevolgd (zie Figuur 10). BIVAS/QINCoM bepaalt de economische schade door beperkingen aan het binnenvaarttransport die ontstaan door lagere rivierafvoer door droogte. In de effectmodule wordt vervolgens rekening gehouden met de reactie op de vraag[21] als gevolg van de kostentoename of -afname voor de scheepvaart door laag water.

Bij de bepaling van de economische effecten wordt ervan uitgegaan dat alle vracht uiteindelijk de bestemming bereikt. De kosten van het transport nemen toe:

[20] De Effectmodule Scheepvaart is ontwikkeld door Deltares i.s.m. Ecorys.

[21] Het producentensurplus en consumentensurplus zijn bepaald voor verschillende vervoerde goederen en bijbehorende prijselasticiteiten (containers, bulk: landbouw, voeding en vee, mineralen, aardolie, ertsen, staal, bouwmaterialen, meststoffen, chemische producten goederen), waarbij ook onderscheid is gemaakt naar transport over de weg en per spoor.

- Door een lagere beladingsgraad moeten er meer schepen varen om dezelfde hoeveelheid vracht af te leveren;
- Door diepgangsbeperkingen op de gewenste route wordt uitgeweken naar andere, minder optimale routes (dit is niet gemodelleerd);
- Door de inzet van meer schepen wordt het drukker en nemen de wachttijden bij sluizen toe, ook als gevolg van hevelend schutten en schutbeperkingen;
- Bij te lage waterstanden wordt vracht tijdelijk opgeslagen of wordt uitgeweken naar (duurder) transport per weg en spoor.

De reductie in lading is gelimiteerd tot 80 procent van de maximale beladingsgraad. Als de diepgang dan nog steeds onvoldoende is om te varen, wordt verondersteld dat de vracht tijdelijk wordt opgeslagen. Hierbij is in QINCoM gekozen voor een periode van 3 dagen. Als na 3 dagen transport per binnenvaartschip nog steeds niet mogelijk is, wordt aangenomen dat wordt uitgeweken naar andere modaliteiten (weg of spoor). Hierbij is per goederencategorie (NSTR[22]-klasse) een verdeling gemaakt van de vracht die naar het spoor en naar de weg gaat.

Het gevolg van de hierboven beschreven reacties op lage waterstanden zijn hogere (variabele) vaarkosten, opslagkosten, transportkosten (modal shift) en emissies. Hierbij wordt aangenomen dat de binnenvaart hogere vaarkosten zal proberen te verrekenen in de vrachtprijs. Een deel van de kosten wordt op deze manier verhaald op afnemers van vracht. Niet alle afnemers zullen bereid zijn meer te betalen voor vervoer per binnenvaart en zullen overschakelen op weg of spoor of afzien van transport, mits dit kan en aantrekkelijker is dan transport per schip. Hierdoor daalt per saldo de door de binnenvaart in een jaar vervoerde hoeveelheid vracht.

In de huidige situatie wordt aangenomen dat voldoende opslag-, weg- en spoorwegcapaciteit aanwezig is om de gevolgen van droogte op te vangen. In een toekomstig klimaat zal extra capaciteit benodigd zijn om droge periodes goed door te kunnen komen. Dit vraagt om additionele investeringen. Deze investeringen in extra capaciteit verhogen (structureel) de productiekosten van de sector.

Een belangrijk nieuw uitgangspunt in de berekeningen ten opzichte van de vorige fase is dat het potentiële verlies nu wordt bepaald door de kosten in een jaar af te zetten tegen de kosten[23] van een synthetisch mediaan jaar. Deze synthetische mediaan dient als nulpunt voor de schadeberekening en is door Deltares bepaald door voor elke dag de mediane afvoer van de beschikbare 90 klimaatjaren in de *Referentie* te nemen en daarvoor de vaarkosten te bepalen.

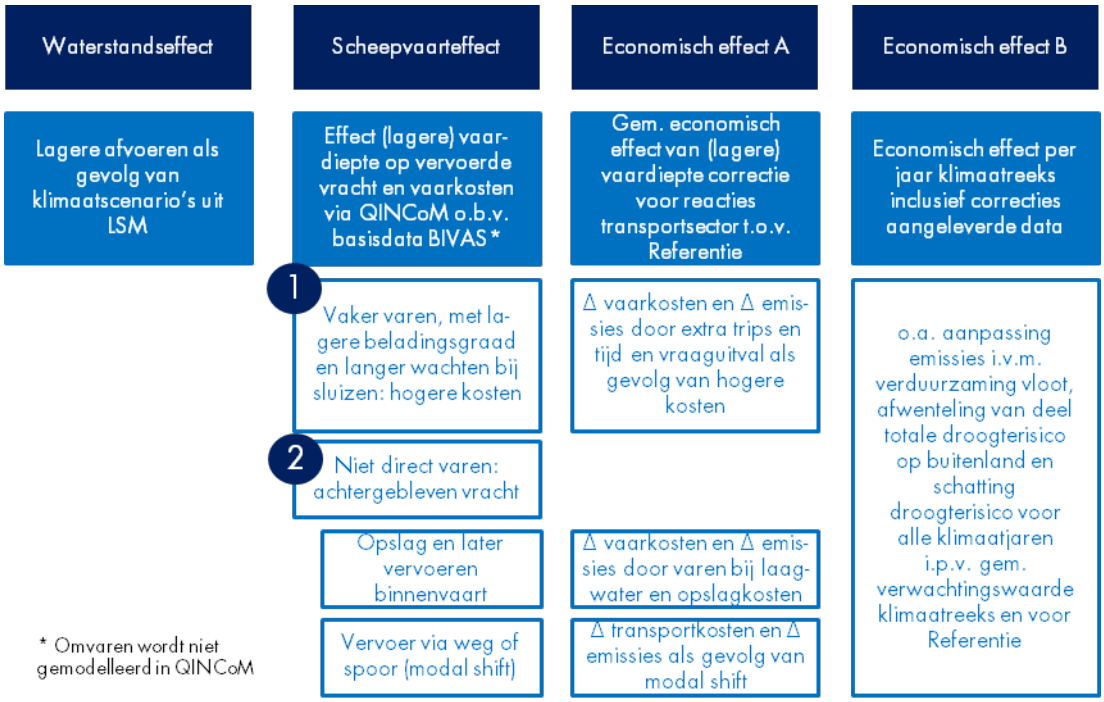
Een tweede belangrijk uitgangspunt is dat de (toename van de) vaarkosten bij de verondersteld scheepsbewegingen per Deltascenario alleen wordt meegenomen voor zover deze het gevolg is van klimaatverandering. Een grotere vloot levert bij meer klimaatverandering een hoger droogterisico op. Een toename van de vaarkosten door het grotere aantal scheepsbewegingen als gevolg van economische groei wordt niet beschouwd als klimaatrisico. Het effect van klimaatverandering is

[22] Classificatie van goederen gebaseerd op de Nomenclature uniforme des marchandises pour les Statistiques de Transport, Révisée.

[23] De vlootsamenstelling varieert niet per klimaatjaar, maar deze is of gelijk aan de huidige samenstelling (in de *Referentie*) of de verwachte samenstelling in 2050 (Deltascenario *Stoom, Vlug* WLO-scenario Hoog*, Warm, Ruim* WLO-scenario Laag).

door Deltares bepaald door in 2050 en 2100 een gecorrigeerde *Referentie* te hanteren, namelijk een *Referentie* met de geprognosticeerde vloot in een hoog of laag WLO-scenario.

De methodiek is schematisch weergegeven in Figuur 10. De resultaten van de eerste twee kolommen zijn bepaald door Deltares. Ecorys heeft in elk Deltascenario de toename van de gemiddelde verwachtingswaarden bepaald voor de transport- en emissiekosten ten opzichte van de *Referentie* (kolom 3). Omdat dit onvoldoende informatie is voor de SEA, is een aanvullende analyse gedaan om de benodigde data te construeren (kolom 4).



Figuur 10: beschouwde gedragsreacties scheepvaartsector

Maas

Langs de Maas ontstaan de extra vaarkosten vooral door langere wachttijden bij sluizen. Tijdens een periode van lage afvoer zal water worden gespaard door een combinatie van schutregimes (meer schepen per schutting), hevelend schutten en inzet van pompen. Hierdoor nemen de wachttijd en daardoor de passeerkosten per dag per sluis toe. Deze passeerkosten hangen af van de afvoeren bij St. Pieter. De sluizen Born, Maasbracht en in mindere mate Heel zijn het meest kwetsbaar voor beperkte waterbeschikbaarheid. Voor deze sluizen heeft Deltares voor de meest aannemelijke strategie de relatie vermeld tussen de afvoer bij St. Pieter, het beschikbare debiet bij de sluis en de kosten per dag. Deze vaarkosten bestaan niet alleen uit de extra kosten voor scheepvaart, maar ook uit de extra kosten voor Rijkswaterstaat door een toename in het energieverbruik door extra te pompen.

De vertaling naar transportkosten inclusief en exclusief emissies is niet uitgevoerd omdat hiervoor geen pasklare methodiek beschikbaar is voor de wachttijden. Er zijn geen specifieke correcties uitgevoerd op deze kentallen. De kengetallen voor de Maas kunnen in tegenstelling tot de Rijntakken wel worden opgeteld. Het zijn namelijk kentallen voor extra kosten per sluis. Het berekende kostenrisico voor de Rijntakken geldt voor de hele route. Hierbij is het meest maatgevende knelpunt doorslaggevend.

Midden-rivierengebied - Betuwepand

In het midden-rivierengebied kunnen maatregelen om bijvoorbeeld zoutindringing tegen te gaan ook effect hebben op de waterverdeling. Als gevolg hiervan kunnen de waterdiepte (benedenstrooms van Tiel op de Waal – Amsterdam-Rijnkanaal), de wachttijden (Irenesluizen) of stremmingen (Bernhardsluizen) ontstaan. Kentallen voor deze effecten heeft Deltares in vaarkosten uitgedrukt en zijn gedetailleerd toegelicht in de Deltares-studie (Deltares 2025).

De vertaling naar transporten inclusief en exclusief emissies is niet uitgevoerd omdat hiervoor geen pasklare methodiek beschikbaar is. Deze extra kosten kunnen niet worden afgewenteld en leiden niet tot vaker varen met een lagere beladingsgraad. De kengetallen voor het Betuwepand kunnen in tegenstelling tot de Rijntakken wel worden opgeteld. Er zijn geen specifieke correcties nodig voor deze kentallen, behalve inflatiecorrectie.

De aanvullende stappen en uitgevoerde correcties op de aangeleverde data voor de Rijntakken zijn in de volgende paragraaf beschreven.

Specifieke correcties en aanvullende analyses

Correctie verschilanalyse naar absolute waarden: De scheepvaartstudie van Ecorys bepaalt de economische effecten van klimaat ten opzichte van de *Referentie* (gecorrigeerd voor toename omvang scheepvaart). Klimaateffecten in de *Referentie* zijn daarin niet meegeteld. De schade gaat alleen over de extra schade die verwacht mag worden als het klimaat verandert ten opzichte van het huidige klimaat. Dit is niet automatisch in lijn met het zoetwaterdoel waarin in 2050 Nederland weerbaar is tegen zoetwatertekorten en het wateraanbod en watervraag voor alle maatschappelijke functies in evenwicht zijn ook bij droge periodes die vaker dan eens per 20 jaar voorkomen (*Stoom 2050*). Wanneer in de *Referentie* vraag en aanbod niet in evenwicht zijn, is de opgave groter dan berekend via deze verschilanalyse. We hebben daarom de absolute vaarkosten uit de Deltares studie gebruikt waarin wel waarden voor de *Referentie* zijn bepaald om de verschilanalyse aan te passen naar een analyse van absolute klimaateffecten. Dit betekent wel dat voor de *Referentie* aanvullende inschattingen voor vraaguitval[24], opslag, modal shift etc. nodig zijn, zie volgende punt.

Referentiewaarden voor modalshift, opslag etc. zijn aangevuld door aanname: De studie van Ecorys bevat verwachtingswaarden voor modal shift, opslag etc. voor 6 scenario's: *Warm, Stoom, Ruim* en *Vlug* voor 2050 en *Stoom* en *Ruim* voor 2100. De verwachtingswaarden voor vraaguitval en de kosten modalshift, opslag, emissies voor de *Referentie* ontbreken. Voor de SEA zijn daarom waarden bepaald door vergelijking met het scenario *Ruim 2050*. Dit scenario ligt het dichtst bij de *Referentie* qua vaarkosten als gevolg van klimaat. Doordat er wel sprake is van een toename van de scheepsvloot ten opzichte van de *Referentie* is dit mogelijk een overschatting voor de *Referentie*. De inschatting van de vraaguitval en de extra emissies van de binnenvaart in de *Referentie* is gedaan op basis van de verhouding van de door Deltares aangeleverde extra vaarkosten voor de *Referentie* en *Ruim 2050*. De inschatting van de opslagkosten in de *Referentie* is gedaan op basis van de verhouding van de niet direct vervoerde vracht voor de *Referentie* en *Ruim 2050.* De inschatting van de modalshift kosten en de modal shift emissies in de *Referentie* is gedaan op basis

[24] Door stijging van de vaarkosten is rekening gehouden met enige vraaguitval. De resterende lading wordt later per schip vervoerd of via spoor of weg (modalshift).

van de verhouding van de vracht die ook na drie dagen niet per schip vervoerd kan worden voor de *Referentie* en *Ruim 2050*.

Waarden voor extra emissies binnenvaart en modal shift zijn gecorrigeerd voor verduurzaming: De berekende waarden voor de emissies van scheepvaart en vracht/trein zijn gebaseerd op de waarden voor onderzoek van CE Delft (Studie naar TRansportEmissies van Alle Modaliteiten – STREAM) in 2020 in de analyse van Ecorys. Omdat gebruik van deze waarden voor 2050 en 2100 een grote overschatting van het effect veroorzaakt, zijn de waarden gecorrigeerd. Sinds 2020 is de gemiddelde uitstoot immers al gedaald door elektrificering en gebruik van hernieuwbare en duurzamere brandstoffen en in 2050 moet de transportsector (scheepvaart, weg en spoor) klimaatneutraal zijn. Omdat dit doel naar verwachting niet volledig gehaald zal worden door gebruik van oudere transportmiddelen en doordat een deel van de emissies niet te voorkomen is, zijn de waarden daarom voor 2050 met 85 procent en voor 2100 met 95 procent gereduceerd. De 85 procent is gebaseerd op een gedetailleerde analyse[25] van Ecorys naar verduurzaming van de scheepvaartvloot en emissiewaardering voor de periode tot 2050. Als we uitgaan van het innovatieve scenario[26] (minder dan beleidsdoel) in deze studie is de reductie van de waarde van de scheepvaartemissies in 2050 84 procent ten opzichte van 2023. Voor transport over de weg en spoor zijn geen detailanalyses gedaan. Deze en de inschatting voor 2100 zijn grove aannames die nauwkeuriger zouden kunnen worden geschat. Dat vraagt een detailanalyse van de vlootopbouw en vervangingsscenario's en emissies die vooralsnog als onnodig gedetailleerd is beoordeeld gezien alle andere aannames.

Deze correctie met betrekking tot emissies is niet gedaan voor autonoom beleid omdat de emissies apart zijn toegevoegd in de nabewerking van de scheepvaartresultaten uit QINCoM. Voor al het autonome beleid gaat de SEA uit van de Deltascenario's. In de Deltascenario's zijn aannames gedaan over mondiale emissiepaden maar is de verduurzaming van alle sectoren, inclusief mobiliteit en scheepvaart, impliciet: in lage-emissiescenario's is veel beleid en technologische verandering, in hoge-emissiescenario's weinig.

Correcties van emissiekosten is gemaakt voor veranderde CO_2-prijzen: De efficiënte CO_2-prijzen die moeten worden gebruikt in de sociaaleconomische analyse zijn verhoogd sinds de uitvoering van de analyse van Ecorys. Daarnaast heeft Ecorys geen correctie toegepast voor hogere CO_2-prijzen in de toekomst. De correctie verhoogt de berekende emissiekosten in de *Referentie* doordat het prijsniveau van de CO_2-uitstoot nu hoger ligt.[27] In 2050 en 2100 ligt het niveau ook hoger doordat de CO_2-prijs elk jaar stijgt met de discontovoet. Het effect heeft alleen betrekking op het CO_2-aandeel in de emissiekosten. De milieuprijzen (in reële waarden) van de overige emissies nemen niet toe.

Correctie voor afwenteling: Het risico van een toename van klimaatkosten wordt verondersteld te worden doorbelast aan de afnemers in de vorm van hogere prijzen. In een MKBA moet alleen het welvaartseffect voor Nederland worden meegenomen. Daarnaast is het volgens de nieuwe richtlijnen met betrekking tot brede welvaart van belang de hoogte van de afwenteling te presenteren.

[25] Ecorys, Janse R., Bozuwa, J. & de Smet, S. (2024). Scheepvaarteffecten in Deltaprogramma Zoetwater – Actualisatie Deltascenario's (eindrapportage). Rotterdam, 12 december 2024.
[26] Er is gekozen voor innovatieve scenario in plaats van conservatieve vervangingsscenario, omdat het beleidsdoel als 0% netto uitstoot in 2050 is. Het innovatieve scenario ligt tussen het beleidsdoel en het conservatieve scenario in.
[27] CPB, PBL, Toekomstverkenning WLO, efficiënte CO_2-prijzen, juli 2025

De binnenvaartsector haalt een belangrijk deel van zijn omzet uit de export, ca. 50 procent. Gezien de nauwkeurigheid van de schattingen op andere onderdelen is gekozen om met een gemiddeld percentage van 50 procent afwenteling te rekenen als aanname en niet met gedetailleerde percentages per Deltascenario zoals in fase 2 (variatie 50,6% tot 53,6%). Deze percentages konden toen berekend worden doordat we inzicht hadden in de Ecorys-analyse. Dat is nu niet het geval.

Door de doorbelasting wordt een deel van het risico geëxporteerd (daadwerkelijke kosten, niet externe kosten emissies). Het welvaartsverlies voor Nederland is daarmee iets meer dan 50 procent van het totale droogterisico.

Kentallen voor afschatten waarden extra kosten bovenop vaarkosten: Naast de verwachtingswaarden per scenario is het wenselijk om ook de schade bij individuele droogtejaren te kunnen bepalen. Hiervoor zijn de resultaten voor alle jaren in de klimaatreeks nodig. Deze zijn op het niveau van de vaarkosten beschikbaar gemaakt door Deltares.[28] De studie van Ecorys bevat alleen een verwachtingswaarde per scenario zonder achterliggende opbouw. Daardoor is geen opbouw van het totale droogterisico voor alle jaren beschikbaar. Deze opbouw is voor de SEA daarom geschat door de kentallen voor de verschillende aanvullende kosten als functie van de vaarkosten te bepalen. Er is daarbij onderscheid gemaakt tussen kentallen voor de *Referentie* (huidig), *Ruim* en *Warm* (economisch scenario Laag), en *Stoom* en *Vlug* (economisch scenario Hoog). De kentallen zijn bepaald met de bekende of geschatte (*Referentie*) verwachtingswaarden per scenario. Bij veel hogere waarden dan de verwachtingswaarden voor de vaarkosten zijn deze kentallen naar verwachting iets minder nauwkeurig. De opslagkosten zullen op een gegeven moment niet meer stijgen, net als de emissies van de binnenvaart doordat later varen geen optie meer is (bij meer dan 3 dagen wachttijd). De kosten voor modalshift en emissies van vrachtvervoer over de weg zullen juist meer toenemen bij hogere vaarkosten omdat de optie later varen niet meer mogelijk is. Hier is dus naar verwachting sprake van een onderschatting bij hogere vaarkosten. In het saldo van alle opslagen compenseren deze effecten elkaar. Voor maatregelen die de vaarkosten op de Rijntakken (Waal, IJssel) beïnvloeden geldt de afname van de vaarkosten zoals Deltares heeft bepaald. De opslag om de welvaarteffecten te bepalen ligt substantieel lager dan vermeld in de Deltares-rapportage doordat de emissies o.a. geen rekening houden met verduurzaming van de vloot en afwenteling op het buitenland. Hiervoor kunnen de in de Bijlage opgenomen kentallen worden gebruikt. Voor de Maas en het Betuwepand zijn geen opslagen op de vaarkosten bepaald en gelden de kentallen zoals bepaald door Deltares (2025a).

2.7.3 *Bodemdaling en CO_2-uitstoot*

Keuzes in waterbeheer en landgebruik kunnen in gebieden met klei- en organische gronden zoals in de kustgebieden bodemdaling veroorzaken of juist verminderen. Als er sprake is van organische gronden veroorzaakt dit meer of minder broeikasgasemissies.

In plaats van een specifieke zoetwateropgave voor de vermindering van bodemdaling of CO_2-uitstoot, is een ambitie gedefinieerd om de grondwaterstanden in het algemeen naar het niveau van 2003 terug te brengen en het grondwaterpeil in de veengebieden te verhogen. Vanwege beperkingen in de beschikbare informatie is besloten vooralsnog de werkopgave te definiëren als het

[28] De kentallen voor de vaarkosten (Deltares) die afhankelijk zijn van de vaardiepte, stroomsnelheid of wachttijden worden hierdoor niet beïnvloed. Het gaat alleen om de kentallen voor de eventuele opslagen hierop.

tegengaan van verdroging ten opzichte van de *Referentie*. Het beschikbaar maken van voldoende zoetwater hiervoor is een opgave voor het Deltaprogramma Zoetwater. Hiervoor zijn maatregelen nodig zoals die in de SEA worden geanalyseerd. Om het maatschappelijk effect van deze maatregelen te kwantificeren en te monetariseren worden kentallen gebruikt.

Methodiek

Het maatschappelijk effect heeft Deltares bepaald met de Effectmodule Bodemdaling op basis van de basisprognoses 2018 inclusief het voorkeurspakket fase 2 en is afhankelijk van de GLG en luchttemperatuur per scenario. De luchttemperatuur beïnvloedt de oxidatiesnelheid (zie Deltares, 2025a). De eindigheid van de organische gronden waardoor oxidatie uiteindelijk stopt is hierin niet meegenomen. In het westen van Nederland en mindere mate in Friesland liggen echter dikke veenpakketten (tot 10 meter) die nog wel tot 1000 jaar CO_2 kunnen uitstoten.

Met het bodemdalingsmodel Atlantis zijn bodemdalingskaarten voor de *Referentie* en *Stoom 2050* geproduceerd. Een belangrijke input hiervoor is de gesimuleerde grondwaterstand met het Landelijk Hydrologisch Model (LHM). De CO_2-uitstoot is berekend met behulp van de relaties die de taakgroep Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF) ook gebruikt voor de nationale rapportage van CO_2-uitstoot uit het Nederlandse veenweidengebied. Aangenomen is dat CO_2-uitstoot alleen plaats vindt uit veen- en moerige bodems volgens de Basisregistratie Ondergrond (BRO) bodemkaart (Wageningen Environmental Research, 2023) met de landgebruikstypen grasland, akkerland, bebouwing, heide en gedeeltelijk bos. Gegeven de onzekerheden in de modelinvoer, wordt in de effectmodule de relatieve verandering in uitstoot berekend ten opzichte van de huidige gerapporteerde CO_2-uitstoot van 6,03 megaton CO_2, die als basiswaarde voor de *Referentie* wordt genomen. De uitstoot van andere broeikasgassen dan CO_2 zoals methaan (CH_4) en lachgas (N_2O) uit organische bodems en het effect van rijping[29] zijn niet meegenomen.

De met de effectmodule berekende CO_2-uitstoot voor de *Referentie* en *Stoom 2050* is gebruikt om de kengetallen te bepalen voor de maatregelanalyse. Deze kentallen verschillen per scenario (andere temperatuur) en per type grond (ander percentage maximum oxidatie).

Door de verschillende data is een lineaire fit bepaald. Dit levert het volgende resultaat op:

Referentie: $CO_{2ref} = 306{,}8\ (GLG - 30) \times Omax$

Stoom: $CO_{2Stoom} = 376{,}4\ (GLG - 30) \times Omax$

Hierbij is:

- CO_{2ref} de CO_2-uitstoot uit veenbodems voor het *Referentie*-scenario in kg per ha per jaar.
- GLG de gemiddeld laagste grondwaterstand in cm onder maaiveld en geldig voor grondwaterstanden tussen de 30 cm en 160 cm onder maaiveld.
- O_{max} het maximum percentage oxidatie dat kan plaatsvinden. Dit percentage is voor *Referentie* gemiddeld 66,3 procent voor veengronden en 31,5 procent voor moerige gronden. Dit percentage is voor *Stoom 2050* gemiddeld 65,3 procent voor veengronden en 29,8 procent voor moerige gronden.

[29] Rijping van de bodem is het bodemvormende proces waarbij na een inpoldering uit een slappe, structuurloze modder een begaanbare (cultuur)grond ontstaat. Een van de meest opvallende verschijnselen van dit proces is inklinking.

Tabel 9: Gebruikte kentallen voor effect maatregelen op CO_2-uitstoot veen en moerige gronden als functie van GLG verhoging (in cm) tussen 160 en 30 cm onder maaiveld (kg/(ha x jaar)

	Veengronden	Moerige gronden
Referentie 2017	203.4 (306,8 x 66,3%)	97.4 (306,8 x 31,5%)
Stoom 2050	245.8 (376,4 x 65,3%)	112.2 (376,4 x 29,8%)

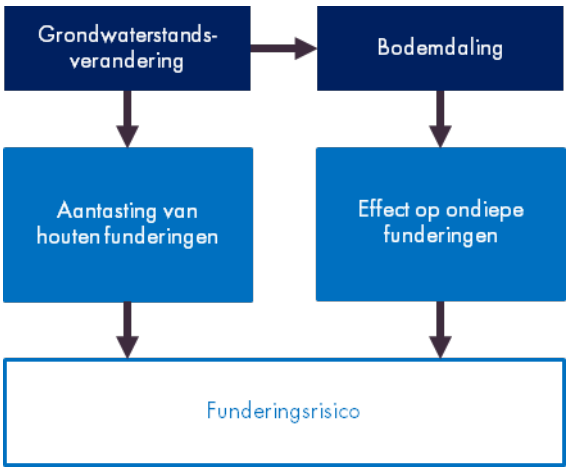
Specifieke correcties

Er zijn geen specifieke correcties nodig om de Deltares-resultaten uitgedrukt in kg CO_2 per hectare per jaar te gebruiken. De monetarisering van de CO_2-uitstoot in de Deltares-studie wijkt af van de voorgeschreven efficiënte CO2-prijs en varieert niet in de tijd. De waardering van de uitstoot in euro's door vermenigvuldiging met de efficiënte prijs van een kg CO_2 wordt daarom gedaan in de SEA-analyse.

Voor de baseline gaan we uit van de CO_2-prijzen volgens het scenario WLO-Hoog Snel[30]. Voor 2025 betreft dit een waarde van 132 euro per ton CO_2 (excl. btw). Deze waarde loopt jaarlijks met 2,25 procent op. Om de btw mee te nemen is de gewogen waarde voor de btw van 18,8 procent hierbij opgeteld. De gebruikte aandelen veen- en moerige gronden zijn vermeld in de bijlage.

2.7.4 *Funderingsrisico*

Schade aan gebouwen kan ontstaan door langdurig lage grondwaterstanden die houten paalfunderingen aantasten, en verschilzettingen als gevolg van bodemdaling die ondiepe funderingen beïnvloeden. Beide schadeprocessen treden nu al op en kunnen worden versterkt door klimaatverandering.



Figuur 11: schematisering ontstaan funderingsrisico

[30] CPB, PBL, Toekomstverkenning WLO, efficiënte CO_2-prijzen, juli 2025

Methodiek

Om de omvang van deze schade en de toename door klimaatverandering te bepalen, heeft Deltares met de Effectmodule Funderingsrisico de impact onderzocht van de Deltascenario's en zoetwatermaatregelen op de funderingen van gebouwen in Nederland.[31] De gevolgen voor funderingen zijn uitgedrukt in schade aan gebouwen en de bijbehorende herstelkosten. Indirecte kosten en baten voor bijvoorbeeld het verlies, of de verbetering van de (publieke) leefruimte zijn niet meegenomen. Daarnaast zijn kengetallen bepaald om het economisch effect in te schatten van maatregelen die de grondwaterstand verhogen of verlagen en zo de bodemdaling en het funderingsrisico beïnvloeden.

Methodiek nulalternatief

De Effectmodule Funderingsrisico modelleert twee schadeprocessen: de aantasting van houten paalfunderingen door lage grondwaterstanden en de verschilzettingen van ondiepe funderingen als gevolg van bodemdaling (vanaf het bouwjaar van de woning). Het berekende funderingsrisico per deelregio combineert de verschillende risico's per funderingstype:

Gewogen risico op schade = Risico houten palen × kans op houten palen + risico ondiepe fundering × kans op ondiepe fundering + risico andere fundering (=0) × kans op andere fundering (betonpalen).

Het risico bij gebruik van houten palen of ondiepe fundering is voor alle gebouwen met een woonfunctie bepaald door de schadeklasse volgens het model (Laag, Matig, Hoog of Zeer Hoog corresponderend met een gemiddeld schadebedrag per gebouw) te vermenigvuldigen met het verwachte aandeel voor deze schadeklasse. De totale resultaten zijn opgebouwd uit de individuele resultaten van alle gebouwen.



Figuur 12: schematisering berekening funderingsrisico

Methodiek kengetallen

De Effectmodule Funderingsrisico is ook gebruikt om voor de *Referentie* en *Stoom 2050* (BP2018 plus voorkeurspakket fase 2) de kengetallen te bepalen voor de maatregelanalyse. Door de GLG sinds het bouwjaar met 5 cm te verhogen ten opzichte van de GLG in het nulalternatief is het effect bepaald van de verhoging en een kengetal per marginale toe- of afname in cm GLG-verandering. Er wordt vanuit gegaan dat de baten bij een verhoging gelijk zijn aan de kosten bij eenzelfde verlaging. De kengetallen zijn bepaald per deelregio en scenario (*Referentie 2017* en *Stoom 2050*) en gesplitst in kengetallen voor het stedelijk en landelijk gebied per deelregio omdat het effect sterk verschilt tussen deze gebieden vanwege de intensiteit en het type bebouwing. Ook is een kengetal per gebouw per deelregio en scenario bepaald. De resultaten zijn vermeld in de bijlagen.

[31] Deltares (2025a), Maatschappelijke effecten van droogte in een veranderd klimaat en afgeleide kengetallen voor maatschappelijke kosten-baten analyses, 20 mei 2025.

Specifieke correcties om resultaten te gebruiken in SEA

De gepresenteerde kengetallen zijn, in tegenstelling tot de kengetallen voor de andere zoetwatergebruiksfuncties, niet uitgedrukt in jaarlijkse waarden. De funderingsherstelkosten waar deze kengetallen op gebaseerd zijn, moeten gezien worden als een investering om de schade te herstellen die sinds de bouw van de woning is ontstaan als sindsdien de GLG en bodemdaling van hetzij de *Referentie*, hetzij *Stoom 2050* zou zijn opgetreden. Voor *Stoom 2050* is dat een investering in 2050 omdat het Deltascenario *Stoom 2050* betrekking heeft op 2050. Voor de *Referentie* een investering in 2017. De *Referentie*-situatie kan echter niet met terugwerkende kracht worden voorkomen.

Bij de gebruikte aannames is geen sprake van het volledig vervangen van de fundering en daarmee het klimaatrobuust maken van alle gebouwen. In geval van (beperkt) herstel van de fundering kan later opnieuw herstel nodig zijn. Een volledig nieuwe fundering die geen last heeft van bodemdaling of lage grondwaterstanden kan rond de 100.000 euro per gebouw kosten. De gemiddelde met het model berekende herstelkosten per gebouw liggen hier flink onder (gemiddeld tussen de 7.000 en 10.000 euro per woning, maar niet elke woning heeft schade). Na herstel zal waarschijnlijk pas na langere tijd een noodzaak voor nieuw herstel ontstaan. Bij verdiscontering valt het effect daarvan lager uit. Tussentijds herstel en het effect hiervan zijn niet meegenomen in de analyse, maar verwaarloosd door gebrek aan inzicht. Een vergelijking is daarom alleen mogelijk van de berekende herstelkosten zonder tussentijds herstel.

Om het risico in het nulalternatief goed weer te geven en de kengetallen te kunnen gebruiken in de SEA zijn een vertaalslag en correctie van de kengetallen en resultaten nodig.

Correctie vergelijking in nulalternatief

De inschatting voor de herstelkosten is gemaakt voor de *Referentie 2017* en voor *Stoom 2050*. De herstelkosten voor *Stoom 2050* veronderstellen dat er geen herstel plaatsvindt in de *Referentie* 2017 en dat de veroudering en daarmee de vergroting van het risico doorgaat. Dit effect is volgens de analyse van Deltares gemiddeld 85 procent van de toename van het risico tussen 2017 en 2050. Om het klimaateffect voor *Stoom 2050* apart zichtbaar te maken, laten we het verschil zien in 2050 als het klimaat niet verandert ten opzichte van de huidige situatie (*Referentie*) en indien het klimaat wel verandert (*Stoom*). In de berekening van de contante waarde vergelijken we de contante waarde van *Stoom 2050* (effect klimaat en veroudering) met de contante waarde van de *Referentie* in 2050, dat wil zeggen inclusief de veroudering. Als we in plaats daarvan twee verschillende zichtjaren zouden vergelijken, dan nemen we het effect van klimaat in combinatie met veroudering mee. Dat is niet correct. Een groot deel van het funderingsrisico in 2017 is veroorzaakt door peilbeheerkeuzes voor 2017 die doorwerken in de schade en vormt in principe geen opgave voor het DPZW.

Correctie kengetallen voor toepassing effect Stoom

De berekende kengetallen voor *Stoom 2050* geven het effect aan van 1 cm GLG-verhoging of -verlaging als over de leeftijd van de woning de gemiddelde GLG een cm hoger of lager uitpakt, zonder het effect van veroudering van de bestaande schade. Het model veronderstelt dat de gemodelleerde situatie in alle jaren van toepassing is. Woningen met houten palen of ondiepe funderingen zijn nu gemiddeld 75 jaar oud. De klimaatverandering en aanpassingen in het peilbeheer treden echter vooral sinds eind jaren '50 op. We veronderstellen daarom dat de schade in de *Referentie* (2017) sinds de jaren '50 is ontstaan (aanname bouwjaar gemiddeld 1956).

Met een maatregel die in fase 3 wordt gedaan is het niet mogelijk om reeds ontstane schade terug te draaien. Hoogstens kan de veroudering enigszins worden verminderd. Dit zal vooral voor houten funderingen een rol spelen. Wat wel kan worden tegengegaan is de aanvullende GLG-verlaging en bodemdaling nadat een maatregel operationeel is en daarmee de toename als gevolg van klimaat. Dit kan worden gemonetariseerd via het kengetal voor *Stoom* omdat dit de aanvullende uitzakking als gevolg van klimaat ten opzichte van de *Referentie* betreft.

Omdat het kengetal het effect beschrijft van een één cm hogere of lagere GLG, gemiddeld over alle jaren sinds de bouw van de woning, moeten de opgegeven kengetallen worden gecorrigeerd voor de periode waarin de maatregel daadwerkelijk effectief is. Bij een maatregel die in 2033 operationeel is zal het effect op de herstelkosten in 2050 in *Stoom* in de praktijk veel kleiner zijn dan aangegeven. De GLG is immers al een lange periode sinds 1955 verlaagd geweest. Als we aannemen dat het effect lineair verloopt met de duur, kan het kengetal gecorrigeerd worden. Stel dat het kengetal 61 euro per hectare per cm GLG is in *Stoom*, en de maatregel is in 2033 operationeel en verhoogt de GLG met 1 cm, dan is het te gebruiken kengetal: 17/95[32] × € 61 × 1 cm per hectare = € 10,92 per hectare in 2050, of € 0,64 per hectare per jaar tussen 2033 en 2050.

Voor de *Referentie 2017* zijn ook de marginale effecten van een cm GLG-verandering in 2017 uitgerekend. Deze situatie is echter al ontstaan en kan niet met terugwerkende kracht worden opgeheven. We werken dus alleen met het kengetal voor *Stoom* in de beoordeling van maatregelen.

Kader 1: gebruikte aannames voor de vertaalslag en correcties[33]

- Kengetal voor Stoom geldt in 2050; Kengetal voor Referentie in 2017.
- Herstelkosten zijn herstelkosten van woning onder aanname dat niet eerder herstelwerkzaamheden hebben plaatsgevonden.
- De afgeleide schadebedragen voor Referentie en Stoom zijn totalen vanaf start bouwjaar woningen tot aan de datum van Referentie en Stoom.
- Herstelkosten nemen lineair toe over de tijd bij gelijkblijvend klimaat (= eigen versimpeling)
- Woningen met ondiepe funderingen zijn gem. in 1961 gebouwd en woningen met een houten fundering op palen gemiddeld in 1931. Gemiddeld zijn ze in 1956 gebouwd.
- Na herstel zal bij gelijkblijvende GLG (of daling) opnieuw herstel nodig zijn. Dit herstel is te verwaarlozen bij andere onzekerheden. Een tweede herstel zal sowieso jaren later plaatsvinden en zal dus bij verdiscontering minder impact hebben.

[32] Verschil zichtjaar *Stoom* en invoering maatregel gedeeld door verschil zichtjaar en start schade aan funderingen: (2050-2033)/(2050-1955).
[33] Gecheckt door Deltares.

HOOFDSTUK 3

HUIDIGE SITUATIE EN ONTWIKKELING HYDROLOGISCHE KNELPUNTEN

Dit hoofdstuk behandelt de verwachte omvang van de toekomstige zoetwaterknelpunten en de relatieve toename ten opzichte van het huidig klimaat. Daarbij wordt gekeken naar de *Referentie* en *Stoom* in de zichtjaren 2050 en 2100. Deze analyse is gebaseerd op de fase 3 rapportages van Deltares en HydroLogic[34], de *Actualisatie knelpuntenanalyse* uit fase 2 en de databases met hydrologische data: *modeldata Deltares*.[35]

In de knelpuntanalyses, zijn meer knelpunten geïnventariseerd, dan waarvan de effecten in de economische analyse kunnen worden bepaald. Deze knelpunten nemen zowel in de basisprognoses 2018 als in de nieuwe klimaatscenario's toe in *Warm* en *Stoom.* In de scenario's *Druk* en *Rust* laten de basisprognoses 2018 zien dat de knelpunten in grote lijnen overeenkomen met de *Referentie*. De nieuwe basisprognoses 2023 geven aan dat ook in de gematigde klimaatscenario's *Ruim* in plaats van *Rust* en *Vlug* in plaats van *Druk* sprake is van een toename van de knelpunten ten opzichte van de *Referentie*.

Het gaat o.a. om:

- Een daling van de laagste grondwaterstand;
- Een toename van bodemvochttekorten;
- Verzilting in wortelzone;
- Droogval van beken;
- Toename van lage rivierafvoeren;
- Stijging van het neerslagtekort;
- Hogere verdamping.

Deze knelpunten leiden tot een extra risico voor de landbouw en natuur, en tot meer CO_2-uitstoot en funderingsschade door bodemdaling en daling van de grondwaterstand.

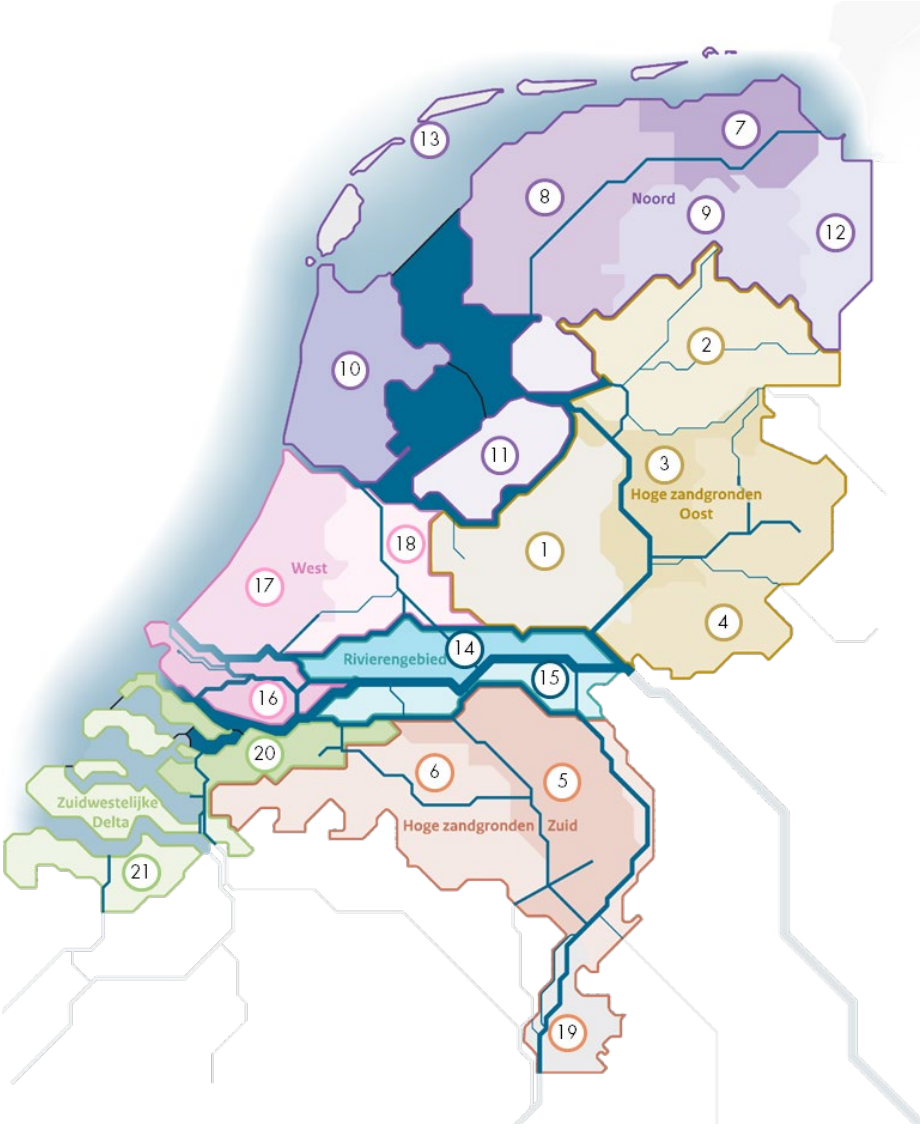
Daarnaast nemen in geval van lagere rivierafvoeren de concentraties opgeloste stoffen toe en dringt zeewater verder binnen (verzilting), zodat vaker inlaatpunten voor industrie en drinkwater gesloten moeten worden. Bij lage afvoeren ondervindt ook de scheepvaart een knelpunt. Voor meer informatie wordt verwezen naar de analyses van Deltares en HydroLogic.

[34] Deltares (juni 2025), Kwalitatieve duiding van het effect van de Deltascenario's 2024 op de zoetwateropgave, HydroLogic (april 2025), P25001 Synthese PPT - Aanvullende inzichten DPZW regio's werkopgave zoetwater – DEFINITIEF, Deltares en FABRICations (april 2025), Visualisaties werkopgave Deltaprogramma Zoetwater Definitief.

[35] *Modeldata Deltares* verwijst voor hydrologische data naar de database: database_hoofdregios_hws.csv, database_hoofdregios.csv, database_deelregios_hws.csv en database_deelregios.csv die Deltares op van 14-8-25 beschikbaar heeft gesteld voor de analyse.

3.1 NEDERLAND IN HYDROLOGISCHE GEBIEDEN

De indeling in hydrologische gebieden is in fase 3 gewijzigd. Nederland is nu ingedeeld in 21 waterhuishoudkundige regio's[36] (zie Figuur 13 en Tabel 10). De hydrologische regio's zijn geaggregeerd tot 6 bestuurlijke zoetwaterregio's. De indeling in zoetwaterregio's wordt gebruikt bij het bespreken van de opgave en de maatregelanalyse in dit rapport. Indien nodig wordt incidenteel ingezoomd op het niveau van hydrologische deelregio's om meer inzicht te krijgen in de verdeling van effecten binnen een voorzieningsgebied. Aan de ene kant kan een regionale detaillering meer inzicht verschaffen doordat de gemiddelde tekorten per zoetwaterregio niet altijd een representatief beeld voor alle deelgebieden geven, aan de andere kant levert dit soms een schijnnauwkeurigheid op.



Figuur 13: hydrologische deelregio's en zoetwaterregio's (Deltares/Fabrications, 2025), nieuwe indeling t.o.v. fase 2

[36] De Waddeneilanden zijn niet in het NWM opgenomen en worden daarom niet meegenomen in de analyse.

Tabel 10: toedeling hydrologische deelregio's aan bestuurlijke zoetwaterregio's

Hydrologische gebieden	Zoetwaterregio
1. Hoge Zandgronden Midden	Hoge Zandgronden Oost
2. Hoge Zandgronden Noord	Hoge Zandgronden Oost
3. Hoge Zandgronden Oost met aanvoer	Hoge Zandgronden Oost
4. Hoge Zandgronden Oost zonder aanvoer	Hoge Zandgronden Oost
5. Hoge Zandgronden Zuid met aanvoer	Hoge Zandgronden Zuid
6. Hoge Zandgronden Zuid zonder aanvoer	Hoge Zandgronden Zuid
7. Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken	Noord
8. Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken	Noord
9. Noord Drenths plateau	Noord
10. Noord Holland Noord	Noord
11. Noord IJsselmeerpolders	Noord
12. Noord Veenkoloniën	Noord
13. Noord Waddeneilanden*	Noord
14. Rivierengebied Noord	Rivierengebied
15. Rivierengebied Zuid	Rivierengebied
16. West Maasdelta	West
17. West met bovenregionale aanvoer	West
18. West zonder bovenregionale aanvoer	West
19. Zuid Limburg	Hoge Zandgronden Zuid
20. Zuidwestelijke Delta met aanvoer	Zuidwestelijke Delta
21. Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer	Zuidwestelijke Delta

* Niet gemodelleerd

3.2 OPPERVLAKTEWATERTEKORTEN

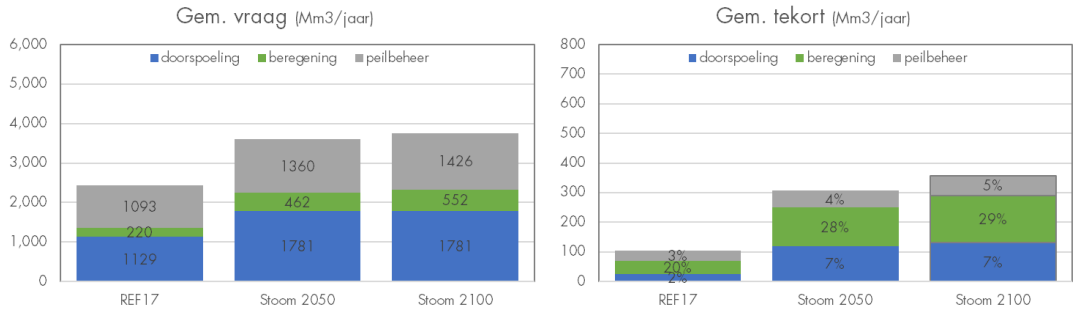
Ontwikkeling vraag en tekorten per scenario

De ontwikkeling van de absolute watervraag en de gemiddelde tekorten in het scenario *Stoom* zijn getoond in Figuur 14. De gemiddelde vraag neemt sterk toe ten opzichte van de *Referentie*.

Hoewel het landbouwareaal 10 procent afneemt (intensieve landbouw), groeit het beregend areaal sterk, doordat klimaatverandering beregening eerder rendabel maakt. De verdamping stijgt in de zomer sneller dan de neerslaghoeveelheid. De vraag naar oppervlaktewater voor beregening verdubbelt daardoor in 2050 en tot 2100 groeit de vraag verder. De tekorten zijn relatief het grootst voor de beregeningsvraag. Deze tekorten nemen absoluut (3x) en relatief toe in *Stoom*, van 20 procent in *Referentie* naar 28 procent in *Stoom 2050* en 29 procent in Stoom 2100.

De watervraag voor doorspoeling neemt in *Stoom* absoluut het meest toe ten opzichte van de *Referentie*. Dit is het gevolg van de sociaaleconomische ontwikkeling. Door de toenemende vraag uit stedelijke functies, landbouw en natuur nemen de relatieve tekorten toe van 2 procent tot 7 procent. Deze vraag varieert niet met het klimaat. Omdat er geen sociaaleconomische scenario's zijn voor 2100 is de vraag gelijk verondersteld in *Stoom 2050* en *Stoom 2100*.

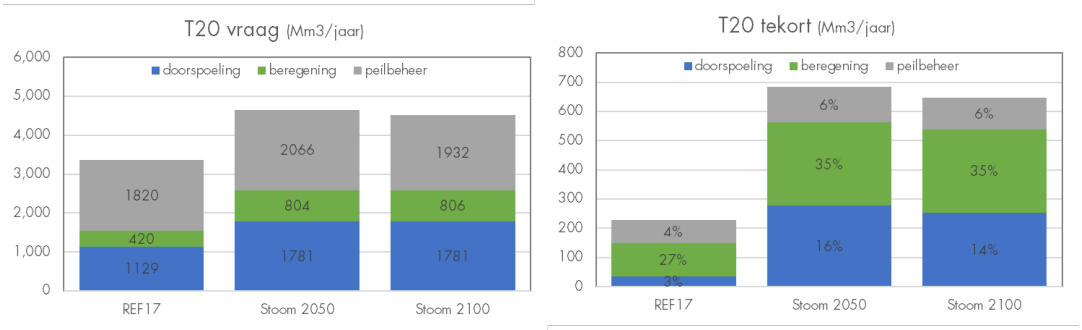
In *Stoom 2050* stijgt de watervraag voor peilbeheer ten opzichte van de *Referentie* en na 2050 nog iets verder door de verdergaande klimaatverandering.



Figuur 14: ontwikkeling gemiddelde watervraag en tekorten op basis van modeldata Deltares (let op schaal verschilt tussen grafiek links en rechts)

Omdat de opgave gedefinieerd is voor een T20 situatie, laat Figuur 15 de oppervlaktewatervraag en -tekorten zien voor een T20 situatie. Het verschil in vraag tussen een T20-jaar en de gemiddelde vraag is het grootst voor beregening (+91% in *Referentie*, + 74% *Stoom 2050*). Ook de peilbeheer vraag ligt in een T20 jaar hoger (+67% in *Referentie*, + 52% *Stoom 2050*). De doorspoelvraag is voor elk jaar in een scenario gelijk verondersteld.[37] Hierdoor is de vraag in elk jaar gelijk aan de gemiddelde vraag.

In een T20 jaar zijn de tekorten absoluut ruim 2x zo groot als in een gemiddeld jaar voor beregening (+154% in *Referentie*, + 118% *Stoom 2050*) en peilbeheer (+119% in *Referentie*, + 123% *Stoom 2050*). Hoewel de watervraag voor doorspoeling niet verschilt in een T20-jaar ten opzichte van het jaarlijks gemiddelde, is het verschil in tekort wel flink groter, met name in *Stoom 2050* (+39% in *Referentie*, + 134% *Stoom 2050*). Dit komt omdat er minder wateraanbod beschikbaar is.



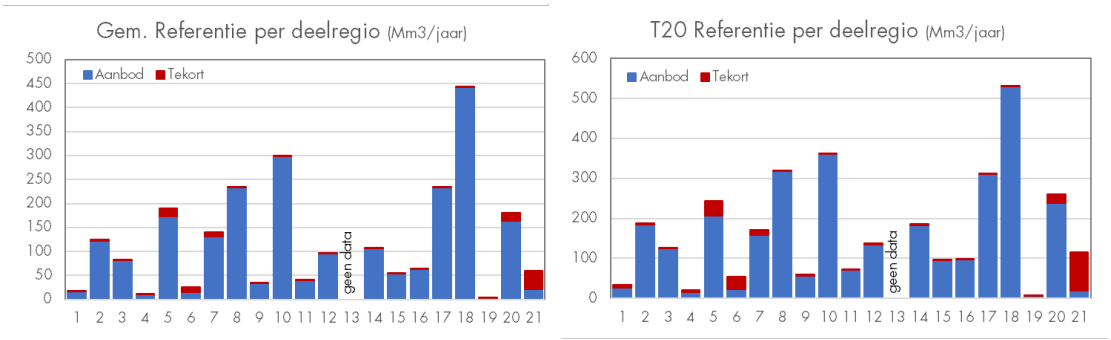
Figuur 15: ontwikkeling T20 watervraag en tekorten op basis van modeldata Deltares (let op schaal verschilt tussen grafiek links en rechts)

Ontwikkeling vraag en tekorten per regio

Momenteel zijn in een gemiddeld jaar in enkele regio's oppervlaktewatertekorten (zie Figuur 16). De tekorten treden het sterkst op in de Hoge Zandgronden Zuid (regio 5 en 6) en de Zuidwestelijke Delta met (20) en zonder aanvoer (21), en in beperktere vorm in het Aanvoergebied na

[37] Dit is een grove aanname ingegeven door het ontbreken van meer informatie over de juiste samenhang met klimaat. In de praktijk zal de doorspoelvraag wel variëren en toenemen bij hogere temperaturen en meer verzilting. De vraag is nu alleen afhankelijk van de sociaaleconomische ontwikkeling en zeespiegelstijging. In een warm jaar zal bij eenzelfde bevolkingsomvang en economische activiteit meer doorspoelwater worden gevraagd. Het precieze verband is echter niet bekend en niet gemodelleerd.

Gaarkeuken (7). Dit geldt zowel voor de gemiddelde tekorten als voor de tekorten in een T20 jaar. Een deel van de huidige vraag in de Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer wordt nooit bediend door het ontbreken van de aanvoer uit het Hoofdwatersysteem (regio 21). De peilbeheerde gebieden op de Hoge Zandgronden hebben wel aanvoer uit het Hoofdwatersysteem, maar voor een groot deel van de Hoge Zandgronden geldt dit niet. Alleen met regionale en sectorale maatregelen kan wat aan de tekorten gedaan worden, niet met maatregelen in het Hoofdwatersysteem.



Figuur 16: gemiddelde watervraag en tekorten per regio in Referentie op basis van modeldata Deltares

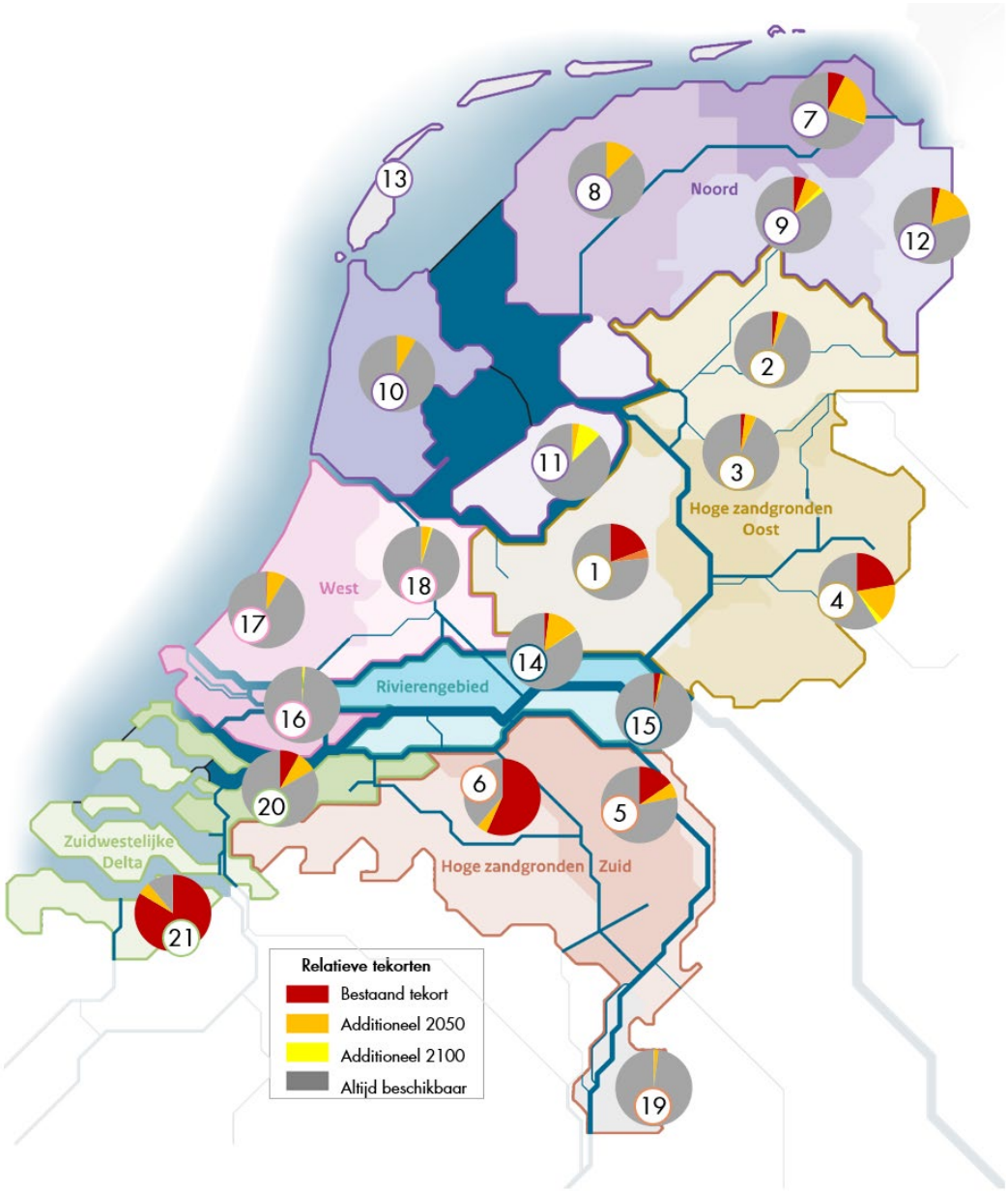
Per regio is ook naar de ontwikkeling van de totale vraag en tekorten per scenario gekeken voor zowel het jaarlijks gemiddelde als voor een T20 situatie, zie Figuur 17.



Figuur 17: ontwikkeling gemiddelde en T20 vraag en tekorten per scenario op basis van modeldata Deltares

De totale gemiddelde watervraag neemt in 2050 het meest toe in de deelregio's Noord-Holland (10) en het Aanvoergebied voor Gaarkeuken (8). Voor 2100 komen daar nog enkele procenten bij. De grootste toename van het tekort is te vinden in regio's Aanvoergebied na Gaarkeuken (7) en Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer (21).

Relatief is het tekort het grootst in de Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer.[38] Daar kan met oppervlaktewatermaatregelen weinig aan worden gedaan. De gemiddelde verwachtingswaarde voor het tekort op basis van de basisprognoses 2018 is landelijk in de *Referentie* 105 miljoen m^3, 357 miljoen m^3 in *Stoom 2050* en 367 miljoen m^3 in *Stoom 2100*.



Figuur 18: procentuele T20 tekorten in Deltascenario Stoom. Figuur opgesteld op basis van modeldata Deltares[39]

[38] De betrouwbaarheid van tekorten voor Zuidwestelijke Delta is niet heel groot.

[39] *Modeldata Deltares* verwijst voor hydrologische data naar de database: database_hoofdregios_hws.csv, database_hoofdregios.csv, database_deelregios_hws.csv en database_deelregios.csv die Deltares op van 14-8-25 beschikbaar heeft gesteld voor de analyse.

Figuur 18 laat de relatieve tekorten (T20) per regio zien. Deze zijn het grootste voor de Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer (21), zowel in de *Referentie* (rode taartpunten), als in het *Stoom*-scenario. Ook op de Hoge Zandgronden Zuid met (5) en zonder aanvoer (6) en de Hoge Zandgronden Oost zonder aanvoer (4), en Midden (1) zijn er grote relatieve tekorten, die toenemen in *Stoom*. Deze zijn moeilijk op te lossen met oppervlaktewatermaatregelen. Een regio waar significante relatieve tekorten ontstaan in 2050 is Aanvoergebied na Gaarkeuken (7) en de Veenkoloniën (12). Bij de berekening van de tekorten is geen rekening gehouden met extra adaptatiemaatregelen door de gebruikers, buiten de autonome toename van het beregeningsareaal in de Deltascenario's. De tekorten zijn hierdoor waarschijnlijk hoger geschat dan ze in werkelijkheid zullen optreden. Tegelijkertijd zijn de tekorten mogelijk onderschat doordat de recentere basisprognoses (2024) hogere knelpunten laten zien dan de hier gebruikte basisprognoses 2018, en omdat de modellering geen rekening houdt met knelpunten door blauwalg, zonnebrand en wegzijging door lage rivierafvoeren. Ook zijn de tekorten een onderschatting voor gebieden waar verzilting (intern en extern) optreedt. Netto resulteert naar verwachting nog steeds een onderschatting van de werkelijke tekorten, omdat het verschil tussen de basisprognoses aanzienlijk is.

3.3 KNELPUNTEN DOOR GRONDWATERTEKORTEN

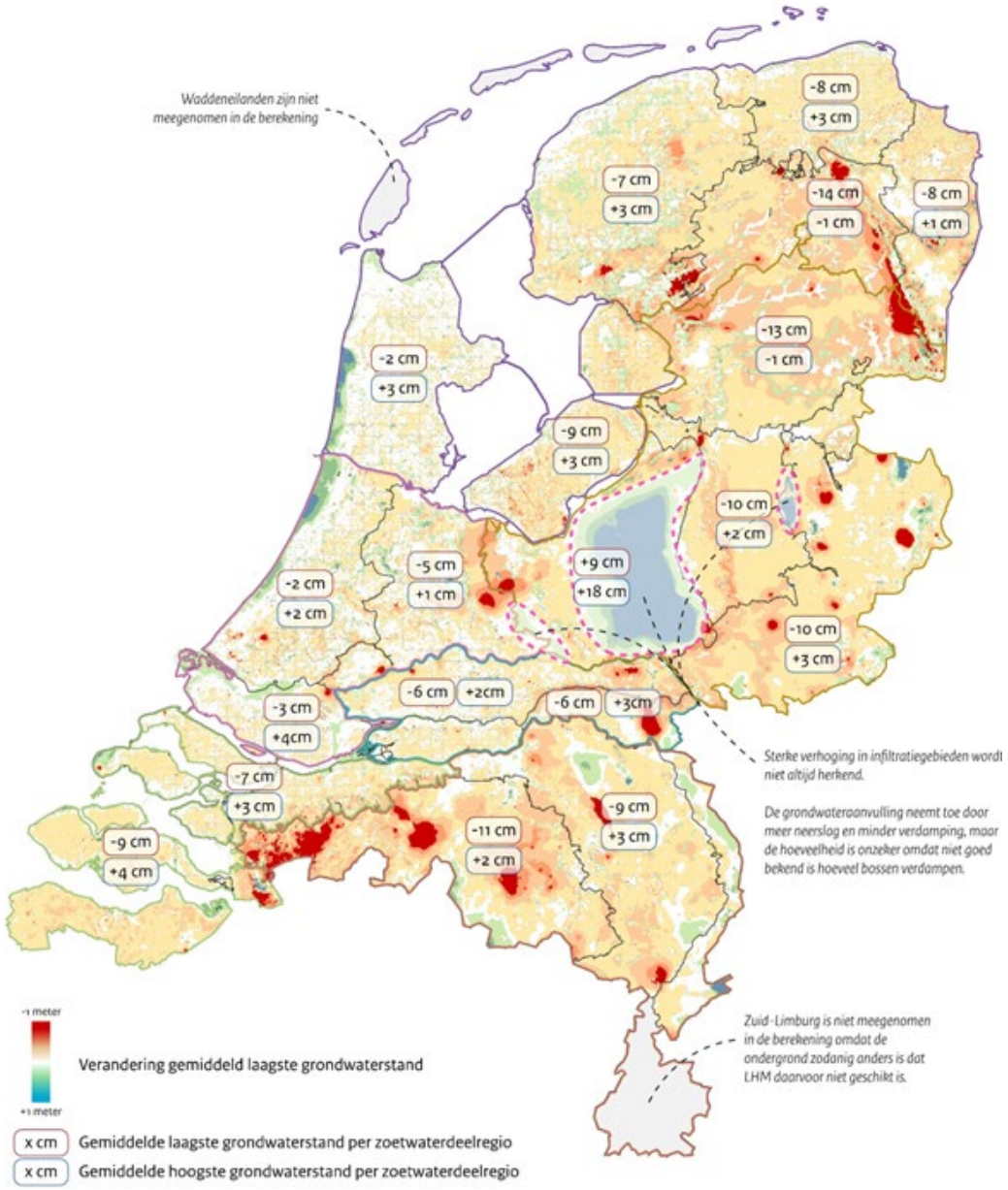
Het grondwatersysteem van Nederland bestaat grofweg uit poldersystemen met peilgestuurde watersystemen en (deels) wateraanvoer en vrij-afwaterende systemen waar geen wateraanvoer mogelijk is. In de vrij afwaterende gebieden kan het peil beheerst worden door middel van het vasthouden van water achter stuwen. De peilgestuurde gebieden liggen over het algemeen in de lagere delen van Nederland, terwijl de vrij-afwaterende gebieden vaak op de hogere delen aanwezig zijn, zoals Veluwe, Oost-Nederland, Brabant en Limburg.

In perioden met neerslagoverschot stroomt water de bodem in naar het grondwater. Een groot deel daarvan stroomt door de ondergrond naar greppels, beken en sloten. Vanuit het ondiepe grondwater kan in perioden van neerslagtekort grondwater opstijgen naar de wortelzone. Een klein deel van de neerslag bereikt de diepere grondwaterlagen.

In het Nationaal Watermodel (NWM) worden vragen aan grondwater (voor beregening, drinkwaterbereiding, en industrieel gebruik) altijd geleverd. Een tekort vertaalt zich op deze manier in een dalende grondwaterstand. Veranderingen in klimaat beïnvloeden de grondwaterstand ook. De grondwaterstand zal stijgen bij een hogere gemiddelde neerslag. Een daling van de grondwaterstand is te verwachten bij:

1. Een toename van de watervraag uit grondwater (voor beregening, drinkwater of industrie);
2. Een toename van de potentiële verdamping;
3. Bij bodemdaling.

Een daling van de grondwaterstand kan betekenen dat het grondwater de wortelzone niet meer bereikt en dat een verdampingstekort optreedt. Als gevolg van een verdampingstekort kan een gewas zich niet optimaal ontwikkelen en berekent het NWM een droogterisico voor landbouw en natuur. Klimaat beïnvloedt niet als enige het verdampingstekort. Ook veranderingen in landgebruik of waterbeheer hebben invloed.



Figuur 19: verandering van de GLG en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in Stoom 2050 t.o.v. de Referentie, overgenomen uit geactualiseerde knelpuntenanalyse, Deltares.

Naast dit droogterisico is de weerbaarheid tegen droogte van de grondwaterafhankelijke natuur een belangrijk criterium. Bij onvoldoende weerbaarheid is onherstelbare schade aan de natuur niet te voorkomen. In fase 2 is hiervoor een maatstaf ontwikkeld door Deltares met medewerking van KWR en Ecohydrologie.[40] Deze maatstaf vraagt gedetailleerde data en effectrelaties die niet eenvoudig te bepalen zijn. In deze fase is daarom gekozen om alleen met de GLG te werken en met de impact van maatregelen op de GLG, zie Figuur 19. Een knelpunt wordt dan groter als in

[40] Stuurman, R., en M. Mens, analyse weerbaarheid grondwaterafhankelijke natuur in 2050, 2020

Stoom de GLG uitzakt ten opzichte van de *Referentie*. Ook de drinkwaterwinning uit grondwater wordt bedreigd als er te weinig water uit de verzadigde zone het diepe grondwater kan bereiken.

De grootste knelpunten in grondwatertekort ontstaan in *Stoom* op de zandgronden. Het gaat om een daling van de grondwaterstand van 9 tot 14 cm in *Stoom 2050* en 10 tot 16 cm in *Stoom 2100*. Alleen op de Hoge Zandgronden Midden is sprake van een (modelmatige) verhoging in de infiltratiegebieden. Deze verhoging wordt niet door regio herkend. Ook in andere gebieden neemt het grondwatertekort toe.

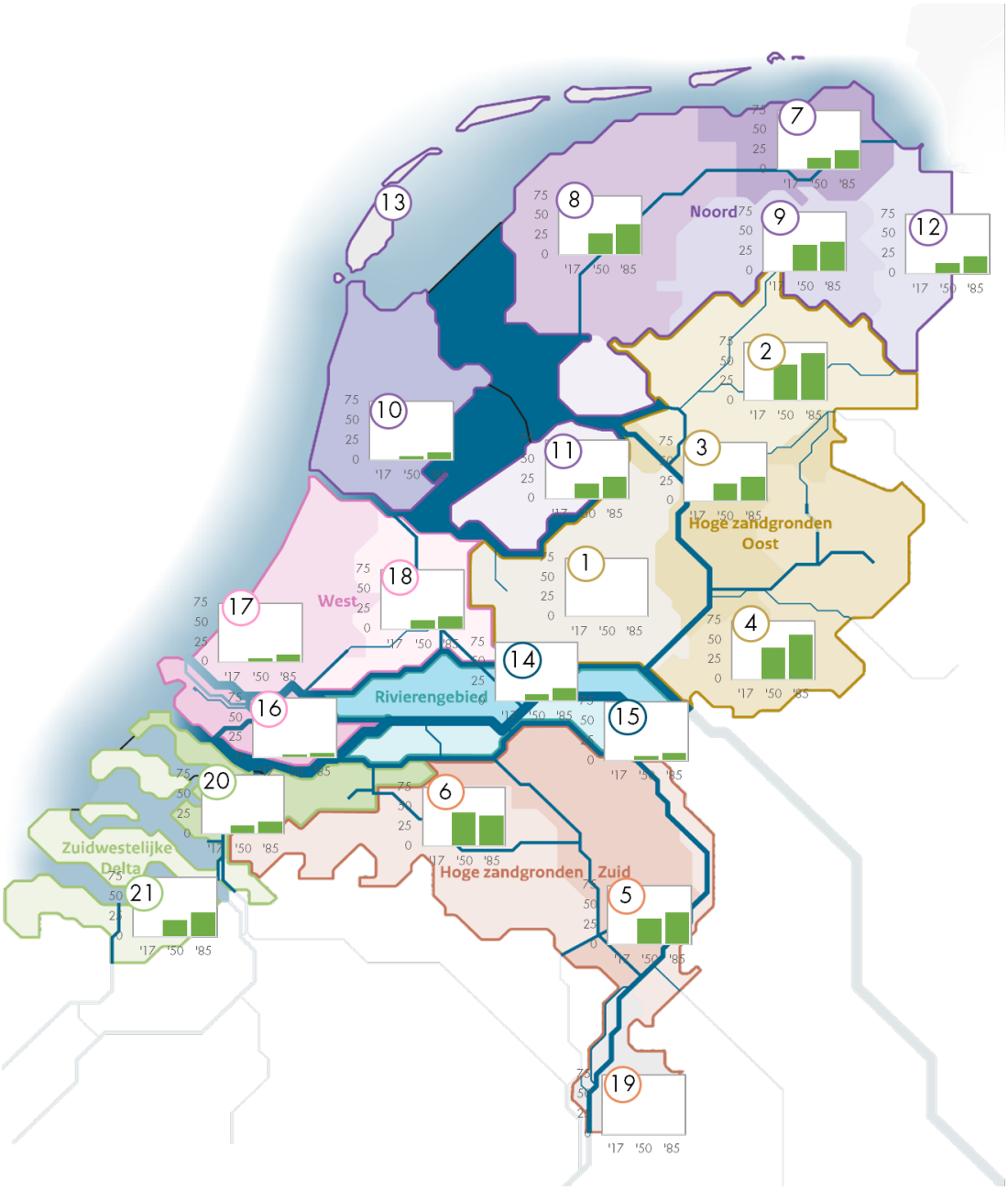
Tabel 11: verandering van de GLG en GHG in Stoom 2050 en Stoom 2100 t.o.v. de Referentie

Hydrologische gebieden	Δ GLG Stoom 2050 (cm)	Δ GLG Stoom 2100 (cm)
1. Hoge Zandgronden Midden	9	21
2. Hoge Zandgronden Noord	-13	-17
3. Hoge Zandgronden Oost met aanvoer	-10	-14
4. Hoge Zandgronden Oost zonder aanvoer	-10	-14
5. Hoge Zandgronden Zuid met aanvoer	-9	-11
6. Hoge Zandgronden Zuid zonder aanvoer	-11	-10
7. Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken	-8	-13
8. Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken	-7	-10
9. Noord Drenths plateau	-14	-16
10. Noord Holland Noord	-2	-4
11. Noord IJsselmeerpolders	-9	-13
12. Noord Veenkoloniën	-8	-13
13. Noord Waddeneilanden	n.v.t.	n.v.t.
14. Rivierengebied Noord	-6	-11
15. Rivierengebied Zuid	-6	-10
16. West Maasdelta	-3	-5
17. West met bovenregionale aanvoer	-2	-4
18. West zonder bovenregionale aanvoer	-5	-7
19. Zuid Limburg	n.v.t.	n.v.t.
20. Zuidwestelijke Delta met aanvoer	-7	-10
21. Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer	-9	-13

Als we deze tekorten in cm's vermenigvuldigen met het oppervlak waarover het gaat en het gemiddelde vochtgehalte van de grond (15%[41]) dan gaat het landelijk om 367 miljoen m^3 grondwater in *Stoom 2050* en 495 miljoen m^3 in *Stoom 2100* dat extra moet worden vastgehouden om het knelpunt niet groter te laten worden dan in de *Referentie,* zie voor verdeling Figuur 20. Ook in het huidige klimaat is al sprake van een ervaren tekort. Dit is hierin nog niet meegeteld.

De grondwatertekorten omvatten in absolute zin een groter volume dan de gemiddelde jaarlijkse oppervlaktewatertekorten. Bij grondwater gaat het echter om een cumulatief tekort over de periode 2017-2050 respectievelijk 2017-2100. De uitzakking van de grondwaterstand moet over de periode 2017-2050 respectievelijk 2017-2100 worden tegengegaan. Het gaat dan om gemiddeld ruim 11 miljoen m^3 grondwateraanvulling per jaar tussen 2017 en 2050. Doordat maatregelen voor fase 3 waarschijnlijk op zijn vroegst in 2034 operationeel zijn, is het aan te vullen volume per jaar hoger. Bij oppervlaktewatertekorten gaat het daarentegen om de jaarlijkse verwachtingswaarde van het tekort, niet om een cumulatief volume.

[41] Overgenomen van Witteveen+Bos, Onderbouwing uitvoeringsprogramma Deltaplan Hoge Zandgronden, fase 3, 30 juni 2025.



Figuur 20: **het geschatte grondwatertekort in mln. m³ door de uitzakking van de GLG in Stoom t.o.v. de Referentie.**

3.4 KNELPUNTEN DOOR LAAG WATER

Als gevolg van klimaatverandering kunnen er bij lagere rivierafvoeren vaker laagwatercondities optreden. Lange aaneengesloten perioden van laagwater veroorzaken knelpunten voor de waterrecreatie en de scheepvaart, wegzijging van grondwater en regionaal oppervlaktewater en soms ook problemen met het inlaten van oppervlaktewater. Voor de waterrecreatie gaat het om verlies aan inkomsten en belevingswaarde die niet wordt gemonetariseerd in de SEA. Voor de scheepvaart zijn lage waterstanden problematisch omdat de vracht toch vervoerd zal moeten worden met lagere beladingsgraden of via andere modaliteiten. Hoe lager de waterstand in de grote rivieren, hoe groter ook de drainerende

werking van deze rivieren (wegzijging). Hierdoor wordt de regionale opgave om water vast te houden, steeds groter. Deze drainerende werking is tot diep in het achterland merkbaar. Maatregelen in het Hoofdwatersysteem die de rivierwaterstand verhogen of verlagen, beïnvloeden daardoor de omvang van het watertekort in de zoetwaterregio's. In de Deltascenario's zijn de rivierafvoeren alleen afhankelijk verondersteld van klimaatverandering en niet van sociaaleconomische ontwikkelingen.

Voor de afvoer van de grote rivieren (Rijn, Maas) die voor deze situatie bepalend is, is gebruik gemaakt van de afvoeren die zijn afgeleid van de KNMI'23 scenario's en niet van de KNMI'14 scenario's zoals voor de andere effecten. Deze afvoeren zijn als voldoende betrouwbaar beoordeeld. Het gebruikte klimaatscenario voor *Stoom* is Hd. In fase 2 en KNMI'14 was het WH,dry.

De KNMI'23-gebaseerde Rijn- en Maasafvoeren worden in de zomer nog steeds lager, net als de KNMI'14-gebaseerde Rijnafvoeren. De KNMI'23-gebaseerde reeksen laten wel een iets gunstiger beeld zien voor zichtjaar 2050 en een ongunstiger beeld voor zichtjaar 2100. Voor de Maas is het beeld in 2050 ook gunstiger en voor 2100 vergelijkbaar met fase 2.

Een onderschrijding van de Rijnafvoer van 1000 m^3/s bij Lobith komt in het huidige klimaat 14 dagen per jaar voor en neemt toe tot 60 dagen per jaar in *Stoom 2100*. Voor de Maas is de afvoer 42 dagen onder de 60 m^3/s in de *Referentie*. In *Stoom 2100* neemt het aantal dagen toe naar 100 dagen, zie Tabel 12. Dit is relevant voor de scheepvaart die dan minder lading kan vervoeren en met langere wachttijden bij sluizen te maken krijgt.

Tabel 12: gem. aantal dagen per jaar met lage afvoeren (o.b.v. KNMI'23)

	$Debiet_{RIJN}$ bij Lobith < 1000 m^3/s		Debiet bij Monsin < 60 m^3/s	
	Aantal dagen	% tijd	Aantal dagen	% tijd
Referentie	14	4	42	12
Stoom 2050	29	8	74	20
Stoom 2100	60	16	100	27

3.5 KNELPUNTEN DOOR ONVOLDOENDE WATERKWALITEIT

In de toekomst kunnen we vaker en langer te maken krijgen met periodes van droogte, waarin de verdunning van verontreinigingen door lagere afvoeren afneemt. Het aantal dagen dat de waterkwaliteit onvoldoende is voor het beoogde gebruik van industrie of drinkwaterbedrijven neemt dan toe. Ook de natuur heeft last van onvoldoende waterkwaliteit.

De knelpuntenanalyse uit fase 2 laat zien dat in het *Stoom*-scenario's zowel de drinkwatersector als de industrie vaker en langer te maken gaan krijgen met overschrijdingen van de gebruikte normen. In deze fase is geen aanvullende analyse gedaan naar de effecten op de waterkwaliteit, noch naar de effecten voor de drinkwatersector en industrie. Voor drinkwaterbedrijven is de kwaliteit van het water een groter knelpunt dan de hoeveelheid. De kwaliteit als gevolg van PFAS-lozingen, medicijnresten en bestrijdingsmiddelen kan minder nauwkeurig bepaald worden met het modelinstrumentarium en is in de praktijk maatgevend. Gebruik van het modelinstrumentarium onderschat het knelpunt. Ten opzichte van de vier gemonetariseerde gebruiksfuncties (landbouw, scheepvaart, CO_2-uitstoot en funderingsrisico) is het absolute effect relatief klein.

HOOFDSTUK 4 HUIDIGE SITUATIE EN DROOGTERISICO AUTONOME ONTWIKKELINGEN

In dit hoofdstuk worden per gebruiksfunctie de resultaten en conclusies voor het nulalternatief gepresenteerd.

4.1 LAND- EN TUINBOUW

De landbouw neemt meer dan de helft van het oppervlak van Nederland in. Het areaal voor de landbouw bedraagt ca. 1,9 miljoen hectare.[42] Het overgrote deel hiervan (ca. 70%) is in gebruik voor de productie van voedergewassen (gras- of mais). Daarnaast vertegenwoordigen granen met 10 procent een relatief belangrijk deel. Hoewel voedergewassen een groot deel van het areaal innemen, is het aandeel in de toegevoegde waarde beduidend minder (25%) dan voor hoge toegevoegde waarde teelten, zoals fruit- en boomteelt en aardappelen.

In de Deltascenario's wordt voor 2050 rekening gehouden met een krimpend landbouwareaal in verband met oprukkende verstedelijking en een grotere vraag naar natuurgebieden. De afname is in het scenario *Stoom* ca. -10 procent. Daarnaast houden de scenario's rekening met veranderingen in de gewassamenstelling.

In het Deltascenario *Stoom* is een toename aangenomen van het areaal dat kan worden beregend als autonome adaptatie van de landbouw aan klimaatverandering (Tabel 13). De landbouw kan in de toekomst vaker te maken krijgen met droge periodes. Verondersteld wordt dat agrariërs hierop anticiperen en meer agrariërs zullen beschikken over een beregeningsinstallatie. Het areaal dat kan worden beregend neemt sterk toe in het Deltascenario *Stoom*, als reactie op de toenemende frequentie van droogte en de hiermee samengaande verwachte gewasopbrengstderving.

Tabel 13: ontwikkeling areaal beregening

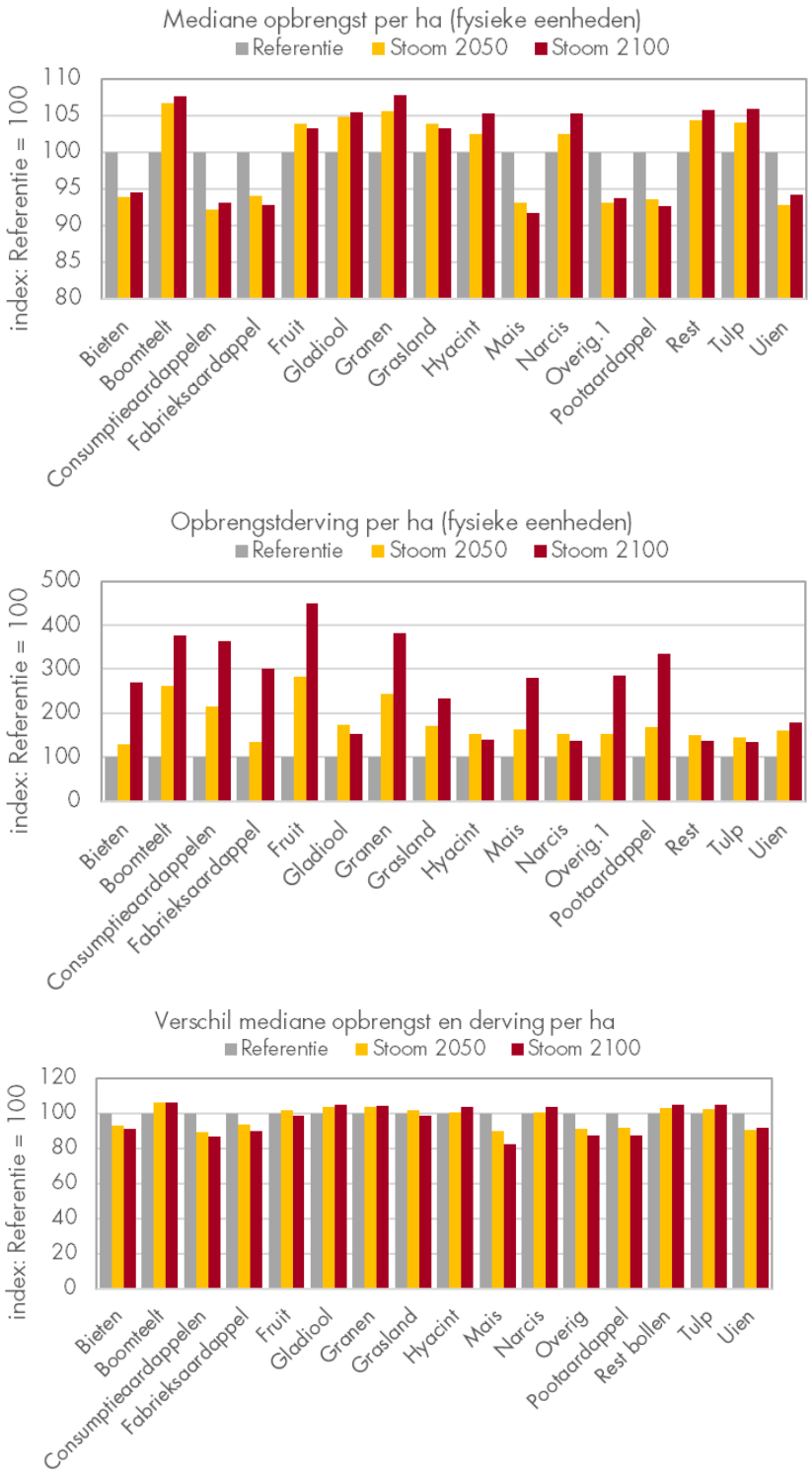
Scenario / zichtjaar	Referentie 2017	Stoom 2050	Stoom 2100
Landbouwareaal [x1000 ha]	1891	1696 (-10%)	1696 (-10%)
Beregeningsareaal uit grondwater [x 1000 ha]	183	277 (+51%)	277 (+51%)
Beregeningsareaal uit oppervlaktewater [x1000 ha]	241	380 (+58%)	380 (+58%)
Beregeningsareaal totaal [x1000 ha]	424	657 (+60%)	657 (+60%)

4.1.1 *Resultaten landbouw*

Figuur 21 geeft inzicht in de ontwikkeling van de mediane opbrengst, de opbrengstderving ten opzichte van deze mediane opbrengst en de veronderstelde 'productie' per hectare per scenario.

[42] Hier bedoeld: grasland en voedergewassen, akkerbouw en tuinbouw open grond, op basis van AGRICOM. Tuinbouw onder glas is niet meegenomen hierin, zie ook verwijzing naar scope in Hoofdstuk 2.

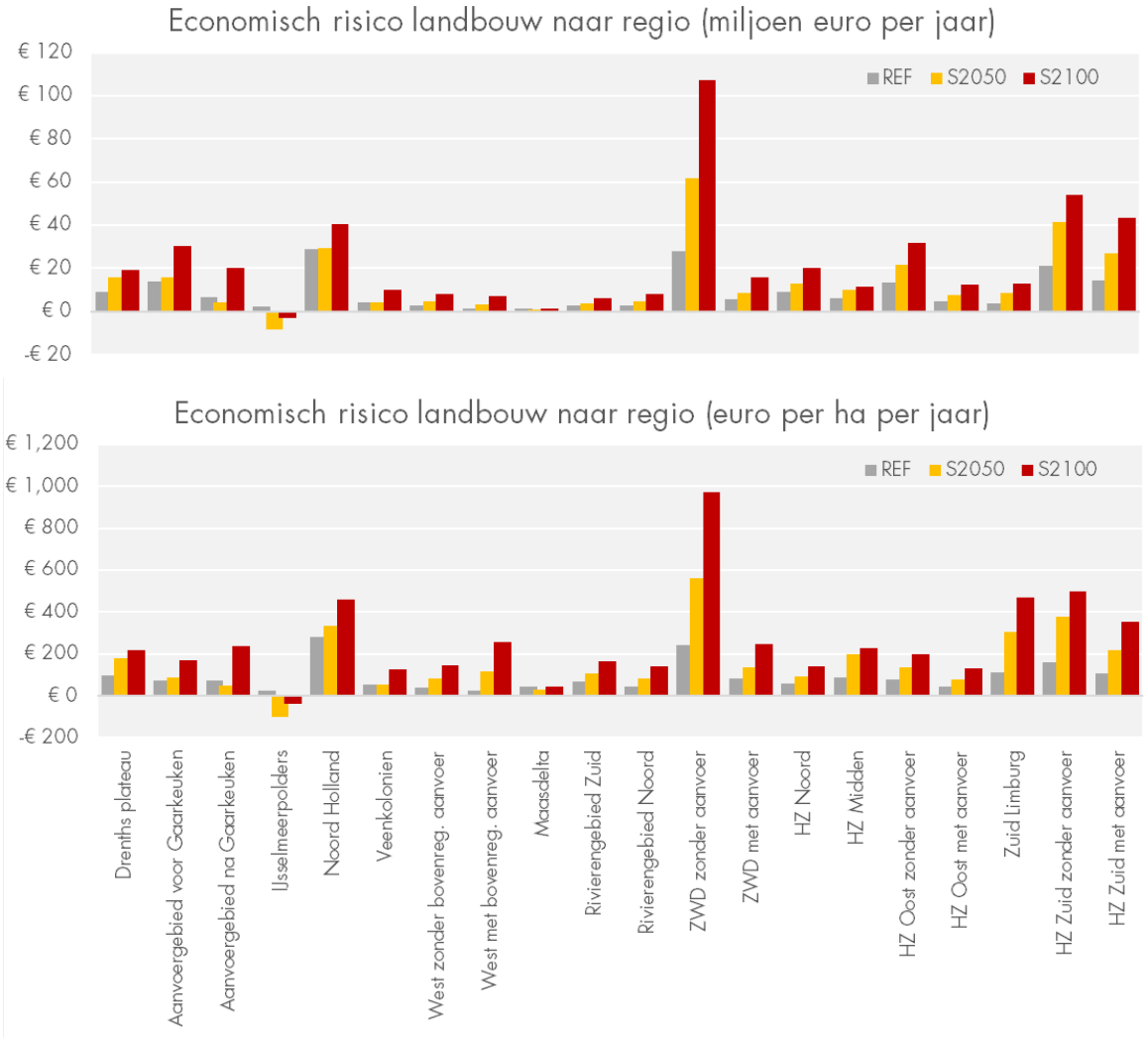
Door de nieuwe schadedefinitie is de exacte productie niet exact te bepalen. We laten daarom het verschil tussen mediane opbrengst en derving zien.



Figuur 21: vergelijking mediane opbrengst, opbrengstderving en verschil tussen mediane opbrengst en derving per hectare per gewas (resultaten zijn uitgedrukt in fysieke eenheden, kg of stuks, en genormaliseerd naar index 100 in Referentie)

Voor gras, granen, boomteelt, fruit en sierteelt neemt in *Stoom* de mediane opbrengst per ha (matig tot fors) toe als gevolg van klimaatverandering. Dit is het effect van o.a. de hogere temperaturen en CO_2-concentraties. Voor mais, bieten, aardappelen en uien is sprake van een dalende mediane opbrengst per ha.

In *Stoom* neemt de derving ten opzichte van de mediane opbrengst voor alle gewassen toe als gevolg van droogte en verzilting. De trend van *Referentie* naar *Stoom 2050* zet niet altijd door naar *Stoom 2100*. Dit zou kunnen worden verklaard doordat voor 2100 een 30-jarige klimaatreeks is gebruikt.



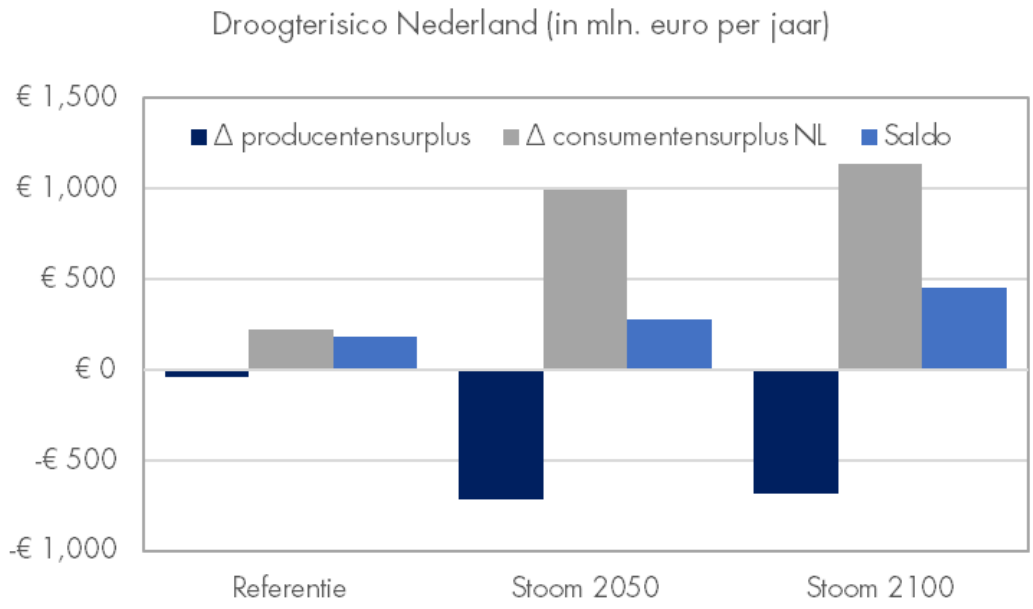
Figuur 22: economisch risico = droogterisico naar regio (incl. btw, prijspeil 2024) – absoluut (boven) en per hectare (onder)

De mediane opbrengst minus de derving (als benadering voor de actuele productie) daalt vooral voor mais, bieten, aardappelen en uien. De daling is het gevolg van een optelsom van autonome verslechtering van de productieomstandigheden voor deze gewassen (dalende mediane opbrengst per hectare) en oplopende zoetwatertekorten (droogte, verzilting). Uit de opbrengstderving en de

toename van de variabele beregeningskosten is vervolgens het economisch risico per gewas bepaald door effecten op de prijs van volumeveranderingen mee te nemen. Dit is behoudens afwenteling gelijk aan het droogterisico.

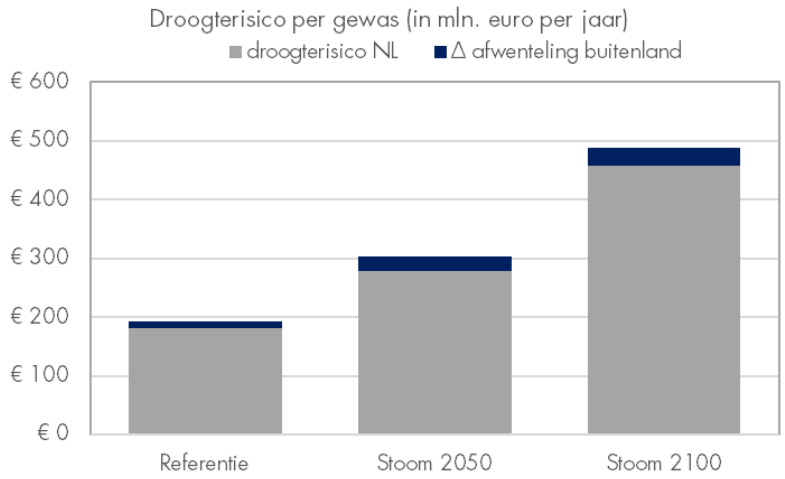
Figuur 22 (bovenste grafiek) illustreert de regionale verschillen in het optreden van het droogterisico (fase 3 schadedefinitie). Het hoogste droogterisico treedt op in de Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer en Noord-Holland (verzilting) en in de Hoge Zandgronden Zuid (watertekort). Ook per hectare hebben de Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer, Noord Holland en de Hoge Zandgronden Zuid per hectare het hoogste landbouwdroogterisico (zie Figuur 22, onderste grafiek). Deze regio's verbouwen relatief veel gewassen met veel derving per hectare door droogte of verzilting, zoals aardappelen (Zuidwestelijke Delta en Hoge Zandgronden), bollen (Noord-Holland) en bieten (Zuidwestelijke Delta). In *Stoom 2050* is voor pootaardappelen sprake van een positief effect. Door de hogere prijzen en export van het verlies aan consumentensurplus profiteert de Nederlandse economie van klimaatverandering. Dit is te zien in de regio IJsselmeerpolders waar een relatief groot aandeel pootaardappelen zorgt voor een positief droogterisico.

Het effect van productiederving en de kosten van extra beregenen (ca. 27 miljoen euro in *Stoom 2050*) wordt voor het grootste deel doorgegeven via het prijsmechanisme aan de afnemer (zie Figuur 23). Bij bieten, boomteelt, fruit, granen en tulpen draagt de producent het grootste deel van het risico. Voor mais en gras geldt een hoge mate van interne leveringen; daardoor drukt een verlies aan consumenten- en producentensurplus op dezelfde bedrijven, omdat deze gewassen voornamelijk op de eigen boerderij worden verbruikt als veevoer.



Figuur 23: verdeling droogterisico naar producent en afnemer/consument (incl. btw, prijspeil 2024)

Van het totale droogterisico is het deel 'weglek' niet meegeteld omdat het is afgewenteld via export op buitenlandse afnemers. Het gaat voor *Stoom 2050* om 25 miljoen euro bovenop het Nederlandse droogterisico van 278 miljoen, zie Figuur 24.



Figuur 24: weglek naar buitenlandse afnemers (incl. btw, prijspeil 2024)

De resultaten per zichtjaar zijn vertaald in een contante waarde van het droogterisico in 2028 (Tabel 14). Aangenomen is dat het risico na 2100 gelijk blijft.

Tabel 14: droogterisico per jaar en contante waarde droogterisico (na correctie weglek naar buitenland) in mln. euro (incl. btw, prijspeil 2024).

Scenario	Referentie	Stoom	Verschil
Jaarlijks risico 2017	€ 181	€ 181	€ 0
Jaarlijks risico 2050	€ 181	€ 278	€ 97
Jaarlijks risico 2100	€ 181	€ 457	€ 276
Contante waarde 2028	€ 7,187	€ 12,560	€ 5,373

4.1.2 *Duiding en conclusies landbouw.*

In de *Referentie* is het droogterisico in de landbouw voor Nederland per jaar ongeveer 181 miljoen euro (contante waarde € 7,2 miljard). Voor het Deltascenario *Stoom* wordt rekening gehouden met een toename van het risico tot 278 miljoen euro in 2050. Ten opzichte van het huidige risico is dit een toename van ca. 100 miljoen euro per jaar in 2050. Ten opzichte van de huidige toegevoegde waarde van de primaire productie van de sector van 14 miljard[43] is dit 1,3 procent (*Referentie*) en 2,0 procent (*Stoom 2050*). De contante waarde neemt ten opzichte van de *Referentie* met ca. 5,4 miljard euro toe.

De absolute toename van het droogterisico concentreert zich in enkele gebieden (de Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer, Noord-Holland en de Hoge Zandgronden Zuid) en gewassen (gras, consumptieaardappelen). Per hectare is het risico in de *Referentie* het grootst voor Noord-Holland (bollen) en in *Stoom* voor de Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer (bieten, consumptieaardappelen).

De toename van de fysieke opbrengsten per hectare in *Stoom* ten opzichte van de *Referentie* overstijgt voor sommige gewassen de opbrengstderving door droogte. Dit wordt veroorzaakt door gunstigere groeiomstandigheden. Voor grasland, granen, fruit, boomteelt, en bloembollen leidt klimaatverandering per saldo tot gemiddeld betere productieomstandigheden. Door prijseffecten,

[43] Toegevoegde waarde agrocomplex - De Staat van Landbouw, Voedsel, Visserij en Natuur, 2023.

kosten van beregening en afname van het areaal is dit niet goed zichtbaar in het berekende economisch en droogterisico. De uiteindelijke resultaten zijn immers mede afhankelijk van de sociaaleconomische omstandigheden zoals landgebruik en beregening volgens de Deltascenario's.

Door droogte en verzilting worden lagere fysieke gewasopbrengsten gerealiseerd dan haalbaar zijn. Ook nemen de kosten van beregening bij een warmer klimaat toe. In totaal maken de toegenomen beregeningskosten ca. 5 procent van het economisch effect voor afwenteling uit. Een deel van het risico wordt wellicht afgewenteld op afnemers in het buitenland (schatting 8%). Dit gaat om pootaardappelen, boomteelt, uien en bollen waar Nederland een deel van de productie exporteert. Zonder deze afwenteling zou het droogterisico in *Stoom 2050* 9 procent hoger liggen.

4.2 SCHEEPVAART

De economische analyse van het droogterisico voor de scheepvaart beperkt zich tot de binnenvaart op de grote rivieren (Rijn, IJssel, Maas) en de kanalen. Deze rivieren dekken het grootste deel van de transportvolumes af en vertegenwoordigen zowel de effecten op gestuwde als ongestuwde rivieren. Overige rivieren en kanalen, net als de recreatievaart, blijven buiten beschouwing.

De invloed van droogte op de bevaarbaarheid verloopt voor de Rijn en de Maas via verschillende mechanismen. In de Rijn wordt de bevaarbaarheid tijdens droogte beperkt doordat de vaardiepte op een aantal kritieke punten in Nederland en Duitsland afneemt, waardoor schepen niet meer volledig beladen kunnen varen. De Maas is een gestuwde rivier, waardoor de diepgang vrijwel altijd op peil blijft. Het schutten van schepen door de sluizen bij de stuwen verplaatst echter aanzienlijke hoeveelheden water, waardoor bovenstrooms watertekort kan ontstaan. Daarom wordt op de Maas tijdens droogte het aantal schuttingen beperkt. Dat leidt tot economische schade door de langere reistijd.

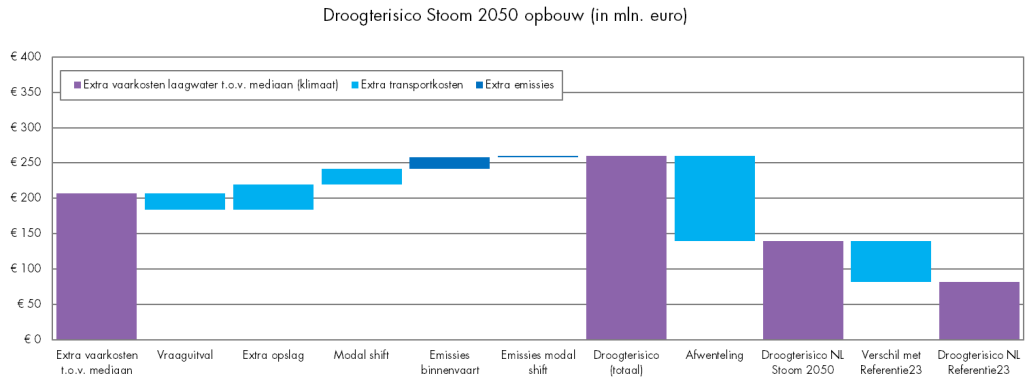
Een belangrijk deel van de vracht is gesitueerd op de corridor Rotterdam-Lobith (Waal en Bovenrijn), op het Schelde-Rijnkanaal richting Antwerpen en binnen de Rijnmaasmonding (Oude en Nieuwe Maas) bij de haven van Rotterdam. In een droge periode zal als gevolg van lage waterstanden vaker moeten worden gevaren met lagere bezetting om dezelfde hoeveelheid vracht op de plaats van bestemming te krijgen. Per saldo resulteert dit in hogere vaarkosten. Bij te lage waterstanden bestaat daarnaast het risico dat vrachten niet meer per binnenvaartschip kunnen worden vervoerd.

4.2.1 *Resultaten scheepvaart*

Het droogterisico neemt in de Deltascenario's fors toe ten opzichte van de *Referentie*. Dit komt doordat:

1. er vaker laagwatersituaties zijn met extra kosten tot gevolg,
2. het scheepvaartvervoer toeneemt tussen nu en 2050,
3. de omvang van overlast, extra kosten en emissies bij meer scheepvaarbewegingen groter is.

Omdat het DPZW verantwoordelijk is voor het klimaateffect, zijn de resultaten gecorrigeerd voor punt twee, de toename van het scheepvaartverkeer. Deze wordt niet meegerekend in de verdere analyse en in de opbouw in Figuur 25, maar heeft een veel groter effect dan het klimaatrisico. Het resterend economisch risico is het droogterisico. De extra vaarkosten door de toename van het scheepvaartverkeer zijn niet meegeteld.

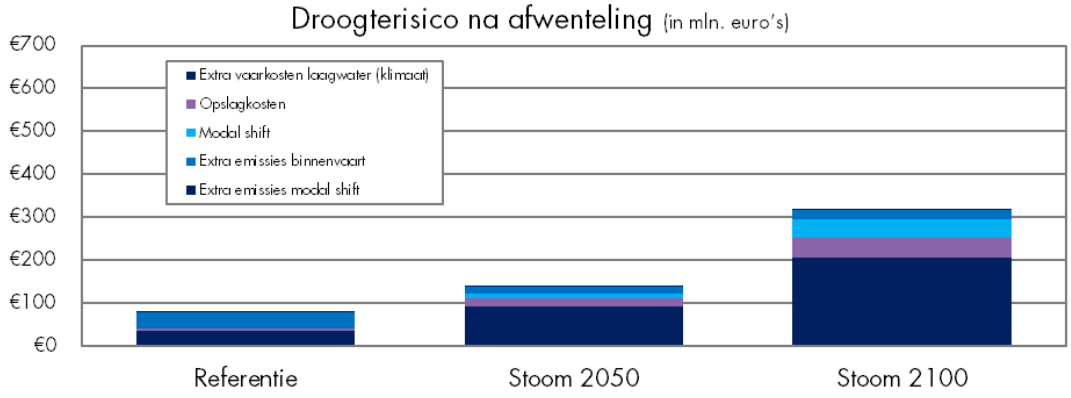


Figuur 25: opbouw verwachtingswaarde droogterisico Stoom 2050 (incl. btw, prijspeil 2024)

De lagere waterstanden zorgen ervoor dat schepen vaker varen met een lagere beladingsgraad. Hierdoor stijgen de gemiddelde kosten van het vervoer en de emissies van de binnenvaart. De toename van de vaarkosten zorgt ervoor dat bepaalde afnemers afhaken (vraaguitval), en dat lading tijdelijk opgeslagen wordt waarvoor investeringen nodig zijn (extra opslag). Als de vracht te lang moet wachten dan schakelt men over op andere modaliteiten. Dit levert extra kosten voor de vervoerder / verlader (modal shift) op en extra emissies (broeikasgassen en milieuemissies) door de inzet van andere modaliteiten.

Het risico van een toename van het droogterisico wordt verondersteld te worden doorbelast aan de afnemers in de vorm van hogere prijzen. De binnenvaartsector haalt een belangrijk deel van zijn omzet uit de export, ca. 50 procent. Op die manier wordt circa 50 procent van het risico in daadwerkelijke kosten geëxporteerd (afwenteling). Het gaat daarbij om de daadwerkelijke kosten, niet de externe kosten van de emissies.

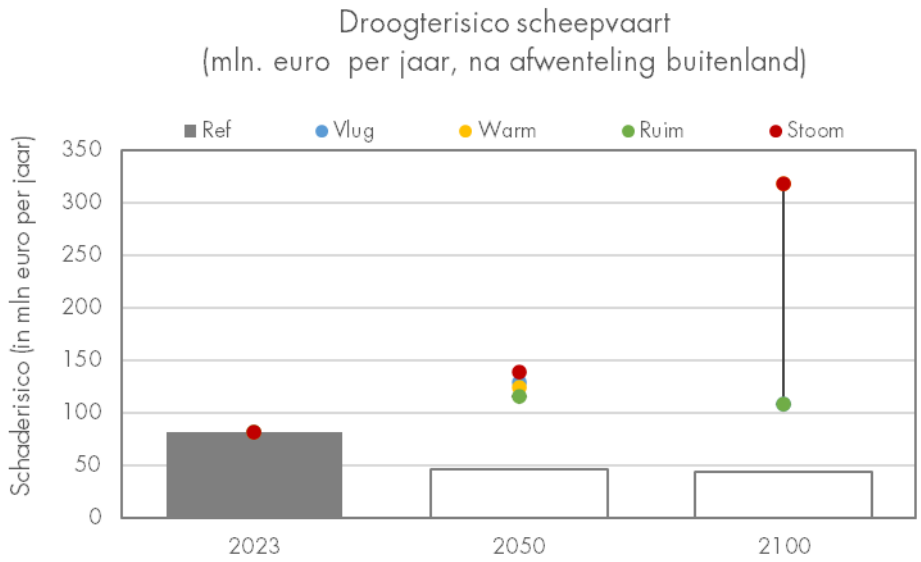
Het afwentelen is niet mogelijk voor de extra emissies als gevolg van extra vaarbewegingen en transport over de weg. Door het verduurzamen van de binnenvaartvloot en het vrachtvervoer vormen deze emissies wel een steeds kleiner aandeel van het droogterisico, zie Figuur 26.



Figuur 26: opbouw droogterisico na afwenteling (incl. btw, prijspeil 2024).

In alle Deltascenario's neemt het droogterisico voor de scheepvaart toe. Voor de scenario's *Stoom* en *Warm* is het negatieve economische effect het grootst. In *Vlug* en *Ruim* is de toename relatief

beperkt (zie Figuur 27). De schade in *Referentie* neemt af in 2050 en 2100 doordat door verduurzaming de emissies afnemen.



Figuur 27: ontwikkeling verwachtingswaarde droogterisico per zichtjaar en scenario (incl. btw, prijspeil 2024)

De resultaten per zichtjaar zijn vertaald in een contante waarde van het droogterisico in basisjaar 2028 (Tabel 15). De contante waarde (CW) is bepaald voor twee uitgangspunten: één waarin het risico na 2050 gelijk blijft, en één waarin het risico geleidelijk verandert tot 2100 en daarna gelijk blijft

Tabel 15: contante waarde en droogterisico in mln. euro. (incl. btw, prijspeil 2024)

Scenario	Ref 2023	Vlug	Ruim	Stoom	Warm
Droogterisico 2023	€ 81	€ 81	€ 81	€ 81	€ 81
Droogterisico 2050	€ 47	€ 130	€ 116	€ 139	€ 125
Droogterisico 2100	€ 44		€ 108	€ 319	
Uitgangspunt 1: risico na 2050 gelijk					
CW vanaf 2028	€ 2.181	€ 4.885	€ 4.421	€ 5.189	€ 4.717
CW t.o.v. Referentie	€ 0	€ 2.704	€ 2.240	€ 3.008	€ 2.536
Uitgangspunt 2: risico na 2100 gelijk					
CW vanaf 2028	€ 2.151		€ 4.334	€ 7.312	
CW t.o.v. Referentie	€ 0		€ 2.184	€ 5.161	

4.2.2 *Duiding en conclusies*

Het Nederlands droogterisico voor de scheepvaart is in de huidige *Referentie* ongeveer 81 miljoen euro per jaar (contante waarde € 2,2 miljard, prijspeil 2024). Hiervan betreft 40 miljoen euro extra emissies door droogte.

De ontwikkeling van het droogterisico neemt in 2050 in beperkte mate toe naar 116 (*Ruim*) tot 139 miljoen euro (*Stoom*). Voor de Deltascenario's *Ruim* en *Vlug* gaat dit om een grotere toename dan in fase 2 bepaald is (*Ruim* en *Vlug* nu 116 en 130 miljoen in 2050; was *Rust* 70 en *Druk* 74

miljoen euro). Dit komt doordat de gematigde scenario's (*Ruim* en *Vlug*) uit nieuwe Deltascenario's veel meer klimaatverandering laten zien dan de gematigde scenario's (*Rust* en *Druk*) in de Deltascenario's 2017.

Voor *Stoom* loop het risico in 2100 verder op tot ca. 319 miljoen euro in 2100, terwijl het risico in de *Referentie*situatie daalt naar 44 miljoen euro. Dit komt door de te verwachten verduurzaming van de binnenvaart en de alternatieve transportmodaliteiten. De contante waarde voor *Stoom* komt in dit scenario uit op 7,3 miljard euro ten opzichte van een waarde van 2,2 miljard euro in de *Referentie*.

In bovenstaande bedragen is er rekening mee gehouden dat de scheepvaartsector het laagwaterrisico op de transportkosten (niet de emissies) in belangrijke mate via de prijs kan afwentelen op afnemers, waarvan ongeveer de helft buitenlandse klanten. Het totale risico is derhalve bijna 2x zo hoog als risico voor Nederland voor wat betreft de transportkosten. De helft kan immers worden afgewenteld op buitenlandse afnemers.

Veruit het grootste deel van de extra transportkosten door laag water (bijna 60% voor de *Referentie* en ruim 70% voor de Deltascenario's in 2050) bestaat uit de extra vaarkosten inclusief vraaguitval die worden gemaakt doordat het bij lagere afvoeren nodig is vaker te varen in verband met aanpassing van de beladingsgraad.

Het overige deel van de extra transportkosten bestaat uit kosten voor het tijdelijk opslaan van vracht, de meerkosten van het vervoer per weg of spoor, extra structurele capaciteit voor spoor, weg en opslag. De kosten voor extra opslag en transport via andere modaliteiten bedragen bijna 10 procent in *Referentie* en ruim 20 procent in 2050. In *Stoom 2100* neemt dit aandeel toe tot bijna 30 procent. Het aanvullende droogterisico bovenop de transportkosten (zonder afwenteling) als gevolg van extra emissies verloopt van ruim 30 procent van het droogterisico in de *Referentie23*, via 7 procent in 2050 naar 4 procent in 2100. Als rekening gehouden wordt met de afwenteling, dan is het aandeel van de emissies in de *Referentie* bijna 50 procent van het Nederlandse droogterisico. Hoewel het droogterisico van emissies in de Referentie substantieel is, neemt de impact hiervan in de toekomst af door het verduurzamen van de binnenvaartvloot en van het vrachtvervoer, ondanks de jaarlijks stijgende CO_2-prijs. Per saldo leidt de combinatie van afnemende uitstoot en stijgende prijzen tot een forse daling.

Ten opzichte van de totale toegevoegde waarde á circa 2,7 miljard euro[44] per jaar in de binnenvaartsector is het droogterisico (zonder emissies, na afwenteling) 2 procent in de *Referentie23*. De toename van het risico in *Ruim* en *Stoom* ten opzichte van huidige toegevoegde waarde is 4 procent in *Ruim* en *Stoom 2050* en 11 procent in *Stoom 2100*. Bij een groei van het aantal scheepvaartbewegingen mag worden aangenomen dat ook de toekomstige toegevoegde waarde toeneemt. Het risico van 4 procent van de huidige toegevoegde waarde in *Stoom 2050* en 11 procent in *Stoom 2100* zal lager uitkomen als het wordt vergeleken met de toekomstige toegevoegde waarde, maar naar verwachting wel hoger zijn dan in de *Referentie*.

4.3 BODEMDALING EN CO_2-UITSTOOT

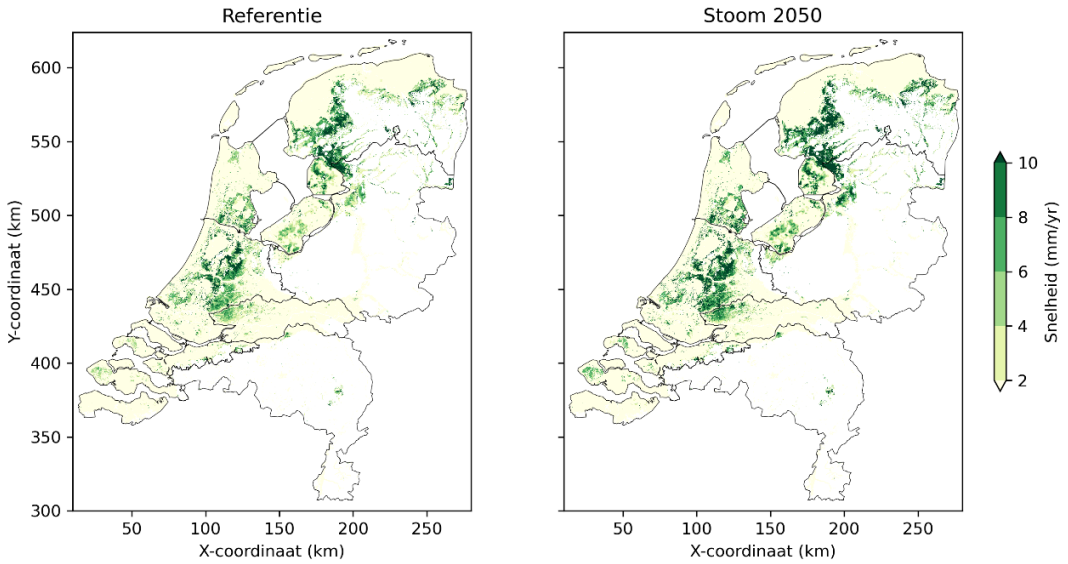
Er is geen specifieke zoetwateropgave gedefinieerd voor de mate van bodemdaling of CO_2-uitstoot vermindering. De inschatting van het risico in het nulalternatief kan wel gebruikt worden om de

[44] Maritieme Monitor 2024, Nederland Maritiem Land (2024).

ambitie te onderbouwen om de GLG te verhogen of in ieder geval niet verder te laten dalen. Bij een gelijkblijvende GLG in de veen- en moerige gronden kan de extra bodemdaling en de uitstoot van CO_2 die daarvan het gevolg is, worden tegengegaan.

4.3.1 *Resultaat nulalternatief*

Het nulalternatief is door Deltares bepaald voor *Referentie* en *Stoom 2050* aan de hand van de basisprognoses 2018 waarin het voorkeurspakket van fase 2 aan maatregelen is uitgevoerd. Figuur 28 laat zien dat het ruimtelijk patroon van bodemdaling hetzelfde blijft bij klimaatverandering, maar dat de snelheid toeneemt.

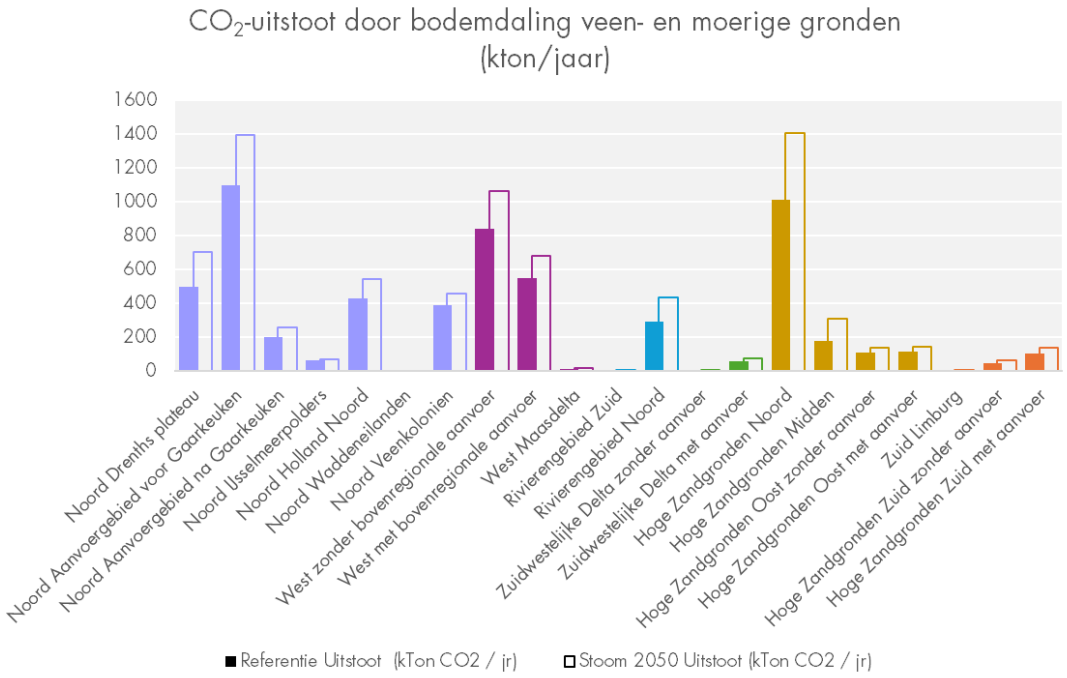


Figuur 28: bodemdalingssnelheid (overgenomen uit Deltares 2025)

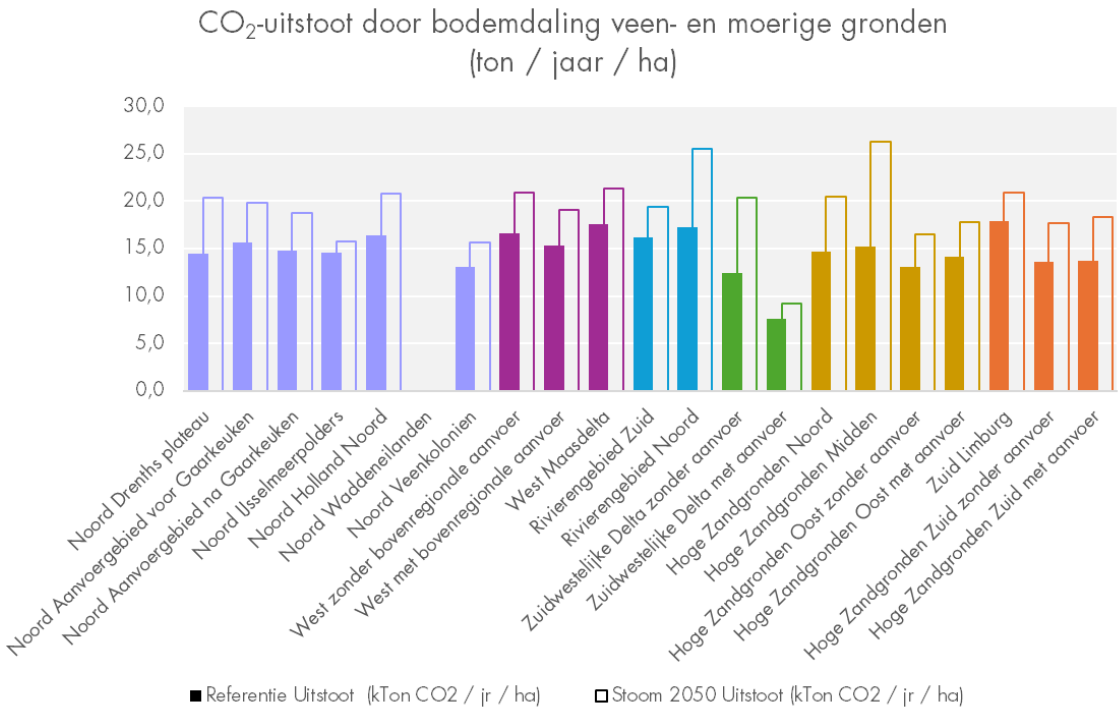
De hoeveelheid CO_2 die gemiddeld vrijkomt per jaar bij deze bodemdalingssnelheden is door Deltares berekend en hier per deelregio weergegeven in Figuur 29.

De grootste bijdragen aan de uitstoot levert de zoetwaterregio Noord, gevolgd door de Hoge Zandgronden Oost en West Nederland. Dit heeft o.a. te maken met het grote oppervlak aan veen en moerige gronden. Per hectare valt het effect in Rivierengebied op, zie Figuur 30. De uitstoot per hectare is voor deze zoetwaterregio gemiddeld het hoogst zowel in de *Referentie* als in *Stoom 2050*. Daarna volgen de zoetwaterregio's West en de Hoge Zandgronden Oost.

De toename per hectare in *Stoom 2050* ten opzichte van de *Referentie* is gemiddeld 29 procent maar varieert sterk. In de IJsselmeerpolders is de toename 8 procent, maar in de Zuidwestelijke Delta met aanvoer 64 procent en op de Hoge Zandgronden Midden 76 procent.



Figuur 29: CO_2-uitstoot per jaar (totalen) uit moerige en veenbodems (data uit Deltares 2025)



Figuur 30: CO_2-uitstoot per jaar *per hectare* uit moerige en veenbodems (data uit Deltares 2025)

De CO_2-uitstoot is gemonetariseerd door deze te vermenigvuldigen met de efficiënte CO_2-prijs. We hebben gekozen voor de CO_2-prijzen van het WLO-scenario Hoog Snel. Elk jaar neemt de

CO_2-prijs toe met de discontovoet (2,25%). Voor 2028 (basisjaar) is de prijs 141 euro per ton CO_2 (excl. btw), en 167[45] euro inclusief productgebonden belastingen.

Deze resultaten zijn vertaald in een contante waarde van het totale droogterisico in basisjaar 2028 (Tabel 16). De contante waarde (CW) is bepaald voor de situatie waarin de uitstoot per hectare na 2050 gelijk blijft omdat er geen gegevens voor de periode na 2050 beschikbaar zijn.

Na 2050 neemt wel de CO_2-prijs toe. Hierdoor is het jaarlijks risico in 2100 veel hoger dan in 2050 hoewel de berekende uitstoot gelijk blijft. De contante waarde is wel gelijk.

In Tabel 16 is in kolom 2 en 3 de contante waarde getoond voor de *Referentie* en *Stoom* bij oplopende waarden van de efficiënte CO_2-prijzen. Het welvaartseffect van het *Stoom*-scenario is dan gelijk aan 25 miljard euro. Om het effect van de CO_2-prijs te laten zien, is het risico ook bepaald wanneer de CO_2-prijs in alle jaren gelijk wordt verondersteld aan het basisjaar 2028 (rechterkolommen). Het welvaartseffect is dan zo'n 15 miljard euro lager, nl. 10 miljard euro. De CO_2-prijs kan sterk variëren, afhankelijk van de discontovoet en het verwachte WLO-scenario. Als de discontovoet verandert, zal ook het verloop van de efficiënte CO_2-prijs veranderen. Bij een ander WLO-scenario kunnen de contante waarden 19 procent lager (Hoog Vertraagd) zijn of 135 procent hoger (Laag Snel).

Tabel 16: contante waarde economisch risico en droogterisico in mln. euro. (incl. btw, prijspeil 2024)

	CO_2-prijzen WLO-scenario Hoog Snel		CO_2-prijs 2028 WLO-scenario Hoog Snel	
Scenario in mln. Euro (Hoog Snel)	**Ref 2017**	**Stoom**	**Ref 2017**	**Stoom**
Economisch risico 2017	€ 664	€ 664	€ 1,008	€ 1,008
Economisch risico 2050	€ 1,645	€ 2,122	€ 1,008	€ 1,300
Economisch risico 2100 (hogere CO_2-prijs)	€ 4,211	€ 5,433	€ 1,008	€ 1,300
CW vanaf 2028 risico na 2050 gelijk	€ 94,361	€ 119,484	€ 40,969	€ 50,919
CW risico na 2050 gelijk t.o.v. Referentie	€ 0	€ 25,123	€ 0	€ 9,950

4.3.2 *Duiding en conclusies*

In de huidige situatie is sprake van CO_2-uitstoot door bodemdaling ter grootte van 6,03 miljoen ton per jaar. In *Stoom 2050* loopt dit verder op tot 7,78 miljoen ton per jaar. In 2100 zal de uitstoot naar verwachting verder zijn opgelopen. Dit is niet bepaald.

Zoetwaterregio's met een groot oppervlak aan veen en moerige gronden hebben de grootste bijdrage aan de CO_2-uitstoot. Dit gaat om de regio Noord (2,7 miljoen ton per jaar in de *Referentie*, 3,4 miljoen ton in *Stoom*), gevolgd door West en de Hoge Zandgronden Oost (beide 1,4 miljoen ton in *Referentie*). De toename is groter op de Hoge Zandgronden Oost. Daar stijgt de uitstoot in *Stoom 2050* naar 2,0 miljoen ton per jaar, terwijl in West een toename tot 1,8 miljoen ton is gemodelleerd.

Per hectare is de zoetwaterregio met de hoogste gemiddelde uitstoot in de *Referentie* en in *Stoom* het Rivierengebied. De deelregio Hoge Zandgronden Midden heeft te maken met de grootste toename per hectare.

[45] Productgebonden belastingen en subsidies waaronder btw zijn bij btw-percentages van 9 procent en 21 procent gemiddeld gelijk aan 18,8 procent verondersteld.

Afhankelijk van de CO_2-prijs kan het economisch risico fors uiteenlopen. Bij gebruik van efficiente CO_2-prijzen en een midden scenario uit de nieuwe WLO-scenario's gaat het om 25 miljard euro economisch risico (contante waarde) in *Stoom*. Dit bedrag is een onderschatting als na 2050 de CO_2-uitstoot verder toeneemt bij verdere klimaatverandering en als sprake is van bijvoorbeeld WLO-scenario Laag Snel. Het economisch risico is dan 59 miljard euro. Bij het WLO-scenario Hoog vertraagd is het economisch risico 20 miljard euro.

Slechts een deel van het economisch risico kan worden beschouwd als droogterisico. Peilbeheerkeuzes in plaats van peilbeheertekorten zijn verantwoordelijk voor een deel van de schade (in de peilbeheerde gebieden). Welk deel van de CO_2-uitstoot precies veroorzaakt wordt door zoetwatertekorten, is niet bepaald. Het deel dat als zoetwateropgave en droogterisico moet worden beschouwd is daardoor niet bekend. Als wordt gekozen om het peil in de veengebieden te verhogen, zal een groter deel de verantwoordelijkheid van het Deltaprogramma Zoetwater en onderdeel van de zoetwateropgave worden.

4.4 FUNDERINGSRISICO NULALTERNATIEF

Er is geen specifieke zoetwateropgave gedefinieerd voor het verminderen of voorkomen van schade aan funderingen. De inschatting van het risico in het nulalternatief kan wel gebruikt worden om aan te tonen wat de waarde is van het voorkomen van verdere grondwaterstanddaling en bodemdaling. Bij een gelijkblijvende grondwaterstand kunnen extra bodemdaling en daardoor extra herstelkosten deels worden tegengegaan.

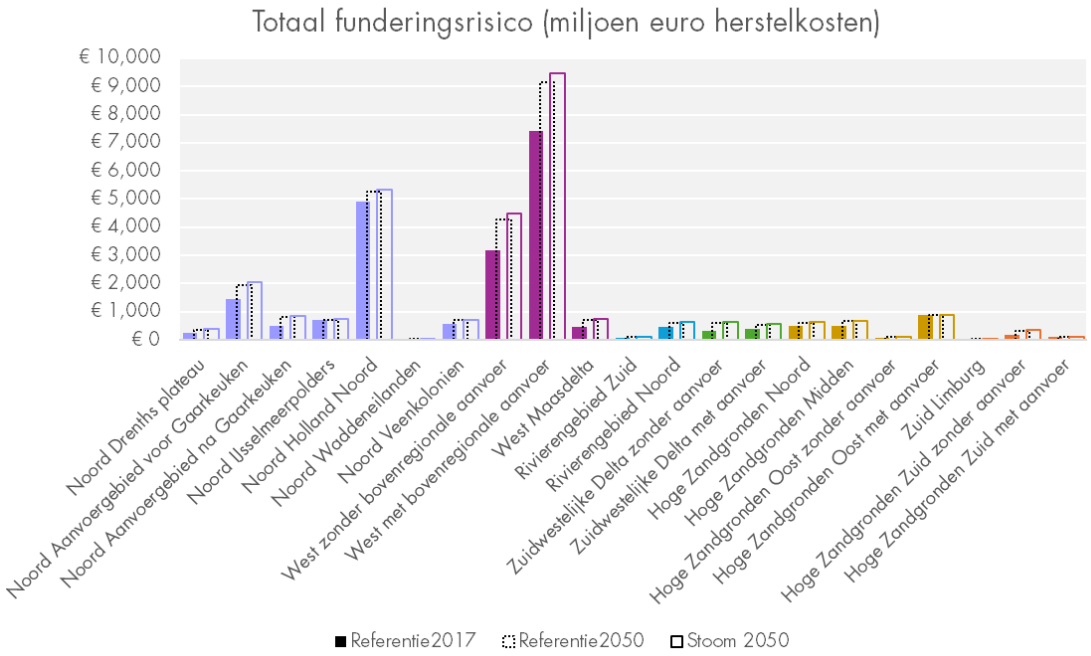
4.4.1 *Resultaat nulalternatief*

Het nulalternatief voor het funderingsrisico is door Deltares bepaald voor de *Referentie 2017* en *Stoom 2050* aan de hand van dezelfde data als gebruikt voor de CO_2-uitstoot door bodemdaling: namelijk de basisprognoses 2018 waarin het voorkeurspakket aan maatregelen voor fase 2 is uitgevoerd.

De herstelkosten die gemiddeld nodig zijn om de houten en ondiepe funderingen op veengronden en slappe kleigebieden, te herstellen zijn door Deltares bepaald en per deelregio weergegeven in Figuur 31. In totaal gaat het om 22,98 miljard euro in de *Referentie 2017* en 29,51 miljard euro in *Stoom 2050*. Slechts een deel van deze toename in kosten is aan klimaatverandering van de *Referentie* naar *Stoom* toe te schrijven. Een groot deel (gemiddeld 85%[46]) is het gevolg van reguliere veroudering van het woningbestand als gevolg van de schade door lage grondwaterstanden en bodemdaling die al is opgetreden in de *Referentie 2017*.

Dat betekent dat als de schade in *Referentie 2017* niet wordt hersteld de benodigde herstelkosten oplopen tot 22,98 miljard plus 85 procent van de het verschil in herstelkosten tussen *Stoom 2050* en *Referentie* (6,53 miljard euro). De herstelkosten in 2050 voor het *Referentie* klimaat bedragen dus: 28,53 miljard euro.[47] Het klimaateffect in *Stoom 2050* is gelijk aan 0,98 miljard euro.[48]

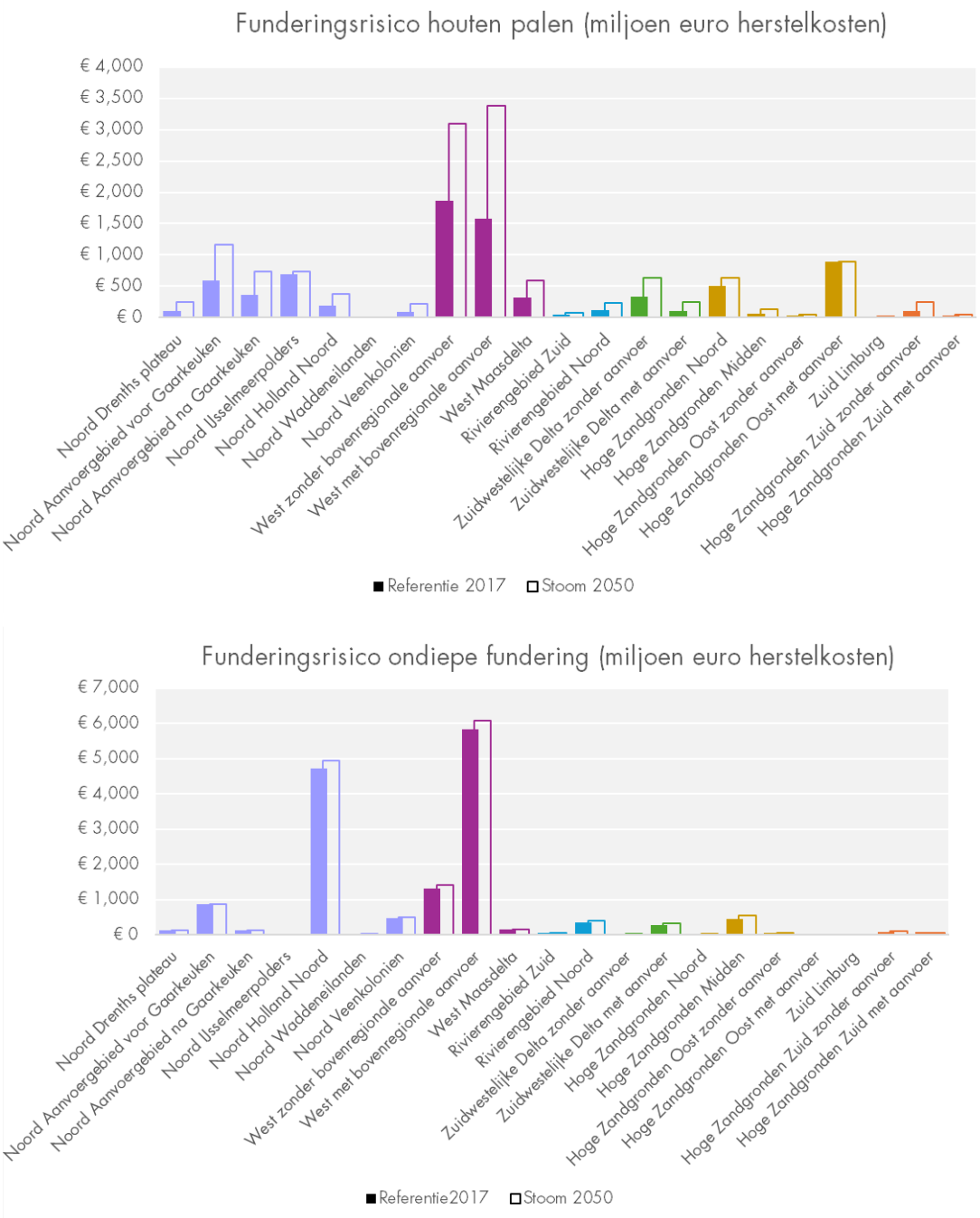
[46] Dit gemiddelde is landelijk geschat en geldt volgens de zoetwaterregio ZON niet voor dit gebied. Funderingsschade is relatief nieuw voor deze zoetwaterregio. Sinds 2018 is er voor het eerst sprake van droogteschade op de zandgronden.
[47] 22,98 miljard euro + 85% x 6,53 miljard euro = 28,53 miljard euro.
[48] 29,51 miljard euro – 28,53 miljard euro = 0,98 miljard euro.



Figuur 31: Herstelkosten (totalen) houten en ondiepe funderingen (data uit Deltares 2025)[49]

De grootste kosten zijn terug te vinden in de zoetwaterregio West gevolgd door Noord. Het hoge risico voor West Nederland wordt verklaard door het grote aantal woningen, de verwachte bodem- en GLG-daling en het grote aandeel van zowel houten als ondiepe funderingen. Dezelfde situatie is van toepassing op de deelregio Noord-Holland. Slechts een klein deel is het gevolg van een toename van een extremer klimaat. Het merendeel van de herstelkosten wordt veroorzaakt door schade die nu al is ontstaan en die verder oploopt als het klimaat niet verandert, maar de grondwaterstanden blijven zoals in 2017.

[49] Het aandeel van de veroudering (85%) van de toename in funderingsrisico tussen de *Referentie 2017* en *Stoom 2050* is alleen bekend voor het totale funderingsrisico, niet per deelregio. Hier is gestippeld weergegeven wat de waarde zou zijn als de verhouding 85% voor alle deelregio's geldt.



Figuur 32: Herstelkosten vergelijking houten (boven) en ondiepe funderingen (onder) (data uit Deltares 2025)

De toename in *Stoom 2050* ten opzichte van de *Referentie* in 2017 is gemiddeld 28 procent, maar varieert sterk. Van 0 procent in Zuid-Limburg tot 87 procent in de Hoge Zandgronden Zuid zonder aanvoer. Het economisch risico van houten funderingen is verantwoordelijk voor het grootste aandeel in de toename. Dit is zichtbaar door in Figuur 32 de bovenste grafiek met de onderste te vergelijken.

De resultaten voor 2050 zijn vertaald naar een contante waarde van het totale economisch en het totale droogterisico uit 2050 in basisjaar 2028 (Tabel 17). De herstelkosten worden daarvoor van 2050 naar 2028 verdisconteerd.

Voor de *Referentie* bestaan de herstelkosten uit de herstelkosten in 2017 plus de extra herstelkosten als gevolg van veroudering. Deze waren alleen te voorkomen geweest als in 2017 het herstel was uitgevoerd. Het economisch risico in de *Referentie* is vooral het gevolg van bewuste peilbeheerkeuzes en grondwateronttrekkingen in het verleden en niet van peilbeheertekorten of klimaat. Deze schade is daarmee niet de verantwoordelijkheid van het Deltaprogramma Zoetwater, zolang peilbeheerkeuzes niet worden aangepast. Het droogterisico in de *Referentie* is daarom nihil verondersteld.

Voor *Stoom* liggen de herstelkosten hoger en bevatten ze ook het effect van de verdere klimaatverandering. Het verschil in droogterisico tussen *Stoom* en *Referentie* is bijna 1 miljard euro in 2050, maar uitgedrukt in de contante waarde in 2028 bedraagt het verschil 601 miljoen euro. Het totale economisch risico is veel groter, maar kan niet of nauwelijks worden teruggedraaid door het peil te verhogen. Hiermee wordt alleen extra schade voorkomen en mogelijk een deel van de veroudering vertraagd.

Tabel 17: contante waarde economisch risico en droogterisico (BP2028) in mln. euro. (incl. btw, prijspeil 2024)

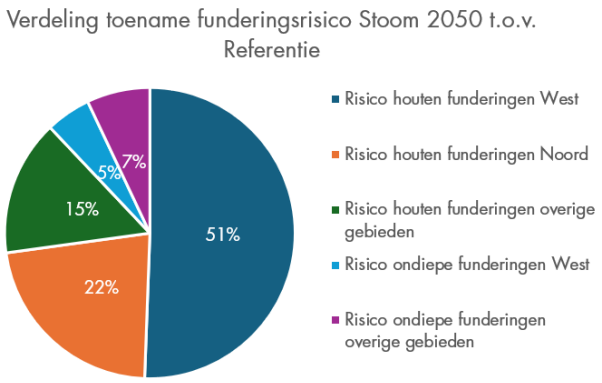
Scenario in mln. Euro	Referentie	Stoom	Verschil
Herstelkosten fundering in 2017	€ 22,978	€ 22,978	€ 0
Herstelkosten a.g.v. veroudering in 2050 als niet wordt hersteld in 2017	€ 5,554	€ 5,554	€ 0
Klimaateffect op herstelkosten	€ 0	€ 980	€ 980
Totale herstelkosten in 2050	€ 28,532	€ 29,512	€ 980
Contante waarde economisch risico in 2028	€ 17,488	€ 18,089	€ 601
Contante waarde droogterisico in 2028	€ 0	€ 601	€ 601

4.4.2 *Duiding en conclusies*

In de huidige situatie is het berekende economisch risico van funderingsschade 23,0 miljard euro en in *Stoom 2050* kan dit oplopen naar 29,5 miljard euro. Na 2050 neemt het economisch risico naar verwachting toe door verdere GLG- en bodemdaling. Dit is echter niet onderzocht.

Slechts een deel van het economisch risico kan worden beschouwd als droogterisico. Peilbeheerkeuzes in plaats van peilbeheertekorten zijn verantwoordelijk voor de ontstane funderingsschade. Bovendien kan schade die in het verleden is ontstaan niet meer worden teruggedraaid. Als beïnvloedbaar droogterisico beschouwen we het verschil in de herstelkosten in *Stoom 2050* en de herstelkosten in de *Referentie* verouderd tot 2050. De toename van dit economisch risico is het gevolg van een verdere daling van de grondwaterstand door droogte, niet door peilbeheerkeuzes.

Dit verschil in 2050 concentreert zich op het risico van houtenpalen in de zoetwaterregio West. Dit komt overeen met 51 procent van het risico.



Figuur 33: verdeling toename funderingsrisico Referentie – Stoom 2050

Maatregelen die daling van de grondwaterstand tegengaan kunnen met name in West Nederland het economisch risico beperken. Een verhoging van de grondwaterstand die verdergaat dan de uitzakking van *Stoom* ten opzichte van *Referentie* kan mogelijkerwijs een deel van de 'veroudering' van vooral de schade van de houten palen tegengaan (het merendeel van de 85 procent van de toename tussen *Referentie* en *Stoom*). De schade in de *Referentie 2017* kan echter niet meer ongedaan worden gemaakt en evenmin de veroudering van 2017 tot het moment dat een maatregel operationeel is.

Het welvaartsverlies dat aan een zoetwatertekort kan worden toegerekend in een *Stoom*-scenario bedraagt in 2028 ongeveer 600 miljoen euro. Dit is drie procent van de herstelkosten van funderingen (in contante waarde). De overige 97 procent zijn al ontstaan door peilbeheerkeuzes in het verleden die voor verdere verouderingsschade zorgen, maar niet meer kunnen worden tegengegaan en alleen beperkt kunnen worden door snel herstel.

4.5 OVERIGE FUNCTIES

De economische effecten zijn vooralsnog alleen bepaald voor de gebruiksfuncties die naar verwachting de grootste effecten van droogte ondervinden: landbouw, scheepvaart, CO_2-uitstoot door bodemdaling en funderingsrisico. De CO_2-uitstoot en het funderingsrisico zijn deze fase voor het eerst betrokken in de analyse. De effectmodules zijn nog minder ontwikkeld dan voor landbouw en scheepvaart.

Dit keer is er geen aanvullende analyse gedaan voor drinkwater, industrie en natuur. De effecten op andere gebruiksfuncties zoals recreatie en energie zijn naar verwachting verwaarloosbaar. Van de stedelijke functies is alleen funderingsrisico meegenomen. Schade aan stedelijk groen en hittestress zijn niet meegenomen omdat ze onderdeel uitmaken van het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie. Het totale droogterisico is daardoor onderschat.

Drinkwater

De drinkwaterindustrie benut zowel oppervlaktewater als grondwater voor de productie van drinkwater.

Bij te hoge opgeloste stoffen zoals medicijnresten, organische microverontreinigingen en chloride (verzilting) in het oppervlaktewater wordt de inname gestaakt of is extra zuivering van het water nodig. Dit brengt extra kosten met zich mee voor buffers om een dergelijke periode te overbruggen of voor de extra zuivering. Hoe vaak de concentraties te hoog zijn voor de inname is in deze

fase niet beoordeeld en de drinkwaterindustrie herkende de resultaten van fase 2 niet. Volgens de drinkwaterindustrie treden er in de praktijk vaker problemen op dan destijds geprognosticeerd. Er is daarom in deze fase geen inschatting van het nulalternatief gepresenteerd. Indien individuele maatregelen het aantal dagen of het volume dat kan worden ingenomen vergroten, zal op basis van de zuiveringskosten per m^3 een inschatting worden gemaakt.

Ook de grondwaterwinning heeft last van klimaatverandering door oplopende neerslagtekorten en een toenemende watervraag. Specifiek voor grondwaterwinning neemt daarnaast de financiële compensatielast toe: de Stichting Droogteschade Waterwinning claimt namens 1.400 boeren een miljoenenschade tegen acht drinkwaterbedrijven, omdat de droogteschade door grondwateronttrekking voor drinkwaterproductie groter zou zijn dan de huidige vergoeding dekt.[50]

Droogte veroorzaakt tot slot ook schade aan de drinkwaterinfrastructuur zelf, ongeacht of het gaat om oppervlaktewater- of grondwaterwinning. Bij aanhoudende droogte klinken klei- en veengronden in, waardoor ongelijkmatige zettingen langs de lengte-as van leidingen buigspanningen veroorzaken die tot leidingbreuken leiden. Dit risico treedt ook op bij herstelregens, wanneer de grond opnieuw in beweging komt.[51]

Vooralsnog wordt aangenomen dat de drinkwatersector grondwater zal blijven onttrekken tijdens droge perioden, ook al wordt daarbij de vergunning overschreden. Eventuele boetes voor drinkwaterbedrijven zijn een financiële overdracht van de ene (semi-)overheid naar de andere. Vanuit een nationaal welvaartsperspectief is dit geen economisch effect. De effecten van extra grondwateronttrekkingen op de landbouw zijn meegenomen in de landbouweffectmodule wanneer ze een verdampingstekort veroorzaken.

Industrie (datacenters)

Voor industrieën met een omvangrijke watervraag is de beschikbaarheid van voldoende water met de juiste kwaliteit cruciaal voor het productieproces. Klimaatverandering kan deze beschikbaarheid beïnvloeden en dan is sprake van een economisch effect voor de industrie. Voor proceswater is de concentratie opgeloste stoffen in oppervlaktewater van belang en voor koelwater de temperatuur. Bij gebruik van grondwater als proceswater is klimaatverandering indirect van belang als door oplopende neerslagtekorten en een toenemende watervraag de vergunning wordt overschreden of beperkt. Vooralsnog wordt aangenomen dat de industrie grondwater zal blijven onttrekken tijdens droge perioden. Stillegging van de productie is voor de industrie doorgaans zo kostbaar dat het zeker stellen van voldoende waterlevering door te investeren in mitigerende maatregelen de voorkeur verdient.

Hoe groot het knelpunt is, is in fase 3 niet onderzocht. In fase 2 zijn wel prognoses gemaakt voor enkele industriële gebieden voor het deel dat oppervlaktewater als proceswater gebruikt. Deze zijn echter incompleet. Er is daarom in deze fase geen inschatting van het nulalternatief gepresenteerd. Indien individuele maatregelen het aantal dagen of het volume vergroten dat kan worden ingenomen, zal op basis van de extra zuiveringskosten van de productie van gedemineraliseerd water (demiwater) van oppervlaktewater per m^3 een inschatting worden gemaakt. Aangenomen is dat deze kosten niet kunnen worden doorberekend om de concurrentiepositie niet te beïnvloeden en de kosten zijn verwaarloosbaar klein ten opzichte van marktschommelingen (geen prijscorrectie).

[50] H2O Waternetwerk, december 2025
[51] H2O Waternetwerk, 2015; WMD, 2022

Natuur

Het effect op terrestrische en aquatische natuur wordt in fase 3 niet meegenomen in het nulalternatief omdat de instrumenten en modellen hiervoor nog in ontwikkeling zijn, nog niet alle benodigde dosis-effectrelaties bekend of goed te modelleren zijn en de resultaten van fase 2 beperkingen hebben.[52] De belangrijkste kritiekpunten hierop zijn:

1. Vegetatie zoals gemodelleerd in de waterwijzer natuur geeft een te beperkt beeld van de totale biodiversiteit en is niet compleet. Bijvoorbeeld hoogveen ontbreekt terwijl dit wel belangrijk gevonden wordt en droogtegevoelig is.
2. Natuurkwaliteit speelt in de gebruikte aanpak geen rol: de impliciete aanname is 100 procent natuurkwaliteit.
3. Voor aquatische ecologie is sprake van een kennislacune. Verzilting heeft een effect op de (ecologische) waterkwaliteit, maar dit is nog niet betrouwbaar te modelleren.

De wens bestaat om een natuureffectmodule te ontwikkelen die de resultaten laat zien uitgedrukt in natuurpunten zoals in relevante werkwijzers wordt aanbevolen.[53] Dit is echter niet mogelijk gebleken in fase 3. Om op landelijk schaal zinvolle uitspraken te doen is aanvullend ontwikkelingswerk nodig. Indien individuele maatregelen het droogterisico voor de natuur verkleinen, zal op basis van een heuristiek wel een grove inschatting worden gemaakt van de waarde voor natuur om de maatregelen goed onderling te kunnen vergelijken.

Energie

De (fossiele) energiesector is voor koelwater voornamelijk afhankelijk van oppervlaktewater. De geschiktheid van oppervlaktewater als koelwater hangt vooral samen met de temperatuur ervan, en daarmee met de mogelijkheid om het water te lozen na gebruik. Het gebruik van oppervlaktewater voor koeling is gebonden aan regelgeving om de aquatische ecologie te beschermen. Bij onvoldoende lozingsmogelijkheid moet de productie worden verminderd. Als gevolg hiervan kan mogelijk tijdelijk niet worden voldaan aan de volledige vraag naar elektriciteit.

Vanwege de verschuiving van energiecentrales naar de kust, efficiëntieverbeteringen en de transitie naar hernieuwbare energie vermindert de afhankelijkheid van de energiesector voor zoetwaterbeschikbaarheid. Hoewel de energietransitie zal leiden tot extra watergebruik voor koeling en productie van waterstof via elektrolyse, is het beleid gericht op vestiging aan de kust waar voldoende (zout) water beschikbaar is. Aangenomen is dat het droogterisico en de noodzaak voor aanvullende maatregelen bij verdere klimaatverandering daarom beperkt of niet aanwezig zijn.

Recreatie

Binnen de recreatieve watersector is er een duidelijk verschil tussen locatiegebonden waterrecreatie zoals oeverrecreatie, en kleine watersport en toervaart. Locatiegebonden recreatie is sterk afhankelijk van de waterkwaliteit, die de recreatieve mogelijkheden en de beleving beïnvloedt. Vooral een toename van de voedselrijkdom (eutrofiëring) die algengroei veroorzaakt, is een bedreiging.

---

[52] Zie memo Stratelligence (2024) over natuuraanpak en Wortelboer, R (2019), Vergelijking van de natuurwaardering met Methode Gelderland en de Natuurpunten-methode van resultaten van de Waterwijzer Natuur voor het Deltaprogramma Zoetwater, Deltares.
[53] Arcadis en CE Delft, Werkwijzer natuur, maatschappelijke kosten-batenanalyses, 2018.

Recreatietoervaart is vooral afhankelijk van waterdieptes, stroomsnelheden en golfslag en dus waterkwantiteit. Dit geldt in het bijzonder voor het op landelijke schaal gedefinieerde Basistoervaartnet. De waterkwaliteit heeft invloed op de beleving.

Omdat de impact van klimaatverandering zowel positief als negatief is en de absolute effecten als beperkt worden verondersteld mede vanwege het feit dat vaak sprake is van verdringing is er geen analyse gedaan van het droogterisico voor recreatie. In de maatregelanalyse zijn effecten waar relevant kwalitatief beschouwd.

Stedelijke functies

De watervraag in het stedelijk gebied omvat doorspoeling en peilbeheer. Doorspoeling is vooral belangrijk om verzilting te bestrijden en zo de kwaliteit van het stedelijk oppervlaktewater te borgen.

Peilbeheer heeft als doel het oppervlaktewaterpeil op het gewenste niveau te houden en zo veel mogelijk (grond)water*over*last en grondwater*onder*last te voorkomen. Een constant grondwaterpeil voorkomt verzakkingen en kostbare schade aan funderingen. Als het grondwater te laag staat (grondwateronderlast), kunnen de houten palen gaan rotten en kan een pand verzakken. Grondwateronderlast kan ook (ongelijkmatige) zetting veroorzaken met beschadiging van boven- en ondergrondse infrastructuur als gevolg.

Met uitzondering van de effecten voor funderingsschade zijn risico's van de stedelijke functies niet bepaald omdat ze onderdeel uitmaken van het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie. In de maatregelanalyse zijn deze effecten waar relevant kwalitatief beschouwd.

Veiligheid en infrastructuur

Bij de natte, droge en ondergrondse infrastructuur speelt de gevoeligheid voor zettingen en zakkingen een rol. Deze kunnen kostbare herstelwerkzaamheden met zich meebrengen. Handhaving van het grondwaterpeil is belangrijk voor de stabiliteit van waterkeringen en objecten. Veenkaden en veendijken zijn in potentie gevoelig voor droge periodes. Het effect van droogte is echter lastig te modelleren en afhankelijk van diverse factoren zoals de aanwezigheid van een hydraulische blokkade en het boezempeil. De effecten hiervan op het droogterisico zijn niet bepaald door het ontbreken van betrouwbare modellering en omdat een deel onder stedelijke functies en dus onder het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie valt. In de maatregelanalyse zijn effecten waar relevant kwalitatief beschouwd.

HOOFDSTUK 5 METHODIEK BEOORDELING MAATREGELEN

Hoe kansrijk de maatregelen zijn, wordt bepaald via drie perspectieven: een kosteneffectiviteits-analyse (KEA), een multicriteria-analyse (MCA) en een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). Per analyse wordt een beleidspakket samengesteld dat past bij dit perspectief.

De beoordelingscriteria zoetwater zoals aangedragen door de opdrachtgever komen elk in een of twee perspectieven terug, zie Tabel 18. De maatgevende indicatoren die hiervoor gebruikt worden, staan onderaan in de tabel.

Tabel 18: relevantie beoordelingscriteria voor de drie deelanalyses

Beoordelingscriteria	Perspectieven		
	Kosteneffectief pakket o.b.v. KEA	Sociaal-maatschappelijk pakket o.b.v. MCA	Economisch kansrijk pakket o.b.v. MKBA
A. Doelbereik zoetwater	X		
B. Kosten	X		X
C. Effecten op zoetwatergebruiksfuncties en keteneffecten		X (kwalitatief)	X (gemonetariseerd) Kwalitatief p.m. indien dit verschil kan maken
D. Effecten en kansen andere opgaven, andere functies en waarden		X (kwalitatief)	Kwalitatief p.m. indien dit verschil kan maken
E. Flexibiliteit		X	
F. Uitvoerbaarheid		X	
Indicator	$\frac{\text{Doelbereik A}}{\text{Kosten B}}$	$\sum_{C=i}^{F} w_i \, x \, Score_i$	$\frac{\text{Effecten C}}{\text{Kosten B}}$

In het vervolg van dit hoofdstuk worden de analysestappen per perspectief toegelicht.

5.1 BEOORDELING VIA KEA

Via een KEA is het kosteneffectief pakket bepaald, dat wil zeggen de set maatregelen waarmee de doelen van het Deltaprogramma Zoetwater worden gehaald tegen de laagste kosten (hoogste kosteneffectiviteit).

Doelbereik maatregel voor KEA (en MCA)

Het doelbereik qua oppervlaktewater is geformuleerd voor een T20 jaar in het Deltascenario *Stoom* voor 2050. Dit doelbereik wordt overgenomen uit de Factsheets (Factsheet 2a), eventueel

na correctie. De Factsheets zijn Excel-templates waarin de benodigde data en toelichting per maatregel per zoetwaterregio's is aangedragen. Factsheet 2a bevat hydrologische informatie, Factsheet 2b kosteninformatie en Factsheet 2c bevat kwalitatieve informatie over effecten.

Ook voor maatregelen die zowel effect hebben op de grondwaterstand als op de oppervlaktewatertekorten wordt het T20 doelbereik gebruikt. Voor pure grondwatermaatregelen wordt het opgegeven effect op de GLG gebruikt of het T2 doelbereik als het effect in m^3's is aangeleverd. Voor grondwater is de werkopgave gedefinieerd als een 8-jarig gemiddelde en is het gemiddelde effect dus relevanter. Het effect op de hydrologische tekorten per deelregio voor T2, T20 of GLG is bepalend voor het doelbereik van een maatregel, niet de schade of het risico per zoetwatergebruiksfunctie.

Er is geen verdere omrekening nodig voor maatregelen waarvoor het effect in de Factsheets is uitgedrukt in m^3's. Het effect van maatregelen waarvan het effect is uitgedrukt in m^3/s tekort vermindering moet wel worden omgerekend. Dit gebeurt door de gemiddelde toename in aanvoer of onttrekkingscapaciteit in m^3/s te vermenigvuldigen met de periode waarin een tekort optreedt. Het gaat meestal om 2 tot 3 maanden per jaar of minder. Het resultaat is een effect in m^3's.

Het effect van maatregelen waarvan het effect is uitgedrukt in cm's grondwaterstand (gemiddeld laagste grondwaterstand - GLG) wordt omgerekend naar m^3's om alle maatregelen te kunnen vergelijken en in dezelfde sortering op te kunnen nemen. Dit gebeurt door aan te nemen dat één meter verhoging van de grondwaterstand gelijk staat aan het oplossen van een watertekort van 0,15 m^3 per m^2. Dit is omdat gemiddeld 15 procent volumeprocent van de bodem vocht betreft (rest is zand, klei etc.).[54] Deze factor zou per gebied kunnen verschillen en eveneens per maatregel. Zolang hierover niet meer nauwkeurige informatie bekend is 15 procent aangehouden.

De meeste maatregelen hebben of een effect op het oppervlaktewatertekort of ze verhogen de grondwaterstand. Maatregelen die geen effect in m^3's opleveren, bijvoorbeeld omdat ze de waterkwaliteit verbeteren of de vaardiepte voor de scheepvaart vergroten, kunnen hierdoor niet hoog scoren in de kosteneffectiviteitsanalyse.

Voorbeeld 1: illustratie berekening doelbereik

Stel een aanvoermaatregel leidt in een T20 jaar tot een extra aanvoer van 2 m^3/s gedurende gemiddeld 30 dagen in een T20 jaar. Het doelbereik is dan gelijk aan 30 dagen x 2 m^3/s x 24 uur x 3600 s/uur = 5,2 miljoen m^3.

Stel een grondwatermaatregel verhoogt de GLG met 2 cm in een gebied van 10.000 hectare. Het doelbereik is dan 0,02 m x 10.000 ha x 10.000 m^3/ha x 15% = 0,3 miljoen m^3.

Kosten maatregel voor KEA (en MKBA)

Om de kosten van een maatregel te bepalen, zijn er vier kostensoorten nodig (investeringen, eenmalige kosten, beheer en onderhoudskosten en operationele kosten), de van toepassing zijnde risico-opslagen en de verwachte levensduur voordat de maatregel vervangen moet worden, zie Tabel 19. Het gaat alleen om aanvullende investeringen en meerkosten ten opzichte van het nulalternatief. Deze basisinformatie is voor de maatregelen aangeleverd in de Factsheets 2b.

[54] Bron Witteveen+Bos (2025), Hoge Zandgronden, fase 3. De bandbreedte ligt tussen de 15% en 25%. Om aan de veilige kant te zitten, is 15% gebruikt net als door de zoetwaterregio's Hoge Zandgronden Oost, Zuid en zoetwaterregio Noord.

Tabel 19: verschillende kostensoorten en risico-opslagen

Investering (incl. btw): initieel en opnieuw bij einde levensduur	Eenmalige kosten (incl. btw): bijkomende kosten die alleen spelen bij de initiële investering	Onderhoud / levensduurkosten incl. btw	Operationele kosten incl. btw
• bouwkosten • aannemersvergoeding • engineering opdrachtgever en aannemer • overige projectkosten (vergunningen, leges, verzekeringen, communicatie, minder hinder, e.d.)	bijvoorbeeld: • vastgoed (te verwerven gronden en opstallen) • inpassing in omgeving • voorbereidende onderzoeken en MER • compensatie en mitigatie • pilots	• Preventief onderhoud • Vervanging onderdelen • Correctief onderhoud	• Energiekosten • Extra gebruik van hulpstoffen voor zuivering • Extra inzet personeel • …
+ Risico-opslag (%) afhankelijk van nauwkeurigheid raming en verwachtingswaarde risico's (kans x impact).		+ Risico-opslag (%) afhankelijk van nauwkeurigheid raming en verwachtingswaarde risico's (kans x impact).	

In een sociaaleconomische analyse moet rekening worden gehouden met de kosten van de maatregel over een oneindige levensduur, of bij benadering 100 jaar. Hiervoor is de technische levensduur van de aan te leggen maatregel noodzakelijk.

De gebruikte procentuele risico-opslagen zijn vast voor alle vaste kosten (investering, eenmalig) per maatregel en vast voor de jaarlijkse B&O en operationele kosten. Ze kunnen hetzelfde zijn.

Hoe zijn de jaarlijkse kosten berekend?

De (investerings)kosten zijn uitgedrukt in de equivalente jaarlijkse annuïteit. De investering van de maatregel wordt dan vertaald in een serie van gelijke kasstromen gedurende de looptijd van een investering. Dit maakt het mogelijk de eenmalige kosten direct op te tellen bij de jaarlijkse beheer-, onderhouds- en operationele kosten en deze eerlijk te vergelijken voor bouwstenen met een verschillende levensduur; een dure maatregel die 100 jaar meegaat, kan zo economisch aantrekkelijker zijn dan een investering die elke 5 jaar opnieuw moet worden gedaan.

De formule is als volgt:

$$annuïteit = \frac{discontovoet*(investering)}{1-(1+discontovoet)^{-levensduur\ maatregel}} + \frac{discontovoet*(eenmalige\ kosten)}{1-(1+discontovoet)^{-100}} + jaarlijkse\ kosten\ (B\&O\ +\ operatie)$$

Alle kosten in deze formule (investering, eenmalige kosten en jaarlijkse kosten) zijn inclusief btw en risico-opslag.

Voorbeeld 2: illustratie berekening annuïteit

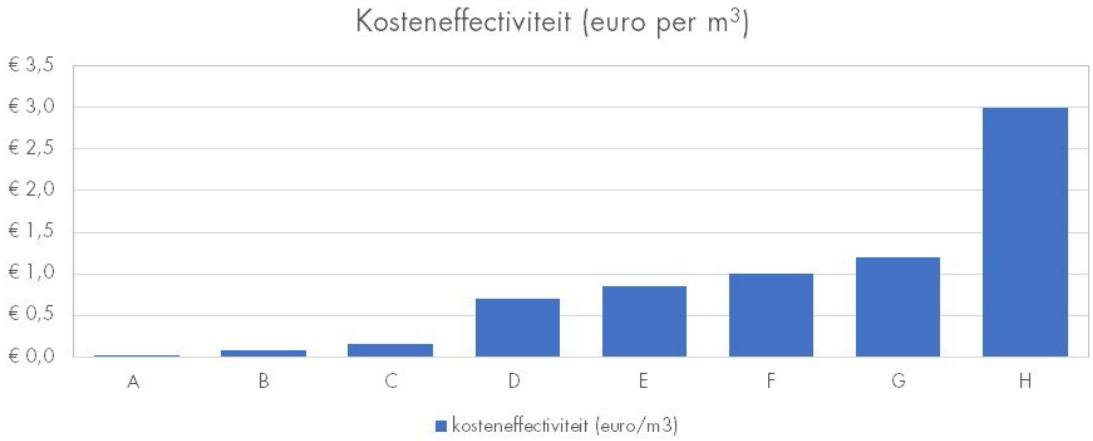
Stel een maatregel vraagt een investering van 5 miljoen euro en eenmalig 0,5 miljoen euro, beide bedragen inclusief de risico-opslag. De levensduur is 50 jaar, en de jaarlijkse kosten bedragen 100.000 euro (B&O en operatie samen, inclusief risico-opslagen).

Bij een discontovoet van 2,25%, is de annuïteit van de kosten die kan worden vergeleken met de jaarlijkse verwachtingswaarde van de effecten: $= \frac{2{,}25\%*(€\ 5.000.000)}{1-(1+2{,}25\%)^{-50}} + \frac{2{,}25\%*(€\ 500.000)}{1-(1+2{,}25\%)^{-100}} + €100.000 = €\ 280.205$

Samenstelling kosteneffectief pakket

Het kosteneffectief pakket wordt samengesteld door eerst voor alle maatregelen de verhouding tussen kosten en doelbereik (hydrologisch effect op werkopgave) te bepalen. Omdat er zowel een werkopgave voor oppervlaktewater als grondwater is, moet het opgegeven (Factsheet 2a) doelbereik worden verdeeld over een bijdrage aan de werkopgave oppervlaktewater en aan de werkopgave grondwater. Het doelbereik van een maatregel die aan beide werkopgaven bijdraagt, is standaard 50-50 verdeeld. Voor de Hoge Zandgronden Oost en Zuid is een verdeling van 90 procent voor de werkopgave grondwater en 10 procent voor de werkopgave oppervlaktewater aangehouden. Deze verhouding is gebaseerd op een inschatting van de zoetwaterregio.

Het criterium waarmee het pakket is samengesteld is de laagste jaarlijkse kosten per m^3 doelbereik. Daarvoor zijn alle maatregelen gesorteerd van de meest kosteneffectieve (links in Figuur 34) naar de minst kosteneffectieve (rechts in Figuur 34).



Figuur 34: sortering maatregelen op kosteneffectiviteit

Vervolgens zijn de maatregelen van links naar rechts geselecteerd totdat de werkopgave oppervlaktewater of grondwater is ingevuld. Soms is het nodig maatregelen over te slaan omdat ze alleen aan de andere werkopgave bijdragen of omdat ze een alternatief zijn voor een eerder geselecteerde maatregel.

Voor een aantal zoetwaterregio's is deze toedeling per deelregio gedaan omdat de maatregelen en problematiek sterk verschillen per deelregio (West, Zuidwestelijke Delta, Rivierengebied). Op de Hoge Zandgronden Zuid is onderscheid gemaakt tussen de werkopgave voor de Maas en voor het regionale oppervlaktewatersysteem.

In een aantal situaties kan het onmogelijk zijn om een werkopgave volledig in te vullen. Om deze werkopgave toch te behalen dient ofwel de opgave naar beneden te worden aangepast, of dienen extra maatregelen gevonden te worden. Ook kan de schade worden geaccepteerd. In dergelijke situaties zijn alle maatregelen die een bijdrage leveren aan de werkopgave opgenomen in het kosteneffectief pakket, ook al zijn ze duur.

Na deze samenstelling van het maatregelpakket voor grondwater en oppervlaktewater zijn nog optimalisaties mogelijk. Bijvoorbeeld als er twee maatregelen geselecteerd zijn en de meest kosteneffectieve heeft onvoldoende doelbereik, terwijl de volgende zelfstandig al voldoende doelbereik heeft. In dat geval zijn de kosten lager als alleen de tweede maatregel wordt geselecteerd. Om

de analyse niet te complex te maken, is dit niet gedaan bij het samenstellen van de beleidspakketten. Evenmin is het doelbereik van de laatst toegevoegde maatregel geschaald als het doelbereik in totaal hoger is dan de werkopgave. In veel gevallen is schaling ter voorkoming van overinvestering in fase 3 niet mogelijk (bijv. bij aanleg gemaal) of kosteneffectief (verbreden watergangen) als op termijn het extra doelbereik wel gewenst is.

5.2 BEOORDELING VIA MCA

Het sociaal-maatschappelijk pakket, dat wil zeggen de set maatregelen waarmee de doelen van het Deltaprogramma Zoetwater worden gehaald tegen de hoogste sociaal-maatschappelijke score, is bepaald met een MCA. De sociaal-maatschappelijke score is de gewogen score op de beoordelingscriteria C t/m F per maatregel.

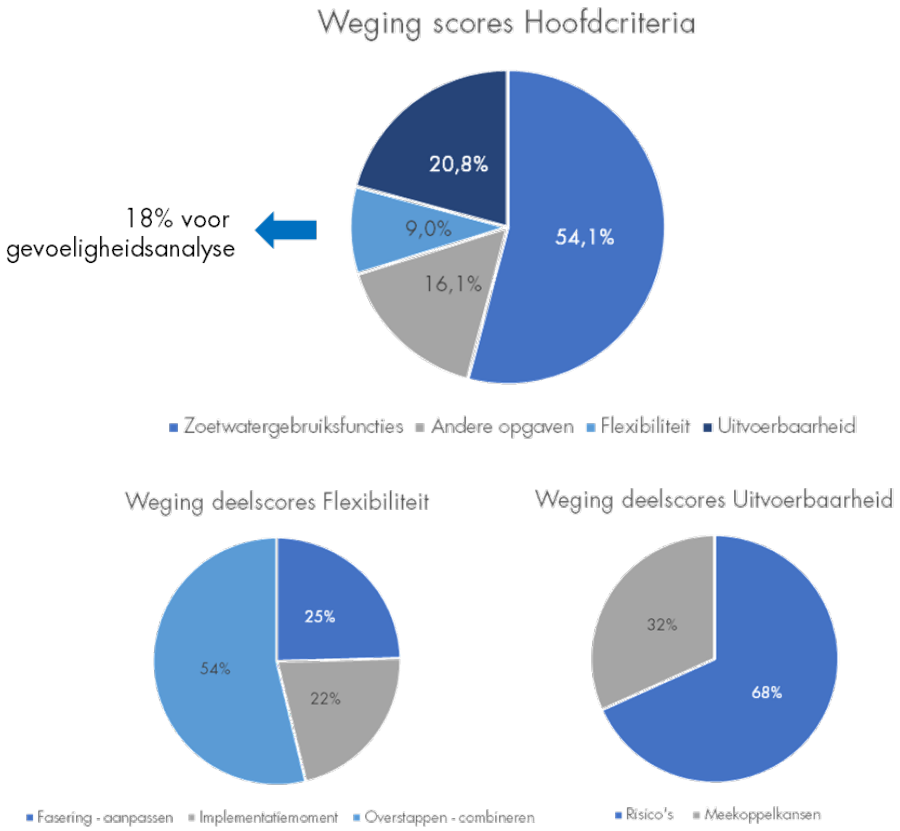
MCA-score

Voor alle maatregelen is een MCA-score bepaald. Deze is opgebouwd uit verschillende scores voor de beoordelingscriteria C (zoetwatergebruikers), D (andere opgaven), E (flexibiliteit; drie deelindicatoren), en F (uitvoerbaarheid; twee deelindicatoren) die worden gecombineerd via een weging tot een MCA-score per maatregel.

De scores voor de deelindicatoren voor flexibiliteit en uitvoerbaarheid zijn aangeleverd door de zoetwaterregio's in Factsheet 2c. Hoe hoger de score, hoe beter. De scores voor zoetwatergebruikers en andere opgaven zijn bepaald door de kwalitatieve effecten 'op te tellen'. Hoe hoger het saldo van positieve en negatieve effecten, hoe hoger de gegeven Likert-score. Meer informatie over deze scores is te vinden in de bijlagen.

De scores op de beoordelingscriteria zijn gecombineerd tot een MCA-score met behulp van weegfactoren die in een analyseproces met vertegenwoordigers van de zoetwaterregio's en I&W/RWS zijn bepaald.[55] De resulterende weegfactoren zijn te zien in Figuur 35.

[55] Een set weegfactoren is niet eenvoudig objectief vast te stellen of wetenschappelijk te onderbouwen, maar via de gevolgde wetenschappelijke aanpak met vertegenwoordigers van alle zoetwaterregio's en landelijke team (zie bijlage *Delphi-analyse en weegfactoren*) komen we zo dicht mogelijk bij een objectieve weging.



Figuur 35: gebruikte weegfactoren in MCA

Door zoetwaterregio's die werken met een programma in plaats van met individuele maatregelen (dat wil zeggen de Hoge Zandgronden en een deel van Noord) wordt flexibiliteit als waardevoller beschouwd dan de 9 procent die uit de algemene weging komt. Afhankelijk van de mogelijkheden in een gebiedsproces wil je snel een andere maatregel kunnen inzetten (dit betreft vooral landbouwmaatregelen). Daarom is het effect van een hogere weging van flexibiliteit als gevoeligheidsanalyse bepaald op de samenstelling van het pakket. Hierin verdubbelt de weging voor flexibiliteit (van 9% naar 18%). De weging van de andere hoofdcriteria is naar rato verminderd zodat de weging in totaal op 100 procent uitkomt. De weging van de deelindicatoren voor flexibiliteit is in dit geval gelijk verondersteld (elk 6%).

Deze hogere weging van flexibiliteit is ook belangrijk voor de maatregelen die in de ontwikkelpaden of de zoetwaterstrategie en transities voor de langere termijn passen in plaats van de korte termijn voor fase 3. Een lage score voor flexibiliteit kan ertoe leiden dat maatregelen gericht op transitie en de lange termijn er minder goed uitkomen.

Meer informatie over hoe de score zijn gedefinieerd voor de beoordelingscriteria C t/m F en hoe de weging tot stand is gekomen is te vinden in de bijlagen.

Voorbeeld 1: illustratie berekening MCA-score

Stel een maatregel heeft de volgende beoordeling gekregen op de hoofd- en deelcriteria:

C zoetwatergebruiksfuncties = 4

D andere opgaven (niet zoetwateropgave) = 4

E1 fasering = 1

E2 aanpassing na aanleg = 1

E3 overstappen of combineren met andere maatregelen = 5

F1 uitvoeringsrisico's = 4

F2 meekoppelkansen = 1

De MCA-score wordt dan: 4 x 54,1% + 4 x 16,1% + 1 x 2,2%+ 1 x 1,9% + 5 x 4,8% + 4 x 14,2% + 1 x 6,6% = 3,72

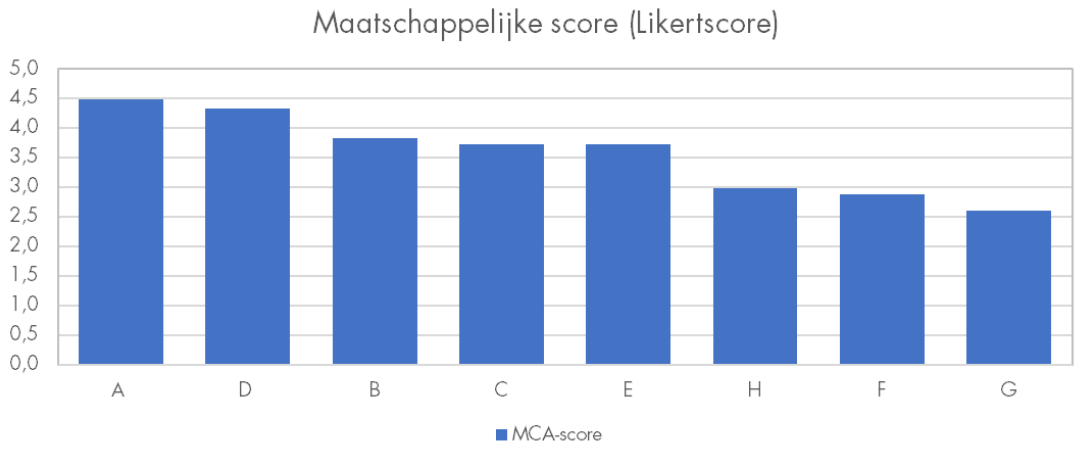
In geval van de gevoeligheidsanalyse is de resulterende MCA-score: 4 x 48,8% + 4 x 14,5% + 1 x 6,0%+ 1 x 6,0% + 5 x 6,0% + 4 x 12,8% + 1 x 6,0%[56] = 3,52

Doelbereik maatregel voor MCA

Het doelbereik van een maatregel op de werkopgave oppervlaktewater en grondwater is niet nodig voor de MCA-score als maatgevende indicator, maar wel om te bepalen wanneer de werkopgaven zijn ingevuld. Hiervoor wordt het doelbereik op dezelfde wijze bepaald als bij de KEA en het kosteneffectief pakket, zie paragraaf 5.1.

Samenstelling sociaal-maatschappelijk pakket

Het sociaal-maatschappelijk pakket is samengesteld door alle maatregelen te sorteren op afnemende MCA-score (zie Figuur 34).



Figuur 36: sortering maatregelen op MCA-score

Vervolgens zijn de maatregelen van links naar rechts geselecteerd totdat de werkopgave oppervlaktewater of grondwater is ingevuld. Soms is het nodig maatregelen over te slaan omdat ze alleen aan de andere werkopgave bijdragen of omdat ze een alternatief zijn voor een eerder geselecteerde maatregel.

[56] Door afrondingen tellen percentages op tot 100,1%.

Zoals is toegelicht in de *Beoordeling via KEA* hiervoor, is voor een aantal zoetwaterregio's de toedeling per deelregio gedaan. De beoordeling heeft plaatsgevonden zonder verdere optimalisaties.

Soms is het onmogelijk om de werkopgaven met de beschikbare maatregelen volledig in te vullen. Dan dient ofwel de opgave naar beneden te worden aangepast, of dienen extra maatregelen gevonden te worden. Ook kan de schade worden geaccepteerd. In dergelijke situaties zijn alle maatregelen die een bijdrage leveren aan de werkopgave opgenomen in het sociaal-maatschappelijk pakket, ook al hebben ze een lage sociaal-maatschappelijke score. In dit geval zijn het kosteneffectief en het sociaal-maatschappelijk pakket gelijk.

Maatregelen die geen effect in m^3's opleveren, bijvoorbeeld omdat ze de waterkwaliteit verbeteren of de vaardiepte voor de scheepvaart vergroten, kunnen in deze analyse wel hoog scoren omdat alleen de sociaal-maatschappelijke score de ranking bepaalt.

5.3 BEOORDELING VIA MKBA

Met een MKBA is het economisch kansrijk pakket bepaald, dat wil zeggen het pakket dat enkel maatregelen bevat die een positief kosten-batensaldo hebben. Dit pakket kan meer of minder doelbereik hebben dan het kosteneffectief pakket en/of sociaal-maatschappelijk pakket.

De maatgevende indicator is in deze analyse de 'baten-kostenverhouding' (B/K), ofwel het totale (positieve) effect gedeeld door de kosten van een maatregel.

De baten-kostenverhouding is in principe voor het jaar 2034 beoordeeld omdat het over een pakket voor fase 3 gaat. De baten-kostenverhouding heeft betrekking op de jaarlijkse verwachtingswaarde voor de kosten en de effecten. Voor de kosten is die eenvoudig te bepalen omdat de kosten (doorgaans) onafhankelijk zijn van de droogtesituatie. De jaarlijkse verwachtingswaarde voor de effecten vraagt meer toelichting en analysestappen. De effecten zijn nl. niet elk jaar gelijk. In een nat jaar zal er geen vermindering van de droogteschade zijn en is het effect van de maatregel op het droogterisico nihil. In een zeer droog jaar zal het te mitigeren effect groter zijn maar bestaat het risico dat de maatregel minder effectief wordt door gebrek aan water. In een T10 jaar is het effect van de maatregel weer anders. Om de jaarlijkse verwachtingswaarde te bepalen, is eerst de jaarlijkse verwachtingswaarde voor het hydrologisch effect bepaald. Na toedeling van het hydrologische effect over verschillende zoetwatergebruiksfuncties, is vervolgens de jaarlijkse verwachtingswaarde van het economisch effect berekend.

Kosten maatregel voor MKBA

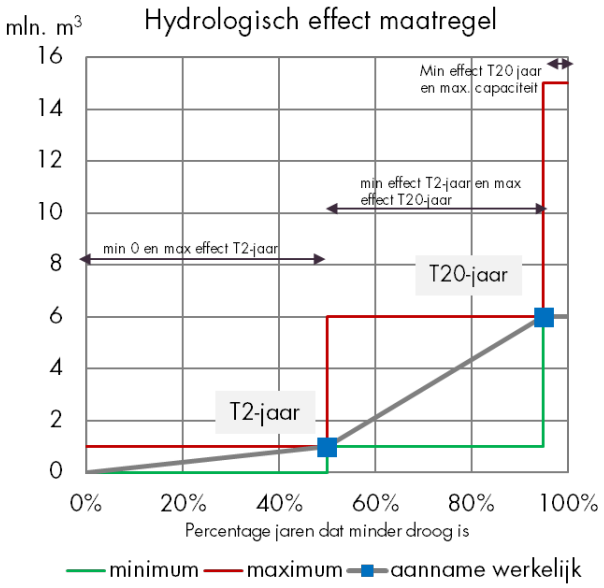
De noemer van de baten-kostenverhouding wordt gevormd door de jaarlijkse kosten (annuïteit van de investering plus jaarlijkse kosten). Deze kosten worden op dezelfde wijze bepaald als bij de KEA en het kosteneffectief pakket, zie de *Beoordeling via KEA* hiervoor.

Verwachtingswaarde hydrologische effecten per jaar

De omvang van het hydrologische effect van een maatregel varieert met o.a. de droogtesituatie en de watervraag. In een T20 jaar zal het effect meestal groter zijn dan in een T2[57] jaar. Uitgaan van de situatie in een T20 jaar voor het effect van de maatregel zal daarom het welvaartseffect van een

[57] T2-jaar wordt vaak gemiddeld jaar genoemd maar is mediaan. Dat wil zeggen 50% van jaren is droger en 50% is minder droog.

maatregel overschatten. Om de gemiddelde verwachtingswaarde van het hydrologisch (en economisch) effect te bepalen, is de gemiddelde verwachtingswaarde bepaald aan de hand van de opgegeven waarden voor T2 en T20 (in Factsheets 2a). Gekozen is uit te gaan van de minimale waarde (groene lijn in Figuur 37) voor droogtejaren die minder vaak voorkomen dan eens per 20 jaar. De reden is dat meestal de maximum capaciteit van een maatregel (als die hoger is dan het hydrologisch effect bij T2 en T20) niet is aangeleverd. Bovendien blijkt dat voor de HWS-maatregelen waarvoor de gemiddelde verwachtingswaarden zijn bepaald op basis van de QWAST-resultaten[58], het gemiddelde effect meestal lager ligt dan het resultaat van deze afschattingsmethode voor de jaarlijkse verwachtingswaarde van het hydrologisch effect.



Figuur 37: illustratie van aanpak om effect maatregel te schatten

Voorbeeld 2: illustratie berekening verwachtingswaarde hydrologisch effect van een maatregel

Stel een maatregel heeft een effect van 1 miljoen m³ in een T2 jaar en 6 miljoen m³ voor een T20 jaar in Stoom 2050, zoals weergegeven in Figuur 37.

De verwachtingswaarde van het hydrologisch effect over alle jaren in de klimaatreeks (het opperlak onder de grijze lijn in Figuur 37 is dan benaderd als volgt:

Vaker dan T2 jaar:

50% x ½ x 1 mln. m³ = 0,25 mln. m³

Tussen T2 en T20 jaar:

45% x (½ x 5 mln. m³ +1 mln. m³) = 1,575 mln. m³

Minder vaak dan T20 jaar:

5% x 6 mln. m³ = 0,3 mln. m³

De afschatting van de gemiddelde verwachtingswaarde is dan het oppervlak van deze drie delen opgeteld: 0,25+1,575+ 0,3 = 2,125 mln. m³. De bandbreedte is 0,75 tot 3,95 mln. m³ (bij aanname maximum capaciteit is 15 miljoen m³).

[58] QWAST is de naam van het model dat door HKV gebruikt is om de hydrologische effecten van een aantal oppervlaktewatermaatregelen van het Hoofdwatersysteem te bepalen.

Het maximum effect van een maatregel zal altijd kleiner of gelijk zijn aan het maximale oppervlaktewatertekort in de deelregio of zoetwaterregio waar de maatregel effect heeft. Hiervoor zijn in overleg met het landelijke analyseteam de opgegeven T2- en T20-waarden in enkele gevallen naar beneden bijgesteld.

Toedeling hydrologische effecten naar zoetwatergebruiksfuncties

Om de economische effecten van maatregelen te kunnen bepalen, is het totale hydrologische effect eerst toegedeeld aan de verschillende zoetwatergebruiksfuncties. De verdeling is daarbij overgenomen uit de Factsheet 2a aangeleverd door de zoetwaterregio, uit de verhouding van de tekorten peilbeheer, doorspoeling en beregening die volgt uit de QWAST-resultaten voor met name HWS-maatregelen, uit de beschrijving van de maatregelen of op basis van de verdeling van andere maatregelen in de zoetwaterregio.

Voorbeeld 3: illustratie verdeling hydrologisch effect van een maatregel

Oppervlaktewatermaatregel

Stel een aanvoermaatregel heeft een verwachtingswaarde van 2 miljoen m^3 in Stoom 2050. De verdeling van de effecten is 30% doorspoeling, 15% peilbeheer en 55% beregening. Het hydrologisch effect wordt dan als volgt verdeeld:

Doorspoeling: 30% x 2 mln. m^3 = 0,6 mln. m^3

Beregening landbouw: 55% x 2 mln. m^3 = 1,1 mln. m^3

Peilbeheer: 15% x 2 mln. m^3 = 0,3 mln. m^3

Omdat vermindering van peilbeheertekorten kan leiden tot een hogere grondwaterstand met positieve effecten voor het funderingsrisico en minder CO_2-uitstoot, is voor de peilbeheerde gebieden het extra water voor peilbeheer waar mogelijk vertaald in een hogere gemiddelde grondwaterstand.

Er is geen aanvullend effect op landbouw en natuur verondersteld door deze grondwaterstandstijging omdat aangenomen is dat grondwater ook bij een (klein) peilbeheertekort wel de wortelzone bereikt en dus geen schade vermeden wordt als de grondwaterstand iets hoger wordt.

Grondwatermaatregel

Stel een grondwatermaatregel heeft een verwachtingswaarde van 1,5 miljoen m^3 in Stoom 2050, doordat het over een gebied van 25.000 hectare de GLG 4 cm verhoogt (bodemvochtpercentage 15%). De verdeling van de effecten is 75% landbouw, 25% natuur. Het hydrologisch effect wordt dan als volgt verdeeld:

Bodemvocht landbouw: 75% x 1,5 mln. m^3 = 1,125 mln. m^3

Bodemvocht natuur: 25% x 1,5 mln. m^3 = 0,375 mln. m^3

GLG-verhoging totaal: 100% x 1,5 mln. m^3 = 1,5 mln. m^3

Gebruik gemiddelden

Omdat meestal niet bekend is welk deel van een zoetwaterregio precies profiteert, is met gemiddelden gerekend bij het ontbreken van details:

- met gemiddelde aandeel veen- en moerige gronden van hele deelregio of zoetwaterregio en gemiddelde grondwaterstandsstijging
- met gemiddelde vermeden funderingsdroogterisico van hele deelregio of zoetwaterregio en gemiddelde grondwaterstandsstijging
- met gemiddelde vermeden funderingsdroogterisico van landbouwgebieden in hele deelregio of zoetwaterregio en gemiddelde grondwaterstandsstijging als de maatregel wordt uitgevoerd in buitengebied (bijv. aanleg klimaatbuffers in polders (R4b) of sloten/greppels verondiepen)
- met gemiddelde vermeden funderingsdroogterisico van stedelijk gebied in hele deelregio of zoetwaterregio en gemiddelde grondwaterstandsstijging als de maatregel wordt uitgevoerd in stedelijk gebied (bijv. verruiming verbinding Ringvaart naar Rottesysteem, die grotendeels gericht is op het verminderen van het funderingsrisico in stedelijk gebied (W10) of infiltreren van afgekoppeld verhard oppervlak).

Voor een typische oppervlaktewater- en voor een grondwatermaatregel zijn een voorbeeld hierboven uitgewerkt. Voor een grondwatermaatregel worden wel baten voor natuur en bodemvocht voor de landbouw meegenomen. Voor natuur veronderstellen we dat de waarde van een cm verhoging (of m^3) gelijk is aan de waarde van een cm verhoging (of m^3) bij de landbouw.

Tijdens de analyse bleek dat de hydrologische effecten voor de Hoge Zandgronden zijn aangeleverd in GVG in plaats van GLG. Omdat de kentallen zijn gebaseerd op het verschil in GLG, is verondersteld dat GVG en GLG hier gelijk zijn. Dit leidt waarschijnlijk tot een overschatting van de economische effecten: het hydrologisch effect uitgedrukt in GLG is doorgaans kleiner dan uitgedrukt in GVG. Door het aangeleverde GVG-effect te combineren met kentallen die zijn bepaald op basis van GLG, worden de economische effecten overschat. Tot slot zij opgemerkt dat de kentallen alleen betrekking hebben op droogteschade en geen rekening houden met natschade of verzilting.

Verwachtingswaarde economische effecten per jaar

Via de verwachtingswaarde van de hydrologische effecten (in m^3 of cm GLG) zijn met behulp van de beschikbare effectmodules en aanvullende analyses de economische en gemonetariseerde effecten per maatregel bepaald:

- Landbouw (beregening en bodemvocht), CO_2-uitstoot, funderingsschade met behulp van de kentallen die zijn ontleend aan de effectmodules, zie Hoofdstuk 2.
- Natuur, drinkwater, industriewater o.b.v. eigen aannames en kentallen.
- Doorspoeling via voorlopige afschatting gerelateerd aan beregening.
- Incidenteel specifieke overige effecten (bijv. energieopbrengst), als dit is aangedragen in Factsheets of achtergrondinformatie.

Voor slechts een maatregel zijn effecten voor de scheepvaart gemonetariseerd. Er zijn meer maatregelen met effecten voor de scheepvaart, maar het was niet mogelijk de effecten hiervan te kwantificeren. De effecten zijn naar verwachting klein.

Om het effect op natuur te bepalen is het kental bodemvocht voor de landbouw gebruikt. Dit is vanuit de veronderstelling dat de baten voor natuur minimaal gelijk zijn aan die van de landbouw. Kentallen voor landbouw en dus ook voor natuur bevatten niet het effect op verzilting of natschade, alleen droogte.

Voor de effecten op de drinkwatervoorziening is een kengetal gebruikt dat afhangt van of er bespaard wordt op grondwater- of oppervlaktewatergebruik of investeringen in buffers of winlocaties worden vermeden. In de ene situatie worden bijv. alleen variabele kosten van drinkwaterproductie bespaard, in het andere geval juist de investeringskosten/vaste kosten.

Dezelfde werkwijze is gebruikt om de effecten voor de industrie te schatten. Het gebruikte kental hangt af van of er bespaard wordt op grondwater- of oppervlaktewatergebruik of investeringen in zuiveringskosten worden vermeden.

Het effect van extra m^3 voor doorspoeling op het risico van verzilting voor beregening van de landbouw is indicatief bepaald voor de zoetwaterregio's Noord, Zuidwestelijke Delta en West. In de overige zoetwaterregio's is volgens het modelinstrumentarium geen verziltingsrisico. Er is verondersteld dat een m^3 doorspoeltekort gelijk is aan de waarde van een m^3 beregeningstekort in de

gebieden waar doorspoeltekort en beregeningstekort samenvallen.[59] Overige effecten op de waterkwaliteit zijn niet gemonetariseerd.

Om het economisch effect van een maatregel te bepalen is de verwachtingswaarde van het hydrologisch effect vermenigvuldigd met het van toepassing zijnde kengetal.

De werking van de effectmodules, gebruikte kengetallen voor landbouw, CO_2-uitstoot, funderingsrisico en scheepvaart en de gemaakte aanpassingen zijn toegelicht in Hoofdstuk 2 en de bijlagen. De informatie over de gebruikte kengetallen voor de aanvullende functies (bijv. drinkwater, industrie, natuur en doorspoeling) is ook te vinden in de bijlagen.

Voorbeeld 4: illustratie berekening verwachtingswaarde economisch effect van een maatregel

Stel een maatregel in het aanvoergebied voor Gaarkeuken heeft een gemiddeld effect van 1 miljoen m^3 op het verminderen van het beregeningstekort voor landbouw, en 0,5 miljoen m^3 op het verminderen van doorspoeling tekort en 0,5 miljoen m^3 op het peilbeheertekort.

De berekende economische effecten (baten) voor deze maatregel zijn dan:

Landbouweffect:

- Het kengetal voor beregening is 0,6 euro per m^3
- Landbouw beregeningstekort: 1 miljoen m^3 x kental beregening = 0,6 miljoen euro per jaar

Doorspoeleffect:

- De fractie doorgespoeld areaal x beregeningsvraag/doorspoelvraag is 5,5% in Stoom 2050 (0,23 x 24%)
- Vermindering doorspoeltekort: 0,5 miljoen m^3 x fractie doorgespoeld areaal x beregeningsvraag/ doorspoelvraag x kental beregening = 0,5 miljoen m^3 x 5,5% x 0,6 euro / m^3 = 0,0165 miljoen euro per jaar

Effect peilbeheer op grondwaterstand

- voor 1 miljoen m^3 extra water voor peilbeheer neemt de grondwaterstand gemiddeld met 0,29 cm toe, ofwel een tekort van 1 miljoen m^3 peilbeheer veroorzaakt een daling van grondwaterstand met gemiddeld 0,29 cm.
- De vermindering van het peilbeheertekort verhoogt de gemiddelde grondwaterstand met 0,5 miljoen m^3 x 0,29 cm / 1 miljoen m^3 = 0,145 cm.

Effect CO_2-uitstoot

- Het oppervlak van het deelgebied is 260.685 hectares, waarvan 47.935 hectare veengronden en 22.533 hectare moerige gronden.
- Kengetal CO_2 (in kg per hectare per jaar) voor veengronden is 245,8 kg per ha per cm per jaar, voor moerige gronden 97,4 kg per ha per cm per jaar
- CO_2-prijs in 2050 is 273 euro per ton (incl. btw)
- De vermindering van de CO_2-uitstoot = 0,145 cm x (47.935 ha x 245,8 kg/(ha x cm) + 22.533 ha x 97,4 kg /(ha x cm)) = 2027 ton CO_2 per jaar.
- Het gemonetariseerde CO_2-effect = 2027 ton x 273 euro per ton CO2 = 0,553 miljoen euro.

Effect funderingsrisico

[59] Vermindering van een m^3 doorspoeltekort is gecorrigeerd voor de fractie doorgespoeld beregend areaal. Niet elke m3 komt terecht in een gebied waar beregend wordt (bijv. 30%) en voor de verhouding van beregeningsvraag en doorspoelvraag voor de fractie doorgespoeld beregend areaal. Niet elke m^3 komt immers terecht in een gebied waar beregend wordt (bijv. 30%) en voor de verhouding van beregeningsvraag en doorspoelvraag

- Het funderingskengetal is voor de deelregio aanvoergebied voor Gaarkeuken 1.433.919 euro per cm GLG-verhoging sinds de bouw van de woningen.
- De woningen met een funderingsrisico zijn in 2050 gemiddeld 95 jaar oud. Stel dat grondwaterstand-verhoging vanaf 2033 wordt gerealiseerd dan zijn de maximaal te voorkomen herstelkosten in 2050: (2050 – 2033)/(95 jaar) = 18%
- De vermindering van het funderingsrisico (= herstelkosten) in **2050** = 0,145 cm x funderingskengetal deelgebied x (2050 – 2033)/(95 jaar) = 0,145 cm x 1.433.919 euro per cm x 18% = 37.425 euro

Dit bedrag mag niet direct vergeleken worden met de andere economische effecten, het gaat om vermeden kosten voor herstel in 2050. Daarom worden de kosten in 2050 eerst verdisconteerd naar 2033. Pas vanaf dat moment kunnen kosten vermeden worden. Hiervoor gebruiken we discontovoet 1,6% die geldt voor onvermijdbare vaste kosten. De resulterende contante waarde wordt vervolgens teruggerekend naar een bedrag per jaar over de resterende 17 jaar tot 2050 (zie berekening annuïteit kosten) dat kan worden vergeleken met de andere effecten per jaar. Hierdoor is het jaarbedrag slechts 5,5% van de te vermijden herstelkosten in 2050, ofwel 5,5% x 37.425 euro = 2.058 euro per jaar.

Beoordeling van baten-kostenverhouding (B/K)

De beoordeling van de maatregelen volgens het derde perspectief wordt gebaseerd op de optelling van alle gemonetariseerde effecten in 2034, het eerste jaar na fase 3.

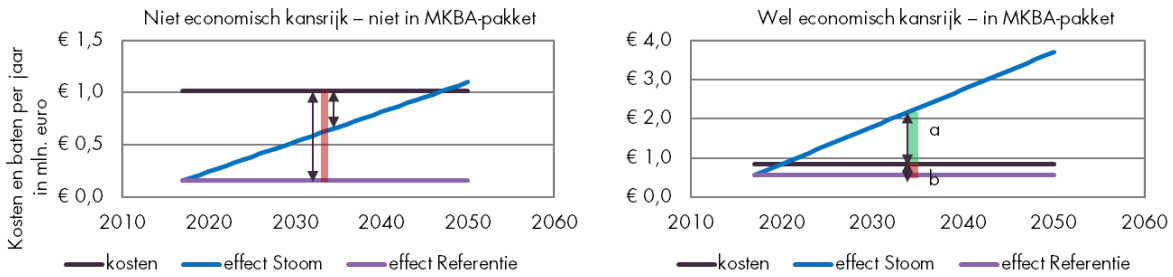
In een MKBA moet rekening gehouden worden met verschillende scenario's. Er is echter alleen een complete set informatie voor de *Referentie* en *Stoom* beschikbaar in de Factsheets. We zullen daarom aannemen dat het minimum scenario gelijk is aan de *Referentie*. Dit is een onderschatting van het effect omdat het beeld is dat ook in de minder extreme klimaatscenario's het droogterisico toeneemt ten opzichte van de *Referentie*. Beide scenario's zullen starten met de *Referentie*-waarde. Voor *Stoom* loopt het risico meestal op. Voor de *Referentie* als benadering van een minder extreem scenario blijft het droogterisico en het effect van een maatregel gelijk.[60]

Voor de beoordeling is het gemiddelde van de effecten in het *Stoom*-scenario en de *Referentie* gebruikt. De effecten zoals die bij interpolatie uitkomen in 2034 zijn de basis (zie Figuur 38). Een maatregel wordt opgenomen in het economisch kansrijk pakket als in 2034 de gewogen effecten (baten) groter zijn dan de jaarlijkse kosten (de annuïteit), ofwel de baten-kostenverhouding is groter of gelijk aan 1 (B/K ≥ 1).

In Figuur 38 is de maatregel in de linkergrafiek niet economisch kansrijk beoordeeld omdat de kosten (zwarte lijn) hoger liggen dan zowel de baten in *Stoom* als in het *Referentie*-scenario. In de rechtergrafiek zijn de kosten iets hoger dan de baten in de *Referentie* maar de baten in Stoom zijn significant hoger dan de jaarlijkse kosten. Als we de gemiddelde baten van *Stoom* en *Referentie* gebruiken heeft de maatregel dus een positief saldo (B/K >1). Als in 2034 de effecten in de *Referentie* en in *Stoom* hoger zijn dan de jaarlijkse kosten, dan is een maatregel direct economisch kansrijk.

Op termijn kunnen maatregelen die in 2034 nog niet positief scoren, een positieve beoordeling krijgen omdat de vermeden droogterisico meestal toeneemt. Het kan dan economisch verstandig zijn om het moment van uitvoering van de maatregel later te plannen.

[60] Tenzij sprake is van autonome verduurzaming en / of veranderende efficiënte CO_2-prijzen.



Figuur 38: illustratie bepaling kantelpunt en beoordeling maatregel

Monetarisering is niet voor alle effecten en gebruiksfuncties mogelijk. In de MKBA wordt gefocust op deze gemonetariseerde effecten omdat daarmee de kosten en baten goed met elkaar vergelijkbaar zijn. Daarnaast worden in het sociaal-maatschappelijk pakket de kwalitatieve effecten (Factsheet 2c) al meegenomen.

Alleen als de verhouding tussen baten en kosten dicht bij de 1 ligt (de twijfelgevallen), is ingeschat of de kwalitatieve effecten - die nog niet gemonetariseerd zijn - aannemelijk maken dat de verhouding boven de 1 uitkomt als monetarisering mogelijk zou zijn. Wat daarbij ook een rol speelt is of de baten in *Stoom* veel hoger zijn dan in *Referentie* of niet. In dat geval zal een maatregel mogelijk al in de loop van fase 4 een positief saldo krijgen en neemt in ieder geval de verwachtingswaarde van de baten tijdens de levensduur toe.

Samenstelling economisch kansrijk pakket

De samenstelling van het economisch kansrijk pakket vraagt beperkte tot geen aanvullende analyse. Alle maatregelen die individueel als positief beoordeeld zijn, komen in dit pakket tenzij ze hetzelfde probleem oplossen of meer tekort oplossen dan er is. Het eerste is het geval als maatregelen echt alternatieven zijn voor een bepaald tekort zoals de verschillende maatregelen om het tekort in het Brielse Meer aan te pakken (Aanvoercapaciteit Bernisse verbeteren, optie A: Extra inlaatkokers (W1), optie B: aanvoerleiding en gemaal (W2) en Zoetwaterfabriek havenindustrie (W43).) Bij uitvoering van een van deze drie maatregelen, zijn de andere twee niet meer nodig. In dit geval wordt de maatregel met de hoogste baten-kostenverhouding geselecteerd.

In het IJsselmeergebied vergroten verschillende maatregelen de zoetwatervoorraad. Als er meerdere maatregelen een positieve baten-kostenverhouding hebben dan kunnen ze gezamenlijk een groter tekort oplossen dan er is. De baten-kostenverhouding is dan overschat. Dit punt wordt in deze fase wel gesignaleerd maar niet gebruikt om maatregelen ondanks hun positieve saldo te schrappen uit het economisch kansrijk pakket. Bij de samenstelling van het voorkeurspakket moet daar wel rekening mee worden gehouden.

HOOFDSTUK 6 NOORD

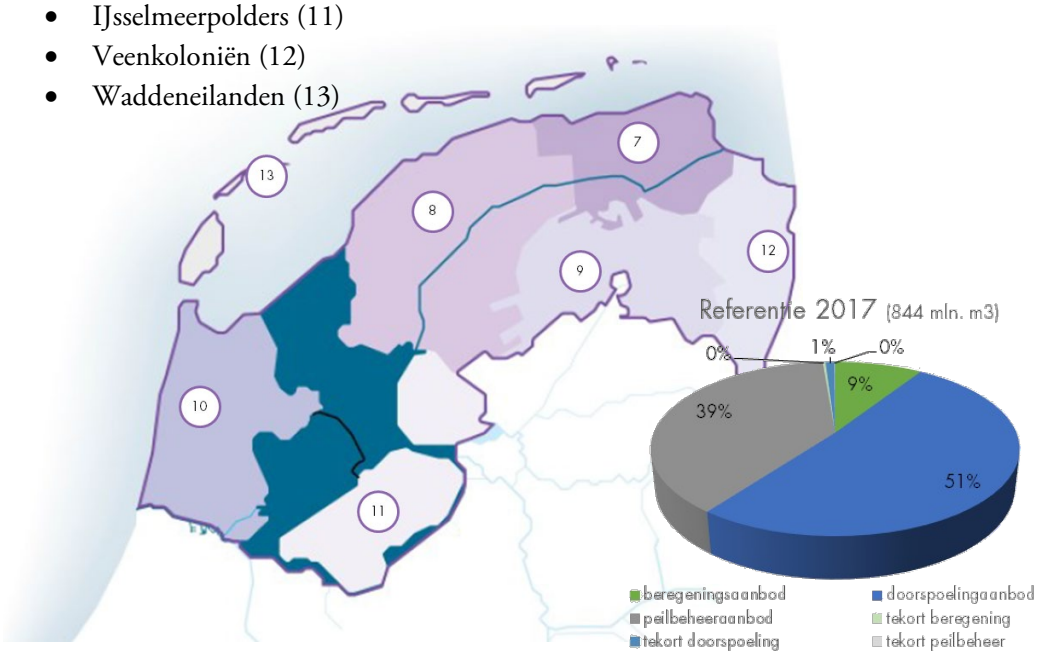
Dit hoofdstuk gaat in op de zoetwaterregio Noord. Achtereenvolgens worden de volgende onderwerpen toegelicht:

1. De ontwikkelingen bij het nulalternatief in de verschillende Deltascenario's,
2. De werkopgave,
3. De beoordeelde maatregelen gericht op het beperken en voorkomen van watertekorten,
4. De individuele beoordeling van de maatregelen op kosteneffectiviteit, welvaartseffect en maatschappelijke waarde,
5. De samengestelde beleidspakketten.

6.1 NULALTERNATIEF

De zoetwaterregio Noord bestaat uit zeven deelregio's. Zes deelregio's zijn voor de oppervlaktelevering afhankelijk van het IJsselmeer en Markermeer. In deelregio 9 zijn grote delen ook aangewezen op grondwater. De Waddeneilanden behoren wel bij de zoetwaterregio Noord, maar zijn geen onderdeel van analyse (zie Figuur 39):

- Aanvoergebied na Gaarkeuken (7)
- Aanvoergebied voor Gaarkeuken (8)
- Drenths plateau (9)
- Noord Holland (10)
- IJsselmeerpolders (11)
- Veenkoloniën (12)
- Waddeneilanden (13)



Figuur 39: Zoetwaterregio Noord in deelregio's en de oppervlaktewatervraag verdeeld over levering en tekort (BP2018 - levering plus tekort is gelijk aan vraag)

6.1.1 *Uitdagingen en regionale watervraag*[61]

In het grootste deel van de zoetwaterregio Noord-Nederland is wateraanvoer vanuit het IJsselmeer mogelijk, wat de zoetwaterregio een relatief robuuste zoetwatervoorraad biedt voor het overbruggen van droogteperioden. Deze voorziening staat echter onder toenemende druk door verschillende klimatologische en hydrologische ontwikkelingen.

Toenemende uitdagingen voor de IJsselmeerbuffer

Hoewel het IJsselmeer een groot deel van Noord-Nederland (en delen van Oost- en West-Nederland) voorziet van een robuuste zoetwatervoorraad, neemt de kans op watertekort toe. Dit wordt veroorzaakt door een combinatie van factoren:

Dalende waterstanden: De waterstand op het IJsselmeer zakt steeds vaker uit door:

- Langdurig lage aanvoer via de IJssel
- Veranderende Bovenrijnafvoer en rivierbodemerosie in de Waal
- Toenemende verdamping
- Hoge watervraag vanuit verschillende gebruiksfuncties

Infrastructuurcapaciteit: De toenemende watervraag kan met de huidige regionale infrastructuur niet overal worden aangevoerd.

Peilbeheer en operationele aanpassingen: De herziening van het peilbesluit IJsselmeer in 2018 heeft geleid tot criteria voor het operationaliseren van flexibel peilbeheer van het IJsselmeer en Markermeer, waardoor de operationele marge is vergroot. Het beheer is erop gericht om tijdens en voorafgaand aan droge perioden de zoetwatervoorraad optimaal te benutten.

Waterkwaliteit en verzilting: Waterpeil en chlorideconcentraties zijn bepalende factoren voor het gebruik van de IJsselmeerbuffer. Het meer vervult niet alleen een zoetwaterfunctie voor landbouw en natuur, maar dient tevens als bron voor drinkwaterproductie.

Het tegengaan van zoutverspreiding in het meer vormt een belangrijk doel van het operationele waterbeheer. Zoutwater komt het IJsselmeer binnen via de schut- en spuisluizen in de Afsluitdijk. Zolang voldoende gespuid kan worden, blijft verzilting beperkt tot de erosiekuilen en vaargeulen nabij de Afsluitdijk. Wanneer gedurende langere tijd slechts beperkt kan worden gespuid - bijvoorbeeld tijdens perioden van watertekort - ontstaat het risico op zoutverspreiding naar de rest van het meer.

Landbouw en natuurgebieden

Wateraanvoer speelt een cruciale rol voor peilhandhaving ten behoeve van zowel landbouw als natuurgebieden. Een toenemende uitdaging vormt de vraag om peilopzet in veen(weide)gebieden, die noodzakelijk is voor het tegengaan van bodemdaling en CO_2-uitstoot. Deze ontwikkeling zal naar verwachting leiden tot een verhoogde watervraag in de komende jaren (en is geen onderdeel van de basisprognoses 2018).

[61] Samenvatting van regio-input van zoetwaterregio Noord in HydroLogic, Aanvullende inzichten DPZW regio's werkopgave zoetwater - DEFINITIEF 22-04-2025

Verzilting en kustgebieden

In een brede strook langs de kust ondervinden gebieden de gevolgen van zoute kwel. Daarnaast vindt zoutindringing plaats bij verschillende sluiscomplexen, waaronder de Helsdeur, Harlingen, en de sluizen bij de Hunze en Aa's.

Door middel van doorspoeling kunnen chlorideconcentraties in het oppervlaktewater worden verlaagd, waardoor beregening uit oppervlaktewater mogelijk blijft. Een voordeel van het doorspoelsysteem is dat water dat voor doorspoeling van polders wordt gebruikt, vaak verderop in het watersysteem nog kan worden ingezet voor andere functies.

Gebieden zonder aanvoermogelijkheden

Een deel van Noord-Nederland (deelregio 9) heeft geen mogelijkheden voor wateraanvoer en is volledig afhankelijk van neerslag en de beschikbare grondwatervoorraad. In deze gebieden wordt een toename van watertekorten verwacht als gevolg van:

- Toenemend neerslagtekort
- Uitzakkende grondwaterstanden

Watervraag industrie en drinkwaterproductie

In Oost-Groningen (o.a. Eemshaven) en Noord-Friesland is veel oppervlaktewater gebruikende industrie. De zoetwaterregio heeft aangegeven dat de watervraag zal toenemen door uitbreiding van de industrie rond de Eemshaven. Bij Andijk haalt PWN water uit het IJsselmeer voor drinkwaterproductie en in Drenthe haalt WBG water uit de Drenthse Aa. In delen van Noord-Nederland waar grondwater niet verzilt is, wordt op diverse plaatsen grondwater gewonnen.

6.1.2 *Knelpunten en ontwikkeling*

Knelpunten basisprognoses 2018 (BP2018)

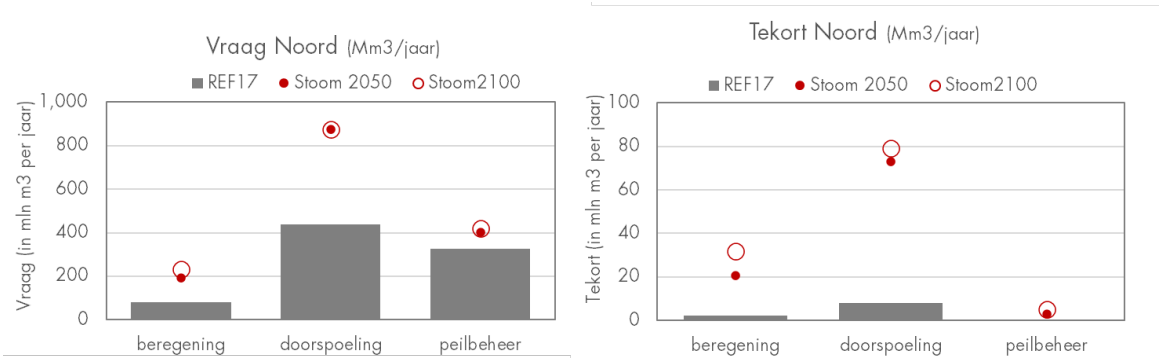
De grootste watervrager is doorspoeling (zie Figuur 40). Deze functie ervaart ook de grootste tekorten. Deze tekorten worden in droge jaren veroorzaakt door beperkte inlaat- en doorvoercapaciteit en in extreem droge jaren door uitputting van de IJsselmeerbuffer.

Bij sterke klimaatverandering wordt de direct beschikbare bufferschijf van 20 cm gemiddeld eens in de 20 jaar volledig ingezet. In het huidige klimaat is de beschikbare buffer in alle jaren toereikend.

De watervragen voor doorspoeling en beregening uit oppervlaktewater nemen het sterkst toe, veroorzaakt door interne verzilting, verdamping van het oppervlaktewater en een daling van het bodemvochtgehalte in het groeiseizoen.

Gemiddeld veroorzaakt dit in *Stoom 2050* en *Stoom 2100* niet alleen een groot tekort voor doorspoeling maar ook voor beregening.

Deze tekorten hebben gevolgen voor het droogterisico in dit gebied. Zonder het tegengaan hiervan veroorzaakt dit funderingsschade, verdroging van natuur en landbouwschade en op veen en moerige gronden extra CO_2-uitstoot.



Vraag	Beregening	Doorspoeling	Peilbeheer	Tekort	Beregening	Doorspoeling	Peilbeheer
Referentie	80	439	325	Referentie	2,3	8,1	0,5
Stoom 2050	191	875	402	Stoom 2050	20,8	73,0	3,0
Stoom 2100	234	875	420	Stoom 2100	31,7	79,1	5,2

Figuur 40: oppervlaktewatervraag en -tekorten Noord per scenario (miljoen m³, BP2018, schaal verschilt tussen linker en rechter afbeelding)

Het jaarlijks droogterisico voor de landbouw in de *Referentie* is 65 miljoen euro. In *Stoom 2050* is het droogterisico in totaal 60 miljoen euro en neemt toe tot 117 miljoen euro in *Stoom 2100,* zie Tabel 20 en Tabel 21. Voor de berekening zie Hoofdstuk 4.

Tabel 20: economisch risico (BP2018) in miljoen euro (zie voor methode en resultaat per deelregio hoofdstuk 4)

In mln. euro	Referentie	Stoom 2050	Stoom 2100
Landbouwrisico	€ 65 per jaar	€ 60 per jaar	€ 117 per jaar
Scheepvaartrisico	p.m.	p.m.	p.m.
CO_2-uitstoot (volgens WLO scenario Hoog Snel[62])	€ 351 per jaar (in 2017)	€ 937 per jaar	€ 2.850 per jaar
Funderingsrisico 2050	€ 9.812 eenmalig (incl. veroudering in 2050)	€ 10.069 eenmalig	Niet bepaald

Het extra funderingsrisico door klimaatverandering bedraagt 257 miljoen euro in *Stoom 2050* ten opzichte van *Referentie* (eenmalige investering). De gemonetariseerde CO_2-uitstoot neemt toe van 351 miljoen euro in *Referentie* naar 937 miljoen euro in *Stoom 2050* en 2.850 miljoen euro in *Stoom 2100*.

De toename van het droogterisico door klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen (contante waarde *Stoom – Referentie*) is het grootst voor de CO_2-uitstoot. Die is bijna 70 maal zo hoog als de toename van het funderingsrisico en ruim 20 maal zo hoog als de toename van het droogterisico voor de landbouw.

[62] Per Welvaart- en Leefomgevingsscenario (WLO) van PBL gelden er andere CO_2-prijzen. In dit geval is gekozen voor het WLO-scenario Hoog Snel, zie paragraaf 4.3.1.

Tabel 21: contante waarde economisch risico (BP2018) in miljoen euro, basisjaar 2028, discontovoet 2,25%

Contante waarde 2028	Referentie	Stoom	Verschil risico
Landbouwrisico	€ 2.562	€ 3.089	€ 528
Scheepvaartrisico	p.m.	p.m.	p.m.
CO_2-uitstoot	€ 42.193	€ 53.048	€ 10.855
Funderingsrisico	€ 6.014	€ 6.172	€ 157
Totaal contante waarde	**€ 50.769**	**€ 62.308**	**€ 11.539**

Duiding verschil de basisprognoses 2018 (KNMI'14) en nieuwe klimaatscenario's (KNMI'23)

Voor de zoetwaterregio Noord wordt geconcludeerd dat de zoetwateropgave toeneemt ten opzichte van de basisprognoses 2018. Dit komt op hoofdlijnen door:

Toenemende druk op de waterbeschikbaarheid uit het IJsselmeer door veranderingen in de Bovenrijnafvoer, de bodemligging, het benodigde doorspoeldebiet tegen verzilting bij de Afsluitdijk, en nieuwe scenario's voor neerslag en verdamping op het meer. Het netto-effect op de IJsselmeerbuffer in periodes met lage rivierafvoer is geschat op circa 10 m^3/s in *Stoom 2050*. In *Stoom 2100* ligt de netto-afname aanzienlijk hoger.

Toenemende regionale watervraag voor peilhandhaving en beregening als gevolg van een groter neerslagtekort dan in de basisprognoses 2018. Voor Stoom 2100 geldt daarnaast een toename van de doorspoelvraag (t.o.v. BP2018) om interne en externe verzilting als gevolg van zeespiegelstijging tegen te gaan.

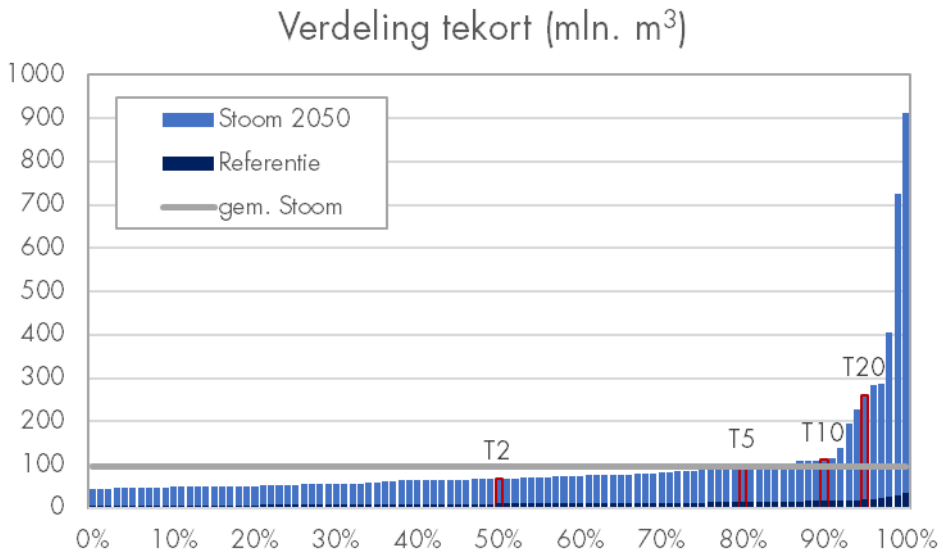
Mogelijkheid van peilopzet in de veen(weide)gebieden kan meer water gaan vragen. Nog onzeker (maar wel sterk bepalend voor de watervraag) is met welke beleidskeuzes (oppervlaktewater of grondwater) en waar dit wordt geïmplementeerd, en met welke maatregelen. Als wordt gestreefd naar grondwaterstanden tot 20 á 40 cm onder maaiveld, dan kan het in een droge zomer gaan om een toename van 30-40 procent van de watervraag voor peilhandhaving in veenweidegebieden.

6.2 WERKOPGAVE NOORD

Oppervlaktewater

De werkopgave is gelijk gesteld aan het zoetwatertekort in een T20 jaar[63] in *Stoom 2050*. Deze werkopgave is bepaald door de 100-jarige reeks voor *Stoom 2050* eerst op de hoogte van het tekort te sorteren, zie Figuur 41. En vervolgens het tekort af te lezen dat hoger is dan het tekort van 95 procent van de jaren en lager dan 5 procent van de overige jaren.

[63] Het 'T20 jaar' is het jaar met een tekort dat eens per 20 jaar voorkomt, oftewel 5% van jaren heeft hoger tekort en 95% lager tekort. Het T20 punt is bepaald voor het totale watertekort per deelregio, dat wil zeggen tekorten voor beregening, doorspoeling en peilbeheer opgeteld.



Figuur 41: oppervlaktewatervraag en -tekorten Noord per scenario (BP2018, gemiddelde waarde > T2)

Voor Noord komt de werkopgave voor 2050 van 259 miljoen m³ ongeveer overeen met het tekort in 2003 aangepast voor de klimaat en sociaaleconomische omstandigheden in *Stoom 2050*. In deze zoetwaterregio neemt het oppervlaktewatertekort in *Stoom 2050* na T10 sneller toe dan in andere zoetwaterregio's. Voor fase 3 betekent dit een werkopgave voor oppervlaktewater van in totaal 86 miljoen m³ voor de hele zoetwaterregio Noord (1/3 deel van het totale tekort in *Stoom 2050*), zie Tabel 22.

Tabel 22: tekorten bij herhalingstijd T20 en het gemiddelde tekort

	Deelregio's	Gem. tekort in mln. m³			T20 tekort in mln. m³			Werkopgave fase 3
		REF	Stoom 2050	Stoom 2100	REF	Stoom 2050	Stoom 2100	
7	Aanvoergebied na Gaarkeuken	8,6	59,8	65,7	12,5	90,6	93,2	30,2
8	Aanvoergebied voor Gaarkeuken	0,0	10,0	12,6	0,0	67,5	58,7	22,5
9	Drenths plateau	1,2	4,5	5,3	3,2	10,1	11,0	3,4
10	Holland Noord	0,0	6,8	9,1	0,0	48,8	44,1	16,3
11	IJsselmeerpolders	0,0	2,1	4,1	0,0	3,2	14,9	1,1
12	Veenkoloniën	1,0	13,6	19,2	4,9	38,4	38,5	12,8
	Totaal Noord BP18	11	97	116	21	259	260	86

Grondwater

De werkopgave voor grondwater is het tegengaan van de verdere uitzakking in *Stoom* ten opzichte van de *Referentie*. Deze bedraagt in de zoetwaterregio Noord (excl. Waddeneilanden) gemiddeld zo'n 8 tot 11 cm. De verschillen tussen de deelregio's zijn significant. In Noord-Holland is de

afname 2-4 cm en op het Drenths plateau 14 tot 16 cm. Met de aanname dat het vochtgehalte van de grond zo'n 15 procent is, betekent dat hiervoor in totaal 114 miljoen m^3 respectievelijk 162 miljoen m^3 meer grondwater vastgehouden moet worden. Voor fase 3 moet minimaal 1/3 deel van het tekort voor 2050 worden opgelost: 38 miljoen m^3. De zoetwaterregio Noord heeft ook eigen regionale zoetwateropgaven gedefinieerd.

Het tegengaan van peilbeheertekorten met oppervlaktewatermaatregelen is zonder peilaanpassing of specifieke maatregelen onvoldoende om deze werkopgave grondwater in te vullen. In *Stoom* 2050 is de werkopgave 114 miljoen m^3 (equivalent aan benodigde GLG-toename). Het peilbeheertekort is gemiddeld 'slechts' 3,0 miljoen m^3.

Tabel 23: werkopgave grondwater in Stoom 2050 en Stoom 2100

	GLG t.o.v. Referentie (cm)		Relevant opp.	Volume mln. m^3		Werkopgave fase 3
Deelregio's	Stoom 2050	Stoom 2100	Ha	Stoom 2050	Stoom 2100	
Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken	-8	-13	124.473	15	24	
Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken	-7	-10	260.685	27	39	
Noord Drenths plateau	-14	-16	158.015	33	38	
Noord Holland Noord	-2	-4	167.430	5	10	
Noord IJsselmeerpolders	-9	-13	145.224	20	28	
Noord Veenkoloniën	-8	-13	112.208	13	22	
Noord Waddeneilanden	n.v.t.	n.v.t.	19.308	n.v.t.	n.v.t.	
Totaal (excl. Waddeneilanden)	-8	-11	968.035	114	162	38

6.3 MAATREGELEN NOORD

Deze paragraaf gaat in op de relevante maatregelen voor de zoetwaterregio Noord. Voor een uitgebreidere beschrijving van de maatregelen wordt verwezen naar de Factsheets.[64]

De regionale maatregelen die beoordeeld konden worden, zijn vermeld in Tabel 24. De locatie van de maatregelen is weergegeven in Figuur 42. Maatregelen die niet beoordeeld zijn, staan vermeld in de bijlagen en betreffen onderzoek, maatregelen door derden of langetermijnmaatregelen waarvoor geen informatie verzameld is.

Voor de zoetwaterregio Noord zijn in totaal (augustus 2025) 34 regionale maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er 26 beoordeeld. Ook zijn er vier HWS-maatregelen met effect in de zoetwaterregio Noord en een maatregel uit West (W36 Temmen brakke kwel) toegevoegd omdat deze maatregel de zoetwatervoorraad voor Noord vergroot.

[64] De zoetwaterregio's hebben voor alle maatregelen Factsheets aangeleverd volgens een vast format. Vanwege de omvang van het hele pakket zijn deze niet als bijlage opgenomen.

Tabel 24: ingediende maatregelen Noord die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
1	N1.1	Klimaatbuffer IJsselmeer	Maatregel bij Andijk, effect deelregio 7, 8, 10, 11, 12	Oppervlaktewater	Landbouwberegening: 80% Doorspoeling: 20%
2	N1.2	Water vasthouden in en rond de duinen	Noord-Hollands duinreservaat en Nationaal park Zuid Kennemerland	Grondwater	Natuur: 90% Land/tuinbouw: 10%
3	N1.3	Assen Oost	Assen e.o.	Grondwater	Natuur: 90% Drinkwater/overig: 10%
4	N1.4	Breevenen	Flank Hondsrug, Eext-Eexterzandvoort	Grondwater	Natuur: 90% Landbouw: 10%
5	N2.1	Druppelirrigatie	50 % areaal kapitaalintensieve teelten + 5 % areaal aardappelen + 5 % areaal overige landbouwgewassen	Oppervlaktewater	Beregening landbouw:100%
6	N2.2	Het realiseren van een eigen watervoorziening door bovengrondse opslag regenwater en drainagewater	Kapitaalintensieve landbouwgrond	Oppervlaktewater	Beregening landbouw:100%
7	N2.3	Het realiseren van een eigen watervoorziening door ondergrondse opslag regenwater	Landbouw in brakke kustgebieden, daar waar bodemomstandigheden zich lenen voor deze maatregel: 7, 8, 10, 11, 12, 13.	Oppervlaktewater	Beregening landbouw:100%
8	N2.4	Verbeteren sponswerking bodem	alle landbouwgronden	Oppervlaktewater	Beregening landbouw:100%
9	N2.5	Regelbare drainage	gedraineerd landbouwgebied	Grondwater	landbouw: 90%. natuur 10%.
10	N3.1	Flexibel peilbeheer i.c.m. automatiseren peilregulerende kunstwerken	Wateraanvoergebieden Laag Noord-Nederland: 7, 8, 10, 11, 12	Oppervlaktewater	Beregening landbouw:100%
11	N3.2	Optimaliseren doorspoelen met zoetwater, incl. monitoring	Wateraanvoergebieden Laag Noord-Nederland: 7, 8, 10, 12	Oppervlaktewater	Doorspoeling 100%

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
12	N3.3[65]	Efficiënter maken van zoetwateraanvoersysteem, ook niet-zilte gebieden	Een deel van het beheersgebied van waterschap Hunze en Aa's	Oppervlaktewater	Beregening landbouw:100%
13	N4.1	Flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid	Alle invloedszones langs Hoofdwatergangen, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
14	N4.2	Beekherstel	Gehele regionaal watersysteem in invloedszones beken	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
15	N4.3	Het plaatsen en/of verhogen van stuwen in detailwaterlopen	Alle landbouwpercelen en droge natuur langs perceelsloten, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
16	N4.4	Het verhogen van duikers	Alle landbouwpercelen en droge natuur langs perceelsloten, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
17	N4.5	Het verondiepen van watergangen, aanpassen leggerprofiel en ook diepte schouwsloten	Alle landbouwpercelen en droge natuur langs perceelsloten, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
18	N4.6	Het afsluitbaar maken van greppels	Alle landbouwpercelen en droge natuur langs perceelsloten, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
19	N4.7	Sloten dempen	Alle landbouwpercelen en droge natuur langs perceelsloten, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
20	N4.8	Infiltratiegreppels	landbouwgebieden met dekzandvlakten, dekzandlaagten en strandvlakten in hoog Noord-Nederland, waar geen keileem in	Grondwater	landbouw: 100%.

[65] De maatregel is naar aanleiding van de validatie van de hydrologie teruggetrokken door de zoetwaterregio. Het doelbereik is derhalve niet gevalideerd. De maatregel is wel meegenomen in de beoordeling, maar het effect mogelijk overschat.

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
			de ondergrond aanwezig is		
21	N4.9	Eigen watervoorziening door hergebruik regenwater	stedelijk gebied in Noord-Nederland	Combinatie oppervlaktewater en grondwater	Drinkwater:100%
22	N4.10	Beperken oppervlakkige afstroming	landbouwgebieden met dekzandvlakten, dekzandlaagten en strandvlakten in hoog Noord-Nederland, waar geen keileem in de ondergrond aanwezig is	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
23	N5.1	Aanleggen infiltratievoorziening waar afgekoppeld verhard oppervlak kan worden geïnfiltreerd	Bebouwd gebied met doorwerking op flanken en kwelgebied	Grondwater	bebouwd gebied 50% landbouw 30% natuur 20%.
24	N5.2	Waterdoorlatende verharding/ontstenen	Bebouwd gebied	Grondwater	bebouwd gebied 50% landbouw 30% natuur 20%.
25	N5.3	Waterpartijen omvormen tot wadi's	Bebouwd gebied	Grondwater	bebouwd gebied 50% landbouw 30% natuur 20%.
26	N6.1	Zoetwatermaatregel Kust Eems Dollard	Kustgebied tussen Delfzijl en Termunten	Oppervlaktewater (50%), grondwater (50%)	Doorspoeling: 50% Grondwater moerige grond: 50%
27	W36	Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpolder	Noord	Oppervlaktewater	Doorspoeling 69% Beregening 23% Peilbeheer 8% Drinkwater + 6 mln. m^3
28	HWS NN1	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Farmsum	1) Schutsluis Farmsum, 2) Eemskanaal, 3) zoetwaterinlaatpunt Slochtersluis, deelregio 7 Noord	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 5% Doorspoeling 84% Peilbeheer 11%
29	HWS IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	Kornwerderzand bij Afsluitdijk zorgt voor afname vraag IJsselmeer, hydrologisch effecten voor Noord (84%) en West (10%) en Hoge Zandgronden Oost (6%)	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 25% Doorspoeling 48% Peilbeheer 27%
30	HWS IJM7	Peilhandhaving Veluwerandmeer alternatieve aanvoerroutes	Veluwerandmeer, deelregio 11	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 4% Doorspoeling 86% Peilbeheer 10%

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
31	HWS DPIJ1	Vergroten zoetwater-voorraad IJsselmeer 2030/2040	IJsselmeer; hydrologisch effecten voor Noord (92%) en West (8%), verwaarloosbaar effect voor Hoge Zandgronden Oost.	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 24% Doorspoeling 58% Peilbeheer 18%

N1.1: Klimaatbuffer IJsselmeer

De Klimaatbuffer IJsselmeer omvat het realiseren van twee grote spaarbekkens (100 ha) met een natuurgebied (150 ha) daaromheen, direct aansluitend op de huidige spaarbekkens op productielocatie Andijk van PWN. De Klimaatbuffer dient naast drinkwatervoorziening ook doelen van natuur, omgeving en zoetwaterbeschikbaarheid voor het IJsselmeergebied. De buffer wordt het hele jaar benut en is voorbereid op klimaatverandering en hogere en lagere IJsselmeerpeilen. Het verwachte effect is 5 miljoen m^3.

N1.2: Water vasthouden in en rond de duinen

Maatregel N1.2 omvat verschillende onderdelen om de grondwatervoorraad in het Noord-Hollands Duinreservaat en Nationaal Park Zuid Kennemerland te verhogen. Gemiddeld gaat de grondwaterstand zo'n 16 (*Stoom 2100*) tot 20 cm (*Referentie*) omhoog over een gebied van 100 hectare. Naast natuur en drinkwatervoorziening profiteren ook diverse andere functies (waterbeheer, landbouw, recreatie, stedelijk gebied). De maatregel wordt permanent ingezet en is goed houdbaar, ook bij klimaatverandering.



Figuur 42: Indicatie effectgebied maatregelen o.b.v. beschrijving (helder blauw HWS-maatregel, donkerblauw regionale maatregel)

N1.3: Assen Oost

Deze maatregel benut oppervlaktewater dat nu als overtollig water wordt gespuid op de Waddenzee voor o.a. drinkwaterproductie. Hiervoor wordt het water vastgehouden en actief geïnjecteerd rond Assen ter aanvulling van de grondwatervoorraad over een gebied van 50-80 hectare. Een deel wordt later gebruikt voor drinkwaterproductie.

N1.4: Breevenen

De maatregel Breevenen combineert op de flank van de Hondsrug drinkwaterwinning met herstel van kwel, door jaarrond de oppervlakkige ontwatering te verminderen door het aanpassen van het hydrologische systeem. Kwelwater wordt zo vastgehouden in het gebied, de hydrologische gradiënt van Hondsrug naar beekdal wordt hersteld en er kan blijven worden voorzien in de stijgende drinkwatervraag. De maatregel is goed houdbaar en wordt ingezet tussen Eext en Eexterzandvoort over een gebied van minimaal 56 en maximaal 250 ha afhankelijk van de mogelijkheden tot grondaankoop/afwaarderen van gronden.

N2.1 druppelirrigatie

Maatregel N2.1 reduceert via druppelirrigatie de verdampingsverliezen t.o.v. reguliere beregeningsmethoden. Daardoor hoeft het grond- of oppervlaktewater minder te worden aangesproken en daalt de watervraag. Hierdoor zakt het grondwaterpeil in droge perioden minder ver uit. De maatregel wordt gedurende het groeiseizoen ingezet op 100 procent areaal kapitaalintensieve teelten en 5 procent areaal overige landbouwgewassen. Bij een forse daling van de grondwaterstand door klimaatverandering kan er niet meer geïrrigeerd worden vanuit grondwater en is de maatregel niet meer inzetbaar. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 18.100 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 3,8 miljoen m^3.

N2.2: het realiseren van een eigen watervoorziening door bovengrondse opslag regenwater en drainagewater

Maatregel N2.2 gaat over het lokaal water opvangen en opslaan in bassins of ondergronds als voorraad voor droge periodes zodat de waterbeschikbaarheid voor landbouwareaal kapitaalintensieve teelten verbetert en beregening uit grondwater vermindert. In het winterhalfjaar wordt het neerslagoverschot vastgehouden, wat in zomerhalfjaar gebruikt wordt voor irrigatie. Met klimaatverandering worden bassins minder effectief door hogere verdamping in het zomerhalfjaar. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 23.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 9,2 miljoen m^3.

N2.3: het realiseren van een eigen watervoorziening door ondergrondse opslag regenwater

Maatregel N2.3 gaat over het opslaan van zoet drainagewater in de ondergrond in tijden van overschot om de landbouw in brakke kustgebieden meer zelfvoorzienend maken in hun zoetwatervoorziening. In het winterhalfjaar wordt het neerslagoverschot vastgehouden, wat in zomerhalfjaar gebruikt wordt voor irrigatie. Ook bij klimaatverandering is de maatregel goed houdbaar. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 15.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 3,0 miljoen m^3.

N2.4: verbeteren sponswerking bodem

Maatregel N2.4 verbetert de bodemstructuur door het organische stofgehalte in de bodem te verhogen, door storende, slecht doorlatende bodemlagen te doorbreken of door het tegengaan van bodemverdichting. Dit creëert een gezondere bodem en verbetert de sponswerking van de bodem, waardoor meer water wordt vastgehouden en het risico op wateroverlast vermindert. De

maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor alle landbouwgronden in Noord. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 14.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 2,8 miljoen m^3.

N2.5: regelbare drainage

Maatregel N2.5 laat de hoogte van de ontwateringsbasis variëren door de aanleg van regelbare drainage. Het houdt grondwater vast voor de landbouw door *sturing* van de ontwatering op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor 33 procent van gedraineerd landbouwgebied. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 172.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 29,24 miljoen m^3.

N3.1: flexibel peilbeheer i.c.m. automatiseren peilregulerende kunstwerken

Maatregel N3.1 gaat over het optimaliseren van operationeel peilbeheer in hoofdsysteem van regionale waterbeheerders in de wateraanvoergebieden in lage deel Noord-Nederland. Er wordt een extra zoetwatervoorraad opgebouwd zolang nog voldoende water beschikbaar is in het aanvoersysteem, die kan worden benut in opvolgende droge periode. Als aanvoermogelijkheden afnemen neemt mogelijkheid inzet maatregel ook af. Het totale potentieel areaal op lange termijn bedraagt 554.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 63,1 miljoen m^3 in droge perioden.

N3.2: optimaliseren doorspoelen met zoetwater, incl. monitoring

Maatregel N3.2 bespaart op de doorspoelbehoefte van de regionale boezems door beter te sturen op de zoutvracht die via schuttingen sluizen naar binnen komt in de wateraanvoergebieden in lage deel Noord-Nederland. Het bespaarde doorspoelwater komt ten gunste aan de watervragende functies in de gebieden die vanuit de boezems van water worden voorzien. De maatregel is 1 à 2 maanden per jaar actief in droge zomerperioden, De maatregel levert een grotere zoetwaterbijdrage in drogere jaren en in een droger wordend klimaat. Het totale potentieel is 2 m^3/s.

N3.3: efficiënter maken van zoetwateraanvoersysteem, ook niet-zilte gebieden

Maatregel N3.3 benut het wateraanvoersysteem beter in een deel van beheersgebied waterschap Hunze en Aa's. Het voordeel in droge zomerperioden komt ten gunste van de landbouw. Zolang er voldoende water vanuit het Hoofdwatersysteem beschikbaar is om aan te voeren is de maatregel goed houdbaar. Het totaal potentieel is 4,3 miljoen m^3 per jaar.

N4.1: Flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid

Maatregel N4.1 gaat over het vasthouden van neerslag t.b.v. grondwateraanvulling voor natuur, landbouw en drinkwater door automatisering van het opzetten van stuwpeilen in het regionaal oppervlaktewater. De maatregel wordt het hele jaar ingezet, maar accent ligt op winterhalfjaar. ook zomerbuien worden vastgehouden. Deze maatregel wordt genomen in de hoofdwatergangen (in beheer bij de waterschappen), maar werkt ook door in die secundaire en tertiaire watergangen waarin de waterstand wordt bepaald door de waterstand in de hoofdwatergangen. Het totale potentieel areaal op lange termijn bedraagt 180.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 41,4 miljoen m^3. De maatregel is blijvend inzetbaar.

N4.2: Beekherstel

Maatregel N4.2 houdt water vast t.b.v. grondwateraanvulling en stroming in beken, voor natuur, landbouw en drinkwater. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar en

geldt voor het gehele regionaal watersysteem. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 33.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 14,85 miljoen m^3.

N4.3: het plaatsen en/of verhogen van stuwen in detailwaterlopen

Maatregel N4.3 houdt grondwater vast voor de landbouw door het *verminderen van de afwatering* neerslagoverschot op perceelsniveau door stuwtjes te plaatsen in detailwaterlopen/haarvaten. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor landelijk gebied waar ontwateringsbasis verhoogd kan worden. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 36.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 14,4 miljoen m^3.

N4.4: het verhogen van duikers

Maatregel N4.4 houdt grondwater vast voor de landbouw door het *verminderen van de ontwatering* op perceelsniveau door duikers te verhogen. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar in landelijk gebied waar ontwateringsbasis verhoogd kan worden. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 36.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 14,4 miljoen m^3.

N4.5: het verondiepen van watergangen, aanpassen leggerprofiel en ook diepte schouwsloten

Maatregel N4.5 houdt grondwater vast voor de landbouw door het *verminderen van de ontwatering* op perceelsniveau door het verondiepen van watergangen, aanpassen leggerprofiel en ook diepte schouwsloten. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor landelijk gebied waar ontwateringsbasis verhoogd kan worden. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 36.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 14,4 miljoen m^3.

N4.6: het afsluitbaar maken van greppels

Maatregel N4.6 houdt grondwater vast voor de landbouw door het *sturing van de ontwatering* op perceelsniveau via het afsluitbaar maken van greppels. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor landelijk gebied waar ontwateringsbasis verhoogd kan worden. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 36.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 12,6 miljoen m^3.

N4.7: sloten dempen

Maatregel N4.7 houdt grondwater vast voor de landbouw door het *beëindigen van ontwatering* op perceelsniveau door perceelssloten te dempen. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor landelijk gebied waar ontwateringsbasis verhoogd kan worden. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 36.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 19,8 miljoen m^3.

N4.8: infiltratiegreppels

Maatregel N4.8 houdt grondwater vast voor de landbouw door *infiltratie* op perceelsniveau via aanleg van infiltratiegreppels (afgedamd of afsluitbaar). De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar in landelijk gebied waar de ontwateringsbasis verhoogd kan worden. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 70.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 70,0 miljoen m^3.

N4.9: eigen watervoorziening door hergebruik regenwater

Deze maatregel is gericht op het installeren van een regenwatertank om regenwater op te slaan voor bijv. het besproeien van de tuin bij huishoudens in het stedelijk gebied, waarmee drinkwater

wordt bespaard. De maatregel is het hele jaar en ook op lange termijn inzetbaar. Het accent ligt op het opvangen in het winterhalfjaar, maar ook zomerbuien worden vastgehouden. In Noord zijn circa 530.000 huishoudens op zandgronden. Er wordt uitgegaan dat 5 procent van de huishoudens deze regentank potentieel zou kunnen plaatsen. Dit levert een potentieel van 0,18 miljoen m^3 voor fase 3 en 0,9 miljoen m^3 op lange termijn.

N4.10: beperken oppervlakkige afstroming

Maatregel N4.10 houdt grondwater vast voor de landbouw door het *verminderen van de afwatering* op perceelsniveau door het beperken oppervlakkige afstroming door middel van barrières. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor landelijk gebied waar ontwateringsbasis verhoogd kan worden. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 180.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 18 miljoen m^3.

N5.1: aanleggen infiltratievoorziening waar afgekoppeld verhard oppervlak kan worden geïnfiltreerd

Maatregel N5.1 betreft herinrichting stedelijk gebied zodat grondwatervoorraad wordt aangevuld door *ondergronds infiltreren afvoer van afgekoppeld verhard oppervlak* naar het grondwater. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor infiltratiegebieden bebouwd gebied. Het gemiddelde hydrologische effect van de maatregel is geschat op 125 mm in een T2 jaar. De bandbreedte voor deze maatregel bevindt zich tussen de 50 en 500 mm per jaar. In een T20 jaar is het effect naar schatting 65 mm per jaar.

N5.2: waterdoorlatende verharding/ontstenen

Maatregel N5.2 betreft herinrichting stedelijk gebied om infiltratie te bevorderen door aanleggen infiltratievoorziening waar afgekoppeld verhard oppervlak kan worden geïnfiltreerd. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar in bebouwd gebied. In een T2 droogtejaar neemt door de grotere infiltratie van overtollige neerslag de grondwatervoorraad toe. Op basis van inschatting hydrologen met 100 mm per jaar. In een T20 jaar is het effect 20 procent lager doordat er gedurende de zomer een kleiner neerslagoverschot is.

N5.3: waterpartijen omvormen tot wadi's

Maatregel N5.3 betreft herinrichting stedelijk gebied om doorspoelvraag voor stedelijk water te verminderen door *omvorming waterpartijen naar wadi's*. De maatregel wordt het hele jaar ingezet (accent effect zomer) en is blijvend inzetbaar in bebouwd gebied. In een T2 droogtejaar neemt door de grotere infiltratie van overtollige neerslag de grondwatervoorraad toe. Op basis van inschatting hydrologen met 175 mm per jaar. In een T20 jaar is het effect 10 procent hoger doordat er minder verdamping is via open water.

N6.1: zoetwatermaatregel Kust Eems Dollard

Maatregel N6.1 beoogt een groot laag gelegen gebied langs de Eems-Dollard (het kustgebied tussen Delfzijl en Termunten) te laten meegroeien met de zeespiegelstijging. Door de ophoging kan het grondwaterpeil in de ondergrond opgezet worden, waardoor de veenoxidatie stopt, verzilting tegengegaan wordt door een grotere zoetwaterlens in de bodem en daarmee de functies in het gebied behouden kunnen worden. Dit is een inrichtingsmaatregel die het hele jaar effect heeft en juist gericht is op klimaatadaptatie. Het projectgebied is 13.000 ha (1000 ha zoekgebied voor natuurlijke invang van slib, 3600 ha zoekgebied voor kleirijperij en 9100 ha zoekgebied voor

mechanische ophoging). In de komende 10 jaar wordt gestreefd 500 ha te realiseren voor mechanische ophoging en 150 ha voor natuurlijke invang. De totale ophoging zal, afhankelijk van de locatie, ruim 1 meter bedragen. Het peil zal daarbij met eenzelfde waarde worden verhoogd.

W36: Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpolder

Doel van de maatregel W36 Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpolder is het gebied rondom de Horstermeerpolder en de Vecht minder afhankelijk maken van de inlaat van zoet water vanuit het Markermeer én het tegengaan van verzilting van het oppervlaktewater van de Horstermeerpolder, de Vecht en het gebied de Oostelijke Vechtplassen. De maatregel bestaat uit het plaatsen van een aantal winputten verspreid over de Horstermeerpolder waar het hele jaar brak grondwater wordt gewonnen ten behoeve van de drinkwaterproductie. Dit vermindert de brakke kwel. Hierdoor hoeft minder water uit het Markermeer te worden ingelaten in de Vecht. Het gaat om een besparing van 82 miljoen m^3/jaar (inlaat nu 207 miljoen m^3/jaar, naar verwachting zal dat, na opschaling van de proef, 125 miljoen m^3/jaar zijn). Er zijn geen beperkingen aan houdbaarheid. Omdat de maatregel de onttrekkingen uit het IJsselmeer vermindert, is verondersteld dat de baten in Noord vallen.

HWS NN1: Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Farmsum

HWS-maatregel NN1 bespaart het huidige doorspoeldebiet afkomstig uit het IJsselmeer door effectievere inzet van water voor watervragers (natuur, landbouw, waterkwaliteit) in het beheergebied van het Waterschap Hunze en Aa's. De maatregel wordt ingezet in periodes van extreme droogte wanneer de watervraag vanuit het IJsselmeer niet kan worden geleverd. Voor nu is een reductie van 50 procent van de doorspoelvraag aangenomen.

HWS IJM5: Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand

HWS-maatregel IJM5 vermindert de zoutindringing via de spui- en schutsluizen in de Afsluitdijk. Door zoutindringing treedt verzilting van het IJsselmeer op. Deze verzilting bedreigt de kwaliteit van de zoetwatervoorraad, o.a. voor drinkwatervoorziening. Het tegengaan van verzilting in de huidige situatie geeft een grote watervraag. De maatregel houdt in dat er constructieve maatregelen worden genomen om het lekken van zout water te verminderen, bijvoorbeeld door het vernieuwen van de spuisluisdeuren. De omvang van het effect is minimaal 50 procent vermindering van de doorspoelvraag bij Kornwerderzand. De doorspoelcapaciteit neemt daarmee af van 20 m^3/s naar 10 m^3/s.

De maatregel wordt het hele jaar ingezet zodat in de winter een goede uitgangssituatie wordt gerealiseerd voor een mogelijk watertekort en problemen rond het chloridegehalte tijdens de zomerperiode. De houdbaarheid van de maatregel wordt beïnvloed door verschillende factoren, zoals de snelheid van zeespiegelstijging, aanvoer naar het IJsselmeer (IJssel), effectiviteit van de maatregel, toename scheepvaart met als gevolg een hogere frequentie van schutten, wijze van uitvoering van de maatregel resp. beheer en onderhoud.

HWS IJM7: Peilhandhaving Veluwerandmeer alternatieve aanvoerroutes

HWS-maatregel IJM7 biedt een alternatieve aanvoerroute voor peilhandhaving van de Veluwerandmeren. Op dit moment wordt in droge perioden, enkele weken per jaar, extra water vanaf het Markermeer via Flevoland aangevoerd. Daarbij moet een hoogteverschil van ongeveer 4 tot 5 meter door de inzet van gemaal Lovink worden overwonnen. Dit veroorzaakt een hoog energieverbruik en overlast. Alternatief zou aanvoer vanaf het Reevediep (IJsselmeer) en/of Nijkerker-

nauw (Markermeer) kunnen zijn. Er zijn nu geen pompen of gemalen aanwezig, maar de opvoerhoogte is dan veel kleiner. Onduidelijk is of dit vanwege de waterkwaliteit aantrekkelijke alternatieven zijn. Het hydrologisch effect is bepaald voor onttrekking uit het Markermeer via de Nijkerkernauw-aanvoerroute. Het gaat om dezelfde capaciteit als nu wordt doorgevoerd: 15 m^3/seconde. Alle functies van de Veluwerandmeren profiteren: w.o. recreatie en natuur, voordelen voor inlaat t.b.v. o.a. landbouw en natuur) en mogelijk ook gunstig voor de oevergrondwaterwinning Bremerberg.

HWS DPIJ1: Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer 2030/2040

HWS-maatregel DPIJ1 vergroot de bandbreedte van de flexibele meerpeilen (IJssel- en Markermeer) in de zomer (maart tot en met september). Dit kan via beperkt opzetten of beperkt uitzakken. In deze studie is alleen uitzakken beschouwd. Het vergroten van de bandbreedte heeft verschillende effecten, die mogelijk gemitigeerd moeten worden.

Bij een watertekort is er door deze maatregel in het voorzieningengebied van het IJsselmeergebied 1,9 miljoen m^3 extra wateraanbod (10 cm waterschijf IJsselmeer en Markermeer). De houdbaarheid van de maatregel wordt naar verwachting niet beperkt door klimaatverandering. Deze maatregel houdt (in effecten en kosten) geen rekening met flankerende maatregelen in de regionale systemen.

6.4 BEOORDELING MAATREGELEN

Hoe kansrijk de maatregelen zijn, is bepaald via drie perspectieven: een kosteneffectiviteitsanalyse (KEA), een multicriteria-analyse (MCA) en een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). Per analyse is een beleidspakket samengesteld dat past bij dit perspectief.

6.4.1 *Kosteneffectiviteitsanalyse*

Individuele maatregelanalyse

De kosteneffectiviteitsanalyse vergelijkt de jaarlijkse kosten voor de maatregel met de hydrologische effectiviteit in het Deltascenario *Stoom 2050* omdat de werkopgave voor deze situatie is gedefinieerd (T20 voor oppervlaktewater en mix maatregelen, T2 voor grondwatermaatregelen), zie Tabel 34.

De relevante cijfers voor DPIJ1 zijn getoond bij combinatie met uitvoering van maatregel W18, een maatregel in de zoetwaterregio West. Bij het verder uitzakken van het IJsselmeerpeil is uitvoering van deze maatregel een randvoorwaarde. Overige maatregelen die nodig kunnen worden zijn vooralsnog niet meegenomen in de kosten van DPIJ1 door het ontbreken van aanvullende informatie over benodigde investeringen of operationele kosten van inzet van noodpompen.

De mogelijk impact van HWS-maatregelen op de tekorten in het Hoofdwatersysteem is nu niet meegeteld door onzekerheid over de QWAST-resultaten. Hierdoor kan het doelbereik van deze HWS-maatregelen onderschat zijn.

Tabel 25: overzicht kosteneffectiviteit T20 jaar Stoom 2050 van maatregelen zoetwaterregio Noord

nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie Stoom 2050 (T20 OW en mix, T2 GW, in mln. m³)	Ratio (€/m³)
1	N1.1	Klimaatbuffer IJsselmeer	€ 1,40	4,75	€ 0,30
2	N1.2	Water vasthouden in en rond de duinen	€ 0,92	2,70	€ 0,34
3	N1.3	Assen Oost	€ 0,63	0,75	€ 0,84
4	N1.4	Breevenen	€ 0,22	0,31	€ 0,71
5	N2.1	Druppelirrigatie	€ 2,14	1,00	€ 2,13
6	N2.2	Het realiseren van een eigen watervoorziening door bovengrondse opslag regenwater en drainagewater	€ 6,21	1,62	€ 3,84
7	N2.3	Het realiseren van een eigen watervoorziening door ondergrondse opslag regenwater	€ 2,89	0,60	€ 4,81
8	N2.4	Verbeteren sponswerking bodem	€ 38,81	0,25	€ 154,00
9	N2.5	Regelbare drainage	€ 13,78	5,56	€ 2,48
10	N3.1	Flexibel peilbeheer i.c.m. automatiseren peilregulerende kunstwerken	€ 0,05	9,65	€ 0,00
11	N3.2	Optimaliseren doorspoelen met zoetwater, incl. monitoring	€ 0,05	8,64	€ 0,01
12	N3.3	Efficiënter maken van zoetwateraanvoersysteem, ook niet-zilte gebieden	€ 0,14	4,29	€ 0,03
13	N4.1	Flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid	€ 0,05	7,87	€ 0,01
14	N4.2	Beekherstel	€ 0,93	2,82	€ 0,33
15	N4.3	Het plaatsen en/of verhogen van stuwen in detailwaterlopen	€ 0,39	2,74	€ 0,14
16	N4.4	Het verhogen van duikers	€ 0,07	2,74	€ 0,03
17	N4.5	Het verondiepen van watergangen, aanpassen leggerprofiel en ook diepte schouwsloten	€ 0,05	2,74	€ 0,02
18	N4.6	Het afsluitbaar maken van greppels	€ 0,18	1,50	€ 0,12
19	N4.7	Sloten dempen	€ 0,10	3,76	€ 0,03

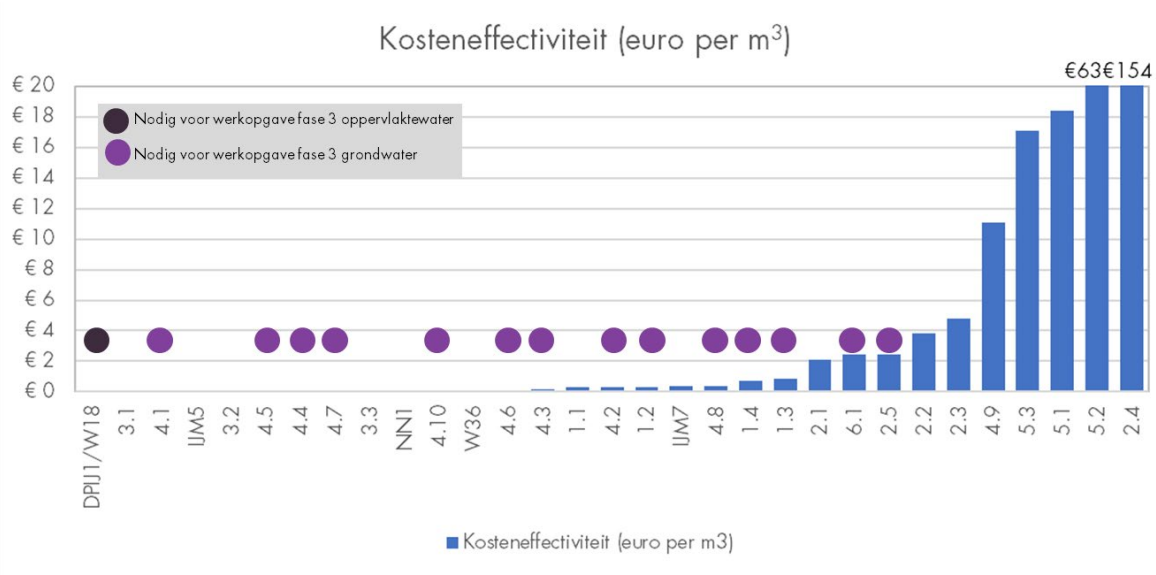
nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie Stoom 2050 (T20 OW en mix, T2 GW, in mln. m³)	Ratio (€/m³)
20	N4.8	Infiltratiegreppels	€ 1,54	3,99	€ 0,39
21	N4.9	Eigen watervoorziening door hergebruik regenwater	€ 1,46	0,13	€ 11,04
22	N4.10	Beperken oppervlakkige afstroming	€ 0,12	1,71	€ 0,07
23	N5.1	Aanleggen infiltratievoorziening waar afgekoppeld verhard oppervlak kan worden geïnfiltreerd	€ 11,17	0,61	€ 18,36
24	N5.2	Waterdoorlatende verharding/ontstenen	€ 2,97	0,05	€ 63,36
25	N5.3	Waterpartijen omvormen tot wadi's	€ 0,57	0,03	€ 17,05
26	N6.1	Zoetwatermaatregel Kust Eems Dollard	€ 1,46	0,60	€ 2,44
27	W36	Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpolder	€ 10,37	91,00	€ 0,11
28	HWS NN1	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Farmsum	€ 0,47	7,00	€ 0,07
29	HWS IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	€ 0,43	70,50*	€ 0,01
30	HWS IJM7	Peilhandhaving Veluwerandmeer alternatieve aanvoerroutes	€ 1,50	4,00	€ 0,38
31	HWS DPIJ1/ W18	Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer 2030/2040	€ 0,97 (W18) + € 0 (DPIJ1)	252,00*	€ 0,00

* Doelbereik valt deels buiten de zoetwaterregio Noord, in de zoetwaterregio West en/of Hoge Zandgronden Oost

Samenstelling kosteneffectief pakket

Om het kosteneffectief pakket samen te stellen zijn alle maatregelen gesorteerd van kosteneffectief naar minder kosteneffectief (uitgedrukt in euro per m^3 oplossend vermogen), zie Figuur 43. De maatregelen met de hoogste kosteneffectiviteit voor het invullen van de werkopgaven en die minder dan een halve euro per m^3 kosten zijn de maatregelen van links tot maatregel N4.8 in Figuur 43. Verschillen in kosteneffectiviteit binnen deze groep maatregelen zijn beperkt.

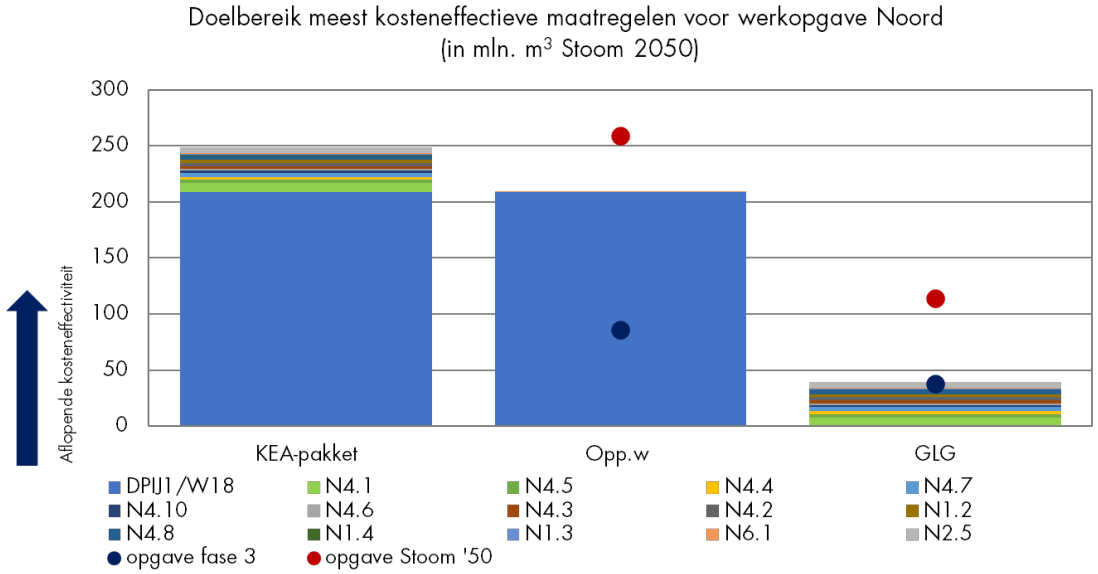
Maatregelen gericht op (stedelijke) zelfvoorzienendheid (bijv. N4.9, N5.1, N5.2, N5.3) zijn minder kosteneffectief dan maatregelen voor zelfvoorzienendheid in het landelijk gebied (bijv. N4.2–N4.5), oppervlaktewater- en operationele maatregelen (N3.1–N3.3, W36, N1.1) en een deel van de HWS-maatregelen (DPIJ1/W18, IJM5, NN1).



Figuur 43: vergelijking kosteneffectiviteit Stoom2050

Vervolgens is het pakket voor zowel de werkopgave oppervlaktewater als grondwater gevuld door van links naar rechts in Figuur 43 maatregelen te selecteren totdat de werkopgave voor fase 3 ingevuld is. Dit vormt het kosteneffectief pakket gebaseerd op de landelijke werkopgave.

Figuur 43 en Figuur 44 laten zien hoe de verschillende werkopgaven kunnen worden ingevuld. Maatregel DPIJ1/W18 is voldoende voor de werkopgave oppervlaktewater. Er zijn andere oppervlaktewatermaatregelen maar deze zijn minder kosteneffectief. De grondwaterwerkopgave vraagt verschillende maatregelen omdat het doelbereik per maatregel veel lager ligt dan bij DPIJ1/W18. Ook zou met het voorkomen van een peilbeheertekort (3,0 miljoen m^3 in *Stoom 2050*) een deel van de grondwaterstandsdaling kunnen worden voorkomen. Deze bijdrage is niet bepaald en daarom niet meegenomen.



Figuur 44: samenstelling pakket op basis van kosteneffectiviteit en doelbereik

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op kosteneffectiviteit. Dan resulteert het pakket met het meeste doelbereik voor het beschikbare budget. [66]

6.4.2 *Multicriteria-analyse*

Individuele maatregelanalyse

De multicriteria-analyse vergelijkt de maatschappelijke scores van de maatregelen. Deze maatschappelijke score zijn een combinatie van gewogen scores voor de kwalitatieve criteria uit de vergelijkingssystematiek. Voor de weging wordt verwezen naar bijlage *Delphi-analyse en weegfactoren*. De scores op de subcriteria gebruiken een Likertschaal. Ook de toelichting van de Likertschaal is te vinden in de bijlagen.

De regionale maatregelen met de hoogste maatschappelijk score zijn flexibel peilbeheer (N4.1) en regelbare drainage (N2.5). Dit komt vooral door de hoge scores op flexibiliteit en uitvoerbaarheid.

Tabel 26: overzicht maatschappelijke scores van maatregelen zoetwaterregio Noord (hoe hoger, hoe beter)

nr.	ID	Naam	Zoetwaterge-bruikers	Overige opga-ven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-	Uitvoerings-ri-sico's	Meekoppelkan-sen	Totaal
1	N1.1	Klimaatbuffer IJsselmeer	4	5	4	3	5	3	4	4,05
2	N1.2	Water vasthouden in en rond de duinen	3	3	5	3	2	3	3	3,00
3	N1.3	Assen Oost	4	5	3	3	4	3	4	3,98
4	N1.4	Breevenen	4	5	3	3	4	2	4	3,83
5	N2.1	Druppelirrigatie	2	3	4	2	2	5	1	2,56
6	N2.2	Het realiseren van een eigen watervoorziening door bovengrondse opslag regenwater en drainagewater	2	3	4	1	4	2	1	2,22
7	N2.3	Het realiseren van een eigen watervoorziening door ondergrondse opslag regenwater	2	3	5	2	4	2	1	2,26
8	N2.4	Verbeteren sponswerking bodem	2	4	5	5	5	4	5	3,07
9	N2.5	Regelbare drainage	4	4	4	3	5	5	4	4,17
10	N3.1	Flexibel peilbeheer i.c.m. automatiseren peilregulerende kunstwerken	2	3	5	4	5	3	2	2,55

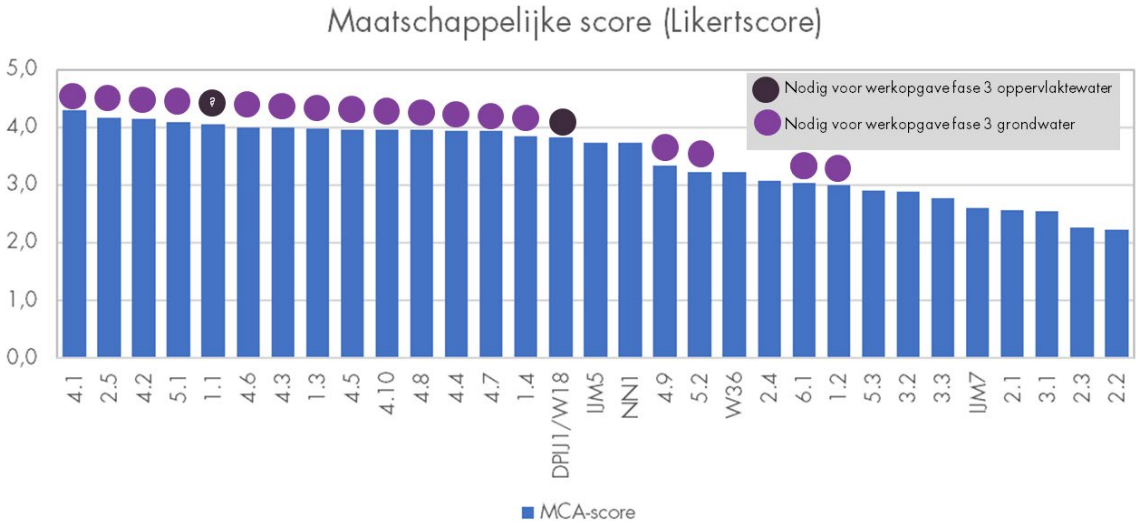
[66] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

nr.	ID	Naam	Zoetwaterge-bruikers	Overige opga-ven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-	Uitvoerings-ri-sico's	Meekoppelkan-sen	Totaal
11	N3.2	Optimaliseren doorspoelen met zoetwater, incl. monito-ring	2	3	5	3	5	5	3	2,88
12	N3.3	Efficiënter maken van zoet-wateraanvoersysteem, ook niet-zilte gebieden	2	3	5	4	5	5	1	2,77
13	N4.1	Flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschik-baarheid	4	4	5	5	5	5	5	4,30
14	N4.2	Beekherstel	4	4	5	4	5	4	5	4,14
15	N4.3	Het plaatsen en/of verho-gen van stuwen in detailwa-terlopen	4	4	5	3	5	5	1	3,99
16	N4.4	Het verhogen van duikers	4	4	3	2	5	5	1	3,93
17	N4.5	Het verondiepen van wa-tergangen, aanpassen leg-gerprofiel en ook diepte schouwsloten	4	4	3	3	5	5	1	3,95
18	N4.6	Het afsluitbaar maken van greppels	4	4	5	3	5	5	1	3,99
19	N4.7	Sloten dempen	4	4	3	2	5	5	1	3,93
20	N4.8	Infiltratiegreppels	4	4	3	3	5	5	1	3,95
21	N4.9	Eigen watervoorziening door hergebruik regenwa-ter	3	4	4	4	3	4	3	3,34
22	N4.10	Beperken oppervlakkige afstroming	4	4	3	3	5	5	1	3,95
23	N5.1	Aanleggen infiltratievoor-ziening waar afgekoppeld verhard oppervlak kan worden geïnfiltreerd	4	4	5	4	4	4	5	4,09
24	N5.2	Waterdoorlatende verhar-ding/ontstenen	2	5	5	4	5	4	5	3,21
25	N5.3	Waterpartijen omvormen tot wadi's	2	3	5	4	5	4	5	2,89
26	N6.1	Zoetwatermaatregel Kust Eems Dollard	3	3	5	4	5	3	1	3,03
27	W36	Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpolder	3	3	2	2	4	4	4	3,21
28	HWS NN1	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Farmsum	4	4	1	1	5	4	1	3,72

nr.	ID	Naam	Zoetwaterge-bruikers	Overige opga-ven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-	Uitvoerings-ri-sico's	Meekoppelkan-sen	Totaal
29	HWS IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	4	4	1	1	5	4	1	3,72
30	HWS IJM7	Peilhandhaving Velu-werandmeer alternatieve aanvoerroutes	2	4	2	1	4	2	5	2,60
31	HWS DPIJ1	Vergroten zoetwatervoor-raad IJsselmeer 2030/2040	4	3	4	4	4	3	3	3,82

Samenstelling sociaal-maatschappelijk pakket

Om het sociaal-maatschappelijk pakket samen te stellen zijn alle maatregelen aflopend gesorteerd, zie Figuur 45. Voor de werkopgave oppervlaktewater zijn N1.1 en vervolgens DPIJ1/W18 de meest aantrekkelijke maatregelen om de werkopgave in te vullen. Hoewel N1.1 een hogere MCA-score heeft dan DPIJ1/W18 is deze maatregel eigenlijk niet meer nodig als DPIJ1/W18 wordt uitgevoerd, omdat DPIJ1/W18 alleen al meer dan de werkopgave voor fase 3 kan invullen. Deze maatregel is vanwege de hogere score wel meegenomen in het MCA-pakket. Om de werkopgave grondwater in te vullen zijn verschillende maatregelen (17 maatregelen) nodig.

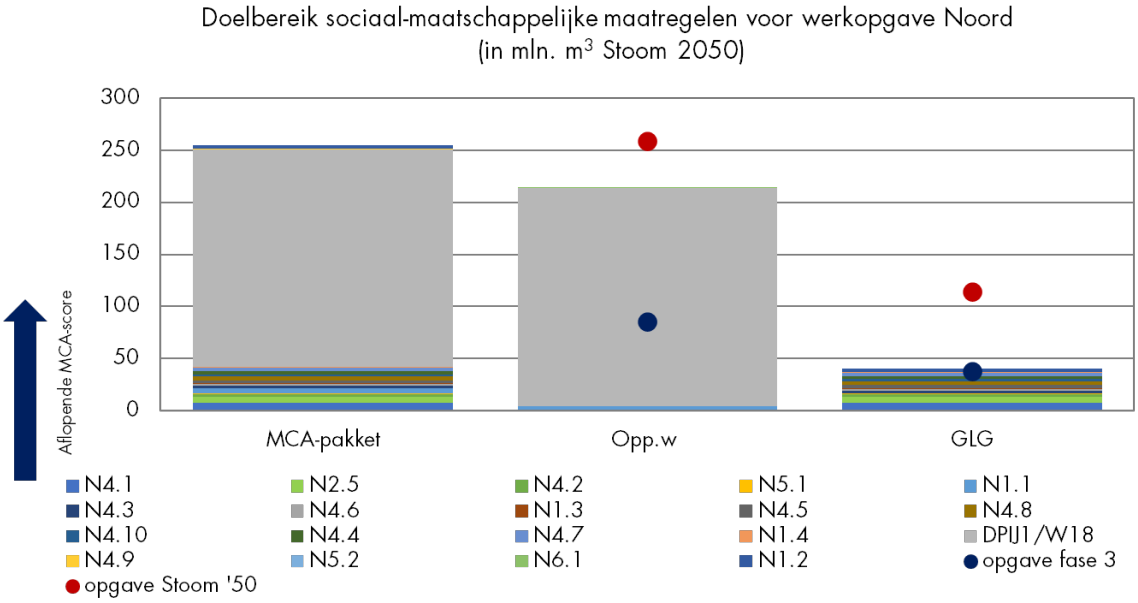


Figuur 45: vergelijking maatschappelijke scores

Vervolgens is het pakket samengesteld net als bij het kosteneffectief pakket, zie Figuur 46. Het resulterende pakket komt voor een groot deel overeen met het kosteneffectief pakket. De volgorde waarin de maatregelen worden geselecteerd verschilt wel. Enkele extra maatregelen zijn geselecteerd (N5.1, N5.2, N4.9, N1.1) vanwege hun hogere MCA-score. Maatregelen N1.2 en DPIJ1/W18 scoren lager maar zijn alsnog nodig om het doelbereik te halen.

De HWS-maatregelen voor Noord (DPIJ1, IJM5, NN1) hebben een lagere score volgens dit perspectief dan bij het perspectief kosteneffectiviteit. Maatregelen die op transformatie gericht zijn scoren hier juist goed.

Ook bij de hogere weging van flexibiliteit, zoals toegelicht in paragraaf 5.2, blijft de maatregelselectie gelijk.



Figuur 46: samenstelling pakket op basis van maatschappelijke score en doelbereik

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op sociaal-maatschappelijke score. Dan resulteert het pakket met de hoogste sociaal-maatschappelijke score voor het beschikbare budget.[67]

6.4.3 *Kosten-batenanalyse*

Individuele maatregelanalyse

Of de maatregelen een positief of negatief welvaartseffect hebben, is bepaald door de hydrologische effecten te monetariseren en deze te vergelijken met de jaarlijkse kosten van de maatregel.

Voor het monetariseren zijn kentallen gebruikt die een m^3 tekortvermindering of een cm GLG-verhoging monetariseren in een besparing of vermindering van het droogterisico, waar nodig aangevuld met maatwerk. De geprognosticeerde hydrologische opbrengsten zijn daarvoor eerst toegewezen aan een of meer zoetwatergebruikers. Dit is nodig om de juiste kentallen te kunnen toepassen. De resulterende baten voor *Stoom 2050* zijn te zien in Figuur 47. Deze analyse moet als indicatief beschouwd worden. Bij de verdeling van het tekort over verschillende functies is soms de verdeling zoals aangegeven door de zoetwaterregio overgenomen. In andere gevallen is

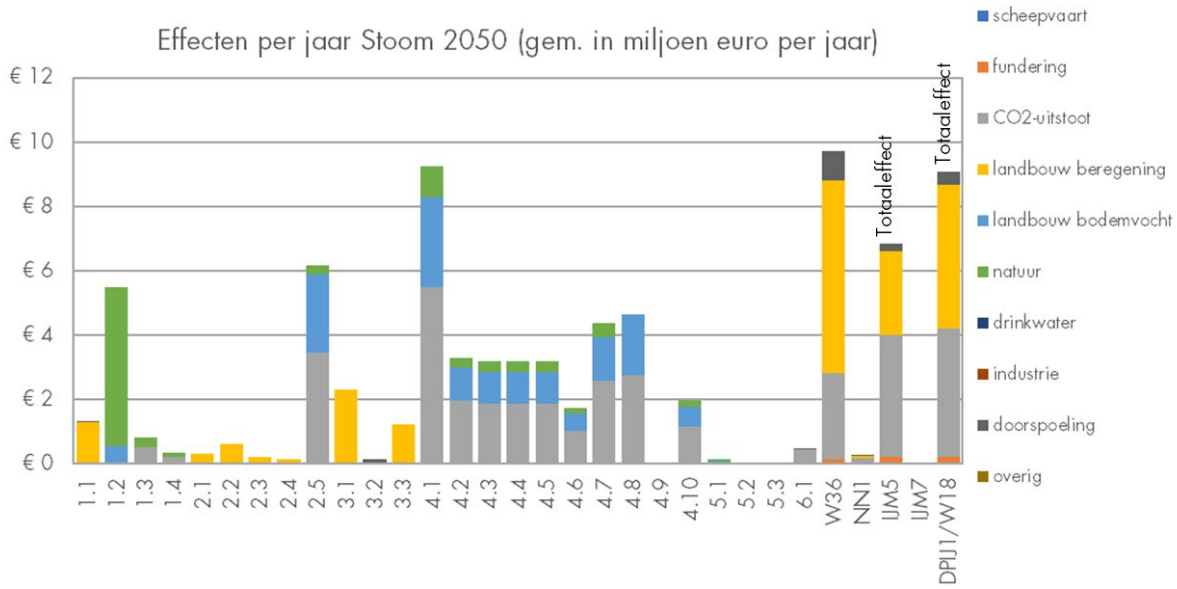
[67] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

de tekortvermindering naar rato van de tekorten in de zoetwaterregio gedaan of is een teaminschatting gemaakt. De toedeling is dus onzeker.

In de zoetwaterregio Noord zijn de economische effecten het grootst voor de vermindering van veenoxidatie/CO_2-uitstoot, beregeningstekort en tekort aan bodemvocht voor landbouw en natuur (let op: zonder potentiële natschade). De baten van vermindering van de doorspoeltekorten zijn relatief klein. Dit kan ook het gevolg zijn van de afschatting (beperkt deel effect doorspoeling wordt ingeschat).

Er zijn geen effecten voor de industrie door het ontbreken van gerichte maatregelen en een zeer klein effect van maatregel N4.9 voor de drinkwatervoorziening. Het effect op vermindering van het funderingsrisico valt weg tegen andere effecten. Er zijn geen effecten voor de scheepvaart gekwantificeerd. Deze zijn er wel voor NN1 (+), IJM5 (+) en DPIJ1 (-). Naar verwachting zijn de effecten klein en beïnvloeden ze de uitkomsten niet.

De effecten op vermindering van verzilting en natschade (via bodemvocht landbouw en natuur) zijn niet gemonetariseerd doordat de kentallen hier geen rekening mee houden. Effecten op de waterkwaliteit zijn nauwelijks meegenomen doordat ze niet gemonetariseerd kunnen worden. Alleen verbetering van waterkwaliteit door tegengaan verzilting via doorspoeling is beperkt gemonetariseerd (op beregening als gebieden verzilting en beregening samenvallen).



Figuur 47: berekende baten van hydrologische effecten in Stoom 2050

Voor de *Referentie* liggen de baten over het algemeen lager dan in *Stoom 2050*. Bij een gelijke weging van het *Referentie*scenario en *Stoom 2050* is de verhouding tussen baten en kosten (batenkostenverhouding B/K) in 2034 groter dan 1 voor een meer dan de helft van het aantal maatregelen (zie zevende kolom in Tabel 27).

Maatregel N1.1 heeft in 2034 een saldo net onder de 1 (B/K = 0,95), maar vanwege de vele positieve kwalitatieve effecten die niet gemonetariseerd zijn (effecten en randvoorwaarden natuur,

drinkwater, industrie, recreatie, waterveiligheid, leefomgeving en overig) is deze maatregel wel als positief beoordeeld, zie Tabel 27.

Opgemerkt moet worden dat de zoetwaterregio het doelbereik van de maatregelen qua grondwater in het effect op de voorjaarsgrondwaterstand heeft aangeleverd. Dit is niet hetzelfde als de gemiddeld laagste grondwaterstand, maar wel zo gebruikt in de berekeningen. Het effect op de GLG kan mogelijk zo'n 30 procent minder zijn waardoor de economische effecten ook 30 procent lager kunnen uitvallen. Voor de meeste doorgerekende grondwatermaatregelen maakt dit geen verschil voor de uitkomst; 70 procent van baten-kostenverhouding van deze maatregelen is nog steeds groter dan 1. Het saldo blijft dus positief. Bijvoorbeeld maatregel N1.1 heeft baten-kostenverhouding van € 148 in 2034. 70 procent hiervan ligt nog ver boven de 1.

Tabel 27: overzicht van kosten en baten van maatregelen zoetwaterregio Noord

nr.	ID	Naam	Kosten	B/K Referentie	B/K Stoom 2050	B/K gewogen 2034	Kwalitatief	Oordeel
1	N1.1	Klimaatbuffer IJsselmeer	€ 1,40	0,94	0,95	0,95	8+	pos (kwal)
2	N1.2	Water vasthouden in en rond de duinen	€ 0,92	6,65	5,99	6,48	++	pos
3	N1.3	Assen Oost	€ 0,63	0,87	1,36	1,00	6+	pos
4	N1.4	Breevenen	€ 0,22	1,12	1,65	1,26	5+	pos
5	N2.1	Druppelirrigatie	€ 2,14	0,14	0,15	0,14	geen	neg
6	N2.2	Het realiseren van een eigen watervoorziening door bovengrondse opslag regenwater en drainagewater	€ 6,21	0,07	0,10	0,08	geen	neg
7	N2.3	Het realiseren van een eigen watervoorziening door ondergrondse opslag regenwater	€ 2,89	0,07	0,07	0,07	geen	neg
8	N2.4	Verbeteren sponswerking bodem	€ 38,8	0,00	0,00	0,00	++	neg
9	N2.5	Regelbare drainage	€ 13,8	0,31	0,45	0,35	+++	neg
10	N3.1	Flexibel peilbeheer i.c.m. automatiseren peilregulerende kunstwerken	€ 0,05	12,7	49,0	22,0	geen	pos
11	N3.2	Optimaliseren doorspoelen met zoetwater, incl. monitoring	€ 0,05	1,83	2,59	2,02	+	pos
12	N3.3	Efficiënter maken van zoetwateraanvoersysteem, ook niet-zilte gebieden	€ 0,14	8,45	8,45	8,45	geen	pos

nr.	ID	Naam	Kosten	B/K Referentie	B/K Stoom 2050	B/K gewogen 2034	Kwalitatief	Oordeel
13	N4.1	Flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid	€ 0,05	132	193	148	+++	pos
14	N4.2	Beekherstel	€ 0,93	2,44	3,56	2,73	+++	pos
15	N4.3	Het plaatsen en/of verhogen van stuwen in detailwaterlopen	€ 0,39	5,54	8,12	6,21	++	pos
16	N4.4	Het verhogen van duikers	€ 0,07	29,8	43,6	33,3	++	pos
17	N4.5	Het verondiepen van watergangen, aanpassen leggerprofiel en ook diepte schouwsloten	€ 0,05	43,2	63,4	48,4	++	pos
18	N4.6	Het afsluitbaar maken van greppels	€ 0,18	6,80	9,97	7,62	++	pos
19	N4.7	Sloten dempen	€ 0,10	29,7	43,6	33,3	++	pos
20	N4.8	Infiltratiegreppels	€ 1,54	2,06	3,02	2,31	+++	pos
21	N4.9	Eigen watervoorziening door hergebruik regenwater	€ 1,46	0,03	0,03	0,03	++	neg
22	N4.10	Beperken oppervlakkige afstroming	€ 0,12	11,4	16,7	12,8	++	pos
23	N5.1	Aanleggen infiltratievoorziening waar afgekoppeld verhard oppervlak kan worden geïnfiltreerd	€ 11,2	0,02	0,01	0,02	++++	neg
24	N5.2	Waterdoorlatende verharding/ontstenen	€ 2,97	0,00	0,00	0,00	++	neg
25	N5.3	Waterpartijen omvormen tot wadi's	€ 0,57	0,01	0,02	0,01	geen	neg
26	N6.1	Zoetwatermaatregel Kust Eems Dollard	€ 1,46	0,13	0,31	0,18	+	neg
27	W36	Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpolder	€ 10,4	0,11	0,94	0,32	++	neg
28	NN1	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Farmsum	€ 0,47	0,02	0,60	0,17	++++	neg
29	IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	€ 0,43	1,64	15,9	5,30	6+	pos
30	IJM7	Peilhandhaving Veluwerandmeer alternatieve aanvoerroutes	€ 1,50	0,00	0,04	0,01	+	neg

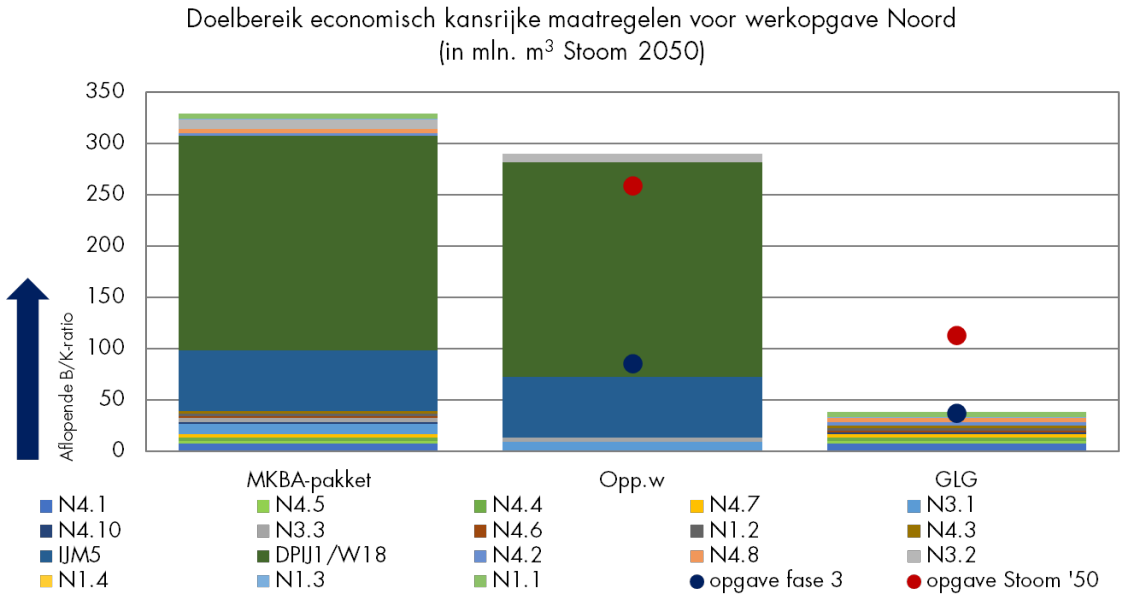
nr.	ID	Naam	Kosten	B/K Referentie	B/K Stoom 2050	B/K gewogen 2034	Kwalitatief	Oordeel
31	DPIJ1/ W18	Vergroten zoetwatervoor-raad IJsselmeer 2030/2040	€ 0,97	0,77	9,39	2,99	++++	pos

Samenstelling economisch kansrijk pakket

De samenstelling van het economisch kansrijk pakket vraagt geen aanvullende analyse. Alle maatregelen die hiervoor als positief beoordeeld zijn komen in dit pakket tenzij ze hetzelfde probleem oplossen, zie Figuur 48.

Het gemiddelde tekort voor zoetwaterregio Noord in *Stoom 2050* (BP2018) bedraagt 97 miljoen m³. In de nieuwe klimaatscenario's kan dit tekort hoger uitvallen. Gemiddeld lossen DPIJ1/W18 en IJM5 samen minder op dan dit tekort; in de berekening voor Noord is uitgegaan van gemiddeld 43 miljoen m³ voor beide maatregelen gezamenlijk. In jaren met een kleiner tekort dan in een T20-jaar in *Stoom 2050* zal het gezamenlijk op te lossen tekort lager zijn dan deze 43 miljoen m³. Het kosten-batensaldo is daarmee overschat.

Daar komt bij dat maatregelen in combinatie minder effect hebben dan de optelsom van hun afzonderlijke effecten: naarmate meer maatregelen worden ingezet, neemt het resterende op te lossen tekort per maatregel af, terwijl de kosten per maatregel gelijk blijven. Desondanks is de baten-kostenverhouding van DPIJ1 en IJM5 zo gunstig dat beide maatregelen ook bij aanzienlijk lagere baten nog een positief saldo hebben. Het is echter niet zinvol om beide maatregelen al in fase 3 uit te voeren, omdat de gemiddelde tekorten nu nog beduidend kleiner zijn dan in Stoom 2050.



Figuur 48: samenstelling pakket op basis van positief kosten-batensaldo

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op baten-kostenverhouding. Dan resulteert het pakket met de hoogste maatschappelijke baten voor het beschikbare budget. [68]

6.4.4 *Vergelijking pakketten*

De vergelijking van de drie pakketten laat drie iets verschillende uitkomsten zien, zie Tabel 28. Er is bij selectie van de pakketten geen rekening gehouden met verdeling van de tekorten over deelregio's, en met het type tekort, verdeling over gebieden binnen een deelregio en over zoetwatergebruiksfuncties. Om de werkopgave overal en voor alle type tekorten en zoetwatergebruiksfuncties in te vullen kan het nodig zijn nog meer maatregelen te selecteren.

Het economisch kansrijk pakket bevat de meeste maatregelen. Het kosteneffectief pakket de minste, maar het merendeel van de maatregelen is gelijk. Het sociaal-maatschappelijk pakket heeft maatregel N1.1, N5.1, N5.2 en N4.9 extra ten opzichte van het kosteneffectief pakket. Het pakket volgens sociaal-maatschappelijk perspectief vervult de werkopgave daardoor met meer maatschappelijke waarde tegen hogere kosten.

Het economisch kansrijk pakket heeft maatregel N1.1, N3.1, N3.2 en N3.3 extra ten opzichte van het kosteneffectief pakket en niet maatregel 6.1 en 2.5 vanwege het ontbreken van een positief kosten-batensaldo. Vanuit economische kansrijkheid is een grotere maatregelselectie voor oppervlaktewater mogelijk dan in de perspectieven op kosteneffectiviteit en sociaal-maatschappelijke waarde. Voor grondwatermaatregelen en mix-maatregelen juist niet.

Er zijn 13 maatregel die in alle pakketten voorkomen (DPIJ1/W18, N1.2, N1.3, N1.4, N4.1, N4.2, N4.3, N4.4, N4.5, N4.6, N4.7, N4.8, N4.10). Ze kunnen beschouwd worden als no-regret-maatregelen: maatregelen die in alle perspectieven zinvol zijn.

Maatregel N2.5 en N6.1 zijn wel onderdeel van de eerste twee pakketten, maar hebben (nog) geen positief kosten-batensaldo en zijn daarom niet als no-regret beschouwd.

[68] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

Tabel 28: vergelijking samenstelling maatregelenpakketten zoetwaterregio Noord (no-regret dikgedrukt)

	Kosteneffectief pakket (KEA)	Sociaal maatschappelijk pakket (MCA)	Economisch kansrijk pakket (MKBA)
Oppervlaktewater	**DPIJ1/W18: buffer IJsselmeer**	(1.1 klimaatbuffer IJsselmeer) **DPIJ1/W18: buffer IJsselmeer**	**DPIJ1/W18: buffer IJsselmeer** IJM5: schutsluizen Kornwerderzand 1.1 klimaatbuffer IJsselmeer 3.1: flexibel peilregulering kunstwerken 3.2: optimaliseren doorspoelen 3.3: efficiënter zoetwateraanvoersysteem[69]
Grondwater	**1.2: vasthouden in duinen** **1.3: Assen Oost** **1.4: Breevenen** 2.5: regelbare drainage **4.1: flexibel peilbeheer** **4.2: beekherstel** **4.3: plaatsen/verhogen stuwen** **4.4: duikers verhogen** **4.5: verondiepen watergangen** **4.6: greppels afsluitbaar** **4.7: sloten dempen** **4.8: infiltratiegreppels** **4.10: beperken afstroming**	**1.2: vasthouden in duinen** **1.3: Assen Oost** **1.4: Breevenen** 2.5: regelbare drainage **4.1: flexibel peilbeheer** **4.2: beekherstel** **4.3: plaatsen/verhogen stuwen** **4.4: duikers verhogen** **4.5: verondiepen watergangen** **4.6: greppels afsluitbaar** **4.7: sloten dempen** **4.8: infiltratiegreppels** **4.10: beperken afstroming** 5.1: infiltratievrz. verhard opp. 5.2: waterdoorlatende verharding	**1.2: vasthouden in duinen** **1.3: Assen Oost** **1.4: Breevenen** **4.1: flexibel peilbeheer** **4.2: beekherstel** **4.3: plaatsen/verhogen stuwen** **4.4: duikers verhogen** **4.5: verondiepen watergangen** **4.6: greppels afsluitbaar** **4.7: sloten dempen** **4.8: infiltratiegreppels** **4.10: beperken afstroming**
Combinatie oppervlaktewater en grondwater	6.1: maatregel Kust Eems Dollard	4.9: hergebruik regenwater 6.1: maatregel Kust Eems Dollard	
Doelbereik (werkopgave) in mln. m^3)	249	254	329
Investering (mln. euro, exclusief risico-opslagen)	€ 328,5	€ 539,1	€ 156,6
Jaarlijkse kosten (mln. euro/jaar)	€ 21,4	€ 38,4	€ 8,3
Jaarlijkse baten 2034 mln. euro/jaar)	€ 41,5	€ 43,1	€ 42,4

De doorlooptijd waarop het effect van enkele maatregelen wordt gerealiseerd is soms langer dan fase 3. In 2034 is het effect nog niet gerealiseerd voor het verbeteren sponswerking bodem (N2.4), zoutindringing Kornwerderzand (IJM5) en vooral voor de extra zoetwatervoorraad IJsselmeer

[69] De maatregel is naar aanleiding van de validatie van de hydrologie teruggetrokken door de zoetwaterregio. Het doelbereik is derhalve niet gevalideerd. De maatregel is wel meegenomen in de beoordeling, maar het effect mogelijk overschat.

(DPIJ1). Voor de klimaatbuffer (N1.1) is de zoetwaterbeschikbaarheid gerealiseerd, maar vraagt de natuur langer om te ontwikkelen.

Het effect op de landbouw van alle maatregelen uit het economisch kansrijk pakket is 26,2 miljoen euro in *Stoom 2050*. Dit is minder dan het berekende landbouwrisico op basis van de basisprognoses 2018 (44% van 60 miljoen euro per jaar). Aandachtspunt is dat het effect op de natschade niet is meegeteld in zowel de economische effecten van de maatregelen als het klimaatrisico.

Van de berekende CO_2-uitstoot (937 miljoen euro per jaar in *Stoom 2050*), wordt 35,9 miljoen euro per jaar bespaard als alle economisch kansrijke maatregelen worden uitgevoerd. Bij selectie van een van de andere pakketten ligt het aantal maatregelen hoger en is de reductie van het droogterisico dus ook groter.

Vergelijking van de effecten van maatregelen laat zien dat maatregelen vooral effect hebben op landbouwrisico (beregening + bodemvocht) en CO_2-uitstoot. Dit past bij de geïdentificeerde en gemonetariseerde knelpunten in het nulalternatief. De schade in het nulalternatief wordt maar ten dele voorkomen. Voor de CO_2-uitstoot hangt dat o.a. samen met peilbeheerkeuzes die verantwoordelijk zijn voor lagere grondwaterstanden.

Maatregelen in Noord lijken goed houdbaar. Het zijn geen maatregelen die het zoetwatertekort in Noord verminderen ten koste van een tekort elders (geen afwenteling). Wel beïnvloeden keuzes voor HWS-maatregelen in Noord de werkopgaven voor West en Hoge Zandgronden Oost positief. Ze zouden daarom in samenhang moeten worden gemaakt.

HOOFDSTUK 7 WEST

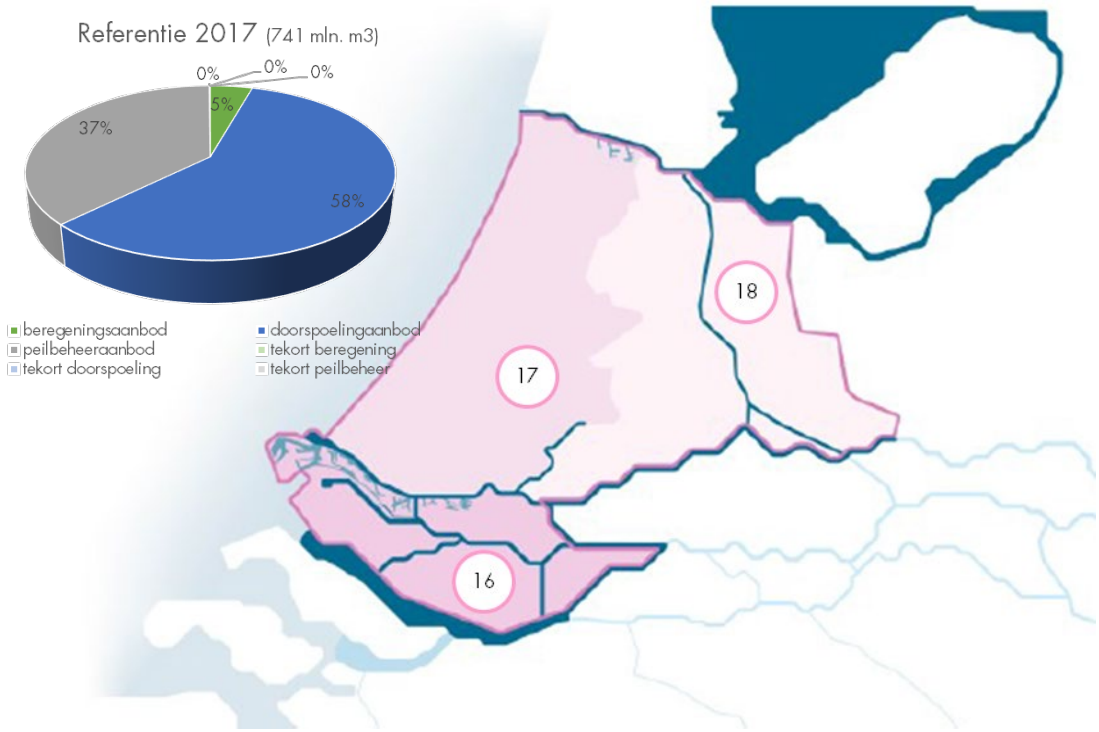
Dit hoofdstuk gaat in op de zoetwaterregio West. Achtereenvolgens worden de volgende onderwerpen toegelicht:

1. De ontwikkelingen bij het nulalternatief in de verschillende Deltascenario's
2. De werkopgave,
3. De beoordeelde maatregelen gericht op het beperken en voorkomen van watertekorten,
4. De individuele beoordeling van de maatregelen op kosteneffectiviteit, maatschappelijke waarde en welvaartseffect,
5. De samengestelde beleidspakketten.

7.1 NULALTERNATIEF

De zoetwaterregio West-Nederland bestaat uit drie deelregio's (zie Figuur 49):

- Maasdelta (16)
- West met bovenregionale aanvoer (17)
- West zonder bovenregionale aanvoer (18)



Figuur 49: Zoetwaterregio West in deelregio's en de oppervlaktewatervraag verdeeld over levering en tekort (BP2018 - levering plus tekort is gelijk aan vraag)

7.1.1 *Uitdagingen en regionale watervraag*[70]

De zoetwaterregio West heeft als grootste uitdaging om tijdens droogteperioden water van de juiste kwaliteit op de juiste locatie beschikbaar te krijgen. Deze problematiek wordt in belangrijke mate bepaald door de sterke afhankelijkheid van het Hoofdwatersysteem en de uitdagingen rondom verzilting, zowel van interne als externe oorsprong.

Binnen de huidige zoetwaterstrategie speelt de houdbaarheid van strategische zoetwatervoorraad en -zones een cruciale rol. Voor West-Nederland betreft dit het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK), de Hollandsche IJssel, de Lek en het Brielse Meer.

Bodemtype en peilbeheer

Het type ondergrond bepaalt in belangrijke mate de watervraag in de zoetwaterregio. Op klinkgevoelige veenbodems mag het oppervlaktewaterpeil niet uitzakken, waardoor peilbeheer in deze gebieden een aanzienlijke watervraag met zich meebrengt. Vergelijkbare beperkingen gelden voor specifieke natuurgebieden waar peiluitzakking tot onherstelbare schade kan leiden.

Een aantal plassen en poldergebieden kampt daarnaast met wegzijging[71], wat resulteert in een extra watervraag voor peilhandhaving.

Economische sectoren en waterbehoefte

West-Nederland herbergt vier van de zes nationale Greenports: de Duin- en Bollenstreek, Boskoop, Aalsmeer en Westland-Oostland. Deze gebieden, evenals de industrie in de Rotterdamse haven en de drinkwaterbedrijven zijn sterk afhankelijk van wateraanvoer en stellen strenge kwaliteitseisen aan dit water. Bij Brakel neemt Dunea water in voor de drinkwaterproductie en bij de Biesbosch Evides. Voor de fruit- en sedumteelt is wateraanvoer van groot economisch belang. Een groot deel van het Nederlands vrachtvervoer over water gebruikt de waterwegen in dit gebied.

Doorspoeling en waterkwaliteit

Naast peilbeheer vormt doorspoeling een belangrijke zoetwaterfunctie. Doorspoeling dient om de waterkwaliteit te verbeteren en de gevolgen van interne verzilting door brakke kwel en zoutindringing bij sluizen tegen te gaan. Vooral in de kustregio's is doorspoeling nodig om de waterkwaliteit te verbeteren als gevolg van interne verzilting.

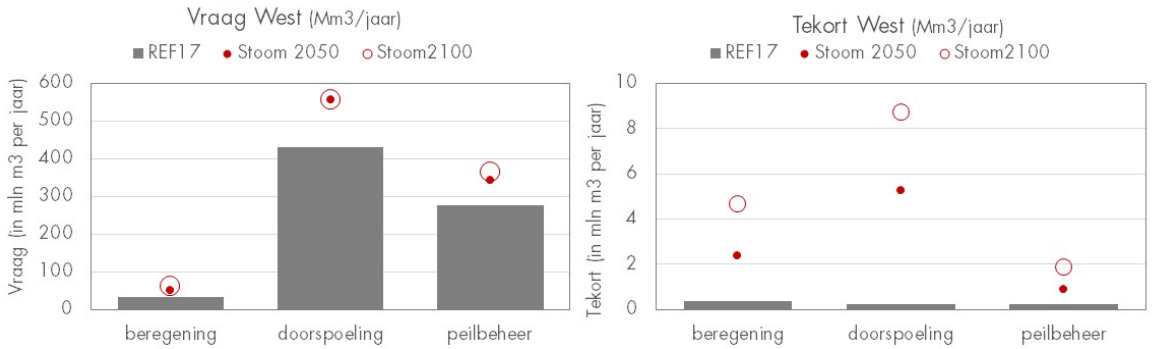
Het onderscheid tussen verschillende gebruiksfuncties van ingelaten water is niet altijd eenduidig te maken. In het huidige waterbeheer vormt het beperken of stopzetten van doorspoeling vaak een van de eerste maatregelen tijdens droogteperioden.

Beregening

De watervraag voor beregening is relatief beperkt binnen de totale watervraag van West-Nederland. Beregening vindt voornamelijk plaats vanuit oppervlaktewater.

[70] Samenvatting van regio-input van Regio West in HydroLogic, Aanvullende inzichten DPZW regio's werkopgave zoetwater - DEFINITIEF 22-04-2025

[71] Bij lage rivierwaterstanden zakt het grondwater in omliggende gebieden mee.



Vraag	Beregening	Doorspoe-ling	Peilbeheer	Tekort	Beregening	Doorspoe-ling	Peilbeheer
Referentie	33	432	276	Referen-tie	0,3	0,2	0,2
Stoom 2050	49	558	344	Stoom 2050	2,4	5,3	0,9
Stoom 2100	60	558	365	Stoom 2100	4,7	8,7	1,9

Figuur 50: oppervlaktewatervraag en -tekorten West per scenario (miljoen m³, BP2018 excl. correctie zoetwaterregio, schaal verschilt tussen linker en rechter afbeelding)

7.1.2 *Knelpunten en ontwikkeling*

In de *Referentie* is er in West een beperkt tekort in de oppervlaktewaterlevering als gevolg van verzilting bij de inlaten, zie Figuur 50. In de scenario's *Stoom* neemt de vraag toe en krijgen met name beregening en doorspoeling te maken met tekorten als gevolg van toenemende verzilting en beperkte capaciteit van de alternatieve klimaatbestendige wateraanvoer (KWA). De duur van verzilting (uitgedrukt in een T10 jaar[72]) neemt toe van enkele weken naar maanden. Het beregeningstekort is relatief hoog t.o.v. de beregeningsvraag (in vergelijking met andere zoetwaterregio's). De jaarlijkse verwachtingswaarde van het oppervlaktewatertekort volgens de basisprognoses 2018 bedraagt in *Stoom 2050* in totaal 9 miljoen m^3 en neemt toe tot 15 miljoen m^3 in *Stoom 2100*. In de *Referentie* is het tekort 1 miljoen m^3 (optelling van tekorten beregening, peilbeheer en doorspoeling uit Figuur 50 en afgerond). In *Stoom* zakken de grondwaterstanden verder uit ten opzichte van de *Referentie*. In *Stoom 2050* gaat het om 2-5 cm en in 2100 om 4-7 cm.

Deze tekorten hebben gevolgen voor het droogterisico in dit gebied. Zonder het tegengaan hiervan veroorzaakt dit funderingsschade, verdroging van natuur en landbouwschade en op veen en moerige gronden extra CO_2-uitstoot.

Het jaarlijks droogterisico voor de landbouw in de *Referentie* is 5 miljoen euro. In *Stoom* 2050 is het droogterisico in totaal 9 miljoen euro en neemt toe tot 17 miljoen euro in *Stoom 2100,* zie Tabel 29. Voor de berekening zie Hoofdstuk 4.

[72] Het 'T10 jaar' is het jaar met een tekort dat eens per 10 jaar voorkomt, oftewel 10% van jaren heeft hoger tekort en 90% lager tekort.

Het extra eenmalige funderingsrisico door klimaatverandering bedraagt 545 miljoen euro in *Stoom 2050* ten opzichte van *Referentie* (eenmalige investering). De gemonetariseerde CO_2-uitstoot neemt toe van 184 miljoen euro in *Referentie* naar 480 miljoen euro in *Stoom 2050* en 1.461 miljoen euro in *Stoom 2100*.

Tabel 29: economisch risico (BP2018) in miljoen euro (zie voor methode en resultaat per deelregio hoofdstuk 4)

In mln. euro	Referentie	Stoom 2050	Stoom 2100
Landbouwrisico	€ 5 per jaar	€ 9 per jaar	€ 17 per jaar
Scheepvaartrisico	p.m.	p.m.	p.m.
CO_2-uitstoot (volgens WLO-scenario Hoog Snel[73])	€ 184 per jaar (in 2017)	€ 480 per jaar	€ 1.461 per jaar
Funderingsrisico 2050	€ 14.155 eenmalig (incl. veroudering tot 2050)	14.700 eenmalig	Niet bepaald[74]

Tabel 30: contante waarde economisch risico (BP2018) in miljoen euro, basisjaar 2028, discontovoet 2,25%

Contante waarde 2028	Referentie	Stoom	Verschil risico
Landbouwrisico	€ 216	€ 427	€ 211
Scheepvaartrisico	p.m.	p.m.	p.m.
CO_2-uitstoot	€ 22.127	€ 27.242	€ 5.115
Funderingsrisico	€ 8.676 (incl. veroudering tot 2050)	€ 9.010	€ 334
Totaal contante waarde	**€ 31.018**	**€ 36.679**	**€ 5.661**

De toename van het droogterisico door klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen (contante waarde *Stoom – Referentie*) komt in totaal op 5,6 miljard euro, zie Tabel 30. Het grootste deel wordt veroorzaakt door de CO_2-uitstoot. Deze bijdrage is 15 maal zo hoog als de bijdrage van het funderingsrisico en 24 maal zo hoog als de toename van het droogterisico van de landbouw.

Voor de industrie en drinkwaterproductie zijn geen nieuwe resultaten beschikbaar. Vanuit fase 2 weten we dat er voor het gebied rond het Brielse Meer nu al een mogelijk knelpunt is door achterwaartse verzilting van het Haringvliet, ter grootte van 1 miljoen euro per jaar. Op termijn wordt dit knelpunt iets groter in het scenario *Stoom* (0,3 - 0,6 miljoen euro prijspeil 2020). De drinkwaterindustrie heeft te kampen met een tekort aan innamewater van voldoende kwaliteit. Het risico van laagwater voor passerende scheepvaart is groot maar wordt vooral veroorzaakt door laagwater in het Rivierengebied in plaats van in de zoetwaterregio West.

Duiding verschil basisprognoses 2018 en nieuwe inzichten o.b.v. KNMI'23 (uit HydroLogic[75])

De knelpunten volgens de basisprognoses 2018 zijn een onderschatting. Dit komt hoofdzakelijk door:

[73] Per Welvaart- en Leefomgevingsscenario (WLO) van PBL gelden er andere CO_2-prijzen. In dit geval is gekozen voor het WLO-scenario Hoog Snel.
[74] De resultaten van Deltares voor het funderingsrisico bevatten alleen data voor *Referentie* en *Stoom 2050*.
[75] HydroLogic, Aanvullende inzichten uit DPZW regio's op werkopgave zoetwater, april 2025

Toenemende druk op de waterbeschikbaarheid uit het Hoofdwatersysteem. Dit is tot op zekere hoogte op te vangen met de zoetwatervoorraad en -zones, maar vraagt wel maatregelen, zeker tussen *Stoom 2050* en *Stoom 2100*.

Toename van het neerslagtekort in het zomerhalfjaar: voor *Stoom 2050* een toename die kan oplopen tot 10 procent (KNMI'23 t.o.v. KNMI'14 scenario's), en voor *Stoom 2100* een toename die kan oplopen tot 30 procent. Er wordt aangenomen dat deze toename grotendeels doorwerkt in de watervraag voor peilhandhaving en beregening. Voor de zoetwateropgave zal in de praktijk vooral de (piek)watervraag in droge periodes bepalend zijn.

Daarnaast spelen ontwikkelingen mee die in potentie een groot effect hebben op de zoetwatervraag. Zo zal peilopzet in de veen(weide)gebieden meer water gaan vragen. Nog onzeker (maar wel sterk bepalend voor de watervraag) is met welke beleidskeuzes (oppervlaktewater of grondwater) en waar dit wordt geïmplementeerd, en met welke maatregelen. Als wordt gestreefd naar grondwaterstanden tot 20 à 40 cm onder maaiveld, dan kan het in een droge zomer gaan om een toename van 30-40 procent van de watervraag voor peilhandhaving in veenweidegebieden.

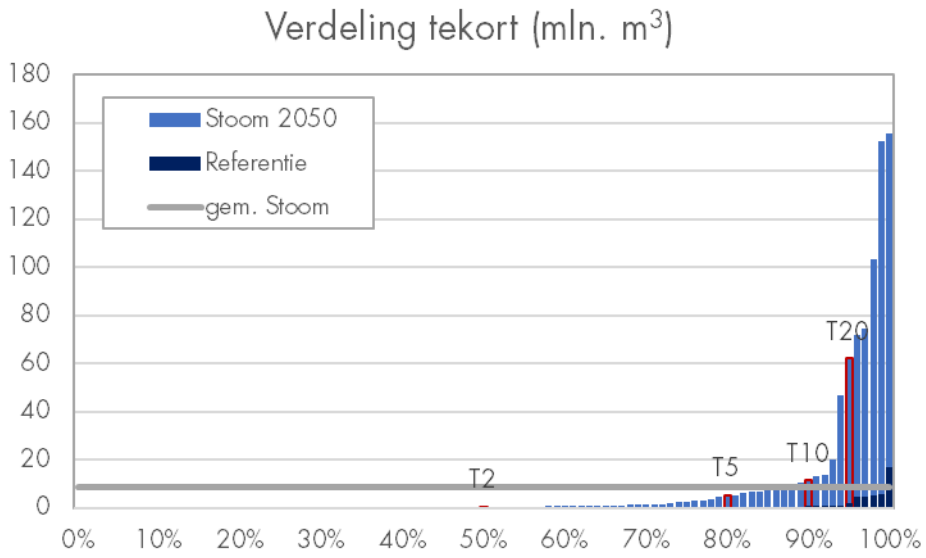
7.2 WERKOPGAVE WEST

Het doel van het Deltaprogramma Zoetwater is geconcretiseerd in een voorlopige werkopgave (zie paragraaf 1.1). Deze werkopgave is (noodgedwongen) gebaseerd op de basisprognoses 2018. Aangezien de nieuwe klimaatscenario's naar verwachting tot een verhoging van de knelpunten zullen leiden, is de onderstaande werkopgave een onderschatting van de tekorten.

Oppervlaktewater

Voor oppervlaktewater is de werkopgave gedefinieerd als het zoetwatertekort in een T20 jaar[76] in *Stoom 2050*. Deze werkopgave is bepaald door de 100-jarige reeks voor *Stoom 2050* eerst op de hoogte van het tekort te sorteren, zie Figuur 51. En vervolgens het tekort af te lezen dat hoger is dan het tekort van 95 procent van de jaren en lager dan 5 procent van de overige jaren (=T20 jaar).

[76] Het 'T20 jaar' is het jaar met een tekort dat eens per 20 jaar voorkomt, oftewel 5% van jaren heeft hoger tekort en 95% lager tekort. Het T20 punt is bepaald voor het totale watertekort per deelregio, dat wil zeggen tekorten voor beregening, doorspoeling en peilbeheer opgeteld.



Figuur 51: oppervlaktewatervraag en -tekorten West per scenario (BP2018 – dus zonder correctie zoetwaterregio, gemiddelde waarde > T2)

Voor West komt de werkopgave voor 2050 van 62 miljoen m³ ongeveer overeen met het tekort in 2003 aangepast voor de klimaat en sociaaleconomische omstandigheden in *Stoom 2050*. Dit is een onderschatting voor de deelregio Maasdelta. Op basis van informatie van de zoetwaterregio (Factsheets) is het tekort zoals bepaald in de basisprognoses 2018 voor deze deelregio verhoogd met aanvullende tekorten voor verzilting. Voor fase 3 betekent dit een werkopgave voor oppervlaktewater van in totaal 30 miljoen m³ voor de hele zoetwaterregio West (1/3 deel van het totale tekort in *Stoom 2050*), zie Tabel 31.

Tabel 31: tekorten bij herhalingstijd T20 en het gemiddelde tekort (inclusief correctie zoetwaterregio)

	Deelregio's	Gem. tekort in mln. m³			T20 tekort in mln. m³			Werkopgave fase 3
		REF	Stoom 2050	Stoom 2100	REF	Stoom 2050	Stoom 2100	
16	Maasdelta (BP2018)	0,0	0,1	0,4	0,0	0,5	1,8	9,9
	Schatting (gem.)/Regio input*	9,7	18,3	18,3	15,6	29,3	29,3	
17	West met bovenregionale aanvoer	0,6	4,8	9,0	1,6	37,8	31,3	12,6
18	West zonder bovenregionale aanvoer	0,2	3,6	5,9	0,7	23,5	27,9	7,8
	Totaal West incl. correctie	11	27	33	18	91	89	30

* Dit betreft verzilting

Grondwater

De werkopgave voor grondwater is het tegengaan van de verdere uitzakking in *Stoom* ten opzichte van de *Referentie*. Deze bedraagt in de zoetwaterregio West gemiddeld zo'n 3 tot 5 cm, zie Tabel

32. Met de aanname dat het vochtgehalte van de grond zo'n 15 procent is, betekent dat hiervoor 19 miljoen m^3 in 2050 en 30 miljoen m^3 in 2100 extra vastgehouden moet worden. Voor fase 3 moet minimaal 1/3 deel van het tekort voor 2050 worden opgelost: 6 miljoen m^3.

Het tegengaan van peilbeheertekorten met oppervlaktewatermaatregelen is zonder peilaanpassing of specifieke maatregelen onvoldoende om deze werkopgave grondwater in te vullen. In *Stoom* 2050 is de werkopgave 19 miljoen m^3 (equivalent aan benodigde GLG-toename). Het peilbeheertekort is gemiddeld 'slechts' 0,9 miljoen m^3.

Tabel 32: werkopgave grondwater in Stoom 2050 en Stoom 2100

	GLG t.o.v. Referentie (cm)		Relevant opp.	Volume mln. m3		Werkopgave fase 3
Deelregio's	Stoom 2050	Stoom 2100	ha	Stoom 2050	Stoom 2100	
Maasdelta	-3	-5	65.322	3	5	
West met bovenregionale aanvoer	-2	-4	153.396	5	9	
West zonder bovenregionale aanvoer	-5	-7	153.988	12	16	
Totaal	-3	-5	372.706	19	30	6

7.3 MAATREGELEN WEST

Deze paragraaf gaat in op de relevante maatregelen voor West-Nederland. Voor een uitgebreide beschrijving van de maatregelen wordt verwezen naar de Factsheets.[77]

De regionale maatregelen die beoordeeld konden worden, zijn vermeld in Tabel 33. Maatregelen die niet beoordeeld zijn, staan vermeld in de bijlagen en betreffen onderzoek, maatregelen door derden of langetermijnmaatregelen waarvoor geen informatie verzameld is.

Voor de zoetwaterregio West zijn in totaal (augustus 2025) 59 regionale maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er 14 beoordeeld. Al deze maatregelen helpen vooral het oppervlaktewatertekort tegen te gaan. De meeste zijn gericht op het tekort in de deelregio 17. Ook zijn er drie HWS-maatregelen met effect in de zoetwaterregio West meegenomen in deze analyse en twee HWS-maatregelen die een klein effect hebben op zoetwaterregio West maar vooral voor zoetwaterregio Noord effect hebben. De keuze voor deze zoetwatermaatregelen hangt vooral af van de vraag of de maatregel interessant is voor de zoetwaterregio Noord.

[77] De zoetwaterregio's hebben voor alle maatregelen Factsheets aangeleverd volgens een vast format. Vanwege de omvang van het hele pakket zijn deze niet als bijlage opgenomen.

Tabel 33: ingediende maatregelen West die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	locatie	Oppervlaktewater-tekort of GLG-ver-hoging	Zoetwatergebruiker (aannames)[78]
1	W1	Aanvoercapaciteit Bernisse verbete-ren (optie A: Extra inlaatkokers)	16	Oppervlaktewater	Industrie 50% Beregening 47% Peilbeheer 3%
2	W2	Aanvoercapaciteit Bernisse verbete-ren (optie B: aan-voerleiding en ge-maal)	16	Oppervlaktewater	Industrie 50% Beregening 47% Peilbeheer 3%
3	W10	Verruiming verbin-ding Ringvaart naar Rottesysteem	17	Oppervlaktewater	Landbouw/berege-ning: 31% Natuur: 15% Stedelijk ge-bied/fundering: 54%
4	W16	Zoutintrusie Park-sluizen beperken	17	Oppervlaktewater	Landbouw: 67% Natuur: 33%
5	W18	Aanvoergemaal Steenen Beer en automatiseren Keetpoortsluis	18	Oppervlaktewater	Beregening 23% Doorspoeling 69% Peilbeheer 8%
6	W20	Wateraanvulling en aanvoer 't Gooi; WAAG	18	Oppervlaktewater	Drinkwater: 100%
7	W33	Hergebruik RWZI effluent Vergulde Hand	17	Oppervlaktewater	Watersysteem Delf-land Beregening 27% Peilbeheer 8% Doorspoeling 65%
8	W34	Hergebruik RWZI effluent Nieuwe Waterweg	17	Oppervlaktewater	Glastuinbouw West-land: 100%

[78] De verdeling van de verminderde tekorten in m³'s is voor West relatief onzeker omdat er geen harde cijfers zijn opgenomen in de Factsheets. Voor de HWS-maatregelen is de verdeling van de gemiddelde tekortvermindering van QWAST overgenomen (ARK3, WNN6, ZD1, IJM5, DPIJ1). Voor verschillende regionale maatregelen is het effect op basis van de maatregelbeschrijving volledig aan de drinkwatersector, de industrie of de landbouw toegewezen (W20, W34, W39, W40, W42, W43). Voor maatregel W10 waren wel cijfers in Factsheet beschikbaar. Voor W1/W2 is aangenomen dat tekort tussen industrie en waterschap 50-50 wordt verdeeld. Het peilbeheertekort in deelregio 16 is 1 miljoen m³. De rest is aan beregening landbouw toegewezen. Voor W18 en W36 zijn de tekorten toegewezen op basis van de tekortverdeling in deelregio 18 in T20 Stoom (alhoewel dit voor W36 ook o.b.v. verdeling Noord had kunnen worden gedaan). Voor W33 is dit gedaan op basis van de verhouding in deelregio 17. W47 vermindert het peilbeheer-tekort en doorspoeltekort in stedelijk gebied. Het maximale peilbeheertekort is 1 miljoen m³, dit is 17% van gegeven effect in Stoom. De rest is toegewezen aan de vermindering van het doorspoeltekort. Verminderde verzilting door W16 heeft volgens de Factsheets effect op landbouw en natuur. Bij gebrek aan detailinformatie is hier aangenomen dat het effect 2/3 beregening vs. 1/3 bodemvocht landbouw/natuur verdeeld is conform de verdeling bij W10 die ook in deelregio 17 effect heeft.

nr.	ID	Naam	locatie	Oppervlaktewater-tekort of GLG-ver-hoging	Zoetwatergebruiker (aannames)[78]
9	W36	Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpol-der	Noord	Oppervlaktewater	Doorspoeling 69% Beregening 23% Peilbeheer 8% Drinkwater + 6 mln. m^3
10	W39	Ondergrondse berging hemelwa-ter en opschaling COASTAR[79] Cases 4 (OWB Maassluis en Barendrecht)	17 (Maassluis) 16 (Ba-rendrecht)	Oppervlaktewater (positief effect GLG onbekend)	Peilbeheer 100% stedelijk gebied (fundering)
11	W40	Ondergrondse berging hemelwa-ter en opschaling COASTAR[79] Case 3 (Glastuinbouw)	17	Oppervlaktewater	Glastuinbouw/land-bouw: 100%, ver-taald naar minder aanvoer
12	W42	Maatregelen ber-ging water op be-drijfsniveau voor landbouw (glas-tuinbouw)	17	Oppervlaktewater	Glastuinbouw/land-bouw: 100%, ver-taald naar minder aanvoer
13	W43	Zoetwaterfabriek havenindustrie	16 (Brielse Meer), leve-ring ook 17	Oppervlaktewater	Industrie R'dam: 100%
14	W47	Vergroten inlaat-capaciteit Hevel IJsselmonde	16	Oppervlaktewater	Peilbeheer 17% Doorspoeling 83% stedelijk gebied
15	HWS ARK 3	Robuuste water-aanvoer naar het Noordpand van het ARK	Pr. Irenesluizen bij Wijk bij Duurstede en Pr Bernhardsluizen bij Tiel	Oppervlaktewater HWS	m.n. scheepvaart profiteert
16	HWS WN N6	Aanpassingen schuif Schelling-woude	Schellingwoude, deelre-gio 17+18 (West)	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 9% Doorspoeling 73% Peilbeheer 18%
17	HWS ZD1	Aanleg zoutriool Krammerput	Krammer, Volkerak-Zoommeer (effect door-spoeling Nieuwe Wa-terweg)	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 7% Doorspoeling 76% Peilbeheer 17%
18	HWS IJM5	Realisatie vermin-deren zoutindrin-ging schutsluizen Kornwerderzand	Kornwerderzand bij Af-sluitdijk zorgt voor af-name vraag IJsselmeer, hydrologisch effecten voor Noord (84%) en West (10%) en Hoge Zandgronden Oost (6%)	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 25% Doorspoeling 48% Peilbeheer 27%

[79] COastal Aquifer STorage And Recovery. verzamelnaam voor maatregelen zoals ondergrondse waterberging, aquifer storage & recovery (ASR) en brakwaterwinning tegen verzilting.

19	HWS DPIJ 1	Vergroten zoet-watervoorraad IJsselmeer 2030/2040	IJsselmeer; hydrologisch effecten voor Noord (92%) en West (8%), verwaarloosbaar effect voor Hoge Zandgron-den Oost.	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 24% Doorspoeling 58% Peilbeheer 18%

W1 Aanvoercapaciteit Bernisse verbeteren (optie A: Extra inlaatkokers)

Maatregel W1 is gericht op het zorgen voor een stabiele zoetwaterbeschikbaarheid voor peilhand-having, industrie en landbouw in een omgeving waar zoetwater vanuit het Hoofdwatersysteem alleen in - steeds kortere - tijdvensters beschikbaar is. Hiervoor worden extra spuikokers aangelegd en Bernisse verdiept, aangevuld met extra maaionderhoud wanneer noodzakelijk ten behoeve van doorstroming. De maatregel is houdbaar zolang het innamepunt op het Spui nog voldoende grote inlaatvensters heeft. De maatregel levert 1 tot 5 m^3/sec extra inlaatcapaciteit in perioden waarin inlaat met de huidige infrastructuur nu beperkt is tot 10 m^3/s

W2 Aanvoercapaciteit Bernisse verbeteren (optie B: aanvoerleiding en gemaal)

Maatregel W2 is eveneens gericht op het zorgen voor een stabiele zoetwaterbeschikbaarheid voor peilhandhaving, industrie en landbouw in dezelfde omgeving. Het gaat om het permanent ge-bruik van de aanvoerleiding in het groeiseizoen en het extra maaien in de Bernisse wanneer dat noodzakelijk is voor de doorvoercapaciteit. Zolang het innamepunt op het Spui nog voldoende grote inlaatvensters heeft is de maatregel houdbaar. De maatregel ligt enkele kilometers ten We-sten van de inlaatsluis Bernisse. De maatregel heeft een vergelijkbaar effect als W1.

W10 Verruiming verbinding Ringvaart naar Rottesysteem

Maatregel W10 verruimt de verbinding tussen de Ringvaart en de Rotte. Hiermee wordt de zoetwaterbeschikbaarheid in periodes van verzilting en/of droogte te verbeterd in aanvulling op de klimaatbestendige wateraanvoer (KWA+). De Ringvaart-Rotteverbinding wordt in het huidige waterbeheer ook al ingezet met (< 0,5 m^3/s). De maatregel verruimt de aanvoer naar 2 m^3/s. De meest kansrijke route is via de Middelweg.

W16 Zoutintrusie Parksluizen beperken

De maatregel Zoutintrusie Parksluizen beperken heeft tot doel de verzilting van het boezemwater in Delfland tegen te gaan, en bestaat uit fysieke ingrepen in het Sluizencomplex: een terugspoel-debiet van 2 m^3/s (50-77%), het terugspoeldebiet in combinatie met nivelleren door pompen (60-75%) en/of gebruik van een schutwaterbuffer (20%). Verminderde verzilting is positief voor verschillende gebruikers (natuur, landbouw) die afhankelijk zijn van zoet water. De maatregel moet naar verwachting maximaal enkele weken per jaar worden ingezet om schutbeperkingen te voorkomen wanneer het zoutgehalte te hoog oploopt. Houdbaarheid is afhankelijk van mate in-dringing verzilting, zeespiegelstijging en sturings-/technische ingrepen in het Hoofdwatersysteem.

W18 Aanvoergemaal Steenen Beer en automatiseren Keetpoortsluis

Maatregel W18 gaat om plaatsing van een aanvoergemaal bij Muiden, omgeving Muiderslot, met een gemaalcapaciteit tot 6 m^3/s, en het automatiseren van de Keetpoortsluis waarmee de noorde-lijke Vechtstreek van AGV van zoetwater kan worden voorzien. Alle watervragers aan het IJssel-meergebied profiteren van deze maatregel, omdat de inlaat naar N2000 van AGV nu deels een beperking oplevert voor het verder kunnen uitzakken van het peil. De zoetwatervoorraad (Mar-kermeer) kan door de verdere uitzakking worden vergroot. Doel is het waarborgen van de water-kwaliteit en zoetwateraanvoer richting N2000 gebieden. De maatregel wordt ingezet in een droge

zomer waarbij het Markermeerpeil naar -0,25 m NAP of lager zakt. Er zijn geen beperkingen aan houdbaarheid. Deze maatregel is ook noodzakelijk als de HWS-maatregel zoetwatervoorraad vergroten (DPIJ1 zie Noord) wordt uitgevoerd.

W20 Wateraanvulling en aanvoer 't Gooi (WAAG)

Maatregel W20 Wateraanvulling en aanvoer 't Gooi (WAAG) betreft permanente winning van ruwwater voor drinkwaterproductie uit grond- en oppervlaktewater naar draagkracht van beide systemen. Met name de inzet naar draagkracht is nieuw, ook t.o.v. de bestaande duinwaterwinningen. Het projectgebied beslaat de Gooi- en Vechtstreek. Er worden voor het gehele gebied onderzoeken uitgevoerd. Specifiek met betrekking tot de innamebron wordt gekeken naar het Amsterdam-Rijnkanaal, het Eemmeer en het Gooimeer. De beoogde extra capaciteit is 30 miljoen m^3/jaar. Er zijn geen beperkingen aan houdbaarheid.

W33 Hergebruik RWZI effluent Vergulde Hand

Maatregel W33 Hergebruik effluent van RWZI de Vergulde Hand in Vlaardingen vergroot het wateraanbod voor het omliggende gebied door inzet van opgewaardeerd effluent in de zomerperiode (bij watervraag). De maatregel kent geen beperkingen aan de houdbaarheid. De extra capaciteit is 0,35 m^3/s.

W34 Hergebruik RWZI effluent Nieuwe Waterweg

Het hergebruik van effluent van RWZI Nieuwe Waterweg verkleint de externe watervraag van het omliggend gebied door een alternatieve zoetwaterbron aan te bieden van circa 250 m^3/uur (0,07 m^3/s). De maatregel kent geen beperkingen aan de houdbaarheid.

W36 Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpolder

Doel van de maatregel W36 Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpolder is het gebied rondom de Horstermeerpolder en de Vecht minder afhankelijk maken van de inlaat van zoet water vanuit het Markermeer én het tegengaan van verzilting van het oppervlaktewater van de Horstermeerpolder, de Vecht en het gebied de Oostelijke Vechtplassen. De maatregel bestaat uit het plaatsen van een aantal winputten verspreid over de Horstermeerpolder waar het hele jaar brak grondwater wordt gewonnen ten behoeve van de drinkwaterproductie. Dit vermindert de brakke kwel. Hierdoor hoeft minder water uit het Markermeer te worden ingelaten in de Vecht. Het gaat om een besparing van 82 miljoen m^3/jaar (inlaat nu 207 miljoen m^3/jaar, naar verwachting zal dat, na opschaling van de proef, 125 miljoen m^3/jaar zijn). Er zijn geen beperkingen aan houdbaarheid. Omdat de maatregel de onttrekkingen uit het IJsselmeer vermindert, is verondersteld dat de baten in Noord vallen.

W39 Ondergrondse berging hemelwater en opschaling COASTAR Cases 4 (OWB Maassluis en Barendrecht)

Maatregel W39 gaat om ondergrondse berging van hemelwater en opschaling van de COASTAR[80] Cases 4 (OWB Maassluis en Barendrecht). Door water vast te houden is minder externe wateraanvoer nodig voor de zoetwatervoorziening in stedelijk gebied. Voor fase 3 zijn er plannen voor urban water buffers in de gemeentes Barendrecht en Maassluis. Bovengrondse waterbergingsvoorzieningen worden hier gecombineerd met ondergrondse seizoensberging van zoet water. Zoetwater kan dan flexibel worden ingezet wanneer er sprake is van een zoetwatertekort.

[80] COastal Aquifer STorage And Recovery. verzamelnaam voor maatregelen zoals ondergrondse waterberging, aquifer storage & recovery (ASR) en brakwaterwinning tegen verzilting.

Het gaat om een maatregel die permanent wordt ingezet en geen beperkingen aan houdbaarheid heeft.

W40 Ondergrondse berging hemelwater en opschaling COASTAR Case 3 (Glastuinbouw)

Maatregel W40 betreft ondergrondse berging van hemelwater in het Westland via opschaling van COASTAR Case 3 (Glastuinbouw). Door water vast te houden is tot 1,8 miljoen m^3/jr. minder externe wateraanvoer nodig voor landbouw/glastuinbouw, zodat de grondwaterverzilting en bodemdaling afnemen. De maatregel wordt permanent ingezet en heeft geen beperkingen aan houdbaarheid.

W42 Maatregelen berging water op bedrijfsniveau voor landbouw (glastuinbouw)

Maatregelen W42 betreft de permanente inzet van berging van water op bedrijfsniveau voor landbouw (glastuinbouw) in gehele zoetwaterregio.[81] Door het vergroten van de buffer en verkleinen van de watervraag wordt de (groei) vraag naar aangevoerd water beperkt. Bij een beoogde berging van 330.000 m^3 gaat het om een potentiële tekortafname van 0,5 miljoen m^3/jr. Er zijn geen beperkingen aan houdbaarheid.

W43 Zoetwaterfabriek havenindustrie

De zoetwaterfabriek havenindustrie W43 is gericht op het kunnen leveren van zoetwater (max 150 mg/l) voor de industrie in de Rotterdamse haven (Botlek/Europoort/Maasvlakte) in situaties waarin het water in het Brielse Meer te zout is (> 150 mg/l c.q. geleidbaarheid > 800uS/cm). De houdbaarheid wordt bepaald door hoe zout het te verwerken water kan zijn gegeven een ontwerp. Er wordt uitgegaan van maximaal 350 mg/l. De beoogde capaciteit is 2 maal 1000 m^3/uur.

W47 Vergroten inlaatcapaciteit Hevel IJsselmonde

Vergroten inlaatcapaciteit van de hevel IJsselmonde, maatregel W47, maakt het mogelijk om in de toekomst bij kleinere inlaatvensters voldoende zoetwater in te laten totdat er helemaal geen zoete inlaatvensters meer zijn. Tot die tijd kan de inlaatcapaciteit van 0,04 m^3/s dag gemiddeld naar 0,5 m^3/s dag gemiddeld worden vergroot.

HWS ARK3: Robuuste wateraanvoer naar het Noordpand van het ARK

De HWS-maatregel ARK3 heeft als doel in het voorjaar extra water vanuit de Waal via de Pr. Irenesluizen en Pr. Bernardhuisluizen naar het ARK in te laten via een bypass. Doel is in de zomer verminderen van stremming scheepvaart bij de Irenesluizen. In 2017 is het waterinlaatsysteem (WIS) bij de Irenesluizen vergroot. In de praktijk bleek dit niet voldoende en werd een van de kolken in droge perioden regelmatig gestremd om voldoende water aan te voeren. De scheepvaart profiteert het meest van de maatregel, maar ook de andere watergebruikers zoals landbouw, drinkwater en natuur hebben er voordeel van. De houdbaarheid kan op termijn beperkt worden, wanneer de Rijnafvoer afneemt. Er is dan minder water beschikbaar om naar het Noordpand aan te voeren.

HWS WNN6: Aanpassingen schuif Schellingwoude

HWS-maatregel WNN6 houdt in dat de schuif bij de Oranjesluizen in Schellingwoude wordt aangepast zodat deze op verschillende standen gezet kan worden. Hierdoor kan met meer flexibiliteit zoet water uit het Markermeer naar het Noordzeekanaal gestuurd worden, waardoor het

[81] Voor analyse is verondersteld dat deze maatregel volledig in deelregio 17 neerslaat, waar grootste clusters Westland, en Oostland onder vallen.

Noordzeekanaal efficiënter kan worden gespoeld. In de huidige praktijk wordt in de droge zomers bij de juiste spuicondities bij IJmuiden daggemiddeld 16 m^3/s vanuit het Markermeer naar het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal aangevoerd. De maatregel behelst een geoptimaliseerd beheer met de schuif zodat dit aanvoerdebiet daggemiddeld met 6 m^3/s afneemt. De houdbaarheid wordt alleen beperkt door klimaatverandering in het geval van een langdurig laag Markermeerpeil.

HWS ZD1 Aanleg zoutriool Krammerput

De maatregel aanleg zoutriool verkleint de zoetwatervraag van het Volkerak-Zoommeer op het Hoofdwatersysteem die nodig is om de verzilting van het Volkerak-Zoommeer te bestrijden. Het gaat om een leiding die als een hevel werkt en loopt van de diepe Krammerput door de primaire kering naar de Oosterschelde. Deze leiding voert het zoute water in de put af naar de Oosterschelde. Het Krammer wordt hierdoor zoeter, zodat met minder zoetwaterverlies de verzilting beter wordt bestreden. De gewenste afname van de doorspoelvraag is jaarrond 5 m^3/s. De watervraag van het Volkerak-Zoommeer gaat daarmee van 40 m^3/s naar 35 m^3/s. De vermindering van de regionale tekorten is nihil verondersteld.

HWS DPIJ1: Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer 2030/2040

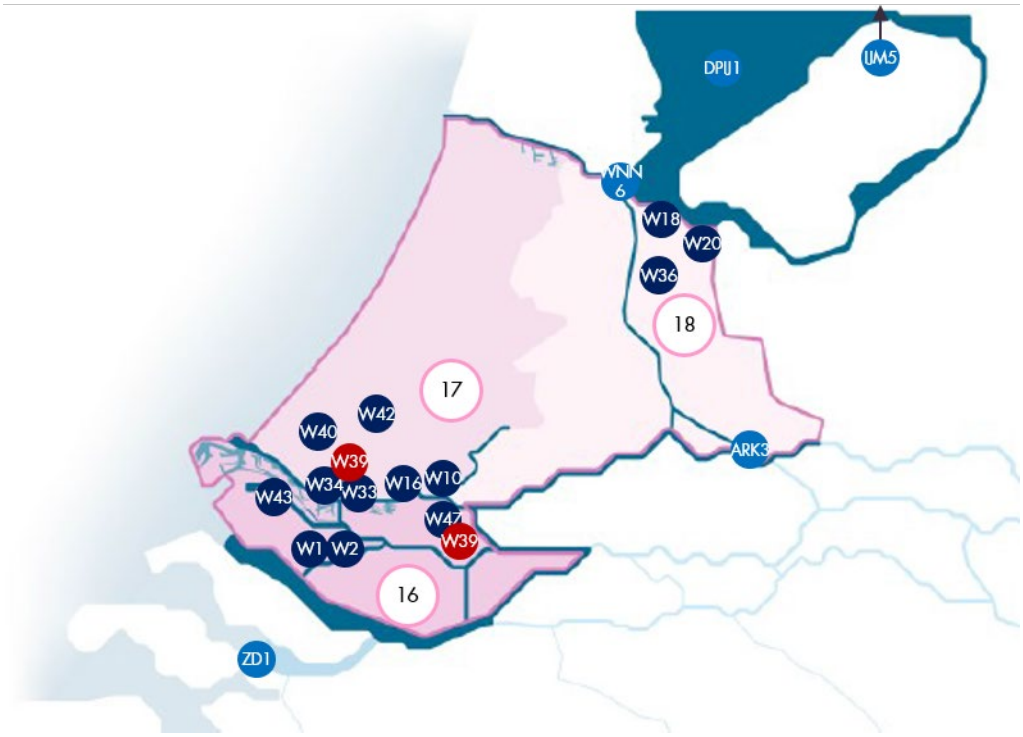
HWS-maatregel DPIJ1 vergroot de bandbreedte van de flexibele meerpeilen (IJssel- en Markermeer) in de zomer (maart tot en met september). Dit kan via beperkt opzetten of beperkt uitzakken. In deze studie is alleen uitzakken beschouwd. Het vergroten van de bandbreedte heeft verschillende effecten, die mogelijk gemitigeerd moeten worden.

Bij een watertekort is er door deze maatregel in het voorzieningengebied van het IJsselmeergebied 1,9 miljoen m^3 extra wateraanbod (10 cm waterschijf IJsselmeer en Markermeer). De houdbaarheid van de maatregel wordt naar verwachting niet beperkt door klimaatverandering. Deze maatregel houdt (in effecten en kosten) geen rekening met flankerende maatregelen in de regionale systemen.

HWS IJM5: Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand

HWS-maatregel IJM5 vermindert de zoutindringing via de spui- en schutsluizen in de Afsluitdijk. Door zoutindringing treedt verzilting van het IJsselmeer op. Deze verzilting bedreigt de kwaliteit van de zoetwatervoorraad, o.a. voor drinkwatervoorziening. Het tegengaan van verzilting in de huidige situatie geeft een grote watervraag. De maatregel houdt in dat er constructieve maatregelen worden genomen om het lekken van zout water te verminderen, bijvoorbeeld door het vernieuwen van de spuisluisdeuren. De omvang van het effect is minimaal 50 procent vermindering van de doorspoelvraag bij Kornwerderzand. De doorspoelcapaciteit neemt daarmee af van 20 m^3/s naar 10 m^3/s. Het totaal potentieel hydrologisch effect voor alleen Kornwerderzand is 70,5 miljoen m^3, waarvan 4,5 miljoen m^3 ten gunste van de Hoge Zandgronden Oost komt.

De maatregel wordt het hele jaar ingezet zodat in de winter een goede uitgangssituatie wordt gerealiseerd voor een mogelijk watertekort en problemen rond het chloridegehalte tijdens de zomerperiode. De houdbaarheid van de maatregel wordt beïnvloed door verschillende factoren, zoals de snelheid van zeespiegelstijging, aanvoer naar het IJsselmeer (IJssel), effectiviteit van de maatregel, toename scheepvaart met als gevolg een hogere frequentie van schutten, wijze van uitvoering van de maatregel respectievelijk beheer en onderhoud.



Figuur 52: Indicatie effectgebied maatregelen o.b.v. beschrijving (helder blauw HWS-maatregel, donker-blauw regionale maatregel, rood regionale maatregel 2 locaties)

7.4 BEOORDELING MAATREGELEN

Hoe kansrijk de maatregelen zijn, is bepaald via drie perspectieven: een kosteneffectiviteitsanalyse (KEA), een multicriteria-analyse (MCA) en een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). Per analyse is een beleidspakket samengesteld dat past bij dit perspectief.

7.4.1 *Kosteneffectiviteitsanalyse*

Individuele maatregelanalyse

De kosteneffectiviteitsanalyse vergelijkt de jaarlijkse kosten voor de maatregel met de hydrologische effectiviteit in het Deltascenario *Stoom 2050* omdat de werkopgave voor deze situatie is gedefinieerd (T20 voor oppervlaktewater en mix maatregelen, T2 voor grondwatermaatregelen), zie Tabel 34.

Voor enkele maatregelen is het effect bijgesteld tot het maximum tekort per deelregio (voor W1, W2, W18, W43). Voor Brielse Meer (W1, W2, W43) is een tekort van 3 m^3/s aangehouden (achtergrondmemo) en vermenigvuldigd met aantal dagen dat sprake is van een tekort. Voor het aanvoergemaal Steenen Beer is het effect beperkt tot het T20 tekort in deelregio 18. Zie voor de locatie van de maatregelen Figuur 52.

De relevante cijfers voor DPIJ1 zijn getoond bij gelijktijdige uitvoering van W18, omdat W18 randvoorwaardelijk is voor de zoetwaterregio West bij het verder laten uitzakken van het IJsselmeerpeil. De maatregel W18 kan ook zonder DPIJ1 worden ingezet.

Tabel 34: overzicht kosteneffectiviteit T20 jaar Stoom 2050 van maatregelen zoetwaterregio West

nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie Stoom 2050 (T20 OW en mix, T2 GW, in mln. m³)	Ratio (€/m³)
1	W1	Aanvoercapaciteit Bernisse verbeteren (optie A: Extra inlaatkokers)	€ 0,83	29,29	€ 0,03
2	W2	Aanvoercapaciteit Bernisse verbeteren (optie B: aanvoerleiding en gemaal)	€ 5,82	29,29	€ 0,20
3	W10	Verruiming verbinding Ringvaart naar Rottesysteem	€ 0,19	4,82	€ 0,04
4	W16	Zoutintrusie Parksluizen beperken	€ 0,23	2,00	€ 0,12
5	W18	Aanvoergemaal Steenen Beer en automatiseren Keetpoortsluis	€ 0,97	26,00	€ 0,04
6	W20	Wateraanvulling en aanvoer 't Gooi; WAAG	€ 32,98	5,00	€ 6,60
7	W33	Hergebruik RWZI effluent Vergulde Hand	€ 1,31	4,54	€ 0,29
8	W34	Hergebruik RWZI effluent Nieuwe Waterweg	€ 1,14	0,40	€ 2,84
9	W36	Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpolder	€ 10,37	91,00	€ 0,11
10	W39	Ondergrondse berging hemelwater en opschaling COASTAR Cases 4 (OWB Maassluis en Barendrecht)	€ 0,41	0,18	€ 2,24
11	W40	Ondergrondse berging hemelwater en opschaling COASTAR Case 3 (Glastuinbouw)	€ 5,03	1,80	€ 2,79
12	W42	Maatregelen berging water op bedrijfsniveau voor landbouw (glastuinbouw)	€ 1,94	0,50	€ 3,89
13	W43	Zoetwaterfabriek havenindustrie	€ 28,14	5,86	€ 4,80
14	W47	Vergroten inlaatcapaciteit Hevel IJsselmonde	€ 0,40	5,90	€ 0,07
15	HWS ARK3	Robuuste wateraanvoer naar het Noordpand van het ARK	€ 2,20	0,00	Geen effect, dus oneindig
16	HWS WNN6	Aanpassingen schuif Schellingwoude	€ 0,47	0,00 (incl. mogelijk tekort HWS 50,00)	Geen effect, dus oneindig (€ 0,01)
17	HWS ZD1	Aanleg zoutriool Krammerput	€ 0,56	0,00	Geen effect, dus oneindig

nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie Stoom 2050 (T20 OW en mix, T2 GW, in mln. m³)	Ratio (€/m³)
18	HWS IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	€ 0,43	70,5 (heel Nederland)	€ 0,01
19	HWS DPIJ1/ W18	Vergroten zoetwatervoor-raad IJsselmeer 2030/2040	€ 0,97 (W18) + € 0 (DPIJ1)	26,0 (W18) + 226,0 (DPIJ1) (heel Nederland)	€ 0,00

Samenstelling kosteneffectief pakket

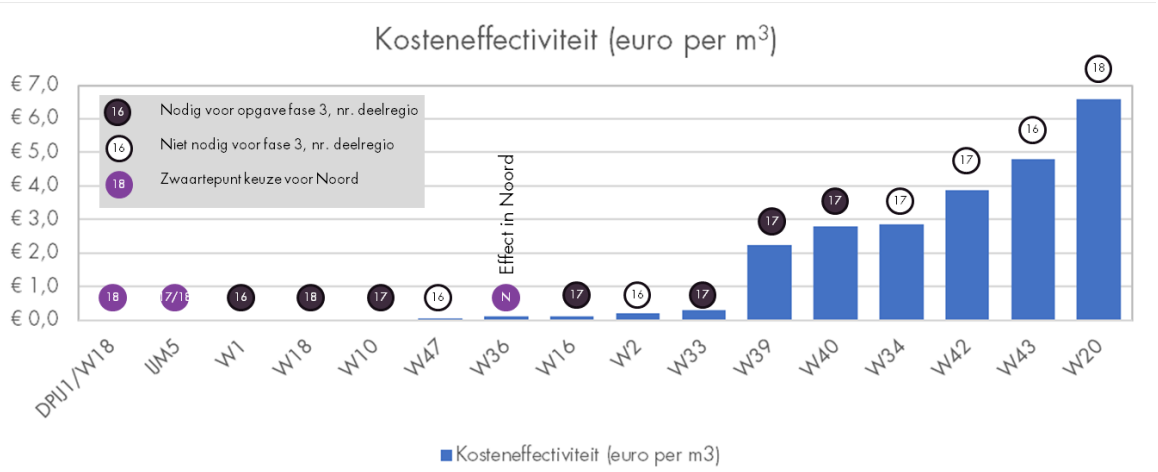
Om het kosteneffectief pakket samen te stellen zijn alle maatregelen gesorteerd van kosteneffectief naar minder kosteneffectief (uitgedrukt in euro per m^3 oplossend vermogen), zie Figuur 53. De maatregelen met de hoogste kosteneffectiviteit voor het invullen van de werkopgaven en die minder dan een halve euro per m^3 kosten zijn de maatregelen van links tot maatregel W33 in Figuur 53. Verschillen in kosteneffectiviteit binnen deze groep maatregelen zijn beperkt.

Maatregelen die bijdragen aan de zelfvoorzienendheid (bijv. W39, W40, W33, W34, W42, W43) zijn minder kosteneffectief dan maatregelen aan de inlaten (W1/2, W18, W10, W47) of een deel van de HWS-maatregelen HWS (DPIJ1, IJM5). Dit komt omdat deze maatregelen relatief veel kosten voor de kleinere hydrologische effecten. Bijvoorbeeld de maatregel DPIJ1/W18 levert 252 mln. m^3 tekortvermindering voor een bedrag van 1 miljoen per jaar, terwijl maatregel W34 (RWZI) 0,4 miljoen m^3 tekortvermindering oplevert voor iets meer dan 1 miljoen euro per jaar.

Het effect van WNN6 is voor de KEA vastgesteld op 0 miljoen m^3 omdat er geen regionaal effect is berekend. In de hydrologische effectbepaling is echter wél een effect van 50 miljoen m^3 (T20 *Stoom 2050*) berekend in het HWS. Dit effect is volgens de gehanteerde werkwijze voor HWS-maatregelen buiten beschouwing gelaten o.a. vanwege onzekerheid over de toedeling aan deelregio's en functies. Dat er in de KEA voor WNN6 wordt uitgegaan van een hydrologisch effect van 0 miljoen m^3 kan daarom een onderschatting zijn. Wanneer het effect in het HWS wel wordt meegenomen, komt de kosteneffectiviteit uit op 0,01 euro per m^3 en volgt WNN6 na IJM5 in de sortering. In de afweging tussen maatregelen voor het voorkeurspakket dient hier rekening mee te worden gehouden.

Ook voor HWS-maatregelen ZD1 en ARK3 is in een T20 jaar geen effect op de regionale tekorten berekend. Daarom is er geen kosteneffectiviteit weergegeven in Figuur 53.

Maatregelen DPIJ1, IJM5 en W36 zijn geanalyseerd maar vooral bedoeld voor een pakket voor Noord, omdat ze daar het meeste doelbereik hebben.



Figuur 53: sortering op basis van kosteneffectiviteit Stoom 2050

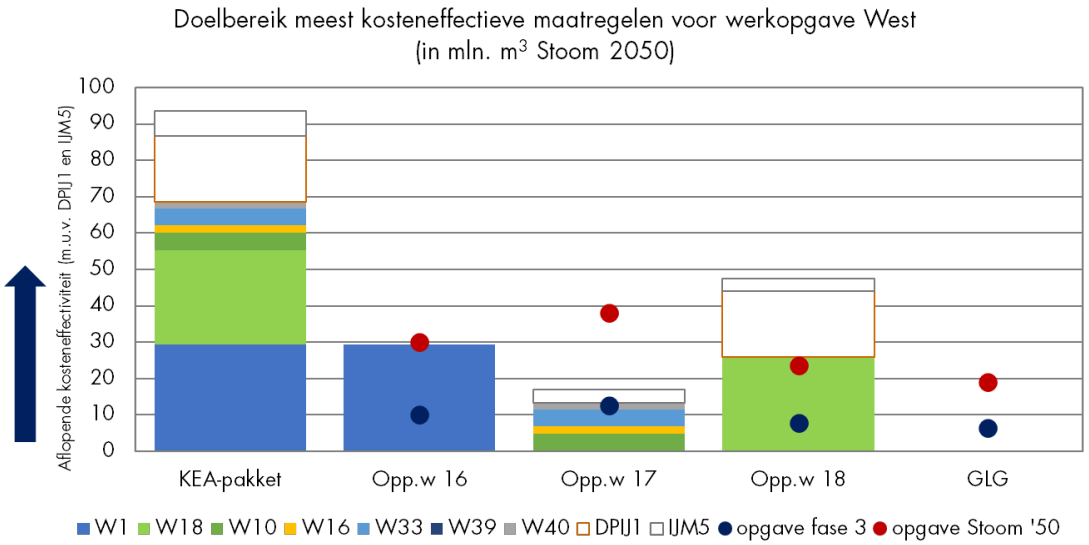
Vervolgens is het pakket voor zowel de werkopgave oppervlaktewater als grondwater gevuld door van links naar rechts in Figuur 53 maatregelen te selecteren totdat de werkopgave voor fase 3 ingevuld is. Dit vormt het kosteneffectief pakket gebaseerd op de landelijke werkopgave. Omdat de knelpunten per deelregio in deze zoetwaterregio sterk verschillen, is aanvullend ingezoomd op knelpunten en werkopgaven voor oppervlaktewater per deelregio.

Figuur 53 en Figuur 54 laten zien hoe de verschillende werkopgaven kunnen worden ingevuld. Maatregel W1 is voldoende voor de werkopgave oppervlaktewater in deelregio Maasdelta (16). Maatregel W2 en W43 zijn een alternatief voor deze maatregel maar minder kosteneffectief. Voor deelregio 18 is ook een maatregel voldoende, nl. W18. Voor deelregio 17 zijn verschillende maatregelen nodig om de werkopgave in te vullen. Deze maatregelen hebben elk een wat kleiner doelbereik dan W1 of W18. Er zijn geen specifieke grondwatermaatregelen ingediend. Met het voorkomen van een peilbeheertekort (0,9 miljoen m^3 in *Stoom 2050*) zou een deel van de grondwaterstandsdaling kunnen worden voorkomen, maar dit is onvoldoende om de werkopgave grondwater in te vullen. Om de volledige werkopgave voor grondwater in te vullen moeten peilen worden verhoogd. Hiervoor zijn geen maatregelen ingediend.

HWS-maatregelen DPIJ1 en IJM5 zijn als laatste 'gestapeld' hoewel ze het meest kosteneffectief zijn. Het zwaartepunt van het effect ligt echter in Noord. Aangenomen is vooralsnog dat zoetwaterregio West eerst een pakket wil samenstellen waarbij men niet afhankelijk is van de keuze van Noord of het HWS-systeem. Omdat de maatregel Steenen Beer (W18) al is geselecteerd is alleen het aanvullende doelbereik van DPIJ1 toegevoegd.

Als voor Noord maatregel DPIJ1 plus de randvoorwaardelijke maatregel W18 wordt geselecteerd (effect voor West 18 miljoen m^3 + 26 miljoen m^3), dan wordt er een groter deel van de werkopgave opgelost dan de werkopgave in *Stoom 2050*. De maatregel DPIJ1 is voor West van minder waarde omdat met W18 de werkopgave al kan worden ingevuld.

Als ook maatregel IJM5 wordt geselecteerd (7 miljoen m^3), dan zijn in deelregio 17 minder maatregelen nodig. Maatregel W39 en W40 kunnen dan volgens de methodiek vervallen.



Figuur 54: samenstelling pakket op basis van kosteneffectiviteit en doelbereik

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op kosteneffectiviteit. Dan resulteert het pakket met het meeste doelbereik voor het beschikbare budget. [82]

7.4.2 *Multicriteria-analyse*

Individuele maatregelanalyse

De multicriteria-analyse vergelijkt de maatschappelijke scores van de maatregelen. Deze maatschappelijke score zijn een combinatie van gewogen scores voor de kwalitatieve criteria uit de vergelijkingssystematiek. Voor de weging wordt verwezen naar bijlage *Delphi-analyse en weegfactoren*. De scores op de subcriteria gebruiken een Likertschaal. Ook de toelichting van de Likertschaal is te vinden in de bijlagen.

De maatregelen met de hoogste maatschappelijk score zijn WNN6, W1 en W2, zie Tabel 35. Dit komt vooral door het grote aantal zoetwatergebruiksfuncties en andere opgaven (niet gerelateerd aan zoetwater) dat van deze maatregelen profiteert en voor WNN6 een hoge score door lage uitvoeringsrisico's.

[82] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

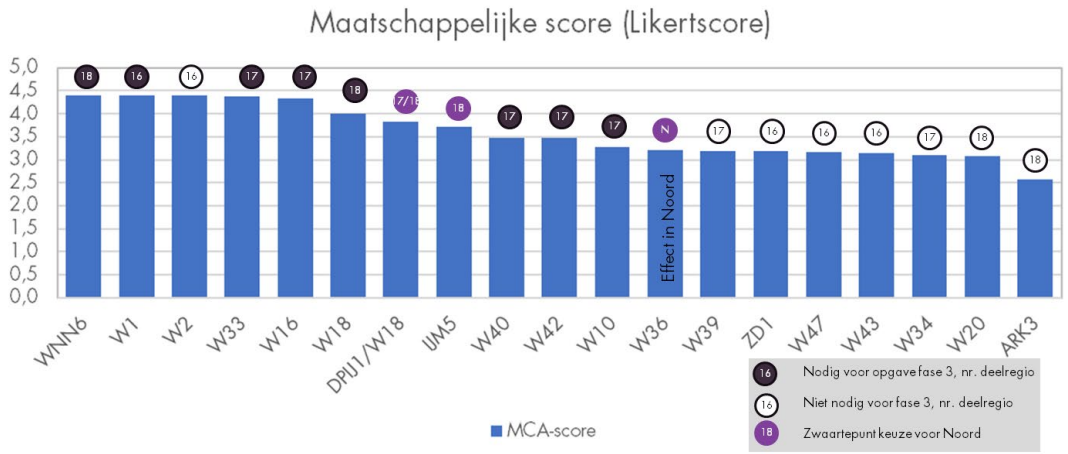
Tabel 35: overzicht maatschappelijke scores van maatregelen zoetwaterregio West (hoe hoger, hoe beter)

nr.	ID	Naam	Zoetwatergebruikers	Overige opgaven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-	Uitvoerings-risico's	Meekoppelkansen	Totaal
1	W1	Aanvoercapaciteit Bernisse verbeteren (optie A: Extra inlaatkokers)	5	5	4	3	4	3	2	4,41
2	W2	Aanvoercapaciteit Bernisse verbeteren (optie B: aanvoerleiding en gemaal)	5	5	4	3	4	3	2	4,41
3	W10	Verruiming verbinding Ringvaart naar Rottesysteem	3	4	2	3	3	4	3	3,28
4	W16	Zoutintrusie Parksluizen beperken	5	3	2	4	4	4	4	4,34
5	W18	Aanvoergemaal Steenen Beer en automatiseren Keetpoortsluis	4	4	1	2	5	4	5	4,01
6	W20	Wateraanvulling en aanvoer 't Gooi; WAAG	3	2	3	5	4	4	3	3,07
7	W33	Hergebruik RWZI effluent Vergulde Hand	5	4	2	2	4	3	5	4,38
8	W34	Hergebruik RWZI effluent Nieuwe Waterweg	3	2	5	4	4	4	3	3,09
9	W36	Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpolder	3	3	2	2	4	4	4	3,21
10	W39	Ondergrondse berging hemelwater en opschaling COASTAR Cases 4 (OWB Maassluis en Barendrecht)	2	5	5	5	4	4	5	3,19
11	W40	Ondergrondse berging hemelwater en opschaling COASTAR Case 3 (Glastuinbouw)	3	4	5	4	4	4	4	3,48
12	W42	Maatregelen berging water op bedrijfsniveau voor landbouw (glastuinbouw)	3	4	5	4	4	4	4	3,48
13	W43	Zoetwaterfabriek havenindustrie	4	2	2	2	2	2	3	3,15
14	W47	Vergroten inlaatcapaciteit Hevel IJsselmonde	3	5	2	1	4	2	3	3,17
15	HWS ARK3	Robuuste wateraanvoer naar het Noordpand van het ARK	2	2	3	1	1	5	5	2,58
16	HWS WNN6	Aanpassingen schuif Schellingwoude	5	4	1	1	5	5	1	4,41

nr.	ID	Naam	Zoetwaterge-bruikers	Overige opga-ven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-	Uitvoerings-ri-sico's	Meekoppelkan-sen	Totaal
17	HWS ZD1	Aanleg zoutriool Krammer-put	3	4	1	1	5	4	1	3,18
18	HWS IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	4	4	1	1	5	4	1	3,72
19	HWS DPIJ1/ W18	Vergroten zoetwatervoor-raad IJsselmeer 2030/2040	4	3,5	2,5	3	4,5	3,5	4	3,82

Samenstelling sociaal-maatschappelijk pakket

Om het sociaal-maatschappelijk pakket samen te stellen zijn alle maatregelen aflopend gesorteerd, zie Figuur 65. WNN6 heeft een hoge score maar geen doelbereik in T20 *Stoom 2050* (zie eerdere uitleg in paragraaf 7.4.1.

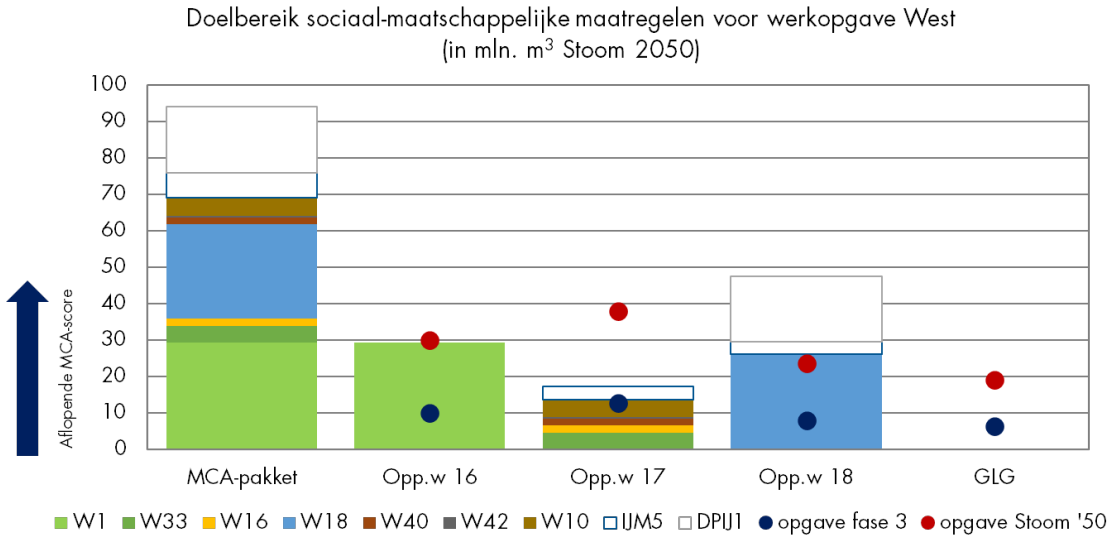


Figuur 55: vergelijking maatschappelijke scores (hoe hoger, hoe beter)

Vervolgens is het pakket samengesteld net als bij het kosteneffectief pakket, zie Figuur 56. Het resulterende pakket komt voor een groot deel overeen met het kosteneffectief pakket. De volgorde waarin de maatregelen worden geselecteerd verschilt wel en maatregel WNN6 en W42 zijn toegevoegd aan het pakket. Dit komt omdat WNN6 een hoge maatschappelijke score heeft en de score van W42 hoger ligt dan van W10. Doordat W10 toch nodig is om de werkopgave in te vullen is het totale doelbereik van dit pakket 0,3 miljoen m^3 groter.

De HWS-maatregelen voor Noord (DPIJ1, IJM5) hebben een lagere score volgens dit perspectief dan bij het perspectief van kosteneffectiviteit, en komen om die reden na maatregel W18 (Steenen Beer). Ze zijn niet meer nodig om de werkopgave in deelregio 18 in te vullen. Maatregel IJM5 kan wel een bijdrage leveren aan deelregio 17 en komt dan qua MCA-score nog voor W40.

Bij de hogere weging van flexibiliteit, zoals toegelicht in paragraaf 5.2, komen W34 en W39 in het pakket terecht in plaats van W10 door de hogere scores op flexibiliteit.



Figuur 56: samenstelling pakket op basis van maatschappelijke score en doelbereik

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op sociaal-maatschappelijke score. Dan resulteert het pakket met de hoogste sociaal-maatschappelijke score voor het beschikbare budget.[83]

7.4.3 *Kosten-batenanalyse*

Individuele maatregelanalyse

Of de maatregelen een positief of negatief welvaartseffect hebben, is bepaald door de hydrologische effecten te monetariseren en deze te vergelijken met de jaarlijkse kosten van de maatregel.

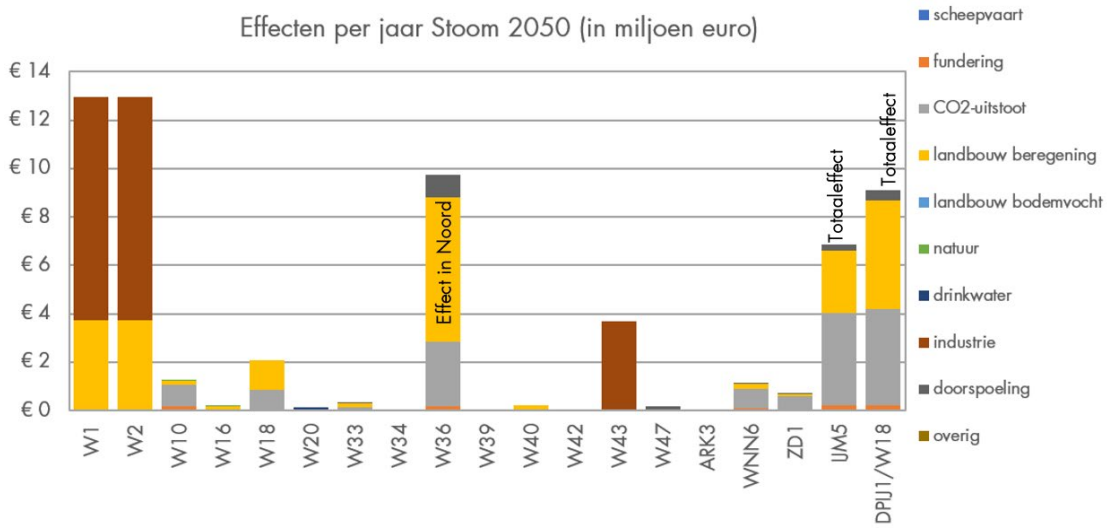
Voor het monetariseren zijn kentallen gebruikt die een m^3 tekortvermindering of een cm GLG-verhoging monetariseren in een besparing of vermindering van het droogterisico, waar nodig aangevuld met maatwerk. De geprognosticeerde hydrologische opbrengsten zijn daarvoor eerst toegewezen aan een of meer zoetwatergebruikers. Dit is nodig om de juiste kentallen te kunnen toepassen. De resulterende baten voor *Stoom 2050* zijn te zien in Figuur 57. Deze analyse moet als indicatief beschouwd worden. Bij de verdeling van het tekort over verschillende functies is soms de verdeling zoals aangegeven door de zoetwaterregio overgenomen. In andere gevallen is de tekortvermindering naar rato van de tekorten in de zoetwaterregio gedaan of is een teaminschatting gemaakt. De toedeling is dus onzeker.

In de zoetwaterregio West zijn de economische effecten het grootst voor de industrie, beregening landbouw, en daarna bodemdaling/CO2-uitstoot en doorspoeling. Effecten die het bodemvochtgehalte voor landbouw en natuur verbeteren, en baten voor drinkwater en fundering zijn klein in vergelijking hiermee. Dit komt o.a. door de kleine peilbeheertekorten en de aanname dat de kleine beheertekorten niet leiden tot dusdanig lage grondwaterstanden dat verhoging met 1 cm winst oplevert voor landbouw of natuur. De effecten voor de drinkwatervoorziening zijn klein door het

[83] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

beperkte aantal maatregelen dat hierop gericht is en het beperkte doelbereik ervan. Er zijn geen effecten voor scheepvaart gemonetariseerd (ARK, WNN6, etc.). Naar verwachting zijn de effecten klein en beïnvloeden ze de uitkomsten niet.

De effecten op vermindering van verzilting en natschade (via bodemvocht landbouw en natuur) zijn niet gemonetariseerd doordat kentallen hier geen rekening mee houden. Effecten op de waterkwaliteit zijn nauwelijks meegenomen doordat ze niet gemonetariseerd kunnen worden.



Figuur 57: berekende baten van hydrologische effecten in Stoom 2050

Voor de *Referentie* liggen de baten over het algemeen lager dan in *Stoom 2050*. Bij een gelijke weging van het *Referentie*scenario en *Stoom 2050* is de verhouding tussen baten en kosten (baten-kostenverhouding B/K) in 2034 groter dan 1 voor een beperkt aantal maatregelen (zie zevende kolom in Tabel 36).

Maatregel W16 Zoutintrusie Parksluizen heeft naast gemonetariseerde effecten ook positieve kwalitatieve effecten die nog niet in euro's uitgedrukt zijn: hydrologische randvoorwaarden natuur, scheepvaart, vermindering veenoxidatie, drinkwater, industrie, en recreatie. Deze maatregel wordt daarom ook als kansrijk aangemerkt.

Maatregel schuif Schellingwoude (WNN6) heeft nog geen baten-kosten verhouding groter dan 1 na afloop van fase 3 en ook niet na fase 4 maar wel veel kwalitatieve effecten die nog niet in euro's uitgedrukt zijn: hydrologische randvoorwaarden natuur, overige natuur, scheepvaart, energiesector, drinkwater, industrie, visserij en recreatie. Deze maatregel wordt daarom ook als kansrijk aangemerkt. Omdat het saldo richting *Stoom 2050* sterk toeneemt, is dit een twijfelgeval. In een volgende fase is het tekort in gemonetariseerde effecten dat door kwalitatieve effecten moet worden gecompenseerd kleiner. Uitstel van de maatregel kan dan economisch aantrekkelijker zijn.

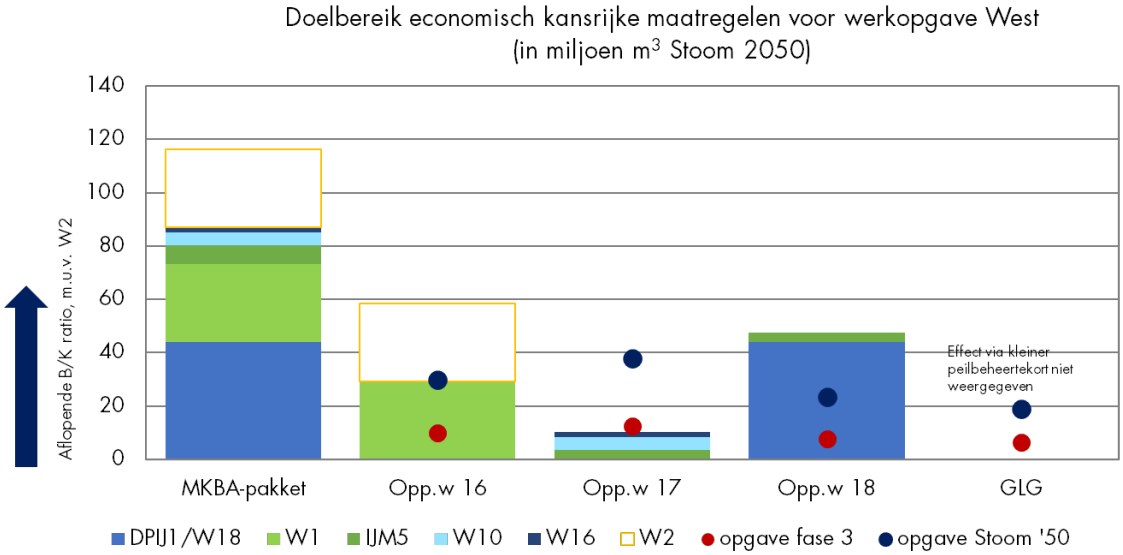
Tabel 36: overzicht van kosten en baten van maatregelen zoetwaterregio West

nr.	ID	Naam	Kosten	B/K Referentie	B/K Stoom 2050	B/K Effect 2034	Kwalitatief	Oordeel
1	W1	Aanvoercapaciteit Bernisse verbeteren (optie A: Extra inlaatkokers)	€ 0,83	8,23	15,5	10,1	8+	pos
2	W2	Aanvoercapaciteit Bernisse verbeteren (optie B: aanvoerleiding en gemaal)	€ 5,82	1,18	2,22	1,45	8+	pos
3	W10	Verruiming verbinding Ringvaart naar Rottesysteem	€ 0,19	1,64	6,72	2,95	+	pos
4	W16	Zoutintrusie Parksluizen beperken	€ 0,23	0,77	0,77	0,77	6+	pos (kwal)
5	W18	Aanvoergemaal Steenen Beer en automatiseren Keetpoortsluis	€ 0,97	0,06	2,13	0,60	++++	neg
6	W20	Wateraanvulling en aanvoer 't Gooi; WAAG	€ 33,0	0,00	0,00	0,00	++++	neg
7	W33	Hergebruik RWZI effluent Vergulde Hand	€ 1,31	0,08	0,23	0,12	4,5+	neg
8	W34	Hergebruik RWZI effluent Nieuwe Waterweg	€ 1,14	0,04	0,04	0,04	++	neg
9	W36	Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpolder	€ 10,4	0,11	0,94	0,32	++	neg
10	W39	Ondergrondse berging hemelwater en opschaling COASTAR Cases 4 (OWB Maassluis en Barendrecht)	€ 0,41	0,02	0,02	0,02	++++	neg
11	W40	Ondergrondse berging hemelwater en opschaling COASTAR Case 3 (Glastuinbouw)	€ 5,03	0,02	0,04	0,03	++++	neg
12	W42	Maatregelen berging water op bedrijfsniveau voor landbouw (glastuinbouw)	€ 1,94	0,03	0,03	0,03	+++	neg
13	W43	Zoetwaterfabriek havenindustrie	€ 28,1	0,07	0,13	0,09	++++	neg
14	W47	Vergroten inlaatcapaciteit Hevel IJsselmonde	€ 0,40	0,34	0,46	0,37	+++	neg
15	HWS ARK3	Robuuste wateraanvoer naar het Noordpand van het ARK	€ 2,20	-	-	-	+	neg
16	HWS WNN6	Aanpassingen schuif Schellingwoude	€ 0,47	0,11	2,37	0,69	8+	twijfel

nr.	ID	Naam	Kosten	B/K Referentie	B/K Stoom 2050	B/K Effect 2034	Kwalitatief	Oordeel
17	HWS ZD1	Aanleg zoutriool Krammer-put	€ 0,56	-	1,30	0,33	+++	neg
18	HWS IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	€ 0,43	1,64	15,9	5,30	6+	pos
19	HWS-DPIJ1/W18	Vergroten zoetwatervoor-raad IJsselmeer 2030/2040	€ 0,97	0,77	9,39	2,99	++++	pos

Samenstelling economisch kansrijk pakket

De samenstelling van het economisch kansrijk pakket vraagt geen aanvullende analyse. Alle maatregelen die hiervoor als positief beoordeeld zijn, komen in dit pakket tenzij ze hetzelfde probleem oplossen, zie Figuur 58. Maatregel W1 en W2 lossen beide hetzelfde knelpunt op. W2 heeft een positief saldo maar omdat W1 een beter saldo heeft is W2 niet meer zinvol en ontbreekt derhalve in het economisch kansrijk pakket. De zoetwatervoorraad DPIJ1/W18 en IJM5 hebben een positief saldo als wordt gekeken naar de landelijke tekortvermindering.



Figuur 58: samenstelling pakket op basis van positief kosten-batensaldo

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op baten-kostenverhouding. Dan resulteert het pakket met de hoogste maatschappelijke baten voor het beschikbare budget. [84]

[84] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

7.4.4 *Vergelijking pakketten*

De vergelijking van de drie pakketten laat drie verschillende uitkomsten zien, zie Tabel 37. Er is bij selectie van de pakketten deels rekening gehouden met verdeling van tekorten over deelregio's, maar niet met het type tekort, verdeling over gebieden binnen een deelregio en over zoetwatergebruiksfuncties. Om de werkopgave voor alle locaties en alle typen tekorten in te vullen, kan het nodig zijn aanvullende maatregelen te selecteren. Een voorbeeld hiervan kwam tijdens de regioronde naar voren: maatregel IJM5 voorziet in aanvoer in het noorden van deelregio 17, maar de vraag is of deze maatregel ook het knelpunt in het zuiden van die deelregio kan oplossen; het knelpunt waarvoor juist de COASTAR-maatregelen zijn opgevoerd.

Het economisch kansrijk pakket bevat iets minder maatregelen dan het kosteneffectief en sociaal-maatschappelijk pakket. Maatregel W33, W39, W40, W42 ontbreken terwijl maatregel W1, W10 en W16 onderdeel van het economisch kansrijk pakket zijn.

Tabel 37: vergelijking samenstelling maatregelenpakketten zoetwaterregio West (no-regret dikgedrukt)

	Kosteneffectief pakket (KEA)	Sociaal maatschappelijk pakket (MCA)	Economisch kansrijk pakket (MKBA)
Oppervlaktewatermaatregelen	**W1 Aanvoercapaciteit Bernisse A** **W10: Verruiming ringvaart Rotte** **W16: zoutintrusie Parksluizen** W18: gemaal Steenen Beer W33: RWZI Vergulde Hand* W39: COASTAR case 4* W40: COASTAR case 3* (DPIJ1/W18: zoetwatervoorraad IJsselmeer) (IJM5: zoutindringing Kornwerderzand)	**W1 Aanvoercapaciteit Bernisse A** WNN6: Schellingwoude, maar geen effect **W10: Verruiming ringvaart Rotte*** **W16: zoutintrusie Parksluizen*** W18: gemaal Steenen Beer W33: RWZI Vergulde Hand W40: COASTAR case 3* W42: Berging op bedrijfsniveau* (DPIJ1/W18: zoetwatervoorraad IJsselmeer) (IJM5: zoutindringing Kornwerderzand)	**W1: Aanvoercap. Bernisse A** (W2: Aanvoercap. Bernisse B)** **W10: Verruiming ringvaart Rotte** **W16: zoutintrusie Parksluizen** (DPIJ1/W18: zoetwatervoorraad IJsselmeer) (IJM5: zoutindringing Kornwerderzand)
Doelbereik (werkopgave) in mln. m3)	69	69	36 (excl. DPIJ1/W18 en IJM5)
Investering (mln. euro, exclusief risico-opslagen)	€ 94,2	€ 110,4	€ 24,3
Jaarlijkse kosten (mln. euro/jaar)	€ 9,0	€ 11,0	€ 1,3
Jaarlijkse baten 2034 mln. euro/jaar)	€ 10,1	€ 10,5	€ 9,2

* bij uitvoering van IJM5 zou een deel van maatregelen in deelregio 17 kunnen vervallen volgens de gehanteerde methodiek. Deze maatregelen liggen echter in zuidelijke deel van deelregio 17, terwijl effect IJM5 vooral in noordelijke deel optreedt. W10 vervalt bij een andere weging in de MCA ten gunste van W34 en W39. ** W2 heeft losstaand een positief saldo, maar W1 heeft een gunstiger saldo. Omdat ze hetzelfde tekort oplossen is W2 niet meer economisch kansrijk na uitvoering van W1.

De maatregelen W1, W10 en W16 komen in alle pakketten voor. Ze kunnen beschouwd worden als no-regret-maatregelen: maatregelen die in alle perspectieven zinvol zijn. W10 vervalt door de gekozen methodiek en het gekozen abstractieniveau bij een andere weging in de MCA ten gunste van W34 en W39. Alle drie de oppervlaktewatermaatregelen zijn werkzaam in deelregio 17 en zijn daardoor in de gehanteerde methodiek in deze deelregio uitwisselbaar.

Maatregel W18, W39, W40 en W42 zijn wel onderdeel van de eerste twee pakketten, maar hebben (nog) geen positief kosten-batensaldo en zijn daarom niet als no-regret beschouwd.

Maatregel W2 heeft wel een positief kosten-batensaldo maar lost hetzelfde probleem op als W1 en is minder rendabel dan W1 waardoor W2 afvalt.

Maatregelpakketten hangen af van keuze HWS/Noord. Op basis van kosteneffectiviteit zouden maatregelen DPIJ1 en IJM5 ook voor West als eerste in het pakket terecht komen. Op basis van sociaal-maatschappelijke score zijn regionale maatregelen aantrekkelijker. Het doelbereik komt vooral in Noord terecht. Als de HWS-maatregel IJM5 worden gekozen, dan is de bijvangst voor West, dat een deel van de regionale maatregelen volgens methodiek niet meer nodig is (aangegeven met* in Tabel 37). Ze hebben echter effect in een ander deel van deelregio 17. Maatregel W18 in deelregio 18 blijft noodzakelijk ook als DPIJ1 wordt geselecteerd, omdat de maatregel hiervoor randvoorwaardelijk is.

De doorlooptijd van de meeste maatregelen past binnen fase 3. In 2034 is het effect nog niet gerealiseerd voor alle maatregelen: W2 en W20 en de HWS-maatregelen DPIJ1, IJM5 en ARK vragen meer doorlooptijd.

Het berekende effect op de landbouw van alle maatregelen uit het economisch kansrijk pakket is 22,8 miljoen euro in *Stoom 2050*. Dit is meer dan het berekende landbouwrisico op basis van de basisprognoses 2018 (253% van 9 miljoen euro per jaar). De baten van de maatregelen kunnen dus overschat zijn, ook omdat natschade niet is meegenomen, maar tegelijkertijd ook onderschat omdat het effect van verzilting niet wordt afgedekt door de gebruikte kentallen voor het landbouwdroogterisico. Bovendien kunnen de tekorten en daarmee het droogterisico fors hoger uitvallen bij de nieuwe klimaatscenario's en mogelijke peilopzet in de veengebieden.

Van de berekende CO_2-uitstoot (480 miljoen euro per jaar in *Stoom 2050*), wordt 13,7 miljoen euro per jaar bespaard als alle economisch kansrijke maatregelen worden uitgevoerd. Bij selectie van een van de andere pakketten ligt het aantal maatregelen hoger en is de reductie van het droogterisico dus ook groter.

Verschillende maatregelen in West lijken minder goed houdbaar dan maatregelen in andere zoetwaterregio's. Dit komt omdat ze de wateraanvoer naar de zoetwaterregio vergroten. Bij toename van de landelijke inlaatbeperkingen en/of bij een tekort aan zoet water in de rivieren verliezen deze maatregelen aan effectiviteit. Er zijn dan mogelijk meer en ander type maatregelen nodig om de werkopgave in te vullen.

Door kleine of ontbrekende peilbeheertekorten in West is het effect van maatregelen op het bodemvochtgehalte (landbouw, natuur), vermindering CO_2-uitstoot en het verminderen van het funderingsrisico klein ten opzichte van economisch risico. Met het bestaande peilbeheer en landgebruik kan een groot deel van het economisch risico van CO_2-uitstoot en het funderingsrisico niet worden voorkomen.

Vergelijking van het nulalternatief en de effecten van maatregelen laat zien dat maatregelen vooral effect hebben op landbouwrisico (beregening) en industrie. Verbetering van de waterkwaliteit door het tegengaan van verzilting is beperkt gemonetariseerd (alleen via doorspoeling op beregening als gebieden samenvallen). Dit is voor de zoetwaterregio wel een significant knelpunt.

HOOFDSTUK 8 RIVIERENGEBIED

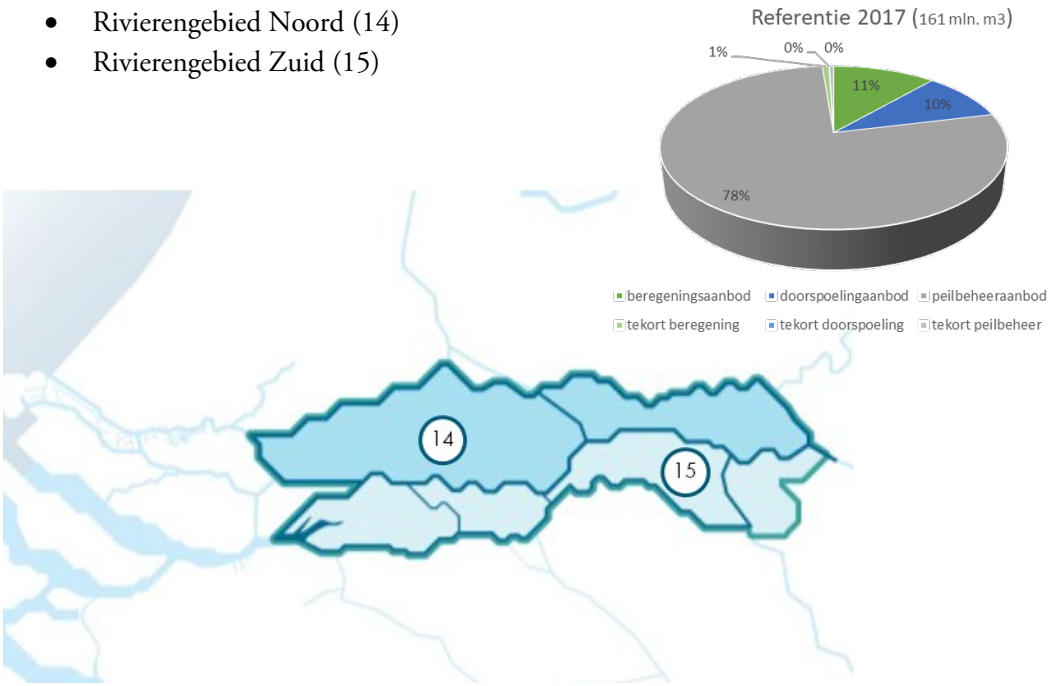
Dit hoofdstuk gaat in op de zoetwaterregio Rivierengebied. Achtereenvolgens worden de volgende onderwerpen toegelicht:

1. De ontwikkelingen van het nulalternatief in de verschillende Deltascenario's,
2. De werkopgave,
3. De beoordeelde maatregelen gericht op het beperken en voorkomen van watertekorten,
4. De individuele beoordeling van de maatregelen op kosteneffectiviteit, welvaartseffect en maatschappelijke waarde,
5. De samengestelde beleidspakketten.

8.1 NULALTERNATIEF

De zoetwaterregio Rivierengebied is gelegen tussen het Pannerdensch Kanaal, de Nederrijn-Lek en de Maas, en wordt doorsneden door de Waal. De zoetwaterregio is onderverdeeld in twee deelregio's (zie Figuur 59):

- Rivierengebied Noord (14)
- Rivierengebied Zuid (15)



Figuur 59: Zoetwaterregio Rivierengebied in deelregio's en de oppervlaktewatervraag verdeeld over levering en tekort (BP2018 - levering plus tekort is gelijk aan vraag)

Het noordelijke deel van het gebied strekt zich uit tussen de Waal en de Nederrijn-Lek. Voor wateraanvoer is dit deelgebied voornamelijk afhankelijk van:

- De Nederrijn-Lek
- Het Amsterdam-Rijnkanaal

- Het Pannerdensch Kanaal (via de Linge voor interne waterverdeling)
- De Lek en op termijn de Beneden-Merwede (specifiek voor de Alblasserwaard)

Het zuidelijke deel van het gebied ligt tussen de Waal en de Maas en is voor wateraanvoer primair afhankelijk van de Maas.

8.1.1 *Uitdagingen en regionale watervraag*[85]

Het rivierengebied is grotendeels afhankelijk van rivierwateraanvoer uit het Hoofdwatersysteem. Dit is een waardevolle en efficiënte bron van zoetwater:

- *Watervraag*: Bij lage rivierwaterstanden neemt de wegzijging[86] toe, wat resulteert in een verhoogde watervraag in de zoetwaterregio. Maatregelen in het HWS die de rivierwaterstand verhogen (of verlagen), beïnvloeden daardoor de omvang van het watertekort in de regio.
- *Aanvoermogelijkheden*: Lage rivierwaterstanden kunnen de wateraanvoer bij bepaalde inlaatpunten beperken of zelfs onmogelijk maken vanwege inlaatdrempels en beperkingen in opvoerhoogte.

Daarnaast speelt de waterkwaliteit van de Maas een beperkende rol in de aanvoermogelijkheden naar het zuidelijke deel van de zoetwaterregio.

De regio richt zich op twee sporen: (1) het vergroten van de zelfvoorzienendheid (zuinig watergebruik, meer water vasthouden en aanpassing van ruimtegebruik aan de waterbeschikbaarheid) zodat de regio beter bestand is tegen perioden waarin geen of minder rivierwater kan worden ingelaten en (2) het vergroten van het efficiënt en doelmatig gebruik van neerslag en aanvoerwater uit het hoofdwatersysteem. Voor dat laatste streeft de regio ernaar om – in tijden van voldoende rivierafvoer – het beschikbare water uit het HWS maximaal te benutten om voorafgaand aan een periode van tekorten een zo groot mogelijke waterbuffer aan te kunnen leggen. De maatregelen van de regio zijn op deze twee sporen gericht.

Peilbeheer

Peilhandhaving vormt een belangrijke watervraag, met name in het veen(weide)gebied van de Alblasserwaard en Vijfheerenlanden. Deze gebieden vereisen stabiele waterpeilen om bodemdaling en andere negatieve effecten te voorkomen.

Doorspoeling

Doorspoeling vormt de grootste watervrager in de zoetwaterregio. Deze functie is essentieel voor het handhaven van waterkwaliteit en het tegengaan van verzilting en vervuiling.

Landbouw en beregening

De zoetwaterregio kenmerkt zich door een groot areaal kapitaalintensieve landbouw, met name:

- Fruit- en boomteelt
- Akkerbouw

[85] Samenvatting van regio-input van Zoetwaterregio Rivierengebied in HydroLogic, Aanvullende inzichten DPZW regio's werkopgave zoetwater - DEFINITIEF 22-04-2025
[86] Bij lage rivierwaterstanden zakt het grondwater in omliggende gebieden mee.

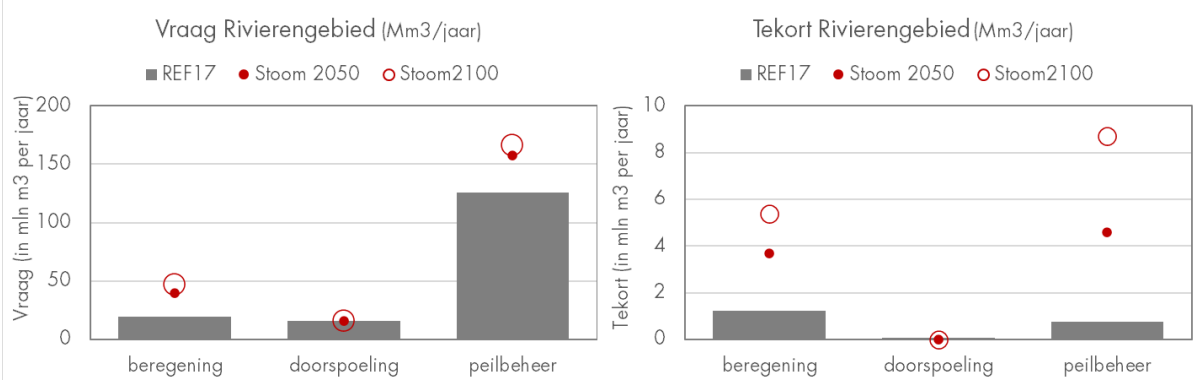
Deze sectoren genereren een aanzienlijke beregeningsvraag, waarbij zowel oppervlaktewater als grondwater wordt gebruikt als bron.

Overige economische sectoren

Industrie: In het gebied rond Arnhem en Nijmegen is veel oppervlaktewater gebruikende industrie gevestigd, die direct water uit het HWS onttrekt, wat bijdraagt aan de regionale watervraag.

Drinkwater: Langs de Lek maken verschillende drinkwaterbedrijven gebruik van oppervlaktewater voor drinkwaterproductie: Waternet, PWN, Oasen. In toenemende mate wordt er naar het Rivierengebied gekeken als potentiële locatie voor grondwaterwinning ten behoeve van drinkwatervoorziening binnen en buiten de regio.

Scheepvaart: Het Rivierengebied heeft een strategische positie in de Nederlandse economie: het merendeel van het Nederlands vrachtvervoer over water passeert deze zoetwaterregio. Voldoende vaardiepte heeft een grote economische betekenis.



Vraag	Beregening	Doorspoe-ling	Peilbeheer	Tekort	Beregening	Doorspoe-ling	Peilbeheer
Referentie	20	16	126	Referentie	1,2	0,1	0,8
Stoom 2050	40	16	158	Stoom 2050	3,7	0,0	4,6
Stoom 2100	47	16	166	Stoom 2100	5,4	0,0	8,7

Figuur 60: oppervlaktewatervraag en -tekorten Rivierengebied per scenario (miljoen m³, BP2018 excl. correctie zoetwaterregio, schaal verschilt tussen linker en rechter afbeelding)

8.1.2 *Knelpunten en ontwikkeling*

In de huidige situatie of *Referentie* zijn er volgens de basisprognoses 2018 beperkte oppervlaktewatertekorten voor beregening en peilbeheer. De tekorten treden voornamelijk op in deelregio Rivierengebied Noord voor peilbeheer. De oorzaak is deels verzilting van de inlaat voor de Alblasserwaard en deels te lage waterbeschikbaarheid uit de Nederrijn/Lek. In de deelregio Rivierengebied Zuid zijn de tekorten klein, met name voor beregening.

In het scenario *Stoom* is er een grote toename van de watervraag door toename van verdamping én toename van het beregend areaal, zie Figuur 60. De knelpunten worden relatief veel groter, maar zijn klein ten opzichte van de totale watervraag. Het jaarlijks beregeningstekort bedraagt

zo'n 4 miljoen m^3 in *Stoom 2050*. De doorspoelvraag in de gebruikte modellen wordt alleen bepaald door de vraag naar koelwater voor energiebedrijven. Die neemt in de toekomst naar verwachting af. De doorspoelvraag kent daarom nauwelijks tekorten volgens de basisprognoses 2018.

De grondwaterstanden nemen zonder extra maatregelen af ten opzichte van de *Referentie*. In *Stoom 2050* gaat het om 6 cm en in 2100 om 10-11 cm.

De oppervlaktewater- en grondwatertekorten hebben gevolgen voor het droogterisico in dit gebied. Zonder het tegengaan hiervan veroorzaakt dit funderingsschade, verdroging van natuur en landbouwschade en op veen en moerige gronden extra CO_2-uitstoot.

Het jaarlijks droogterisico voor de landbouw in de *Referentie* is 6 miljoen euro (volgens de basisprognoses 2018, dus zonder effecten van zonnebrand of inlaatbeperkingen door blauwalg of lage rivierwaterstanden), zie Tabel 38. In *Stoom 2050* is het droogterisico in totaal 9 miljoen euro en neemt toe tot 14 miljoen euro in *Stoom 2100*. Voor de berekening zie Hoofdstuk 4.

De extra funderingsrisico's door klimaatverandering bedragen 32 miljoen euro in *Stoom 2050* ten opzichte van *Referentie* (eenmalige investering). De gemonetariseerde CO_2-uitstoot neemt toe van 39 miljoen euro in de *Referentie* naar 120 miljoen euro in *Stoom 2050* en 365 miljoen euro in *Stoom 2100*. Het merendeel daarvan komt uit deelregio Noord. In deelregio Zuid is slechts 247 hectare veen- en moerige gronden die kunnen oxideren, en in deelregio Noord 17.089 hectare.

Tabel 38: economisch risico (BP2018) in miljoen euro (zie voor methode en resultaat per deelregio hoofdstuk 4)

In mln. euro	Referentie	Stoom 2050	Stoom 2100
Landbouwrisico	€ 6 per jaar	€ 9 per jaar	€ 14 per jaar
Scheepvaartrisico	€ 81 per jaar	€ 139 per jaar	€ 319 per jaar
CO_2-uitstoot (volgens WLO-scenario Hoog Snel[87])	€ 39 per jaar (in 2017)	€ 120 per jaar	€ 365 per jaar
Funderingsrisico 2050	€ 732 eenmalig (incl. veroudering tot 2050)	€ 764 eenmalig	Niet bepaald

De toename van het droogterisico door klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen (contante waarde *Stoom – Referentie*) is het grootst voor de scheepvaart maar betreft de schade voor de IJssel en Rijntakken in heel Nederland, Tabel 39. De CO_2-uitstoot is een goede tweede. Het effect hiervan is meer dan 100 maal zo hoog als de toename van het funderingsrisico en 12 maal zo hoog als de toename van het risico voor de landbouw. N.B. deze cijfers zijn berekend voor het landelijke watertekort, dus zonder de knelpunten die de zoetwaterregio heeft aangedragen.

[87] Per Welvaart- en Leefomgevingsscenario (WLO) van PBL gelden er andere CO_2-prijzen. In dit geval is gekozen voor het WLO-scenario Hoog Snel.

Tabel 39: contante waarde economisch risico (BP2018) in miljoen euro, basisjaar 2018 en discontovoet 2,25%

Contante waarde 2028	Referentie	Stoom	Verschil in risico
Landbouwrisico	€ 227	€ 393	€ 166
Scheepvaartrisico	€ 2.151	€ 7.312	€ 5.161
CO_2-uitstoot	€ 4.686	€ 6.736	€ 2.050
Funderingsrisico	€ 449	€ 468	€ 20
Totaal contante waarde	**€ 7.513**	**€ 14.909**	**€ 7.397**

Voor de industrie en drinkwaterproductie zijn geen nieuwe resultaten beschikbaar. Vanuit fase 2 weten we dat voor de industrie het risico in *Stoom 2050* is begroot op 0,6 miljoen euro. Dit loopt op in 2100 naar ruim 1 miljoen euro. Het droogterisico voor de drinkwatersector is destijds begroot op zo'n 7 miljoen euro per jaar.

Duiding verschil de basisprognoses 2018/2024 (gebaseerd op uit HydroLogic 2025)[88]

De waterknelpunten zijn groter geworden sinds de basisprognoses van 2018, door verschillende ontwikkelingen:

Veranderende rivierafvoeren: De Rijn en Maas krijgen lagere zomerafvoeren. Voor *Stoom 2050* blijft het beeld vergelijkbaar met de eerdere KNMI-scenario's, maar voor 2100 neemt het afvoertekort op de Rijn verder toe. Deze lagere waterstanden beperken de inlaatmogelijkheden naar de regionale watersystemen, een aspect dat in 2018 niet was meegenomen waardoor de tekorten worden onderschat.

Kwaliteitsproblemen Maas: Door hogere watertemperaturen ontstaat vaker blauwalg op de Maas. Dit zorgt voor innamestops naar een deel van Rivierengebied Zuid, met tekorten tot 14,5 m^3/s (T20 *Stoom 2050*) wanneer alle Maas-inlaten sluiten. Deze problemen zijn niet gemodelleerd in het Nationaal Watermodel (NWM).

Meer beregening nodig: De piekvraag voor beregening stijgt door twee factoren:

- Appelteelt heeft extra water nodig tegen zonnebrand (9,8 m^3/s), vooral bij temperaturen boven 28°C – deze vraag is geen onderdeel van modellering NWM,
- Het aantal hete dagen neemt toe door klimaatverandering.

Peilhandhaving veengebieden: In de Alblasserwaard vraagt peilbeheer meer water. Bij peilopzet en waterinfiltratiesystemen kan de watervraag met ongeveer 7 m^3/s toenemen in een T20 jaar *Stoom 2050*.

Groter neerslagtekort: Het neerslagtekort neemt toe in de nieuwe KNMI'23-scenario's. Ze geven een 14 procent hoger tekort voor 2050 en tot 39 procent voor 2100 ten opzichte van de KNMI'14. Dit verhoogt vooral de watervraag voor peilhandhaving en beregening.

Daarnaast zijn verschillende knelpunten geen onderdeel van de basisprognoses 2018: het optreden van blauwalg en extra vraag ter voorkoming van zonnebrand, maar ook wegzijging door lage

[88] HydroLogic 2025, Aanvullende inzichten uit DPZW regio's op werkopgave zoetwater

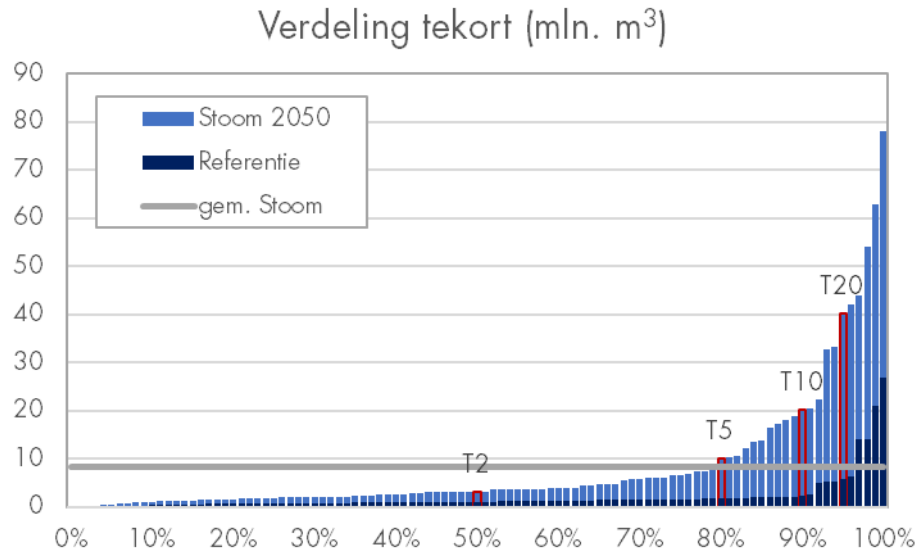
rivierwaterstanden en knelpunten in de interne waterverdeling die tot tekorten leiden. Het droogterisico volgens BP2018 geeft daardoor een forse onderschatting. Bij de berekening van de werkopgave in de volgende paragraaf worden hiervoor correcties gedaan.

8.2 WERKOPGAVE RIVIERENGEBIED

Voor de werkopgave is in principe uitgegaan van de basisprognoses 2018. Aangezien de nieuwe klimaatscenario's naar verwachting tot een verhoging van de knelpunten zullen leiden en een aantal knelpunten niet is meegenomen in basisprognoses, is de werkopgave die volgt uit de prognoses een onderschatting van de tekorten. Deze tekorten worden daarom gecorrigeerd.

Oppervlaktewater

De werkopgave is gelijk aan het zoetwatertekort in een T20 jaar in *Stoom 2050*. Deze werkopgave is bepaald door de 100-jarige reeks voor *Stoom 2050* eerst te sorteren op de hoogte van het tekort. Vervolgens wordt het tekort afgelezen dat hoger is dan het tekort van 95 procent van de jaren en lager dan 5 procent van de overige jaren, zie Figuur 61.



Figuur 61: oppervlaktewatervraag en -tekorten Rivierengebied per scenario (BP2018 – dus zonder correcties zoetwaterregio, gemiddelde waarde > T2)

Voor het Rivierengebied komt de werkopgave voor 2050 van 40 miljoen m³ volgens de basisprognoses 2018 ongeveer overeen met het tekort in 1934[89] aangepast voor de klimaat en sociaaleconomische omstandigheden in *Stoom 2050*. Dit is een onderschatting. Op basis van informatie van de zoetwaterregio is het tekort zoals bepaald in de basisprognoses 2018 verhoogd met aanvullende tekorten voor blauwalg, verzilting, lage waterstanden en de interne waterverdeling. De onderbouwing hiervan is te vinden in de notitie *Opgave Rivierengebied voor SEA*.[90] Daarmee komt

[89] 2034 in de 100-jarige klimaatreeks gecorrigeerd voor klimaat en sociaaleconomische omstandigheden in 2050 is het jaar dat als benadering voor een T20 droogtesituatie voor het Rivierengebied is gebruikt.
[90] Memo I. Folmer Haskoning, opgave Rivierengebied voor SEA, 5 maart 2026.

de totale werkopgave voor *Stoom 2050* op 271 miljoen m³. Voor fase 3 betekent dit een werkopgave voor oppervlaktewater van 90 miljoen m³ (1/3 deel van het tekort in *Stoom 2050*), zie Tabel 40.

Tabel 40: tekorten bij herhalingstijd T20 en het gemiddelde tekort (inclusief correcties zoetwaterregio)

	Deelregio's	Gem. tekort in mln. m³			T20 tekort in mln. m³			Werkopgave fase 3
		REF	Stoom 2050	Stoom 2100	REF	Stoom 2050	Stoom 2100	
14	Rivierengebied Noord BP2018	0,9	5,6	11,1	3,7	35,6	34,2	
	Verzilting	21	46	n.t.b.	80	114	n.t.b.	62
	Lage rivierwaterstanden	-	5,0	n.t.b.	-	13,5	n.t.b.	
	Interne waterverdeling	20,7	22,0	n.t.b.	20,7	22,7	n.t.b.	
15	Rivierengebied Zuid BP2018	1,2	2,7	3,0	2,6	4,6	4,5	
	Blauwalg	20	57	n.t.b.	33	75	n.t.b.	28
	Interne waterverdeling	2,6	3,8	n.t.b.	2,5	4,5	n.t.b.	
	Totaal Rivierengebied	66	142	14+p.m.	143	271	39+p.m.	90

* Dit betreft verzilting, lage rivierwaterstanden (wegzijging), interne waterverdeling.
** Dit betreft blauwalg en interne waterverdeling

Grondwater

De werkopgave voor grondwater is het tegengaan van verdere verlaging van de grondwaterstand in *Stoom* ten opzichte van de *Referentie*. De verwachte uitzakking bedraagt in het Rivierengebied gemiddeld zo'n 6 tot 11 cm, zie Tabel 41. Op basis van een vochtgehalte van 15 procent moet hiervoor in *Stoom 2050* 15 miljoen m³ en in *Stoom 2100* 27 miljoen m³ meer grondwater vastgehouden worden. Voor fase 3 betekent dit een werkopgave van 5 miljoen m³ (1/3 deel van het tekort in *Stoom 2050*).

Tabel 41: werkopgave grondwater in Stoom 2050 en Stoom 2100

	GLG t.o.v. Referentie (cm)		Relevant opp.	Volume mln. m³		Werkopgave fase 3
Deelregio's	Stoom 2050	Stoom 2100	ha	Stoom 2050	Stoom 2100	
Rivierengebied Noord	-6	-11	102.655	9	17	3
Rivierengebied Zuid	-6	-10	69.076	6	10	2
Totaal	-6	-11	171.732	15	27	5

8.3 MAATREGELEN RIVIERENGEBIED

Deze paragraaf gaat in op de relevante maatregelen voor het Rivierengebied. Voor een uitgebreidere beschrijving van de maatregelen wordt verwezen naar de Factsheets.[91]

De maatregelen die beoordeeld konden worden, zijn vermeld in Tabel 42. Maatregelen die niet beoordeeld zijn, staan vermeld in de bijlagen en betreffen onderzoek, maatregelen door derden of langetermijnmaatregelen waarvoor geen informatie verzameld is.

Tabel 42: ingediende maatregelen Rivierengebied die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	Locatie/deelregio	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
1	R1	Inlaten optimaliseren kwaliteit - Inlaat Peerenboom	15	Oppervlaktewater	Beregening landbouw: 26% Peilbeheer: 74%
2	R1b	Inlaten optimaliseren kwaliteit Inlaat Wijk en Aalburg	15	Oppervlaktewater	Beregening landbouw: 26% Peilbeheer: 74%
3	R2	Inlaten optimaliseren water kwantiteit inlaat Bontemorgen	14	Oppervlaktewater	Beregening landbouw: 19% Peilbeheer: 71% Doorspoeling: 10%
4	R2b	Inlaten optimaliseren kwantiteit inlaat Van Dam van Brakel	15	Oppervlaktewater	Beregening landbouw: 26% Peilbeheer: 74%
5	R4	Aanleg klimaatbuffers – op zandgronden	15	Grondwater	Landbouw: 50% Natuur: 50%
6	R4b	Aanleg klimaatbuffers - in polders	14/15 polders	Oppervlaktewater	Landbouw: 100%
7	R6	Stuwen automatiseren en/of aanpassen	14/15	Oppervlaktewater	Beregening landbouw: 20% Peilbeheer: 80%
8	R7	Verbeteren aanvoerroute Tielerwaard - aanvoergebied Wadenoijen	14	Oppervlaktewater	Beregening landbouw: 19% Peilbeheer: 71% Doorspoeling: 10%
9	R8	Boezemgemaal Hardinxveld	14	Oppervlaktewater	Beregening landbouw: 22% Peilbeheer: 78%
10	R9	Klimaatrobuust watersysteem Alblasserwaard	14	Oppervlaktewater	Beregening landbouw: 22% Peilbeheer: 78%
11	R11	Verminderen watervraag en vergroten waterbeschikbaarheid	14/15	Oppervlaktewater en grondwater	Beregening landbouw: 85% Grondwater landbouw: 15%

[91] De zoetwaterregio's hebben voor alle maatregelen Factsheets aangeleverd volgens een vast format. Vanwege de omvang van het hele pakket zijn deze niet als bijlage opgenomen.

nr.	ID	Naam	Locatie/deel-regio	Gericht op oppervlakte-water of grondwater	Zoetwatergebruiker
12	R14	Fase 4: Nieuwe inlaat Waal Beneden Linge (Nieuwe inlaat Tieler-waard)	14	Oppervlaktewater	Beregening land-bouw: 19% Peilbeheer: 71% Doorspoeling: 10%
13	R48	Klimaatrobuust Hoofdwa-terwatersysteem	14/15	Oppervlaktewater	Beregening land-bouw: 19% Peilbeheer: 71% Doorspoeling: 10%
14	R50	Fase 4: Land van Maas en Waal, Nieuwe inlaat Waal	15	Oppervlaktewater	Beregening land-bouw: 26% Peilbeheer: 74%

Voor de zoetwaterregio Rivierengebied zijn in totaal (augustus 2025) 44 maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er 14 beoordeeld. Maatregel R8 en R9 zijn in analyse gecombineerd tot maatregel R8/9 omdat het niet logisch is ze afzonderlijk uit te voeren. Maatregelen R14 en R50 zijn mogelijke maatregelen voor fase 4.

De locatie van de maatregelen is gevisualiseerd in Figuur 62.



Figuur 62: Indicatie effectgebied maatregelen o.b.v. beschrijving

R1: Inlaten optimaliseren kwaliteit - Inlaat Peerenboom

Maatregel R1 verhoogt de kwaliteit en kwantiteit van het in te laten oppervlaktewater voor de landbouw en natuur door middel van een bellenscherm bij de inlaat Peerenboom. De maatregel leidt tot verbeterde inlaatmogelijkheden van rivierwater gedurende perioden waarop blauwalgen in het Maaswater voorkomen. Dit is vooral in de zomerperiode het geval. Bij een landelijk afgekondigde inlaatbeperking is de maatregel minder effectief. Deze inlaatbeperkingen kunnen bij klimaatverandering toenemen. De maximale capaciteit van de inlaat is 1,89 m^3/s.

R1b: Inlaten optimaliseren kwaliteit Inlaat Wijk en Aalburg

Ook maatregel R1b verhoogt de kwaliteit en kwantiteit van het in te laten oppervlaktewater voor de landbouw en natuur gedurende perioden waarop blauwalgen in het Maaswater voorkomen. Dit is vooral in de zomerperiode het geval. Bij een landelijk afgekondigde inlaatbeperking is de maatregel minder effectief. Deze inlaatbeperkingen kunnen bij klimaatverandering toenemen. De maximale capaciteit van de inlaat is 0,83 m^3/s.

R2: Inlaten optimaliseren waterkwantiteit inlaat Bontemorgen

Maatregel R2 zorgt voor verbeterde inlaatmogelijkheden van rivierwater voor de landbouw en natuur in perioden waarop de rivierwaterstanden wat lager zijn en de watervraag hoog is. Dit is vooral in de zomerperiode het geval. Bij een landelijk afgekondigde inlaatbeperking is de maatregel minder effectief. De maatregel bestaat uit het vervangen van de inlaat onder vrij verval door een gemaal.

De maximale capaciteit van de huidige inlaat is 2,5 m^3/s (HydroLogic, 2019). Het nieuwe gemaal zal een grotere capaciteit krijgen dan de huidige inlaat, aangezien de toekomstige watervraag hoger ligt en om voorraadvorming te kunnen doen voorafgaand aan en na een periode van landelijk watertekort. Bovendien wordt de inlaatbuis verder of dieper in de rivier gelegd om ook bij lagere rivierstanden toch water in te kunnen laten.

R2b: Inlaten optimaliseren kwantiteit inlaat Van Dam van Brakel

Maatregel R2b zorgt voor voldoende zoetwateraanvoer en het op peil houden van het regionale watersysteem in de Bommelerwaard bij dalende rivierwaterstanden ten behoeve van de landbouw en natuur. Inlaat Van Dam van Brakel is zowel een inlaat als een uitlaatconstructie. Bij lage rivierwaterstanden verliest de uitlaat water, oftewel het peilgebied loopt leeg. Dit komt omdat de uitlaatpomp ontworpen is op tegendruk en geen aparte afsluiter heeft. De maatregel bestaat uit het plaatsen van een afsluiter, zodat de inlaat beter bestand is tegen lagere rivierpeilen. Het voorkomen van waterverlies kent geen beperkingen aan de houdbaarheid. Uit berekeningen blijkt dat er bij lage rivierwaterstanden ca. 0,23 m^3/s wegloopt. Dit wordt bij hoog water weer ingelaten door de inlaat en loopt bij laag water weer uit het peilgebied weg.

R4: Aanleg klimaatbuffers – op zandgronden

Maatregel R4 vermindert het watertekort en vult het grondwater aan door neerslag vast te houden en te infiltreren in het grondwater ten behoeve van de landbouw en natuur. De buffers worden het hele jaar ingezet om meer water te infiltreren op de zandgronden (stuwwal) rondom Nijmegen. De maatregel is onbeperkt houdbaar. Realisatie is afhankelijk van de mogelijkheden van grondverwerving. Op de stuwwal wordt verwacht dat ca. 2 ha aan klimaatbuffers gerealiseerd kan worden.

R4b: Aanleg klimaatbuffers - in polders

Maatregel R4b houdt water vast via buffers in het zomerhalfjaar, omdat er vooral in de zomer waterbehoefte is. De maatregel is onbeperkt houdbaar. De buffers worden gezocht in de polders van waterschap Rivierenland m.u.v. het veenweidegebied. Realisatie is afhankelijk van de mogelijkheden van grondverwerving. Er wordt gezocht naar locaties om 7 ha aan klimaatbuffers te realiseren.

R6: Stuwen automatiseren en/of aanpassen

Maatregel R6 vermindert het watertekort door oppervlaktewater beter vast te houden en te sturen bij wateroverschot en watertekort ten behoeve van de landbouw en natuur. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is in de hele zoetwaterregio Rivierengebied mogelijk. Er worden 22 stuwen geautomatiseerd om water beter te verdelen en daardoor lokale watertekorten te verminderen. De inzet van de maatregel wordt niet beperkt door klimaatverandering.

R7: Verbeteren aanvoerroute Tielerwaard - aanvoergebied Wadenoijen

Maatregel R7 heeft als doel het verminderen van het oppervlaktewatertekort voor peilbeheer en beregening en het verbeteren van de waterkwaliteit voor natuur door een tweede aanvoerroute te maken in het bestaande watersysteem. Dit betekent aanpassingen aan het profiel van de watergang en verruiming van kunstwerken, zodat er 0,60 m^3/s aangevoerd kan worden via deze route. De route via de Tielerwaard, aanvoergebied Wadenoijen, gaat minimaal het hele zomerhalfjaar functioneren. In het geval van een landelijk watertekort kunnen er inlaatbeperkingen van rivierwater gelden en is de maatregel minder effectief.

R8: Boezemgemaal Hardinxveld

Maatregel R8 leidt tot verbeterde inlaatmogelijkheden van rivierwater gedurende perioden met lage rivierafvoer waarbij er verzilting optreedt. In de toekomst komt door zeespiegelstijging steeds vaker verzilting voor. De inlaat zal het hele jaar functioneren. Bij een landelijk afgekondigde inlaatbeperking is de maatregel minder effectief. De huidige inlaat voor de Alblasserwaard is bij Kinderdijk vanuit de Lek. Er komt een nieuwe tweede inlaat bij Hardinxveld vanuit de Beneden Merwede. De nieuwe vrij verval inlaten bij het nieuwe gemaal worden gedimensioneerd op 7,3 m^3/s. In de toekomst neemt de watervraag van het veenweidegebied toe om bodemdaling tegen te gaan. De nieuwe inlaat houdt al rekening met de toename van de watervraag. Door de nieuwe inlaatlocatie wordt een bovenregionaal effect verwacht: de waterbeschikbaarheid op de Lek neemt toe.

R9: Klimaatrobuust watersysteem Alblasserwaard

Maatregel R9 leidt tot verbeterde inlaatmogelijkheden van rivierwater gedurende perioden met lage rivierafvoer waarbij er verzilting optreedt. In de toekomst komt door zeespiegelstijging steeds vaker verzilting voor. De inlaat zal het hele jaar functioneren. Bij een landelijk afgekondigde inlaatbeperking is de maatregel minder effectief. Het gaat om watersysteemaanpassingen in de Alblasserwaard achter het nieuw te bouwen gemaal Hardinxveld. De nieuwe vrij verval inlaten bij het nieuwe gemaal worden gedimensioneerd op 7,3 m^3/s. Achterliggend wordt een nieuw boezemtracé aangelegd om het water te kunnen aanvoeren naar de polder (1,5 km lang). Voor de verdeling van het water komt er een flexibel afsluit-middel en een opening in de Middelkade.

De maatregelen R8 en R9 zijn met elkaar verbonden. Als ze niet tegelijk worden uitgevoerd, dan is het maximale effect niet realiseerbaar. In de analyses zijn ze daarom gecombineerd.

R11: Verminderen watervraag en vergroten waterbeschikbaarheid

Maatregel R11 vermindert het watertekort door het verminderen van de watervraag en het vergroten van de waterbeschikbaarheid van oppervlaktewater en grondwater voor de landbouw en natuur. De maatregel is mogelijk in het hele gebied van de zoetwaterregio Rivierengebied en het hele jaar en is onbeperkt houdbaar. Het gaat om verschillende maatregelen met verschillende effecten.

R14: Nieuwe inlaat Waal Beneden Linge (Nieuwe inlaat Tielerwaard)

Maatregel R14 gaat om het verminderen van het aanvoertekort van oppervlaktewater voor de landbouw en natuur door een nieuwe inlaat in de Tielerwaard oost of bij het inundatiekanaal. Deze inlaat kan het hele jaar gebruikt worden. Bij een landelijke inlaatbeperking is de maatregel minder effectief. De nieuwe inlaat op de Waal heeft een beoogde capaciteit van 2-4 m^3/s. De maatregel is bedoeld voor fase 4 en zal geen onderdeel zijn van beleidspakketten voor fase 3.

R48: Klimaatrobuust Hoofdwatersysteem

Maatregel R48 gaat over het vasthouden van oppervlaktewater ten behoeve van de landbouw en natuur. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en kent geen beperkingen aan de houdbaarheid. De maatregel bestaat uit het verbreden van 3 regionale hoofdwatergangen: de Grote Wetering in het Land van Maas en Waal, de Boven Linge in de Betuwe en de Gantel in Alm & Biesbosch. Er wordt in totaal 10 km watergang ca. 20 m verbreed.

R50: Land van Maas en Waal, Nieuwe inlaat Waal

Het Land van Maas en Waal heeft 5 inlaten aan de oost- en zuidzijde: 3 in het Maaswaalkanaal en 2 aan de Maas. Deze inlaten hebben allen problemen met blauwalgen. Daarom zou een oplossing kunnen zijn om één of meerdere inlaten aan de Waal toe te voegen. De maatregel is bedoeld voor fase 4 en zal geen onderdeel zijn van beleidspakketten voor fase 3.

8.4 BEOORDELING MAATREGELEN

Hoe kansrijk de maatregelen zijn, is bepaald via drie perspectieven: een kosteneffectiviteitsanalyse (KEA), een multicriteria-analyse (MCA) en een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). Per analyse is een beleidspakket samengesteld dat past bij dit perspectief.

8.4.1 *Kosteneffectiviteitsanalyse*

Individuele maatregelanalyse

De kosteneffectiviteitsanalyse vergelijkt de jaarlijkse kosten voor de maatregel met de hydrologische effectiviteit in het Deltascenario *Stoom 2050* omdat de werkopgave voor deze situatie is gedefinieerd (T20 voor oppervlaktewater en mix maatregelen, T2 voor grondwatermaatregelen), zie Tabel 43.

Tabel 43: overzicht kosteneffectiviteit T20 jaar Stoom 2050 van maatregelen zoetwaterregio Rivierengebied

nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie Stoom 2050 (T20 OW en mix, T2 GW, in mln. m^3)	Ratio (€/m^3)
1	R1	Inlaten optimaliseren kwaliteit - Inlaat Peerenboom	€ 0,03	12,08	€ 0,00
2	R1b	Inlaten optimaliseren kwaliteit Inlaat Wijk en Aalburg	€ 0,05	3,16	€ 0,01
3	R2	Inlaten optimaliseren water kwantiteit inlaat Bontemorgen	€ 0,38	11,56	€ 0,03
4	R2b	Inlaten optimaliseren kwantiteit inlaat Van Dam van Brakel	€ 0,01	0,28	€ 0,05

nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie Stoom 2050 (T20 OW en mix, T2 GW, in mln. m³)	Ratio (€/m³)
5	R4	Aanleg klimaatbuffers – op zandgronden	€ 0,06	0,07	€ 0,97
6	R4b	Aanleg klimaatbuffers - in polders	€ 0,22	0,11	€ 2,08
7	R6	Stuwen automatiseren en/of aanpassen	€ 0,27	1,06	€ 0,26
8	R7	Verbeteren aanvoerroute Tielerwaard - aanvoergebied Wadenoijen	€ 0,13	4,78	€ 0,03
9/10	R8/9	Boezemgemaal Hardinxveld + Klimaatrobuust watersysteem Alblasserwaard	€ 1,24	113,53	€ 0,01
11	R11	Verminderen watervraag en vergroten waterbeschikbaarheid	€ 0,06	0,66	€ 0,09
12	R14	Fase 4: Nieuwe inlaat Waal Beneden Linge (Nieuwe inlaat Tielerwaard)	€ 1,24	18,60	€ 0,07
13	R48	Klimaatrobuust Hoofdwaterwatersysteem	€ 0,25	0,05	€ 5,51
14	R50	Fase 4: Land van Maas en Waal, Nieuwe inlaat Waal	€ 1,20	38,47	€ 0,03

* Maatregel R8 en R9 moeten gezamenlijk worden uitgevoerd om het doelbereik te realiseren. De maatregelen zijn daarom gecombineerd.

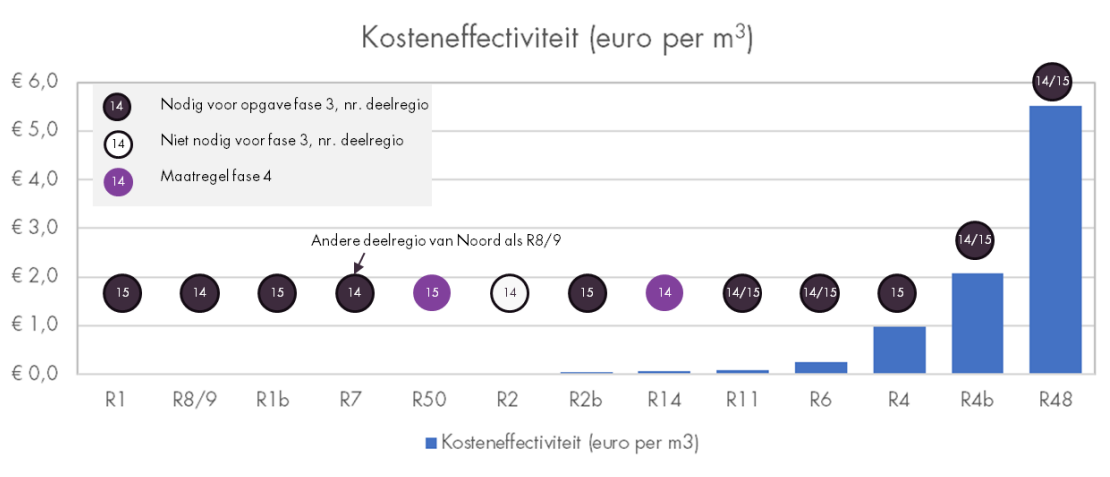
Samenstelling kosteneffectief pakket

Om het kosteneffectief pakket samen te stellen zijn alle maatregelen gesorteerd van kosteneffectief naar minder kosteneffectief (uitgedrukt in euro per m^3 oplossend vermogen), zie Figuur 63. De maatregelen met de hoogste kosteneffectiviteit voor het invullen van de werkopgaven en die minder dan een halve euro per m^3 kosten zijn de maatregelen van links tot maatregel R6 in Figuur 63. Verschillen in kosteneffectiviteit binnen deze groep maatregelen zijn erg klein.[92]

Maatregelen die bijdragen aan de zelfvoorzienendheid (R4, R4b, R11 en R48) zijn minder kosteneffectief dan maatregelen aan de inlaten (R8/9, R6, R7, R2, R2b, R1, R1b). Dit zijn echter verschillende zoetwateropgaven. De maatregelen versterken elkaar – inlaten benutten om de zelfvoorzienendheid te vergroten - en verbeteren het handelingsperspectief bij een landelijk watertekort.

Maatregelen R14 en R50 zijn wel geanalyseerd maar niet bedoeld voor een pakket voor fase 3. Ze zijn bedoeld voor fase 4.

[92] Witteveen+Bos heeft twijfels bij de hoogte van de investering van R8 en R9. Voor de pakketten maakt deze inschatting geen verschil omdat ook bij hogere investeringskosten van Witteveen+Bos de maatregel R8/9 geselecteerd wordt.



Figuur 63: sortering op basis van kosteneffectiviteit Stoom 2050

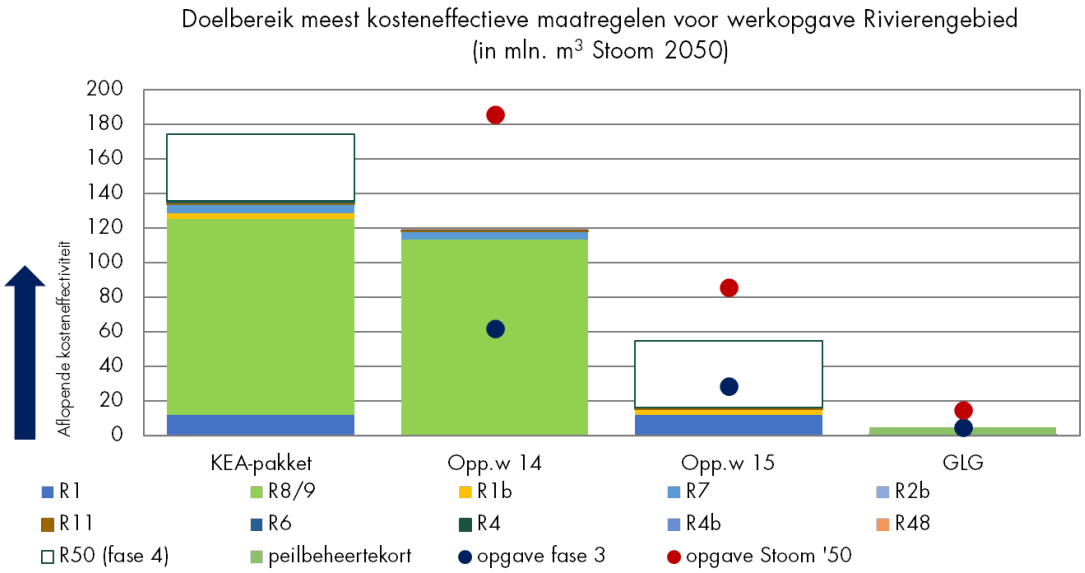
Vervolgens is het pakket voor zowel de werkopgave oppervlaktewater als grondwater gevuld door van links naar rechts in Figuur 63 maatregelen te selecteren totdat de werkopgave voor fase 3 ingevuld is. Dit vormt het kosteneffectief pakket gebaseerd op de landelijke werkopgave. Omdat in deze zoetwaterregio de knelpunten per deelregio sterk verschillen, is aanvullend ingezoomd op knelpunten en werkopgaven voor oppervlaktewater per deelregio.

Figuur 63 en Figuur 64 laten zien hoe de verschillende werkopgaven kunnen worden ingevuld. Maatregel R8/9 is voldoende voor de werkopgave oppervlaktewater in het westelijk deel van de deelregio Noord. Omdat R7 in het oostelijk deel van Rivierengebied Noord impact heeft, is deze maatregel aanvullend geselecteerd voor de werkopgave oppervlaktewater deelregio Noord. Als we verder geen onderscheid maken in type zoetwateropgave en ruimtelijke ligging, oftewel de deelregio als 'een bakje' beschouwen zonder deelgebieden binnen Rivierengebied Noord, valt maatregel R2 af voor het KEA-pakket.

Voor deelregio Zuid zijn alle fase 3 maatregelen nodig, die (deels) effect hebben op het oppervlaktewatertekort. Zelfs dan kan de werkopgave niet worden ingevuld. Dat kan wel als de fase 4 maatregel R50 zou worden geselecteerd. Dan zijn enkele andere maatregelen die minder kosteneffectief zijn niet meer nodig (R2b, R11, R6, R4b, R48).

De werkopgave grondwater is niet verdeeld over beide deelregio's en lastig in te vullen via maatregelen gericht op het verhogen van de grondwaterstand (enkel R4). Het doelbereik van deze maatregel is klein en onvoldoende voor de werkopgave. Wel zou door het voorkomen van peilbeheertekorten via de werkopgave oppervlaktewater de gemiddelde grondwaterstand in de peilbeheerde gebieden in beide deelregio's ook hoger kunnen uitkomen. Indicatief is dit effect getoond in Figuur 64 als het effect van het peilbeheertekort in de laatste kolom.

Voor fase 3 ligt de grootste uitdaging in deelregio Zuid waarvoor onvoldoende maatregelen beschikbaar zijn om de werkopgave in te vullen. In fase 4 kan de resterende werkopgave voor fase 3 worden ingevuld met maatregel R50. In fase 4 is er een aanvullende werkopgave ten opzichte van fase 3. Indien deze gelijk is, is R50 net onvoldoende om de resterende werkopgave van fase 3 plus fase 4 in te vullen. Voor fase 4 zijn dan aanvullende maatregelen nodig.



Figuur 64: samenstelling pakket op basis van kosteneffectiviteit en doelbereik

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op kosteneffectiviteit. Dan resulteert het pakket met het meeste doelbereik voor het beschikbare budget. [93]

8.4.2 *Multicriteria-analyse*

De multicriteria-analyse vergelijkt de maatschappelijke scores van de maatregelen. Deze maatschappelijke score zijn een combinatie van gewogen scores voor de kwalitatieve criteria uit de vergelijkingssystematiek. Voor de weging wordt verwezen naar bijlage *Delphi-analyse en weegfactoren*. De scores op de subcriteria gebruiken een Likertschaal. Ook de toelichting van de Likertschaal is te vinden in de bijlagen.

De maatregel met de hoogste maatschappelijke score is de combinatie van R8 en R9, zie Tabel 44. Dit komt vooral door het grote aantal zoetwatergebruiksfuncties en andere opgaven (niet gerelateerd aan zoetwater) dat van deze maatregelen profiteert: stabiliteit van veenkaden, hydrologische randvoorwaarden natuur, landbouw, drinkwatervoorziening, voorkomen bodemdaling/veenoxidatie, bebouwd gebied en andere opgaven (waterveiligheid, ruimtelijke adaptatie en natuur).

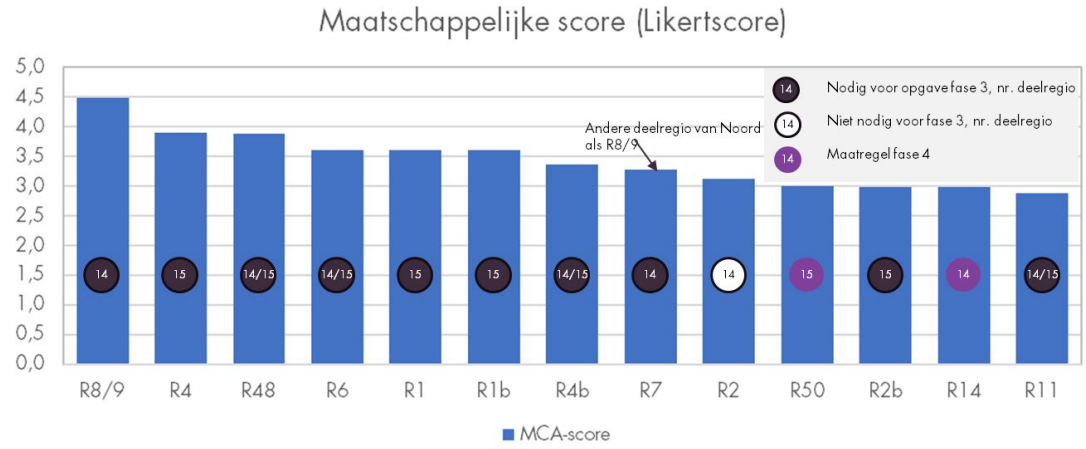
[93] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

Tabel 44: overzicht maatschappelijke scores van maatregelen zoetwaterregio Rivierengebied (hoe hoger, hoe beter)

nr.	ID	Naam	Zoetwatergebruikers	Overige opgaven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-mogelijkheden	Uitvoerings-risico's	Meekoppelkansen	Totaal
1	R1	Inlaten optimaliseren kwaliteit - Inlaat Peerenboom	4	4	1	2	2	4	1	3,60
2	R1b	Inlaten optimaliseren kwaliteit Inlaat Wijk en Aalburg	4	4	1	2	2	4	1	3,60
3	R2	Inlaten optimaliseren water kwantiteit inlaat Bontemorgen	3	4	1	1	1	4	3	3,12
4	R2b	Inlaten optimaliseren kwantiteit inlaat Van Dam van Brakel	3	4	1	1	1	4	1	2,99
5	R4	Aanleg klimaatbuffers – op zandgronden	4	4	5	3	2	4	4	3,91
6	R4b	Aanleg klimaatbuffers - in polders	3	4	5	3	2	4	4	3,36
7	R6	Stuwen automatiseren en/of aanpassen	3	4	5	3	4	5	4	3,60
8	R7	Verbeteren aanvoerroute Tielerwaard - aanvoergebied Wadenoijen	3	4	3	3	4	3	4	3,27
9/10	R8/9	Boezemgemaal Hardinxveld + Klimaatrobuust watersysteem Alblasserwaard	5	5	2 (1-3)	3	2,5 (1-4)	3	5	4,49
11	R11	Verminderen watervraag en vergroten waterbeschikbaarheid	2	4	5	4	4	4	3	2,87
12	R14	Fase 4: Nieuwe inlaat Waal Beneden Linge (Nieuwe inlaat Tielerwaard)	3	4	2	3	4	2	2	2,98
13	R48	Klimaatrobuust Hoofdwaterwatersysteem	4	4	3	3	4	3	5	3,88
14	R50	Fase 4: Land van Maas en Waal, Nieuwe inlaat Waal	3	4	3	3	4	2	2	3,00

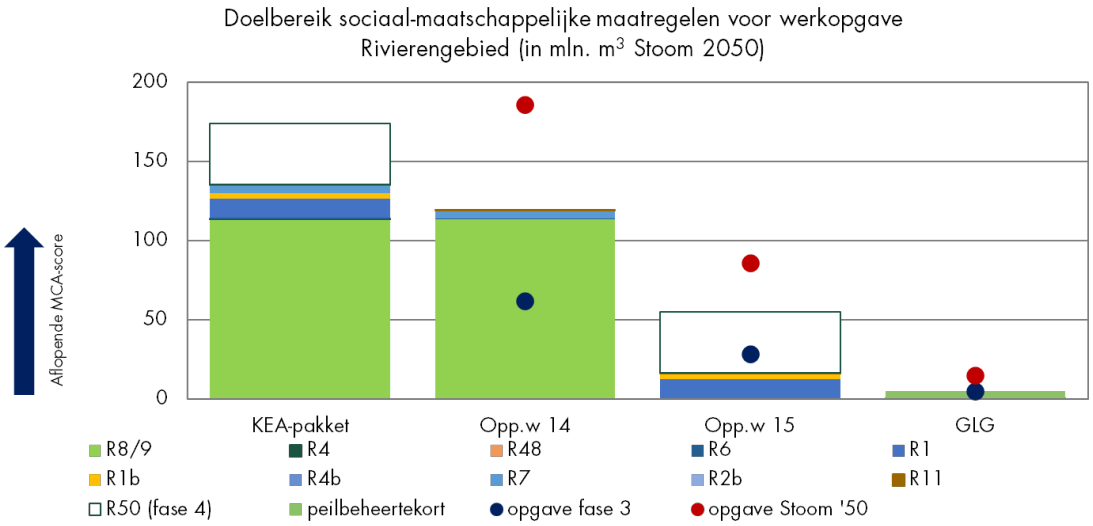
Samenstelling sociaal-maatschappelijk pakket

Om het sociaal-maatschappelijk pakket samen te stellen zijn alle maatregelen aflopend gesorteerd, zie Figuur 65.



Figuur 65: vergelijking maatschappelijke scores (hoe hoger, hoe beter)

Vervolgens is het pakket samengesteld net als bij het kosteneffectief pakket, zie Figuur 66. Het resulterende pakket komt 100 procent overeen met het kosteneffectief pakket. De volgorde waarin de maatregelen worden geselecteerd verschilt wel. Dit komt omdat bijna alle maatregelen nodig zijn om de werkopgaven in te vullen. Alleen maatregel R2 is niet geselecteerd, niet in het kosteneffectief en niet in het sociaal-maatschappelijk pakket. Ook bij de hogere weging van flexibiliteit, zoals toegelicht in paragraaf 5.2, blijft de maatregelselectie gelijk.



Figuur 66: samenstelling pakket op basis van maatschappelijke score en doelbereik

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op sociaal-maatschappelijke score. Dan resulteert het pakket met de hoogste sociaal-maatschappelijke score voor het beschikbare budget.[94]

[94] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

8.4.3 *Kosten-batenanalyse*

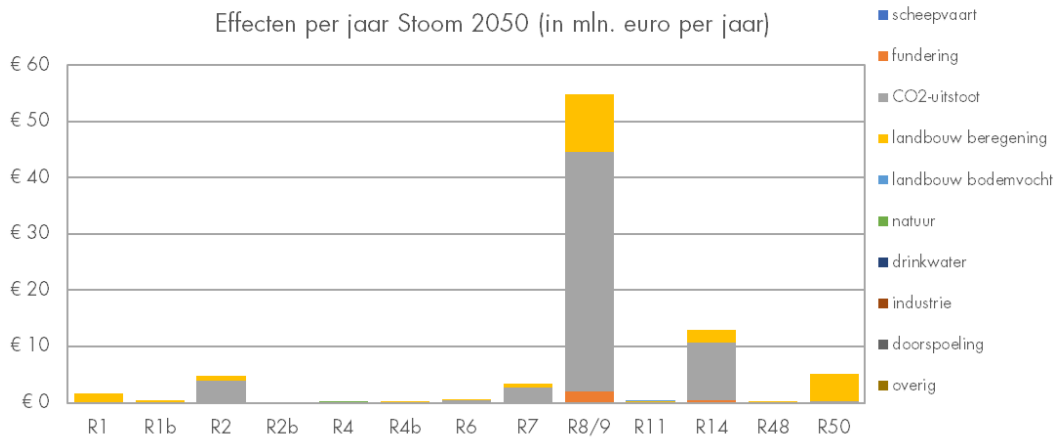
Individuele maatregelanalyse

Of de maatregelen een positief of negatief welvaartseffect hebben is bepaald door de hydrologische effecten te monetariseren en deze te vergelijken met de jaarlijkse kosten van de maatregel.

Voor het monetariseren zijn kentallen gebruikt die een m^3 tekortvermindering of een cm GLG-verhoging monetariseren in een besparing of vermindering van het droogterisico, waar nodig aangevuld met maatwerk. De geprognosticeerde hydrologische opbrengsten zijn daarvoor eerst toegewezen aan een of meer zoetwatergebruikers. Dit is nodig om de juiste kentallen te kunnen toepassen. Bij de verdeling van het tekort over verschillende functies is soms de verdeling zoals aangegeven door de zoetwaterregio overgenomen. In andere gevallen is de tekortvermindering naar rato van de tekorten in de zoetwaterregio gedaan. Bij vermindering van het peilbeheertekort is verondersteld dat dit bijdraagt aan vermindering van het funderingsrisico en het risico van CO_2-uitstoot. De resulterende baten voor *Stoom 2050* zijn te zien in Figuur 67.

De effecten zijn het grootst voor vermindering van het beregeningstekort voor de landbouw, minder veenoxidatie/CO_2-uitstoot, en in mindere mate vermindering van het funderingsrisico. De effecten van het verbeteren van het bodemvochtgehalte voor landbouw (en natuur) zijn relatief klein doordat is verondersteld dat in de peilbeheerde gebieden het grondwater de wortelzone al bereikt. De effecten op vermindering van verzilting en natschade (via bodemvocht landbouw en natuur) zijn niet gemonetariseerd doordat de gebruikte kentallen hier geen rekening mee houden.

Er zijn geen maatregelen met effecten voor scheepvaart en industrie. Voor drinkwater zijn alleen kwalitatieve en geen gekwantificeerd hydrologisch effecten bekend. Effecten van vermindering van het doorspoeltekort zijn nihil. Dit komt door het ontbreken van kentallen hiervoor (kentallen zijn alleen voor verzilte gebieden volgens de basisprognoses 2018 beschikbaar).



Figuur 67: berekende baten van hydrologische effecten in Stoom 2050

Voor de *Referentie* liggen de baten over het algemeen lager dan in *Stoom 2050*. Bij een gelijke weging van het *Referentie*scenario en *Stoom 2050* is de verhouding tussen baten en kosten (baten-kostenverhouding B/K) in 2034 groter dan 1 voor de meeste maatregelen (zie zevende kolom in Tabel 45).

Alleen maatregel R4 en R48 hebben geen positief saldo in 2034. Maatregel R4b heeft in 2034 een saldo net onder de 1 (B/K = 0,95), maar vanwege de positieve kwalitatieve effecten (effecten natuur, drinkwater, ruimtelijke adaptatie) is deze maatregel wel als positief beoordeeld, zie Tabel 45. R48 heeft beperkte hydrologische effecten en daardoor ook beperkte economische effecten.

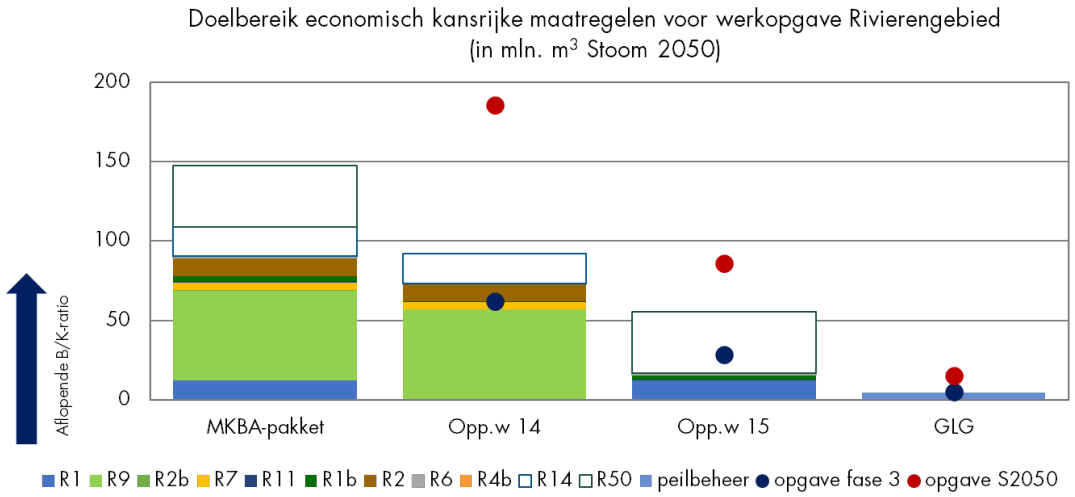
Maatregel R2b heeft in *Stoom 2050*-condities veel minder effect dan onder *Referentie*-condities, maar nog wel een positief saldo. Als je deze maatregel uitvoert heeft snelle uitvoering dus de voorkeur.

Tabel 45: overzicht van kosten en baten van maatregelen zoetwaterregio Rivierengebied

nr.	ID	Naam	Kosten	B/K Referentie	B/K Stoom 2050	B/K gewogen 2034	Kwalitatief	Oordeel
1	R1	Inlaten optimaliseren kwaliteit - Inlaat Peerenboom	€ 0,03	23,7	59,5	32,9	5+	pos
2	R1b	Inlaten optimaliseren kwaliteit Inlaat Wijk en Aalburg	€ 0,05	3,83	9,63	5,33	++++	pos
3	R2	Inlaten optimaliseren water kwantiteit inlaat Bontemorgen	€ 0,38	-	12,8	3,28	++	pos
4	R2b	Inlaten optimaliseren kwantiteit inlaat Van Dam van Brakel	€ 0,01	27,8	1,57	21,0	+	pos
5	R4	Aanleg klimaatbuffers – op zandgronden	€ 0,06	0,51	0,51	0,51	+++	neg
6	R4b	Aanleg klimaatbuffers - in polders	€ 0,22	0,88	1,18	0,95	+++	pos (kwal)
7	R6	Stuwen automatiseren en/of aanpassen	€ 0,27	1,16	2,03	1,39	++	pos
8	R7	Verbeteren aanvoerroute Tielerwaard - aanvoergebied Wadenoijen	€ 0,13	13,8	26,3	17,0	++	pos
9/10	R8/9	Boezemgemaal Hardinxveld & Klimaatrobuust watersysteem Alblasserwaard	€ 1,24	31,0	97,2	48,1	6+	pos
11	R11	Verminderen watervraag en vergroten waterbeschikbaarheid	€ 0,06	6,59	6,59	6,59	+	pos
12	R14	Fase 4: Nieuwe inlaat Waal Beneden Linge (Nieuwe inlaat Tielerwaard)	€ 1,24	5,55	10,4	6,81	++	pos
13	R48	Klimaatrobuust Hoofdwaterwatersysteem	€ 0,25	0,05	0,09	0,06	5+	neg
14	R50	Fase 4: Land van Maas en Waal, Nieuwe inlaat Waal	€ 1,20	1,69	4,27	2,35	++	pos

Samenstelling economisch kansrijk pakket

De samenstelling van het economisch kansrijk pakket vraagt geen aanvullende analyse. Alle maatregelen die hiervoor als positief beoordeeld zijn, komen in dit pakket tenzij ze hetzelfde probleem oplossen, zie Figuur 68.



Figuur 68: samenstelling pakket op basis van positief kosten-batensaldo

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op baten-kostenverhouding. Dan resulteert het pakket met de hoogste maatschappelijke baten voor het beschikbare budget. [95]

8.4.4 *Vergelijking pakketten*

De vergelijking van de drie pakketten laat in totaal twee verschillende uitkomsten zien, zie Tabel 46. Er is bij selectie van de pakketten deels rekening gehouden met verdeling van tekorten over deelregio's, maar niet met type tekort en zoetwatergebruiksfunctie. Om de werkopgave overal en voor alle type tekorten in te vullen kan het nodig zijn nog meer maatregelen te selecteren.

Het kosteneffectief pakket en het sociaal-maatschappelijk pakket bevatten echter al een groot aantal maatregelen. Dit komt door de grote werkopgave na de correctie door de zoetwaterregio.

Het economisch kansrijk pakket bevat iets minder maatregelen dan het gelijke kosteneffectief en sociaal-maatschappelijk pakket. Maatregel R4 en R48 ontbreken terwijl maatregel R2 wel onderdeel van het economisch kansrijk pakket is.

[95] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

Tabel 46: vergelijking samenstelling maatregelenpakketten zoetwaterregio Rivierengebied (no-regret dikgedrukt)

	Kosteneffectief pakket (KEA)	Sociaal maatschappelijk pakket (MCA)	Economisch kansrijk pakket (MKBA)
Oppervlaktewatermaatregelen	**R1 Inlaat Peerenboom** **R1b Inlaat Wijk en Aalburg** **R2b inlaat Van Dam van Brakel** **R4b Aanleg klimaatbuffers - polders** **R6 Stuwen automatiseren/aanpassen** **R7 Tielerwaard - aanvoergebied Wadenoijen** **R8/9 Klimaatrobuust watersysteem Alblasserwaard** R48 Klimaatrobuust Hoofdwatersysteem	**R1 Inlaat Peerenboom** **R1b Inlaat Wijk en Aalburg** **R2b inlaat Van Dam van Brakel** **R4b Aanleg klimaatbuffers - polders** **R6 Stuwen automatiseren/aanpassen** **R7 Tielerwaard - aanvoergebied Wadenoijen** **R8/9 Klimaatrobuust watersysteem Alblasserwaard** R48 Klimaatrobuust Hoofdwatersysteem	**R1 Inlaat Peerenboom** **R1b Inlaat Wijk en Aalburg** R2 inlaat Bontemorgen **R2b inlaat Van Dam van Brakel** **R4b Aanleg klimaatbuffers - polders** **R6 Stuwen automatiseren/aanpassen** **R7 Tielerwaard - aanvoergebied Wadenoijen** **R8/9 Klimaatrobuust watersysteem Alblasserwaard**
Grondwatermaatregelen	R4: Aanleg klimaatbuffers op zandgronden	R4: Aanleg klimaatbuffers op zandgronden	-
Mix grondwater en oppervlaktewater	**R11: Verminderen watervraag en vergroten waterbeschikbaarheid**	**R11: Verminderen watervraag en vergroten waterbeschikbaarheid**	**R11: Verminderen watervraag en vergroten waterbeschikbaarheid**
Doelbereik (werkopgave) in mln. m^3)	136	136	147
Investering (mln. euro, exclusief risico-opslagen)	€ 50,0	€ 50,0	€ 49,5
Jaarlijkse kosten (mln. euro/jaar)	€ 2,3	€ 2,3	€ 2,4
Jaarlijkse baten 2034 mln. euro/jaar)	€ 50,0	€ 50,0	€ 51,7

De maatregelen R1, R1b, R2b, R4b, R6, R7, R8/9, R11 komen in alle pakketten voor. Ze kunnen beschouwd worden als no-regret-maatregelen: maatregelen die in alle perspectieven zinvol zijn. Maatregel R4 en R48 zijn wel onderdeel van de eerste twee pakketten, maar hebben (nog) geen positief kosten-batensaldo en zijn daarom niet als no-regret beschouwd. Maatregel R2 heeft wel een positief kosten-batensaldo maar is op basis van de gevolgde methodiek (alle oppervlaktewater tekorten per deelregio opgeteld tot een werkopgave) nog niet nodig voor de werkopgave voor fase 3. Selectie van al deze maatregelen zou betekenen dat in deelregio Noord veel meer dan de werkopgave voor fase 3 wordt ingevuld, terwijl in deelregio Zuid de werkopgave nog niet in fase 3 wordt ingevuld.

Als wordt voorgenomen om voor alle deelproblemen en deelregio's een stap te zetten in fase 3 op basis van de verdeling van de tekorten zoals opgegeven in de notitie *Opgave Rivierengebied voor SEA*, dan zou de selectie voor het kosteneffectief en voor het sociaal-maatschappelijk pakket zo goed als gelijk uitpakken en ook maatregel Bontemorgen (R2) bevatten:

- Selectie van R4, R4b, R11 en R48 is nodig voor het landelijke watertekort. Gezamenlijk lossen deze maatregelen nog niet voldoende van de landelijke werkopgave voor fase 3 op.
- Selectie van R1 en R1b is nodig voor de blauwalgproblematiek in deelregio Zuid. Gezamenlijk lossen deze maatregelen nog niet voldoende van deze specifieke werkopgave voor fase 3 op.
- Selectie van R8/9 is nodig voor de verziltingsproblematiek in deelregio Noord. Gezamenlijk lossen deze maatregelen al 100 procent van deze specifieke werkopgave voor *Stoom 2050* op en dus 3x zoveel als benodigd voor fase 3.
- Enkel selectie van Bontemorgen (R2) is nodig voor lage waterstanden in deelregio Noord. Deze maatregel lost 86 procent van de specifieke werkopgave voor *Stoom 2050* op en dus meer dan werkopgave voor fase 3. Bontemorgen is een praktijkknelpunt waar bij droogte nu al vaak problemen optreden. Daarom is deze maatregel wel als maatregel door de regio voorgedragen. Selectie van inlaat Van Dam van Brakel (R2b) kan een kleine bijdrage leveren in deelregio Zuid bij laagwatercondities, die samenvallen met de aanwezigheid van blauwalg.
- Selectie van R6 en R7 is nodig voor de knelpunten in de interne waterverdeling in beide deelregio's. Gezamenlijk lossen deze maatregelen nog niet voldoende van deze specifieke werkopgave voor fase 3 op. Als R14 in fase 4 wordt uitgevoerd, wordt meer dan de hele werkopgave in *Stoom 2050* van dit specifieke knelpunt opgelost in deelregio Noord. Voor Zuid resteert nog een specifieke werkopgave.

De doorlooptijd van de maatregelen past binnen fase 3. Er zijn twee maatregelen alvast beoordeeld die nog niet voor fase 3 geselecteerd kunnen worden. Dit zijn mogelijke maatregelen voor fase 4 (R14, R50).

Het effect op de landbouw van alle maatregelen uit het economisch kansrijk pakket is 14,3 miljoen euro in *Stoom 2050*. Dit is meer dan het berekende landbouwrisico op basis van de basisprognoses 2018 (159% van 9 miljoen euro per jaar). Het berekende hydrologisch tekort is na de correcties echter 678 procent hoger dan volgens de basisprognoses 2018. Aandachtspunt is dat het effect op de natschade niet is meegeteld in zowel de economische effecten van de maatregelen als het klimaatrisico.

Van de berekende CO_2-uitstoot (120 miljoen euro per jaar in *Stoom 2050*), wordt 49,6 miljoen euro per jaar bespaard als alle economisch kansrijke maatregelen worden uitgevoerd. Bij selectie van een van de andere pakketten ligt het aantal maatregelen lager en is de reductie van het droogterisico dus ook kleiner.

Maatregelen in het Rivierengebied lijken over het algemeen minder goed houdbaar dan in andere zoetwaterregio's. Dit is het gevolg van het grote aantal inlaatmaatregelen. Deze zijn minder goed houdbaar dan de maatregelen in het Rivierengebied die het zelfvoorzienend vermogen vergroten. Bij toename van de landelijke inlaatbeperkingen en/of bij een tekort aan zoet water in de rivieren verliezen deze maatregelen aan effectiviteit op het moment dat er een inlaatverbod geldt. Ze zijn echter wel nodig om buiten de momenten dat een inlaatverbod geldt buffer op te bouwen en daarmee de zelfvoorzienendheid van het gebied te vergroten.

HOOFDSTUK 9 HOGE ZANDGRONDEN OOST

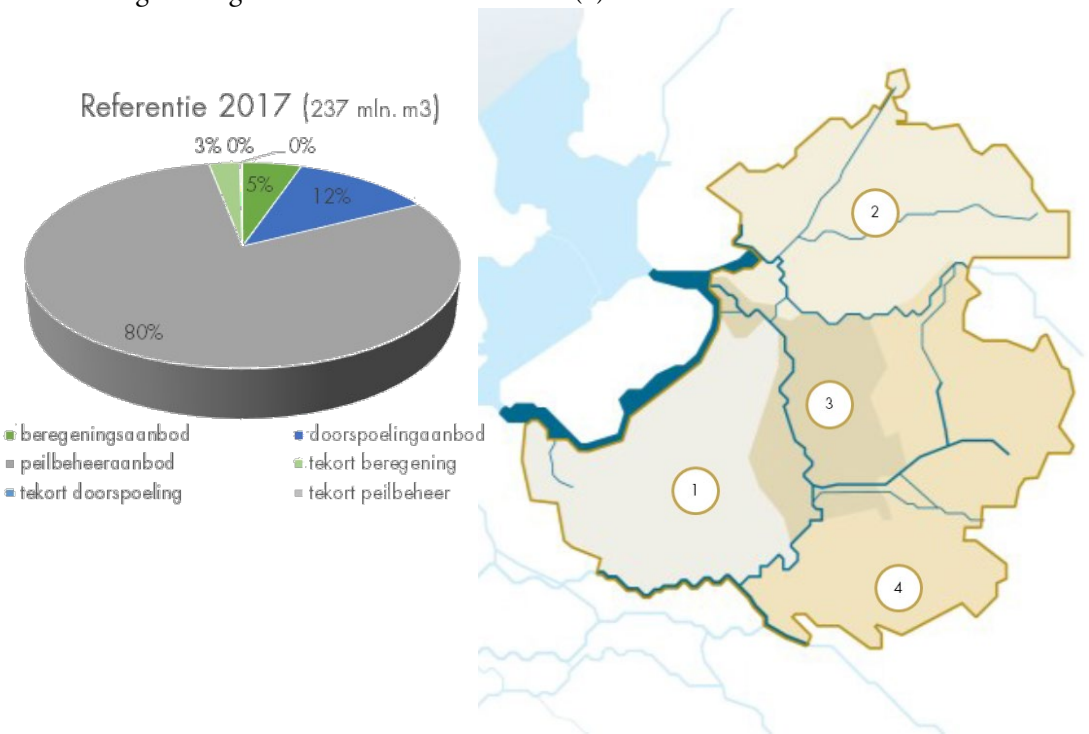
Dit hoofdstuk gaat in op de zoetwaterregio Hoge Zandgronden Oost. Achtereenvolgens worden de volgende onderwerpen toegelicht:

1. De ontwikkelingen bij het nulalternatief in de verschillende Deltascenario's,
2. De werkopgave,
3. De beoordeelde maatregelen gericht op het beperken en voorkomen van watertekorten,
4. De individuele beoordeling van de maatregelen op kosteneffectiviteit, welvaartseffect en maatschappelijke waarde,
5. De samengestelde beleidspakketten.

9.1 NULALTERNATIEF

De zoetwaterregio Hoge Zandgronden Oost bestaat uit vier deelregio's (zie Figuur 69):

- Hoge Zandgronden Midden (1)
- Hoge Zandgronden Noord (2)
- Hoge Zandgronden Oost met aanvoer (3)
- Hoge Zandgronden Oost zonder aanvoer (4)



Figuur 69: Zoetwaterregio Hoge Zandgronden Oost in deelregio's en de oppervlaktewatervraag verdeeld over levering en tekort (BP2018 - levering plus tekort is gelijk aan vraag)

9.1.1 *Uitdagingen en regionale watervraag*[96]

De Hoge Zandgronden Oost zijn voor hun zoetwatervoorziening in belangrijke mate afhankelijk van neerslag en grondwater. Slechts in een beperkt deel van de zoetwaterregio is wateraanvoer vanuit de IJssel en het IJsselmeer mogelijk. Voor het voorzien in de watervraag van landbouw, drinkwater en industrie wordt water onttrokken uit grond- of oppervlaktewater. Het regionale watersysteem heeft daarnaast een eigen watervraag door verdamping en wegzijging.[97]

Aangezien de mogelijkheden voor onttrekkingen uit oppervlaktewater in grote delen van de zoetwaterregio beperkt zijn, wordt het meeste water geleverd vanuit grondwatervoorraden.

Gebieden met aanvoermogelijkheden

Een deel van de zoetwaterregio, met name het gebied van de IJsselvallei en het oostelijke en noordelijke deel, heeft toegang tot wateraanvoer via verschillende bronnen:

- De IJssel
- Twentekanalen
- Drentse Kanalen
- Overijsselse Vecht
- IJsselmeer

In deze deelregio's is de watervraag voor peilbeheer het grootst. De watervraag voor beregening wordt voorzien uit zowel oppervlaktewater als grondwater.

Voor de delen van deze deelregio's waar aanvoer van oppervlaktewater mogelijk is, bestaat er een directe samenhang met het Hoofdwatersysteem voor de aanvoer van water uit de IJssel en het IJsselmeer. Bij uitzakkende IJsselmeerpeilen treedt de verdringingsreeks in werking, waardoor ook de aanvoer naar de Hoge Zandgronden Noord en Oost met aanvoermogelijkheden gedeeltelijk kan worden beperkt.

Gebieden zonder aanvoermogelijkheden

Een groot deel van de Hoge Zandgronden Oost kent geen aanvoermogelijkheden. Dit betreft onder andere:

- De Veluwe en Utrechtse Heuvelrug
- Het oostelijke deel van Nederland waar geen wateraanvoer mogelijk is.

Het deel van de Veluwe en Utrechtse Heuvelrug is vrijwel geheel vrij-afwaterend en bestaat voor een groot deel uit natuurgebieden. Slechts een klein deel van deze deelregio's kan water aanvoeren; de grootste bron van zoet water is het grondwater.

De landbouw vormt de grootste watervrager in dit gebied. De watervraag wordt grotendeels voorzien uit grondwater. In een klein deel van het gebied bestaat watervraag voor peilbeheer, met name voor peilgestuurde gebieden zoals de Gelderse Vallei.

[96] Samenvatting van regio-input van Regio Hoge Zandgronden Oost in HydroLogic, Aanvullende inzichten DPZW regio's werkopgave zoetwater - DEFINITIEF 22-04-2025

[97] Bij lage waterstanden zakt het grondwater in omliggende gebieden mee.

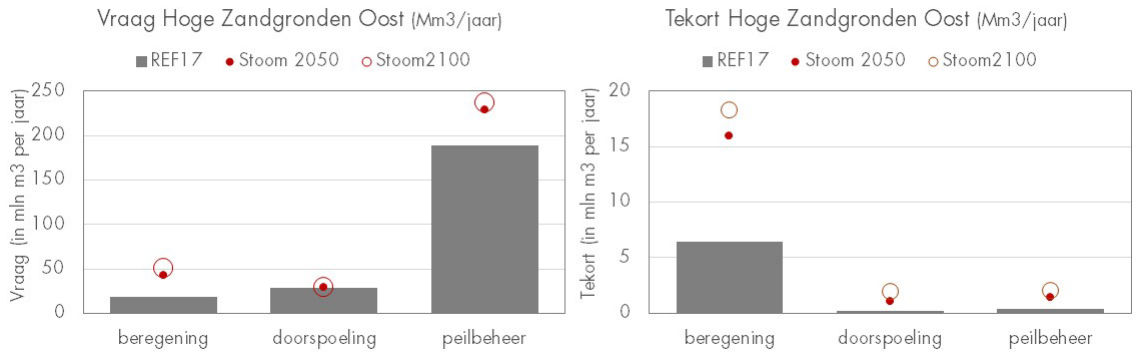
Voor de Hoge Zandgronden Oost zonder aanvoermogelijkheden is het vasthouden van neerslag de enige mogelijkheid om de zoetwaterbeschikbaarheid tijdens perioden zonder neerslag te verbeteren. Daarvoor zijn (grote) aanpassingen aan het huidige watersysteem nodig en herinrichting, zoals ruimte voor (grond)watersysteemherstel en aanpassingen van grondgebruik.

9.1.2 *Knelpunten en ontwikkeling*

Knelpunten basisprognoses 2018 (BP2018)

Sommige delen van de Hoge Zandgronden Midden en Oostelijke Hoge Zandgronden kennen wateraanvoer vanaf hoger gelegen delen of via regionale inlaten. In scenario *Stoom* kan deze aanvoer verminderen. Zo kunnen bijvoorbeeld inlaatbeperkingen vanuit de Randmeren naar de Gelderse Vallei optreden als gevolg van watertekorten in het IJsselmeer en Markermeer. Hierdoor nemen de tekorten voor peilbeheer en beregening uit oppervlaktewater toe. De grootste oppervlaktewatervrager is peilbeheer (zie Figuur 70) in de peilgestuurde gebieden (Gelderse Vallei en aanvoergebied van de Twentekanalen). Deze neemt toe door toename van verdamping. Voor de berekening zie Hoofdstuk 4.

Op de Hoge Zandgronden Oost met aanvoer van oppervlaktewater treden gemiddeld nu al grote tekorten op voor beregening. In de scenario's *Stoom* nemen de beregeningsvraag en beregeningstekorten toe. Het jaarlijks tekort volgens de basisprognoses 2018 in *Referentie* bedraagt in totaal 7 miljoen m³ en neemt toe tot 18 miljoen m³ in *Stoom 2050* en 22 miljoen m³ in *Stoom 2100*.



Vraag	Beregening	Doorspoeling	Peilbeheer	Tekort	Beregening	Doorspoeling	Peilbeheer
Referentie	19	29	189	Referentie	6,4	0,2	0,4
Stoom 2050	43	29	229	Stoom 2050	16,0	1,1	1,4
Stoom 2100	51	29	236	Stoom 2100	18,3	2,0	2,0

Figuur 70: oppervlaktewatervraag en -tekorten Hoge Zandgronden Oost per scenario (miljoen m³, BP2018, schaal verschilt tussen linker en rechter afbeelding)

Deze tekorten hebben gevolgen voor het droogterisico in dit gebied. Zonder het tegengaan hiervan veroorzaakt dit schade voor verschillende zoetwatergebruiksfuncties, zoals funderingsschade, verdroging van natuur en landbouwschade en op veen- en moerige gronden extra CO_2-uitstoot.

Het jaarlijks droogterisico voor de landbouw in de *Referentie* is 33 miljoen euro, zie Tabel 47. In *Stoom 2050* is het droogterisico in totaal 52 miljoen euro en neemt toe tot 76 miljoen euro in *Stoom 2100*.

Het extra funderingsrisico door klimaatverandering bedraagt 48 miljoen euro in *Stoom 2050* ten opzichte van de *Referentie* (eenmalige investering). De gemonetariseerde CO_2-uitstoot neemt toe van 185 miljoen euro in de *Referentie* naar 546 miljoen euro in *Stoom 2050* en 1.661 miljoen euro in *Stoom 2100*.

De toename van het droogterisico door klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen (contante waarde *Stoom – Referentie*) is het grootst voor de CO_2-uitstoot, zie Tabel 48. Die is meer dan 280 maal zo hoog als de toename van het funderingsrisico en 9 maal zo hoog als de toename van het landbouwdroogterisico.

Tabel 47: economisch risico (BP2018) in miljoen euro (zie voor methode en resultaat per deelregio hoofdstuk 4)

In mln. euro	Referentie	Stoom 2050	Stoom 2100
Landbouwrisico	€ 33 per jaar	€ 52 per jaar	€ 76 per jaar
Scheepvaartrisico	p.m.	p.m.	p.m.
CO_2-uitstoot (volgens WLO-scenario Hoog Snel[98])	€ 185 per jaar (in 2017)	€ 546 per jaar	€ 1.661 per jaar
Funderingsrisico 2050	€ 2.257 eenmalig (incl. veroudering tot 2050)	€ 2.305 eenmalig	Niet bepaald

Tabel 48: contante waarde economisch risico (BP2018) in miljoen euro, basisjaar 2028, discontovoet 2,25%

Contante waarde 2028	Referentie	Stoom	Verschil risico
Landbouwrisico	€ 1.300	€ 2.235	€ 936
Scheepvaartrisico	p.m.	p.m.	p.m.
CO_2-uitstoot	€ 22.284	€ 30.731	€ 8.448
Funderingsrisico	€ 1.383	€ 1.413	€ 30
Totaal contante waarde	**€ 24.966**	**€ 34.379**	**€ 9.413**

Duiding verschil de basisprognoses 2018 (KNMI'14) en nieuwe klimaatscenario's (KNMI'23)

De zoetwateropgave neemt in de nieuwe klimaatscenario's toe ten opzichte van de basisprognoses in 2018, vooral voor grondwater en in mindere mate voor oppervlaktewater. Dit komt door de volgende ontwikkelingen:

Groter neerslagtekort: Het neerslagtekort stijgt met 17 procent voor 2050 en tot 36 procent voor 2100 (afhankelijk van herhalingstijd). Deze toename werkt grotendeels door in de watervraag voor peilhandhaving en beregening, en veroorzaakt verder dalende grondwaterstanden.

Peilhandhaving veengebieden: In delen van de zoetwaterregio vraagt peilhandhaving in veen(weide)gebieden meer water. Dit kan een groot effect hebben op de zoetwatervraag. De precieze doelen, locaties en maatregelen zijn nog onzeker. Bij grondwaterstanden tot 20 cm onder maaiveld kan de watervraag in droge zomers met 30-40 procent toenemen.

[98] Per Welvaart- en Leefomgevingsscenario (WLO) van PBL gelden er andere CO_2-prijzen. In dit geval is gekozen voor het WLO-scenario Hoog Snel.

Veranderend landgebruik: De verschuiving van grasland naar akkerbouw en de toename van hoogwaardige teelten (zoals bollenteelt) verhogen de beregeningsvraag. Ook het beregend areaal en de beregeningscapaciteit nemen toe, zowel uit oppervlakte- als grondwater. Verwacht wordt dat toenemende grondwateronttrekkingen voor beregening leiden tot verdere daling van de laagste grondwaterstand (GLG), bovenop de effecten uit de basisprognoses 2018 en KNMI'23-scenario's.

Veranderende Rijnafvoer: Voor 2050 laten de nieuwe KNMI'23-scenario's een vergelijkbaar beeld zien als de KNMI'14-scenario's uit de basisprognoses 2018. Het cumulatieve afvoertekort neemt zelfs af. Voor 2100 wordt echter een lagere gemiddelde zomerafvoer verwacht en neemt het afvoertekort toe. Dit beïnvloedt zowel de watervraag (uit grondwater en voor peilhandhaving) als de aanvoermogelijkheden vanuit het Hoofdwatersysteem. Bij langdurig lage afvoeren spelen ook afwegingen in de landelijke waterverdeling.

Beperkte aanvoer door laag IJsselmeerpeil: Momenteel treedt nog geen beperking in de aanvoer op door lage IJsselmeerpeilen. Voor 2050 wordt verwacht dat de aanvoer naar de Twentekanalen (bij Eefde) en het noordelijke deel van de zoetwaterregio eens per 5 tot 20 jaar wordt beperkt door dalende IJsselmeerpeilen.

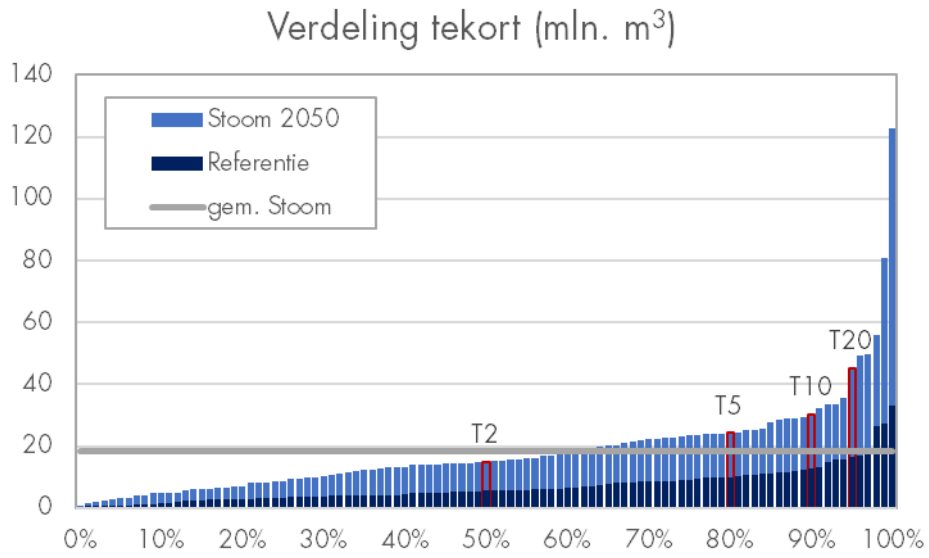
Beregening uit grondwater: In de basisprognoses 2018 wordt aangenomen dat beregening uit grondwater altijd mogelijk is, waarbij alleen de effecten op grondwaterstanden zichtbaar worden. De zoetwaterregio herkent deze modelaanname niet in de praktijk: de grondwatervraag kan niet onbeperkt worden geleverd of blijven groeien.

9.2 WERKOPGAVE HOGE ZANDGRONDEN OOST

Oppervlaktewater

De werkopgave is gelijk aan het zoetwatertekort in een T20 jaar[99] in *Stoom 2050*. Deze werkopgave is bepaald door de 100-jarige reeks voor *Stoom 2050* op de hoogte van het tekort te sorteren, zie Figuur 71.

[99] Het 'T20 jaar' is het jaar met een tekort dat eens per 20 jaar voorkomt, oftewel 5% van jaren heeft hoger tekort en 95% lager tekort. Het T20 punt is bepaald voor het totale watertekort per deelregio, dat wil zeggen tekorten voor beregening, doorspoeling en peilbeheer opgeteld.



Figuur 71: oppervlaktewatervraag en -tekorten Hoge Zandgronden Oost per scenario (BP2018, gemiddelde waarde > T2)

Vervolgens is het tekort afgelezen dat hoger is dan het tekort van 95 procent van de jaren en lager dan 5 procent van de overige jaren. Voor de Hoge Zandgronden Oost komt de werkopgave voor 2050 van 46 miljoen m³ ongeveer overeen met het tekort in 1934 aangepast voor de klimaat en sociaaleconomische omstandigheden in *Stoom 2050*.

Voor de komende fase 3 betekent dit een werkopgave voor oppervlaktewater van 15 miljoen m³ (1/3 deel van het tekort in *Stoom 2050*), zie Tabel 49.

Tabel 49: tekorten bij herhalingstijd T20 en het gemiddelde tekort

	Deelregio's	Gem. tekort in mln. m³			T20 tekort in mln. m³			werkop-gave
		REF	Stoom 2050	Stoom 2100	REF	Stoom 2050	Stoom 2100	
1	Hoge Zandgronden Midden	2,4	2,5	2,5	6,5	8,9	4,7	3
2	Hoge Zandgronden Noord	2,0	7,0	8,8	4,8	15,0	13,2	5
3	Hoge Zandgronden Oost met aanvoer	1,0	3,1	4,6	2,3	9,5	9,3	3
4	Hoge Zandgronden Oost zonder aanvoer	1,7	5,8	6,5	4,5	12,2	12,0	4
	Totaal Hoge Zandgronden Oost	7	18	22	18	46	39	15

Grondwater

De werkopgave voor grondwater is het tegengaan van verdere verlaging van de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) in *Stoom* ten opzichte van de *Referentie*. De verlaging bedraagt in de deelregio Hoge Zandgronden Oost (excl. Midden) gemiddeld zo'n 11 tot 15 cm. De deelregio

Midden heeft geen werkopgave doordat het modelinstrumentarium in de infiltratiegebieden (Veluwe) een toename van de grondwaterstand laat zien. Dit wordt niet herkend door de regio. Op basis van een vochtgehalte van 15 procent moet hiervoor in *Stoom 2050* in totaal 110 miljoen m^3 en in *Stoom 2100* 150 miljoen m^3 meer water vastgehouden worden, zie Tabel 50. Voor fase 3 betekent dit een werkopgave van: 37 miljoen m^3 (1/3 deel van het tekort in *Stoom 2050*).

De zoetwaterregio heeft zelf een veel grotere ambitie dan deze werkopgave, nl. 1750 miljoen m^3. (zie bijlage met reflectie zoetwaterregio). Deze ambitie is gericht op verhoging van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG). De GVG is relevanter voor de landbouw dan de GLG.

Tabel 50: werkopgave grondwater in Stoom 2050 en Stoom 2100

	GLG t.o.v. Referentie (cm)		Relevant opp.	Volume mln. m3		Werkopgave fase 3
Deelregio's	Stoom 2050	Stoom 2100	Ha	Stoom 2050	Stoom 2100	
Hoge Zandgronden Midden	9	21	228.076	geen werkopgave	geen werkopgave	
Hoge Zandgronden Noord	-13	-17	241.300	47	62	16
Hoge Zandgronden Oost met aanvoer	-10	-14	149.278	22	31	7
Hoge Zandgronden Oost zonder aanvoer	-10	-14	271.400	41	57	14
Totaal (excl. Midden)	-11	-15	661.978	110	150	37

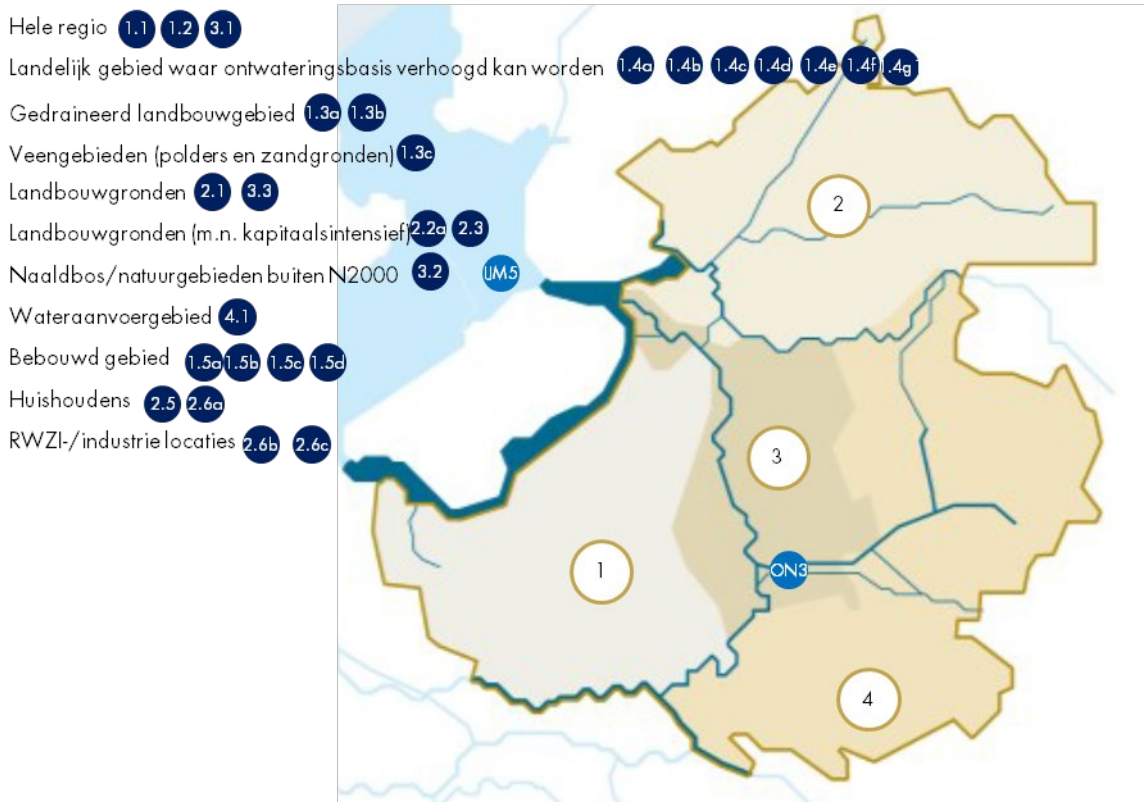
9.3 MAATREGELEN HOGE ZANDGRONDEN OOST

Deze paragraaf gaat in op de relevante maatregelen voor de Hoge Zandgronden Oost. Voor een uitgebreidere beschrijving van de maatregelen wordt verwezen naar de Factsheets.[100]

De maatregelen die beoordeeld konden worden, zijn vermeld in Tabel 51. Maatregelen die niet beoordeeld zijn, staan vermeld in de bijlagen en betreffen onderzoek, maatregelen door derden of langetermijnmaatregelen waarvoor geen informatie verzameld is.

Voor de zoetwaterregio Hoge Zandgronden Oost zijn in totaal (augustus 2025) 32 regionale maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er 27 beoordeeld. Ook worden twee HWS-maatregelen in de analyse voor de Hoge Zandgronden Oost meegenomen omdat deze een positief effect hebben op deze zoetwaterregio. Dit is aanpassing van het gemaal bij Eefde (ON3) en Kornwerderzand (IJM5). De HWS-maatregel zoetwatervoorraad (DPIJ1) zou volgens de QWAST-analyse van HKV een klein negatief effect hebben op de Hoge Zandgronden Oost. Omdat dit effect niet verklaard kan worden, wordt het effect als nihil beschouwd en is de maatregel niet meegenomen in de analyse voor Hoge Zandgronden Oost, zie Figuur 72.

[100] De zoetwaterregio's hebben voor alle maatregelen Factsheets aangeleverd volgens een vast format. Vanwege de omvang van het hele pakket zijn deze niet als bijlage opgenomen.



Figuur 72: Indicatie effectgebied maatregelen o.b.v. beschrijving (helder blauw HWS-maatregel, donker-blauw regionale maatregel)

Tabel 51: ingediende maatregelen Hoge Zandgronden Oost die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
1	1.1	flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid	Alle invloedszones langs hoofdwatergangen, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
2	1.2	beekherstel en herprofilering	Gehele regionaal watersysteem in invloedszones beken	Grondwater	bebouwd gebied 10% landbouw 60% natuur 20% overig 10%
3	1.3a	vervanging van conventionele drainage door regelbare drainage	gedraineerd landbouwgebied	Grondwater	landbouw: 90%. natuur 10%.
4	1.3b	verwijderen van conventionele drainage	gedraineerd landbouwgebied	Grondwater	landbouw: 90%. natuur 10%.

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
5	1.3c	onderwaterdrainage in veengebieden	Landbouwgronden in veengebieden	Grondwater door aanvoer oppervlaktewater	landbouw: 33,3%. veengebied 33,3% bebouwd 33,3%.
6	1.4a	sloten dempen	Alle landbouwpercelen en droge natuur langs perceelsloten, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
7	1.4b	sloten of greppels verondiepen of afdammen	Alle landbouwpercelen en droge natuur langs perceelsloten, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
8	1.4c	greppels afsluitbaar maken	Alle landbouwpercelen en droge natuur langs perceelsloten, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
9	1.4d	duikers verhogen	Alle landbouwpercelen en droge natuur langs perceelsloten, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
10	1.4e	plaatsen van stuwen in detailwaterlopen	Alle landbouwpercelen en droge natuur langs perceelsloten, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
11	1.4f	aanleg infiltratiegreppels	Dekzandvlakten	Grondwater	landbouw: 100 %.
12	1.4g	beperken oppervlakkige afstroming	Daar waar de ontwateringsbasis verhoogd kan worden, zelfde areaal als vasthouden op perceelsniveau	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
13	1.5a	ondergronds infiltreren van afgekoppeld verhard oppervlak	Bebouwd gebied met doorwerking op flanken en kwelgebied	Grondwater	bebouwd gebied 50% landbouw 30% natuur 20%.
14	1.5b	klimaatrobuust inrichten openbare ruimte	Bebouwd gebied met doorwerking op flanken en kwelgebied	Grondwater	bebouwd gebied 50% landbouw 30% natuur 20%.
15	1.5c	waterpartijen omvormen tot wadi's	Bebouwd gebied	Grondwater	bebouwd gebied 50% landbouw 30% natuur 20%.

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
16	1.5d	ontstenen van publiek verhard oppervlak	Bebouwd gebied	Grondwater	bebouwd gebied 50% landbouw 30% natuur 20%.
17	2.1	verbeteren bodemstructuur	alle landbouwgronden	Grondwater	landbouw: 100 %
18	2.2a	druppelirrigatie	100 % areaal kapitaalintensieve teelten + 5 % areaal aardappelen + 5 % areaal overige landbouwgewassen	Grondwater en oppervlaktewater	landbouw:100%
19	2.3	water lokaal opvangen en opslaan als voorraad voor droge perioden	landbouwareaal kapitaalintensieve teelten	Grondwater en oppervlaktewater	landbouw:100%
20	2.5	besparen drinkwater	Huishoudens en gemeenten in stedelijk en landelijk gebied	Oppervlaktewater/grondwater, afhankelijk van bron drinkwater	Drinkwaterbesparing: 100%
21	2.6a	hergebruik regenwater	Huishoudens in stedelijk gebied	Oppervlaktewater/grondwater, afhankelijk van bron drinkwater	Drinkwaterbesparing: 100%
22	2.6b	hergebruik proceswater	Industrie	Grondwater	Industrie 100%
23	2.6c	hergebruik effluent rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI)	RWZI/waterfabrieken	Grondwater en oppervlaktewater	industrie 10% landbouw 66% grondwateraanvulling natuur 24%
24	3.1	functie veranderen en ruimte voor water (randvoorwaardelijk)	Lokale laagtes, deels landbouwfunctie, deels natuur	Grondwater	Landbouw 40% Natuur 60%
25	3.2	naaldbos omzetten naar minder verdampende vegetatie	50% naaldbos buiten Natura-2000-gebieden	Grondwater	Natuur: 100%
26	3.3	landbouw omzetten naar minder verdampende vegetatie	Landbouwgebied	Grondwater en besparing op oppervlaktewater	Landbouw: 100%
27	4.1	wateraanvoercapaciteit uitbreiden met maximaal 10%	Aanvoergebieden	Oppervlaktewater	Landbouw 60% Natuur 20% Bebouwd 10% Overig 10%
28	HWS ON3	aanpassing gemaal Eefde	Eefde (deelregio 3, 4)	Oppervlaktewater	Doorspoeling 18% Peilbeheer 71%

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
					Beregening 11%
29	HWS IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	Kornwerderzand bij Afsluitdijk zorgt voor afname vraag IJsselmeer, positieve effecten voor Noord en West en Hoge Zandgronden Oost (deelregio 2 en 3)	Oppervlaktewater (IJsselmeer)	Stoom 2050: Beregening 25% Doorspoeling 48% Peilbeheer 27%

9.3.1 *Optimalisatie watersysteem en waterbeheer*

1.1 flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid

Maatregel 1.1 gaat over het vasthouden van neerslag t.b.v. grondwateraanvulling voor natuur, landbouw en drinkwater door automatisering van het opzetten van stuwpeilen in het regionaal oppervlaktewater. De maatregel wordt het hele jaar ingezet, maar accent ligt op winterhalfjaar. ook zomerbuien worden vastgehouden. Deze maatregel wordt genomen in de hoofdwatergangen (in beheer bij de waterschappen), maar werkt ook door in die secundaire en tertiaire watergangen waarin de waterstand wordt bepaald door de waterstand in de hoofdwatergangen. Het totale potentieel areaal op lange termijn bedraagt 472.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 108,56 miljoen m^3. De maatregel is blijvend inzetbaar.

1.2 beekherstel en herprofilering

Maatregel 1.2 houdt water vast t.b.v. grondwateraanvulling en stroming in beken, voor natuur, landbouw en drinkwater. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar en geldt voor het gehele regionaal watersysteem. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 204.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 40,8 miljoen m^3.

1.3a vervanging van conventionele drainage door regelbare drainage

Maatregel 1.3a houdt grondwater vast voor de landbouw door *sturing* van de ontwatering op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor 95 procent van gedraineerd landbouwgebied. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 39.300 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 6,68 miljoen m^3.

1.3b verwijderen van conventionele drainage

Maatregel 1.3b houdt grondwater vast voor de landbouw door het *verwijderen* van ontwatering op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor 5 procent van gedraineerd landbouwgebied. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 2100 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 1,16 miljoen m^3.

1.3c onderwaterdrainage in veengebieden

Maatregel 1.3c gaat over het aanleggen van onderwaterdrainage in veengebieden. Hiermee kan in droge perioden extra water worden aangevoerd en via de drains in de veenbodem worden gebracht. Hierdoor blijft het veen natter en oxideert minder. Veenoxidatie en daarmee klink en zetting en funderingsschade wordt zo voorkomen. De maatregel wordt in zomerhalfjaar onbeperkt in veenweidepolders en veengebieden op de zandgronden ingezet als er voldoende zoetwater

is. Het geschikte areaal hiervoor is 76.400 hectare. Hiervoor is op lange termijn jaarlijks 30,56 miljoen m^3 *extra* nodig.

1.4a sloten dempen

Maatregel 1.4a houdt grondwater vast voor de landbouw door het *beëindigen van ontwatering* op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor ingesloten laagten en areaal droge natuur. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 106.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 58,3 miljoen m^3.

1.4b sloten of greppels verondiepen of afdammen

Maatregel 1.4b houdt grondwater vast voor de landbouw door het *verminderen van de ontwatering* op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor ingesloten laagten en areaal droge natuur. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 106.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 42,4 miljoen m^3.

1.4c greppels afsluitbaar maken

Maatregel 1.4c houdt grondwater vast voor de landbouw door *sturing van de ontwatering* op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor ingesloten laagten en areaal droge natuur. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 106.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 37,1 miljoen m^3.

1.4d duikers verhogen

Maatregel 1.4d houdt grondwater vast voor de landbouw door het *verminderen van de ontwatering* op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor dekzandvlakten, ingesloten laagten en areaal droge natuur. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 106.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 42,4 miljoen m^3.

1.4e plaatsen van stuwen in detailwaterlopen

Maatregel 1.4e houdt grondwater vast voor de landbouw door het *verminderen van de afwatering* op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor dekzandvlakten, ingesloten laagten en areaal droge natuur. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 106.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 42,4 miljoen m^3.

1.4f aanleg infiltratiegreppels

Maatregel 1.4f houdt grondwater vast voor de landbouw door *infiltratie* op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar op dekzandvlakten en de dekzandruggen, met uitzondering van de keileemgebieden en gebieden met tertiaire klei. In deze gebieden is infiltratie mogelijk. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 198.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 198,0 miljoen m^3.

1.4g beperken oppervlakkige afstroming

Maatregel 1.4g houdt grondwater vast voor de landbouw door het *verminderen van de afwatering* op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor infiltratiegebieden (hoge gronden). Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 530.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 26,5 miljoen m^3.

1.5a ondergronds infiltreren van afgekoppeld verhard oppervlak

Maatregel 1.5a betreft herinrichting stedelijk gebied zodat grondwatervoorraad wordt aangevuld door *ondergronds infiltreren afvoer van afgekoppeld verhard oppervlak* naar het grondwater. De

maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor infiltratiegebieden bebouwd gebied. Het gemiddelde hydrologische effect van de maatregel is geschat op 125 mm in een T2 jaar. De bandbreedte voor deze maatregel bevindt zich tussen de 50 en 500 mm per jaar. In een T20 jaar is het effect naar schatting 65 mm per jaar.

1.5b klimaatrobuust inrichten openbare ruimte

Maatregel 1.5b betreft herinrichting stedelijk gebied door *aanleg groenblauwe structuren*, inclusief wadi's waar afgekoppeld verhard oppervlak kan worden geïnfiltreerd. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor infiltratiegebieden bebouwd gebied. Het gemiddelde hydrologische effect van de maatregel is geschat op 125 mm in een T2 jaar. De bandbreedte voor deze maatregel bevindt zich tussen de 50 en 500 mm per jaar. In een T20 jaar is het effect naar schatting 65 mm per jaar.

1.5c waterpartijen omvormen tot wadi's

Maatregel 1.5c betreft herinrichting stedelijk gebied om doorspoelvraag voor stedelijk water te verminderen door *omvorming waterpartijen naar wadi's*. De maatregel wordt het hele jaar ingezet (accent effect zomer) en is blijvend inzetbaar in bebouwd gebied. In een T2 droogtejaar neemt door de grotere infiltratie van overtollige neerslag de grondwatervoorraad toe. Op basis van inschatting hydrologen met 175 mm per jaar. In een T20 jaar is het effect 10 procent hoger doordat er minder verdamping is via open water.

1.5d ontstenen van publiek verhard oppervlak

Maatregel 1.5d betreft herinrichting stedelijk gebied om infiltratie te bevorderen door het *ontstenen van publiek verhard oppervlak*. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar in bebouwd gebied. In een T2 droogtejaar neemt door de grotere infiltratie van overtollige neerslag de grondwatervoorraad toe. Op basis van inschatting hydrologen met 100 mm per jaar. In een T20 jaar is het effect 20 procent lager doordat er gedurende de zomer een kleiner neerslagoverschot is.

9.3.2 *Efficiënter waterverbruik of verminderen watervraag*

2.1 verbeteren bodemstructuur

Maatregel 2.1 verbetert de bodemstructuur door het organische stofgehalte in de bodem te verhogen, door storende, slecht doorlatende bodemlagen te doorbreken of door het tegengaan van bodemverdichting. Hierdoor ontstaat een gezondere bodem en verbetert de sponswerking van de bodem, waardoor meer water wordt vastgehouden maar ook het risico op wateroverlast vermindert. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor alle landbouwgronden in de Hoge Zandgronden Oost. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 27.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 5,4 miljoen m^3.

2.2a druppelirrigatie

Maatregel 2.2a reduceert via druppelirrigatie de verdampingsverliezen t.o.v. reguliere beregeningsmethoden. Daardoor hoeft het grond- of oppervlaktewater minder te worden aangesproken en daalt de watervraag. Hierdoor zakt het grondwaterpeil in droge perioden minder ver uit. De maatregel wordt gedurende het groeiseizoen ingezet op 100 procent areaal kapitaalintensieve teelten, 5 procent areaal aardappelen en 5 procent areaal overige landbouwgewassen. Bij een forse

daling van de grondwaterstand door klimaatverandering kan er niet meer geïrrigeerd worden vanuit grondwater en is de maatregel niet meer inzetbaar. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 4.800 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 1,0 miljoen m^3.

2.3 water lokaal opvangen en opslaan als voorraad voor droge perioden

Maatregel 2.3 gaat over het lokaal water opvangen en opslaan in bassins of ondergronds als voorraad voor droge periodes zodat de waterbeschikbaarheid voor landbouwareaal kapitaalintensieve teelten verbetert en beregening uit grondwater vermindert. In het winterhalfjaar wordt het neerslagoverschot vastgehouden, wat in zomerhalfjaar gebruikt wordt voor irrigatie. Met klimaatverandering worden bassins minder effectief door hogere verdamping in het zomerhalfjaar. Het totaal potentieel areaal op lange termijn dat profiteert van de maatregel bedraagt 6.100 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 2,44 miljoen m^3. De bassins hebben een oppervlak van 134 hectare.

2.5 besparen drinkwater

Deze maatregel is gericht op de uitvoering van communicatie en campagnes die waterbesparing stimuleren bij huishoudens in stedelijk en landelijk gebied. Besparen is het hele jaar en ook op lange termijn mogelijk. Er ligt een sterk accent op droge periodes in de zomer. De maximale besparing bedraagt 0,29 miljoen m^3 bij een vermindering van 8,8 liter per persoon per dag van 3,6 miljoen inwoners gedurende de zomermaanden (90 dagen) en een bereik van 10 procent.

2.6a hergebruik regenwater

Deze maatregel is gericht op het installeren van een regenwatertank om regenwater op te slaan voor bijv. het besproeien van de tuin bij huishoudens in het stedelijk gebied, waarmee drinkwater wordt bespaard. De maatregel is het hele jaar en ook op lange termijn inzetbaar. Het accent ligt op het opvangen in het winterhalfjaar, maar ook zomerbuien worden vastgehouden. In de Hoge Zandgronden Oost wonen circa 3,6 miljoen mensen, ongeveer 1,6 miljoen huishoudens. Er wordt uitgegaan dat 5 procent van de huishoudens deze regentank potentieel zou kunnen plaatsen. Dit levert een potentieel van 0,5 miljoen m^3 voor fase 3 en 2,5 miljoen m^3 op lange termijn.

2.6b hergebruik proceswater

Met deze maatregel wordt het hergebruik van proceswater in de industrie op de Hoge Zandgronden gestimuleerd, waarmee grondwateronttrekkingen met 20 procent worden verminderd. De maatregel is het hele jaar en ook op lange termijn inzetbaar. Met jaarlijks 34 miljoen m^3 grondwateronttrekking door industrie is het potentieel 6,8 miljoen m^3 in totaal, waarvan 1,36 miljoen m^3 in fase 3.

2.6c hergebruik RWZI-effluent

Deze maatregel betreft projecten van waterschappen ter benutting van (nagezuiverd) effluent voor landbouw, industrie en natuur, voor zover deze waterstroom niet essentieel is voor behoud van de stroming in beken. De maatregel is interessant in perioden met neerslagtekort, ook op lange termijn voor alle RWZI/waterfabrieken. De capaciteit van het hergebruik is 10 tot 20 miljoen m^3/jaar, op basis van het maximale potentiële effect.

9.3.3 *Ruimtelijke adaptatie*

3.1 functie veranderen en ruimte voor water (randvoorwaardelijk)

De eerste maatregel voor ruimtelijke adaptatie betreft het grondgebruik afstemmen op water vasthouden (vernatting accepteren) en zoetwatermaatregelen mogelijk maken (ruimte voor grootschalige infiltratie). De maatregel is permanent houdbaar en vooral effectief in de maanden waarin de beken en sloten relatief hoge afvoeren en waterstanden hebben en er voldoende water beschikbaar is om naar de infiltratiegreppels te leiden. Er wordt geschat dat op deze manier ongeveer 100 mm, oftewel een derde van het neerslagoverschot van 300 mm (800 mm neerslag minus 500 mm verdamping), extra in de bodem kan worden vastgehouden tot het begin van het groeiseizoen.

3.2 naaldbos omzetten naar minder verdampende vegetatie

Maatregel 3.2 zet naaldbos permanent om in heide of loofbos t.b.v. het vergroten van de waterbeschikbaarheid. Door deze maatregel vermindert de verdamping van vegetatie en wordt er meer grondwater in natuurgebieden vastgehouden. Het effect van deze maatregel vindt vooral plaats in de zomer (want dan is er relatief veel verdamping) en blijft bestaan bij klimaatverandering. Bij omzetting van 50 procent van het naaldbos buiten de Natura-2000-gebieden is het potentieel totaal areaal op lange termijn: 30.000 hectare met een jaarlijks hydrologisch effect op lange termijn: 15,9 miljoen m^3.

3.3 landbouw omzetten naar minder verdampende vegetatie

Door deze maatregel waarin teeltkeuzes in landbouwgebied worden aangepast kan de verdamping van landbouwgewassen over het groeiseizoen worden verminderd. Hierdoor hoeft geen of een kleiner beroep te worden gedaan op zoetwatervoorraden in grond- en oppervlaktewater. De maatregel geeft vooral effect in groeiseizoen, in de zomer (want dan is er relatief veel verdamping). Indien het klimaat dusdanig verandert dat deze gewassen hier niet tegen bestand zijn (bijvoorbeeld extra neerslag in de winter), is deze maatregel niet altijd houdbaar. Dit hangt af van de gewaskeuze. Het totaal potentieel areaal op lange termijn is 76.000 hectare met een jaarlijks hydrologisch effect van 58,5 miljoen m^3.

4.1 wateraanvoercapaciteit uitbreiden met maximaal 10 procent

Maatregel 4.1 betreft het uitbreiden van de wateraanvoercapaciteit vanuit het Hoofdwatersysteem om de waterbeschikbaarheid in het groeiseizoen te vergroten. Deze maatregel kan worden ingezet zolang er voldoende water in het Hoofdwatersysteem zit. Het maximum potentieel voor uitbreiding is een verhoging van de wateraanvoercapaciteit met 5,9 m^3/s.

9.3.4 *Maatregelen Hoofdwatersysteem*

HWS ON3 Aanpassing gemaal Eefde

De maatregel houdt in dat gemaal Eefde wordt aangepast zodat er langer vanuit de IJssel kan worden ingelaten ten behoeve van de gebruiksfuncties in het beheergebied. In de huidige situatie kan de wateraanvoer bij gemaal Eefde in een droge periode niet gegarandeerd worden doordat de waterstand van de IJssel te laag uitzakt voor het gemaal. Daarom worden nu in droge perioden tijdelijke pompinstallaties geplaatst bij gemaal Eefde om de wateraanvoer vanuit de IJssel naar het Twentekanaal te garanderen. Bij aanpassing van het gemaal zijn deze pompinstallaties niet meer nodig. Het potentiële effect van aanpassing van het gemaal is afhankelijk van de opvoerhoogte 20 tot 30 m^3/s extra aanvoer.

HWS IJM5 Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand

HWS-maatregel IJM5 vermindert de zoutindringing via de spui- en schutsluizen in de Afsluitdijk. Door zoutindringing treedt verzilting van het IJsselmeer op. Deze verzilting bedreigt de kwaliteit van de zoetwatervoorraad, o.a. voor drinkwatervoorziening. Het tegengaan van verzilting in de huidige situatie geeft een grote watervraag. De maatregel houdt in dat er constructieve maatregelen worden genomen om het lekken van zout water te verminderen, bijvoorbeeld door het vernieuwen van de spuisluisdeuren. De omvang van het effect is minimaal 50 procent vermindering van de doorspoelvraag bij Kornwerderzand. De doorspoelcapaciteit neemt daarmee af van 20 m^3/s naar 10 m^3/s. Het totaal potentieel hydrologisch effect voor alleen Kornwerderzand is 70,5 miljoen m^3, waarvan 4,5 miljoen m^3 ten gunste van de Hoge Zandgronden Oost komt.

De maatregel wordt het hele jaar ingezet zodat in de winter een goede uitgangssituatie wordt gerealiseerd voor een mogelijk watertekort en problemen rond het chloridegehalte tijdens de zomerperiode. De houdbaarheid van de maatregel wordt beïnvloed door verschillende factoren, zoals de snelheid van zeespiegelstijging, aanvoer naar het IJsselmeer (IJssel), effectiviteit van de maatregel, toename scheepvaart met als gevolg een hogere frequentie van schutten, wijze van uitvoering van de maatregel respectievelijk beheer en onderhoud.

9.4 BEOORDELING MAATREGELEN

Hoe kansrijk de maatregelen zijn, is bepaald via drie perspectieven: een kosteneffectiviteitsanalyse (KEA), een multicriteria-analyse (MCA) en een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). Per analyse is een beleidspakket samengesteld dat past bij dit perspectief.

9.4.1 *Kosteneffectiviteitsanalyse*

Individuele maatregelanalyse

De kosteneffectiviteitsanalyse vergelijkt de jaarlijkse kosten voor de maatregel met de hydrologische effectiviteit in het Deltascenario *Stoom 2050* omdat de werkopgave voor deze situatie is gedefinieerd (T20 voor oppervlaktewater en mix maatregelen, T2 voor grondwatermaatregelen), zie Tabel 52.

Tabel 52: overzicht kosteneffectiviteit Stoom 2050 van maatregelen fase 3 zoetwaterregio Hoge Zandgronden Oost

nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie Stoom 2050 (T20 OW en mix, T2 GW, in mln. m^3)	Ratio (€/m^3)
1	1.1	flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid	€ 0,12	20,62	€ 0,01
2	1.2	beekherstel en herprofilering	€ 1,71	17,44	€ 0,10
3	1.3a	vervanging van conventionele drainage door regelbare drainage	€ 3,15	1,24	€ 2,55
4	1.3b	verwijderen van conventionele drainage	€ 0,01	0,09	€ 0,16

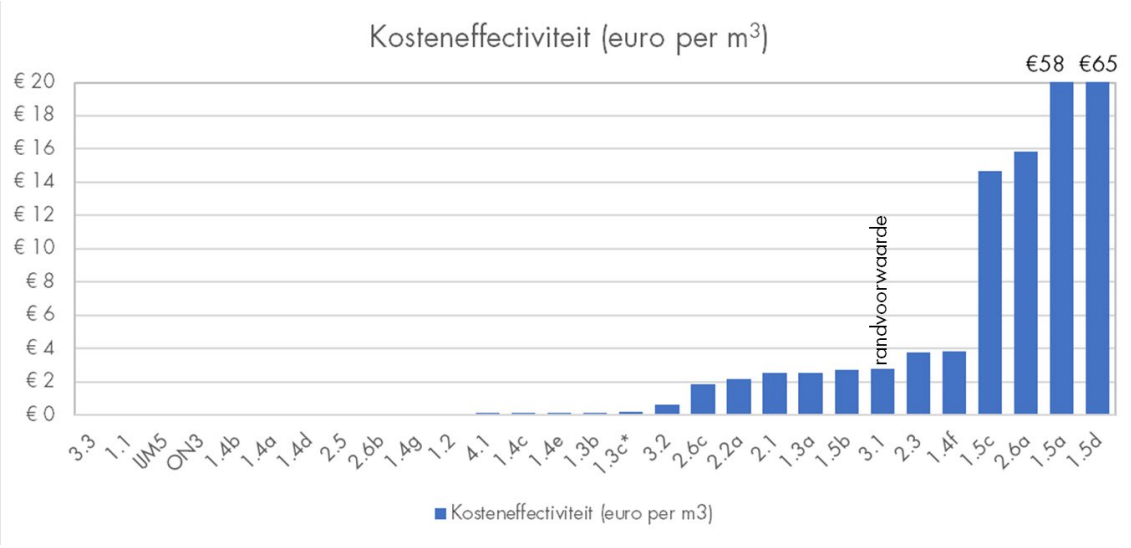
nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie Stoom 2050 (T20 OW en mix, T2 GW, in mln. m³)	Ratio (€/m³)
5	1.3c	onderwaterdrainage in veengebieden	€ 5,64	32,52[101]	€ 0,17
6	1.4a	sloten dempen	€ 0,30	11,12	€ 0,03
7	1.4b	sloten of greppels veron-diepen of afdammen	€ 0,15	8,08	€ 0,02
8	1.4c	greppels afsluitbaar maken	€ 0,52	4,47	€ 0,12
9	1.4d	duikers verhogen	€ 0,22	8,08	€ 0,03
10	1.4e	plaatsen van stuwen in de-tailwaterlopen	€ 1,16	8,08	€ 0,14
11	1.4f	aanleg infiltratiegreppels	€ 4,35	1,14	€ 3,82
12	1.4g	beperken oppervlakkige afstroming	€ 0,35	5,04	€ 0,07
13	1.5a	ondergronds infiltreren van afgekoppeld verhard op-pervlak	€ 43,85	0,75	€ 58,43
14	1.5b	klimaatrobuust inrichten openbare ruimte	€ 1,94	0,71	€ 2,73
15	1.5c	waterpartijen omvormen tot wadi's	€ 1,23	0,08	€ 14,66
16	1.5d	ontstenen van publiek ver-hard oppervlak	€ 6,98	0,11	€ 64,61
17	2.1	verbeteren bodemstructuur	€ 74,80	0,99	€ 2,52
18	2.2a	druppelirrigatie	€ 0,57	0,26	€ 2,14
19	2.3	water lokaal opvangen en opslaan als voorraad voor droge perioden	€ 1,66	0,44	€ 3,78
20	2.5	besparen drinkwater	€ 0,01	0,17	€ 0,04
21	2.6a	hergebruik regenwater	€ 5,82	0,37	€ 15,83
22	2.6b	hergebruik proceswater	€ 0,07	1,40	€ 0,05
23	2.6c	hergebruik RWZI-effluent	€ 5,76	3,10	€ 1,86
24	3.1	functie veranderen en ruimte voor water (rand-voorwaardelijk)	€ 2,66	0,95	€ 2,80
25	3.2	naaldbos omzetten naar minder verdampende vege-tatie	€ 2,13	3,32	€ 0,64

[101] Dit is saldo van 60,32 mln. m³ vermindering grondwatertekort en 27,80 mln. m³ hoger oppervlaktewatertekort.

nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie Stoom 2050 (T20 OW en mix, T2 GW, in mln. m³)	Ratio (€/m³)
26	3.3	landbouw omzetten naar minder verdampende vegetatie	€ 0,05	13,45	€ 0,00
27	4.1	wateraanvoercapaciteit uitbreiden met maximaal 10 procent	€ 0,33	3,06	€ 0,11
28	HWS ON3	aanpassing gemaal Eefde	€ 0,44	43,00	€ 0,01
29	HWS IJM5	verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	€ 0,43	70,50 (heel Nederland)	€ 0,01

Samenstelling kosteneffectief pakket

Om het kosteneffectief pakket samen te stellen, zijn alle maatregelen gesorteerd van kosteneffectief naar minder kosteneffectief (uitgedrukt in euro per m³ oplossend vermogen), zie Figuur 73. De maatregelen met de hoogste kosteneffectiviteit voor het invullen van de werkopgaven en die minder dan een halve euro per m³ kosten zijn de maatregelen van links tot maatregel 1.3c in Figuur 73. Maatregel 1.3c is een bijzondere maatregel. Het heeft een negatieve bijdrage aan het oplossen van het oppervlaktewatertekort, maar een positieve bijdrage aan het verhogen van de grondwaterstand.



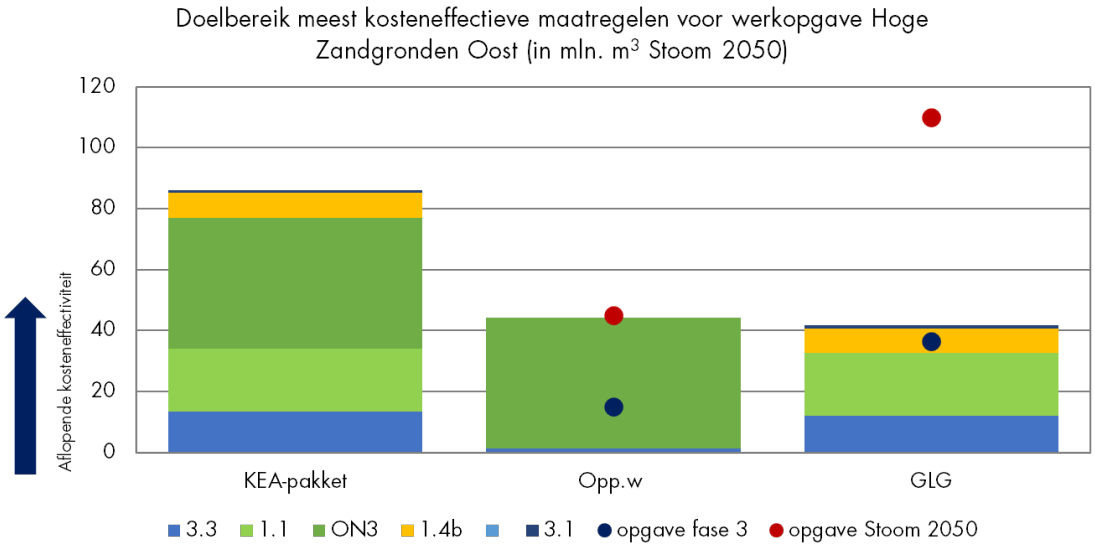
Figuur 73: sortering op basis van kosteneffectiviteit Stoom 2050 (* effect is saldo van bijdrage grondwater minus bijdrage oppervlaktewater)

Vervolgens is het pakket voor zowel de werkopgave oppervlaktewater als grondwater gevuld door van links naar rechts in Figuur 73 maatregelen te selecteren totdat de werkopgave voor fase 3 ingevuld is. Dit vormt het kosteneffectief pakket gebaseerd op de landelijke werkopgave. Verschillen in kosteneffectiviteit binnen de eerste groep maatregelen zijn erg klein.

Figuur 74 laat zien dat de werkopgave voor oppervlaktewater voor fase 3 met een maatregel (ON3 of IJM5+ON3) kan worden ingevuld. Kornwerderzand (IJM5) is kosteneffectiever dan ON3 als

de kosteneffectiviteit voor heel Nederland wordt beschouwd. Slechts een klein deel komt ten goede aan Hoge Zandgronden Oost. Voor deze zoetwaterregio is het doelbereik van IJM5 echter onvoldoende voor de werkopgave. Met maatregel ON3 kan de hele werkopgave voor fase 3 worden ingevuld. Daarom is deze maatregel geselecteerd.

De landelijke werkopgave voor grondwater kan ook makkelijk worden ingevuld. De zoetwaterregio Hoge Zandgronden Oost heeft echter een eigen zoetwateropgave gedefinieerd die veel hoger ligt. De regionale ambitie voor de Hoge Zandgronden Oost is om in gebieden zonder aanvoer 100 mm meer neerslag vasthouden. Dit komt neer op 1750 miljoen m^3 extra grondwater. Wanneer deze ambitie wordt gekozen, zijn aanvullende grondwatermaatregelen nodig. Deze kunnen aanvullend worden geselecteerd uit de nog niet geselecteerde maatregelen totdat bijvoorbeeld 583 miljoen m^3 (1/3 van 1750 miljoen m^3) wordt bereikt. Hiervoor zijn echter onvoldoende maatregelen grondwater en gecombineerde maatregelen beschikbaar. Voor gecombineerde maatregelen is verondersteld dat 10 procent van het doelbereik per maatregel ten goede komt voor vermindering van oppervlaktewatertekorten en 90 procent voor grondwatertekorten.[102] Het doelbereik van de aangedragen maatregelen is maximaal 110 miljoen m^3 grondwateraanvulling. De eigen ambitie is daardoor onhaalbaar tenzij deze of de capaciteit van maatregelen wordt aangepast of alternatieve maatregelen worden ingediend.



Figuur 74: samenstelling pakket op basis van kosteneffectiviteit en doelbereik (de eigen ambitie van regio voor grondwater is niet afgebeeld omdat die ver boven de andere opgaven en doelbereik ligt - 1750 miljoen m^3)

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op kosteneffectiviteit. Dan resulteert het pakket met het meeste doelbereik voor het beschikbare budget. [103]

[102] Inschatting zoetwaterregio Hoge Zandgronden Zuid tijdens regioronde en overgenomen voor Hoge Zandgronden Oost.

[103] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

9.4.2 *Multicriteria-analyse*

Individuele maatregelanalyse

De multicriteria-analyse vergelijkt de maatschappelijke scores van de maatregelen. Deze maatschappelijke score zijn een combinatie van gewogen scores voor de kwalitatieve criteria uit de vergelijkingssystematiek. Voor de weging wordt verwezen naar bijlage *Delphi-analyse en weegfactoren*. De scores op de subcriteria gebruiken een Likertschaal. Ook de toelichting van de Likertschaal is te vinden in de bijlagen.

De maatregelen met de hoogste maatschappelijk score zijn klimaatrobuust inrichten van openbare ruimte (1.5b) en beekherstel (1.2), zie Tabel 53. Een groot aantal zoetwatergebruiksfuncties en andere opgaven (niet gerelateerd aan zoetwater) profiteert van deze maatregelen.

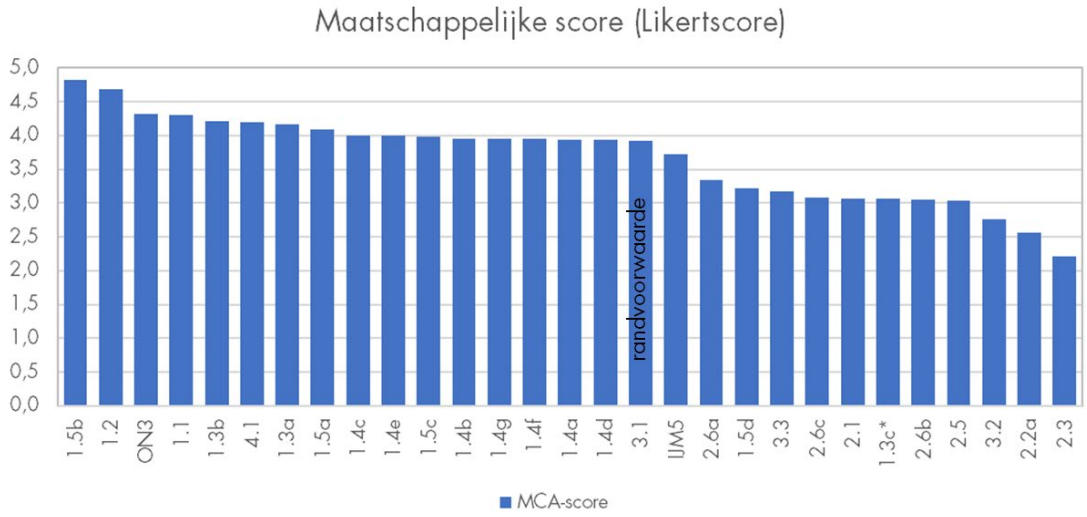
Tabel 53: overzicht maatschappelijke scores van maatregelen zoetwaterregio Hoge Zandgronden Oost (hoe hoger, hoe beter)

nr.	ID	Naam	Zoetwatergebruikers	Overige opgaven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-	Uitvoerings-risico's	Meekoppelkansen	Totaal
1	1.1	flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid	4	4	5	5	5	5	5	4,30
2	1.2	beekherstel en herprofilering	5	4	5	4	5	4	5	4,68
3	1.3a	vervanging van conventionele drainage door regelbare drainage	4	4	4	3	5	5	4	4,17
4	1.3b	verwijderen van conventionele drainage	4	4	3	3	5	5	5	4,21
5	1.3c	onderwaterdrainage in veengebieden	3	1	5	5	5	4	4	3,07
6	1.4a	sloten dempen	4	4	3	2	5	5	1	3,93
7	1.4b	sloten of greppels verondiepen of afdammen	4	4	3	3	5	5	1	3,95
8	1.4c	greppels afsluitbaar maken	4	4	5	3	5	5	1	3,99
9	1.4d	duikers verhogen	4	4	3	2	5	5	1	3,93
10	1.4e	plaatsen van stuwen in detailwaterlopen	4	4	5	3	5	5	1	3,99
11	1.4f	aanleg infiltratiegreppels	4	4	3	3	5	5	1	3,95
12	1.4g	beperken oppervlakkige afstroming	4	4	3	3	5	5	1	3,95
13	1.5a	ondergronds infiltreren van afgekoppeld verhard oppervlak	4	4	5	4	4	4	5	4,09

nr.	ID	Naam	Zoetwaterge-bruikers	Overige opga-ven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-	Uitvoerings-ri-sico's	Meekoppelkan-sen	Totaal
14	1.5b	klimaatrobuust inrichten openbare ruimte	5	5	5	3	5	4	5	4,82
15	1.5c	waterpartijen omvormen tot wadi's	4	3	5	4	5	4	5	3,98
16	1.5d	ontstenen van publiek ver-hard oppervlak	2	5	5	4	5	4	5	3,21
17	2.1	verbeteren bodemstructuur	2	4	5	5	5	4	5	3,07
18	2.2a	druppelirrigatie	2	3	4	2	2	5	1	2,56
19	2.3	water lokaal opvangen en opslaan als voorraad voor droge perioden	2	3	4	1	4	2	1	2,22
20	2.5	besparen drinkwater	3	3	5	5	5	2	3	3,04
21	2.6a	hergebruik regenwater	3	4	4	4	3	4	3	3,34
22	2.6b	hergebruik proceswater	3	3	5	3	3	3	3	3,04
23	2.6c	hergebruik RWZI-effluent	3	3	3	5	4	3	3	3,09
24	3.1	functie veranderen en ruimte voor water (rand-voorwaardelijk)	4	5	5	3	5	2	4	3,93
25	3.2	naaldbos omzetten naar minder verdampende vege-tatie	2	4	5	3	5	3	3	2,76
26	3.3	landbouw omzetten naar minder verdampende vege-tatie	3	3	5	4	4	3	4	3,18
27	4.1	wateraanvoercapaciteit uit-breiden met maximaal 10 procent	5	3	2	2	5	3	4	4,20
28	HWS ON3	aanpassing gemaal Eefde	5	4	3	5	4	2	5	4,32
29	HWS IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	4	4	1	1	5	4	1	3,72

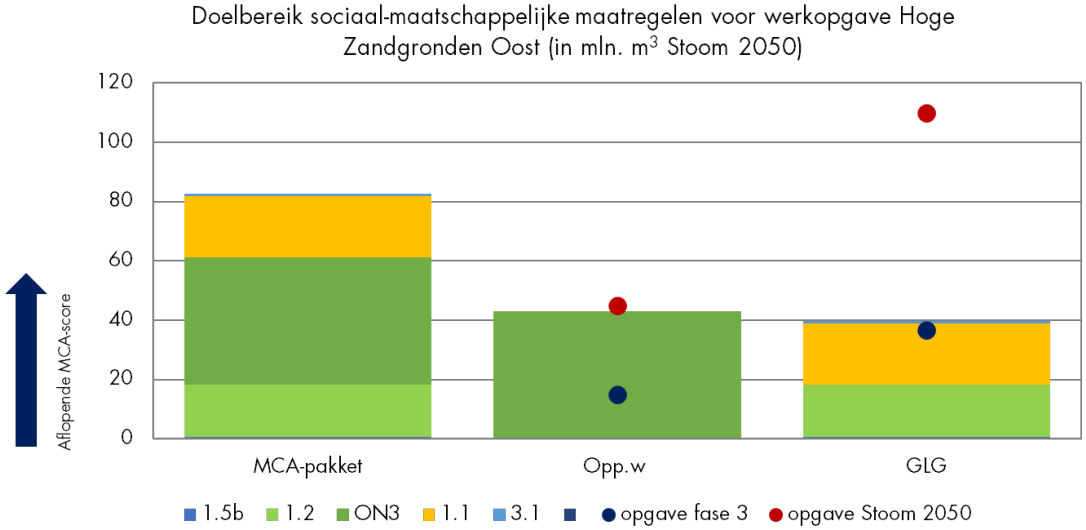
Samenstelling sociaal-maatschappelijk pakket

Om het sociaal-maatschappelijk pakket samen te stellen zijn alle maatregelen aflopend gesorteerd, zie Figuur 75.



Figuur 75: vergelijking maatschappelijke scores

Vervolgens is het pakket samengesteld net als bij het kosteneffectief pakket, zie Figuur 76. Een deel van het pakket komt overeen met het kosteneffectief pakket. Dit betreft de oppervlaktewatermaatregel gemaal Eefde (ON3), de maatregel flexibel peilbeheer (1.1) en de randvoorwaardelijke maatregel (3.1).



Figuur 76: samenstelling pakket op basis van maatschappelijke score en doelbereik(de eigen ambitie van regio voor grondwater is niet afgebeeld omdat die ver boven de andere opgaven en doelbereik ligt - 1750 miljoen m³)

Verschillen treden op in de overige geselecteerde grondwatermaatregelen. Dat zijn in dit perspectief maatregel klimaatrobuust inrichten openbare ruimte (1.5b) en beekherstel (1.2). Deze hebben hogere scores dan de grondwatermaatregelen die in het kosteneffectief pakket zijn geselecteerd, nl. 3.3 en 1.4b. Dit komt vooral door het grote aantal zoetwatergebruiksfuncties en andere opgaven (naast zoetwater) dat van deze maatregelen (1.5b en 1.2) profiteert en omdat kosten geen rol spelen. Maatregel 1.5b klimaatrobuust inrichten, heeft een klein doelbereik (0,7 miljoen m³) maar wel een hoge MCA-score. De MCA-score omvat geen correctie voor omvang doelbereik.

Ook bij de hogere weging van flexibiliteit, zoals toegelicht in paragraaf 5.2, blijft de maatregelselectie gelijk.

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op sociaal-maatschappelijke score. Dan resulteert het pakket met de hoogste sociaal-maatschappelijke score voor het beschikbare budget.[104]

9.4.3 *Kosten-batenanalyse*

Individuele maatregelanalyse

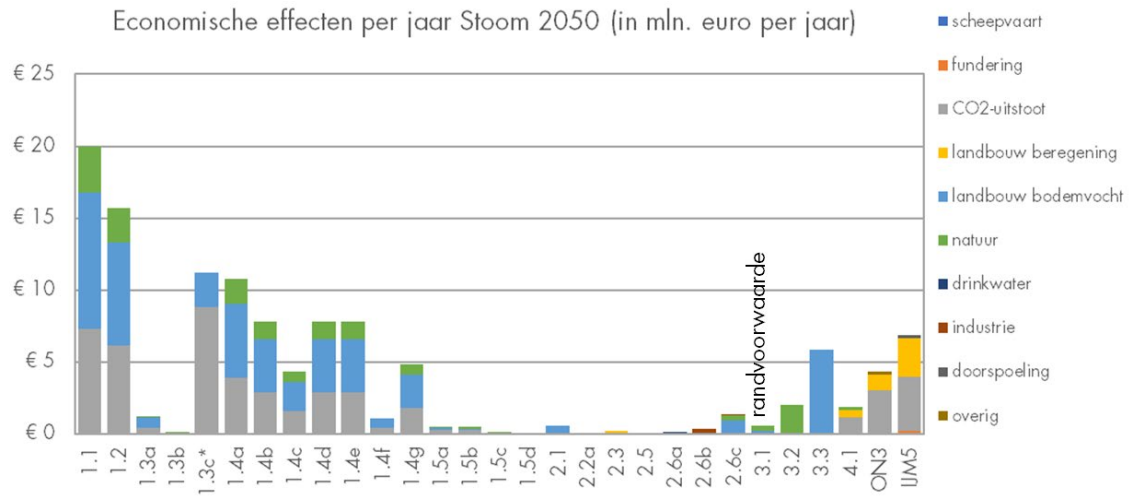
Of de maatregelen een positief of negatief welvaartseffect hebben, is bepaald door de hydrologische effecten te monetariseren en deze te vergelijken met de jaarlijkse kosten van de maatregel.

Voor het monetariseren zijn kentallen gebruikt die een m^3 tekortvermindering of een cm GLG-verhoging monetariseren in een besparing of vermindering van het droogterisico, waar nodig aangevuld met maatwerk. De geprognosticeerde hydrologische opbrengsten zijn daarvoor eerst toegewezen aan een of meer zoetwatergebruikers. Dit is nodig om de juiste kentallen te kunnen toepassen. De resulterende baten voor *Stoom 2050* zijn te zien in Figuur 77.

Er zijn geen effecten voor fundering (geen kental) of doorspoeling (zoetwaterregio is niet verzilt). De effecten voor de scheepvaart zijn niet gemonetariseerd (o.a. ON3). Dit komt omdat de effectmodule voor HWS-maatregelen andere indicatoren als input gebruikt dan waarvoor informatie is aangeleverd in Factsheets of waarvoor informatie in HKV-analyse staat. Dit veroorzaakt naar verwachting een beperkte onderschatting van de effecten. De grootste effecten betreffen op de Hoge Zandgronden Oost de effecten op veenoxidatie en CO_2-uitstoot en verbetering van bodemvocht voor de landbouw en natuur. Hierbij is natschade echter niet meegenomen in de gebruikte kentallen. De vermindering van de beregeningstekorten voor de landbouw is relatief klein.

Er zijn nauwelijks effecten voor drinkwatervoorziening en industrie. Dit komt door het beperkte aantal maatregelen dat hierop gericht is en het beperkte doelbereik van deze maatregelen. 'Overig' bevat bij ON3 inkomsten uit verkoop van elektriciteit.

[104] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.



Figuur 77: berekende baten van hydrologische effecten in Stoom 2050

Voor de *Referentie* liggen de baten over het algemeen lager dan in *Stoom 2050*. Bij een gelijke weging van het *Referentie*-scenario en *Stoom 2050* is de verhouding tussen baten en kosten (baten-kostenverhouding B/K) in 2034 groter dan 1 (= positief) voor een groot aantal maatregelen (zie zevende kolom in Tabel 54). Kolom acht bevat het saldo van niet gemonetariseerde kwalitatieve effecten voor zoetwatergebruiksfuncties en overige opgaven/koppelkansen. Voor maatregelen waarvan de baten-kostenverhouding net onder de 1 ligt, kan dit saldo ervoor zorgen dat de maatregel toch positief wordt beoordeeld.

Maatregel 1.3c onderwaterdrainage veengebieden heeft een negatieve bijdrage aan het oplossen van het oppervlaktewatertekort, maar een positieve bijdrage aan het verhogen van de grondwaterstand. Het gemonetariseerde saldo van kosten en baten is in 2034 nog net niet positief. In *Stoom 2050* heeft de maatregel veel hogere baten dan in *Referentie*. Ook zijn er positieve kwalitatieve effecten voor natuur/waterkwaliteit en drinkwatervoorziening. Hierdoor wordt de verwachtingswaarde van het saldo binnen fase 4 al positief. Deze maatregel wordt daarom ook als positief aangemerkt, zie Tabel 54.

Maatregel 3.2 naaldbos omzetten heeft naast gemonetariseerde effecten (B/K saldo 0,9) ook positieve effecten op ruimtelijke adaptatie die nog niet in euro's uitgedrukt zijn. Deze maatregel wordt daarom ook als positief aangemerkt.

Opgemerkt moet worden dat de zoetwaterregio het doelbereik van de maatregelen qua grondwater in effect op de voorjaarsgrondwaterstand heeft aangeleverd. Dit is niet hetzelfde als de gemiddeld laagste grondwaterstand, maar wel zo gebruikt in de berekeningen. Het effect op de GLG kan mogelijk zo'n 30 procent minder zijn waardoor de economische effecten ook 30 procent lager uitvallen. Voor de meeste doorgerekende grondwatermaatregelen maakt dit geen verschil voor de uitkomst; 70 procent van baten-kostenverhouding van deze maatregelen is nog steeds groter dan 1. Het saldo blijft dus positief. Bijvoorbeeld maatregel 1.1 heeft baten-kostenverhouding van € 141 in 2034. 70 procent hiervan ligt nog ver boven de 1.

Tabel 54: overzicht van kosten en baten van maatregelen zoetwaterregio Hoge Zandgronden Oost

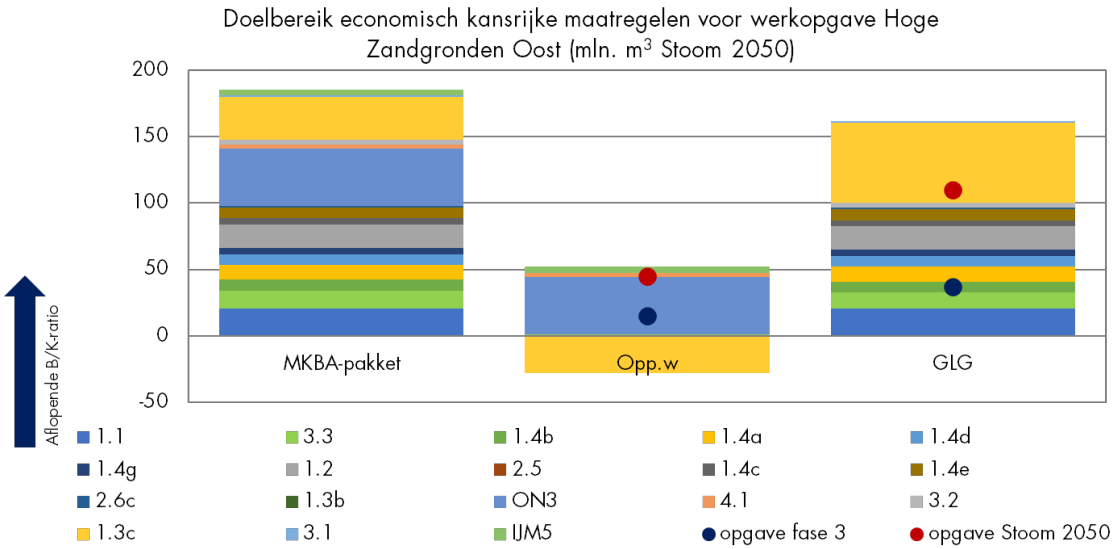
nr.	ID	Naam	Kosten per jaar	B/K Referentie	B/K Stoom 2050	B/K Effect 2034	Kwalitatief	Oordeel
1	1.1	flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschik-baarheid	€ 0,12	134	162	141	++++	pos
2	1.2	beekherstel en herprofile-ring	€ 1,71	7,39	9,18	7,86	5+	pos
2	1.3a	vervanging van conventio-nele drainage door regel-bare drainage	€ 3,15	0,31	0,38	0,33	++++	neg
4	1.3b	verwijderen van conventio-nele drainage	€ 0,01	5,10	6,20	5,38	5+	pos
5	1.3c	onderwaterdrainage in veengebieden	€ 5,64	0,55	1,99	0,92	++	pos (kwal)
6	1.4a	sloten dempen	€ 0,30	29,9	36,3	31,5	+++	pos
7	1.4b	sloten of greppels veron-diepen of afdammen	€ 0,15	43,0	52,3	45,4	+++	pos
8	1.4c	greppels afsluitbaar maken	€ 0,52	6,87	8,35	7,25	+++	pos
9	1.4d	duikers verhogen	€ 0,22	29,8	36,2	31,5	+++	pos
10	1.4e	plaatsen van stuwen in de-tailwaterlopen	€ 1,16	5,56	6,76	5,87	+++	pos
11	1.4f	aanleg infiltratiegreppels	€ 4,35	0,21	0,25	0,22	++++	neg
12	1.4g	beperken oppervlakkige afstroming	€ 0,35	11,4	13,8	12,0	+++	pos
13	1.5a	ondergronds infiltreren van afgekoppeld verhard op-pervlak	€ 43,9	0,01	0,01	0,01	5+	neg
14	1.5b	klimaatrobuust inrichten openbare ruimte	€ 1,94	0,18	0,24	0,20	6+	neg
15	1.5c	waterpartijen omvormen tot wadi's	€ 1,23	0,03	0,05	0,03	+++	neg
16	1.5d	ontstenen van publiek ver-hard oppervlak	€ 6,98	0,01	0,00	0,01	+++	neg
17	2.1	verbeteren bodemstructuur	€ 2,49	0,27	0,24	0,26	++	neg
18	2.2a	druppelirrigatie	€ 0,57	0,15	0,17	0,16	geen	neg
19	2.3	water lokaal opvangen en opslaan als voorraad voor droge perioden	€ 1,66	0,12	0,11	0,12	geen	neg
20	2.5	besparen drinkwater	€ 0,01	7,26	7,63	7,36	+	pos

nr.	ID	Naam	Kosten per jaar	B/K Referentie	B/K Stoom 2050	B/K Effect 2034	Kwalitatief	Oordeel
21	2.6a	hergebruik regenwater	€ 5,82	0,02	0,02	0,02	++	neg
22	2.6b	hergebruik proceswater	€ 0,07	5,60	5,60	5,60	++	pos
23	2.6c	hergebruik RWZI-effluent	€ 5,76	0,23	0,23	0,23	geen	neg
24	3.1	functie veranderen en ruimte voor water (rand-voorwaardelijk)	€ 2,66	0,23	0,22	0,23	5+	neg
25	3.2	naaldbos omzetten naar minder verdampende vege-tatie	€ 2,13	0,92	0,96	0,93	+	pos (kwal)
26	3.3	landbouw omzetten naar minder verdampende vege-tatie	€ 0,05	107	112	108	++	pos
27	4.1	wateraanvoercapaciteit uit-breiden met maximaal 10 procent	€ 0,33	2,01	5,66	2,95	++++	pos
28	HWS ON3	aanpassing gemaal Eefde	€ 0,44	2,60	9,69	4,42	9+	pos
29	HWS IJM5	realisatie verminderen zout-indringing schutsluizen Kornwerderzand	€ 0,43	1,64	15,9	5,30	6+	pos

Samenstelling economisch kansrijk pakket

De samenstelling van het economisch kansrijk pakket vraagt geen aanvullende analyse. Alle maat-regelen die hiervoor als positief beoordeeld zijn, komen in dit pakket tenzij ze hetzelfde probleem oplossen, zie Figuur 78. Hoewel maatregel 3.1 los geen positief saldo heeft, is deze wel aan dit pakket toegevoegd omdat de maatregel randvoorwaardelijk is voor andere maatregelen met een positief kosten-batensaldo.

De grondwatermaatregelen moeten om te voorkomen dat ze hetzelfde probleem oplossen op ver-schillende locaties worden toegepast en niet gestapeld. Doordat op de Hoge Zandgronden Oost een programma-aanpak wordt gevolgd en de exacte locaties van maatregelen niet vooraf bekend zijn, is het voorkomen van stapeling (het toepassen van meerdere maatregelen op dezelfde locatie) een randvoorwaarde. Zonder uitvoering van maatregel 1.3c lossen de oppervlaktewatermaatrege-len deels hetzelfde tekort op en kan het totale doelbereik overschat zijn. Als er veel extra opper-vlaktewater nodig is om het waterpeil in de veengebieden te verhogen dan bieden de beschikbare maatregelen hiervoor de extra capaciteit.



Figuur 78: samenstelling pakket op basis van positief kosten-batensaldo(de eigen ambitie van regio voor grondwater is niet afgebeeld omdat die ver boven de andere opgaven en doelbereik ligt - 1750 miljoen m³)

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op baten-kostenverhouding. Dan resulteert het pakket met de hoogste maatschappelijke baten voor het beschikbare budget. [105]

9.4.4 *Vergelijking pakketten*

De vergelijking van de drie pakketten laat in totaal drie verschillende uitkomsten zien, zie Tabel 55. Er is bij de selectie van de pakketten geen rekening gehouden met verdeling van tekorten over functies en deelregio's. Om de werkopgave overal in te vullen zouden meer maatregelen geselecteerd kunnen worden. Bovendien is de regionale ambitie veel groter dan de landelijke gedefinieerde werkopgave.

Het kosteneffectief pakket en het sociaal-maatschappelijk pakket hebben beide een klein aantal maatregelen. Dit komt door de kleinere landelijke werkopgave. De regionale zoetwaterambitie kan echter niet ingevuld worden als alle grondwatermaatregelen worden geselecteerd. Zou de zoetwaterregio kiezen voor de eigen ambitie, dan zouden volgens de gebruikte aanpak zowel het kosteneffectief als sociaalmaatschappelijk pakket alle grondwatermaatregelen bevatten. Dan nog kan de regionale zoetwateropgave niet volledig worden ingevuld.

Het economisch kansrijk pakket bevat meer grondwatermaatregelen dan de andere pakketten. Met deze maatregelen kan meer, maar nog steeds onvoldoende om de regionale ambitie voor 2040 te halen. De opgegeven maatregelen hebben gezamenlijk te weinig doelbereik. Het totale doelbereik op grondwater dekt slechts 6 procent van de regionale zoetwaterambitie (voor 2040).

[105] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

Tabel 55: vergelijking samenstelling maatregelenpakketten zoetwaterregio Hoge Zandgronden Oost (no-regret dikgedrukt)

	Kosteneffectief pakket (KEA)	Sociaal maatschappelijk pakket (MCA)	Economisch kansrijk pakket (MKBA)
Oppervlaktewater-maatregelen	**HWS ON3: gemaal Eefde**	**HWS ON3: gemaal Eefde**	**HWS ON3: gemaal Eefde** 4.1: aanvoercapaciteit +10 procent (HWS IJM5 Kornwerderzand)[106]
Grondwatermaatregelen	**1.1: flexibel peilbeheer** 1.4b: sloten/greppels verondiepen (**3.1 randvoorwaarde**)	1.5b: klimaatrobuust inrichten 1.2: beekherstel **1.1: flexibel peilbeheer** **(3.1 randvoorwaarde)**	**1.1: flexibel peilbeheer** 1.4b: sloten/greppels verondiepen 1.4a: sloten dempen 1.4d: duikers verhogen 1.4g: beperken afstroming 1.2: beekherstel 1.4e: plaatsen stuwen 1.4c: greppels afsluitbaar 2.6b: hergebruik RWZI water 1.3b: weghalen conv. drainage 1.3c: onderwaterdrainage veengebied 3.2: naaldbos omzetten (kwalitatief) **(3.1 randvoorwaarde)**
Mix grondwater en oppervlaktewater	3.3: omzetten landbouw (< verdamping)		3.3: omzetten landbouw (< verdamping) 2.5 besparen drinkwater
Doelbereik (werkopgave) in mln. m^3)	97	83	181
Investering (mln. euro, exclusief risico-opslagen)	€ 153,3	€ 237,3	€ 356,8
Jaarlijkse kosten (mln. euro/jaar)	€ 3,7	€ 6,9	€ 15,8
Jaarlijkse baten 2034 mln. euro/jaar)	€ 41,7	€ 33,7	€ 85,2

De maatregelen gemaal Eefde (ON3), flexibel peilbeheer (1.1) en de randvoorwaardelijke maatregel (3.1) komen in alle pakketten voor. Ze kunnen beschouwd worden als no-regret-maatregelen: maatregelen die in alle perspectieven zinvol zijn. Doordat op basis van het kosteneffectief perspectief en sociaal-maatschappelijk perspectief andere en een beperkt aantal grondwatermaatregelen zijn geselecteerd, zijn er geen grondwatermaatregelen behalve de randvoorwaardelijke die in alle perspectieven voorkomen.

[106] Kornwerderzand (IJM5) heeft een positief kosten-batensaldo op landelijke schaal, maar niet voor enkel de Hoge Zandgronden Oost. De maatregel is daarom niet meegeteld.

Maatregel sloten/greppels verondiepen (1.4b) en beekherstel (1.2) scoren wel relatief goed doordat ze een positief kosten-batensaldo hebben en in een van beide andere perspectieven voorkomen.

De doorlooptijd voordat maatregelen effect hebben, is voor sommige maatregelen langer dan fase 3. In 2034 is het effect nog niet gerealiseerd voor: verbeteren bodemstructuur (2.1) en 3.2 naaldbos omzetten naar minder verdampende vegetatie (3.2). Deze maatregelen vragen meer doorlooptijd.

Het effect op de landbouw van alle maatregelen tezamen[107] is substantieel en geschat op 50,8 miljoen euro in *Stoom 2050*. Het effect op de landbouw van alle maatregelen uit het economisch kansrijk pakket is 47,1 miljoen euro in *Stoom 2050*. Dit betreft bijna het gehele droogterisico (91 procent van 52 miljoen euro per jaar). Het gemodelleerde droogterisico van de landbouw is echter onderschat doordat enkele modeluitgangspunten niet worden herkend door de zoetwaterregio en de nieuwe klimaatscenario's de knelpunten vergroten. Aandachtspunt is dat het effect op de natschade niet is meegeteld in zowel de economische effecten van de maatregelen als het klimaatrisico.

Van de berekende CO_2-uitstoot (546 miljoen euro per jaar in *Stoom 2050*), wordt 42,4 miljoen euro per jaar bespaard als alle economisch kansrijke maatregelen worden uitgevoerd. Bij selectie van een van de andere pakketten ligt het aantal maatregelen lager en is de reductie van het droogterisico dus ook kleiner.

Maatregelen in Hoge Zandgronden Oost lijken over het algemeen goed houdbaar. Alleen maatregelen ON3, 4.1 en 1.3c vragen meer aanvoer van oppervlaktewater. Het tekort kan hierdoor elders worden vergroot (verdelingsvraag).

[107] Exclusief IJM5 omdat de baten daarvan vooral buiten de Hoge Zandgronden Oost vallen.

HOOFDSTUK 10 HOGE ZANDGRONDEN ZUID

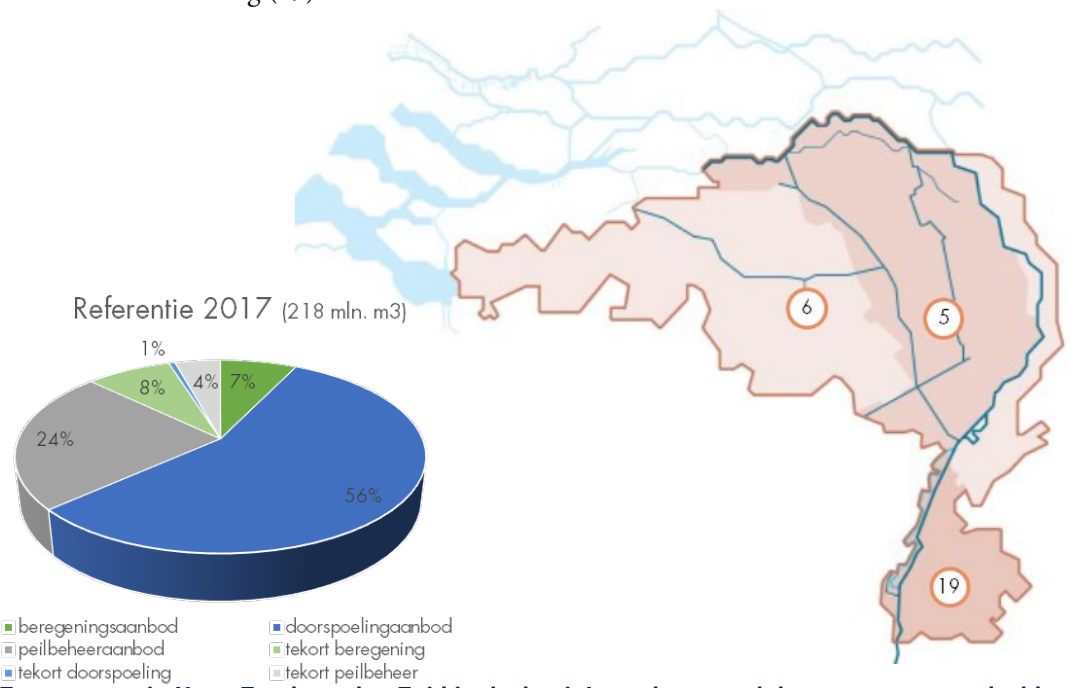
Dit hoofdstuk gaat in op de zoetwaterregio Hoge Zandgronden Zuid. Achtereenvolgens worden de volgende onderwerpen toegelicht:

1. De ontwikkelingen bij het nulalternatief in de verschillende Deltascenario's,
2. De werkopgave voor fase 3,
3. De beoordeelde maatregelen gericht op het beperken en voorkomen van watertekorten,
4. De individuele beoordeling van de maatregelen op kosteneffectiviteit, maatschappelijke waarde en het welvaartseffect,
5. De samengestelde beleidspakketten.

10.1 NULALTERNATIEF

De zoetwaterregio Hoge Zandgronden Zuid bestaat uit drie deelregio's (zie Figuur 49):

- Hoge Zandgronden Zuid met aanvoer (5)
- Hoge Zandgronden Zuid zonder aanvoer (6)
- Zuid-Limburg (19)



Figuur 79: Zoetwaterregio Hoge Zandgronden Zuid in deelregio's en de oppervlaktewatervraag verdeeld over levering en tekort (BP2018 excl. Maas - levering plus tekort is gelijk aan vraag)

10.1.1 *Uitdagingen en regionale watervraag*[108]

De zoetwaterregio Hoge Zandgronden Zuid beschikt over een watersysteem dat grotendeels neerslagafhankelijk is en slechts voor een beperkt deel gebruik kan maken van wateraanvoer uit de Maas. Voor het voorzien in de watervraag van landbouw, drinkwater en industrie wordt water onttrokken uit grond- of oppervlaktewater. Het regionale watersysteem heeft daarnaast een eigen watervraag door verdamping en wegzijging.[109]

Aangezien de mogelijkheden voor onttrekkingen uit oppervlaktewater in grote delen van de regio beperkt zijn, wordt het meeste water geleverd vanuit grondwatervoorraden. Het tekort uit beregening grondwater komt daardoor bovenop de beregeningstekorten berekend voor beregening uit oppervlaktewater.

Gebieden met beperkte aanvoermogelijkheden

Een deel van de regio, met name het gebied van en rondom de Midden-Limburgse en Noord-Brabantse kanalen, heeft in beperkte mate toegang tot wateraanvoer vanuit de Maas. Via Panheel wordt water aangevoerd dat vervolgens wordt verdeeld via de Noordervaart, de Zuid-Willemsvaart en het Wilhelminakanaal. Vanuit dit systeem kan in beperkte mate wateraanvoer plaatsvinden naar delen van de beheersgebieden van Waterschap Aa en Maas en Waterschap Limburg, waaronder de natuurgebieden van de Peel.

In Limburg is veel oppervlaktewater gebruikende industrie gevestigd. Bij Heel haalt WML water uit het Lateraalkanaal voor drinkwaterproductie. Daarnaast vindt op de Maas vrachtvervoer over water plaats.

Gebieden zonder aanvoermogelijkheden

Een groot deel van de Hoge Zandgronden Zuid kent geen aanvoermogelijkheden en is daardoor grotendeels afhankelijk van neerslag en grondwater.

De landbouw vormt in het groeiseizoen tijdens droogte de grootste watervrager in de regio. Jaarrond zijn de drinkwaterbedrijven de grootste grondwatergebruikers, gevolgd door landbouw en industrie. De watervraag wordt grotendeels voorzien uit grondwater. In vrij-afwaterende delen vindt peilbeheer plaats door middel van stuwen.

Zuid-Limburg als specifieke deelregio

Binnen het Deltaprogramma Zoetwater valt ook de deelregio Zuid-Limburg onder de Hoge Zandgronden Zuid. Dit gebied kent eveneens geen aanvoer vanuit het Hoofdwatersysteem.

Zuid-Limburg is niet opgenomen in de zoetwateropgave, omdat de grondwaterstanden hier zodanig laag zijn dat droogteschade door te lage grondwaterstanden niet direct optreedt. Het bodemvocht in de wortelzone wordt niet vanuit het grondwater gevoed, maar alleen door neerslag. De zoetwateropgave in dit gebied richt zich vooral op waterkwaliteit.

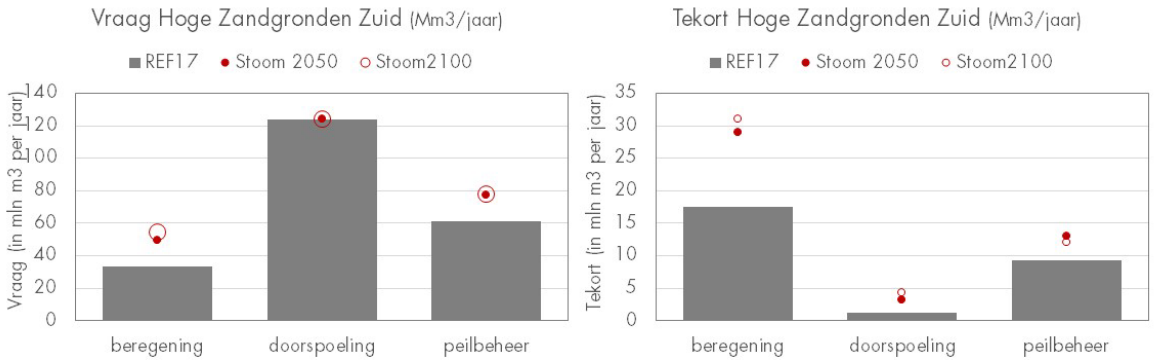
[108] Samenvatting van regio-input van zoetwaterregio Hoge Zandgronden Zuid in HydroLogic, Aanvullende inzichten DPZW regio's werkopgave zoetwater - DEFINITIEF 22-04-2025

[109] Bij lage waterstanden zakt het grondwater in omliggende gebieden mee.

10.1.2 *Knelpunten en ontwikkeling*

Knelpunten basisprognoses 2018 (BP2018)

De grootste oppervlaktewatervrager in gebieden met aanvoer is doorspoeling (zie Figuur 80).



Vraag	Beregening	Doorspoe-ling	Peilbeheer	Tekort	Beregening	Doorspoe-ling	Peilbeheer
Referentie	33	124	61	Referentie	17,5	1,3	9,3
Stoom 2050	50	124	78	Stoom 2050	29,0	3,1	13,0
Stoom 2100	55	124	78	Stoom 2100	31,1	4,3	12,1

Figuur 80: oppervlaktewatervraag en -tekorten Hoge Zandgronden Zuid per scenario (miljoen m³, BP2018 excl. correctie Maas, schaal verschilt tussen linker en rechter afbeelding)

Het risico in dit gebied is het grootst voor de landbouw. Op de Hoge Zandgronden Zuid met aanvoer van oppervlaktewater treden gemiddeld nu al grote tekorten op voor beregening en peilbeheer (zie Figuur 80). In de scenario's *Stoom* nemen met name de beregeningsvraag en beregeningstekorten toe. Het jaarlijks tekort volgens de basisprognoses 2018 in *Referentie* bedraagt in totaal 28 miljoen m³ en neemt toe tot 45 miljoen m³ in *Stoom 2050* en 47 miljoen m³ in 2100.

Afname van de rivierafvoeren en het vaker voorkomen van extreem laag water veroorzaken knelpunten voor de scheepvaart en deze veranderingen werken door in de aanvoermogelijkheden vanuit de Maas naar de regio. Een grotere kans van voorkomen van (extreem) lage Maasafvoeren leidt ook tot een groter risico op tekorten in de regio Hoge Zandgronden Zuid voor het gebied met wateraanvoer vanuit de Maas.

Deze tekorten hebben gevolgen voor het droogterisico in dit gebied. Zonder het tegengaan hiervan veroorzaakt dit schade voor verschillende zoetwatergebruiksfuncties, zoals funderingsschade, verdroging van natuur en landbouwschade en op veen- en moerige gronden extra CO_2-uitstoot.

Het jaarlijks droogterisico voor de landbouw in de *Referentie* is 39 miljoen euro. In *Stoom 2050* is het droogterisico in totaal 77 miljoen euro en neemt toe tot 111 miljoen euro in *Stoom 2100*, Tabel 56. Voor de berekening zie Hoofdstuk 4.

Tabel 56: economisch risico (BP2018) in miljoen euro (zie voor methode en resultaat per deelregio hoofdstuk 4)

In mln. euro	Referentie	Stoom 2050	Stoom 2100
Landbouwrisico	€ 39 per jaar	€ 77 per jaar	€ 111 per jaar
Scheepvaartrisico	p.m.	p.m.	p.m.
CO_2-uitstoot volgens WLO-scenario Hoog Snel[110])	€ 20 per jaar (in 2017)	€ 55 per jaar	€ 168 per jaar
Funderingsrisico in 2050	€ 443 eenmalig (incl. veroudering in 2050)	€ 469 eenmalig	Niet bepaald

De extra funderingsrisico's door klimaatverandering bedragen 26 miljoen euro in *Stoom 2050* ten opzichte van *Referentie* (eenmalige investering). De gemonetariseerde CO_2-uitstoot neemt toe van 20 miljoen euro in de *Referentie* naar 55 miljoen euro in *Stoom 2050* en 168 miljoen euro in *Stoom 2100*.

De toename van het droogterisico door klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen (contante waarde *Stoom – Referentie*) is het grootst voor de landbouw. Dit is meer dan 100 maal zo hoog als de toename van het funderingsrisico en 2,3 maal zo hoog als de toename van het effect van de CO_2-uitstoot, zie Tabel 57. In de *Referentie* is het droogterisico door CO_2-uitstoot het hoogst. Dit is echter maar voor een deel door het Deltaprogramma Zoetwater te beperken.

Tabel 57: contante waarde economisch risico (BP2018) in miljoen euro, basisjaar 2028, discontovoet 2,25%

Contante waarde 2028	Referentie	Stoom	Verschil risico
Landbouwrisico	€ 1.550	€ 3.217	€ 1.667
Scheepvaartrisico	p.m.	p.m.	p.m.
CO_2-uitstoot	€ 2.406	€ 3.123	€ 717
Funderingsrisico	€ 272	€ 287	€ 16
Totaal contante waarde	€ 4.228	€ 6.628	€ 2.400

Voor de industrie is het risico in *Stoom* begroot op ongeveer 0,7 miljoen euro per jaar (fase 2). Het droogterisico voor de drinkwatersector is destijds begroot op minder dan 0,1 miljoen euro per jaar (fase 2). Het droogterisico voor de scheepvaart door laagwater in de Maas is beperkt door het lagere volume dat wordt vervoerd over de Maas in vergelijking met de Rijntakken en doordat de Maas gestuwd is. Het risico bestaat met name uit extra wachttijden bij de stuwen, die minder vaak zullen schutten om het water langer vast te houden.

In de meeste gebieden zonder aanvoer dalen de zomergrondwaterstanden als gevolg van meer verdamping en toename van onttrekkingen voor beregening, drinkwater en industrie. De grootste dalingen concentreren zich rond onttrekkingspunten voor drinkwater.

[110] Per Welvaart- en Leefomgevingsscenario (WLO) van PBL gelden er andere CO_2-prijzen. In dit geval is gekozen voor het WLO-scenario Hoog Snel.

Duiding verschil de basisprognoses 2018 en nieuwe inzichten o.b.v. KNMI'23 (uit HydroLogic[111])

Voor de regio Hoge Zandgronden Zuid (met en zonder aanvoer) wordt geconcludeerd dat de zoetwateropgave toeneemt ten opzichte van het beeld uit de basisprognoses 2018, hoofdzakelijk voor grondwater en in mindere mate voor het oppervlaktewater. Dit komt hoofdzakelijk door de volgende ontwikkelingen:

Toename van het neerslagtekort

In *Stoom 2050* is er een neerslagtekort die kan oplopen tot 19 procent (KNMI'23 t.o.v. KNMI'14 scenario's), en voor *Stoom 2100* een toename die kan oplopen tot 42 procent (toename afhankelijk van herhalingstijd). Er wordt aangenomen dat deze toename grotendeels doorwerkt in de watervraag voor peilhandhaving en beregening, alsook in de grondwaterstanden (verdere daling).

De zoetwateropgave is breder dan het beeld dat met grondwater wordt weergegeven. Zowel in gebieden met als zonder wateraanvoer gaat het ook om voldoende afvoer in de beken, het voorkomen van droogval en herstel van de kwelstromen ten behoeve van de natuurgebieden. Bovendien is de ontwikkeling naar een robuust veerkrachtig watersysteem gericht op zowel bestand zijn tegen droge als natte omstandigheden als gevolg van klimaatverandering.

Verandering in het beregend areaal landbouwgrond

Vaker voorkomende droogte en omschakeling naar andere gewassen, waaronder intensivering van teelten, leiden tot een toename van de watervraag voor beregening. Deze grotere beregeningsvraag vindt grotendeels uit grondwater plaats. Daarnaast wordt het beregende areaal uit de basisprognoses 2018 door de regio niet herkend, doordat in de beregeningskaarten in de basisprognoses 2018 een relatief groot deel van de beregeningsvraag uit oppervlaktewater plaatsvond, terwijl in de praktijk de beregening in de regio grotendeels uit grondwater plaatsvindt. Het tekort dat in de zoetwateropgave is berekend voor beregening uit oppervlaktewater is overschat. De verwachting is dat de toename van onttrekkingen uit grondwater voor beregening zal resulteren in verdere daling van de GLG.

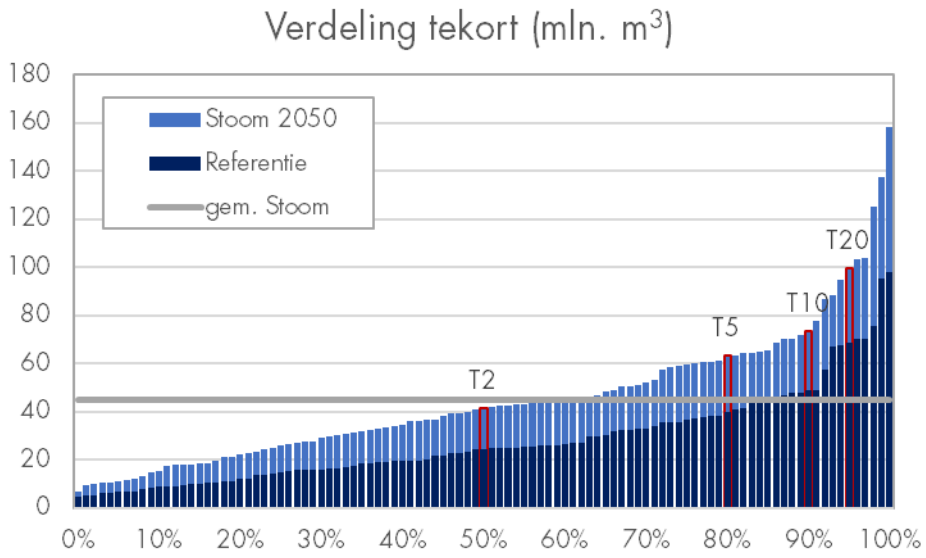
10.2 WERKOPGAVE HOGE ZANDGRONDEN ZUID

Oppervlaktewater

De werkopgave is gelijk aan het zoetwatertekort in een T20 jaar[112] in *Stoom 2050*. Deze werkopgave is bepaald door de 100-jarige reeks voor *Stoom 2050* op de hoogte van het tekort te sorteren, zie Figuur 81.

[111] HydroLogic, Aanvullende inzichten uit DPZW regio's op werkopgave zoetwater, april 2025

[112] Het 'T20 jaar' is het jaar met een tekort dat eens per 20 jaar voorkomt, oftewel 5% van jaren heeft hoger tekort en 95% lager tekort. Het T20 punt is bepaald voor het totale watertekort per deelregio, dat wil zeggen tekorten voor beregening, doorspoeling en peilbeheer opgeteld.



Figuur 81: oppervlaktewatervraag en -tekorten Hoge Zandgronden Zuid per scenario (BP2018 – dus zonder correcties zoetwaterregio, gemiddelde waarde > T2)

Vervolgens is het tekort afgelezen dat hoger is dan het tekort van 95 procent van de jaren en lager dan 5 procent van de overige jaren. Voor de Hoge Zandgronden Zuid komt de werkopgave voor 2050 van 100 miljoen m³ ongeveer overeen met het tekort in 1959 aangepast voor de klimaat en sociaaleconomische omstandigheden in *Stoom 2050*. Voor de komende fase 3 betekent dit een werkopgave voor oppervlaktewater van 33 miljoen m³ (1/3 deel van het tekort in *Stoom 2050*), zie Tabel 58. Dit tekort is mogelijk overschat omdat er volgens de regio minder vanuit oppervlaktewater wordt beregend maar vooral vanuit grondwater.

Bovenop deze tekorten en de werkopgave is in overleg met het landelijk analyseteam de werkopgave voor de Maas toegevoegd. Dit levert een verhoging van de werkopgave oppervlaktewater met 20 miljoen m³ op.

Tabel 58: tekorten bij herhalingstijd T20 en het gemiddelde tekort (inclusief correctie zoetwaterregio)

	Deelregio's	Gem. tekort in mln. m³			T20 tekort in mln. m³			werkop-gave
		REF	Stoom 2050	Stoom 2100	REF	Stoom 2050	Stoom 2100	
5	Hoge Zandgronden Zuid met aanvoer	16,4	26,2	28,4	37,5	58,8	51,9	20
6	Hoge Zandgronden Zuid zonder aanvoer	11,6	18,9	19	30,7	40,6	34,6	14
19	Zuid Limburg	0	0	0	0,0	0,1	0,1	0
	Aanvulling Maas HWS	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.	59	p.m.	20
	Totaal Hoge Zandgronden Zuid	28 + Maas	45 + Maas	47 + Maas	120 + Maas	100 +59 Maas	87+ Maas	33 + 20 Maas

* Voor de Maas zelf zijn geen oppervlaktewatertekorten bepaald, in overleg met opdrachtgever is voor de werkopgave (T20 Stoom) wel een inschatting gemaakt van het tekort. Dit bedraagt 59 miljoen m³

Grondwater

De werkopgave voor grondwater is het tegengaan van verdere verlaging van de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) in *Stoom* ten opzichte van de *Referentie*. De verlaging bedraagt in de regio Hoge Zandgronden Zuid gemiddeld zo'n 10 cm. De deelregio Limburg is niet meegenomen in deze analyse (zie paragraaf 10.1.1). Op basis van een vochtgehalte van 15 procent moet hiervoor in *Stoom 2050* in totaal 77 miljoen m³ en in *Stoom 2100* 80 miljoen m³ meer grondwater vastgehouden worden, zie Tabel 59. Voor fase 3 betekent dit een werkopgave van: 26 miljoen m³ (1/3 deel van het tekort in *Stoom 2050*).

De zoetwaterregio heeft zelf een veel grotere ambitie dan deze werkopgave. De regionale ambitie voor Noord-Brabant is 150 miljoen m³ meer water vasthouden in 2040 en 100 miljoen m³ minder grondwateronttrekkingen, zodat de voorjaarsgrondwaterstand stijgt. Voor Limburg is het doel 10-50 cm grondwaterstandsstijging (32 miljoen m³) en 20 procent watervraag verminderen.

Tabel 59: werkopgave grondwater in Stoom 2050 en Stoom 2100

	GLG t.o.v. Referentie (cm)		Relevant opp.	Volume mln. m3		Werkop-gave fase 3
Deelregio's	Stoom 2050	Stoom 2100	Ha	Stoom 2050	Stoom 2100	
Hoge Zandgronden Zuid met aanvoer	-9	-11	245.920	33	41	11
Hoge Zandgronden Zuid zonder aanvoer	-11	-10	264.033	44	40	15
Zuid Limburg	n.v.t.	n.v.t.	70.534	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Totaal (excl. Z-Limburg)	-10	-10	509.952	77	80	26

10.3 MAATREGELEN HOGE ZANDGRONDEN ZUID

Deze paragraaf gaat in op de relevante maatregelen voor de Hoge Zandgronden Zuid. Voor een uitgebreidere beschrijving van de maatregelen wordt verwezen naar de Factsheets.[113]

De maatregelen die beoordeeld konden worden, zijn vermeld in Tabel 60. Maatregelen die niet beoordeeld zijn, staan vermeld in de bijlagen en betreffen onderzoek, maatregelen door derden of langetermijnmaatregelen waarvoor geen informatie verzameld is.

Voor de zoetwaterregio Hoge Zandgronden Zuid zijn in totaal (augustus 2025) 29 maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er n 27 beoordeeld. De maatregelen zijn verdeeld over optimalisatie van het waterbeheer en watersysteem, efficiënter waterverbruik of verminderen watervraag en ruimtelijke adaptatie, zie Tabel 60. Ook zijn er drie HWS-maatregelen toegevoegd aan de analyse. Deze drie maatregelen hebben effect op de tekorten in de Maas in de regio Hoge Zandgronden Zuid, zie Figuur 82.

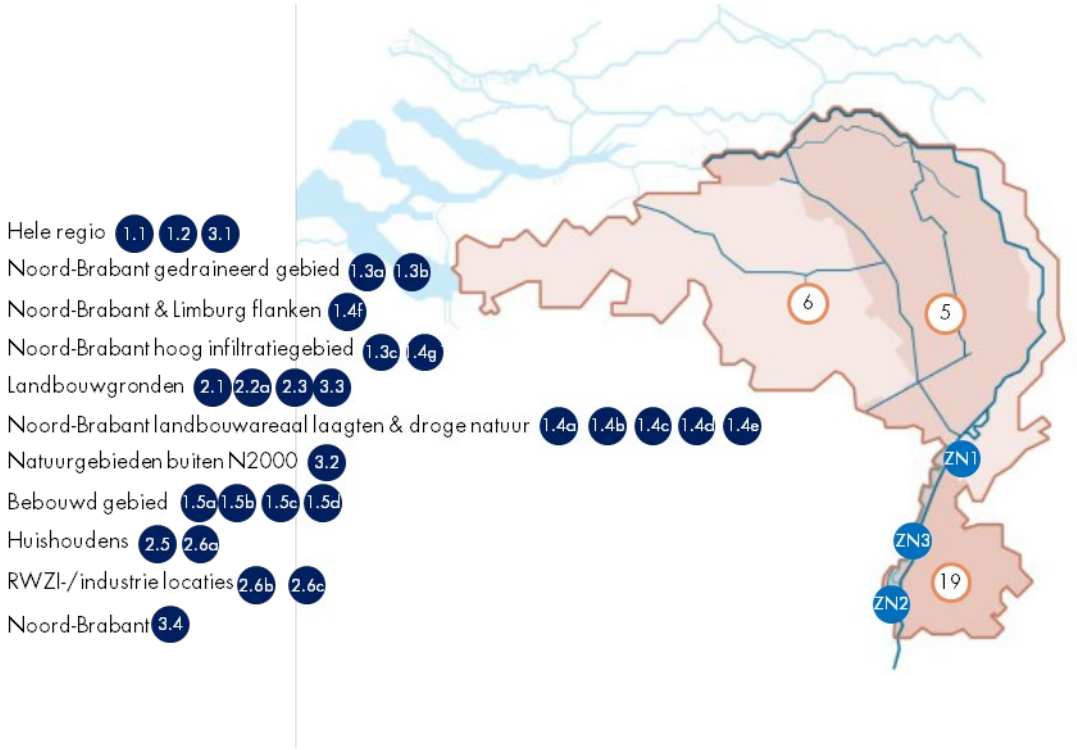
[113] De zoetwaterregio's hebben voor alle maatregelen Factsheets aangeleverd volgens een vast format. Vanwege de omvang van het hele pakket zijn deze niet als bijlage opgenomen.

Tabel 60: ingediende maatregelen Hoge Zandgronden Zuid die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
1	1.1	flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid	Alle invloedszones langs hoofdwatergangen, waar de grondwaterstanden hoger worden.	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
2	1.2	beekherstel en herprofilering	Gehele regionaal watersysteem	Grondwater	landbouw: 70%. natuur 30%.
3	1.3a	vervanging van conventionele drainage door regelbare drainage	95% van gedraineerd landbouwgebied in Noord-Brabant.	Grondwater	landbouw: 90%. natuur 10%.
4	1.3b	verwijderen van conventionele drainage	5% van gedraineerd landbouwgebied in Noord-Brabant.	Grondwater	landbouw: 90%. natuur 10%.
5	1.3c	transporteren oppervlaktewater uit hoofd- of regionaal watersysteem in winter voor infiltratie	Hoge droogtegevoelige koppen, bijv. tussen Eindhoven en Belgische grens	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
6	1.4a	sloten dempen	landbouwareaal op dekzandvlakten + ingesloten laagten en areaal droge natuur Noord-Brabant	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
7	1.4b	sloten of greppels verondiepen of afdammen	landbouwareaal op dekzandvlakten + ingesloten laagten en areaal droge natuur Noord-Brabant	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
8	1.4c	greppels afsluitbaar maken	landbouwareaal op dekzandvlakten + ingesloten laagten en areaal droge natuur Noord-Brabant	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
9	1.4d	duikers verhogen	landbouwareaal op dekzandvlakten + ingesloten laagten en areaal droge natuur Noord-Brabant	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
10	1.4e	plaatsen van stuwen in detailwaterlopen	landbouwareaal op dekzandvlakten + ingesloten laagten en areaal droge natuur Noord-Brabant	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
11	1.4f	aanleg infiltratiegreppels	10% van de flanken in Noord-Brabant en Limburg	Grondwater	landbouw: 100 %.

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
12	1.4g	beperken oppervlakkige afstroming	infiltratiegebieden (hoge gronden)	Grondwater	landbouw: 75%. natuur 25%.
13	1.5a	ondergronds infiltreren van afgekoppeld verhard oppervlak	Bebouwd gebied	Grondwater	bebouwd gebied 50% landbouw 30% natuur 20%.
14	1.5b	klimaatrobuust inrichten openbare ruimte	Bebouwd gebied	Grondwater	bebouwd gebied 50% landbouw 30% natuur 20%.
15	1.5c	waterpartijen omvormen tot wadi's	Bebouwd gebied	Grondwater	bebouwd gebied 50% landbouw 30% natuur 20%.
16	1.5d	ontstenen van publiek verhard oppervlak	Bebouwd gebied	Grondwater	bebouwd gebied 50% landbouw 30% natuur 20%.
17	2.1	verbeteren bodemstructuur	alle landbouwgronden de Hoge Zandgronden Zuid	Grondwater	landbouw: 100 %
18	2.2a	druppelirrigatie	50 % areaal kapitaalintensieve teelten + 5 % areaal aardappelen + 5 % areaal overige landbouwgewassen	Grondwater	landbouw:100%
19	2.3	water lokaal opvangen en opslaan als voorraad voor droge perioden	landbouwareaal kapitaalintensieve teelten	Oppervlaktewater	landbouw:100%
20	2.5	besparen drinkwater	Huishoudens in stedelijk en landelijk gebied Hoge Zandgronden Zuid	Oppervlaktewater/grondwater, afhankelijk van bron drinkwater	Drinkwaterbesparing: 100%
21	2.6a	hergebruik regenwater	Huishoudens in stedelijk gebied Hoge Zandgronden Zuid	Oppervlaktewater/grondwater, afhankelijk van bron drinkwater	Drinkwaterbesparing: 100%
22	2.6b	hergebruik proceswater	Industrie in Hoge Zandgronden Zuid	Grondwater	Industrie 100%
23	2.6c	hergebruik rioolwaterzuivering(RWZI)-effluent	RWZI/waterfabrieken in het Hoge Zandgronden Zuid	Oppervlaktewater en grondwater	industrie 10% landbouw 66% grondwateraanvulling natuur 24%

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
24	3.1	functie veranderen en ruimte voor water (randvoorwaardelijk)	Lokale laagtes, deels landbouwfunctie, deels natuur.	Grondwater	Landbouw 40% Natuur 60%
25	3.2	naaldbos omzetten naar minder verdampende vegetatie	50% naaldbos buiten Natura-2000-gebieden	Grondwater	Natuur: 100%
26	3.3	landbouw omzetten naar minder verdampende vegetatie	Landbouwgebied in Hoge Zandgronden Zuid. In de onderbouwing is gerekend met maïstelers als voorbeeld, maar kunnen ook andere telers zijn.	Grondwater en besparing op oppervlaktewater	Landbouw: 100%
27	3.4	alternatieve bronnen voor drinkwater	Provincie Noord-Brabant	Grondwater	Landbouw 50%; Natuur 20%; Bebouwd gebied 20%; Infra/funderingen landelijk gebied: 10%
28	HWS ZN 1	Lekverlies Linne beperken	Linne (6)	Oppervlaktewater Maas	100% wachttijden scheepvaart
29	HWS ZN 2	Waterberging in ENCI-groeve	ENCI groeve, Maastricht (19), met name de Grensmaas.	Oppervlaktewater Maas	100% natuur Grensmaas
30	HWS ZN 3	Waterberging in projectgebied Zuidelijk Maasdal / financiering zoetwateropgave.	Borgharen (19)	Oppervlaktewater Maas	100% natuur Grensmaas



Figuur 82: Indicatie effectgebied regionale maatregelen o.b.v. beschrijving (helder blauw HWS-maatregel, donkerblauw regionale maatregel)

10.3.1 *Optimalisatie watersysteem en waterbeheer*

1.1 flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid

Maatregel 1.1 gaat over het vasthouden van neerslag t.b.v. grondwateraanvulling voor natuur, landbouw en drinkwater door automatisering van het opzetten van stuwpeilen in het regionaal oppervlaktewater. De maatregel wordt het hele jaar ingezet, maar het accent ligt op het winterhalfjaar. Ook zomerbuien worden vastgehouden. Deze maatregel wordt genomen in de hoofdwatergangen (in beheer bij de waterschappen), maar werkt door in de secundaire en tertiaire watergangen waarin de waterstand wordt bepaald door de waterstand in de hoofdwatergangen. Het totale potentieel areaal op lange termijn bedraagt 320.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 73,6 miljoen m^3. De maatregel is blijvend inzetbaar.

1.2 beekherstel en herprofilering

Maatregel 1.2 houdt water vast t.b.v. grondwateraanvulling en voldoende water in beken, voor natuur, landbouw en drinkwater. De maatregel wordt het hele jaar ingezet, is blijvend inzetbaar en geldt voor het gehele regionaal watersysteem. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 320.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 144 miljoen m^3.

1.3a vervanging van conventionele drainage door regelbare drainage

Maatregel 1.3a houdt grondwater vast voor de landbouw door sturing van de ontwatering op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor 95 procent van gedraineerd landbouwgebied in Noord-Brabant. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 83.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 14,1 miljoen m^3.

1.3b verwijderen van conventionele drainage

Maatregel 1.3b houdt grondwater vast voor de landbouw door het verwijderen van ontwatering op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor 5 procent van gedraineerd landbouwgebied in Noord-Brabant. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 4.400 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 2,4 miljoen m^3.

1.3c transporteren oppervlaktewater uit hoofd- of regionaal watersysteem in winter voor infiltratie

Maatregel 1.3c betreft het in de winter transporteren van oppervlaktewater uit het Hoofdwatersysteem voor (grootschalige, technische) infiltratie in grotere zandlichamen (stuwwallen). Dit concept - ook wel wateraccu genoemd – heeft een potentieel areaal op lange termijn van 3.200 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 20,0 miljoen m^3.

1.4a sloten dempen

Maatregel 1.4a houdt grondwater vast voor de landbouw door het beëindigen van ontwatering op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor ingesloten laagten en droge natuur in Noord-Brabant. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 63.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 34,7 miljoen m^3.

1.4b sloten of greppels verondiepen of afdammen

Maatregel 1.4b houdt grondwater vast voor de landbouw door het verminderen van de ontwatering op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor ingesloten laagten en droge natuur in Noord-Brabant. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 63.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 25,2 miljoen m^3.

1.4c greppels afsluitbaar maken

Maatregel 1.4c houdt grondwater vast voor de landbouw door sturing van de ontwatering op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor ingesloten laagten en droge natuur in Noord-Brabant. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 63.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 22,1 miljoen m^3.

1.4d duikers verhogen

Maatregel 1.4d houdt grondwater vast voor de landbouw door het verminderen van de ontwatering op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor dekzandvlakten, ingesloten laagten en droge natuur in Noord-Brabant. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 63.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 25,2 miljoen m^3.

1.4e plaatsen van stuwen in detailwaterlopen

Maatregel 1.4e houdt grondwater vast voor de landbouw door het verminderen van de afwatering op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor dekzandvlakten, ingesloten laagten en droge natuur in Noord-Brabant. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 63.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 25,2 miljoen m^3.

1.4f aanleg infiltratiegreppels

Maatregel 1.4f houdt grondwater vast voor de landbouw door infiltratie op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor 10 procent van de flanken. Het

totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 16.700 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 16,7 miljoen m^3.

1.4g beperken oppervlakkige afstroming

Maatregel 1.4g houdt grondwater vast voor de landbouw door het verminderen van de afwatering op perceelsniveau. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor infiltratiegebieden (hoge gronden). Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 119.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 6 miljoen m^3.

1.5a ondergronds infiltreren van afgekoppeld verhard oppervlak

Maatregel 1.5a betreft herinrichting van het stedelijk gebied zodat grondwatervoorraad wordt aangevuld door ondergronds infiltreren afvoer van afgekoppeld verhard oppervlak naar het grondwater. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor infiltratiegebieden bebouwd gebied. Het gemiddelde hydrologische effect van de maatregel is geschat op 125 mm in een T2 jaar.[114] De bandbreedte voor deze maatregel bevindt zich tussen de 50 en 500 mm per jaar. In een T20 jaar is het effect naar schatting 65 mm per jaar.

1.5b klimaatrobuust inrichten openbare ruimte

Maatregel 1.5b betreft herinrichting van het stedelijk gebied door aanleg groenblauwe structuren, inclusief wadi's waar afgekoppeld verhard oppervlak kan worden geïnfiltreerd. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor infiltratiegebieden in het bebouwd gebied. Het gemiddelde hydrologische effect van de maatregel is geschat op 125 mm in een T2 jaar. De bandbreedte voor deze maatregel bevindt zich tussen de 50 en 500 mm per jaar. In een T20 jaar is het effect naar schatting 65 mm per jaar.

1.5c waterpartijen omvormen tot wadi's

Maatregel 1.5c betreft herinrichting van het stedelijk gebied om de doorspoelvraag voor stedelijk water te verminderen door omvorming waterpartijen naar wadi's. De maatregel wordt het hele jaar ingezet (accent effect zomer) en is blijvend inzetbaar in bebouwd gebied. In een T2 droogtejaar neemt door de grotere infiltratie van overtollige neerslag de grondwatervoorraad toe. Op basis van inschatting hydrologen met 175 mm per jaar. In een T20 jaar is het effect 10 procent hoger doordat er minder verdamping is via open water.

1.5d ontstenen van publiek verhard oppervlak

Maatregel 1.5d betreft herinrichting van het stedelijk gebied om infiltratie te bevorderen door ontstenen publiek verhard oppervlak. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar in bebouwd gebied. In een T2 droogtejaar neemt door de grotere infiltratie van overtollige neerslag de grondwatervoorraad toe. Dit bedraagt op basis van een inschatting van hydrologen 100 mm per jaar. In een T20 jaar is het effect 20 procent lager doordat er gedurende de zomer een kleiner neerslagoverschot is.

[114] Het 'T2 jaar' is een jaar met een tekort dat eens per 2 jaar voorkomt, oftewel 50% van jaren heeft hoger tekort en 50% lager tekort.

10.3.2 Efficiënter waterverbruik of verminderen watervraag

2.1 verbeteren bodemstructuur

Maatregel 2.1 verbetert de bodemstructuur door het organische stofgehalte in de bodem te verhogen, door storende, slecht doorlatende bodemlagen te doorbreken of door het tegengaan van bodemverdichting. Hierdoor ontstaat een gezondere bodem en verbetert de sponswerking van de bodem, waardoor meer water wordt vastgehouden maar ook het risico op wateroverlast vermindert. De maatregel wordt het hele jaar ingezet en is blijvend inzetbaar voor alle landbouwgronden. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 17.000 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 2,6 miljoen m^3.

2.2a druppelirrigatie

Maatregel 2.2a reduceert via druppelirrigatie de verdampingsverliezen t.o.v. reguliere beregeningsmethoden. Daardoor hoeft het grond- of oppervlaktewater minder te worden aangesproken en daalt de watervraag. Hierdoor zakt het grondwaterpeil in droge perioden minder ver uit. De maatregel wordt gedurende het groeiseizoen ingezet op 100 procent areaal kapitaalintensieve teelten en 5 procent areaal overige landbouwgewassen. Bij een forse daling van de grondwaterstand door klimaatverandering kan er niet meer geïrrigeerd worden vanuit grondwater en is de maatregel niet meer inzetbaar. Het totaal potentieel areaal op lange termijn bedraagt 12.600 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 2,6 miljoen m^3.

2.3 water lokaal opvangen en opslaan als voorraad voor droge perioden

Maatregel 2.3 gaat over het lokaal water opvangen en opslaan in bassins of ondergronds als voorraad voor droge periodes zodat de waterbeschikbaarheid voor landbouwareaal kapitaalintensieve teelten verbetert en beregening uit grondwater vermindert. In het winterhalfjaar wordt het neerslagoverschot vastgehouden, wat in zomerhalfjaar gebruikt wordt voor irrigatie. Met klimaatverandering worden bassins minder effectief door hogere verdamping in het zomerhalfjaar. Het totaal potentieel areaal op lange termijn dat profiteert van de maatregel bedraagt 19.700 hectare met een jaarlijks potentieel hydrologisch effect van 7,9 miljoen m^3. De bassins hebben een oppervlak van 433 hectare.

2.5 besparen drinkwater

Deze maatregel is gericht op de uitvoering van communicatie en campagnes die waterbesparing stimuleren bij huishoudens in stedelijk en landelijk gebied. Besparen is het hele jaar en ook op lange termijn mogelijk. Er ligt sterk accent op droge periodes in de zomer. De impact bedraagt 0,32 miljoen m^3 bij een vermindering van 8,8 liter per persoon per dag voor 4 miljoen inwoners gedurende de zomermaanden (90 dagen) en een bereik van 10 procent.

2.6a hergebruik regenwater

Deze maatregel is gericht op het installeren van een regenwatertank om regenwater op te slaan voor bijv. het besproeien van de tuin bij huishoudens in het stedelijk gebied, waarmee drinkwater wordt bespaard. De maatregel is het hele jaar en ook op lange termijn inzetbaar. Het accent ligt op het opvangen in het winterhalfjaar, maar ook zomerbuien worden vastgehouden. In Hoge Zandgronden Zuid wonen circa 4 miljoen mensen, ongeveer 1,8 miljoen huishoudens. Er wordt uitgegaan dat 5 procent van de huishoudens deze regentank potentieel zou kunnen plaatsen. Dit levert een potentieel van 0,76 miljoen m^3 voor fase 3 en 3,8 miljoen m^3 op lange termijn.

2.6b hergebruik proceswater

Met deze maatregel wordt het hergebruik van proceswater in de industrie op de Hoge Zandgronden gestimuleerd, waarmee grondwateronttrekkingen met 20 procent worden verminderd. De maatregel is het hele jaar en ook op lange termijn inzetbaar. Met jaarlijks 29 miljoen m^3 grondwateronttrekking door de industrie is het potentieel 5,8 miljoen m^3 in totaal, waarvan 1,2 miljoen m^3 in fase 3.

2.6c hergebruik RWZI-effluent

Deze maatregel betreft projecten van waterschappen ter benutting van (nagezuiverd) effluent voor landbouw, industrie en natuur, voor zover deze waterstroom niet essentieel is voor behoud van de stroming in beken. De maatregel is interessant in perioden met neerslagtekort, ook op lange termijn voor alle RWZI/waterfabrieken in de Hoge Zandgronden Zuid. De capaciteit van het hergebruik is 10 tot 20 miljoen m^3/jaar, op basis van het maximale potentiële effect.

10.3.3 Ruimtelijke adaptatie

3.1 functie veranderen en ruimte voor water (randvoorwaardelijk)

De eerste maatregel voor ruimtelijke adaptatie betreft het grondgebruik afstemmen op water vasthouden (vernatting accepteren) en zoetwatermaatregelen mogelijk maken (ruimte voor grootschalige infiltratie). De maatregel is permanent houdbaar en vooral effectief in de maanden waarin de beken en sloten relatief hoge afvoeren en waterstanden hebben en er voldoende water beschikbaar is om naar de infiltratiegreppels te leiden. Er wordt geschat dat op deze manier ongeveer 100 mm, oftewel een derde van het neerslagoverschot van 300 mm (800 mm neerslag minus 500 mm verdamping), extra in de bodem kan worden vastgehouden tot het begin van het groeiseizoen.

3.2 naaldbos omzetten naar minder verdampende vegetatie

Maatregel 3.2 zet naaldbos permanent om in heide of loofbos t.b.v. het vergroten van de waterbeschikbaarheid. Door deze maatregel vermindert de verdamping van vegetatie en wordt er meer grondwater in natuurgebieden vastgehouden. Het effect van deze maatregel vindt vooral plaats in de zomer (want dan is er relatief veel verdamping) en blijft bestaan bij klimaatverandering. Bij omzetting van 50 procent van het naaldbos buiten de Natura-2000-gebieden is het potentieel areaal op lange termijn: 1.500 hectare met een jaarlijks hydrologisch effect op lange termijn van 0,8 miljoen m^3.

3.3 landbouw omzetten naar minder verdampende vegetatie

Door deze maatregel waarin teeltkeuzes in landbouwgebied op Hoge Zandgronden Zuid worden aangepast kan de verdamping van landbouwgewassen over het groeiseizoen worden verminderd. Hierdoor hoeft geen of een kleiner beroep te worden gedaan op zoetwatervoorraden in grond- en oppervlaktewater. De maatregel geeft vooral effect in groeiseizoen, in de zomer (want dan is er relatief veel verdamping). Indien het klimaat dusdanig verandert dat deze gewassen hier niet tegen bestand zijn (bijvoorbeeld extra neerslag in de winter), is deze maatregel niet altijd houdbaar. Dit hangt af van de gewaskeuze. Het totaal potentieel areaal op lange termijn is 59.000 hectare met een jaarlijks hydrologisch effect van 45,4 miljoen m^3.

3.4 alternatieve bronnen voor drinkwater

De maatregel zoekt andere bronnen voor de drinkwaterproductie in de provincie Noord-Brabant dan zoet grondwater binnen de regio: brak grondwater, zeewater. Dit vermindert het gebruik van zoet grondwater voor de drinkwatervoorziening. De maatregel kan onbeperkt en het

hele jaar worden ingezet. Het jaarlijks totaal potentieel hydrologisch effect lange termijn is 17 miljoen m^3.

10.3.4 Maatregelen Hoofdwatersysteem

HWS ZN 1 Lekverlies in stuwpand Linne beperken

Deze maatregel richt zich op het beperken van de lekverliezen bij stuwcomplex Linne zodat er meer water beschikbaar blijft voor de sluiscomplexen Heel en Linne in afwachting van vervanging of renovatie. De reden is dat sluiscomplex Heel geen mitigerende maatregelen voor het schutverlies heeft zoals hevelend schutten of terugpompen. Daarmee is sluiscomplex Heel gevoelig voor watertekorten. Sluiscomplex Heel haalt het water uit het stuwpand Linne. Stuwcomplex Linne ligt vlakbij en kent lekverliezen die flink kunnen oplopen.

De voorlopige onderhoudsmaatregel bestaat uit het met hulp van duikers aanbrengen van materiaal die kieren tussen schuiven afdichten in tijden van lage afvoeren van de Maas. Meestal is dit in de zomer en najaar. Er wordt gezocht naar een meer structurele invulling van deze maatregel. De kosten zullen daardoor naar verwachting hoger worden. Het potentiële effect is bepaald op 55 miljoen m^3 minder lekverliezen waardoor de wachttijden voor de scheepvaart kunnen worden beperkt. Omdat de kosten van de voorlopige maatregel alleen inzet van duikers betreffen en geen inlaat en pompinstallaties om het water in de regio te gebruiken worden alleen baten voor de scheepvaart meegeteld.

HWS ZN 2 Waterberging in ENCI-groeve

De ENCI-groeve wordt ingezet als laagwaterbuffer door met natuurlijke vulling vanuit kwel en neerslag water te bergen tot een bepaalde waterhoogte. Bij watertekorten en/of laagwater op de Grensmaas wordt dit water opgepompt en gebruikt voor aanvulling van de afvoer van de Grensmaas ten behoeve van diverse functies zoals Natura2000 Grensmaas (afvoer <10 m^3/s). De maatregel is klimaatbestendig omdat de buffer in de winter gevuld wordt en heeft een maximum capaciteit van 3,9 miljoen m^3.

HWS ZN 3 Waterberging in projectgebied Zuidelijk Maasdal / financiering zoetwateropgave

Het project Zuidelijk Maasdal is een integraal project rondom Borgharen waarbij meerdere opgaven spelen. De maatregel bevat meerdere onderdelen om extra wateraanvoer van minimaal 1 m^3/s een maand lang toe te kunnen voegen aan debiet Grensmaas. De invulling kan bestaan uit de aanleg van waterbuffers, het verhogen van stuwpeilen en/of het aanleggen van waterbuffers in aquifers in het Zuidelijk Maasdal. Waterbuffers en hogere stuwpeil worden gevuld in tijden van voldoende water in het voorjaar en gedurende de zomer/najaar 'leeg' gelaten. Er dient een flexibel peilbeheer te worden ontwikkeld.

10.4 BEOORDELING MAATREGELEN

Hoe kansrijk de maatregelen zijn, is bepaald via drie perspectieven: een kosteneffectiviteitsanalyse (KEA), een multicriteria-analyse (MCA) en een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). Per analyse is een beleidspakket samengesteld dat past bij dit perspectief.

10.4.1 *Kosteneffectiviteitsanalyse*

Individuele maatregelanalyse

De kosteneffectiviteitsanalyse vergelijkt de jaarlijkse kosten voor de maatregel met de hydrologische effectiviteit in het Deltascenario *Stoom 2050* (zie Tabel 61) omdat de werkopgave voor

deze situatie is gedefinieerd (T20 voor oppervlaktewater en mix maatregelen, T2 voor grondwatermaatregelen).

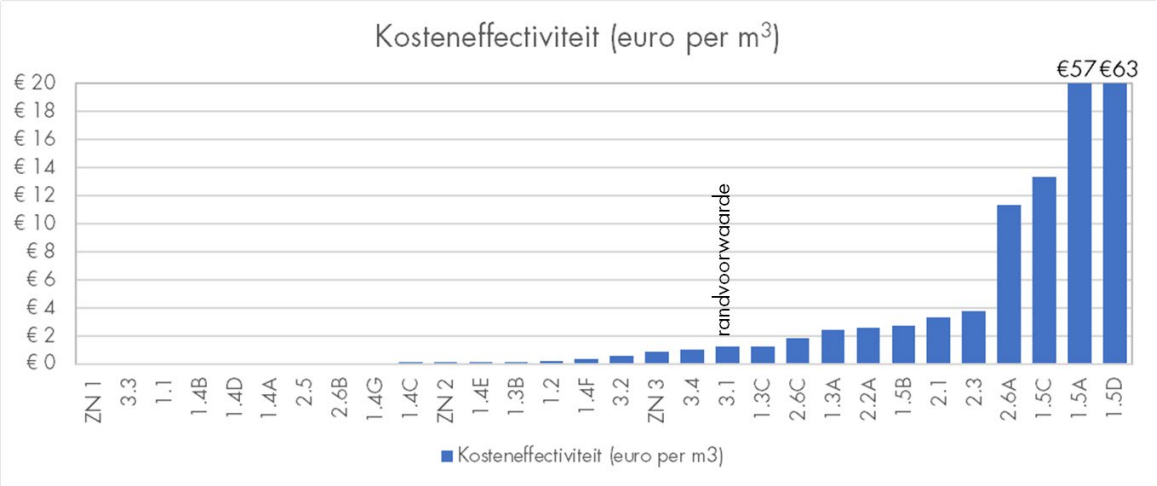
Tabel 61: overzicht kosteneffectiviteit Stoom 2050 van maatregelen zoetwaterregio Hoge Zandgronden Zuid

nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie Stoom 2050 (T20 OW en mix, T2 GW, in mln. m³)	Ratio (€/m³)
1	1.1	flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid	€ 0,10	13,98	€ 0,01
2	1.2	beekherstel en herprofilering	€ 6,28	27,36	€ 0,23
3	1.3a	vervanging van conventionele drainage door regelbare drainage	€ 6,56	2,66	€ 2,47
4	1.3b	verwijderen van conventionele drainage	€ 0,03	0,18	€ 0,16
5	1.3c	transporteren oppervlaktewater uit hoofd- of regionaal watersysteem in winter voor infiltratie	€ 0,90	0,71	€ 1,27
6	1.4a	sloten dempen	€ 0,18	6,56	€ 0,03
7	1.4b	sloten of greppels verondiepen of afdammen	€ 0,09	4,75	€ 0,02
8	1.4c	greppels afsluitbaar maken	€ 0,31	2,66	€ 0,11
9	1.4d	duikers verhogen	€ 0,13	4,75	€ 0,03
10	1.4e	plaatsen van stuwen in detailwaterlopen	€ 0,69	4,75	€ 0,15
11	1.4f	aanleg infiltratiegreppels	€ 0,37	0,95	€ 0,39
12	1.4g	beperken oppervlakkige afstroming	€ 0,08	1,14	€ 0,07
13	1.5a	ondergronds infiltreren van afgekoppeld verhard oppervlak	€ 22,28	0,39	€ 57,19
14	1.5b	klimaatrobuust inrichten openbare ruimte	€ 1,00	0,37	€ 2,72
15	1.5c	waterpartijen omvormen tot wadi's	€ 0,28	0,02	€ 13,33
16	1.5d	ontstenen van publiek verhard oppervlak	€ 3,60	0,06	€ 63,17
17	2.1	verbeteren bodemstructuur	€ 1,57	0,48	€ 3,30
18	2.2a	druppelirrigatie	€ 1,48	0,57	€ 2,58
19	2.3	water lokaal opvangen en opslaan als voorraad voor droge perioden	€ 5,32	1,41	€ 3,78

nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie Stoom 2050 (T20 OW en mix, T2 GW, in mln. m³)	Ratio (€/m³)
20	2.5	besparen drinkwater	€ 0,01	0,18	€ 0,03
21	2.6a	hergebruik regenwater	€ 6,35	0,56	€ 11,36
22	2.6b	hergebruik proceswater	€ 0,06	1,20	€ 0,05
23	2.6c	hergebruik RWZI-effluent	€ 6,40	3,40	€ 1,88
24	3.1	functie veranderen en ruimte voor water (rand-voorwaardelijk)	€ 2,33	1,90	€ 1,23
25	3.2	naaldbos omzetten naar minder verdampende vege-tatie	€ 0,10	0,17	€ 0,63
26	3.3	landbouw omzetten naar minder verdampende vege-tatie	€ 0,04	10,46	€ 0,00
27	3.4	alternatieve bronnen voor drinkwater	€ 6,97	6,94	€ 1,00
28	HWS ZN 1	Lekverlies Linne beperken	€ 0,02	55,00	€ 0,00
29	HWS ZN 2	Waterberging in ENCI-groeve	€ 0,48	4,00	€ 0,12
30	HWS ZN 3	Waterberging in projectge-bied Zuidelijk Maasdal / fi-nanciering zoetwaterop-gave.	€ 2,61	3,00	€ 0,87

Samenstelling kosteneffectief pakket

Om het kosteneffectief pakket samen te stellen zijn alle maatregelen gesorteerd van kosteneffectief naar minder kosteneffectief (uitgedrukt in euro per m^3 oplossend vermogen), zie Figuur 83. De maatregelen met de hoogste kosteneffectiviteit voor het invullen van de werkopgaven en die minder dan een halve euro per m^3 kosten zijn de maatregelen van links tot maatregel 1.4f in Figuur 83.



Figuur 83: sortering op basis van kosteneffectiviteit Stoom 2050

Vervolgens is het pakket voor zowel de werkopgave oppervlaktewater (Maas en regionale watersysteem) als grondwater gevuld door van links naar rechts in Figuur 83 maatregelen te selecteren totdat de werkopgave voor fase 3 ingevuld is. Dit vormt het kosteneffectief pakket gebaseerd op de landelijke werkopgave.

Figuur 84 laat zien dat de werkopgave voor de Maas voor fase 3 met een maatregel (ZN1) kan worden ingevuld. De werkopgave voor grondwater kan ook makkelijk worden ingevuld. De regionale ambitie ligt echter veel hoger.

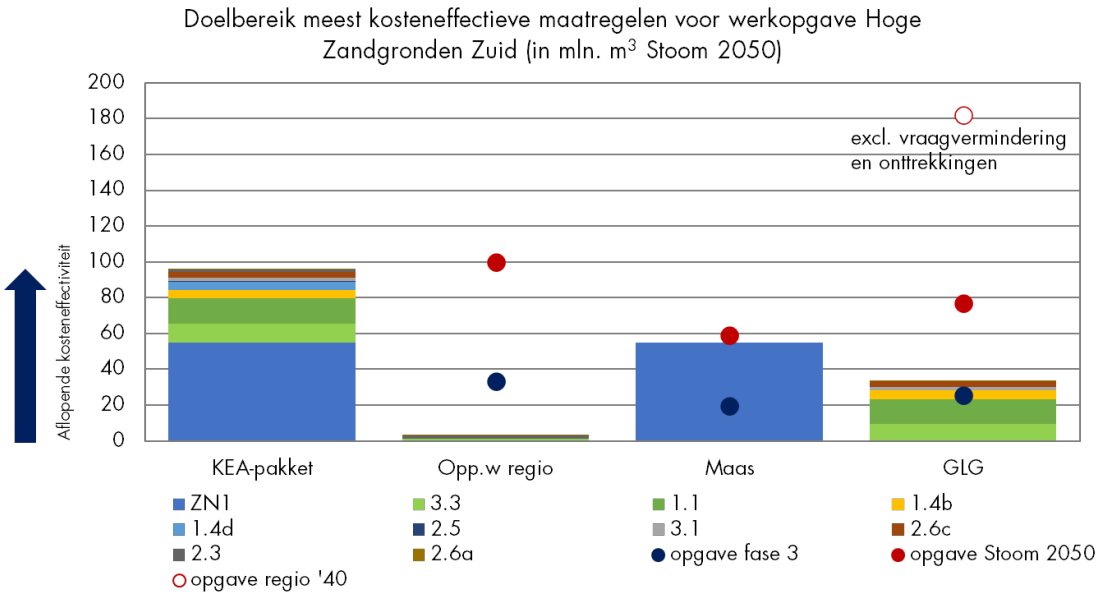
Lastiger is het invullen van de regionale oppervlaktewater werkopgave. Er is maar een maatregel die volledig gericht is op regionaal oppervlaktewater, nl. water lokaal opvangen (2.3). En er zijn enkele mix maatregelen die een bijdrage kunnen leveren (schatting 10 procent van doelbereik per maatregel voor oppervlaktewater, 90 procent voor grondwater[115]). De werkopgave is daarom groter dan wat met de ingediende maatregelen kan worden opgelost, zelfs als alle maatregelen die een (kleine) bijdrage leveren worden geselecteerd. Er resteert een groot verschil tussen het doelbereik op regionaal oppervlaktewater en de werkopgave voor fase 3. De werkopgave is onhaalbaar tenzij deze wordt aangepast of alternatieve maatregelen worden ingediend. Alle maatregelen met een bijdrage zouden dan in het kosteneffectief pakket terechtkomen en de kosteneffectiviteitsanalyse lijkt hiervoor dan niet meer relevant.

Door de selectie van alle maatregelen die (deels) bijdragen aan de oppervlaktewaterwerkopgave neemt ook het totale doelbereik voor grondwater toe. Dit betekent dat in principe een grondwatermaatregel zou kunnen vervallen (1.4b) voor fase 3. Dit is niet verwerkt in de analyse.

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op kosteneffectiviteit. Dan resulteert het pakket met het meeste doelbereik voor het beschikbare budget. [116]

[115] Inschatting zoetwaterregio tijdens regioronde

[116] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.



Figuur 84: samenstelling pakket op basis van kosteneffectiviteit en doelbereik

10.4.2 *Multicriteria-analyse*

Individuele maatregelanalyse

De multicriteria-analyse vergelijkt de maatschappelijke scores van de maatregelen, zie Tabel 62. Deze maatschappelijke scores zijn een combinatie van gewogen scores voor de kwalitatieve criteria uit de vergelijkingssystematiek. Voor de weging wordt verwezen naar bijlage *Delphi-analyse en weegfactoren*. De scores op de subcriteria gebruiken een Likertschaal. Ook de toelichting van de Likertschaal is te vinden in de bijlagen.

De maatregelen met de hoogste maatschappelijk score zijn klimaatrobuust inrichten van de openbare ruimte (1.5b) en beekherstel (1.2).

Tabel 62: overzicht maatschappelijke scores van maatregelen zoetwaterregio Hoge Zandgronden Zuid (hoe hoger, hoe beter)

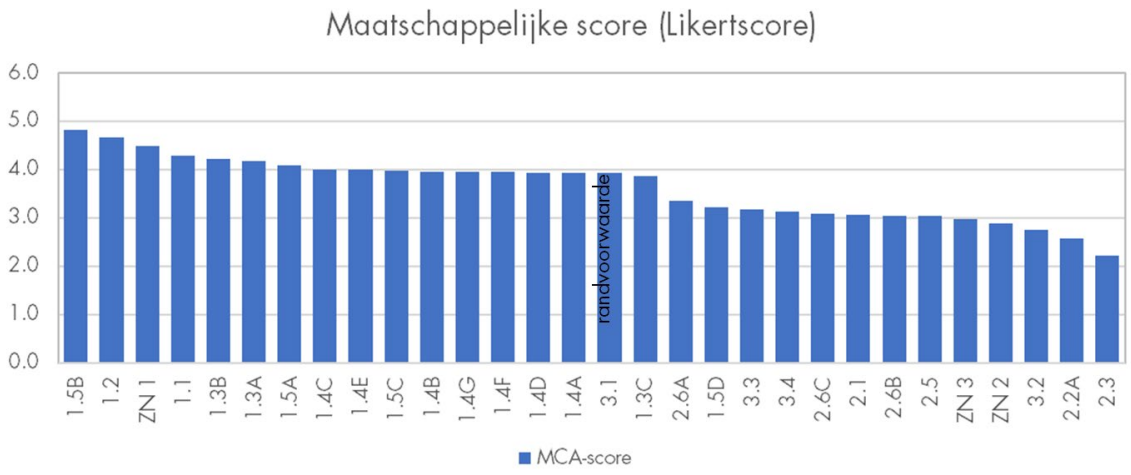
nr.	ID	Naam	Zoetwaterge-bruikers	Overige opga-ven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-	Uitvoerings-ri-sico's	Meekoppelkan-sen	Totaal
1	1.1	flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschik-baarheid	4	4	5	5	5	5	5	4,30
2	1.2	beekherstel en herprofile-ring	5	4	5	4	5	4	5	4,68
3	1.3a	vervanging van conventio-nele drainage door regel-bare drainage	4	4	4	3	5	5	4	4,17
4	1.3b	verwijderen van conventio-nele drainage	4	4	3	3	5	5	5	4,21

nr.	ID	Naam	Zoetwatergebruikers	Overige opgaven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-	Uitvoerings-risico's	Meekoppelkansen	Totaal
5	1.3c	transporteren oppervlaktewater uit hoofd- of regionaal watersysteem in winter voor infiltratie	5	2	5	4	5	2	2	3,87
6	1.4a	sloten dempen	4	4	3	2	5	5	1	3,93
7	1.4b	sloten of greppels verondiepen of afdammen	4	4	3	3	5	5	1	3,95
8	1.4c	greppels afsluitbaar maken	4	4	5	3	5	5	1	3,99
9	1.4d	duikers verhogen	4	4	3	2	5	5	1	3,93
10	1.4e	plaatsen van stuwen in detailwaterlopen	4	4	5	3	5	5	1	3,99
11	1.4f	aanleg infiltratiegreppels	4	4	3	3	5	5	1	3,95
12	1.4g	beperken oppervlakkige afstroming	4	4	3	3	5	5	1	3,95
13	1.5a	ondergronds infiltreren van afgekoppeld verhard oppervlak	4	4	5	4	4	4	5	4,09
14	1.5b	klimaatrobuust inrichten openbare ruimte	5	5	5	3	5	4	5	4,82
15	1.5c	waterpartijen omvormen tot wadi's	4	3	5	4	5	4	5	3,98
16	1.5d	ontstenen van publiek verhard oppervlak	2	5	5	4	5	4	5	3,21
17	2.1	verbeteren bodemstructuur	2	4	5	5	5	4	5	3,07
18	2.2a	druppelirrigatie	2	3	4	2	2	5	1	2,56
19	2.3	water lokaal opvangen en opslaan als voorraad voor droge perioden	2	3	4	1	4	2	1	2,22
20	2.5	besparen drinkwater	3	3	5	5	5	2	3	3,04
21	2.6a	hergebruik regenwater	3	4	4	4	3	4	3	3,34
22	2.6b	hergebruik proceswater	3	3	5	3	3	3	3	3,04
23	2.6c	hergebruik RWZI-effluent	3	3	3	5	4	3	3	3,09
24	3.1	functie veranderen en ruimte voor water (randvoorwaardelijk)	4	5	5	3	5	2	4	3,93
25	3.2	naaldbos omzetten naar minder verdampende vegetatie	2	4	5	3	5	3	3	2,76

nr.	ID	Naam	Zoetwatergebruikers	Overige opgaven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-	Uitvoerings-risico's	Meekoppelkansen	Totaal
26	3.3	landbouw omzetten naar minder verdampende vegetatie	3	3	5	4	4	3	4	3,18
27	3.4	alternatieve bronnen voor drinkwater	3	3	2	2	5	3	4	3,12
28	HWS ZN 1	Lekverlies Linne beperken	5	4	3	3	5	4	3	4,48
29	HWS ZN 2	Waterberging in ENCI-groeve	3	3	4	4	4	2	2	2,88
30	HWS ZN 3	Waterberging in projectgebied Zuidelijk Maasdal / financiering zoetwateropgave.	3	2	4	5	5	2	5	2,99

Samenstelling sociaal-maatschappelijk pakket

Om het sociaal-maatschappelijk pakket samen te stellen zijn alle maatregelen aflopend gesorteerd, zie Figuur 85.



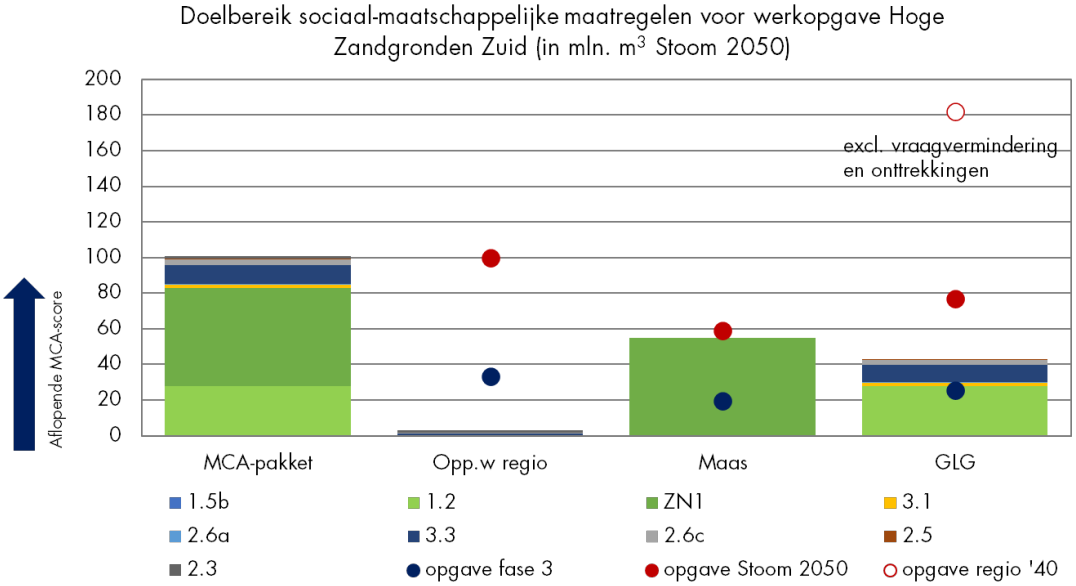
Figuur 85: sortering op basis van maatschappelijke scores

Vervolgens is het pakket samengesteld net als bij het kosteneffectief pakket, zie Figuur 86. Een groot deel van het pakket komt overeen met het kosteneffectief pakket omdat alle maatregelen die ook maar enigszins bijdragen aan de werkopgave oppervlaktewater geselecteerd worden. Ook dan is de werkopgave niet in te vullen. Voor de Maas is dezelfde maatregel geselecteerd: beperken lekverlies Linne (ZN1).

Verschillen treden op in de geselecteerde grondwatermaatregelen. Dat zijn in dit perspectief maatregel klimaatrobuust inrichten openbare ruimte (1.5b) en beekherstel (1.2) en de randvoorwaar-

delijke maatregel (3.1). Deze hebben hogere scores dan de grondwatermaatregelen die in het kosteneffectief pakket zijn geselecteerd, nl. landbouw omzetten naar minder verdampende vegetatie (3.3), sloten of greppels verondiepen (1.4b) en duikers verhogen (1.4d). Dit komt vooral door het grote aantal zoetwatergebruiksfuncties en andere opgaven (naast zoetwater) dat van deze twee maatregelen profiteert en omdat kosten geen rol spelen. De maatregel klimaatrobuust inrichten (1.5b), heeft een klein doelbereik (0,37 miljoen m^3) maar wel een hoge MCA-score. De MCA-score omvat geen correctie voor omvang doelbereik. De maatregel landbouw omzetten naar minder verdampende vegetatie (3.3) komt wel in het sociaal-maatschappelijk pakket terug omdat het ook een kleine bijdrage levert aan de werkopgave oppervlaktewater.

Ook bij de hogere weging van flexibiliteit, zoals toegelicht in paragraaf 5.2, blijft de maatregelselectie gelijk.



Figuur 86: samenstelling pakket op basis van maatschappelijke score en doelbereik

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op sociaal-maatschappelijke score. Dan resulteert het pakket met de hoogste sociaal-maatschappelijke score voor het beschikbare budget.[117]

10.4.3 *Kosten-batenanalyse*

Individuele maatregelanalyse

Of de maatregelen een positief of negatief welvaartseffect hebben, is bepaald door de hydrologische effecten te monetariseren en deze te vergelijken met de jaarlijkse kosten van de maatregel.

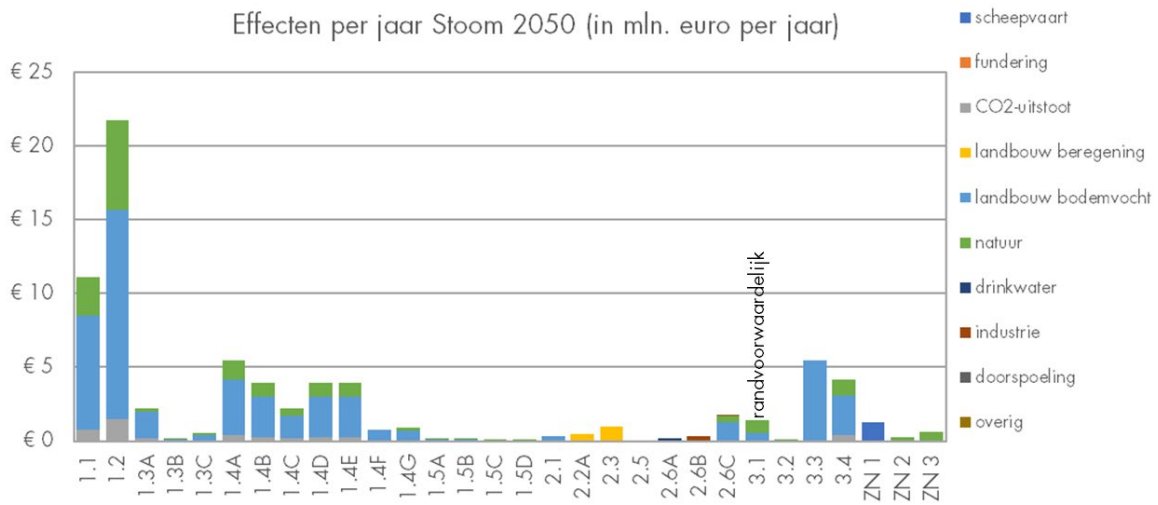
Voor het monetariseren zijn kentallen gebruikt die een m^3 tekortvermindering of een cm GLG-verhoging monetariseren in een besparing of vermindering van het droogterisico, waar nodig aan-

[117] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

gevuld met maatwerk. De geprognosticeerde hydrologische opbrengsten zijn daarvoor eerst toegewezen aan een of meer zoetwatergebruikers. Dit is nodig om de juiste kentallen te kunnen toepassen. De resulterende baten voor *Stoom 2050* zijn te zien in Figuur 87.

Er zijn geen effecten voor fundering (geen kental beschikbaar uit Deltares-analyse) of doorspoeling (zoetwaterregio is niet verzilt, dus geen kental beschikbaar). Toch is er voor doorspoeling in de *Referentie* al een fors doorspoeltekort. De grootste effecten betreffen op de Hoge Zandgronden Zuid de verbetering van bodemvocht voor de landbouw en natuur en vermindering van de beregeningstekorten voor de landbouw. Hierbij is natschade als gevolg van water vasthouden en grondwaterstandsverhoging aan het begin van het groeiseizoen echter niet meegenomen in de gebruikte kentallen.

Effecten van maatregelen op veenoxidatie en CO_2-uitstoot zijn beperkt omdat slechts een klein deel van de (landbouw)hectares waarop maatregelen worden uitgevoerd veen- en moerige gronden betreffen. Er zijn nauwelijks effecten voor drinkwatervoorziening en industrie. Dit komt door het beperkte aantal maatregelen dat hierop gericht is en het beperkte doelbereik van deze maatregelen. Voor de scheepvaart is alleen het effect van ZN1 tentatief doorgerekend. Voor ZN2 en ZN3 zijn er ook effecten voor scheepvaart maar deze zijn niet gekwantificeerd. Naar verwachting zijn de effecten klein en beïnvloeden ze de uitkomsten niet.



Figuur 87: berekende baten van hydrologische effecten in Stoom 2050

Voor de *Referentie* liggen de baten over het algemeen lager dan in *Stoom 2050*. Bij een gelijke weging van het *Referentie*-scenario en *Stoom 2050* is de verhouding tussen baten en kosten (baten-kostenverhouding B/K) in 2034 groter dan 1 voor een groot aantal maatregelen (zie zevende kolom in Tabel 63).

Opgemerkt moet worden dat de zoetwaterregio het doelbereik van de maatregelen qua grondwater in effect op de voorjaarsgrondwaterstand heeft aangeleverd. Dit is niet hetzelfde als de gemiddeld laagste grondwaterstand, maar wel zo gebruikt in de berekeningen. Het effect op de GLG kan mogelijk zo'n 30 procent minder zijn waardoor de economische effecten ook 30 procent lager uitvallen. Voor de meeste doorgerekende grondwatermaatregelen maakt dit geen verschil voor de uitkomst; 70 procent van baten-kostenverhouding van deze maatregelen is nog steeds groter dan

1. Het saldo blijft dus positief. Bijvoorbeeld maatregel 1.1 heeft baten-kostenverhouding van € 114 in 2034. 70 procent hiervan ligt nog ver boven de 1.

Tabel 63: overzicht van kosten en baten van maatregelen zoetwaterregio Hoge Zandgronden Zuid

nr.	ID	Naam	Kosten	B/K Referentie	B/K Stoom 2050	B/K 2034	Kwalitatief	Oordeel
1	1.1	flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschik-baarheid	€ 0,10	114	113	114	++++	pos
2	1.2	beekherstel en herprofile-ring	€ 6,28	3,49	3,46	3,49	5+	pos
3	1.3a	vervanging van conventio-nele drainage door regel-bare drainage	€ 6,56	0,34	0,34	0,34	++++	neg
4	1.3b	verwijderen van conventio-nele drainage	€ 0,03	5,35	5,31	5,34	5+	pos
5	1.3c	transporteren oppervlakte-water uit hoofd- of regio-naal watersysteem in winter voor infiltratie	€ 0,90	0,60	0,59	0,60	++++	neg
6	1.4a	sloten dempen	€ 0,18	30,9	30,7	30,9	+++	pos
7	1.4b	sloten of greppels veron-diepen of afdammen	€ 0,09	44,8	44,5	44,7	+++	pos
8	1.4c	greppels afsluitbaar maken	€ 0,31	7,27	7,23	7,26	+++	pos
9	1.4d	duikers verhogen	€ 0,13	31,0	30,8	30,9	+++	pos
10	1.4e	plaatsen van stuwen in de-tailwaterlopen	€ 0,69	5,74	5,71	5,73	+++	pos
11	1.4f	aanleg infiltratiegreppels	€ 0,37	2,08	2,06	2,07	++++	pos
12	1.4g	beperken oppervlakkige afstroming	€ 0,08	11,3	11,2	11,3	+++	pos
13	1.5a	ondergronds infiltreren van afgekoppeld verhard op-pervlak	€ 22,3	0,01	0,01	0,01	5+	neg
14	1.5b	klimaatrobuust inrichten openbare ruimte	€ 1,00	0,16	0,16	0,16	6+	neg
15	1.5c	waterpartijen omvormen tot wadi's	€ 0,28	0,03	0,03	0,03	+++	neg
16	1.5d	ontstenen van publiek ver-hard oppervlak	€ 3,60	0,01	0,01	0,01	+++	neg
17	2.1	verbeteren bodemstructuur	€ 1,57	0,24	0,22	0,23	++	neg
18	2.2a	druppelirrigatie	€ 1,48	0,31	0,34	0,31	Geen	neg

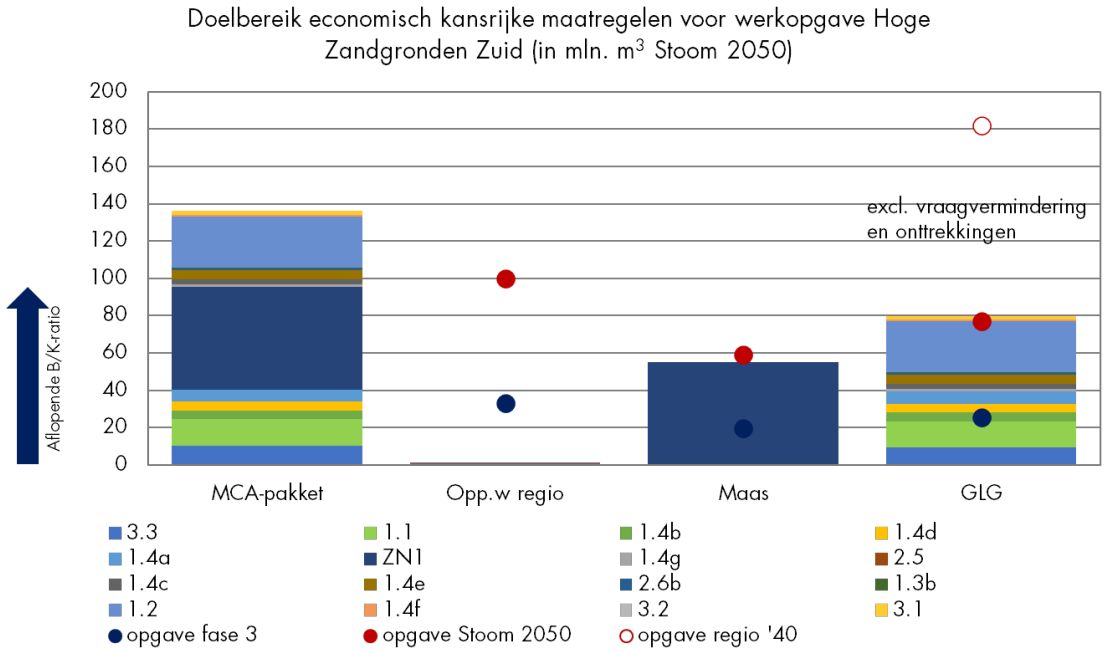
nr.	ID	Naam	Kosten	B/K Referentie	B/K Stoom 2050	B/K 2034	Kwalitatief	Oordeel
19	2.3	water lokaal opvangen en opslaan als voorraad voor droge perioden	€ 5,32	0,19	0,18	0,19	Geen	neg
20	2.5	besparen drinkwater	€ 0,01	7,75	8,14	7,85	+	pos
21	2.6a	hergebruik regenwater	€ 6,35	0,03	0,03	0,03	++	neg
22	2.6b	hergebruik proceswater	€ 0,06	5,49	5,49	5,49	++	pos
23	2.6c	hergebruik RWZI-effluent	€ 6,40	0,28	0,28	0,28	Geen	neg
24	3.1	functie veranderen en ruimte voor water (rand-voorwaardelijk)	€ 2,33	0,63	0,60	0,63	5+	neg
25	3.2	naaldbos omzetten naar minder verdampende vege-tatie	€ 0,10	1,13	1,18	1,14	+	pos
26	3.3	landbouw omzetten naar minder verdampende vege-tatie	€ 0,04	130	136	132	++	pos
27	3.4	alternatieve bronnen voor drinkwater	€ 6,97	0,56	0,60	0,57	++	neg
28	HWS ZN 1	Lekverlies Linne beperken	€ 0,02	17,5	64,0	29,5	7+	pos
29	HWS ZN 2	Waterberging in ENCI-groeve	€ 0,48	0,61	0,61	0,61	++++	neg
30	HWS ZN 3	Waterberging in projectge-bied Zuidelijk Maasdal / fi-nanciering zoetwaterop-gave.	€ 2,61	0,23	0,23	0,23	++++	neg

* Kwalitatieve effecten zijn gecorrigeerd voor effecten die gemonetariseerd zijn

Samenstelling economisch kansrijk pakket

De samenstelling van het economisch kansrijk pakket vraagt geen aanvullende analyse. Alle maat-regelen die hiervoor als positief beoordeeld zijn komen in dit pakket tenzij ze hetzelfde probleem oplossen, zie Figuur 88.

De grondwatermaatregelen moeten daarom op verschillende locaties worden toegepast en niet gestapeld. Doordat op de Hoge Zandgronden Zuid een programma-aanpak wordt gevolgd en de exacte locaties van maatregelen niet vooraf bekend zijn, is het voorkomen van stapeling (het toe-passen van meerdere maatregelen op dezelfde locatie) een randvoorwaarde.



Figuur 88: samenstelling pakket op basis van positief kosten-batensaldo

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op baten-kostenverhouding. Dan resulteert het pakket met de hoogste maatschappelijke baten voor het beschikbare budget. [118]

10.4.4 *Vergelijking pakketten*

De vergelijking van de drie pakketten laat in totaal drie verschillende uitkomsten zien, zie Tabel 64. Er is bij de selectie van de pakketten geen rekening gehouden met de verdeling van tekorten over functies en deelregio's. Om de werkopgave overal in te vullen zouden meer maatregelen geselecteerd kunnen worden. Bovendien is de regionale ambitie veel groter dan de landelijke gedefinieerde werkopgave. Volgens de zoetwaterregio zijn alle maatregelen nodig om de regionale opgave te reduceren. Daarnaast zijn aanpassing van de watervraag en minder onttrekken nodig, omdat ook bij uitvoering van alle maatregelen de opgave niet volledig kan worden aangepakt.

Het kosteneffectief pakket en het sociaal-maatschappelijk pakket vertonen veel overeenkomsten. Het economisch kansrijk pakket bevat veel meer grondwatermaatregelen. Met deze maatregelen kan ook al een groot deel van de regionale ambitie voor 2040 worden ingevuld. De regionale werkopgave voor oppervlaktewater is met de gemaakte aannames echter niet in te vullen. Er zijn weinig oppervlaktewatermaatregelen die bovendien een beperkt doelbereik hebben. Het totale doelbereik dekt slechts 9 procent van de werkopgave voor fase 3. De maatregelen uit het KEA en MCA pakket scoren niet per se hoog op sociaal-maatschappelijke aspecten en zijn niet altijd kosteneffectief (bijvoorbeeld 2.6a); zij zijn geselecteerd bij gebrek aan beter scorende alternatieven.

[118] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

Tabel 64: vergelijking samenstelling maatregelenpakketten zoetwaterregio Hoge Zandgronden Zuid (no-regret dikgedrukt)

	Kosteneffectief pakket (KEA)	Sociaal maatschappelijk pakket (MCA)	Economisch kansrijk pakket (MKBA)
Oppervlaktewater-maatregelen	**HWS ZN1: lekverlies Linne beperken** 2.3: water lokaal opvangen	**HWS ZN1: lekverlies Linne beperken** 2.3: water lokaal opvangen	**HWS ZN1: lekverlies Linne beperken**
Grondwatermaatregelen	1.1: flexibel peilbeheer 1.4b: sloten/greppels verondiepen 1.4d: duikers verhogen *(3.1 ruimte voor water randvoorwaarde)*	1.5b: klimaatrobuust inrichten 1.2: beekherstel *(3.1 ruimte voor water randvoorwaarde)* Idem andere weegfactoren	1.1: flexibel peilbeheer 1.4b: sloten/greppels verondiepen 1.4d: duikers verhogen 1.4a: sloten dempen 1.4g: beperken afstroming 1.4c: greppels afsluitbaar 1.4e: plaatsen stuwen 2.6b: hergebruik RWZI water 1.3b: weghalen conv. Drainage 1.2: beekherstel 1.4f: infiltratiegreppels 3.2: naaldbos omzetten *(3.1 ruimte voor water randvoorwaarde)*
Mix grondwater en oppervlaktewater	**2.5: besparen drinkwater** 2.6a: hergebruik regenwater 2.6c: hergebruik RWZI **3.3: omzetten landbouw (< verdamping)**	**2.5: besparen drinkwater** 2.6a: hergebruik regenwater 2.6c: hergebruik RWZI **3.3: omzetten landbouw (< verdamping)**	**2.5 besparen drinkwater** **3.3: omzetten landbouw (< verdamping)**
Doelbereik (werkopgave) in mln. m^3)	96	101	136
Investering (mln. euro, exclusief risico-opslagen)	€ 256,9	€ 462,9	€ 328,3
Jaarlijkse kosten (mln. euro/jaar)	€ 20,8	€ 27,8	€ 10,8
Jaarlijkse baten 2034 mln. euro/jaar)	€ 29,5	€ 32,4	€ 62,3

De maatregelen lekverlies Linne (ZN1), besparen drinkwater (2.5), omzetten landbouw naar minder verdampende vegetatie (3.3) en de randvoorwaardelijke maatregel 3.1 komen in alle pakketten voor. Ze kunnen beschouwd worden als no-regret-maatregelen: maatregelen die in alle perspectieven zinvol zijn. Doordat op basis van kosteneffectief perspectief en sociaal-maatschappelijk perspectief andere grondwatermaatregelen zijn geselecteerd, zijn er geen grondwatermaatregelen die in alle perspectieven voorkomen, behalve de randvoorwaardelijke maatregel (3.1).

De maatregelen flexibel peilbeheer (1.1), sloten/greppels verondiepen (1.4b), duikers verhogen (1.4d) en beekherstel (1.2) scoren wel relatief goed doordat ze een positief kosten-batensaldo hebben en in een van beide andere perspectieven voorkomen. Bij een grotere werkopgave (bijvoorbeeld regionale ambitie) komen deze maatregelen terug in alle beleidspakketten en zijn ze ook no-regret.

De doorlooptijd van de effecten van enkele maatregelen is soms langer dan fase 3. In 2034 is het effect nog niet (volledig) gerealiseerd voor verbeteren bodemstructuur (2.1), naaldbos omzetten naar minder verdampende vegetatie (3.2), waterberging in de ENCI-groeve (ZN2) en waterberging in het zuidelijk Maasdal (ZN3) vragen meer doorlooptijd.

Het effect op de landbouw van alle maatregelen tezamen is substantieel en geschat op 51,1 miljoen euro in *Stoom 2050*. Als we de situatie vergelijken met het nulalternatief in *Stoom 2050* betreft het een groot deel van het droogterisico (66% van 77 miljoen euro per jaar). Aandachtspunt is dat het effect op de natschade niet is meegeteld in zowel de economische effecten van de maatregelen als het klimaatrisico.

Van de berekende CO_2-uitstoot (55 miljoen euro per jaar in *Stoom 2050*), wordt 4,5 miljoen euro per jaar bespaard als alle ingediende maatregelen worden uitgevoerd. Bij selectie van een van de drie pakketten ligt het aantal maatregelen lager en is de reductie van het droogterisico dus ook kleiner.

Maatregelen in Hoge Zandgronden Zuid lijken goed houdbaar en hebben geen last van mogelijke inlaatbeperkingen zoals in sommige andere zoetwaterregio's. Het landelijke tekort wordt dus daadwerkelijk verminderd. Het gaat niet om het verplaatsen van tekorten van de ene naar de andere zoetwaterregio.

HOOFDSTUK 11 ZUIDWESTELIJKE DELTA

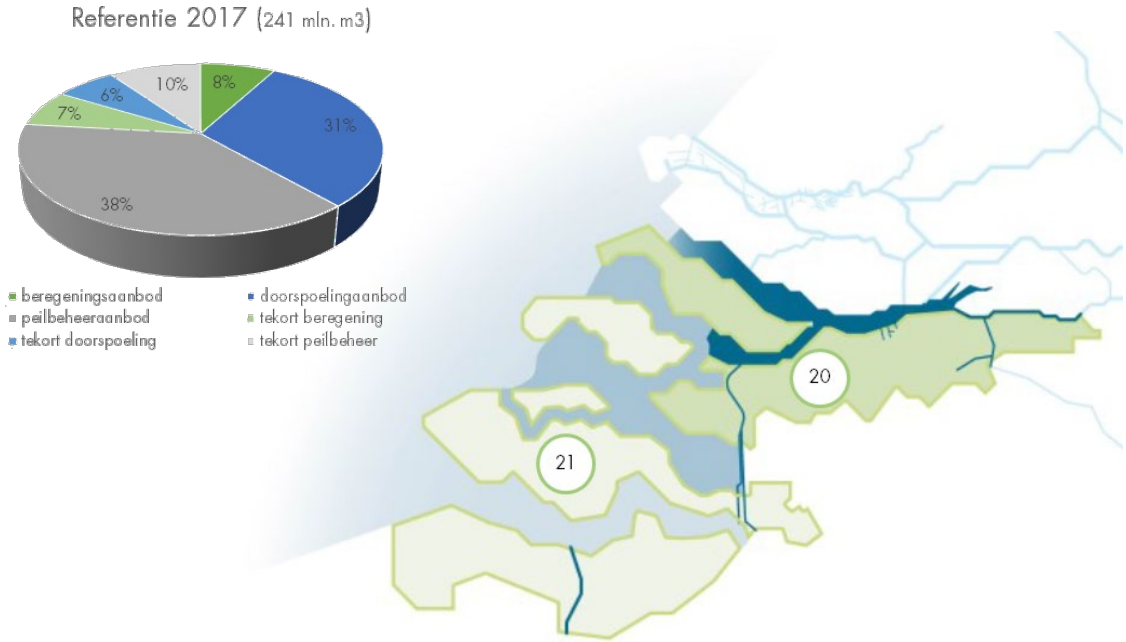
Dit hoofdstuk gaat in op de zoetwaterregio Zuidwestelijke Delta. Achtereenvolgens worden de volgende onderwerpen toegelicht:

1. De ontwikkelingen bij het nulalternatief in de verschillende Deltascenario's,
2. De werkopgave voor fase 3,
3. De beoordeelde maatregelen gericht op het beperken en voorkomen van watertekorten,
4. De individuele beoordeling van de maatregelen op kosteneffectiviteit, welvaartseffect en maatschappelijke waarde,
5. De samengestelde beleidspakketten.

11.1 NULALTERNATIEF

De zoetwaterregio Zuidwestelijke Delta bestaat uit twee deelregio's (zie Figuur 89):

- Zuidwestelijke Delta met aanvoer (20)
- Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer (21)



Figuur 89: Zoetwaterregio Zuidwestelijke Delta in deelregio's en de oppervlaktewatervraag verdeeld over levering en tekort (BP2018 - levering plus tekort is gelijk aan vraag)

De naamgeving dekt de lading niet volledig:

- het westelijk deel van Goeree-Overflakkee valt formeel in de deelregio 'met aanvoer', maar heeft feitelijk geen externe wateraanvoer.
- een deel van Zuid-Beveland in het gebied Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer heeft wel aanvoer.

11.1.1 *Uitdagingen en regionale watervraag*[119]

De Zuidwestelijke Delta kent een tweedeling in wateraanvoermogelijkheden, wat resulteert in verschillende zoetwateruitdagingen per deelgebied. Het grootste deel van de zoetwaterregio heeft vrijwel geen toegang tot externe wateraanvoer en is daardoor volledig afhankelijk van natuurlijke zoetwatervoorziening.

Gebieden zonder aanvoermogelijkheden

Het zuidelijke deel van de zoetwaterregio (deelregio 21) is voor zoetwaterbeschikbaarheid afhankelijk van neerslag en de mogelijkheid om de neerslag in de bodem op te slaan in kreekruggen en regenwaterlenzen. De dikte, vorm en dynamiek van regenwaterlenzen variëren aanzienlijk per gebied. Het zoute grondwater bevindt zich in veel gebieden op geringe diepte en vormt een voortdurende bedreiging voor de zoete grondwatervoorraden. Het zoetwateraanbod wordt bedreigd door:

Toenemend neerslagtekort: Deze regenwaterlenzen worden dunner tijdens de zomer door een toenemend neerslagtekort dat niet altijd kan worden gecompenseerd in de winter. Dit wordt versterkt doordat beheer en inrichting veelal gericht zijn op afvoeren. Dunner wordende regenwaterlenzen leiden tot verhoogde zoutgehalten die in de wortelzone terechtkomen en gewasschade veroorzaken. Dit is veruit de grootste stressfactor.

Afnemende zoetwatervoorraad in kreekruggen: Ook in de kreekruggen neemt de zoetwatervoorraad autonoom af door de beschreven ontwikkelingen. Dit effect wordt versterkt wanneer, als reactie op drogere zomers, de onttrekkingen uit kreekruggen toenemen.

Zoute kweldruk: Hoewel toename van zoute kweldruk ook een rol van betekenis speelt, zijn grote delen van het gebied relatief minder gevoelig hiervoor vergeleken met noordelijker gelegen poldergebieden. Dit komt door de hoogteligging en de slecht doorlatende ondergrond.

Beperkte aanvoermogelijkheden: Via een landbouwwaterleiding kan in beperkte mate (maximaal 0,22 m^3/s) water uit het Hoofdwatersysteem (de Biesbosch) worden aangevoerd naar Zuid-Beveland. Deze aanvoer dekt slechts een klein deel van de watervraag van de fruittelers in het gebied.

Gebieden met aanvoermogelijkheden uit het Hoofdwatersysteem

Het noordelijke deel van de Zuidwestelijke Delta heeft wel aanvoermogelijkheden uit het Hoofdwatersysteem:

Goeree: Voor Goeree (met uitzondering van de Kop van Goeree) kan het waterschap water inlaten uit het Haringvliet (Oost).

Polders rondom Volkerak-Zoommeer: Het waterpeil van het Volkerak-Zoommeer (VZM), de chlorideconcentratie en blauwalgenproblematiek bepalen de zoetwaterbeschikbaarheid voor de polders.

Een deel van de polders Prins-Hendrik, Auvergnepolder en Nieuw-Vossemeer kan in de huidige situatie overschakelen op wateraanvoer vanuit het Mark-Dintel-Vlietsysteem. Deze omschakeling

[119] Samenvatting van regio-input van Regio Zuidwestelijke Delta in HydroLogic, Aanvullende inzichten DPZW regio's werkopgave zoetwater - DEFINITIEF 22-04-2025

gebeurt vrijwel jaarlijks vanaf de tweede helft van juni, omdat dan het risico op het inlaten van te veel blauwalgen via het VZM te groot wordt.

Noordelijke polders WSBD: De noordelijke polders van Waterschap Brabantse Delta en het Mark-Dintel-Vlietsysteem kunnen worden voorzien van zoetwater vanuit:

- Het Hollands Diep
- De Bergse Maas
- De Amer

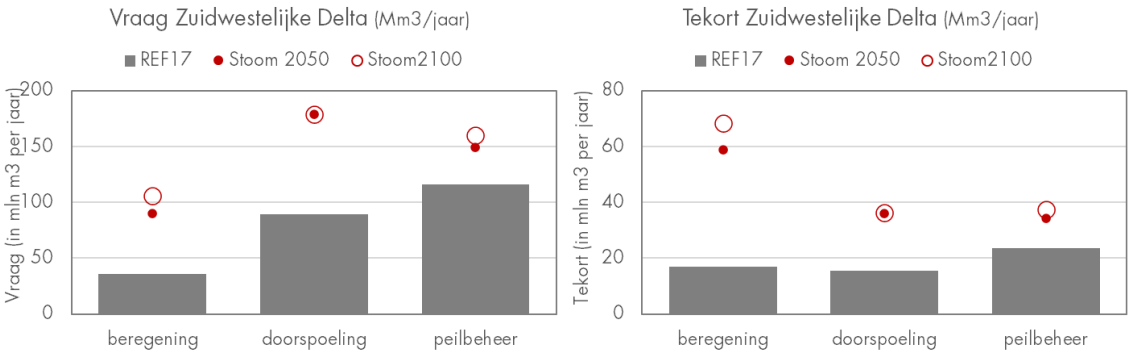
De zoetwateropgave in het noordelijke deel van de Zuidwestelijke Delta is afhankelijk van:

- Het beschikbaar blijven van voldoende zoet water uit het Hollands Diep en Haringvliet en omliggende wateren
- De waterbalans in het eigen gebied
- De capaciteit van de regionale aanvoerinfrastructuur
- Waterkwaliteit (met name blauwalgenproblematiek)

11.1.2 *Knelpunten en ontwikkeling*

Knelpunten basisprognoses 2018 (BP2018)

Beperkingen in de wateraanvoer in deelregio 20, de Zuidwestelijke Delta met aanvoer, treden op als gevolg van externe verzilting bij lage rivierafvoeren en/of stormopzet. Inlaatpunten Brielse Meer en Volkerak-Zoommeer kunnen verzilten. De inlaat Roode Vaart blijft naar verwachting altijd zoet. Dit veroorzaakt vooral doorspoeltekorten. Deelregio 21, de Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer, heeft vooral te maken met berekende peilbeheer- en beregeningstekorten door het toenemende neerslagtekort. Er is geen sprake van actief peilbeheer. De grootste watervrager is nu nog peilbeheer, maar wordt in *Stoom* doorspoeling door toename van verzilting (zie Figuur 90). Alle oppervlaktewater gebruikende functies hebben te maken met tekorten in de *Referentie*. In *Stoom* nemen de oppervlaktewatertekorten voor alle functies toe.



Vraag	Beregening	Doorspoe-ling	Peilbeheer	Tekort	Beregening	Doorspoe-ling	Peilbeheer
Referentie	36	90	116	Referentie	16,9	15,5	23,6
Stoom 2050	90	179	150	Stoom 2050	58,8	36,0	34,4
Stoom 2100	106	179	160	Stoom 2100	68,3	36,3	37,4

Figuur 90: oppervlaktewatervraag en -tekorten Zuidwestelijke Delta per scenario (miljoen m³, BP2018 excl. correctie zoetwaterregio, schaal verschilt tussen linker en rechter afbeelding)

Deze tekorten hebben gevolgen voor het droogterisico in de Zuidwestelijke delta. Zonder het tegengaan hiervan veroorzaakt dit schade voor verschillende zoetwatergebruiksfuncties, zoals funderingsschade, verdroging van natuur en landbouwschade en op veen- en moerige gronden extra CO_2-uitstoot, zie Tabel 65 en Tabel 66. Voor de berekening zie Hoofdstuk 4.

Het jaarlijks droogterisico voor de landbouw in de *Referentie* is 34 miljoen euro. In *Stoom* 2050 is het droogterisico in totaal 71 miljoen euro en neemt toe tot 123 miljoen euro in *Stoom 2100*.

De extra funderingsrisico's door klimaatverandering bedragen 72 miljoen euro in *Stoom 2050* ten opzichte van *Referentie* (eenmalige investering).

De gemonetariseerde CO_2-uitstoot neemt toe van 8 miljoen euro in de *Referentie* naar 21 miljoen euro in *Stoom 2050* en 64 miljoen euro in *Stoom 2100*. Deze uitstoot is vooral afkomstig uit de deelregio met aanvoer (20). In de deelregio zonder aanvoer (21) is slechts 161 hectare veen- en moerige gronden die kunnen oxideren, en in de deelregio met aanvoer 7.982 hectare.

Tabel 65: economisch risico (BP2018) in miljoen euro (zie voor methode en resultaat per deelregio hoofdstuk 4)

In mln. euro	Referentie	Stoom 2050	Stoom 2100
Landbouwrisico	€ 34 per jaar	€ 71 per jaar	€ 123 per jaar
Scheepvaartrisico	p.m.	p.m.	p.m.
CO_2-uitstoot (volgens WLO-scenario Hoog Snel[120])	€ 8 per jaar (in 2017)	€ 21 per jaar	€ 64 per jaar
Funderingsrisico 2050	€ 1.133 eenmalig (incl. veroudering in 2050)	€ 1.205 eenmalig	Niet bepaald

De toename van het droogterisico door klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen (contante waarde *Stoom – Referentie*) is het grootst voor de landbouw. Dit is 42 maal zo hoog als de toename in funderingsrisico en 9 maal zo hoog als de toename van het risico van de CO_2-uitstoot.

Opgemerkt moet worden dat een deel van het risico niet verwerkt is in deze resultaten. Het gaat om:

- Tekorten als gevolg van de aanwezigheid van blauwalgen waardoor de inname van water wordt gestopt en van extra watervraag om zonnebrand aan fruitteelt te voorkomen. Deze knelpunten zijn niet gemodelleerd in het Nationaal Waterinstrumentarium (NWM).
- Risico van onvoldoende waterkwaliteit. Dit heeft effect voor Kader Richtlijn Water (KRW) en innamemogelijkheden voor de drinkwatervoorziening en industrie.
- De risico's van droogte, verzilting en verslechterde waterkwaliteit voor natuur en voor landbouw de effecten van natschade.
- De risico's voor de scheepvaart door wachttijden bij sluizen en regionale wateren (alleen effecten op Rijntakken zijn gekwantificeerd).

[120] Per Welvaart- en Leefomgevingsscenario (WLO) van PBL gelden er andere CO_2-prijzen. In dit geval is gekozen voor het WLO-scenario Hoog Snel.

Tabel 66: contante waarde economisch risico (BP2018) in miljoen euro, basisjaar 2028, discontovoet 2,25%

Contante waarde 2028	Referentie	Stoom	Verschil risico
Landbouwrisico	€ 1.333	€ 3.198	€ 1.865
Scheepvaartrisico	p.m.	p.m.	p.m.
CO_2-uitstoot	€ 991	€ 1.194	€ 204
Funderingsrisico	€ 694	€ 739	€ 44
Totaal contante waarde	**€ 3.018**	**€ 5.131**	**€ 2.113**

Duiding verschil de basisprognoses 2018 (KNMI'14) en nieuwe klimaatscenario's (KNMI'23)

Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer uit het Hoofdwatersysteem

De zoetwateropgave neemt toe ten opzichte van 2018, door drie ontwikkelingen:

1. Groter neerslagtekort in het zomerhalfjaar als gevolg van klimaatverandering. Deze trend is er al en heeft effect op regenwaterlenzen en zoetwater in de kreekruggen. Uit ervaring blijkt dat het neerslagtekort zich vrijwel één-op-één vertaalt in zoetwatertekort.
2. Toenemende zoute kweldruk als gevolg van zeespiegelstijging. Door minder aanvulling van bovenaf dan in de basisprognoses 2018 verschuift het zoet-zoutgrensvlak omhoog. Dit verhoogt de druk op zoetwater in kreekrugsystemen, vooral op zandige ondergrond. De mate en het tempo van deze effecten zijn sterk locatieafhankelijk.[121]
3. Meer grondwateronttrekkingen. Bij kreekruggen neemt het grondwatergebruik toe als reactie op het groeiende neerslagtekort.

Zuidwestelijke Delta met aanvoermogelijkheden

Voor gebieden met aanvoer uit het Hoofdwatersysteem geldt:

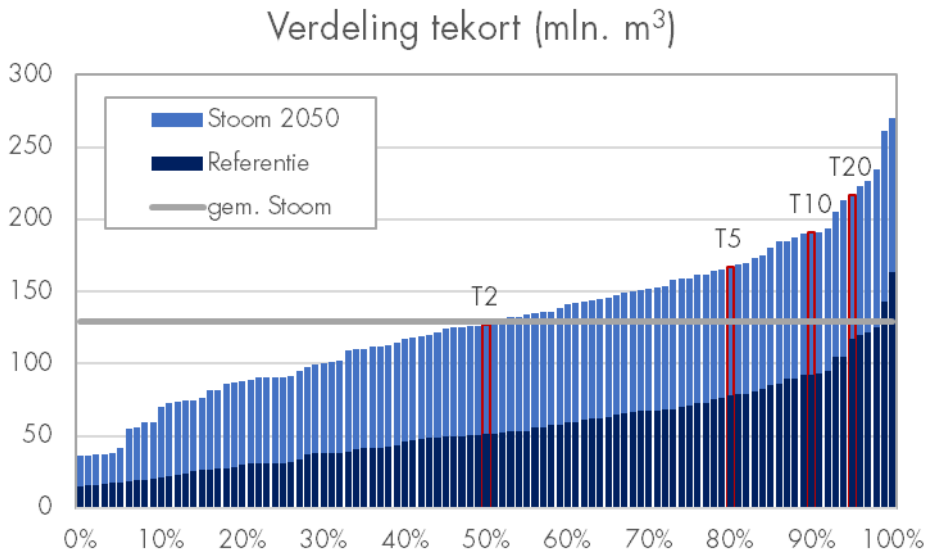
4. Het Volkerak-Zoommeer blijft een robuuste zoetwaterbron tot 2100, mits: (a) jaarrond minimaal 40 m^3/s via de Volkeraksluizen beschikbaar blijft, (b) de operationele sturing van de Innovatieve Zoetzoutscheiding op de Krammersluizen wordt geoptimaliseerd, en (c) de zoetwaterrandvoorwaarde van het Kierbesluit gehandhaafd blijft.
5. Langdurige verzilting bij inlaten vanuit Haringvliet en Hollands Diep wordt niet verwacht. Het Kennisprogramma Zeespiegelstijging concludeert dat achterwaartse verzilting via het Spui en de Dordtsche Kil pas optreedt bij 3 meter zeespiegelstijging (rond 2150) én een afvoer via de Nieuwe Waterweg lager dan 410 m^3/s.
6. De regionale aanvoercapaciteit is in meerdere gebieden ontoereikend voor de sterke toename in watervraag voor verziltingsbestrijding en, in mindere mate, peilhandhaving en beregening.

[121] Door hogere drainagepeilen in te stellen kan dit worden tegengegaan.

11.2 WERKOPGAVE ZUIDWESTELIJKE DELTA

Oppervlaktewater

De werkopgave is gelijk aan het zoetwatertekort in een T20 jaar[122] in *Stoom 2050*. Deze werkopgave is bepaald door de 100-jarige reeks voor *Stoom 2050* eerst op de hoogte van het tekort te sorteren, zie Figuur 91. En vervolgens het tekort af te lezen dat hoger is dan het tekort van 95 procent van de jaren en lager dan 5 procent van de overige jaren.



Figuur 91: oppervlaktewatervraag en -tekorten Zuidwestelijke Delta per scenario

Voor de Zuidwestelijke Delta komt de werkopgave voor 2050 van 217 miljoen m^3 ongeveer overeen met het tekort in 1934 aangepast voor de klimaat en sociaaleconomische omstandigheden in *Stoom 2050*. Deze werkopgave is gecorrigeerd op basis van input van de zoetwaterregio. Voor blauwalg is de werkopgave verhoogd. Het daadwerkelijke peilbeheertekort voor deelregio 21 ligt veel lager dan wat het Nationaal Watermodel berekent. De deelregio is erop ingesteld dat er geen water kan worden aangevoerd. Hiervoor is werkopgave verlaagd voor een T20 jaar in *Stoom 2050*. Voor de *Referentie* en *Stoom 2100* is er geen correctie bekend en zou het (peilbeheer)tekort nog verlaagd moeten worden.

Voor fase 3 betekent dit 38 miljoen m^3 (1/3 van 113 miljoen m^3) werkopgave voor oppervlaktewater, zie Tabel 67.

[122] Het 'T20 jaar' is het jaar met een tekort dat eens per 20 jaar voorkomt, oftewel 5% van jaren heeft hoger tekort en 95% lager tekort. Het T20 punt is bepaald voor het totale watertekort per deelregio, dat wil zeggen tekorten voor beregening, doorspoeling en peilbeheer opgeteld.

Tabel 67: tekorten bij herhalingstijd T20 en het gemiddelde tekort (inclusief correcties zoetwaterregio)

	Deelregio's	Gem. tekort in mln. m³			T20 tekort in mln. m³			werkopgave
		REF	Stoom 2050	Stoom 2100	REF	Stoom 2050	Stoom 2100	
20	Zuidwestelijke Delta met aanvoer BP2018	17,0	44,2	47,4	20,9	65,4	67,0	23,3
	Toevoeging blauwalg regio 20	2,0	3,3	4,0	3,3	4,6	5,3	
21	Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer BP2018	39,0	85,0	94,6	95,9	148,0	135,3	14,3
	Correctie	-p.m.	-p.m.	-p.m.	-p.m.	-105*	-p.m.	
	Totaal Zuidwestelijke Delta	58 – p.m.	133 – p.m.	146 – p.m.	120 – p.m.	113	208 – p.m.	38

* Tijdens de regioronde is aangegeven dat het daadwerkelijke tekort voor deelregio 21 naar schatting 36-50 miljoen m³ is in Stoom 2050 T20. Dit ligt veel lager dan wat het NWM berekent. De deelregio is erop ingesteld dat er geen water kan worden aangevoerd, terwijl het NWM een standaardberekening hanteert die geldt voor gebieden waar aanvoer mogelijk is. Voor T20 Stoom 2050 is de waarde gecorrigeerd. Voor andere situaties is dit niet gedaan, omdat niet in alle situaties de werkelijke tekorten bekend zijn. De totalen zijn daar dus overschat.

Grondwater

De werkopgave voor grondwater is het tegengaan van verdere verlaging van de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) in *Stoom* ten opzichte van de *Referentie*. Deze bedraagt in de Zuidwestelijke Delta gemiddeld zo'n 8 tot 12 cm. Op basis van een vochtgehalte van 15 procent moet hiervoor in totaal 32 miljoen m³ in *Stoom 2050* en 46 miljoen m³ in *Stoom 2100* meer grondwater vastgehouden worden. Voor fase 3 betekent dit 11 miljoen m³ (1/3) werkopgave voor grondwater, zie Tabel 68.

Tabel 68: werkopgave grondwater

	GLG t.o.v. Referentie (cm)		Relevant opp.	Werkopgave mln. m³		Werkopgave
Deelregio's	Stoom 2050	Stoom 2100	Ha	Stoom 2050	Stoom 2100	fase 3
Zuidwestelijke Delta met aanvoer	-7	-10	104.084	11	16	
Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer	-9	-13	155.221	21	30	
Totaal	-8	-12	259.305	32	46	11

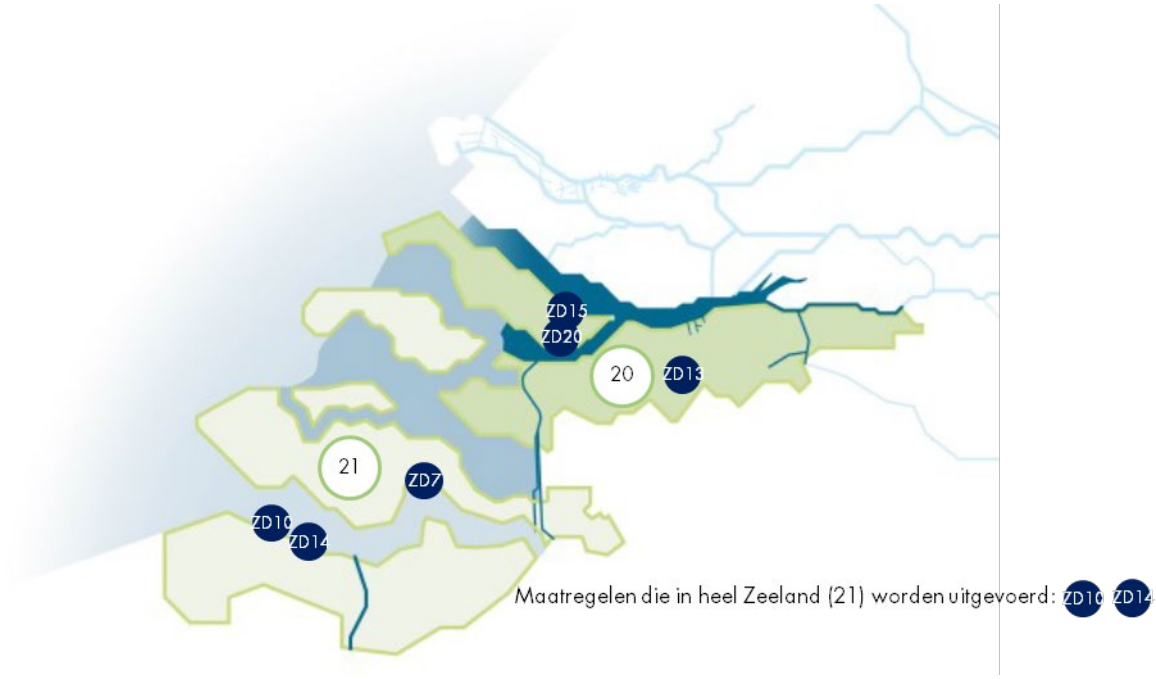
11.3 MAATREGELEN ZUIDWESTELIJKE DELTA

Deze paragraaf gaat in op de relevante maatregelen voor de Zuidwestelijke Delta. Voor een uitgebreidere beschrijving van de maatregelen wordt verwezen naar de Factsheets.[123]

[123] De zoetwaterregio's hebben voor alle maatregelen Factsheets aangeleverd volgens een vast format. Vanwege de omvang van het hele pakket zijn deze niet als bijlage opgenomen.

De maatregelen die beoordeeld konden worden, zijn vermeld in Tabel 69. Maatregelen die niet beoordeeld zijn, staan vermeld in de bijlagen en betreffen onderzoek, maatregelen door derden of langetermijnmaatregelen waarvoor geen informatie verzameld is.

Voor de zoetwaterregio Zuidwestelijke Delta zijn in totaal (augustus 2025) 23 regionale maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er afhankelijk van het perspectief 4-6 beoordeeld. Voor twee maatregelen is geen inschatting van hydrologisch effect beschikbaar. Er zijn geen HWS-maatregelen met hydrologische effecten voor de Zuidwestelijke Delta. De maatregel aanleg zoutriool Krammer, zou wel in de zoetwaterregio uitgevoerd worden, maar heeft effect op de doorspoeltekorten op de Nieuwe Waterweg. De maatregel is daarom bij de zoetwaterregio West in de analyse meegenomen, zie Figuur 92.



Figuur 92: Indicatie effectgebied maatregelen o.b.v. beschrijving

ZD7 Uitbreiding wateraanvoer Oost Zuid-Beveland

Maatregel ZD7 behelst uitbreiding van het wateraanvoer gebied Reigersbergsche polder tot bijna geheel Oost Zuid-Beveland. De maatregel heeft een dubbele doelstelling, nl. 1) watervoorziening t.b.v. de landbouw en 2) waterkwaliteitsverbetering met daaraan gekoppelde groenblauwe dooradering. Die tweede doelstelling vereist een stabiel zoutregime door het jaar heen, dus heeft de maatregel een permanent karakter. Het voornaamste klimaatveranderingseffect is hogere zoutconcentraties door toenemende kweldruk en hogere verdamping. Dat kan zowel de landbouw als de natuur- en waterkwaliteit beïnvloeden, maar het voorgestelde aanvoerdebiet is dusdanig gekozen dat het een behoorlijke mate van klimaatverandering aankan. Daarmee is de houdbaarheid van de maatregel minstens enkele decennia. De uitbreiding van het aanvoergebied loopt vanaf het Vinkenissegat ten westen van Rilland tot aan de Zanddijk tussen het Kanaal door Zuid-Beveland en Yerseke. Het beoogde aanvoerdebiet bedraagt 3 m^3/s waarmee een akkerbouwareaal van 4.500 ha van water kan worden voorzien. Het primaire doorvoersysteem bedraagt ± 70 km. Dat is al aanwezig, maar zal deels worden vergroot, ook voor groenblauwe dooradering. En die laatste kan

ook van toepassing zijn op secundaire waterlopen, zodat het totale traject aan betrokken waterlopen waarschijnlijk hoger zal uitkomen dan de genoemde 70 km.

ZD10 uitrol proeftuin zoetwater: diverse maatregelen

Maatregel ZD10 betreft subsidieverstrekking voor watermaatregelen. De zoetwatersituatie in het gebied zonder externe zoetwatervoorziening wordt meer bepaald door maatregelen die watergebruikers zelf treffen dan door collectieve voorzieningen. De maatregelen zijn gericht op agrarische benutting en daarmee is de inzet beperkt tot het groeiseizoen. Dat betekent overigens niet dat de voorziening in het winterseizoen inactief is, want veel maatregelen zijn gericht op het overbruggen van het faseverschil tussen behoefte en beschikbaarheid. De maatregelen zijn bedoeld om in te spelen op klimaatverandering en hebben een effectieve tijdshorizon van enkele decennia. Ruimtelijk gezien is de toepasbaarheid van beproefde maatregelen vaak beperkt tot specifieke locaties afhankelijk van ondergrond, temporele beschikbaarheid van zoet water, teelttype etc. De regelingen staan open voor alle landbouwers in Zeeland, maar in de praktijk is het merendeel van de aanvragers afkomstig uit gebieden zonder aanvoer. De omvang van de maatregel is moeilijk algemeen te beantwoorden, omdat in de subsidieregelingen vaak verschillende maatregelen zijn opgenomen. Dat kan variëren van een specifieke actie gericht op het verbeteren van het vochtvasthoudend vermogen van de bodem (regelbare drainage), het "verstevigen" van de zoete regenwaterlens, het doelmatiger irrigeren, berging in bassins, tot het creëren van zoete grondwatervoorraden via infiltratie in kreekrug of onder kleilaag. In alle gevallen betreft het maatregelen waarvan de ondernemer zelf de noodzaak groot genoeg acht om 60 procent van de investering voor zijn/haar rekening te nemen.

ZD13 Robuust & Optimaal regionaal watersysteem voor zoet water – Brabant

Maatregel ZD13 zijn beheer en inrichtingsmaatregelen om meer water te kunnen bufferen in het regionale watersysteem (=water vasthouden). Hiermee wordt minder water aan het HWS onttrokken door hogere grond- en oppervlaktewaterstanden in het voorjaar en groeiseizoen. Er kunnen hogere winter- en voorjaarspeilen worden gehanteerd en in groeiseizoen kan water extra worden opgezet/vastgehouden. De maatregelen worden in het gehele peilbeheerste gebied van West-Brabant uitgevoerd. In 2016 is de Krekenvisie West-Brabant al opgenomen in het Deltaplan zoet water. Maatregelen zijn vooral effectief bij (voorspelde) verminderde rivierafvoeren, wanneer inlaatmogelijkheden worden beperkt (na 2050). Het gaat om beheer- en inrichtingsmaatregelen in het totale peilbeheerste gebied van Brabantse Delta: ruim 55.000 ha. Het totale beoogde effect bestaat uit twee onderdelen: 10 cm toename van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) (doelstelling zonder water geen later) grondwateraanvulling (in voorjaar). Bij 40 procent poriën volume klei is dit 22 miljoen m^3. Daarnaast wordt het oppervlak open water vergroot met 2,0 tot 2,4 procent, waarbij een buffer van 30 cm (de beheermarge) wordt aangehouden. Dit komt uit op 4,00 miljoen m^3 extra water (=7 mm).

ZD14 Robuust & Optimaal regionaal watersysteem voor zoet water – Zeeland

Maatregel ZD14 is gericht op meer zoet water ter beschikking te hebben én verzilting tegen te gaan in het oppervlaktewater en grondwater. Zeker in de gebieden zónder aanvoer van water uit het Hoofdwatersysteem is de zoetwateropgave groot. Met name landbouw en in mindere mate natuur zullen hiervan profiteren. De aangepaste assets in het regionale systeem bieden de mogelijkheid in natte periodes zoveel mogelijk water vast te houden, teneinde in droge periodes nog zoveel mogelijk water beschikbaar te hebben. Dit speelt het hele jaar en de precieze inzet is weersafhankelijk. De maatregel(en) blijven een bijdrage leveren. Wel kan het zo zijn dat ze in de loop

van de tijd een kleiner deel van de totale zoetwateropgave realiseren. Maatregelen worden genomen in Zeeland, op de plekken waar ze het meest effectief zijn. Dit is afhankelijk van bv. bodemopbouw. Slim sturen wordt wel gebiedsbreed uitgerold. Waterschap Scheldestromen werkt gebiedsgericht en in cycli aan het klimaatrobuust(er) maken van het gehele beheersgebied (Zeeland, 200.000 ha).

ZD15 Uitbreiden en robuust en optimaal maken van het regionaal watersysteem voor zoet water - Zuid-Holland

Maatregel ZD15 gaat over het aanpassen, bufferen en slim aansturen van het regionale watersysteem op Goeree Overflakkee door middel van robuuste watergangen en kunstwerken. Juist in tijden van voldoende water het systeem optimaal benutten en gereedmaken voor het vasthouden ten behoeve van droge perioden. Mede op basis van de knelpuntenanalyse Zuidwestelijke Delta werkt Waterschap Hollandsche delta gebiedsgericht, integraal en adaptief en in cycli van watergebiedsplannen. Het gaat in elk geval om de Inlaat Bommelse Polder en waar mogelijk, inzet op optimalisatie van het hele watersysteem en specifieke aanvoer maatregelen.

ZD20 ZD15b addendum op ZD15

Maatregel ZD20 is een aanvulling op ZD15 met het tracé Bommelse Polder (onderdeel integrale aanpak).

Tabel 69: ingediende maatregelen Zuidwestelijke Delta die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	locatie	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
1	ZD7	Uitbreiding wateraanvoer Oost Zuid-Beveland	21	Oppervlaktewater	Landbouw: 100%?
2	ZD10	Uitrol proeftuin zoetwater	21	M.n. Grondwater-aanvulling	Landbouw: 100%
3	ZD13	Robuust & Optimaal regionaal watersysteem voor zoet water - Brabant	20 Brabant	Oppervlaktewater/grondwater	Landbouw beregening 8% en 42% bodemvocht Doorspoeling (ecologie/waterkwaliteit) 50%.
4	ZD14	Robuust & Optimaal regionaal watersysteem voor zoet water – Zeeland geen info hydrologie	21	Oppervlaktewater/grondwater	Landbouw beregening: 65%; bodemvocht 15% Natuur: 15%; Peilbeheer CO_2 en fundering: 15% + 15% + 5% stedelijk
5	ZD15	Uitbreiden en robuust en optimaal maken van het regionaal watersysteem voor zoet water - Zuid-Holland randvoorwaardelijk voor ZD20	20 Goeree-Overflakkee	Oppervlaktewater	geen data, idem ZD20
6	ZD20	ZD15b addendum op ZD15	20 Goeree-	Oppervlaktewater	75% agrariërs (voldoende kunnen blijven onttrekken) en

nr.	ID	Naam	locatie	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
			Over-flakkee		25% WSHD (voldoende kunnen blijven doorspoelen)

11.4 BEOORDELING MAATREGELEN

Hoe kansrijk de maatregelen zijn, is bepaald via drie perspectieven: een kosteneffectiviteitsanalyse (KEA), een multicriteria-analyse (MCA) en een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). Per analyse is een beleidspakket samengesteld dat past bij dit perspectief.

11.4.1 *Kosteneffectiviteitsanalyse*

Individuele maatregelanalyse

De kosteneffectiviteitsanalyse vergelijkt de jaarlijkse kosten voor de maatregel met de hydrologische effectiviteit in een T20 jaar in het Deltascenario *Stoom 2050* omdat de werkopgave voor deze situatie is gedefinieerd. Omdat de ratio tussen kosten en doelbereik voor ZD15 niet losstaand te bepalen is en maatregel ZD20 in combinatie met ZD15 wordt uitgevoerd, zijn de maatregelen in de vervolganalyses als combinatie gepresenteerd, zie Tabel 70.

Tabel 70: overzicht kosteneffectiviteit T20 jaar Stoom 2050 van maatregelen zoetwaterregio Zuidwestelijke Delta

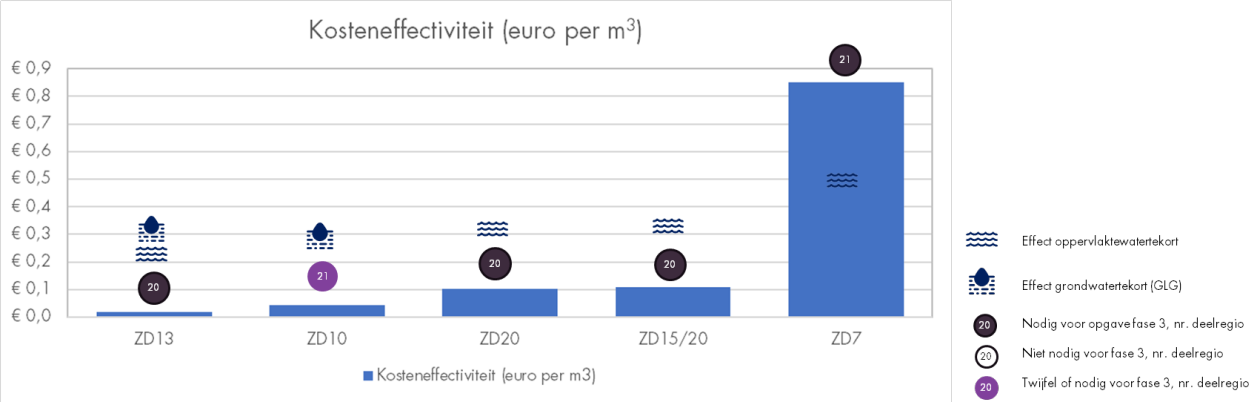
nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie T20 Stoom 2050 (OW en mix, T2 GW) (mln. m³)	Ratio (€/m³)
1	ZD7	Uitbreiding wateraanvoer Oost Zuid-Beveland	€ 1,84	2,16	€ 0,85
2	ZD10	Uitrol proeftuin zoetwater	€ 2,06	47,90*	€ 0,04
3	ZD13	Robuust & Optimaal regionaal watersysteem voor zoet water - Brabant	€ 0,47	26,00	€ 0,02
4	ZD14	Robuust & Optimaal regionaal watersysteem voor zoet water - Zeeland	€ 0,69	Geen data	Niet te bepalen
5	ZD15	Uitbreiden en robuust en optimaal maken van het regionaal watersysteem voor zoet water - Zuid-Holland	€ 0,03	0	oneindig
6	ZD20	ZD15b addendum op ZD15	€ 0,47	4,62	€ 0,10
	ZD15 /20	Combinatie van ZD15 en ZD20	€ 0,50	4,62	€ 0,11

* Aanname dat effect in Stoom 2050 gelijk is aan Ruim 2050, HKV heeft de omvang van enkele onderdelen van de proeftuin maatregelen (ZD10) niet kunnen bevestigen bij de validatie.

Samenstelling kosteneffectief pakket

Om het kosteneffectief pakket samen te stellen zijn alle maatregelen gesorteerd van kosteneffectief naar minder kosteneffectief (uitgedrukt in euro per m^3 oplossend vermogen), zie Figuur 93. Hier-

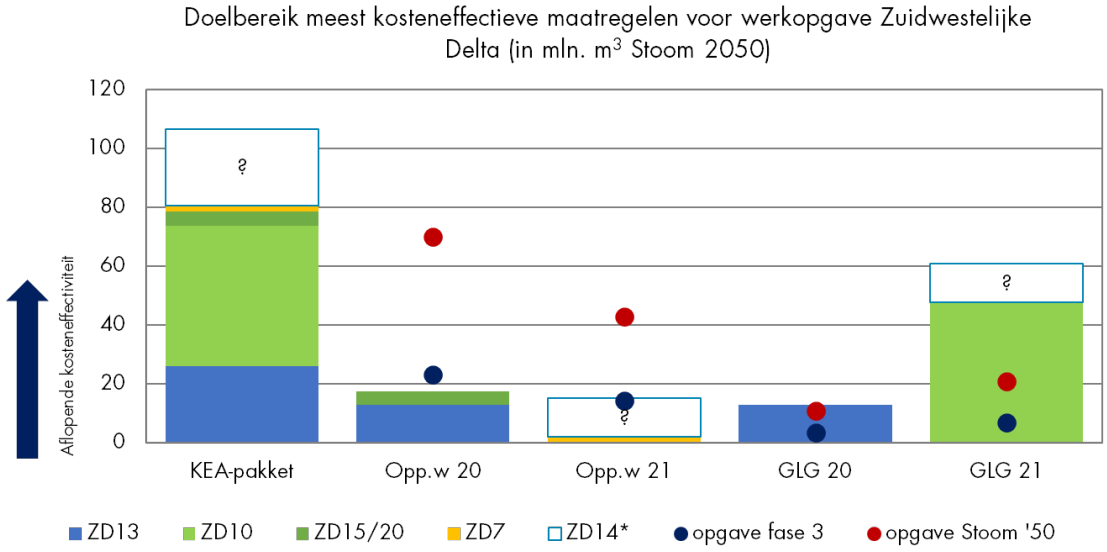
bij is aangegeven op welke deelregio's en welke werkopgave de maatregel effect heeft. De kosteneffectiviteit van ZD14 en ZD15 kan niet worden bepaald door het ontbreken van hydrologische informatie respectievelijk een oneindige waarde. De maatregelen zijn daarom niet afgebeeld.



Figuur 93: sortering op basis van kosteneffectiviteit Stoom 2050

Vervolgens is het pakket voor zowel de werkopgave oppervlaktewater als grondwater per deelregio gevuld door van links naar rechts in Figuur 93 maatregelen te selecteren totdat de werkopgave voor fase 3 ingevuld is. Dit vormt het kosteneffectief pakket, zie Figuur 94.

Complicerende factor is dat voor maatregel ZD14 geen doelbereik en voor deze maatregel en ZD13 geen verdeling over grondwater en oppervlaktewater bekend is. Bij een 50-50 verdeling over grondwater en oppervlaktewater zijn alle maatregelen nodig en dan nog kan de werkopgave voor oppervlaktewater voor fase 3 waarschijnlijk niet worden ingevuld.



Figuur 94: samenstelling pakket op basis van kosteneffectiviteit en doelbereik (*fictief effect)

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering

op kosteneffectiviteit. Dan resulteert het pakket met het meeste doelbereik voor het beschikbare budget. [124]

11.4.2 *Multicriteria-analyse*

Individuele maatregelanalyse

De multicriteria-analyse vergelijkt de maatschappelijke scores van de maatregelen. Deze maatschappelijke score zijn een combinatie van gewogen scores voor de kwalitatieve criteria uit de vergelijkingssystematiek. Voor de weging wordt verwezen naar bijlage *Delphi-analyse en weegfactoren*. De scores op de subcriteria gebruiken een Likertschaal. Ook de toelichting van de Likertschaal is te vinden in de bijlagen.

De maatregelen met de hoogste maatschappelijk score zijn ZD14, ZD15, ZD20 en de combinatie van ZD15 en ZD20, zie Tabel 71.

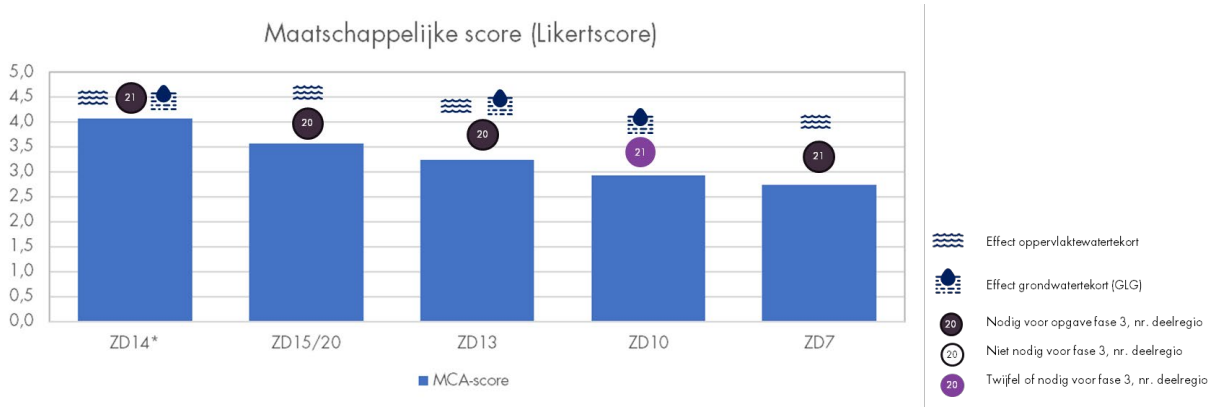
Tabel 71: overzicht maatschappelijke scores van maatregelen zoetwaterregio Zuidwestelijke Delta (hoe hoger, hoe beter)

nr.	ID	Naam	Zoetwatergebruikers	Overige opgaven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-	Uitvoerings-risico's	Meekoppelkansen	Totaal
1	ZD7	Uitbreiding wateraanvoer Oost Zuid-Beveland	2	3	3	4	4	4	4	2,73
2	ZD10	uitrol proeftuin zoetwater	2	3	5	5	5	5	3	2,92
3	ZD13	Robuust & Optimaal regionaal watersysteem voor zoet water - Brabant	3	4	5	1	3	3	4	3,23
4	ZD14	Robuust & Optimaal regionaal watersysteem voor zoet water - Zeeland	4	5	5	3	5	3	4	4,07
5	ZD15	Uitbreiden en robuust en optimaal maken van het regionaal watersysteem voor zoet water - Zuid-Holland	3	5	5	5	5	2,5	5	3,56
6	ZD20	ZD15b addendum op ZD15	3	5	5	5	5	2,5	5	3,56
	ZD15 /20	Combinatie van ZD15 en ZD20	3	5	5	5	5	2,5	5	3,56

Samenstelling sociaal-maatschappelijk pakket

Om het sociaal-maatschappelijk pakket samen te stellen zijn alle maatregelen aflopend gesorteerd, zie Figuur 95. Hierbij is aangegeven op welke deelregio's en welke werkopgave de maatregel effect heeft.

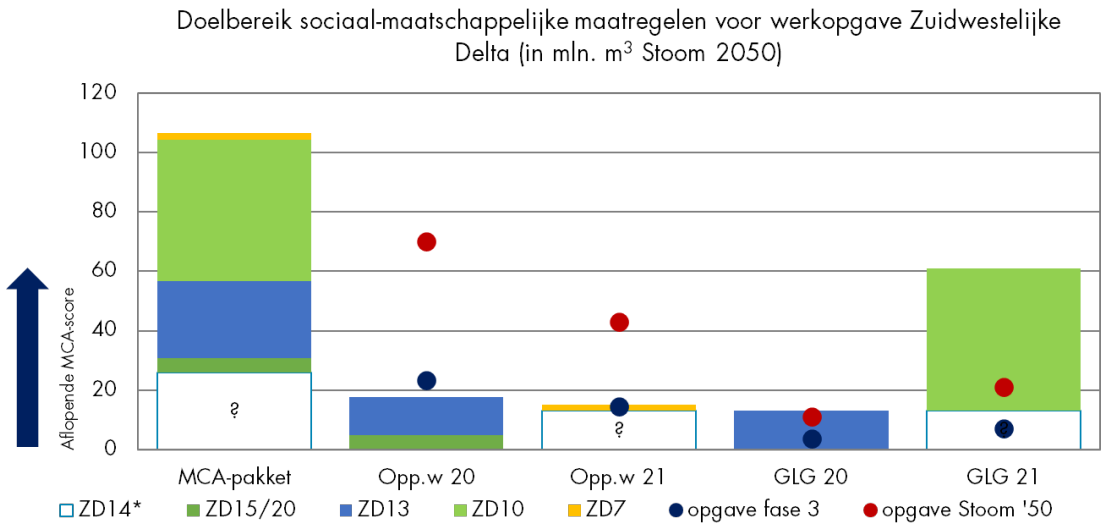
[124] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.



Figuur 95: sortering op basis van maatschappelijke scores

Vervolgens is het pakket samengesteld net als bij het kosteneffectief pakket, zie Figuur 96. Omdat uiteindelijke waarschijnlijk alle maatregelen nodig zijn is er ondanks de volgorde waarin de maatregelen geselecteerd worden geen verschil tussen het maatschappelijke pakket en het kosteneffectief pakket. Alleen als ZD14 voldoende effect heeft om de werkopgave oppervlaktewater of grondwater in deelregio 21 in te vullen voor fase 3, is ZD7 of ZD10 niet meer nodig. Dit is echter niet te bepalen.

Aangezien alle maatregelen nodig zijn levert de gevoeligheidsanalyse met de hogere weging van flexibiliteit, zoals toegelicht in paragraaf 5.2, hetzelfde resultaat op.



Figuur 96: samenstelling pakket op basis van maatschappelijke score en doelbereik (* fictief effect)

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering

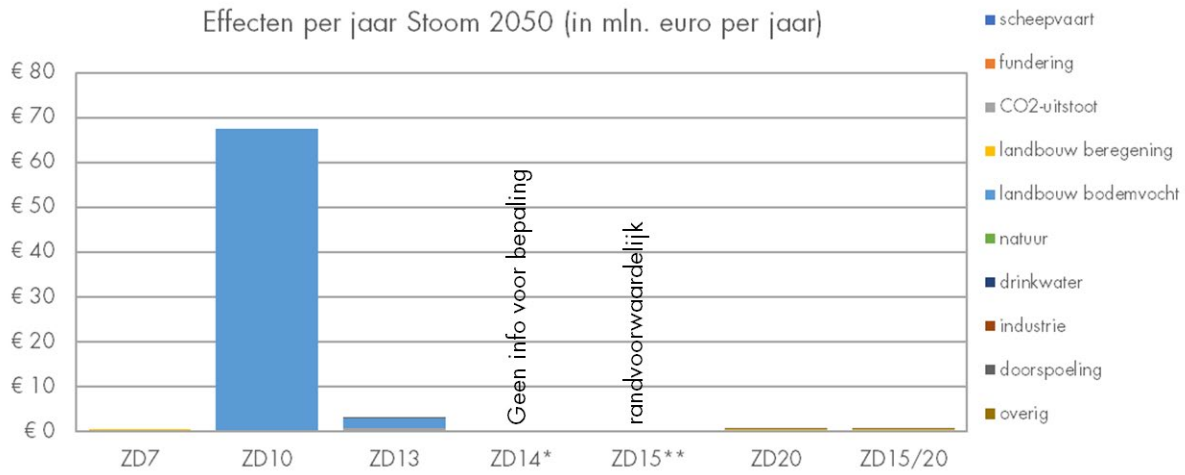
op sociaal-maatschappelijke score. Dan resulteert het pakket met de hoogste sociaal-maatschappelijke score voor het beschikbare budget.[125]

11.4.3 *Kosten-batenanalyse*

Of de maatregelen een positief of negatief welvaartseffect hebben, is bepaald door de hydrologische effecten te monetariseren en deze te vergelijken met de jaarlijkse kosten van de maatregel.

Voor het monetariseren zijn kentallen gebruikt die een m^3 tekortvermindering of een cm GLG-verhoging monetariseren in een besparing of vermindering van het droogterisico, waar nodig aangevuld met maatwerk. De geprognosticeerde hydrologische opbrengsten zijn daarvoor eerst toegewezen aan een of meer zoetwatergebruikers. Dit is nodig om de juiste kentallen te kunnen toepassen. De resulterende baten voor *Stoom 2050* zijn te zien in Figuur 97.

Het meeste effect wordt veroorzaakt door de verbetering van het bodemvochtgehalte voor de landbouw (ZD10). Het kental voor bodemvocht is in deze deelregio relatief hoog bij een bodemvochtgehalte van 15 procent: 1,41 euro/m^3. Er zijn voor de beoordeelde maatregelen geen effecten berekend voor de scheepvaart, voor natuur, drinkwater en industrie. Effecten van het verbeteren van de doorspoeling en beregening, fundering, en verminderen van veenoxidatie/CO_2-uitstoot zijn klein.



Figuur 97: berekende baten van hydrologische effecten in Stoom 2050

Voor de *Referentie* liggen de baten over het algemeen lager dan in *Stoom 2050*. Bij een gelijke weging van het *Referentie*scenario en *Stoom 2050* is de verhouding tussen baten en kosten (baten-kostenverhouding B/K) groter dan 1 voor de maatregelen ZD10 en ZD13, zie Tabel 72.

De combinatie van ZD15 en ZD20 ligt nog onder de 1, maar er zijn verschillende kwalitatieve effecten die niet zijn gemonetariseerd (natuur, drinkwater, recreatie, ruimtelijke adaptatie). Daarom is deze combinatie wel als positief beoordeeld.

Van de overige maatregelen is onduidelijk of deze een positief saldo hebben (ZD14) of lijkt het saldo negatief (ZD7). Voor ZD7 is verondersteld dat de baten 100 procent uit beregeningsbaten

[125] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

bestaan. Voor een positief saldo moeten de gemiddelde baten in 2034 groter of gelijk zijn aan 1,84 miljoen euro per jaar aan kosten (annuïteit). Bij een gemiddeld verwacht opgelost tekort in 2034 van naar schatting 1,25 miljoen m^3 zou de baat per opgeloste m^3 water minimaal 1,47 euro per m^3 moeten bedragen. Het kental voor beregeningsbaten ligt echter op 0,44 euro per m^3 en er zijn geen neveneffecten van de maatregel naast de effecten op de landbouw opgegeven.

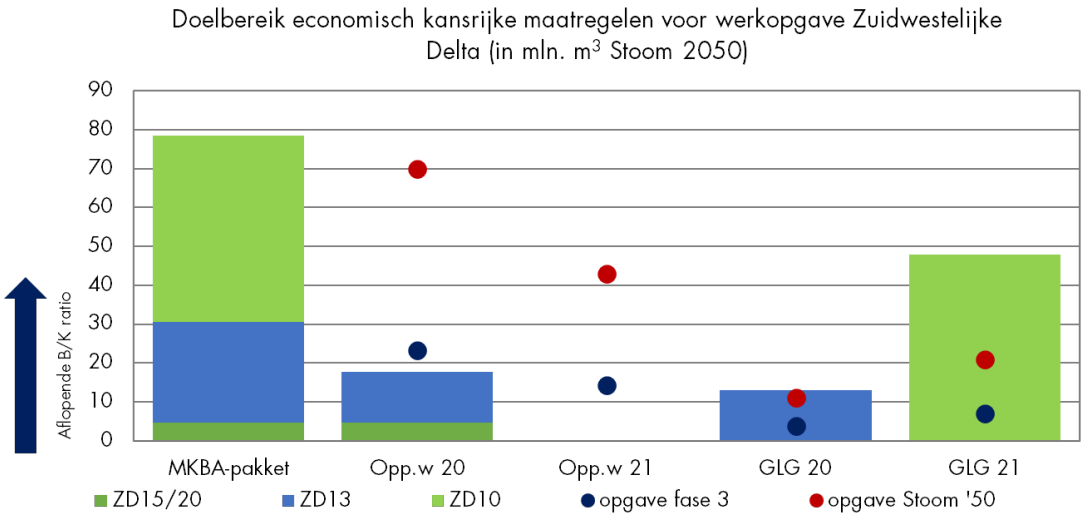
Tabel 72: overzicht van kosten en baten van maatregelen zoetwaterregio Zuidwestelijke Delta

nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	B/K Referentie	B/K Stoom 2050	B/K Gewogen 2034	Kwalitatief	Oordeel
1	ZD7	Uitbreiding wateraanvoer Oost Zuid-Beveland	€ 1,84	0,3	0,3	0,3	geen	neg
2	ZD10	Uitrol proeftuin zoetwater	€ 2,06	3,6	32,8	11,2	geen	pos
3	ZD13	Robuust & Optimaal regionaal watersysteem voor zoet water - Brabant	€ 0,47	0,3	6,8	1,9	++	pos
4	ZD14	Robuust & Optimaal regionaal watersysteem voor zoet water - Zeeland	€ 0,69	?	?	?	8+	?
5	ZD15	Uitbreiden en robuust en optimaal maken van het regionaal watersysteem voor zoet water - Zuid-Holland	€ 0,03	0,0	0,0	0,0	++++	rand-voor-waarde
6	ZD20	ZD15b addendum op ZD15	€ 0,47	0,7	1,1	0,8	++++	pos
	ZD15 /20	Combinatie van ZD15 en ZD20	€ 0,50	0,7	1,0	0,8	++++	pos

Kwalitatieve effecten zijn gecorrigeerd voor effecten die gemonetariseerd zijn

Samenstelling economisch kansrijk pakket

De samenstelling van het economisch kansrijk pakket vraagt geen aanvullende analyse. Alle maatregelen die hiervoor als positief beoordeeld zijn komen in dit pakket tenzij ze hetzelfde probleem oplossen, zie Figuur 98. De maatregelen ZD15/20, ZD10 en ZD13 hebben elk in een ander gebied effect: Goeree-Overflakkee, heel Zeeland, Noord-Brabant. Ze lossen dus niet hetzelfde probleem op. Of maatregel ZD14 aan dit pakket kan worden toegevoegd is niet te bepalen zonder de hydrologische effectiviteit te kennen.



Figuur 98: samenstelling pakket op basis van positief kosten-batensaldo

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op baten-kostenverhouding. Dan resulteert het pakket met de hoogste maatschappelijke baten voor het beschikbare budget. [126]

11.4.4 *Vergelijking pakketten*

De vergelijking van de drie pakketten laat in totaal twee verschillende uitkomsten zien, zie Tabel 73. Het kosteneffectief pakket en het sociaal-maatschappelijk pakket zijn immers identiek en ze verschillen van het economisch kansrijk pakket. In het economisch kansrijk pakket ontbreken maatregel ZD14 waarvan niet kan worden vastgesteld of dit een positief saldo heeft en ZD7 die geen positief saldo heeft op basis van de gemaakte aannames.

De maatregelen ZD15/20, ZD10 en ZD13 komen in alle pakketten voor. Ze kunnen beschouwd worden als no-regret-maatregelen: maatregelen die in alle perspectieven zinvol zijn.

De doorlooptijd van de maatregelen is relatief kort en past binnen een fase. De meeste maatregelen zijn echter over de tijd uitgesmeerd. Maatregel ZD20 is volgens Factsheet bedoeld voor fase 4, maatregel ZD7 voor fase 3 en 4, en de overige maatregelen (ZD10, ZD13 en ZD14 worden deels pas na fase 4 uitgerold.

[126] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

Tabel 73: vergelijking samenstelling maatregelenpakketten zoetwaterregio Zuidwestelijke Delta (no-regret dikgedrukt)

	Kosteneffectief pakket	Sociaal maatschappelijk pakket	Economisch kansrijk pakket
Oppervlaktewater-maatregelen	**ZD15/ZD20: uitbreiding optimaliseren zoetwater-systeem Zuid-Holland** ZD7: wateraanvoer Oost Zuid-Beveland	**ZD15/ZD20: uitbreiding optimaliseren zoetwater-systeem Zuid-Holland** ZD7: wateraanvoer Oost Zuid-Beveland	**ZD15/ZD20: uitbreiding optimaliseren zoetwater-systeem Zuid-Holland**
Grondwatermaatre-gelen	**ZD10: Proeftuin zoetwater** (afh. Van impact ZD14 no-dig)	**ZD10: Proeftuin zoetwater** (afh. Van impact ZD14 no-dig)	**ZD10: Proeftuin zoetwater**
Mix grondwater en oppervlaktewater	**ZD13: optimaliseren zoet-watersysteem Brabant** ZD14: optimaliseren zoet-watersysteem Zeeland (doelbereik niet bekend)	**ZD13: optimaliseren zoet-watersysteem Brabant** ZD14: optimaliseren zoet-watersysteem Zeeland (doelbereik niet bekend)	**ZD13: optimaliseren zoet-watersysteem Brabant** (ZD14: niet te bepalen)
Doelbereik (werk-opgave) in mln. m3)	81	81	74
Investering (mln. euro, exclusief ri-sico-opslagen)	€ 115,9	€ 115,9	€ 57,9
Jaarlijkse kosten (mln. euro/jaar)	€ 5,6	€ 5,6	€ 3,0
Jaarlijkse baten 2034 mln. euro/jaar)	€ 24,8	€ 24,8	€ 24,2

Het effect op de landbouw van maatregel ZD10 is substantieel. Als we de situatie vergelijken in 2034, dan is het landbouwdroogterisico in de Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer 36,7 miljoen euro in 2034. Het effect van ZD10 in 2034 is een vermindering hiervan met 22,9 miljoen euro. Er resteert nog steeds een groot deel van het landbouwdroogterisico. Aandachtspunt is dat het effect op de natschade niet is meegeteld in zowel de economische effecten van de maatregelen als het klimaatrisico.

Van de berekende CO_2-uitstoot (€ 21 miljoen per jaar in *Stoom 2050)*, wordt 0,7 miljoen euro per jaar bespaard met maatregel ZD13 als 50 procent van het doelbereik grondwateraanvulling betreft.

Maatregelen in de Zuidwestelijke Delta lijken goed houdbaar. Het gaat niet om het verplaatsen van tekorten van de ene naar de andere zoetwaterregio. Ook maatregel ZD7 heeft geen impact op andere regio's, omdat het water al functie heeft gehad voor andere gebruikers.

HOOFDSTUK 12 HET HOOFDWATERSYSTEEM

Dit hoofdstuk gaat in op het Hoofdwatersysteem (HWS). Achtereenvolgens worden de volgende onderwerpen toegelicht:

1. De ontwikkelingen bij het nulalternatief in de verschillende Deltascenario's,
2. De werkopgave,
3. De beoordeelde maatregelen gericht op het beperken en voorkomen van watertekorten,
4. De individuele beoordeling van de maatregelen op kosteneffectiviteit, welvaartseffect en maatschappelijke waarde,
5. De samengestelde beleidspakketten.

12.1 NULALTERNATIEF

Het Hoofdwatersysteem vormt binnen de zoetwaterregio's van het Deltaprogramma een 'bijzondere' zoetwaterregio. Het Hoofdwatersysteem heeft een cruciale functie voor de nationale watervoorziening. Het systeem speelt een belangrijke rol in de zoetwaterbeschikbaarheid voor en wateraanvoer naar de regionale watersystemen en watervragers.

Naast deze aanvoerfunctie kent het Hoofdwatersysteem ook eigen watervragen voor verschillende gebruiksfuncties:

- *Scheepvaart*: handhaving van voldoende waterdiepte en vaardiepte, en voldoende water om te schutten.
- *Natuur en ecologie*: ondersteuning van aquatische ecosystemen
- *Drinkwater en industrie:* directe watervoorziening vanuit het hoofdsysteem
- *Peilbeheer:* belangrijke 'watervrager' in IJsselmeer en Markermeer

De afvoeren op de grote rivieren worden bepaald door een combinatie van factoren:

- Rivieraanvoer vanuit het buitenland
- Aanvoer of onttrekkingen tijdens de stroming door het Nederlandse watersysteem

In perioden van lage rivierafvoeren spelen afwegingen en keuzes in de landelijke waterverdeling een belangrijke rol die direct van invloed zijn op het functioneren van het Hoofdwatersysteem.

12.1.1 *Uitdagingen voor het Hoofdwatersysteem*[127]

Korte perioden van lage afvoeren zijn over het algemeen goed te overbruggen, onder andere door de beschikbare buffers in het systeem. Wanneer een periode van droogte en lage afvoeren langer

[127] Samenvatting van regio-input van zoetwaterregio Noord in HydroLogic, Aanvullende inzichten DPZW regio's werkopgave zoetwater - DEFINITIEF 22-04-2025

aanhoudt, brengt dit aanzienlijk grotere uitdagingen mee voor het waterbeheer. Het wordt dan complex om alle zoetwatergebruiksfuncties zo goed mogelijk te blijven voorzien.

De (lagere) rivierafvoeren zijn mede bepalend voor de waterkwaliteit in het Hoofdwatersysteem. Dit geldt voor twee belangrijke aspecten:

- *Verzilting*: Met name in de Rijn-Maasmonding kunnen lagere afvoeren leiden tot verhoogde zoutgehalten.
- *Stoffenconcentraties*: Lagere waterafvoeren resulteren in hogere achtergrondconcentraties van verschillende stoffen, wat de waterkwaliteit kan beïnvloeden.

Deze waterkwaliteitsaspecten zijn niet alleen relevant voor het Hoofdwatersysteem zelf, maar hebben ook directe gevolgen voor de regionale systemen die afhankelijk zijn van wateraanvoer uit het Hoofdwatersysteem.

12.1.2 *Knelpunten en ontwikkeling*

Knelpunten basisprognoses 2018 (BP2018)

De ontwikkeling van de absolute watervraag en de gemiddelde tekorten in het scenario *Stoom* zijn getoond in Figuur 99. De gemiddelde vraag en tekorten nemen sterk toe ten opzichte van de *Referentie*.

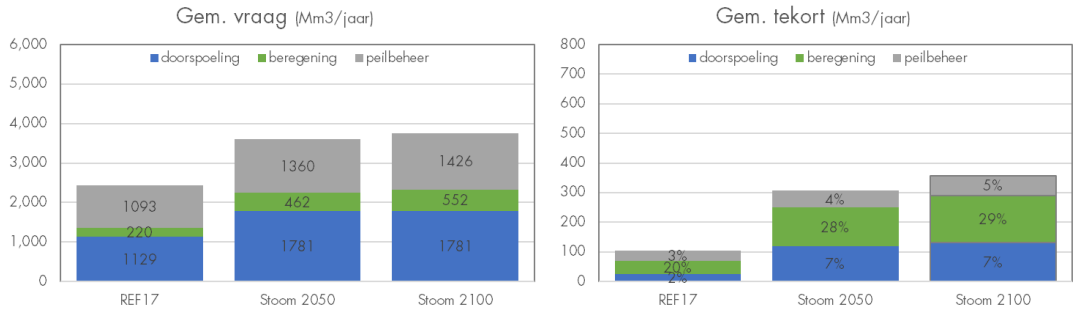
Hoewel het landbouwareaal 10 procent afneemt (intensieve landbouw), groeit het beregend areaal sterk. De verdamping stijgt in de zomer sneller dan de neerslaghoeveelheid. De vraag naar oppervlaktewater voor beregening verdubbelt daardoor in 2050 en na 2100 groeit de vraag verder. De tekorten zijn relatief het grootst voor de beregeningsvraag. Deze tekorten nemen absoluut (3x) en relatief toe in *Stoom*, van 20 procent in *Referentie* naar 28 procent van de vraag in *Stoom 2050* en 29 procent in 2100.

De grootste watervrager is doorspoeling (zie Figuur 99). De watervraag voor doorspoeling neemt in *Stoom 2050* absoluut het meest toe ten opzichte van de *Referentie*. Dit is het gevolg van klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkeling. Door de toenemende vraag uit stedelijke functies, landbouw en natuur nemen de relatieve tekorten toe van 2 procent tot 7 procent.

De doorspoelvraag varieert in BP2018 niet met de klimaatjaren in de klimaatreeks.[128] Voor *Stoom 2100* is in BP2018 alleen het extra effect van een droger klimaat en afnemende rivierafvoeren ten opzichte van *Stoom 2050* meegenomen. Daardoor is de doorspoelvraag, die in werkelijkheid door zeespiegelstijging toeneemt en ook kan variëren door sociaaleconomische ontwikkelingen, gelijk gehouden tussen 2050 en 2100.

In *Stoom 2050* stijgt de watervraag voor peilbeheer ten opzichte van de *Referentie* en na 2050 nog iets verder door de verdergaande klimaatverandering.

[128] In werkelijkheid zal dat anders zijn dan gemodelleerd. In het model is uitgegaan van een gemiddelde jaarlijkse doorspoelvraag per scenario.



Figuur 99: gemiddelde oppervlaktewatervraag en -tekorten per scenario (miljoen m³, BP2018 excl. correcties zoetwaterregio's, schaal verschilt tussen linker en rechter afbeelding, Figuur is identiek aan Figuur 14)

De watervragen voor doorspoeling en beregening uit oppervlaktewater nemen het sterkst toe, veroorzaakt door interne verzilting, verdamping van het oppervlaktewater en een daling van het bodemvochtgehalte in het groeiseizoen. Gemiddeld veroorzaakt dit in *Stoom 2050* en *Stoom 2100* een groot tekort voor doorspoeling en voor beregening.

Klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkeling veroorzaken zonder het tegengaan van deze tekorten funderingsschade, verdroging van natuur en landbouwschade en op veen en moerige gronden extra CO_2-uitstoot, zie Tabel 74 en Tabel 75. Voor de berekening zie Hoofdstuk 4.

Het jaarlijks landelijk droogterisico voor de landbouw in de *Referentie* is 181 miljoen euro. In *Stoom 2050* is het droogterisico in totaal 278 miljoen euro en neemt toe tot 457 miljoen euro in *Stoom 2100*.

Het extra funderingsrisico door klimaatverandering bedraagt 980 miljoen euro in *Stoom 2050* ten opzichte van *Referentie* (eenmalige investering). De gemonetariseerde CO_2-uitstoot neemt toe van 788 miljoen euro in de *Referentie* naar 2.122 miljoen euro per jaar in *Stoom 2050* en 6.454 miljoen euro in *Stoom 2100*.

De toename van het droogterisico door klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen (contante waarde *Stoom – Referentie*) is het grootst voor de CO_2-uitstoot (25 miljard euro). Dit is 42 maal zo hoog als de toename van het funderingsrisico en bijna 5 maal zo hoog als de toename van het risico voor de landbouw en de scheepvaart.

Tabel 74: economisch risico (BP2018) in miljoen euro (zie voor methode en resultaat per deelregio hoofdstuk 4)

In mln. euro	Referentie	Stoom 2050	Stoom 2100
Landbouwrisico	€ 181 per jaar	€ 278 per jaar	€ 457 per jaar
Scheepvaartrisico	€ 81 per jaar	€ 139 per jaar	€ 319 per jaar
CO_2-uitstoot (volgens WLO-scenario Hoog Snel[129])	€ 788 per jaar (in 2017)	€ 2.122 per jaar	€ 6.454 per jaar
Funderingsrisico 2050	€ 28.532 eenmalig (incl. veroudering in 2050)	€ 29.512 eenmalig	Niet bepaald

[129] Per Welvaart- en Leefomgevingsscenario (WLO) van PBL gelden er andere CO_2-prijzen. In dit geval is gekozen voor het WLO-scenario Hoog Snel.

Tabel 75: contante waarde economisch risico (BP2018) in miljoen euro, basisjaar 2028, discontovoet 2,25%

Contante waarde 2028	Referentie	Stoom	Verschil risico
Landbouwrisico	€ 7.187	€ 12.560	€ 5.373
Scheepvaartrisico	€ 2.151	€ 7.312	€ 5.161
CO_2-uitstoot	€ 94.828	€ 120.087	€ 25.259
Funderingsrisico	€ 17.488	€ 18.089	€ 601
Totaal contante waarde	**€ 121.654**	**€ 158.048**	**€ 36.394**

Reden verwachte toename zoetwatertekort door nieuwe klimaatscenario's (KNMI'23)

De zoetwateropgave voor het HWS neemt toe ten opzichte van het beeld uit de basisprognoses 2018, door de volgende ontwikkelingen:

Veranderende rivierafvoeren op Rijn en Maas

Voor 2050 laten de nieuwe KNMI'23-scenario's een vergelijkbaar beeld zien als de KNMI'14-scenario's uit de basisprognoses 2018. Het cumulatieve afvoertekort neemt zelfs af. Voor 2100 wordt op beide rivieren een lagere gemiddelde zomerafvoer verwacht.

Deze veranderingen beïnvloeden waterstanden, verzilting en buffers, en daarmee de aanvoermogelijkheden naar de regio's. Bij langdurig lage afvoeren spelen ook afwegingen in de landelijke waterverdeling. Daarnaast hebben lagere rivierafvoeren gevolgen voor andere gebruikers op het Hoofdwatersysteem:

- Scheepvaart: beperkingen bij zeer lage waterstanden door beperkte diepgang op de Rijntakken.
- Scheepvaart: gevolgen bij zeer lage afvoeren door schutbeperkingen bij sluizen.
- Drinkwatersector: niet alleen beperkingen door verminderde aanvoer vanuit rivieren, maar vaak beperkingen door slechte kwaliteit.
- Natuur: in de Maas bijna/geen doorstroming voor gezonde ecologische waterkwaliteit en in Grensmaas naast onvoldoende stroming ook onvoldoende water.

Afnemende zoetwaterbeschikbaarheid

- Toenemende druk op het IJsselmeergebied door bodemerosie op de Waal, grotere doorspoelvraag vanwege verzilting, en hogere regionale watervraag.
- Toenemende druk op het Rijn-Maasmonding/Amsterdam-Rijnkanaal door verzilting. Dit is tot op zekere hoogte op te vangen met zoetwaterbuffers, maar vraagt maatregelen, zeker richting 2100.

Grotere regionale watervraag aan het Hoofdwatersysteem

- Groter neerslagtekort: Landelijk gemiddeld tot 19 procent hoger voor 2050 in KNMI'23-scenario's ten opzichte van KNMI'14-scenario's. Voor een gemiddeld droog jaar (T20) is het beeld vergelijkbaar met KNMI'14. De toename varieert per regio en werkt grotendeels door in de watervraag voor peilhandhaving en beregening.
- Fors grotere doorspoelvraag tegen verzilting in KNMI'23-scenario's ten opzichte van KNMI'14-scenario's: Als de huidige chloridegrenswaarden worden gehandhaafd, neemt de doorspoelvraag sterk toe. Voor 2050 is deze toename vergelijkbaar met de basisprognoses

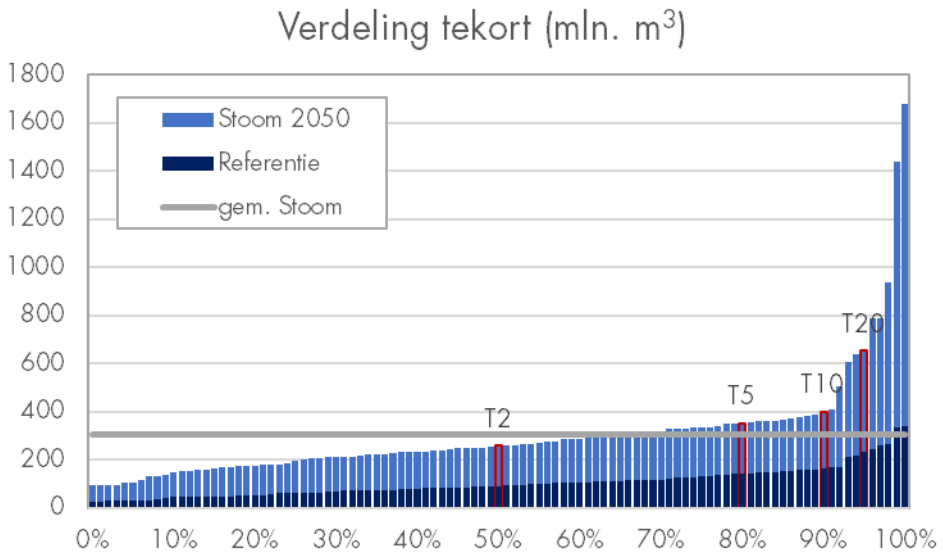
2018, maar doorspoeling wordt in meer polders noodzakelijk. Ook de doorspoelbehoefte bij sluizen op het zoet-zoutgrensvlak neemt toe.

- Meer water voor peilhandhaving in veengebieden: Dit kan een groot effect hebben op de zoetwatervraag. De precieze doelen, locaties en maatregelen zijn nog onzeker. Bij grondwaterstanden tot 20 cm onder maaiveld kan de watervraag in droge zomers met 30-40 procent toenemen.

12.2 WERKOPGAVE HOOFDWATERSYSTEEM

Oppervlaktewater

De werkopgave is gelijk gesteld aan het zoetwatertekort in een T20 jaar[130] in *Stoom 2050*. Deze werkopgave is bepaald door de 100-jarige reeks voor *Stoom 2050* eerst op de hoogte van het tekort te sorteren, zie Figuur 100. En vervolgens het tekort af te lezen dat hoger is dan het tekort van 95 procent van de jaren en lager dan 5 procent van de overige jaren.



Figuur 100: oppervlaktewatervraag en -tekorten Nederland per scenario (BP2018 – dus zonder correcties zoetwaterregio's, gemiddelde waarde > T2)

Landelijk is de samengestelde werkopgave voor 2050 ongeveer 937 miljoen m^3. Dit is gelijk aan de werkopgaven voor de verschillende zoetwaterregio's opgeteld. En significant hoger dan de inschatting volgens de basisprognoses 2018 doordat er in West, het Rivierengebied, de Hoge Zandgronden Zuid en de Zuidwestelijke Delta correcties zijn gedaan voor effecten die niet (goed) in het landelijk model zijn meegenomen. Voor fase 3 betekent dit een werkopgave voor oppervlaktewater van in totaal 312 miljoen m^3 voor heel Nederland (1/3 deel van het totale tekort in *Stoom 2050*), zie Tabel 76. Afhankelijk van hoe men de landelijke werkopgave precies definieert, kan de

[130] Het 'T20 jaar' is het jaar met een tekort dat eens per 20 jaar voorkomt, oftewel 5% van jaren heeft hoger tekort en 95% lager tekort. Het T20 punt is bepaald voor het totale watertekort per deelregio, dat wil zeggen tekorten voor beregening, doorspoeling en peilbeheer opgeteld.

werkopgave ook iets lager uitvallen doordat de maatgevende jaren voor het T20-tekort niet samenvallen voor alle zoetwaterregio's (2003 voor West en Noord, 2034 voor Rivierengebied, Hoge Zandgronden Oost en de Zuidwestelijke Delta, 1959 voor Hoge Zandgronden Zuid).

Tabel 76: tekorten bij herhalingstijd T20 en het gemiddelde tekort (inclusief correcties zoetwaterregio's)

Deelregio's	Gem. tekort in mln. m³			T20 tekort in mln. m³			Werkopgave fase 3
	REF	Stoom 2050	Stoom 2100	REF	Stoom 2050	Stoom 2100	
Noord	10,8	96,8	116	20,6	258,6	260,4	86,2
West	10,5	26,8	33,6	17,9	91,1	90,3	30,4
Rivierengebied	66,4	142,1	14,1+p.m.	142,5	269,9	38,7+p.m.	90,0
Hoge Zandgronden Oost	7,1	18,4	22,4	18,1	45,6	39,2	15,2
Hoge Zandgronden Zuid	28+Maas	45,1+Maas	47,4+Maas	68,2+Maas	158,5	86,6+Maas	52,8
Zuidwestelijke Delta	58-p.m.	132,5-p.m.	146-p.m.	120,1-p.m.	113,0	207,6-p.m.	37,7
Totaal BP18	180,8+corr	461,7+corr	379,5+corr	387,4+corr	936,7	722,8+corr	312

Grondwater

De werkopgave voor grondwater is beperkt relevant voor het HWS. Alleen in de peilbeheerde gebieden met aanvoer kan het HWS door het tegengaan van peilbeheertekorten een deel van de werkopgave grondwater invullen. In *Stoom 2050* is de landelijke werkopgave 367 miljoen m³ (zie Tabel 77, equivalent aan benodigde GLG-toename). Het peilbeheertekort is landelijk gemiddeld 'slechts' 23 miljoen m³, volgens de basisprognoses 2018 exclusief het peilbeheertekort in de Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer.

Tabel 77: werkopgave grondwater in Stoom 2050 en Stoom 2100

Deelregio's	GLG t.o.v. Referentie (cm)		Relevant opp.	Volume mln. m³		Werkopgave fase 3
	Stoom 2050	Stoom 2100	Ha	Stoom 2050	Stoom 2100	
Noord	-8	-11	968.035	114	162	38
West	-3	-5	372.706	19	30	6
Rivierengebied	-6	-11	171.732	15	27	5
Hoge Zandgronden Oost	-11	-15	661.978	110	150	37
Hoge Zandgronden Zuid	-10	-10	509.952	77	80	26
Zuidwestelijke Delta	-8	-12	259.305	32	46	11
Totaal				367	495	123

12.3 MAATREGELEN HOOFDWATERSYSTEEM

Deze paragraaf gaat in op de relevante maatregelen voor het Hoofdwatersysteem. Voor een uitgebreidere beschrijving van de maatregelen wordt verwezen naar de Factsheets.[131]

Voor het Hoofdwatersysteem zijn in totaal (augustus 2025) 34 maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er 11 beoordeeld, zie Tabel 78. Maatregelen die niet beoordeeld zijn, staan vermeld in de bijlagen en betreffen onderzoek, maatregelen door derden of langetermijnmaatregelen waarvoor geen informatie verzameld is. Ook de maatregel Steenen Beer (W18) is hier beschreven omdat uit de regioronde bleek dat deze maatregel voorwaardelijk is bij uitvoering van de hoofdwatersysteemmaatregel DPIJ1. Zie voor de locatie van de maatregelen Figuur 101. De verdeling van de vermeden tekorten van een maatregel (laatste kolom % van m^3) zijn overgenomen van de QWAST-resultaten zoals bepaald door HKV.

Tabel 78: ingediende Hoofdwatersysteemmaatregelen die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
1	HWS NN1	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Farmsum	1) Schutsluis Farmsum, 2) Eemskanaal, 3) zoetwaterinlaatpunt Slochtersluis, deelregio 7 Noord	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 5% Doorspoeling 84% Peilbeheer 11%
2	HWS IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	Kornwerderzand bij Afsluitdijk zorgt voor afname vraag IJsselmeer, hydrologisch effecten voor Noord (84%) en West (10%) en Hoge Zandgronden Oost (6%)	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 25% Doorspoeling 48% Peilbeheer 27%
3	HWS IJM7	Peilhandhaving Veluwerandmeer alternatieve aanvoerroutes	Veluwerandmeer, deelregio 11	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 4% Doorspoeling 86% Peilbeheer 10%
4	HWS DPIJ1	Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer 2030/2040	IJsselmeer; hydrologisch effecten voor Noord (92%) en West (8%), verwaarloosbaar effect voor Hoge Zandgronden Oost.	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 24% Doorspoeling 58% Peilbeheer 18%
5	HWS ARK3	Robuuste wateraanvoer naar het Noordpand van het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK)	Pr. Irenesluizen bij Wijk bij Duurstede en Pr Bernhardsluizen bij Tiel	Oppervlaktewater HWS	m.n. scheepvaart profiteert
6	HWS WNN 6	Aanpassingen schuif Schellingwoude	Schellingwoude, deelregio 17+18 (West)	Oppervlaktewater HWS	Stoom 2050: Beregening 9% Doorspoeling 73% Peilbeheer 18%

[131] De zoetwaterregio's hebben voor alle maatregelen Factsheets aangeleverd volgens een vast format. Vanwege de omvang van het hele pakket zijn deze niet als bijlage opgenomen.

nr.	ID	Naam	Locatie effect	Gericht op oppervlaktewater of grondwater	Zoetwatergebruiker
7	HWS ZD1	Aanleg zoutriool Krammerput	Krammer, Volkerak-Zoommeer (effect doorspoeling Nieuwe Waterweg)	Oppervlaktewater	Stoom 2050: Beregening 7% Doorspoeling 76% Peilbeheer 17%
8	HWS ON3	aanpassing gemaal Eefde	Eefde (deelregio 3, 4)	Oppervlaktewater	Stoom 2050: Doorspoeling 18% Peilbeheer 71% Beregening 11%
9	HWS ZN 1	Lekverlies Linne beperken	Linne (6)	Oppervlaktewater Maas	100% wachttijden scheepvaart
10	HWS ZN 2	Waterberging in ENCI-groeve	ENCI groeve, Maastricht (19), met name de Grensmaas.	Oppervlaktewater Maas	100% natuur Grensmaas
11	HWS ZN 3	Waterberging in projectgebied Zuidelijk Maasdal / financiering zoetwateropgave.	Borgharen (19)	Oppervlaktewater Maas	100% natuur Grensmaas
12	W18	Aanvoergemaal Steenen Beer en automatiseren Keetpoortsluis	Deelregio 18	Oppervlaktewater	Beregening 23% Doorspoeling 69% Peilbeheer 8%

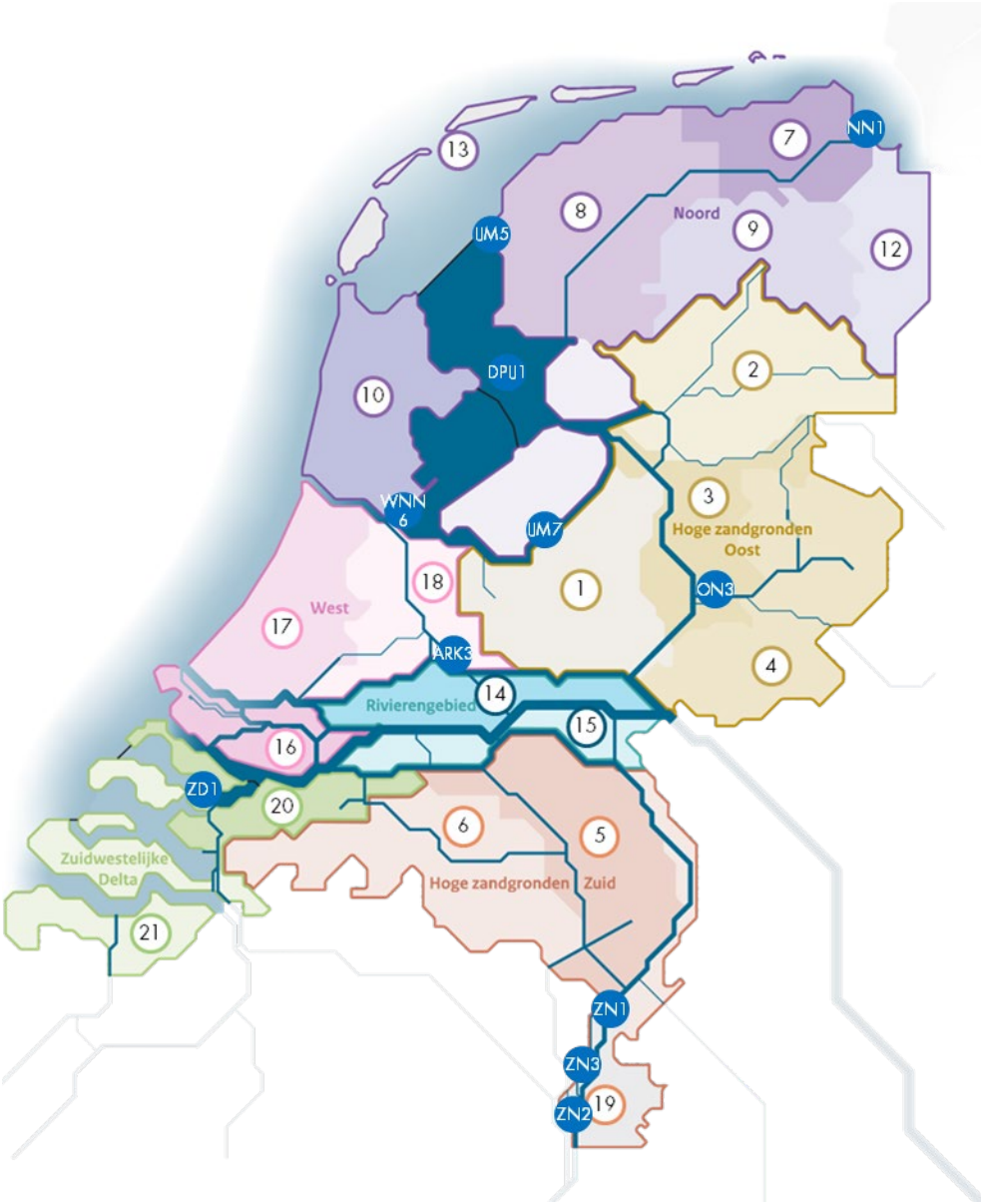
HWS NN1: Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Farmsum

HWS-maatregel NN1 bespaart het huidige doorspoeldebiet afkomstig uit het IJsselmeer door effectievere inzet van water voor watervragers (natuur, landbouw, waterkwaliteit) in het beheergebied van het Waterschap Hunze en Aa's. De maatregel wordt ingezet in periodes van extreme droogte wanneer de watervraag vanuit het IJsselmeer niet kan worden geleverd. Voor nu is een reductie van 50 procent van de doorspoelvraag aangenomen.

HWS IJM5: Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand

HWS-maatregel IJM5 vermindert de zoutindringing via de spui- en schutsluizen in de Afsluitdijk. Door zoutindringing treedt verzilting van het IJsselmeer op. Deze verzilting bedreigt de kwaliteit van de zoetwatervoorraad, o.a. voor drinkwatervoorziening. Het tegengaan van verzilting in de huidige situatie geeft een grote watervraag. De maatregel houdt in dat er constructieve maatregelen worden genomen om het lekken van zout water te verminderen, bijvoorbeeld door het vernieuwen van de spuisluisdeuren. De omvang van het effect is minimaal 50 procent vermindering van de doorspoelvraag bij Kornwerderzand. De doorspoelcapaciteit neemt daarmee af van 20 m^3/s naar 10 m^3/s.

De maatregel wordt het hele jaar ingezet zodat in de winter een goede uitgangssituatie wordt gerealiseerd voor een mogelijk watertekort en problemen rond het chloridegehalte tijdens de zomerperiode. De houdbaarheid van de maatregel wordt beïnvloed door verschillende factoren, zoals de snelheid van zeespiegelstijging, aanvoer naar het IJsselmeer (IJssel), effectiviteit van de maatregel, toename scheepvaart met als gevolg een hogere frequentie van schutten, wijze van uitvoering van de maatregel resp. beheer en onderhoud.



Figuur 101: Indicatie effectgebied HWS-maatregelen

HWS IJM7: Peilhandhaving Veluwerandmeer alternatieve aanvoerroutes

HWS-maatregel IJM7 biedt een alternatieve aanvoerroute voor peilhandhaving van de Veluwerandmeren. Op dit moment wordt in droge perioden, enkele weken per jaar, extra water vanaf het Markermeer via Flevoland aangevoerd. Daarbij moet een hoogteverschil van ongeveer 4 tot 5 meter door de inzet van gemaal Lovink worden overwonnen. Dit veroorzaakt een hoog energieverbruik en overlast. Alternatief zou aanvoer vanaf het Reevediep (IJsselmeer) en/of Nijkerkernauw (Markermeer) kunnen zijn. Er zijn nu geen pompen of gemalen aanwezig, maar de opvoerhoogte is dan veel kleiner. Onduidelijk is of dit vanwege de waterkwaliteit aantrekkelijke alternatieven zijn. Het hydrologisch effect is bepaald voor onttrekking uit het Markermeer via de Nijkerkernauw-aanvoerroute. Het gaat om dezelfde capaciteit als nu wordt doorgevoerd: 15 m^3/seconde. Alle functies van de Veluwerandmeren profiteren: w.o. recreatie en natuur, voordelen voor

inlaat t.b.v. o.a. landbouw en natuur) en mogelijk ook gunstig voor de oevergrondwaterwinning Bremerberg.

HWS DPIJ1: Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer 2030/2040

HWS-maatregel DPIJ1 vergroot de bandbreedte van de flexibele meerpeilen (IJssel- en Markermeer) in de zomer (maart tot en met september). Dit kan via beperkt opzetten of beperkt uitzakken. In deze studie is alleen uitzakken beschouwd. Het vergroten van de bandbreedte heeft verschillende effecten, die mogelijk gemitigeerd moeten worden.

Bij een watertekort is er door deze maatregel in het voorzieningengebied van het IJsselmeergebied 1,9 miljoen m^3 extra wateraanbod (10 cm waterschijf IJsselmeer en Markermeer). De houdbaarheid van de maatregel wordt naar verwachting niet beperkt door klimaatverandering. Deze maatregel houdt (in effecten en kosten) geen rekening met flankerende maatregelen in de regionale systemen.

HWS ARK3: Robuuste wateraanvoer naar het Noordpand van het ARK

De HWS-maatregel ARK3 heeft als doel in het voorjaar extra water vanuit de Waal via de Pr. Irenesluizen en Pr. Bernardhuisluizen naar het ARK in te laten via een bypass. Doel is in de zomer verminderen van stremming scheepvaart bij de Irenesluizen. In 2017 is het waterinlaatsysteem (WIS) bij de Irenesluizen vergroot. In de praktijk bleek dit niet voldoende en werd een van de kolken in droge perioden regelmatig gestremd om voldoende water aan te voeren. De scheepvaart profiteert het meest van de maatregel, maar ook de andere watergebruikers zoals landbouw, drinkwater en natuur hebben er voordeel van. De houdbaarheid kan op termijn beperkt worden, wanneer de Rijnafvoer afneemt. Er is dan minder water beschikbaar om naar het Noordpand aan te voeren.

HWS WNN6: Aanpassingen schuif Schellingwoude

HWS-maatregel WNN6 houdt in dat de schuif bij de Oranjesluizen in Schellingwoude wordt aangepast zodat deze op verschillende standen gezet kan worden. Hierdoor kan met meer flexibiliteit zoet water uit het Markermeer naar het Noordzeekanaal gestuurd worden, waardoor het Noordzeekanaal efficiënter kan worden gespoeld. In de huidige praktijk wordt in de droge zomers bij de juiste spuicondities bij IJmuiden daggemiddeld 16 m^3/s vanuit het Markermeer naar het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal aangevoerd. De maatregel behelst een geoptimaliseerd beheer met de schuif zodat dit aanvoerdebiet daggemiddeld met 6 m^3/s afneemt. De houdbaarheid wordt alleen beperkt door klimaatverandering in het geval van een langdurig laag Markermeerpeil.

HWS ZD1: Aanleg zoutriool Krammerput

De maatregel aanleg zoutriool verkleint de zoetwatervraag van het Volkerak-Zoommeer op het Hoofdwatersysteem die nodig is om de verzilting van het Volkerak-Zoommeer te bestrijden. Het gaat om een leiding die als een hevel werkt en loopt van de diepe Krammerput door de primaire kering naar de Oosterschelde. Deze leiding voert het zoute water in de put af naar de Oosterschelde. Het Krammer wordt hierdoor zoeter, zodat met minder zoetwaterverlies de verzilting beter wordt bestreden. De gewenste afname van de doorspoelvraag is jaarrond 5 m^3/s. De watervraag van het Volkerak-Zoommeer gaat daarmee van 40 m^3/s naar 35 m^3/s. De vermindering van de regionale tekorten is nihil verondersteld.

HWS ON3 Aanpassing gemaal Eefde

De maatregel houdt in dat gemaal Eefde wordt aangepast zodat er langer vanuit de IJssel kan worden ingelaten ten behoeve van de gebruiksfuncties in het beheergebied. In de huidige situatie kan de wateraanvoer bij gemaal Eefde in een droge periode niet gegarandeerd worden doordat de waterstand van de IJssel te laag uitzakt voor het gemaal. Daarom worden nu in droge perioden tijdelijke pompinstallaties geplaatst bij gemaal Eefde om de wateraanvoer vanuit de IJssel naar het Twentekanaal te garanderen. Bij aanpassing van het gemaal zijn deze pompinstallaties niet meer nodig. Het potentiële effect van aanpassing van het gemaal is afhankelijk van de opvoerhoogte 20 tot 30 m^3/s extra aanvoer.

HWS ZN 1: Lekverlies in stuwpand Linne beperken

Deze maatregel richt zich op het beperken van de lekverliezen bij stuwcomplex Linne zodat er meer water beschikbaar blijft voor de sluiscomplexen Heel en Linne in afwachting van vervanging of renovatie. De reden is dat sluiscomplex Heel geen mitigerende maatregelen voor het schutverlies heeft zoals hevelend schutten of terugpompen. Daarmee is sluiscomplex Heel gevoelig voor watertekorten. Sluiscomplex Heel haalt het water uit het stuwpand Linne. Stuwcomplex Linne ligt vlakbij en kent lekverliezen die flink kunnen oplopen.

De voorlopige onderhoudsmaatregel bestaat uit het met hulp van duikers aanbrengen van materiaal die kieren tussen schuiven afdichten in tijden van lage afvoeren van de Maas. Meestal is dit in de zomer en najaar. Er wordt gezocht naar een meer structurele invulling van deze maatregel. De kosten zullen daardoor naar verwachting hoger worden. Het potentiële effect is bepaald op 55 miljoen m^3 minder lekverliezen waardoor de wachttijden voor de scheepvaart kunnen worden beperkt. Omdat de kosten van de voorlopige maatregel alleen inzet van duikers betreffen en geen inlaat en pompinstallaties om het water in de regio te gebruiken worden alleen baten voor de scheepvaart meegeteld.

HWS ZN 2: Waterberging in ENCI-groeve

De ENCI-groeve wordt ingezet als laagwaterbuffer door met natuurlijke vulling vanuit kwel en neerslag water te bergen tot een bepaalde waterhoogte. Bij watertekorten en/of laagwater op de Grensmaas wordt dit water opgepompt en gebruikt voor aanvulling van de afvoer van de Grensmaas ten behoeve van diverse functies zoals Natura2000 Grensmaas (afvoer <10 m^3/s). De maatregel is klimaatbestendig omdat de buffer in de winter gevuld wordt en heeft een maximum capaciteit van 3,9 miljoen m^3.

HWS ZN 3: Waterberging in projectgebied Zuidelijk Maasdal / financiering zoetwateropgave.

Het project Zuidelijk Maasdal is een integraal project rondom Borgharen waarbij meerdere opgaven spelen. De maatregel bevat meerdere onderdelen om extra wateraanvoer van minimaal 1 m^3/s een maand lang toe te kunnen voegen aan debiet Grensmaas. De invulling kan bestaan uit de aanleg van waterbuffers, het verhogen van stuwpeilen en/of het aanleggen van waterbuffers in aquifers in het Zuidelijk Maasdal. Waterbuffers en hogere stuwpeil worden gevuld in tijden van voldoende water in het voorjaar en gedurende de zomer/najaar 'leeg' gelaten. Er dient een flexibel peilbeheer te worden ontwikkeld.

W18 Aanvoergemaal Steenen Beer en automatiseren Keetpoortsluis

Maatregel W18 gaat om plaatsing van een aanvoergemaal bij Muiden, omgeving Muiderslot, met een gemaalcapaciteit tot 6 m^3/s, en het automatiseren van de Keetpoortsluis waarmee de noorde-

lijke Vechtstreek van AGV van zoetwater kan worden voorzien. Alle watervragers aan het IJsselmeergebied profiteren van deze maatregel, omdat de inlaat naar N2000 van AGV nu deels een beperking oplevert voor het verder kunnen uitzakken van het peil. De zoetwatervoorraad (Markermeer) kan hierdoor naar onder worden uitgebreid. Doel is het waarborgen van de waterkwaliteit en zoetwateraanvoer richting N2000 gebieden. De maatregel wordt ingezet in een droge zomer waarbij het Markermeerpeil naar -0,25 m NAP of lager zakt. Er zijn geen beperkingen aan houdbaarheid. Deze maatregel is ook noodzakelijk als de HWS-maatregel zoetwatervoorraad vergroten (DPIJ1) wordt uitgevoerd en daarom hier toegevoegd aan de analyse.

12.4 BEOORDELING MAATREGELEN

Hoe kansrijk de maatregelen zijn, is bepaald via drie perspectieven: een kosteneffectiviteitsanalyse (KEA), een multicriteria-analyse (MCA) en een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). Per analyse is een beleidspakket samengesteld dat past bij dit perspectief.

De regionale (oppervlaktewater)opgaven kunnen worden vervuld met zowel regionale als HWS-maatregelen. Daarom zijn de HWS-maatregelen meegenomen in de analyse per zoetwaterregio. Hier worden alleen de resultaten voor de HWS-maatregelen zoals die volgen uit de analyse per zoetwaterregio getoond.

12.4.1 *Kosteneffectiviteitsanalyse*

Individuele maatregelanalyse

De kosteneffectiviteitsanalyse vergelijkt de jaarlijkse kosten voor de maatregel met de hydrologische effectiviteit in het Deltascenario *Stoom 2050* omdat de werkopgave voor deze situatie is gedefinieerd (T20 voor oppervlaktewatermaatregelen), zie Tabel 79. De kosten voor de HWS-maatregelen zijn voor de sociaaleconomische analyse bepaald door Witteveen+Bos (2026).[132]

De relevante cijfers voor DPIJ1 zijn getoond bij gelijktijdige uitvoering van Steenen Beer (W18), een maatregel in de zoetwaterregio West. Bij het verder uitzakken van het IJsselmeer- en Markermeerpeil is uitvoering van deze maatregel nodig. Overige maatregelen die nodig kunnen worden, zijn vooralsnog niet meegenomen in de kosten van DPIJ1 door het ontbreken van aanvullende informatie over benodigde investeringen of operationele kosten van inzet van bijvoorbeeld noodpompen in Witteveen+Bos (2026).

In een T20-jaar hebben sommige HWS-maatregelen geen hydrologisch effect. Dit komt deels doordat de mogelijke impact van HWS-maatregelen op tekorten in het Hoofdwatersysteem — in tegenstelling tot het regionale systeem — buiten beschouwing is gelaten vanwege onzekerheid over de QWAST-resultaten (Schellingwoude[133] (WNN6), zoutriool Krammerput (ZD1)). Hierdoor kan het doelbereik van de HWS-maatregelen zijn onderschat. Maatregel ARK3 heeft daarnaast uitsluitend effect op de wachttijden voor de scheepvaart en kent daarom geen netto hydrologisch effect in m^3.

[132] Witteveen+Bos (2026), Maatregelen Deltaprogramma zoetwaterregio Hoofwatersysteem, Toelichting op globale kostenschatting, kwalitatieve effecten, flexibiliteit en uitvoerbaarheid DPZW maatregelen fase 3, 21 januari 2026.
[133] Het effect voor Schellingwoude als wordt uitgegaan van 50 miljoen m^3 hydrologisch effect is in de tabel tussen haakjes vermeld.

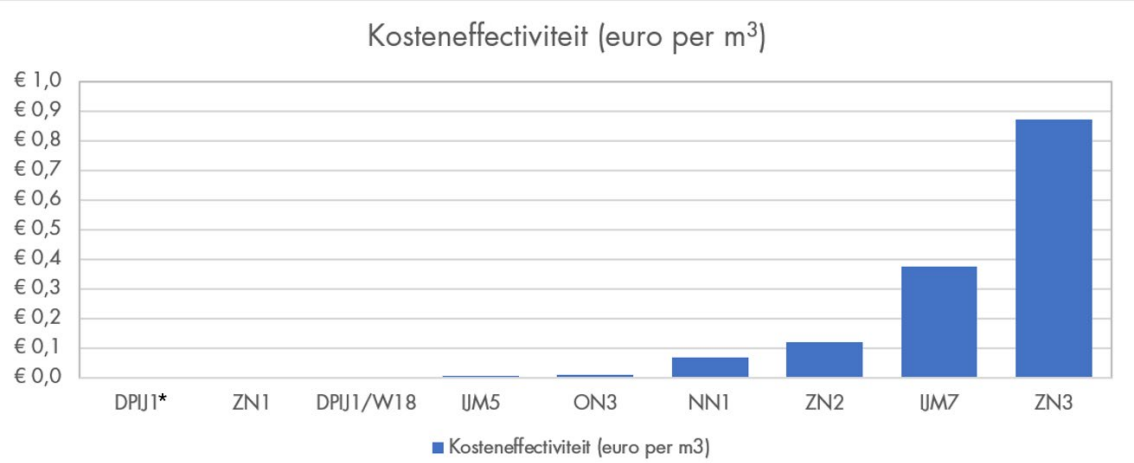
Tabel 79: overzicht kosteneffectiviteit T20 jaar Stoom 2050 van HWS-maatregelen

nr.	ID	Naam	Jaarlijkse kosten o.b.v. annuïteit (mln. €)	Max. hydrologie Stoom 2050 (T20 OW en mix, T2 GW, in mln. m³)	Ratio (€/m³)
1	NN1	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Farmsum	€ 0,47	7,00	€ 0,07
2	IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	€ 0,43	70,50*	€ 0,01
3	IJM7	Peilhandhaving Veluwerandmeer alternatieve aanvoerroutes	€ 1,50	4,00	€ 0,38
4	DPIJ1/ W18	Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer 2030/2040	€ 0,97 (W18) + € 0 (DPIJ1)	26,0 (W18) + 226,0 (DPIJ1) (heel Nederland)*	€ 0,00
5	ARK3	Robuuste wateraanvoer naar het Noordpand van het ARK	€ 2,20	0,00	Geen effect, dus oneindig
6	WNN6	Aanpassingen schuif Schellingwoude	€ 0,47	0,00 (incl. mogelijk tekort HWS 50,00)	Geen effect, dus oneindig (€ 0,01)
7	ZD1	Aanleg zoutriool Krammerput	€ 0,56	0,00	Geen effect, dus oneindig
8	ON3	Aanpassing gemaal Eefde	€ 0,44	43,00	€ 0,01
9	ZN 1	Lekverlies Linne beperken	€ 0,02	55,00	€ 0,00
10	ZN 2	Waterberging in ENCI-groeve	€ 0,48	4,00	€ 0,12
11	ZN 3	Waterberging in projectgebied Zuidelijk Maasdal / financiering zoetwateropgave.	€ 2,61	3,00	€ 0,87

* Doelbereik valt in verschillende zoetwaterregio's Noord, West en/of Hoge Zandgronden Oost.

Samenstelling kosteneffectief pakket

Om het kosteneffectief pakket samen te stellen zijn alle maatregelen gesorteerd van kosteneffectief naar minder kosteneffectief (uitgedrukt in euro per m³ oplossend vermogen), zie Figuur 102. De HWS-maatregelen zijn bijna allemaal relatief kosteneffectief (minder dan een halve euro per m³), maar onderling verschilt de kosteneffectiviteit.



Figuur 102: vergelijking kosteneffectiviteit Stoom2050 (*geen kosten meegenomen)

Het kosteneffectief pakket voor de werkopgave oppervlaktewater volgt uit de analyses per zoetwaterregio, zie de Hoofdstukken hiervoor. Figuur 102 laat zien dat voor een aantal zoetwaterregio's een HWS-maatregel voor deze zoetwaterregio's behoort tot de meest kosteneffectieve maatregelen om de landelijke werkopgave in te vullen. Ze staan dan ook aan de linkerkant van de op kosteneffectiviteit gesorteerde HWS-maatregelen.

Helemaal links staat de maatregel vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer (DPIJ1). Hierbij zijn geen kosten meegenomen, omdat deze niet zijn aangeleverd. Naar verwachting zijn die er wel, in ieder geval voor noodpompen bij inzet. Omdat uitvoering van de maatregelen Steenen Beer (W18) volgens de zoetwaterregio West noodzakelijk is bij uitvoering van DPIJ1, zijn beide maatregelen in overleg met de opdrachtgever gecombineerd meegenomen in de analyse.

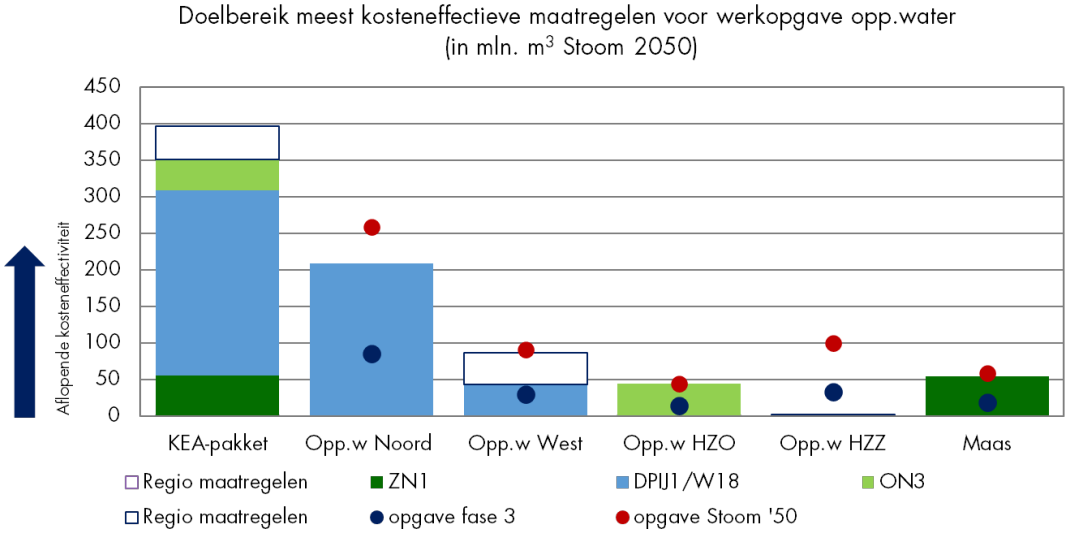
Voor de werkopgave Maas is Lekverlies Linne beperken nodig (ZN1). Voor Noord en een deel van West komt vervolgens de maatregel vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer (DPIJ1) in combinatie met Steenen Beer (W18 in West). Deze maatregelen zijn kosteneffectief en nodig voor de werkopgave. Voor de Hoge Zandgronden Oost is de maatregel Twentekanaal (ON3) onderdeel van het kosteneffectief pakket voor de zoetwaterregio. Verschillende HWS-maatregelen zijn niet meer nodig voor de werkopgave voor fase 3: IJM5, NN1, ZN2, IJM7, ZN3 en de niet-afgebeelde[134] maatregelen in Figuur 102, ARK3, ZD1, WNN6. Deze zijn minder kosteneffectief dan beschikbare regionale maatregelen en/of de werkopgave is al ingevuld met de andere meer kosteneffectieve HWS-maatregelen.

Figuur 103 laat zien in welke mate de HWS-maatregelen of de regionale maatregelen de werkopgaven invullen. Maatregel DPIJ1/W18 is voldoende voor de werkopgave oppervlaktewater voor Noord en een deel van zoetwaterregio West. Er zijn andere regionale en HWS oppervlaktewatermaatregelen in Noord maar deze zijn minder kosteneffectief. In zoetwaterregio West is de meest kosteneffectieve maatregel voor een deel van de zoetwaterregio ook de combinatie van DPIJ1 en W18. Mocht de maatregel DPIJ1 niet geselecteerd worden dan heeft de zoetwaterregio nog een alternatief met W18 plus regionale maatregelen die iets minder kosteneffectief zijn.

[134] Ze zijn niet afgebeeld omdat delen door nul leidt tot oneindige waarde.

Voor de Hoge Zandgronden Oost zijn er enkele oppervlaktewatermaatregelen die beter scoren dan gemaal Eefde (ON3), maar ze hebben een klein doelbereik waardoor gemaal Eefde nodig is voor de werkopgave. De maatregel gemaal Eefde (ON3) is ongeveer even kosteneffectief als IJM5 (ratio voor beide afgerond € 0,01 per m^3). De maatregel gemaal Eefde kan de werkopgave in zijn geheel vervullen en de maatregel schutsluizen Kornwerderzand niet. De maatregel gemaal Eefde is daarom geselecteerd. In de deelgebieden van Noord en West waar DPIJ1/W18 effect heeft is de werkopgave al ingevuld met maatregel DPIJ1/W18 en is IJM5 niet meer nodig voor fase 3.

De werkopgave voor de Maas kan voorlopig worden ingevuld met de maatregel lekverlies Linne beperken (ZN1). Voor het regionale watersysteem vult dit echter de werkopgave niet in. Er zijn enkele regionale maatregelen met een klein doelbereik. Hiermee kan de werkopgave niet worden ingevuld. Voor het Rivierengebied en de Zuidwestelijke Delta zijn er geen HWS-uitvoeringsmaatregelen die kunnen helpen de werkopgave in te vullen.



Figuur 103: samenstelling pakket op basis van kosteneffectiviteit en doelbereik

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op kosteneffectiviteit. Dan resulteert het pakket met het meeste doelbereik voor het beschikbare budget. [135] Deze analyse dient in samenhang met de analyses van andere zoetwaterregio's te worden gedaan.

12.4.2 *Multicriteria-analyse*

Individuele maatregelanalyse

De multicriteria-analyse vergelijkt de maatschappelijke scores van de maatregelen. Deze maatschappelijke score zijn een combinatie van gewogen scores voor de kwalitatieve criteria uit de

[135] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

vergelijkingssystematiek. Voor de weging wordt verwezen naar de bijlagen. De scores op de subcriteria gebruiken een Likertschaal. Ook de toelichting van de Likertschaal is te vinden in de bijlagen.

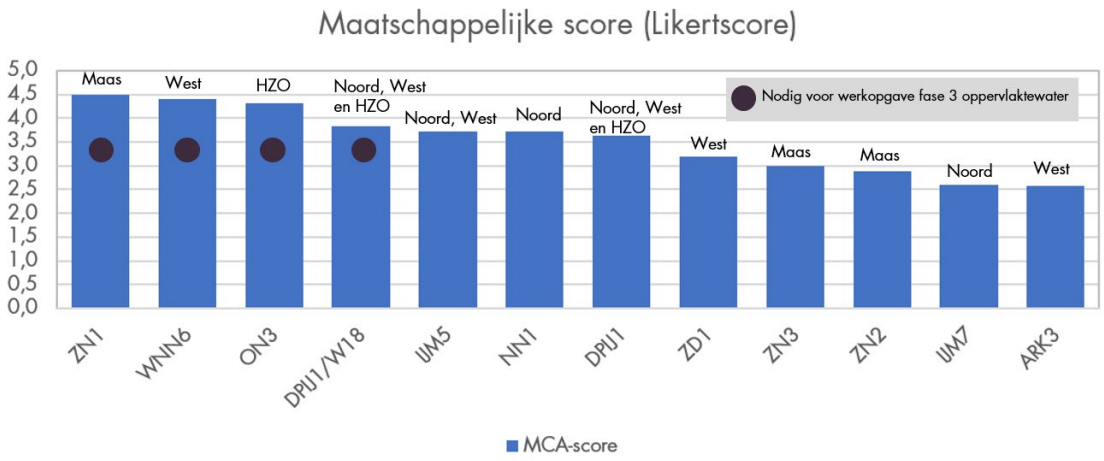
De HWS-maatregelen met de hoogste maatschappelijk score zijn ZN1, WNN6 en ON3, zie Tabel 80. Dit komt vooral door het grote aantal zoetwatergebruiksfuncties en andere opgaven (niet gerelateerd aan zoetwater) dat van deze maatregelen profiteert.

Tabel 80: overzicht maatschappelijke scores van HWS-maatregelen (hoe hoger, hoe beter)

nr.	ID	Naam	Zoetwatergebruikers	Overige opgaven	Flexibiliteit qua fasering	Flexibiliteit qua aanpassing	Flexibiliteit qua overstap-	Uitvoerings-risico's	Meekoppelkansen	Totaal
1	NN1	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Farmsum	4	4	1	1	5	4	1	3,72
2	IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	4	4	1	1	5	4	1	3,72
3	IJM7	Peilhandhaving Veluwerandmeer alternatieve aanvoerroutes	2	4	2	1	4	2	5	2,60
4	DPIJ1/ W18	Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer 2030/2040 plus W18								3,82 gem.
4a	DPIJ1	Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer 2030/2040	4	3	4	4	4	3	3	3,63
4b	W18	Aanvoergemaal Steenen Beer en automatiseren Keetpoortsluis	4	4	1	2	5	4	5	4,01
5	ARK3	Robuuste wateraanvoer naar het Noordpand van het ARK	2	2	3	1	1	5	5	2,58
6	WNN6	Aanpassingen schuif Schellingwoude	5	4	1	1	5	5	1	4,41
7	ZD1	Aanleg zoutriool Krammerput	3	4	1	1	5	4	1	3,18
8	ON3	aanpassing gemaal Eefde	5	4	3	5	4	2	5	4,32
9	ZN 1	Lekverlies Linne beperken	5	4	3	3	5	4	3	4,48
10	ZN 2	Waterberging in ENCI-groeve	3	3	4	4	4	2	2	2,88
11	ZN 3	Waterberging in projectgebied Zuidelijk Maasdal / financiering zoetwateropgave.	3	2	4	5	5	2	5	2,99

Samenstelling sociaal-maatschappelijk pakket

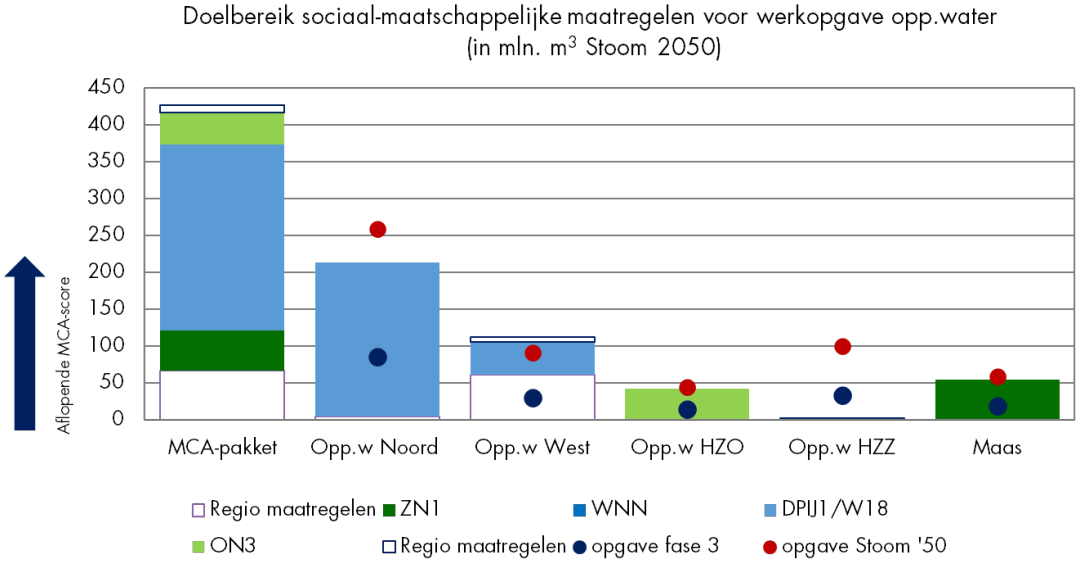
Het sociaal-maatschappelijk pakket voor de werkopgave oppervlaktewater volgt uit de analyses per zoetwaterregio. Figuur 104 laat zien dat deze geselecteerd zijn met een aflopende sociaal-maatschappelijke score totdat de werkopgave voor fase 3 ingevuld is. Verschillende HWS-maatregelen zijn niet nodig voor de werkopgave voor fase 3: IJM5, NN1, ZD1, ZN3, ZN2, IJM7, ARK3.



Figuur 104: vergelijking maatschappelijke scores

Het resulterende pakket komt voor een groot deel overeen met het kosteneffectief pakket, zie Figuur 46. De volgorde waarin de maatregelen worden geselecteerd verschilt wel en ook maatregel schuif Schellingwoude (WNN6) is onderdeel van het pakket. Het pakket volgens sociaal-maatschappelijk perspectief vervult de werkopgave met meer maatschappelijke waarde tegen iets hogere kosten.

Ook bij de hogere weging van flexibiliteit, zoals toegelicht in paragraaf 5.2, blijft de maatregelselectie gelijk.



Figuur 105: samenstelling pakket op basis van maatschappelijke score en doelbereik

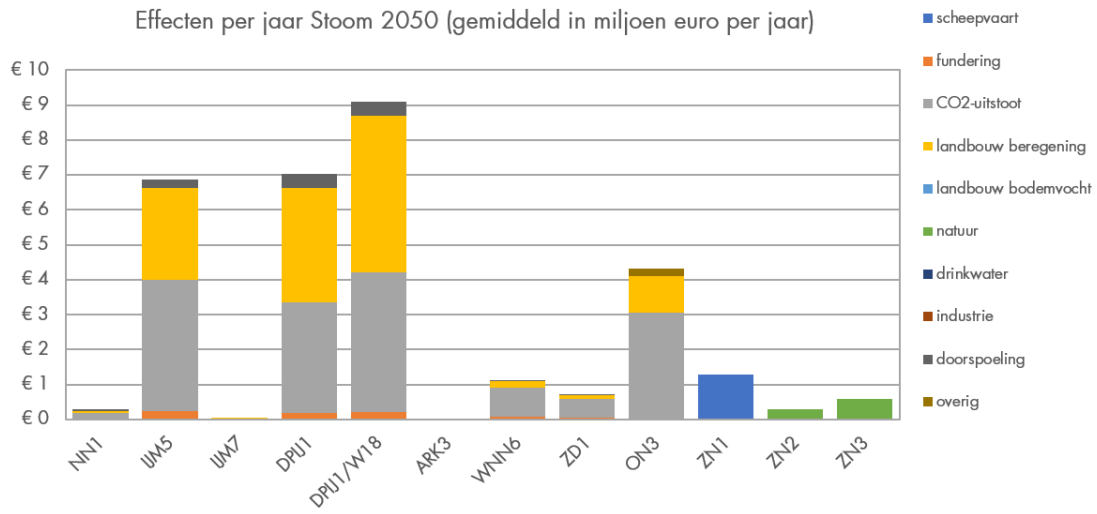
In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op sociaal-maatschappelijke score. Dan resulteert het pakket met de hoogste sociaal-maatschappelijke score voor het beschikbare budget.[136] Deze analyse dient in samenhang met de analyses van andere zoetwaterregio's te worden gedaan.

12.4.3 *Kosten-batenanalyse*

Individuele maatregelanalyse

Of de maatregelen een positief of negatief welvaartseffect hebben, is bepaald door de hydrologische effecten te monetariseren en deze te vergelijken met de jaarlijkse kosten van de maatregel.

Voor het monetariseren zijn kentallen gebruikt die een m^3 tekortvermindering of een cm GLG-verhoging vertalen in een besparing of vermindering van het droogterisico, waar nodig aangevuld met maatwerk. De geprognosticeerde hydrologische opbrengsten zijn daarvoor eerst toegewezen aan een of meer zoetwatergebruikers. Dit is nodig om de juiste kentallen te kunnen toepassen. De resulterende baten voor *Stoom 2050* zijn te zien in Figuur 106. Deze analyse moet als indicatief beschouwd worden. Bij de verdeling van het tekort over verschillende functies is soms de verdeling zoals aangegeven door de zoetwaterregio overgenomen. In andere gevallen is de tekortvermindering naar rato van de tekorten in de zoetwaterregio gedaan of is een teaminschatting gemaakt. De toedeling is dus onzeker.



Figuur 106: berekende baten van hydrologische effecten in Stoom 2050

Voor het Hoofdwatersysteem zijn de economische effecten het grootst voor vermindering van de veenoxidatie/CO_2-uitstoot en het beregeningstekort landbouw. De baten van vermindering van het funderingsrisico en de doorspoeltekorten zijn relatief klein. Dit kan voor doorspoeling ook het gevolg zijn van de afschatting (beperkt deel effect doorspoeling wordt ingeschat).

Er zijn geen effecten voor de industrie en drinkwatervoorziening gemonetariseerd door het ontbreken van inzicht in de omvang van de m^3's. Alleen voor ZN1 zijn effecten voor de scheepvaart

[136] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

gekwantificeerd. Er zijn wel meer maatregelen met effect voor de scheepvaart, maar die konden niet worden gemonetariseerd (zie Tabel 81). Naar verwachting zijn de effecten klein en beïnvloeden ze de uitkomsten niet. De baten voor natuur zijn geschat op basis van de kentallen voor bodemvocht.

De effecten op de vermindering van verzilting (via bodemvocht landbouw en natuur) zijn niet gemonetariseerd doordat de kentallen hier geen rekening mee houden. Effecten op de waterkwaliteit zijn nauwelijks meegenomen doordat ze niet gemonetariseerd kunnen worden. Alleen verbetering van de waterkwaliteit door het tegengaan van verzilting via doorspoeling is beperkt gemonetariseerd (op beregening als gebieden verzilting en beregening samenvallen).

Tabel 81: toedeling hydrologisch effect van HWS-maatregelen

nr.	ID	Naam	Effect scheepvaart
1	NN1	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Farmsum	De wachttijden voor de scheepvaart nemen af door minder schutbeperkingen
2	IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	De wachttijden voor de scheepvaart nemen af door minder schutbeperkingen
3	IJM7	Peilhandhaving Veluwerandmeer alternatieve aanvoerroutes	Geen effect op scheepvaart
4	DPIJ1/ W18	Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer 2030/2040	Vaardiepte voor de beroepsvaart in de routes over IJsselmeer en Markermeer neemt af. Mogelijk lagere beladingsgraden nodig. Vergt maatwerk om effect te kwantificeren en weegt naar verwachting niet op tegen verwacht
5	ARK3	Robuuste wateraanvoer naar het Noordpand van het ARK	De wachttijden voor de scheepvaart nemen af door minder/geen schutbeperkingen
6	WNN6	Aanpassingen schuif Schellingwoude	De wachttijden voor de scheepvaart nemen af door minder schutbeperkingen
7	ZD1	Aanleg zoutriool Krammerput	Geen effect op scheepvaart
8	ON3	aanpassing gemaal Eefde	Lager risico op uitzakkende waterstanden en kleinere kans op schutbeperkingen
9	ZN 1	Lekverlies Linne beperken	De wachttijden voor de scheepvaart nemen af door minder schutbeperkingen
10	ZN 2	Waterberging in ENCI-groeve	De wachttijden voor de scheepvaart nemen af door minder schutbeperkingen
11	ZN 3	Waterberging in projectgebied Zuidelijk Maasdal / financiering zoetwateropgave.	De wachttijden voor de scheepvaart nemen af door minder schutbeperkingen

Voor de *Referentie* liggen de baten over het algemeen lager dan in *Stoom 2050*. Bij een gelijke weging van het *Referentie*-scenario en *Stoom 2050* is de verhouding tussen baten en kosten (batenkostenverhouding B/K) in 2034 groter dan 1 voor vier van de HWS-maatregelen (zie zevende kolom in Tabel 82).

Maatregel schuif Schellingwoude (WNN6) heeft nog geen baten-kosten verhouding groter dan 1 na afloop van fase 3 en ook niet na fase 4 maar wel veel kwalitatieve effecten die nog niet in euro's uitgedrukt zijn: hydrologische randvoorwaarden natuur, overige natuur, scheepvaart, energiesector, drinkwater, industrie, visserij en recreatie. Deze maatregel is daarom kansrijk. Omdat het saldo richting *Stoom 2050* sterk toeneemt is de maatregel voor fase als twijfelgeval beoordeeld. In een volgende fase is het tekort in gemonetariseerde effecten dat door kwalitatieve effecten moet worden gecompenseerd kleiner.

Tabel 82: overzicht van kosten en baten van HWS-maatregelen

nr.	ID	Naam	Kosten	B/K Referentie	B/K Stoom 2050	B/K gewogen 2034	Kwalitatief	Oordeel
1	NN1	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Farmsum	€ 0,47	0,02	0,60	0,17	++++	neg
2	IJM5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	€ 0,43	1,64	15,9	5,30	6+	pos
3	IJM7	Peilhandhaving Veluwerandmeer alternatieve aanvoerroutes	€ 1,50	0,00	0,04	0,01	+	neg
4	DPIJ1/ W18	Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer 2030/2040+Steenen Beer	€ 0,97	0,77	9,39	2,99	++++	pos
4a	DPIJ1	Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer 2030/2040	€ 0	∞ (a.g.v. delen door 0)	∞ (a.g.v. delen door 0)	∞ (a.g.v. delen door 0)	++++	pos
4b	W18	Aanvoergemaal Steenen Beer en automatiseren Keetpoortsluis	€ 0,97	0,06	2,13	0,60	++++	neg
5	ARK3	Robuuste wateraanvoer naar het Noordpand van het ARK	€ 2,20	0,00	0,00	0,00	+	neg
6	WNN6	Aanpassingen schuif Schellingwoude	€ 0,47	0,11	2,37	0,69	8+	twijfel
7	ZD1	Aanleg zoutriool Krammerput	€ 0,56	0,00	1,30	0,33	+++	neg
8	ON3	Aanpassing gemaal Eefde	€ 0,44	2,60	9,69	4,42	9+	pos
9	ZN 1	Lekverlies Linne beperken	€ 0,02	17,5	64,0	29,5	7+	pos
10	ZN 2	Waterberging in ENCI-groeve	€ 0,48	0,61	0,61	0,61	++++	neg
11	ZN 3	Waterberging in projectgebied Zuidelijk Maasdal / financiering zoetwateropgave.	€ 2,61	0,23	0,23	0,23	++++	neg

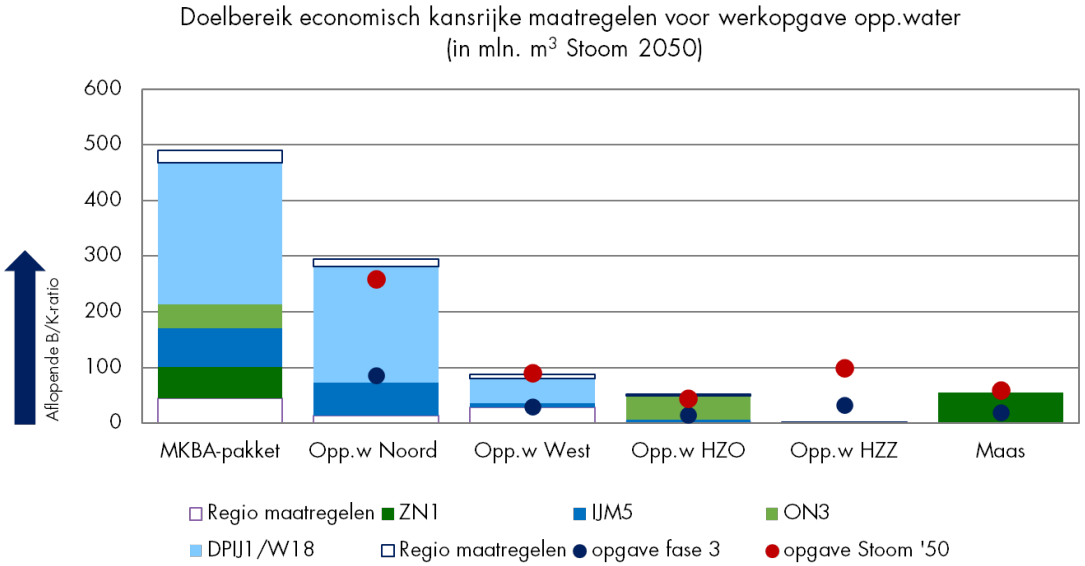
Samenstelling economisch kansrijk pakket

De samenstelling van het economisch kansrijk pakket vraagt geen aanvullende analyse. Alle maatregelen die hiervoor als positief beoordeeld zijn, komen in dit pakket tenzij ze hetzelfde probleem oplossen, zie Figuur 107.

De extra zoetwatervoorraad IJsselmeer DPIJ1/W18 en IJM5 hebben beide een positief saldo, en lossen in 2050 gezamenlijk net iets meer op dan de werkopgave. Het gemiddelde tekort voor zoetwaterregio Noord in *Stoom 2050* (BP2018) bedraagt 97 miljoen m³. In de nieuwe klimaatscenario's kan dit tekort hoger uitvallen. Gemiddeld lossen DPIJ1/W18 en IJM5 samen minder op dan dit tekort; in de berekening voor Noord is uitgegaan van gemiddeld 43 miljoen m³ voor beide maatregelen gezamenlijk. In jaren met een kleiner tekort dan in een T20-jaar in *Stoom 2050* zal het gezamenlijk op te lossen tekort lager zijn dan deze 43 miljoen m³. Het kosten-batensaldo is daarmee overschat.

Daar komt bij dat maatregelen in combinatie minder effect hebben dan de optelsom van hun afzonderlijke effecten: naarmate meer maatregelen worden ingezet, neemt het resterende op te lossen tekort per maatregel af, terwijl de kosten per maatregel gelijk blijven. Desondanks is de baten-kostenverhouding van DPIJ1 en IJM5 zo gunstig dat beide maatregelen ook bij aanzienlijk lagere baten nog een positief saldo hebben. Het is echter niet zinvol om beide maatregelen al in fase 3 uit te voeren, omdat de gemiddelde tekorten nu nog beduidend kleiner zijn dan in Stoom 2050.

Voor de zoetwaterregio West is aanvullend een pakket regionale maatregelen gewenst, ook als de maatregel DPIJ1/W18 wordt uitgevoerd. Maatregelen W1, W10 en W16 hebben nl. effecten voor andere deelregio's in West dan waar DPIJ1/W18 invloed op heeft.



Figuur 107: samenstelling pakket op basis van positief kosten-batensaldo

In geval van budgetbeperkingen waardoor niet het hele pakket kan worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om de selectie van de maatregelen te doen conform de volgorde van de sortering op baten-kostenverhouding. Dan resulteert het pakket met de hoogste maatschappelijke baten

voor het beschikbare budget. [137] Deze analyse dient in samenhang met de analyses van andere zoetwaterregio's te worden gedaan.

12.4.4 *Vergelijking pakketten*

De vergelijking van de drie pakketten laat drie iets verschillende uitkomsten zien, zie Tabel 83. Er is bij selectie van de pakketten geen rekening gehouden met verdeling van tekorten over deelregio's, en met het type tekort, verdeling over gebieden binnen een deelregio en over zoetwatergebruiksfuncties. Om de werkopgave overal en voor alle type tekorten in te vullen kan het nodig zijn nog meer maatregelen te selecteren.

Het economisch kansrijk pakket bevat de meeste maatregelen. Het kosteneffectief pakket de minste, maar alle maatregelen in het kosteneffectief pakket komen ook voor in het economisch kansrijk pakket. Het sociaal-maatschappelijk pakket heeft maatregel WNN6 extra ten opzichte van het kosteneffectief pakket. Het pakket volgens het sociaal-maatschappelijk perspectief vervult de werkopgave met meer maatschappelijke waarde tegen hogere kosten.

Het economisch kansrijk pakket heeft maatregel IJM5 extra ten opzichte van het kosteneffectief pakket en maatregel WNN6 is een twijfelgeval omdat die op een later tijdstip meer rendement oplevert.

Tabel 83: vergelijking samenstelling maatregelenpakketten Hoofdwatersysteem (no-regret dikgedrukt)

	Kosteneffectief pakket (KEA)	Sociaal maatschappelijk pakket (MCA)	Economisch kansrijk pakket (MKBA)
Oppervlaktewater	**ZN1 Lekverlies Linne beperken** **ON3 Aanpassing gemaal Eefde** **DPIJ1 Vergroten zoetwaterbuffer 2030/2040 i.c.m. W18**	**ZN1 Lekverlies Linne beperken** **ON3 Aanpassing gemaal Eefde** WNN6 Aanpassingen schuif **DPIJ1 Vergroten zoetwaterbuffer 2030/2040 i.c.m. W18**	**ZN1 Lekverlies Linne beperken** **ON3 Aanpassing gemaal Eefde** IJM5 Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand **DPIJ1 Vergroten zoetwaterbuffer 2030/2040 i.c.m. W18** (WNN6 Aanpassingen schuif Schellingwoude - beter iets uitstellen)
Doelbereik (werkopgave) in mln. m^3)	350	350	420,5
Investering (mln. euro, exclusief risico-opslagen)	€ 34,1	€ 39,5	€ 45,3
Jaarlijkse kosten (mln. euro/jaar)	€ 1,4	€ 1,9	€ 1,9
Jaarlijkse baten 2034 mln. euro/jaar)	€ 5,4	€ 5,8	€ 7,7

[137] De huidige sortering is gebaseerd op de jaarlijkse kosten: annuïteit van investeringen en B&O en operationele kosten. Bij een beperking van het *investering*sbudget zou de volgorde iets kunnen veranderen.

Er zijn drie HWS-maatregelen die in alle pakketten voorkomen (DPIJ1/W18, ON3, ZN1). Ze kunnen beschouwd worden als no-regret-maatregelen: HWS-maatregelen die in alle perspectieven zinvol zijn. Maatregel IJM5 heeft wel een positief kosten-batensaldo maar de maatregel DPIJ1/W18 lijkt aantrekkelijker in het kosteneffectief en sociaal-maatschappelijk perspectief en daarmee is de werkopgave voor fase 3 al vervuld.

WNN6 is onderdeel van het sociaal-maatschappelijk pakket, maar lijkt de werkopgave niet te verminderen in een T20 jaar en is daarom niet kosteneffectief.

De doorlooptijd voordat het effect van enkele maatregelen optreedt is soms langer dan fase 3. In 2034 is het effect nog niet (volledig) gerealiseerd. Dit geldt voor de robuuste wateraanvoer naar het Noordpand van het ARK (ARK3), zoutindringing Kornwerderzand (IJM5) en vooral Waterberging in projectgebied Zuidelijk Maasdal (ZN3) en extra zoetwatervoorraad IJsselmeer (DPIJ1) vragen meer doorlooptijd.

Het effect op de landbouw van alle maatregelen uit het economisch kansrijk pakket is maximaal 8,2 miljoen euro in *Stoom 2050*. Dit is minder dan het berekende landbouwrisico op basis van de basisprognoses 2018 (4,5% van 181 miljoen euro per jaar). De regionale maatregelen dragen landelijk meer bij aan de vermindering van landbouwschade. Het effect op de natschade en verzilting is niet meegeteld in de economische effecten van de maatregelen.

Van de berekende CO_2-uitstoot (2.122 miljoen euro per jaar in *Stoom 2050*), wordt maximaal 35,9 miljoen euro per jaar (1,6%) bespaard als alle economisch kansrijke HWS-maatregelen worden uitgevoerd. De regionale maatregelen dragen landelijk meer bij aan de vermindering hiervan.

Vergelijking van de effecten van maatregelen laat zien dat HWS-maatregelen vooral effect hebben op het landbouwrisico (beregening) en de CO_2-uitstoot. Dit past bij de geïdentificeerde en gemonetariseerde knelpunten in het nulalternatief. De toename van de schade in Stoom wordt maar ten dele voorkomen. Voor meer effect moeten peilbeheerkeuzes worden aangepast en meer grondwater worden vastgehouden.

Als er andere peilbeheerkeuzes worden gemaakt en er aanvullende maatregelen worden genomen, kan er meer CO_2-uitstoot worden voorkomen. Zonder aanvullende maatregelen en nemen peilbeheertekorten waarschijnlijk toe. De rol van de HWS-maatregelen wordt in die situatie waarschijnlijk groter.

Enkele HWS-maatregelen worden beïnvloed door klimaatverandering (IJM5, WNN6, ARK3, ZN1). Met name ARK3 kan minder effectief worden als de Rijnafvoer afneemt.

AFKORTINGEN

AGRICOM	AGRIcultural COst Model
AGV	Waterschap Amstel, Gooi en Vecht
ARK	Amsterdam-Rijnkanaal
BIVAS	Binnenvaart analyse systeem
BOS	Beslissingsondersteunend Systeem
BP2018	Basisprognoses 2018
BP2024	Basisprognoses 2024
BRO	Basisregistratie ondergrond
COASTAR	COastal Aquifer STorage And Recovery
CPB	Centraal Planbureau
CW	Contante waarde
DP	Deltaprogramma
DPRA	Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie
DPZW	Deelprogramma Zoetwater
EAA	Equal Annual Annuity
ENCI	Eerste Nederlandse Cement Industrie (groeve bij Maastricht)
GHG	Gemiddelde hoogste grondwaterstand
GLG	Gemiddelde laagste grondwaterstand
GVG	Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand
HDSR	Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden
HKV	HKV Lijn in Water (hydrologisch adviesbureau)
HWS	Hoofdwatersysteem
HZO	Hoge Zandgronden Oost
HZZ	Hoge Zandgronden Zuid
I&W	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
IWP	Instrumentarium voor de Waterhuishouding van Peilgereguleerde Watersystemen
KEA	Kosteneffectiviteitsanalyse
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KPA	Knelpuntenanalyse (gebruikte afkorting in tekst)
KRW	Kaderrichtlijn Water
KWA	Klimaatbestendige Wateraanvoer
KWR	KWR Watercycle Research Institute
KZH	Klimaatbestendige Zoetwatervoorziening Hoofdwatersysteem
LHM	Landelijk Hydrologisch model
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry
MCA	Multicriteria-analyse
MER	Milieu-effectrapportage
MKBA	Maatschappelijke kosten-batenanalyse
MM	Markermeer

N2000	Natura 2000
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NCW	Netto contante waarde
NSTR	Nomenclature uniforme des marchandises pour les Statistiques de Transport
NWM	Nationaal Water Model
NWW	Nieuwe Waterweg
OWB	Onderwaterberging
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
PFAS	Per- en polyfluoralkylstoffen
PP	Prijspeil
PWN	Drinkwaterbedrijf Noord-Holland (PWN)
QinCoM	Quick Inland Navigation Cost Model
QWAST	Model voor berekening hydrologische effecten
RMM	Rijn-Maasmonding
RVR	Ruimte voor de Rivieren
RWS	Rijkswaterstaat
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
SEA	Sociaaleconomische analyse
STREAM	Studie naar TRansportEmissies van Alle Modaliteiten (CE Delft)
SWM	Slim watermanagement
VZM	Volkerak-Zoommeer
WAAG	Wateraanvulling en Aanvoer 't Gooi (naam maatregel W20)
WIS	Waterinlaatsysteem (bij Irenesluizen)
WLO	Welvaart- en Leefomgevingsscenario's
WML	Waterleiding Maatschappij Limburg
WSBD	Waterschap Brabantse delta
WSHD	Waterschap Hollandsche Delta
ZSS	Zoetzoutscheiding
ZWD	Zuidwestelijke Delta

LITERATUURLIJST

Algemeen

- Brink, M. van den (2024), *Memo DPZW-opgave voor gebruiksfuncties*, 19 juni 2024, DPZW.
- CE Delft (2023). *Handboek Milieuprijzen 2023; CE Delft,* Delft, The Netherlands.
- CPB / PBL NOTITIE – *Maatschappelijke kosten-batenanalyse en brede welvaart; een aanvulling op de Algemene MKBA-Leidraad*, juni 2022.
- CPB / PBL, *Toekomstverkenning WLO, efficiënte CO_2-prijzen*, juli 2025.
- Deltares (2024a), *Deltascenario's 2024, zicht op water in Nederland*, 24 april 2024, Delft
- Deltares (2025a), *Maatschappelijke effecten van droogte in een veranderd klimaat en afgeleide kengetallen voor maatschappelijke kosten-baten analyses*, 20 mei 2025.
- Deltares, Stratelligence en LEI (2015). *Doorontwikkeling van de economische analyse van de zoetwatervoorziening in Nederland. Ontwikkeling van een economisch instrumentarium om de risico's van watertekorten te bepalen*; Deltares rapport 1220104-004 in opdracht van RWS-WVL.
- DPZW kernteam, *Oplegmemo Bestuurlijk Platform Zoetwater vs. 8*, 5 oktober 2023.
- Janssen et al (2024), *Vertaling van de Deltascenario's 2024 naar invoer voor het Nationaal Water Model*, Deltares, 11209219-018-ZKS-0001.
- KNMI (2014): *KNMI'14: Climate Change scenarios for the 21st Century – A Netherlands perspective;* by Bart van den Hurk, Peter Siegmund, Albert Klein Tank (Eds), Jisk Attema, Alexander Bakker, Jules Beersma, Janette Bessembinder, Reinout Boers, Theo Brandsma, Henk van den Brink, Sybren Drijfhout, Henk Eskes, Rein Haarsma, Wilco Hazeleger, Rudmer Jilderda, Caroline Katsman, Geert Lenderink, Jessica Loriaux, Erik van Meijgaard, Twan van Noije, Geert Jan van Oldenborgh, Frank Selten, Pier Siebesma, Andreas Sterl, Hylke de Vries, Michiel van Weele, Renske de Winter and Gerd-Jan van Zadelhoff. Scientific Report WR2014-01, KNMI, De Bilt, The Netherlands. www.climatescenarios.nl
- Schasfoort, F., de Jong, J., Meijers, E. (2019) *Effectmodules in het Deltaprogramma Zoetwater – Van hydrologisch effect naar economisch effect van droogte*. Deltares rapport 11203734-000-ZWS-0010
- Schasfoort, F., Van Woerkom, T., Melman, R., Knaake, B., Korff, M., Nappo, N., Meijers, E., Pijcke, G., Geerling G., Boerlijst, S., America - van den Heuvel, I., Van der Wijk, R., Woning, M. & Van Marle, M. (2024). *Maatschappelijke effecten van veranderende zoetwaterbeschikbaarheid en watervraag - Methode-ontwikkeling en proeftoepassing voor het Deltaprogramma Zoetwater*. Deltares rapport: 11210039-000-ZWS-0001.
- Stratelligence (2021), *Economische analyse Zoetwater*, Januari 2021
- Wolters, H.A., G.J. van den Born, E. Dammers, S. Reinhard, 2018, *Deltascenario's voor de 21e eeuw, actualisering 2017.*

Hydrologie

- Deltares (juni 2025), *Kwalitatieve duiding van het effect van de Deltascenario's 2024 op de zoetwateropgave*
- Deltares en FABRICations, *Visualisaties werkopgave Deltaprogramma Zoetwater Definitief*, april 2025.
- HKV, Hydrologische effectbepaling DPZW, Deltaprogramma Zoetwater fase 3, PR5335.10, Oktober 2025.
- Hunink, J., J. Delsman, G. Prinsen, L. Bos - Burgering, N. Mulder, M. Visser (2018) *Vertaling van Deltascenario's 2017 naar modelinvoer voor het Nationaal Water Model.* Deltares rapport 11202240-009-ZWS. Utrecht, oktober 2018.
- HydroLogic, *Memo Indicatoren KPA*, 22 mei 2024.
- HydroLogic, *P25001 Synthese PPT - Aanvullende inzichten DPZW regio's werkopgave zoetwater - DEFINITIEF* april 2025

Landbouw

- Arcadis (2021), *Validatie basisgegevens en droogtegevoeligheid landbouwgronden Rijn-Oost*, rapport D10007977, september 2021.
- STOWA (2018), *Regioscan Zoetwatermaatregelen, Verkennen van het perspectief van kleinschalige zoetwatermaatregelen voor de regionale zoetwateropgave. Rapport 13.*
- Wageningen Economic Research (2017), *Prijstool Landbouw*, november 2017. *(voetnoot 16)*
- Wageningen Environmental Research. (2023). BRO Bodemkaart, 2023-01. https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen/kaart

Scheepvaart

- Ecorys (2024a), *Scheepvaarteffecten in Deltaprogramma Zoetwater, Eindrapportage voor Rijkswaterstaat*, Rotterdam, januari 2024.
- Ecorys, Janse R., Bozuwa, J. & de Smet, S. (2024b). *Scheepvaarteffecten in Deltaprogramma Zoetwater – Actualisatie deltascenario's (eindrapportage)*. Rotterdam, 12 december 2024.
- Nederland Maritiem Land, *Maritieme Monitor 2024*, December 2024

Natuur

- Klooster, J., Ohm J., Posma, J., Warringa, G., Huigen, T. en Sander de Bruyn (2018) *WERKWIJZER NATUUR Maatschappelijke Kosten-Baten Analyses*. Arcadis en CE Delft in opdracht van Ministerie van Economische Zaken. Amersfoort, Arcadis.
- Pouwels, R., G.W.W. Wamelink, M.H.C. van Adrichem, R. Jochem, R.M.A. Wegman & B. de Knegt (2017), MetaNatuurplanner v4.0 - Status A, Wageningen University & Research.
- Rhee, G. van & Wienhoven M. (2024), Natuurwaardering sociaaleconomische analyse Deltaprogramma Zoetwater, Stratelligence.
- Sijtsma, F., van der Veen, E., van Hinsberg, A., Pouwels, R., Wymenga, E., Krijn, M., Klaassen, R., Mouissie, M., Grutters, M., van Dijk, R., Wackwitz, E., & Kisjes, K. (2018). Analyse van kosten en baten van het Meerjarenprogramma Ontsnippering (MJPO).

- Sijtsma, F.J., A. van Hinsberg, S. Kruitwagen en F.J. Dietz, 2009, Natuureffecten in de MKBA's van projecten voor integrale gebiedsontwikkeling, PBL-publicatie 500141004, PBL, Bilthoven.
- Stuurman, R. en M. Mens (2020), *Analyse weerbaarheid grondwaterafhankelijke natuur in 2050*, Deltares.
- Van Gaalen, F.W., A. van Hinsberg, R. Franken, M. Vonk, P.J.T.M. van Puijenbroek, en R. Wortelboer. 2014. 'Natuurpunten: kwantificering van effecten op natuurlijke ecosystemen en biodiversiteit in het Deltaprogramma - achtergrondstudie'. PBL-rapport 1263. Den Haag: PBL
- Witte, J.P.M., Runhaar, J., Wesseling, J., Smidt, R.A., & Daatselaar, C.H.G. (2018). *Waterwijzer Natuur: Instrumentarium voor het kwantificeren van de effecten van waterbeheer en klimaat op terrestrische natuur*. Wageningen Environmental Research, KWR Watercycle Research Institute, Deltares.
- Wortelboer, R (2019). *Vergelijking van de natuurwaardering met Methode Gelderland en de Natuurpunten-methode van resultaten van de Waterwijzer Natuur voor het Deltaprogramma Zoetwater*, Deltares

Drinkwater

- H2O Waternetwerk (2015), Effecten klimaatverandering op drinkwaterdistributie in kaart gebracht, 9 juli 2015.
- H2O Waternetwerk (2025), Rechtbank: stichting ontvankelijk in massaclaim droogteschade waterwinning, 10 december 2025.
- WMD (2022), Kans op meer leidingbreuken, 25 augustus 2022.

Maatregelen

- Folmer, I. (2026), *Opgave Rivierengebied voor SEA*, 5 maart 2026, Royal HaskoningDHV
- Witteveen+Bos (2025), *Onderbouwing uitvoeringsprogramma Deltaplan Hoge Zandgronden, fase 3*, 30 juni 2025.
- Witteveen+Bos (2026), *Maatregelen Deltaprogramma zoetwaterregio Hoofdwatersysteem — Toelichting op globale kostenschatting, kwalitatieve effecten, flexibiliteit en uitvoerbaarheid DPZW maatregelen fase 3*, 21 januari 2026.
- Factsheets zoetwaterregio's plus achtergronddocumenten.

BIJLAGE: EFFECT PEILBEHEER OP GRONDWATERSTAND

Een verhoging van de hoeveelheid water voor peilbeheer (verminderen tekort of verhogen standaard slootpeilen) kan de grondwaterstand verhogen in peilbeheer gebieden.

Per deelregio verschilt het volume voor peilbeheer dat extra nodig is om de grondwaterstand een cm te doen stijgen. De indicatieve waarden die gebruikt zijn om het effect op de CO_2-uitstoot en het funderingsrisico in peilbeheer gebieden te bepalen, staan in Tabel 84.

Tabel 84: arealen deelregio's en extra m3 nodig voor 1 cm verhoging gemiddelde grondwaterstand (Deltares)

	Deelregio's	Oppervlak (ha)	Benodigd volume
1	Hoge Zandgronden Midden	228.076	n.v.t.
2	Hoge Zandgronden Noord	241.300	1,70
3	Hoge Zandgronden Oost met aanvoer	149.278	1,00
4	Hoge Zandgronden Oost zonder aanvoer	271.400	n.v.t.
5	Hoge Zandgronden Zuid met aanvoer	245.920	n.v.t.
6	Hoge Zandgronden Zuid zonder aanvoer	264.033	n.v.t.
7	Aanvoergebied na Gaarkeuken	124.473	1,90
8	Aanvoergebied voor Gaarkeuken	260.685	3,40
9	Noord Drenths plateau	158.015	1,40
10	Noord Holland	167.430	2,00
11	IJsselmeerpolders	145.224	71,60
12	Veenkoloniën	112.208	2,90
13	Waddeneilanden	19.308	n.v.t.t
14	Rivierengebied Noord	102.655	1,10
15	Rivierengebied Zuid	69.076	n.v.t.
16	Maasdelta	65.322	1,20
17	West met bovenregionale aanvoer	153.396	1,60
18	West zonder bovenregionale aanvoer	153.988	2,10
19	Zuid Limburg	70.534	n.v.t.
20	Zuidwestelijke Delta met aanvoer	104.084	n.v.t.
21	Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer	155.221	0,80

BIJLAGE: KENTALLEN ECONOMISCHE EFFECTEN SCHEEPVAART

De kengetallen hangen af van de door Deltares berekende vaarkosten. Ze zijn bepaald door een lineaire fit te bepalen door het nulpunt en de beschikbare datapunten voor de verwachtingswaarden van de verschillende transportkosten en effecten.

Hieronder lichten we toe welke bewerkingen we hebben gedaan om van de beschikbare data te komen tot bruikbare inschattingen voor de transportkosten en emissies. De gebruikte basisdata van Deltares en Ecorys zijn vermeld in Tabel 85. De verwachtingswaarden voor *Referentie* Hoog en Laag zijn berekend uit de *Referentie* Hoog/Laag tabbladen die Ecorys als input van Deltares heeft ontvangen en die zijn gecorrigeerd voor de toename van de vloot als gevolg van economische ontwikkeling. Alle scenario's zijn in de Deltares basisinput al gecorrigeerd voor een synthetische mediaan.

Tabel 85: Basisdata gebruikt voor kengetallen berekening economische effecten scheepvaart (in mln. euro)

Deltascenario	Vaarkosten Deltares-rapportage	A. Vaarkosten Ecorys incl. vraaguitval – tussen haakjes aandeel vraaguitval		B. vaar- en opslagkosten Ecorys	C. modal shift kosten Ecorys	D. Emissies binnenvaart Ecorys	E. Emissies modal shift Ecorys	optelsom Ecorys (A-E)
	Absoluut (PP2014)	relatief t.o.v. Referentie Hoog of Referentie Laag (PP 2024)						
Referentie	€ 62,5	niet bekend		niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
Referentie Laag	€ 95,3	niet bekend		niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
Referentie Hoog	€ 106,6	niet bekend		niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
Ruim 2050	€ 138,7	€ 42,8	(-€ 9,0)	€ 19,2	€ 8,9	€ 38,6	€ 5,4	€ 114,9
Vlug 2050	€ 155,3	€ 47,8	(-€ 10,4)	€ 20,9	€ 12,1	€ 42,2	€ 5,9	€ 128,9
Warm 2050	€ 146,8	€ 63,1	(-€ 9,4)	€ 19,8	€ 15,0	€ 43,1	€ 5,6	€ 146,6
Stoom 2050	€ 164,3	€ 70,6	(-€ 10,8)	€ 21,7	€ 16,5	€ 49,2	€ 6,3	€ 164,3
Ruim 2100	€ 138,7	€ 42,8	(-€ 9,0)	€ 19,2	€ 8,9	€ 38,6	€ 5,4	€ 114,9
Stoom 2100	€ 366,3	€ 245,4	(-€ 36,7)	€ 78,8	€ 79,6	€ 186,5	€ 26,1	€ 616,4

In Tabel 86 zijn eerst de vaarkosten van Deltares gecorrigeerd naar prijspeil 2024 (+26,2%). Ook is de waarde voor de vaarkosten inclusief vraaguitval van Ecorys gesplitst in vaarkosten en vraaguitval. Dat is mogelijk omdat wel de bijdrage van de vraaguitval (t.o.v. de *Referentie* Hoog of Laag) voor de verschillende scenario's bekend is.

Tabel 86: Cijfers gecorrigeerd naar prijspeil 2024 en gesplitst in vaarkosten en vraaguitval (in mln. euro)

Deltascenario	Vaarkosten Deltares-rapportage	A1. Vaarkosten Ecorys	A2. Vraaguitval	B. vaar- en opslagkosten Ecorys	C. modal shift kosten Ecorys	D. Emissies binnenvaart Ecorys	E. Emissies modal shift (Ecorys)	optelsom Ecorys (A-E)
	Absoluut (PP2024)	relatief t.o.v. Referentie Hoog of Referentie Laag (PP 2024)						
Referentie	€ 78,9	€ 0,0	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
Referentie Laag	€ 120,3	€ 0,0	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
Referentie Hoog	€ 134,5	€ 0,0	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
Ruim 2050	€ 175,1	€ 51,8	-€ 9,0	€ 19,2	€ 8,9	€ 38,6	€ 5,4	€ 114,9
Vlug 2050	€ 196,0	€ 58,2	-€ 10,4	€ 20,9	€ 12,1	€ 42,2	€ 5,9	€ 128,9
Warm 2050	€ 185,3	€ 72,5	-€ 9,4	€ 19,8	€ 15,0	€ 43,1	€ 5,6	€ 146,6
Stoom 2050	€ 207,4	€ 81,4	-€ 10,8	€ 21,7	€ 16,5	€ 49,2	€ 6,3	€ 164,3
Ruim 2100	€ 175,1	€ 51,8	-€ 9,0	€ 19,2	€ 8,9	€ 38,6	€ 5,4	€ 114,9
Stoom 2100	€ 462,3	€ 282,1	-€ 36,7	€ 78,8	€ 79,6	€ 186,5	€ 26,1	€ 616,4

Vervolgens hebben we de relatieve vaarkosten van Ecorys vertaald naar absolute bedragen door de *Referentie* vaarkosten op te tellen bij de relatieve waarden van Ecorys in kolom A1. Hiervoor zijn verschillende referentiewaarden gebruikt:

- *Referentie* (78,9 miljoen euro PP2024): *Referentie* 2023
- *Referentie* Laag (120,3 miljoen euro PP2024): *Ruim 2050, Warm 2050, Ruim 2100*
- *Referentie* Hoog (134,5 miljoen euro PP2024): *Vlug 2050, Stoom 2050, Stoom 2100*

Dit levert vergelijkbare absolute vaarkosten op in de kolom vaarkosten Deltares en de kolom A1 van Ecorys (zie Tabel 87). De kleine verschillen die er zijn, ontstaan doordat na de start van de Ecorys-analyse nog correcties zijn doorgevoerd in de Deltares-vaarkostenberekening. De impact van deze verschillen op de transport- en emissiekosten wordt als verwaarloosbaar beschouwd.

In dezelfde stap zijn de transportkosten en emissiekosten voor de referenties (*Referentie17, Referentie Laag en Hoog*) (A2 t/m E) geschat door aan te nemen dat de verhoudingen tussen deze kosten (A2 t/m E) gelijk zijn aan andere verhoudingen.

De inschatting van de vraaguitval en de extra emissies van de binnenvaart in de *Referentie* is gedaan op basis van de verhouding van de door Deltares aangeleverde extra vaarkosten voor de *Referentie* en *Ruim 2050*. De inschatting van de opslagkosten in de *Referentie* is gedaan op basis van de verhouding van de niet direct vervoerde vracht voor de *Referentie* en *Ruim 2050* (*Referentie/Ruim2050* = 0,3[138]). De inschatting van de modalshift kosten en de modal shift emissies in de Referentie is gedaan op basis van de verhouding van de vracht die ook na drie dagen niet per schip vervoerd kan worden voor de *Referentie* en *Ruim 2050 (Referentie/Ruim2050* = 0,25[139]).

[138] 0,3 mln. ton / 1,0 miljoen ton
[139] 0,1 miljoen ton / 0,4 miljoen ton

Hierbij is rekening gehouden met het feit dat de transport- en emissieopslagen gedefinieerd zijn ten opzichte van de *Referentie* (als verschil t.o.v. *Referentie*).

De formule is dan als volgt:

$$Extra\ kosten_{REF} = \frac{(\frac{Waarde_{REF}}{Waarde_{RUIM2050}}\ x\ Verschilkosten\ tov\ REF_{RUIM2050})}{(1-\frac{Waarde_{REF}}{Waarde_{RUIM2050}})},$$

Waarbij als waarde zijn gebruikt: de ongecorrigeerde vaarkosten, de vrachtvolumes die niet direct vervoerd kunnen worden of de vrachtvolumes die ook na drie dagen niet vervoerd kunnen worden. De extra kosten voor Referentie Laag en Hoog zijn aangevuld op basis van dezelfde verhouding ten opzichte van de vaarkosten als in de Referentie.

Tabel 87: Aanvulling opslagen op vaarkosten voor de drie Referenties (Referentie/Referentie Laag/Referentie Hoog) (absolute cijfers in mln. euro PP2024)

Deltascenario	Vaarkosten Deltares-rapportage	A1. Vaarkosten Ecorys	A2. Vraaguitval	B. vaar- en opslagkosten Ecorys	C. modal shift kosten Ecorys	D. Emissies binnenvaart Ecorys	E. Emissies modal shift (Ecorys)	optelsom Ecorys (A-E)
Referentie	€ 78,9	€ 78,9	-€ 7,4	€ 8,2	€ 3,0	€ 31,6	€ 1,8	€ 116,1
Referentie Laag	€ 120,3	€ 120,3	-€ 11,3	€ 12,6	€ 4,5	€ 48,2	€ 2,7	€ 177,1
Referentie Hoog	€ 134,5	€ 134,5	-€ 12,6	€ 14,0	€ 5,1	€ 54,0	€ 3,1	€ 198,0
Ruim 2050	€ 175,1	€ 172,1	-€ 20,3	€ 31,8	€ 13,4	€ 86,8	€ 8,1	€ 292,0
Vlug 2050	€ 196,0	€ 192,7	-€ 23,0	€ 34,9	€ 17,2	€ 96,2	€ 9,0	€ 326,9
Warm 2050	€ 185,3	€ 192,7	-€ 20,6	€ 32,4	€ 19,5	€ 91,3	€ 8,3	€ 323,7
Stoom 2050	€ 207,4	€ 215,9	-€ 23,4	€ 35,7	€ 21,6	€ 103,2	€ 9,4	€ 362,3
Ruim 2100	€ 175,1	€ 172,1	-€ 20,3	€ 31,8	€ 13,4	€ 86,8	€ 8,1	€ 292,0
Stoom 2100	€ 462,3	€ 416,6	-€ 49,3	€ 92,8	€ 84,7	€ 240,5	€ 29,2	€ 814,4

Tabel 88 vermeldt de resulterende kengetallen op basis van een lineaire fit door waarden van Tabel 87. De extra opslag op de vaarkosten zonder emissies voor vraaguitval, opslagkosten en modalshift bedraagt tussen de +5 en +26 procent en varieert per scenario (nog niet gecorrigeerd voor 50 procent afwenteling buitenland). De totale ingeschatte opslag inclusief emissies (nog niet gecorrigeerd voor verduurzaming in 2050 en 2100) bedraagt tussen de +47 en +87 procent. Dit is aanzienlijk lager dan de opslag die Deltares voor de berekening van de kengetallen heeft aangenomen in Deltares 2025, nl. +50 procent zonder emissies en +140 procent met emissies.

Tabel 88: Afgeleide kentallen (opslagen op vaarkosten) door lineaire fit per euro extra vaarkosten berekend door Deltares exclusief afwenteling, correctie verduurzaming en effect CO_2-prijs

Deltascenario	A2. Vraaguitval	B. Vaar- en opslagkosten Ecorys	C. Modal shift kosten Ecorys	D. Emissies binnenvaart Ecorys	E. Emissies modal shift (Ecorys)	optelsom Ecorys (A-C)	optelsom Ecorys (A-E)
Referentie	-0,0938	0,1044	0,0376	0,4012	0,0228	0,0482	0,4722
Ruim 2050	-0,1138	0,1781	0,0870	0,4928	0,0458	0,1513	0,6899
Vlug 2050	-0,1167	0,2065	0,1680	0,5479	0,0618	0,2578	0,8675
Warm 2050	-0,1138	0,1781	0,0870	0,4928	0,0458	0,1513	0,6899

Stoom 2050	-0,1167	0,2065	0,1680	0,5479	0,0618	0,2578	0,8675
Ruim 2100	-0,1138	0,1781	0,0870	0,4928	0,0458	0,1513	0,6899
Stoom 2100	-0,1167	0,2065	0,1680	0,5479	0,0618	0,2578	0,8675

Afwenteling buitenland

De gemonetariseerde transportkosten kunnen voor ongeveer 50 procent worden afgewenteld op het buitenland. Hierdoor slaat de opslag op de vaarkosten netto om in een afslag. Bijvoorbeeld voor *Stoom 2050* is de opslag van kolommen A2, B en C in totaal 26 procent op 100 procent aan extra vaarkosten. Afwenteling betekent dat slechts 50 procent een welvaartverlies voor Nederland is. De afwenteling bedraagt dan 63 procent[140] van de originele vaarkosten. De afslag op de vaarkosten is dan minus 37 procent.

Verduurzaming

De berekende emissies en kengetallen dienen daarnaast gecorrigeerd te worden voor het effect van verduurzaming en veranderende CO_2-prijzen.[141]

In 2050 veronderstellen we het effect van een duurzamere vloot -85 procent op de emissies en in 2100 -95 procent, zie paragraaf specifieke correcties. Dit zorgt voor een daling in de berekende emissies met respectievelijk 85 procent en 95 procent, zie Figuur 108. De toename van de CO_2-prijs tussen de *Referentie* in 2023 en 2050 en de hogere CO_2-prijs in de WLO-scenario's 2025[142] verhogen de kosten van de emissies. De correctie voor de hogere prijzen dan in de studie van Ecorys geldt alleen voor het CO_2-aandeel.

De CO_2-uitstoot vormt een klein deel van de huidige emissies (ongeveer 20-22%[143]), het merendeel is de waarde van NOx (Ecorys, 2024a). Voor NOx, fijnstof en zwaveldioxide zijn geen efficiënte prijzen voorgeschreven en zijn geen prijscorrecties nodig.

De toename van de CO_2-prijs naar 2050 en 2100 is op basis van de nieuwe CO_2-prijzen en een discontovoet van 2,25 procent, 82 procent voor 2050 ten opzichte van 2023 en 455 procent voor 2100 ten opzichte van 2023. De startwaarde voor de CO_2-prijs in 2023 ligt bij een discontovoet van 2,25 procent ongeveer 2x zo hoog (€ 129 vs. € 65 per ton CO_2)[144].

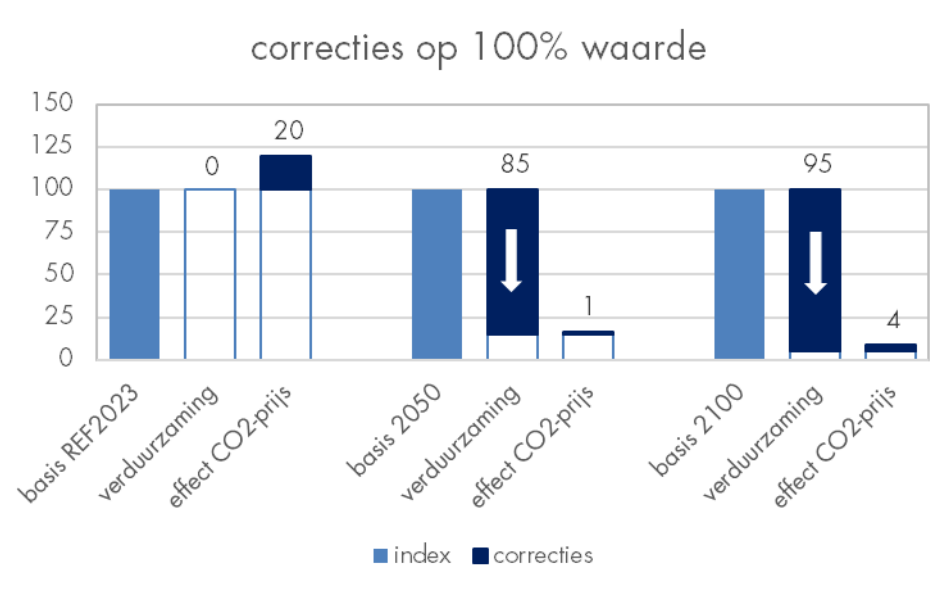
[140] 50% x 110% = 55%

[141] Aannames Ecorys: CO_2-prijs, NO_X-, fijnstof en SO_X-prijs zijn de gebruikelijke waarderingskengetallen voor emissies (in 2023), geen verduurzaming t.o.v. STREAM-cijfers. De waarde van gebruikelijk is niet vermeld in Ecorys 2024b. waarschijnlijk betreft dit de centrale waarden uit het Handboek Milieukosten: € 29,9 per kg NO_X, € 121 per kg fijnstof indien PM2.5 en € 69,3 per kg fijnstof indien PM10, € 57,5 per kg SO_X. Voor de CO_2,-prijs nemen we aan dat de waarde voor WLO-Hoog volgens de dan vigerende efficiënte CO2-prijzen is gebruikt, die gold in 2024: € 65 euro.

[142] CPB, PBL, Toekomstverkenning WLO, efficiënte CO_2-prijzen, juli 2025

[143] Geschat op basis van aflezen grafieken Ecorys 2024a.

[144] Op basis van de keuze voor WLO-Hoog voor prijzen gebruikt in Ecorys-studie en keuze voor WLO-Hoog Snel in deze analyse.



Figuur 108: illustratie correcties verduurzaming en toename CO_2-prijs op index emissiewaarden

Dit samengenomen brengt het effect van verduurzaming en CO_2-waardering netto op -84 procent voor 2050 en -91 procent voor 2100, zie Figuur 108. De resulterende kentallen en opslagen voor emissies zijn weergegeven in Tabel 89.

Correcties op de vaarkosten van Deltares voor het welvaartseffect in Nederland zijn inclusief emissies en het effect van afwenteling minus 3 procent voor de *Referentie* en tussen de -36 en -40 procent in 2050 en tussen de -40 en -44 procent in 2100.

Tabel 89: Afgeleide kentallen (opslagen) door lineaire fit per euro extra vaarkosten berekend door Deltares inclusief correcties afwenteling, verduurzaming en effect CO_2-prijs

Deltascenario	Opslag voor transportkosten (A-C)	Aandeel afwenteling	Welvaartseffect transportkosten NL		Emissieopslag (D-E)	Gecorrigeerd		Kental totaal effect NL
Referentie	0,0482	0,5241	-0,4759		0,4240	0,5069		0,0310
Ruim2050	0,1513	0,5757	-0,4244		0,5386	0,0887		-0,3357
Vlug2050	0,2578	0,6289	-0,3711		0,6097	0,1004		-0,2707
Warm2050	0,1513	0,5757	-0,4244		0,5386	0,0887		-0,3357
Stoom2050	0,2578	0,6289	-0,3711		0,6097	0,1004		-0,2707
Ruim2100	0,1513	0,5757	-0,4244		0,5386	0,0470		-0,3774
Stoom2100	0,2578	0,6289	-0,3711		0,6097	0,0532		-0,3179

Voorbeeld: Stel de droogte gerelateerde vaarkosten zijn gelijk aan 100 miljoen euro per jaar. De omzetting naar transportkosten in Stoom 2050 (+25,8%) voegt daar dan 25,8 miljoen aan toe. Deze totale transportkosten worden voor de helft afgewenteld op het buitenland, zo'n 62,9 miljoen euro (125,8 miljoen x 50%). Er blijft over 62,9 miljoen euro welvaartseffect voor Nederland (ofwel 0,3711 aftrek van 1). De emissiekosten van de extra scheepvaartbewegingen en modal shift moeten hierbij opgeteld worden en gecorrigeerd worden voor verduurzaming en de CO_2-prijs. Zonder correcties zou de emissieopslag 61,0 miljoen zijn op de 100 miljoen bere-

kende vaarkosten. Na correctie voor Stoom2050 resteert een opslag van 10,0 miljoen euro. In plaats van vaarkosten van 100 miljoen tellen we als welvaartseffect daarom 72,9 (62,9 + 10,0) miljoen euro mee als droogterisico in Stoom 2050.

Nota bene: Om de droogte gerelateerde vaarkosten te bepalen gebruiken we de Tabellen 5-2 tot 5-7 (Waal) en 5-14 tot 5-19 (IJssel) uit het Deltares-rapport (2025) *De maatschappelijke effecten van droogte in een veranderend klimaat en afgeleide kentallen voor maatschappelijk kosten-batenanalyses*. Belangrijk aandachtspunt is dat deze tabellen de vaarkosten berekenen voor de *Referentie*. Om de basis vaarkosten voor *Stoom* te bepalen dienen de vaarkosten uit de tabellen opgehoogd te worden voor de groei van het scheepvaartverkeer.

BIJLAGE: KENTALLEN LANDBOUW EN NATUUR

Bij een afname van het beregeningstekort of een stijging van de grondwaterstand (GLG) neemt het droogterisico voor de landbouw af. De basiskengetallen zijn overgenomen van de door Deltares aangeleverde Exceldata (versie . De data vermeld in Deltares 2025 zijn niet correct. Een kental is niet vermeld wanneer óf de regio te klein is qua problematiek (droogte), of er te weinig datapunten waren voor een betrouwbaar kengetal.

Tabel 90: kengetallen afgeleid door Deltares (Deltares 2025) om economisch effect per m³ tekortvermindering of cm stijging GLG te bepalen

		Kengetal beregening uit oppervlaktewaterwater (€/m3)	Kengetal grondwaterstand (€/ha/cm)
1	Hoge Zandgronden Midden	0,67	7,06
2	Hoge Zandgronden Noord	0,52	9,15
3	Hoge Zandgronden Oost met aanvoer	0,68	6,94
4	Hoge Zandgronden Oost zonder aanvoer	0,36	10,29
5	Hoge Zandgronden Zuid met aanvoer	0,81	14,44
6	Hoge Zandgronden Zuid zonder aanvoer	0,96	10,69
7	Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken	0,31	
8	Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken	0,60	0,80
9	Noord Drenths plateau	0,87	7,14
10	Noord Holland Noord	0,52	30,49
11	Noord IJsselmeerpolders	0,27	
12	Noord Veenkoloniën	0,38	
13	Noord Waddeneilanden		
14	Rivierengebied Noord	0,87	
15	Rivierengebied Zuid	0,76	7,30
16	West Maasdelta	0,43	
17	West met bovenregionale aanvoer	0,43	1,15
18	West zonder bovenregionale aanvoer	0,74	7,53
19	Zuid Limburg	0,27	3,94
20	Zuidwestelijke Delta met aanvoer	0,23	10,9
21	Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer	0,44	21,14

Nota bene: deze kengetallen bevatten alleen de droogteschade en niet de natschade of verziltingsschade. De kengetallen voor de grondwaterstand worden ook gebruikt om de vermindering van droogteschade voor de natuur te bepalen. De GLG in de referentie is niet beschikbaar per deelregio. Daarom is verondersteld dat maatregelen die de grondwaterstand verhogen door meer water vast te houden of te infiltreren dat doen in gebieden waar een verhoging zinvol is voor landbouw of natuur. Dat wil zeggen de grondwaterstand is niet zo laag dat ook bij een verhoging de

wortelzone niet bereikt wordt of zo hoog dat de wortelzone ook zonder de maatregel volledig bereikt wordt.

BIJLAGE: KENGETALLEN RISICO CO_2-UITSTOOT

De kengetallen om de CO_2-uitstoot in kg per hectare per cm GLG te bepalen, verschillen alleen per Deltascenario en per type grond (veen of moerig), zie paragraaf 2.7.2. Voor de berekening van de totale uitstoot in kg is het oppervlak en het aandeel hiervan dat veen of moerige grond betreft. De gebruikte waarden staan in Tabel 84.

Tabel 91: arealen deelregio's en aandeel veen- en moerige gronden (RWS en Deltares)

	Deelregio's	Oppervlak (ha)	Oppervlak veen-gronden (ha)	Oppervlak moe-rige gronden
1	Hoge Zandgronden Midden	228.076	7.213	4.636
2	Hoge Zandgronden Noord	241.300	35.534	33.449
3	Hoge Zandgronden Oost met aan-voer	149.278	3.365	4.617
4	Hoge Zandgronden Oost zonder aanvoer	271.400	1.896	6.510
5	Hoge Zandgronden Zuid met aan-voer	245.920	2.514	5.003
6	Hoge Zandgronden Zuid zonder aanvoer	264.033	1.181	2.269
7	Aanvoergebied na Gaarkeuken	124.473	7.247	6.561
8	Aanvoergebied voor Gaarkeuken	260.685	47.935	22.533
9	Noord Drenths plateau	158.015	16.356	18.261
10	Noord Holland	167.430	21.772	4.468
11	IJsselmeerpolders	145.224	2.109	2.221
12	Veenkoloniën	112.208	6.742	22.743
13	Waddeneilanden	19.308	55	535
14	Rivierengebied Noord	102.655	16.674	415
15	Rivierengebied Zuid	69.076	121	126
16	Maasdelta	65.322	736	60
17	West met bovenregionale aan-voer	153.396	22.798	12.977
18	West zonder bovenregionale aan-voer	153.988	43.872	6.894
19	Zuid Limburg	70.534	81	87
20	Zuidwestelijke Delta met aanvoer	104.084	3.365	4.617
21	Zuidwestelijke Delta zonder aan-voer	155.221	133	28

De resulterende vermindering van de CO_2-uitstoot is berekend met de efficiënte CO_2-prijs volgens het WLO-scenario Hoog en Snel. Let op: hiervoor zijn de CO_2-prijzen gebruikt die overeenkomen met een discontovoet van 2,25 procent. Wanneer de discontovoet zou worden aange-

past zullen de CO_2-prijzen ook aangepast moeten worden. Tijdens de maatregelanalyse zijn hiervoor nog geen nieuwe data bekend. Vandaar dat we met een consistent set werken van discontovoet 2,25 procent en WLO-scenario's die daarbij passen. Tussen 2017 en 2050 stijgt de prijs telkens met de discontovoet.

Tabel 92: gebruikte CO_2-prijs

Jaar	Efficiënte prijs WLO-scenario Hoog Snel excl. productgebonden belastingen en subsidies waaronder btw	Efficiënte prijs inclusief BTW (+18,8%)
2017	€ 110 per ton	€ 131 per ton
2028	€ 141 per ton	€ 167 per ton
2040	€ 184 per ton	€ 218 per ton
2050	€ 230 per ton	€ 273 per ton
2100	€ 230 per ton	€ 273 per ton

Ook voor diverse andere effectberekeningen is het areaal van een deelregio of zoetwaterregio nodig. De gebruikte waarden staan in Tabel 84.

BIJLAGE: KENTALLEN FUNDERINGSRISICO

Bij een stijging van de grondwaterstand neemt het funderingsrisico af. Deze cijfers zijn overgenomen van de door Deltares aangeleverde Exceldata. De data vermeld in Deltares 2025 zijn niet correct. Een kental is niet vermeld wanneer óf de regio te klein is qua problematiek (droogte/bodemdaling), of er te weinig woningen op hout/ onvoldoende gebouwen met ondiepe fundering zijn.

Bij gebruik van de kentallen om het effect van de maatregelen te bepalen, zijn alleen de kentallen voor *Stoom* relevant. Deze dienen gecorrigeerd te worden voor de periode dat de maatregel operationeel is. Het weergegeven effect is het effect vanaf 1955 tot 2050, zie hiervoor paragraaf 2.7.4.

Tabel 93: Kengetallen funderingsrisico voor de scenario's Referentie2017 en Stoom 2050 per cm verandering van de GLG.

Totaal	Ref 2017 (euro/cm GLG)			Stoom2050 (euro/cm GLG)		
Regio	Totale regio	Per object	Per hectare gebouwd gebied	Totale regio	Per object	Per hectare gebouwd gebied
Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken	€ 1.465.415	€ 13	€ 212	€ 425.792	€ 4	€ 61
Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken	€ 2.668.564	€ 12	€ 176	€ 1.433.919	€ 6	€ 95
Noord Drenths plateau	€ 90.097	€ 1	€ 10	€ 651.591	€ 5	€ 72
Noord Holland Noord	€ 36.328.804	€ 91	€ 1.972	€ 34.422.676	€ 86	€ 1.868
Noord Veenkoloniën	€ 5.133.592	€ 72	€ 891	€ 3.078.357	€ 44	€ 535
Rivierengebied Noord	€ 4.522.641	€ 22	€ 428	€ 5.489.826	€ 26	€ 520
Rivierengebied Zuid	€ 856.910	€ 6	€ 104	€ 501.055	€ 3	€ 61
West Maasdelta	€ 2.697.798	€ 12	€ 260	€ 4.957.384	€ 21	€ 477
West met bovenregionale aanvoer	€ 40.181.670	€ 52	€ 1.276	€ 44.560.931	€ 58	€ 1.415
West zonder bovenregionale aanvoer	€ 9.675.118	€ 20	€ 461	€ 6.938.820	€ 15	€ 331
Zuidwestelijke Delta met aanvoer	€ 2.875.902	€ 22	€ 365	€ 1.625.673	€ 12	€ 207
Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer	€ 59.602	€ 0	€ 6	€ 127.965	€ 1	€ 12

Tabel 94: Kengetallen funderingsrisico stedelijk gebied voor de scenario's Referentie2017 en Stoom 2050 per cm verandering van de GLG.

Stedelijk	Ref 2017 (euro/cm GLG)			Stoom2050 (euro/cm GLG)		
Regio	Totale regio	Per object	Per hectare gebouwd gebied	Totale regio	Per object	Per hectare gebouwd gebied
Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken	€ 1.464.499	€ 14	€ 296	€ 423.727	€ 4	€ 86
Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken	€ 2.636.716	€ 12	€ 262	€ 1.421.494	€ 6	€ 141
Noord Drenths plateau	niet te bep.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
Noord Holland Noord	€ 36.159.561	€ 94	€ 2.487	€ 34.066.840	€ 89	€ 2.343
Noord Veenkoloniën	€ 5.078.234	€ 72	€ 1.323	€ 3.075.993	€ 44	€ 802
Rivierengebied Noord	€ 4.498.999	€ 23	€ 619	€ 5.411.924	€ 28	€ 745
Rivierengebied Zuid	€ 852.538	€ 6	€ 145	€ 489.535	€ 4	€ 83
West Maasdelta	€ 2.694.999	€ 12	€ 297	€ 4.921.082	€ 22	€ 541
West met bovenregionale aanvoer	€ 39.602.201	€ 53	€ 1.443	€ 44.234.849	€ 60	€ 1.611
West zonder bovenregionale aanvoer	€ 9.571.951	€ 21	€ 558	€ 6.801.136	€ 15	€ 397
Zuidwestelijke Delta met aanvoer	€ 2.875.902	€ 23	€ 502	€ 1.628.339	€ 13	€ 284
Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer	niet te bep.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.

Tabel 95: Kengetallen funderingsrisico landelijk gebied voor de scenario's Referentie2017 en Stoom 2050 per cm verandering van de GLG.

Landelijk	Ref 2017 (euro/cm GLG)			Stoom2050 (euro/cm GLG)		
Regio	Totale regio	Per object	Per hectare gebouwd gebied	Totale regio	Per object	Per hectare gebouwd gebied
Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken	niet te bep.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken	€ 31.849	€ 4	€ 6	€ 12.450	€ 2	€ 2
Noord Drenths plateau	niet te bep.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
Noord Holland Noord	€ 169.582	€ 10	€ 44	€ 356.550	€ 22	€ 92
Noord Veenkoloniën	€ 55.358	€ 45	€ 29	€ 2.364	€ 2	€ 1
Rivierengebied Noord	€ 23.643	€ 1	€ 7	€ 77.746	€ 5	€ 24
Rivierengebied Zuid	€ 4.371	€ 1	€ 2	€ 11.566	€ 1	€ 5
West Maasdelta	€ 2.822	€ 0	€ 2	€ 36.448	€ 6	€ 28
West met bovenregionale aanvoer	€ 579.469	€ 18	€ 144	€ 327.395	€ 10	€ 81
West zonder bovenregionale aanvoer	€ 103.373	€ 7	€ 27	€ 137.961	€ 10	€ 36
Zuidwestelijke Delta met aanvoer	niet te bep.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.
Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer	niet te bep.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.	n.t.b.

Voor de Hoge Zandgronden (Oost en Zuid) zijn geen kentallen voor het funderingsrisico bepaald/beschikbaar.

BIJLAGE: KENGETALLEN DRINKWATER, INDUSTRIE EN DOORSPOELING

In deze bijlage worden de gebruikte kentallen voor de drinkwatervoorziening en industrie benoemd, en de fracties nodig om het effect op doorspoeling te bepalen. De gebruikte kengetallen voor natuur zijn gelijk aan de landbouw kengetallen voor bodemvocht (zie bijlage landbouw en natuur). De berekening van de CO_2-uitstoot en het funderingsrisico zijn te vinden in Hoofdstuk 2.

DRINKWATER

Er zijn zeven regionale maatregelen, die effect hebben op drinkwaterindustrie en waarvoor een hydrologisch effect is opgegeven. De effecten op deze functie verschillen per maatregel afhankelijk of er bespaard wordt op grondwater of oppervlaktewatergebruik of investeringen in buffers en drinkwaterputten of zuiveringskosten.

Tabel 96: gebruikte kengetallen drinkwater per maatregel

ID	Maatregel	Toelichting	Gebruikt kengetal
N1.3	Assen Oost	Maatregel voorkomt de aanleg van een grondwaterput elders? Niet de variabele kosten van drinkwaterwinning uit grondwater: investeringsbedrag per m3 grondwater	Grondwater: € 0,18 per m3 Investeringskosten per faciliteit van 4 mln. m3 grondwater
N4.9 DHZ 2.6a HO 2.6a	eigen watervoorziening door hergebruik regenwater	Maatregel bespaart drinkwatergebruik. Afhankelijk van verhouding oppervlaktewater en grondwater per regio, worden gemiddelde variabele kosten of een van beide kosten gebruikt: opp. winning of grondwaterwinning.	Grondwater: € 0,36 per m3 Oppervlaktewater: € 0,44 per m3 Gemiddeld: € 0,40 per m3 Operationele kosten kostenstandaard per faciliteit 10 mln. m3 oppervlaktewater en 4 miljoen m3 grondwater
DHZ 2.5 HO 2.5	besparen drinkwater	Maatregel bespaart drinkwatergebruik. Afhankelijk van verhouding oppervlaktewater en grondwater per regio, worden gemiddelde variabele kosten of een van beide kosten gebruikt: opp. winning of grondwaterwinning.	Grondwater: € 0,36 per m3 Oppervlaktewater: € 0,44 per m3 Gemiddeld: € 0,40 per m3 Operationele kosten kostenstandaard per faciliteit 10 mln. m3 oppervlaktewater en 4 miljoen m3 grondwater
W20	Wateraanvulling en aanvoer 't Gooi; WAAG	Door slim af te wisselen tussen oppervlaktewater en grondwater kan er meer drinkwater geproduceerd worden. Alternatief is extra waterbuffers aanleggen.	Kosten waterbuffer € 0,11 per m3

INDUSTRIE

Er zijn 7 regionale maatregelen, die effect hebben op industrie en waarvoor een hydrologisch effect is opgegeven. De effecten op deze functie verschillen per maatregel afhankelijk of er bespaard wordt op grondwater of oppervlaktewatergebruik, investeringen in buffers of zuiveringskosten.

Tabel 97: gebruikte kengetallen industrie per maatregel

ID	Maatregel	Toelichting	Kental
DHZ 2.6b HO 2.6b	hergebruik proceswater	Maatregel voorkomt extra onttrekkingen van grondwater. Gebruik van gemiddelde kosten per m3 grondwateronttrekkingen	Grondwater: € 0,26 per m3 Operationele kosten kostenstandaard drinkwater per faciliteit 4 miljoen m3 grondwater minus 10 ct. vanwege beperktere zuivering.
DHZ 2.6c HO 2.6c	hergebruik RWZI-effluent	Maatregel voorkomt extra onttrekkingen van grondwater. Gebruik van gemiddelde kosten per m3 grondwateronttrekkingen	Grondwater: € 0,26 per m3 Operationele kosten kostenstandaard drinkwater per faciliteit 4 miljoen m3 grondwater minus 10 ct. vanwege beperktere zuivering.
W1 & W2	Aanvoercapaciteit Bernisse verbeteren	Maatregel bespaard extra RO-industrie uit brak water	Oppervlaktewater € 0,38 per m3
W43	Zoetwaterfabriek havenindustrie	Maatregel bespaard extra RO-industrie uit brak water	Oppervlaktewater € 0,38 per m3

DOORSPOELTEKORT / VERZILTINGSRISICO

Het risico van verzilting voor beregening van de landbouw is conceptueel gekwantificeerd voor de regio's Noord, Zuidwestelijke Delta en West. In de overige regio's is geen verziltingsrisico. Hierdoor is het ingeschatte effect van maatregelen gericht op doorspoeltekortvermindering om verziltingsschade te voorkomen nihil.

Er is verondersteld dat een m^3 doorspoeltekort gelijk is aan de waarde van een m^3 beregeningstekort in de gebieden waar doorspoeltekort en beregeningstekort samenvallen.[145]

De gebruikte formule is:

Waarde vermindering m^3 doorspoeltekort = Fractie doorgespoeld beregend areaal x (beregeningsvraag / doorspoelvraag) x kental beregening.[146]

[145] Op basis van persoonlijke communicatie met J. Delsman (Deltares).

[146] Vermindering van een m^3 doorspoeltekort is gecorrigeerd voor de fractie doorgespoeld beregend areaal. Niet elke m3 komt terecht in een gebied waar beregend wordt (bijv. 30%) en voor de verhouding van beregeningsvraag en

Tabel 98: kengetallen beregening en doorspoeling (afgeleid van Deltares 2025, BP2018 en persoonlijke communicatie)*

		Kengetal beregening uit oppervlaktewater (€/m3)	Fractie doorgespoeld beregend areaal - Referentie	Fractie doorgespoeld beregend areaal – Stoom '50	Beregeningsvraag/doorspoelvraag – Referentie	Beregeningsvraag/doorspoelvraag – Stoom '50
1	Hoge Zandgronden Midden	0,67				
2	Hoge Zandgronden Noord	0,52				
3	Hoge Zandgronden Oost met aanvoer	0,68				
4	Hoge Zandgronden Oost zonder aanvoer	0,36				
5	Hoge Zandgronden Zuid met aanvoer	0,81				
6	Hoge Zandgronden Zuid zonder aanvoer	0,96				
7	Aanvoergebied na Gaarkeuken	0,31	0,35	0,33	4,7%	9,1%
8	Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken	0,6	0,2	0,23	12,0%	24,0%
9	Drenths plateau	0,87				
10	Noord Holland	0,52	0,51	0,53	14,4%	12,5%
11	IJsselmeerpolders	0,27				
12	Veenkoloniën	0,38	0,03	0,05	13,7%	24,2%
13	Waddeneilanden					
14	Rivierengebied Noord	0,87				
15	Rivierengebied Zuid	0,76				
16	Maasdelta	0,43	0,29	0,3	36,9%	29,2%
17	West met bovenregionale aanvoer	0,43	0,26	0,3	12,6%	7,5%
18	West zonder bovenregionale aanvoer	0,74				
19	Zuid Limburg	0,27				
20	Zuidwestelijke Delta met aanvoer	0,23	0,67	0,69	19,1%	19,2%
21	Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer	0,44		0,01		4967,7%**

* kengetallen beregening afgeleid door Deltares (Deltares 2025), kentallen fractie op basis van persoonlijke communicatie met J. Delsman (Deltares), verhouding beregeningsvraag en doorspoelvraag o.b.v. BP2018.
** Niet gebruikt,

doorspoelvraag voor de fractie doorgespoeld beregend areaal. Niet elke m^3 komt immers terecht in een gebied waar beregend wordt (bijv. 30%) en voor de verhouding van beregeningsvraag en doorspoelvraag

BIJLAGE LIKERTSCHAAL

Voor de Multicriteria-analyse worden verschillende kwalitatieve criteria[147] afgebeeld op een 5-punts Likertschaal[148] voordat ze worden gecombineerd tot een eindscore. Het gaat om:

1) effecten op zoetwatergebruiksfuncties en keteneffecten,
2) effecten en kansen andere opgaven, andere functies en waarden,
3) flexibiliteit (3 subcriteria) en
4) uitvoerbaarheid (2 subcriteria).

Tabel 99: Onderdelen kwalitatieve criteria

Hoofdcriteria	Toelichting
C. Effecten op zoetwatergebruiksfuncties en keteneffecten	1. Stabiliteit droogtegevoelige waterkeringen 2. Klink, zetting en veenoxidatie (incl. broeikasgasuitstoot) 3. Hydrologische randvoorwaarden (beschermde) natuur - Bodem - Waterkwaliteit - Flora en fauna 4. Drinkwatervoorziening 5. Energievoorziening 6. Bebouwd gebied (funderingsschade, schade aan infrastructuur, vergroening) 7. Industrie (o.a. proceswater) 8. Scheepvaart 9. Landbouw 10. Visserij 11. Recreatie
D. Effecten en kansen andere opgaven, andere functies en waarden	• Waterveiligheid (anders dan droogtegevoelige waterkeringen) • Ruimtelijke adaptatie (anders dan droogte w.o. wateroverlast) • Natuur (anders dan voldoen aan hydrologische randvoorwaarden) - Bodem - Waterkwaliteit - Flora en fauna • Fysieke leefomgeving - Leefbaarheid en milieu (o.a. energieverbruik en verbruik primaire grondstoffen door zoetwaterstrategie/maatregel - Wonen - Landschap, cultuurhistorie en archeologie • Overig
E. Flexibiliteit	Aanpassingsvermogen van een strategie/maatregel in termen van: • Mogelijkheid tot fasering; • Mogelijkheid tot eerder of later implementeren; • Mogelijkheid tot overstappen op andere maatregel/strategie.

[147] Voor criteria 1 en 2 worden subcriteria niet onderling gewogen, maar een gelijk gewicht verondersteld.
[148] Een Likertschaal is een geordende schaal, meestal met 5 of 7 antwoordcategorieën (zoals "helemaal oneens" tot "helemaal eens"). Deze schaal wordt veel gebruikt in enquêtes en onderzoek om kwalitatieve oordelen kwantitatief te meten.

Hoofdcriteria	Toelichting
F. Uitvoerbaarheid	• Risico's ten aanzien van technische, procedurele en maatschappelijke uitvoerbaarheid[149] • Kansen voor meekoppeling met ontwikkelingen op andere beleidsterreinen

BIJDRAGE AAN ZOETWATERGEBRUIKSFUNCTIES EN KETENEFFECTEN

Dit hoofdcriterium C gaat over de mate waarin een zoetwaterstrategie/maatregel de schade t.g.v. zoetwatertekort aan zoetwatergebruiksfuncties en keteneffecten vermindert/vermeerdert.

In de Factsheets 2c zullen de regio's/RWS en het programmateam voor de uitvoeringsmaatregelen een kwalitatieve beoordeling geven van de effecten van de maatregelen op de verschillende zoetwatergebruiksfuncties. Er wordt geen onderscheid gemaakt per Deltascenario.

De schaal die hiervoor wordt gebruikt is: negatief (-), positief (+), neutraal/nihil (0), onbekend(?), niet van toepassing ( ). Deze scores zullen we gebruiken voor de MCA-beoordeling en vertalen naar een Likertschaal.

De indeling voor de score op de Likertschaal die is gebruikt, is hieronder weergegeven. Om de punten per maatregel te bepalen tellen we alle plussen en minnen bij elkaar op. Dit impliceert dat alle gebruiksfuncties even zwaar wegen.

Tabel 100: schaal beoordeling mogelijkheid tot overstappen en combineren

Score - 1	Score - 2	Score - 3	Score - 4	Score - 5
Saldo van kwalitatieve scores is kleiner dan -1	Saldo is ongeveer 0; aantal punten ligt tussen de -1 en +1	Saldo is groter dan 1 en maximaal 3	Saldo is groter dan 3 en maximaal 5	Saldo is groter dan 5

Alle criteria onder het beoordelingscriterium C zijn onderdeel van deze kwalitatieve beoordeling.

BIJDRAGE AAN OVERIGE OPGAVEN, FUNCTIES EN WAARDEN

Een zoetwaterstrategie/maatregel scoort hoog op dit criterium D als het niet alleen bijdraagt aan de zoetwateropgave, maar ook aan bijv. de opgave omtrent natuur door functiecombinatie. Een strategie/maatregel scoort laag op dit criterium als het afwentelt op een andere opgave (bijv. op de wateroverlast opgave door een verkleining van de bergingscapaciteit van de bodem) of een negatief effect heeft op bijvoorbeeld de fysieke leefomgeving. De basis hiervoor zijn de Factsheets 2c. In Tabel 99staan de verschillende beschouwde overige opgaven bij hoofdcriterium D.

In de Factsheets 2c zullen de regio's/RWS en het programmateam voor de uitvoeringsmaatregelen een kwalitatieve beoordeling geven van de effecten van de maatregelen op de overige opgaven, functies en waarden. Er wordt geen onderscheid gemaakt per Deltascenario.

De schaal die hiervoor wordt gebruikt is: negatief (-), positief (+), neutraal/nihil (0), onbekend(?), niet van toepassing ( ). Deze scores zullen we gebruiken voor de MCA-beoordeling en voor de MKBA als er geen gekwantificeerde of gemonetariseerde effecten beschikbaar zijn.

[149] (Onvoldoende) beschikbaarheid van benodigde materialen valt in SEA onder uitvoeringsrisico's.

De indeling voor de score op de Likertschaal die we voorstellen voor de MCA, is hieronder weergegeven. Om de punten per maatregel te bepalen tellen we alle plussen en minnen bij elkaar op. Dit impliceert dat alle overige opgaven even zwaar wegen. De schaalverdeling verschilt van de schaalverdeling gebruikt voor hoofdcriterium C, omdat de maximale score qua plusjes en minnetjes lager ligt voor criterium D dan bij criterium C en ook de bandbreedte bij D kleiner is dan bij hoofdcriterium C.

Tabel 101: schaal beoordeling mogelijkheid tot overstappen en combineren

Score - 1	Score - 2	Score - 3	Score - 4	Score - 5
Saldo is kleiner dan -1	Saldo is -1	Saldo is 0	Saldo is groter dan 0 en maximaal 2 (dus 1 of 2)	Saldo is groter dan 2

FLEXIBILITEIT

Flexibiliteit is hoofdcriterium E die wordt gebruikt in de multicriteria-analyse. Flexibiliteit bestaat uit drie deelcriteria:

1. De mogelijkheid tot overstappen (*lock-in* of *lock-out*) of combinatie met andere maatregelen;
2. De mogelijkheid de maatregel te faseren;
3. De mogelijkheid de maatregel aan te passen (qua schaal) nadat deze is uitgevoerd.

De totaalscore voor flexibiliteit in de multicriteria-analyse zal worden bepaald met weegfactoren (zie Delphi-analyse en weegfactoren. Informatie over de deelscores zal worden aangeleverd via Factsheet 1 door de regio's, RWS en het programmateam.

Deelcriterium: Mogelijkheid tot overstappen en combineren

Bij dit aspect zijn we geïnteresseerd of er kans is dat een maatregel een *lock-in* of *lock-out* van andere maatregelen oplevert of dat combinatie van maatregelen het doelbereik juist versterkt. In geval van *lock-in* of *lock-out* is het lastig of onmogelijk deze maatregel met bepaalde andere typen maatregel te combineren.

Lock-in	Lock-in maatregelen kunnen het huidige systeem meer weerbaar maken (robuust of adaptief), maar beperken de alternatieven op termijn (overstapmogelijkheden/transformatief vermogen). Keuze voor een dergelijke maatregel maakt het steeds moeilijker en duurder om van strategie te veranderen. Een veelgebruikt voorbeeld is het peilbeheer in de veenweidegebieden. Door de bemaling, klinkt de bodem steeds verder in en moet het peil nog verder verlaagd worden om eenzelfde drooglegging te behouden.
Lock-out	Een bouwsteen of oplossingsrichting waarvoor je niet meer kunt kiezen doordat een andere keuze eerder gemaakt is. Die andere keuze sluit het lock out-alternatief uit. Een voorbeeld: De keuze voor bebouwing in een gebied, maakt gebruik voor waterberging later zo goed als onmogelijk.

De indeling voor de score op de Likertschaal die we hebben gebruikt, is hieronder weergegeven.

Tabel 102: schaal beoordeling mogelijkheid tot overstappen en combineren

Score - 1	Score - 2	Score - 3	Score - 4	Score - 5
Geen mogelijkheid tot overstappen (Lock-in/lock-out) of combineren met andere maatregelen op zelfde locatie zonder de eerste maatregel te verwijderen/terug te draaien	Beperking van mogelijkheid tot overstappen/ combineren met andere maatregelen, mogelijkheid voor transformatie lastig.	Mogelijkheid tot overstappen/ combineren met andere maatregelen, maar met afnemende doelmatigheid.	Mogelijkheid tot combineren met andere maatregelen zonder dat doelmatigheid maatregelen beperkt wordt.	Combinatie met andere maatregelen versterkt doelmatigheid (synergie)

Deelcriterium Mogelijkheid tot fasering

Bij de mogelijkheid tot fasering wordt bedoeld of een maatregel indien nuttig in delen of stappen kan worden uitgevoerd. Te denken valt aan het geleidelijk uitrollen van een maatregel over steeds een ander deelgebied (aantal stappen is aantal deelgebieden), het modulair uitbreiden van de capaciteit van één gemaal of het faseren van de aanleg van verschillende gemalen zodat kan worden meegegroeid met de daadwerkelijke zoetwaterbehoefte. Het aantal stappen is bijvoorbeeld het aantal deelgebieden waarover de maatregelen los van elkaar kunnen worden uitgerold of het aantal onderdelen waarin de maatregel kan worden opgeknipt. De maatregel anti-verzilting Afsluitdijk kon in fase 2 in vier stappen worden opgedeeld: aanpassing van de schutsluizen bij Den Oever en bij Kornwerderzand, en aanpassing van de spuisluizen bij Den Oever en bij Kornwerderzand.

De indeling voor de score op de Likertschaal die we hebben gebruikt, is hieronder weergegeven.

Tabel 103: schaal beoordeling mogelijkheid tot fasering

Score - 1	Score - 2	Score - 3	Score - 4	Score - 5
Uitrol in een keer, geen uitstel mogelijk	Uitrol in een keer, timing is flexibel	Fasering mogelijk in beperkt aantal stappen (2-4) qua locatie of capaciteit	Fasering mogelijk qua capaciteit of locatie	Fasering mogelijk qua capaciteit én locatie

Deelcriterium Mogelijkheid tot aanpassing

Het derde deelaspect betreft de mogelijkheid om de maatregel uit te breiden of af te schalen nadat deze is aangelegd. Watervraagreductie of het verminderen van de ontwatering kan relatief eenvoudig worden uitgebreid over een groter areaal en de watervraag of de mate van ontwatering kan ook verder worden ingeperkt.

De indeling voor de score op de Likertschaal die we hebben gebruikt, is hieronder weergegeven.

Tabel 104: schaal beoordeling mogelijkheid tot aanpassing

Score - 1	Score - 2	Score - 3	Score - 4	Score - 5
Capaciteit/omvang maatregel kan niet worden aangepast	Capaciteit/omvang maatregel kan alleen worden aangepast door maatregel te stoppen of uit te zetten (aan/uit)	Capaciteit/omvang maatregel kan in enkele stappen worden beperkt of worden uitgebreid (aanpassing mogelijk in 1 richting eventueel na beperkte investering).	Capaciteit/omvang maatregel kan in enkele stappen worden beperkt en worden uitgebreid (aanpassing mogelijk in beide richtingen eventueel na beperkte investering).	Capaciteit/omvang maatregel is variabel gedurende seizoen (naar boven en naar beneden)

UITVOERBAARHEID

Uitvoerbaarheid is hoofdcriterium F die wordt gebruikt in de multicriteria-analyse. Uitvoerbaarheid bestaat uit twee deelcriteria:

1. Uitvoeringsrisico's (incl. beschikbaarheid materialen);
2. Meekoppelkansen.

De totaalscore voor uitvoerbaarheid in de multicriteria-analyse zal bepaald worden via weegfactoren, zie *Bijlage Delphi-analyse en weegfactoren*. Informatie over de deelscores en een toelichting hierop is aangeleverd via Factsheet 2c door de regio's, RWS en het programmateam.

In de vergelijkingssystematiek voor het Deltaprogramma is de beschikbaarheid van benodigde materialen een apart deelaspect. Dit brengen we hier onder bij de uitvoeringsrisico's, omdat dit aspect voor de zoetwatermaatregelen minder relevant lijkt.

Deelcriterium Meekoppelkansen

Meekoppelkansen kunnen de uitvoerbaarheid positief beïnvloeden door kosten te besparen, overlast te beperken of meer functionaliteit te realiseren. Het realiseren van een waterdoorlatende verharding in steden of het aanleggen van een drainage, infiltratie- en transportriool (DIT-riool), kan vanwege de kosten bijna alleen worden uitgevoerd als de verharding of het riool toch al vervangen moet worden. Hierdoor kan het meekoppelen ervoor zorgen dat een maatregel ook eerder gerealiseerd kan worden.

De indeling voor de score op de Likertschaal die we voorstellen, is hieronder weergegeven.

Tabel 105: schaal beoordeling mogelijkheid tot aanpassing

Score - 1	Score - 2	Score - 3	Score - 4	Score - 5
Geen kansen voor meekoppelen	Geen/nauwelijks kansen voor meekoppelen; het effect qua kosten, overlast etc. is verwaarloosbaar	Enige kansen voor meekoppelen (meeliften); door timing af te stemmen kan maatregel meeliften zodat procesvoordelen ontstaan.	Kansen voor meekoppelen met ontwikkelingen op andere beleidsterreinen; hierdoor zijn voordelen op gebied van maatschappelijk rendement te verwachten (kortere doorlooptijd, minder proceskosten, hogere baten-kosten ratio.)	Eenvoudig meeliften met ontwikkelingen op andere beleidsterreinen; hierdoor wordt slaagkans en maatschappelijk rendement sterk verbeterd

Deelcriterium Risico's

Bij uitvoeringsrisico's gaat het om verschillende typen risico's. Denk bijvoorbeeld aan:

- technische risico's; de gekozen oplossing heeft onvoldoende effect, of veroorzaakt juist extra veiligheidsrisico's (bijvoorbeeld als gevolg van hoger peil);
- (externe) omgevingsrisico's (maatschappelijke en marktrisico's); nieuwe regelgeving, bezwaren uit omgeving, ruimtelijke ontwikkelingen of benodigde scopewijzigingen vertragen uitvoering of maken deze onmogelijk; onvoldoende beschikbaarheid van materialen nodig voor uitvoering;
- (interne) organisatorische risico's; personeelstekort en lange besluitvorming vertragen uitvoering.

Financiële risico's (bijv. door onjuiste raming) worden niet beschouwd als uitvoeringsrisico. Deze zijn onderdeel van het hoofdcriterium B. kosten.

Tabel 106: schaal beoordeling risico's

Score - 1	Score - 2	Score - 3	Score - 4	Score - 5
Zeer grote risico's t.a.v. uitvoerbaarheid (minimaal 2 grote risico's van categorie 4 of hoger)[150]	Grote risico t.a.v. uitvoerbaarheid (minimaal 1 groot risico van categorie 4 of hoger)	Enige risico's t.a.v. uitvoerbaarheid (een of meer kleinere risico's, tot max categorie 3 risicomap RWS)	Beperkte risico's uitvoerbaarheid (categorie 1-2 risicomap RWS)	Geen voorziene risico's t.a.v. uitvoerbaarheid (categorie 0 risicomap RWS)

[150] RWS hanteert een risicocategorisering van 0-5. Gevraagd wordt een vergelijkbare indeling te gebruiken, zie bijlage voor voorbeeld.

BIJLAGE DELPHI-ANALYSE EN WEEGFACTOREN

De multicriteria-analyse is een van de analyses die uitgevoerd is in de sociaaleconomische analyse zoetwater. Hiermee is het maatschappelijke beleidspakket samengesteld. Om de scores per criterium (zie Likertschaal vorige bijlage) op te kunnen tellen, is een set weegfactoren nodig. Een maatregel die het beste scoort op het criterium uitvoerbaarheid heeft immers niet vanzelfsprekend dezelfde maatschappelijke waarde als de maatregel die de hoogste score heeft op het criterium flexibiliteit.

Een dergelijke weging is niet eenvoudig objectief vast te stellen of wetenschappelijk te onderbouwen, maar via de gevolgde aanpak met een enquête en bijeenkomst komen we zo dicht mogelijk bij een objectieve weging.

De aanpak om weegfactoren te bepalen

De aanpak om de weegfactoren te bepalen bestond uit een enquête en een bijeenkomst. Het doel van deze enquête en de bijeenkomst is een breed gedragen beeld te vormen over het relatieve belang van de verschillende criteria en subcriteria[151]. De 10 deelnemers bestonden uit: DGWB, RWS-DPZW, HWS, HZO, HZZ, Noord, Rivieren, West met bovenregionale aanvoer en zonder, ZWD.

In de enquête hebben we de respondenten gevraagd 10x twee fictieve maatregelen te vergelijken die verschillend scoren op twee (sub)criteria. Voor elk van de 10 vergelijkingen is gevraagd aan te geven welke van beide maatregelen een grotere maatschappelijke voorkeur heeft/zou moeten hebben op basis van een 9-puntsschaal (zie kader). De gegeven score moest worden onderbouwd.

Kader 2: Schaal

Voor de vergelijking gebruiken we een schaal van 1 tot 9. De maatregel die op grond van de vergeleken eigenschappen niet de voorkeur heeft, krijgt een score van 1. De andere maatregel krijgt een score tussen 1 en 9: hoe hoger de score, hoe maatschappelijk aantrekkelijker de maatregel wordt beoordeeld ten opzichte van de andere maatregel (zie tabel). Als er geen voorkeur is, krijgen ze beide een score van 1.

9-puntschaal (Saaty's 9-puntsschaal)	Numerieke score
Absoluut aantrekkelijker dan	9
(tussen zeer veel en absoluut aantrekkelijker dan)	8
Zeer veel aantrekkelijker dan	7
tussen aantrekkelijker en zeer veel aantrekkelijker dan)	6
Aantrekkelijker dan	5
(tussen enigszins aantrekkelijker en aantrekkelijker dan)	4
Enigszins aantrekkelijker dan	3
(tussen even en enigszins aantrekkelijker dan)	2
Gelijke aantrekkelijkheid	1

[151] Voor criteria C en D worden subcriteria niet onderling gewogen, maar een gelijk gewicht verondersteld.

De resultaten zijn vervolgens besproken in een plenaire bijeenkomst. Het doel van deze sessie was meerledig:

1. Onbegrip oplossen: de aanpak en vraagstelling was van tevoren getoetst maar kan onduidelijk zijn geweest;
2. Argumentatie verrijken: in onderlinge discussie worden argumenten aangedragen of genuanceerd die kunnen leiden tot herziening van scores;
3. Gelegenheid tot correctie van foutieve scores (afwijkingen van gevraagde scoringswijze).

Voorbeeld ter illustratie

Bij elke paarsgewijze vergelijking wordt gevraagd om een oordeel te geven over twee maatregelen.

Er wordt context gegeven om karakteriseringen als "laag" en "hoog" te kunnen plaatsen. Bijvoorbeeld:

Zoetwatermaatregel A:

- vergroot het aanbod van kwalitatief goed zoetwater en vermindert zo het tekort voor landbouw, drinkwater, (beschermde) natuur, en voorkomt klink en verlies van stabiliteit van droogtegevoelige keringen (bijv. vergroten buffer). De maatregel heeft een ***hoge score*** op MCA-criterium ***zoetwatergebruiksfuncties***.
- vergroot het risico op wateroverlast en waterveiligheid (bijv. vergroten buffer). De maatregel heeft een ***lage score*** op MCA-criterium ***andere opgaven***.

Zoetwatermaatregel B:

- brengt het cultuurhistorisch landschap terug, is goed voor (niet-beschermende) natuur, en vermindert de wateroverlast doordat water langer wordt vastgehouden (bijv. beekherstel op zandgronden). De maatregel heeft een ***hoge score*** op MCA-criterium ***andere opgaven***.
- verbetert het wateraanbod voor natuur enigszins, maar vermindert tegelijkertijd het aanbod voor industrie, landbouw, en drinkwatervoorziening sterk (bijvoorbeeld het verbieden van onttrekkingen door drinkwaterindustrie, procesindustrie en landbouw in de buurt van natuurgebieden). De maatregel heeft een ***lage score*** op MCA-criterium ***zoetwatergebruiksfuncties***.

Welke van beide maatregelen heeft volgens u een grotere maatschappelijke voorkeur?

- Als maatregel A aantrekkelijker of wenselijker is dan maatregel B, geeft u A een hoger cijfer dan B. Bijvoorbeeld: A krijgt een 3 en B een 1. Hoe hoger het cijfer, hoe sterker uw voorkeur.
- Vindt u beide maatregelen even belangrijk, dan geeft u ze allebei een 1.

	Effect zoetwatergebruiksfuncties	**Effecten en kansen andere opgaven**	Score
Maatregel A	Hoge score; positief effect voor veel zoetwatergebruiksfuncties	Lage score; negatieve impact andere opgaven	*3*
Maatregel B	Lage score; negatief effect voor verschillende zoetwatergebruiksfuncties	Hoge score; zeer positieve impact andere opgaven	*1*

Toelichting:

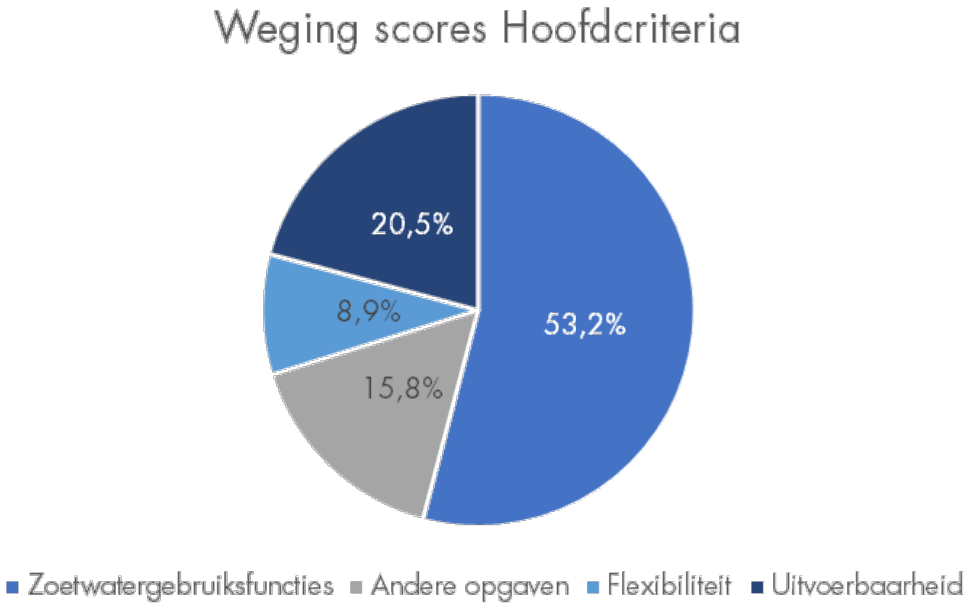
We vragen om bij elke vergelijking een toelichting te geven op uw scores (vormvrij). Deze argumenten gebruiken we bij de analyse van de ontvangen antwoorden van alle respondenten en de motivatie van de uiteindelijke weging.
Bijv.: Ik heb voor een 3 (enigszins aantrekkelijker) gekozen omdat ik een maatregel die primair beter scoort op de zoetwatergebruiksfuncties belangrijker vind dan een positieve bijdrage op andere opgaven. Deze andere opgaven worden immers ook in andere programma's opgepakt.

Het doel was niet het convergeren van scores, maar het vergroten van het onderling begrip en uitwisselen van de argumenten. Voor het opstellen van de beleidspakketten gebruiken we de resulterende gemiddelde waarde.

Alle resultaten zijn geanonimiseerd verwerkt in een presentatie die is besproken. Op basis van de gegeven scores is wiskundig de set weegfactoren bepaald die het best past bij de gegeven scores.

Resultaat

Ondanks het feit dat er verschillen waren in de individuele gegeven scores en de gebruikte argumenten, beschouwden de deelnemers het gemiddelden van de gegeven scores als representatief om de weging op te baseren. Het resultaat voor de vier hoofdcriteria is weergegeven in Figuur 109.



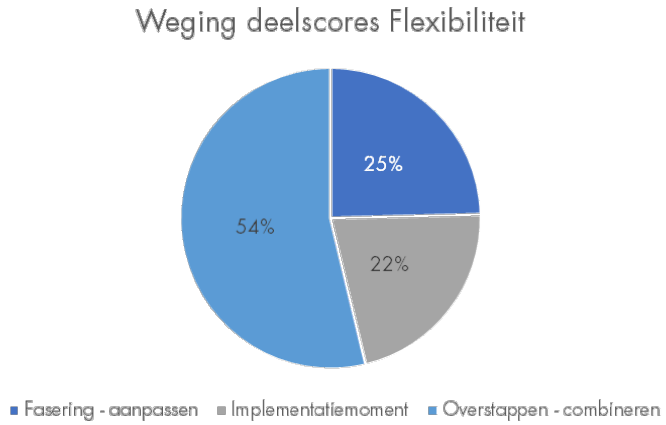
Figuur 109: resulterende weging hoofdcriteria C. zoetwatergebruiksfuncties, D. Andere opgaven, E, Flexibiliteit, F. Uitvoerbaarheid

De score op de zoetwatergebruiksfuncties wordt als meest belangrijk gezien, oftewel het zwaarst gewogen. De hoofdreden hiervoor is dat voldoende zoetwater met de juiste kwaliteit het hoofddoel van het DPZW is en de middelen zijn bedoeld voor het verbeteren hiervan. Om deze reden weegt men de scores voor de zoetwatergebruiksfuncties gemiddeld zwaarder. Een positief effect voor de zoetwatergebruiksfuncties is randvoorwaarde voor een maatregel en belangrijker dan een risico op extra kosten (uitvoerbaarheid), een hoge score voor andere opgaven of flexibiliteit. Als een maatregel niet of onvoldoende bijdraagt aan de zoetwatergebruiksfuncties dan kan de maatregel beter gefinancierd worden vanuit een ander programma.

Toch zijn ook de scores voor andere opgaven waardevol. Dat is omdat het zoeken naar win-win belangrijk en het vergroten van problemen voor andere sectoren of opgaven door de aanleg van zoetwatermaatregelen onwenselijk wordt gevonden.

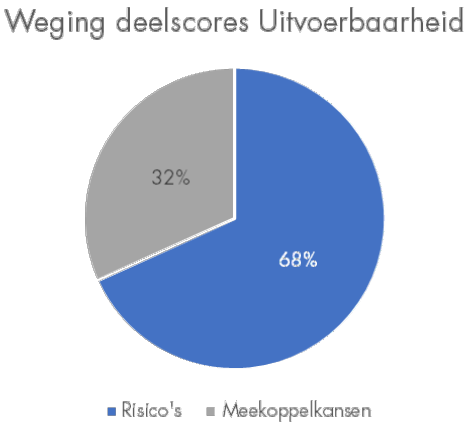
Omdat het om maatregelen voor fase 3 gaat wordt er veel gewicht gegeven aan een goede score op uitvoerbaarheid. Er is grootschalige uitvoering nodig en de uitvoering van maatregelen kan geen tijdverlies vanwege proces of uitvoeringsrisico's gebruiken. Koppelkansen (onderdeel uitvoerbaarheid) helpen om een maatregel snel te kunnen implementeren. Koppelkansen worden als waardevoller beschouwd dan flexibiliteit vanwege de wens integrale maatregelen in te zetten met win-win opportunity's.

Scores op andere opgaven worden iets zwaarder gewogen dan op flexibiliteit. Als er nu een positief effect optreedt, is flexibiliteit wellicht niet nodig, zo menen de meeste respondenten. Een maatregel die wel flexibel is maar nog laag scoort op de andere opgaven kan mogelijk beter later worden uitgevoerd.



Figuur 110: resulterende weging deelcriteria Flexibiliteit

Flexibiliteit is opgebouwd uit drie deelcriteria. Het deelcriterium overstappen-combineren wordt gemiddeld genomen belangrijker gevonden dan de overige twee criteria: aanpassen van de maatregel en het implementatiemoment variëren. Die twee zijn ongeveer even belangrijk volgens de respondenten. Flexibiliteit van overstappen en combineren maakt de toekomstige ontwikkeling flexibeler en daarmee doelmatiger. Daarom weegt dit gemiddeld zwaarder, alhoewel sommige respondenten alle vormen van flexibiliteit even belangrijk vinden.



Figuur 111: resulterende weging deelcriteria Uitvoerbaarheid

Het deelcriterium risico's binnen het criterium uitvoeringsrisico's wordt tweemaal zo belangrijk gevonden als het deelcriterium meekoppelkansen. Bij teveel risico's staat de uitvoering onder druk ook als er een koppelkans is. Voor fase 3 is zekerheid van uitvoering erg belangrijk volgens de groep deelnemers.

Het enige echte punt waarover verschil van inzicht bestond was flexibiliteit. Voor regio's die werken met een programma in plaats met van individuele maatregelen is flexibiliteit en met name ook – het deelcriterium implementatie flexibiliteit waardevol. Afhankelijk van de mogelijkheden

in een gebiedsproces wil je snel een andere maatregel kunnen inzetten (dit betreft vooral landbouwmaatregelen). Daarom is afgesproken is dat in de MCA het effect van een hogere weging van flexibiliteit als gevoeligheidsanalyse zal worden getoond op de samenstelling van het pakket.

Een hogere weging van flexibiliteit is ook belangrijk voor de maatregelen die in ontwikkelpaden langere termijn passen of voor strategie in plaats van in fase 3. Een lage score voor flexibiliteit kan ertoe leiden dat maatregelen gericht op transitie en de lange termijn er minder goed uitkomen. Hieraan komt de gevoeligheidsanalyse dan ook tegemoet.

BIJLAGE: OVERZICHT MAATREGELEN

Voordat er een voorkeurspakket wordt bepaald in 2026, zijn in 2025 Factsheets ingediend met een groot aantal maatregelen voor de sociaaleconomische analyse zoetwater (SEA). Deze maatregelen zullen waar mogelijk worden beoordeeld. Op basis van de tussenresultaten zullen de regio's het definitieve voorkeurspakket samenstellen, dat ook in de SEA zal worden beoordeeld.

Van de in de zomer van 2025 ingediende maatregelen, kunnen niet alle maatregelen economisch beoordeeld worden, bijvoorbeeld als het gaat om onderzoek/pilot of als er te weinig informatie over beschikbaar komt.

Van alle ingediende maatregelen is in deze bijlage aangegeven of ze wel of niet beoordeeld zijn en zo nee waarom niet. De maatregelen die beoordeeld kunnen worden, zijn terug te vinden in het hoofdrapport.

Van de 283 ingediende maatregelen zijn er uiteindelijk 125 beoordeeld, zie Tabel 108.

Tabel 107: Samenvatting ingediende maatregelen d.d. zomer 2025

Regio	Aantal ingediende maatregelen 1 augustus	Pilots, onderzoeken, LT, of geen info	Beoordeeld	Toelichting
HWS	62	51	11	KZH-maatregelen niet beoordeeld, en 1 maatregel is teruggetrokken
Hoge Zandgronden Oost	32	5	27	-
Hoge Zandgronden Zuid	29	2	27	-
Noord	34	8	26	-
Rivierengebied	44	30	14	2 maatregelen fase 4
West	59	45	14	W51 uiteindelijk niet beoordeeld
Zuidwestelijke Delta	23	17	4-6	2 maatregelen incompleet
Totaal	283	158	125	

HOOFDWATERSYSTEEM

Voor het Hoofdwatersysteem zijn in totaal (augustus 2025) 62 maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er 11 beoordeeld.

Tabel 108: ingediende maatregelen HWS in Factsheet die niet zijn beoordeeld omdat het pilots, onderzoek, proces en modelaanpassingen of langetermijnmaatregelen zijn

nr.	ID	Naam	reden
1	HWS_ZN 5	Internationale samenwerking binnen het Maasstroomgebied	overig
2	HWS_ZN 6	Aanleg waterbuffers op overgang HWS/Regionale systemen/Internationaal en/of afdichten / minder waterdoorlatend maken van bestaande grindplassen langs de Maas	pilot
3	HWS_ZN 7	Onderzoek Waalwater inlaten in de Maas (bij Sint Andries)	onderzoek
4	HWS_ZD_3	Opstellen BOS VZM & Brabant	overig
5	HWS_ZD_4	Blauwalgenvoorspellingstool	overig
6	HWS_ZD_5	Faalkans onderzoek zoutscheidende kunstwerken	onderzoek
7	HWS_NN_2	Studie zoetwaterbehoefte ecologie Waddenzee	onderzoek
8	HWS_WNN_2	Zoutinstroom schutkolken IJmuiden beperken	onderzoek
9	HWS_WNN_4	Zoutvoorspelmodel en herevalueren zoutgrenzen Noordzeekanaal (Z5).	overig
10	HWS_WNN_5	Nieuwe meetpunten Noordzeekanaal	overig
11	HWS_MN-ARK_1	Zoutvoorspelmodel	overig
12	HWS_MN-ARK_4	Robuuste verziltingsbeheersing en wateraanvoer ARK en MM (en ARK-gemaal)	onderzoek
13	HWS_MN-IJM_1	Onderzoek verzilting/waterkwaliteit IJsselmeergebied	onderzoek
14	HWS_MN-IJM_2	Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer/Markermeer en verkennen nut en noodzaak nieuw peilbesluit IJsselmeergebied.	onderzoek
15	HWS_MN-IJM_4	Ontwikkelen van een inhoudelijk voorstel voor een goed gedeelde indicator bij Andijk	onderzoek
16	HWS_MN-IJM_6	Peilhandhaving Veluwerandmeer alternatieve aanvoerroutes	onderzoek
17	HWS_MN-IJM_2	Vergroten zoetwatervoorraad IJsselmeer/Markermeer en verkennen nut en noodzaak nieuw peilbesluit IJsselmeergebied.	onderzoek
18	HWS_KZH_1	ARK-route	onderzoek
19	HWS_KZH_3	Doorspoelen Haringvliet	onderzoek
20	HWS_VWM_1	Verbetering laagwaterafvoerverwachtingen Rijn en Maas	overig
21	HWS_algemeen_1	Wabes 2.0	overig

nr.	ID	Naam	reden
22	HWS_algemeen_2	Meetpunten	overig
23	HWS_WNZ_1	Modelontwikkeling verzilting RMM	overig
24	HWS_WNZ_2	Onderzoek t.b.v. bepaling en advies m.b.t. ondergrensdebiet Nieuwe waterweg en Hollandse IJssel/Lek	overig
25	HWS_WNZ_3	Verdiepend onderzoek verzilting-beperkende maatregelen Rijn-Maasmonding	overig
26	HWS_WNZ_4	Pilot met daadwerkelijke drempel.	overig
27	HWS_WNZ_5	Uitbreiding meetnetten en ontsluiting meetgegevens van kunstwerken	onderzoek
28	HWS_WNZ_6	Beslissingsondersteunende informatie en uitbreiding sturingsparameters (bijv. waterbalans RMM naast Lobith afvoer) in IWP en SWM informatiescherm	onderzoek
29	HWS_WNZ_9	Inzet bestaande keringen om verzilting tegen te gaan	Onderzoek (gewijzigd)
30	HWS_WNZ_10	Openingen in splitsingsdam	Onderzoek (gewijzigd)
31	HWS_WNZ_11	Aanpassing geometrie (vernauwing, verbreding, bijv. d.m.v. langsdammen, kribben, e.d.)	Onderzoek (gewijzigd)
32	HWS_WNZ_13	Tijdelijke voorzieningen voor creëren van menging (bijv. Bellenschermen, Pompschepen, bellenboten)	Onderzoek (gewijzigd)
33	HWS_WNZ_15	Verondiepen/bodemaanpassingen (delen van) RMM gebied (trapjeslijn, ribbels, drempels, verondiepen delen van NWW, NM of OM, etc.). Evt. Ook tijdelijke bodemaanpassingen (bijv. tijdelijke drempel/gelbarrier)	Onderzoek (gewijzigd)
34	HWS_WNZ_16	Tijdelijke of permanente afsluitingen riviertakken	Onderzoek (gewijzigd)
35	HWS_ZN 4	Meekoppelkansen VenR stuwen Maas	Langere termijn uitvoeringsmaatregel
36	HWS_ZD_2	Vergroten zoetwateraanvoer Volkeraksluizen	Langere termijn uitvoeringsmaatregel
37	HWS_ZD_6	Maatregelen om faalkans zoutscheidende kunstwerken te verkleinen	Langere termijn regionale maatregel
38	HWS_WNN_1	Verdiepen zoutdam IJmuiden	Langere termijn uitvoeringsmaatregel
39	HWS_WNN_3	Trapjeslijn met ondieper IJ	Langere termijn uitvoeringsmaatregel
40	HWS_WNZ_7	Vergroten toevoer via Stuw Hagestein (groter dan nu in KZH onderzocht)	Langere termijn uitvoeringsmaatregel
41	HWS_WNZ_8	Eerder sluiten Haringvlietsluizen (bij hogere rivierafvoeren)	Langere termijn uitvoeringsmaatregel

nr.	ID	Naam	reden
42	HWS_WNN_10	KZH inlaat/gemaal tussen MM en ARK	Langere termijn uitvoeringsmaatregel
43	HWS_WNZ_12	Afsluiting Sliksloot	Fase 4 uitvoering, langere termijn
44	HWS_MN-ARK_5	Robuuste verziltingsbeheersing ARK en MM	Langere termijn uitvoeringsmaatregel
45	HWS_DPIJ_2	Vergroten zoetwatervoorraad 2050	Langere termijn uitvoeringsmaatregel
46	HWS_DPIJ_3	Vergroten zoetwatervoorraad richting 2100	Langere termijn uitvoeringsmaatregel
47	HWS_RvR_2	RVR 2.0	Langere termijn uitvoeringsmaatregel
48	HWS_KZH_2	ARK-route	Langere termijn uitvoeringsmaatregel
49	HWS_ON_2	Stabiliseren afvoerverdeling splitsingspunt Pannerden: uitvoering	Grote uitvoeringsmaatregel, teruggetrokken
50	HWS_RvR_1	RVR 2.0	Wordt door KZH beoordeeld
51	HWS_KZH_4	Doorspoelen Haringvliet	Wordt door KZH beoordeeld

Tabel 109: ingediende maatregelen HWS in Factsheet die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	reden
1	HWS_ZN 1	Lekverlies Linne beperken	Grote uitvoeringsmaatregel
2	HWS_ZN 2	Waterberging in ENCI-groeve	Grote uitvoeringsmaatregel
3	HWS_ZN 3	Waterberging in projectgebied Zuidelijk Maasdal / financiering zoetwateropgave.	Grote uitvoeringsmaatregel
4	HWS_ZD_1	Aanleg zoutriool Krammerput	Grote uitvoeringsmaatregel
5	HWS_ON_3	Aanpassing gemaal Eefde	Grote uitvoeringsmaatregel
6	HWS_NN_1	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Farmsum	Grote uitvoeringsmaatregel
7	HWS_WNN_6	Aanpassingen schuif Schellingwoude	Grote uitvoeringsmaatregel
8	HWS_MN-ARK_3	Robuuste wateraanvoer naar het Noordpand van het ARK	Grote uitvoeringsmaatregel
9	HWS_MN-IJM_5	Realisatie verminderen zoutindringing schutsluizen Kornwerderzand	Grote uitvoeringsmaatregel
10	HWS_MN-IJM_7	Peilhandhaving Veluwerandmeer alternatieve aanvoerroutes	Grote uitvoeringsmaatregel
11	HWS_DPIJ_1	Vergroten zoetwatervoorraad 2030/2040	Grote uitvoeringsmaatregel

HOGE ZANDGRONDEN OOST

Voor de Hoge Zandgronden Oost zijn in totaal (augustus 2025) 32 maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er 27 beoordeeld. De overige maatregelen betreffen drie onderzoeksmaatregelen, één randvoorwaardelijke maatregel en één lange termijn maatregel waarvoor geen informatie beschikbaar is.

Tabel 110: ingediende maatregelen Hoge Zandgronden Oost in Factsheet die niet zijn beoordeeld omdat het pilots, onderzoek, proces en modelaanpassingen of langetermijnmaatregelen zijn

nr.	ID	Naam	reden
1	HO_1_3d	transporteren oppervlaktewater uit regionaal watersysteem in winter voor infiltratie	onderzoek
2	HO_1_3e	transporteren oppervlaktewater uit Hoofdwatersysteem in winter voor infiltratie	onderzoek
3	HO_2_2b	subirrigatie	onderzoek
4	HO_2_4	bedrijfsgerichte stimuleringsplannen voor waterbeschikbaarheid	randvoorwaardelijk
5	HO_3_4	alternatieve bronnen voor drinkwater	Langere termijn maatregel niet uitgewerkt

Tabel 111: ingediende maatregelen Hoge Zandgronden Oost in Factsheet die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	reden
1	HO_1_1	flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid	KT regionale uitvoeringsmaatregel
2	HO_1_2	beekherstel en herprofilering	KT regionale uitvoeringsmaatregel
2	HO_1_3a	vervanging van conventionele drainage door regelbare drainage	KT regionale uitvoeringsmaatregel
4	HO_1_3b	verwijderen van conventionele drainage	KT regionale uitvoeringsmaatregel
5	HO_1_3c	onderwaterdrainage in veengebieden	Langere termijn regionale uitvoeringsmaatregel
6	HO_1_4a	sloten dempen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
7	HO_1_4b	sloten of greppels verondiepen of afdammen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
8	HO_1_4c	greppels afsluitbaar maken	KT regionale uitvoeringsmaatregel
9	HO_1_4d	duikers verhogen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
10	HO_1_4e	plaatsen van stuwen in detailwaterlopen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
11	HO_1_4f	aanleg infiltratiegreppels	KT regionale uitvoeringsmaatregel
12	HO_1_4g	beperken oppervlakkige afstroming	KT regionale uitvoeringsmaatregel
13	HO_1_5a	ondergronds infiltreren van afgekoppeld verhard oppervlak	KT regionale uitvoeringsmaatregel

nr.	ID	Naam	reden
14	HO_1_5b	klimaatrobuust inrichten openbare ruimte	KT regionale uitvoeringsmaatregel
15	HO_1_5c	waterpartijen omvormen tot wadi's	KT regionale uitvoeringsmaatregel
16	HO_1_5d	ontstenen van publiek verhard oppervlak	KT regionale uitvoeringsmaatregel
17	HO_2_1	verbeteren bodemstructuur	KT regionale uitvoeringsmaatregel
18	HO_2_2a	druppelirrigatie	KT regionale uitvoeringsmaatregel
19	HO_2_3	water lokaal opvangen en opslaan als voorraad voor droge perioden	KT regionale uitvoeringsmaatregel
20	HO_2_5	besparen drinkwater	KT regionale uitvoeringsmaatregel
21	HO_2_6a	hergebruik regenwater	KT regionale uitvoeringsmaatregel
22	HO_2_6b	hergebruik proceswater	KT regionale uitvoeringsmaatregel
23	HO_2_6c	hergebruik RWZI-effluent	KT regionale uitvoeringsmaatregel
24	HO_3_1	functie veranderen en ruimte voor water (randvoorwaardelijk)	KT regionale uitvoeringsmaatregel
25	HO_3_2	naaldbos omzetten naar minder verdampende vegetatie	KT regionale uitvoeringsmaatregel
26	HO_3_3	landbouw omzetten naar minder verdampende vegetatie	KT regionale uitvoeringsmaatregel
27	HO_4_1	wateraanvoercapaciteit uitbreiden met maximaal 10 procent	KT regionale uitvoeringsmaatregel

HOGE ZANDGRONDEN ZUID

Voor de Hoge Zandgronden Zuid zijn in totaal (augustus 2025) 29 maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er 27 beoordeeld. De overige maatregelen betreffen één onderzoeksmaatregel en één randvoorwaardelijke maatregel die geen eigen kosten of effecten heeft.

Tabel 112: ingediende maatregelen Hoge Zandgronden Zuid in Factsheet die niet zijn beoordeeld omdat het pilots, onderzoek, proces en modelaanpassingen of langetermijnmaatregelen zijn

nr.	ID	Naam	reden
1	2.2B	subirrigatie	onderzoek
2	2.4	bedrijfsgerichte stimuleringsplannen voor waterbeschikbaarheid	Randvoorwaardelijk

Tabel 113: ingediende maatregelen Hoge Zandgronden Zuid in Factsheet die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	reden
1	1.1	flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid	KT regionale uitvoeringsmaatregel
2	1.2	beekherstel en herprofilering	KT regionale uitvoeringsmaatregel

nr.	ID	Naam	reden
3	1.3A	vervanging van conventionele drainage door regelbare drainage	KT regionale uitvoeringsmaatregel
4	1.3B	verwijderen van conventionele drainage	KT regionale uitvoeringsmaatregel
5	1.3C	transporteren oppervlaktewater uit hoofd- of regionaal watersysteem in winter voor infiltratie	Langere termijn regionale uitvoeringsmaatregel
6	1.4A	sloten dempen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
7	1.4B	sloten of greppels verondiepen of afdammen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
8	1.4C	greppels afsluitbaar maken	KT regionale uitvoeringsmaatregel
9	1.4D	duikers verhogen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
10	1.4E	plaatsen van stuwen in detailwaterlopen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
11	1.4F	aanleg infiltratiegreppels	KT regionale uitvoeringsmaatregel
12	1.4G	beperken oppervlakkige afstroming	KT regionale uitvoeringsmaatregel
13	1.5A	ondergronds infiltreren van afgekoppeld verhard oppervlak	KT regionale uitvoeringsmaatregel
14	1.5B	klimaatrobuust inrichten openbare ruimte	KT regionale uitvoeringsmaatregel
15	1.5C	waterpartijen omvormen tot wadi's	KT regionale uitvoeringsmaatregel
16	1.5D	ontstenen van publiek verhard oppervlak	KT regionale uitvoeringsmaatregel
17	2.1	verbeteren bodemstructuur	KT regionale uitvoeringsmaatregel
18	2.2A	druppelirrigatie	KT regionale uitvoeringsmaatregel
19	2.3	water lokaal opvangen en opslaan als voorraad voor droge perioden	KT regionale uitvoeringsmaatregel
20	2.5	besparen drinkwater	KT regionale uitvoeringsmaatregel
21	2.6A	hergebruik regenwater	KT regionale uitvoeringsmaatregel
22	2.6B	hergebruik proceswater	KT regionale uitvoeringsmaatregel
23	2.6C	hergebruik RWZI-effluent	KT regionale uitvoeringsmaatregel
24	3.1	functie veranderen en ruimte voor water (randvoorwaardelijk)	KT regionale uitvoeringsmaatregel
25	3.2	naaldbos omzetten naar minder verdampende vegetatie	KT regionale uitvoeringsmaatregel
26	3.3	landbouw omzetten naar minder verdampende vegetatie	KT regionale uitvoeringsmaatregel
27	3.4	alternatieve bronnen voor drinkwater	KT regionale uitvoeringsmaatregel

NOORD

Voor de zoetwaterregio Noord zijn in totaal (augustus 2025) 34 maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er 26 beoordeeld. De overige maatregelen betreffen onderzoek of twee randvoorwaardelijke maatregelen die geen eigen kosten of effecten hebben.

Tabel 114: ingediende maatregelen Noord in Factsheet die niet zijn beoordeeld omdat het pilots, onderzoek, proces en modelaanpassingen of langetermijnmaatregelen zijn

nr.	ID	Naam	reden
1	N7.1	verbeteren aanvoer naar Groningen en Drenthe via gaarkeuken	onderzoek
2	N7.2	regionale KPA Noord/IJsselmeergebied	onderzoek
3	N7.3	grondwater ontzilten	onderzoek
4	N7.4	grondwatervoorraadbeheer	onderzoek
5	N7.5	grondwaterstromingen	onderzoek
6	N7.5	grondwaterstromingen	onderzoek
7	N2.6	inzet coaches voor stimuleren waterbesparende maatregelen landbouw	Randvoorwaardelijke maatregel verwerkt in andere effecten en kosten
8	N2.7	het opstellen van een bedrijfswaterplan	Randvoorwaardelijke maatregel verwerkt in andere effecten en kosten

Tabel 115: ingediende maatregelen Noord in Factsheet die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	reden
1	N1.1	klimaatbuffer IJsselmeer	KT regionale uitvoeringsmaatregel
2	N1.2	water vasthouden in en rond de duinen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
3	N1.3	Assen Oost	KT regionale uitvoeringsmaatregel
4	N1.4	Breevenen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
5	N2.1	druppelirrigatie	KT regionale uitvoeringsmaatregel
6	N2.2	het realiseren van een eigen watervoorziening door bovengrondse opslag regenwater en drainagewater	KT regionale uitvoeringsmaatregel
7	N2.3	het realiseren van een eigen watervoorziening door ondergrondse opslag regenwater	KT regionale uitvoeringsmaatregel
8	N2.4	verbeteren sponswerking bodem	KT regionale uitvoeringsmaatregel
9	N2.5	regelbare drainage	KT regionale uitvoeringsmaatregel
10	N3.1	flexibel peilbeheer i.c.m. automatiseren peilregulerende kunstwerken	KT regionale uitvoeringsmaatregel
11	N3.2	optimaliseren doorspoelen met zoetwater, incl. monitoring	KT regionale uitvoeringsmaatregel
12	N3.3	efficiënter maken van zoetwateraanvoersysteem, ook niet-zilte gebieden	KT regionale uitvoeringsmaatregel
13	N4.1	flexibel peilbeheer voor vergroten waterbeschikbaarheid	KT regionale uitvoeringsmaatregel

nr.	ID	Naam	reden
14	N4.2	beekherstel	KT regionale uitvoeringsmaatregel
15	N4.3	het plaatsen en/of verhogen van stuwen in detailwaterlopen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
16	N4.4	het verhogen van duikers	KT regionale uitvoeringsmaatregel
17	N4.5	het verondiepen van watergangen, aanpassen leggerprofiel en ook diepte schouwsloten	KT regionale uitvoeringsmaatregel
18	N4.6	het afsluitbaar maken van greppels	KT regionale uitvoeringsmaatregel
19	N4.7	sloten dempen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
20	N4.8	infiltratiegreppels	KT regionale uitvoeringsmaatregel
21	N4.9	eigen watervoorziening door hergebruik regenwater	KT regionale uitvoeringsmaatregel
22	N4.10	beperken oppervlakkige afstroming	KT regionale uitvoeringsmaatregel
23	N5.1	aanleggen infiltratievoorziening waar afgekoppeld verhard oppervlak kan worden geïnfiltreerd	KT regionale uitvoeringsmaatregel
24	N5.2	waterdoorlatende verharding/ontstenen	KT regionale uitvoeringsmaatregel
25	N5.3	waterpartijen omvormen tot wadi's	KT regionale uitvoeringsmaatregel
26	N6.1	zoetwatermaatregel Kust Eems Dollard	KT regionale uitvoeringsmaatregel

RIVIERENGEBIED

Voor de zoetwaterregio Rivierengebied zijn in totaal (augustus 2025) 44 maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er 14 beoordeeld. Van de overige 30 maatregelen betreffen 9 onderzoek. De rest van de 30 maatregelen heeft betrekking op fase 4, langere termijn of wordt door derden uitgevoerd. Er is geen Factsheet 2 informatie aangeleverd.

Tabel 116: ingediende maatregelen Rivierengebied in Factsheet die niet zijn beoordeeld omdat het pilots, onderzoek, proces en modelaanpassingen, of langetermijnmaatregelen zijn of ze vragen geen DPZW bijdrage aan

nr.	ID	Naam	reden
1	R3	F3-Onderzoek nieuwe inlaten aanleggen	Onderzoek R50 uitwerking die wel wordt beoordeeld
2	R5	F3-Onderzoek zandwinplassen benutten	onderzoek
3	R10	F3-Onderzoek en pilots klimaatrobuust watersysteem in het Rivierengebied	onderzoek
4	R40	F3 geen DPZW-Aanpassen beleidsregels onttrekkingen van grond- en oppervlakte water.	overig
5	R41	F3 geen DPZW-Verbod grondwateronttrekking in geval van droogte (aanvulling op verbod onttrekking oppervlakte water)	overig

nr.	ID	Naam	reden
6	R42	F3 geen DPZW- Beleidsregels spoelwater stedelijk gebied	overig
7	R44	F3 geen DPZW-Monitoren effecten aanleg WIS systemen	onderzoek
8	R45	F3 geen DPZW-stimuleren zuinig omgaan met drinkwater	overig
9	R46	F3 geen DPZW-Afspraken maken met sectoren LTO, NFO, TCO over waterverbruik	overig
10	R12	Fase 4: Land van Maas & Waal: benutten zandwinplassen.	Fase 4
11	R13	Fase 4: Land van Maas & Waal: Hergebruik effluent RWZI om gebied met watertekort van water te voorzien	Fase 4
12	R15	Fase 4: Beneden Linge: Aanpassen inlaat Drielandenpunt en Van Beuningengemaal	Fase 4
13	R18	Fase 4: Bommelerwaard: inlaat Hedel en Blauwe sluis	Fase 4
14	R20	Fase 4: Alm en Biesbosch: Inlaat Genderen en Bakkerskil	Fase 4
15	R21	Fase 4: Alm en Biesbosch: inlaat Woudrichem	Fase 4
16	R22	Fase 4: Verminderen watervraag en vergroten waterbeschikbaarheid	Fase 4
17	R23	Fase 4: Vergroten waterbergend vermogen eigen watersysteem	Fase 4
18	R24	Fase 4: Peilverhoging en flexibel peilbeheer	Fase 4
19	R26	Fase 4: Drempels aanleggen en/of waterbodems	Fase 4
20	R27	Fase 4: Participatie in gemeentelijke plannen	Fase 4
21	R19	Lange termijn: Bommelerwaard: Stuvers	Lange termijn uitvoeringsmaatregel
22	R29	Lange termijn: Aanpassen van gemalen & inlaten	Lange termijn uitvoeringsmaatregel
23	R30	Lange termijn: Verminderen watervraag en vergroten waterbeschikbaarheid	Lange termijn uitvoeringsmaatregel
24	R31	Lange termijn: Vergroten waterbergend vermogen eigen watersysteem	Lange termijn uitvoeringsmaatregel
25	R32	Lange termijn: Peilverhoging en flexibel peilbeheer	Lange termijn uitvoeringsmaatregel

nr.	ID	Naam	reden
26	R49	Lange termijn: Drempels aanleggen en/of waterbodems verhogen	Lange termijn uitvoeringsmaatregel (aangepast naar langere termijn gezien beschrijving)
27	R34	F3 geen DPZW- Peilverhoging en flexibel peilbeheer	Buiten scope DPZW
28	R36	F3 geen DPZW- Drempels aanleggen en/of waterbodems verhogen in watergangen om drainage basis te verhogen	Buiten scope DPZW
29	R37	F3 geen DPZW- Participatie in gemeentelijke plannen	Buiten scope DPZW
30	R43	F3 geen DPZW-Investeringen in de Centrale Regie Kamer	Buiten scope DPZW

Tabel 117: ingediende maatregelen Rivierengebied in Factsheet die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	reden
1	R1	F3-Inlaten optimaliseren kwaliteit - Inlaat Peerenboom	lokale / regionale maatregel
2	R1b	F3-Inlaten optimaliseren kwaliteit Inlaat Wijk en Aalburg	lokale / regionale maatregel
3	R2	F3-Inlaten optimaliseren water kwantiteit inlaat Bontemorgen	lokale / regionale maatregel
4	R2b	F3-Inlaten optimaliseren kwantiteit inlaat Van Dam van Brakel	lokale / regionale maatregel
5	R4	F3-Aanleg klimaatbuffers – op zandgronden	lokale / regionale maatregel
6	R4b	F3-Aanleg klimaatbuffers - in polders	lokale / regionale maatregel
7	R6	F3-Stuwen automatiseren en/of aanpassen	lokale / regionale maatregel
8	R7	F3-Verbeteren aanvoerroute Tielerwaard - aanvoergebied Wadenoijen	lokale / regionale maatregel
9	R8	F3-Boezemgemaal Hardinxveld	Grote uitvoeringsmaatregel, data al ingevuld door regio
10	R9	F3-Klimaatrobuust watersysteem Alblasserwaard	Grote uitvoeringsmaatregel, data al ingevuld door regio
11	R11	F3-Verminderen watervraag en vergroten waterbeschikbaarheid	lokale / regionale maatregel
12	R14	Fase 4: Nieuwe inlaat Waal Beneden Linge (Nieuwe inlaat Tielerwaard)	Grote uitvoeringsmaatregel, data volgt nog meerwerk
13	R48	F3- Klimaatrobuust Hoofdwaterwatersysteem	lokale / regionale maatregel
14	R50	Fase 4: Land van Maas en Waal, Nieuwe inlaat Waal	Grote uitvoeringsmaatregel, data volgt nog meerwerk

WEST

Voor de zoetwaterregio West zijn in totaal (augustus 2025) 59 maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er 14 beoordeeld. De overige 45 maatregelen betreffen onderzoek, maatregelen door derden of langetermijnmaatregelen waarvoor geen informatie verzameld is.

Tabel 118: ingediende maatregelen West in Factsheet die niet worden beoordeeld omdat het pilots, onderzoek, proces en modelaanpassingen of langetermijnmaatregelen zijn

nr.	ID	Naam	reden
1	W3	Vervolgonderzoek Brielse Meer II	onderzoek
2	W5	Onderzoek nieuwe bronnen drinkwater West Nederland	onderzoek
3	W6	Verplaatsen inlaatlocatie IJsselmonde	onderzoek
4	W7	Verbinding oostelijke systeem Hoekse Waard met westelijk systeem	onderzoek
5	W8	Verbinding van het oostelijke HDSR systeem met het westelijke HDSR systeem	onderzoek
6	W11	Verkennen van nieuwe oostelijke wateraanvoerroutes	onderzoek
7	W12	KWA++	onderzoek
8	W15	Schutbeperkingen Voornse Sluis	onderzoek
9	W17	Scheiden zoetwateraanvoer en zoutwaterafvoer	onderzoek
10	W19	Compartimenteren boezem Rijnland	overig
11	W21	Toekomstbestendige Heuvelrug Gooi- en Vechtstreek	onderzoek
12	W22	Onderzoek naar maatregelen om de groeiende zoetwatervraag vanuit veenweidegebieden te reduceren	onderzoek
13	W23	Actief verzilten waar mogelijk	onderzoek
14	W24	Opstellen van beleid voor nieuwe watervragers	overig
15	W25	Onttrekkingsvergunningen actualiseren	overig
16	W26	Watervraag beperken o.a. door prijsprikkels	overig
17	W27	Onderzoek naar maatregelen waterbesparing op bedrijfsniveau in de landbouw	onderzoek
18	W28	Peil verder laten uitzakken (kwetsbare keringen op veen) of stoppen met beregening van veendijken.	overig
19	W29	Brakwaterwinning MT polder	pilot
20	W30	Onderzoek naar maatregelen om doorspoelen van verzilte polders te stoppen of verminderen	onderzoek

nr.	ID	Naam	reden
21	W31	Verbetering stedelijke waterbalans en infiltratie	onderzoek
22	W32	Automatiseren voor optimalisering zoetwatergebruik	onderzoek
23	W35	Zoetwaterfabriek Kralingse Veer of Kortenoord	onderzoek
24	W41	Bovengrondse berging en verdeling hemelwater (regionale waterbank)	onderzoek
25	W44	diverse subsidies voor bewoners, agrariers en gemeenten	onderzoek
26	W48	Kosteneffectief gebruik effluent WSHD	onderzoek
27	W49	Extra inlaat Voorne Putten uit Haringvliet	onderzoek
28	W50	Onderzoek: Gebruikt water, een betrouwbare waterbron voor de Amsterdamse Haven	onderzoek
29	WS1	Risicodialogen	overig
30	WS2	Herzien stelstel onttrekkings-vergunningen	overig
31	WS3	Adaptief peilbeheer	overig
32	WS4	Grondwatervisie opstellen	overig
33	WS5	Diverse subsidies voor bewoners, agrariers en gemeenten	overig
34	WS6	Proeven met vernevelen	pilot
35	HDSR-I	Maatregelen Blauwe Agenda Utrechtse Heuvelrug	onderzoek
36	HDSR-II	Proef Randwijck	pilot
37	W4	Pijpleidingen aanleggen voor zoetwatertransport en innamepunten verplaatsen (B)- Brielse Meer	Lange termijn uitvoeringsmaatregel
38	W9	Vergroten buffer Brielse Meer	Lange termijn uitvoeringsmaatregel
39	W13	KWA++	Lange termijn uitvoeringsmaatregel
40	W14	Permanente of Adaptieve Oostelijke aanvoer (POA/AORTA)	Lange termijn uitvoeringsmaatregel
41	W37	Hergebruik RWZI effluent Harnaschpolder	Lange termijn uitvoeringsmaatregel
42	W38	Brakwaterwinning duinen	Lange termijn uitvoeringsmaatregel
43	W46	Zoutkering in monding van de Lek	Lange termijn uitvoeringsmaatregel
44	W51	Opschaling: Gebruikt water, een betrouwbare waterbron voor de Amsterdamse Haven	KT regionale uitvoeringsmaatregel, geen informatie ontvangen
45	Dunea	Inname regionaal oppervlaktewater als bron voor drinkwater (Dunea)	Buiten scope DPZW

Tabel 119: ingediende maatregelen West in Factsheet die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	reden
1	W1	Aanvoercapaciteit Bernisse verbeteren (optie A: Extra inlaatkokers)	KT regionale uitvoeringsmaatregel
2	W2	Aanvoercapaciteit Bernisse verbeteren (optie B: aanvoerleiding en gemaal)	KT regionale uitvoeringsmaatregel
3	W10	Verruiming verbinding Ringvaart naar Rottesysteem	KT regionale uitvoeringsmaatregel
4	W16	Zoutintrusie Parksluizen beperken	KT regionale uitvoeringsmaatregel
5	W18	Aanvoergemaal Steenen Beer en automatiseren Keetpoortsluis	KT regionale uitvoeringsmaatregel
6	W20	Wateraanvulling en aanvoer 't Gooi; WAAG	KT regionale uitvoeringsmaatregel
7	W33	Hergebruik RWZI effluent Vergulde Hand	KT regionale uitvoeringsmaatregel
8	W34	Hergebruik RWZI effluent Nieuwe Waterweg	KT regionale uitvoeringsmaatregel
9	W36	Temmen van Brakke Kwel Horstermeerpolder	KT regionale uitvoeringsmaatregel
10	W39	Ondergrondse berging hemelwater en opschaling COASTAR Cases 4 (OWB Maassluis en Barendrecht)	KT regionale uitvoeringsmaatregel
11	W40	Ondergrondse berging hemelwater en opschaling COASTAR Case 3 (Glastuinbouw)	KT regionale uitvoeringsmaatregel
12	W42	Maatregelen berging water op bedrijfsniveau voor landbouw (glastuinbouw)	KT regionale uitvoeringsmaatregel
13	W43	Zoetwaterfabriek havenindustrie	KT regionale uitvoeringsmaatregel
14	W47	Vergroten inlaatcapaciteit Hevel IJsselmonde	KT regionale uitvoeringsmaatregel

ZUIDWESTELIJKE DELTA

Voor de Zuidwestelijke Delta zijn in totaal (augustus 2025) 23 maatregelen in de Factsheets ingeleverd. Hiervan zijn er 6 (deels) beoordeeld. De 17 overige maatregelen betreffen onderzoek.

Tabel 120: ingediende maatregelen Zuidwestelijke Delta in Factsheet die niet zijn beoordeeld omdat het pilots, onderzoek, proces en modelaanpassingen of langetermijnmaatregelen zijn

nr.	ID	Naam	reden
1	ZD1	Monitoring en modelleren	onderzoek
2	ZD2	proeftuin zoet water Brabant	pilot
3	ZD3	circulair watergebruik	pilot
4	ZD5	verbeteren bruikbaarheid zoet water	pilot
5	ZD6	Toekomstbestendige drinkwatervoorziening	onderzoek
6	ZD8	(voortzetting) proeftuin zoet water	pilot
7	ZD9	(virtueel) expertisecentrum "maatregelen gebruikers"	overig
8	ZD11	Pilot Water en Bodem sturend	pilot
9	ZD12	zoetwaterdrainerende sloten	pilot
10	ZD16	Verkenning opslagmogelijkheden zoet water	onderzoek
11	ZD17	vergroten uitrolkansen door slechten niet-technische drempels	overig
12	ZD18	waterhergebruik in de industrie	overig
13	ZD19	Onderzoek verzilting RMM	onderzoek
14	ZD22	vasthouden in bodem (regelbare drainage)	overig
15	ZD23	infiltratie kreekrug (m.b.v. regelbare drainage)	overig
16	ZD24	infiltratie onder kleideklaag	overig
17	ZD25	berging in bassins	overig

Tabel 121: ingediende maatregelen Zuidwestelijke Delta in Factsheet die zijn beoordeeld

nr.	ID	Naam	reden
1	ZD7	Uitbreiding wateraanvoer Oost Zuid-Beveland	KT regionale uitvoeringsmaatregel
2	ZD10	uitrol proeftuin zoetwater *zie voor nadere onderverdeling de rijen ZD22/25	KT regionale uitvoeringsmaatregel
3	ZD13	Robuust & Optimaal regionaal watersysteem voor zoet water - Brabant	KT regionale uitvoeringsmaatregel
4	ZD14	Robuust & Optimaal regionaal watersysteem voor zoet water - Zeeland	KT regionale uitvoeringsmaatregel, geen info hydrologie.
5	ZD15	Uitbreiden en robuust en optimaal maken van het regionaal watersysteem voor zoet water - Zuid-Holland	KT regionale uitvoeringsmaatregel, randvoorwaardelijk maar wel kosten en neveneffecten bepaald
6	ZD20	ZD15b addendum op ZD15	KT regionale uitvoeringsmaatregel

BIJLAGE: INVULLING BREDE WELVAART IN SEA

Tabel 122: Richtlijnen m.b.t. brede welvaart en invulling in SEA

Richtlijnen	Vertaling in SEA
1. Gebruik de identificatie van effecten als uitgangspunt in een MKBA. Dit voorkomt dat makkelijk in geld uit te drukken effecten domineren in de berekeningen en presentatie van een MKBA.	De hydrologische effecten zijn uitgangspunt, samen met de effecten op gebruiksfuncties en overige opgaven, functies en waarden, zoals ingevuld in Factsheets.
2. Presenteer en duid altijd de niet-gekwantificeerde of -gemonetariseerde kosten of baten.	De kwalitatieve effecten zoals opgegeven in Factsheets zijn onderdeel van MCA en de MKBA
3. Presenteer waar mogelijk niet-gemonetariseerde effecten in volumes of kwaliteitscriteria.	Kwalitatieve effecten worden op Likertschaal afgebeeld.
4. Geef in MKBA-rapportages altijd duidelijk de spreiding in de tijd van effecten, kosten en baten weer, in tekst, tabellen en figuren, met daaraan altijd toegevoegd een duiding hiervan.	Door gebruik scenario's, interpolatie tussen 2028-2050-2100 en bandbreedten wordt hier zoveel mogelijk invulling aan gegeven.
5. Voer in elke MKBA een inventarisatie en analyse uit van de verdeling van effecten; de precieze manier waarop is niet voorgeschreven.	Door effecten per zoetwaterregio en gebruiksfunctie te duiden wordt hier invulling aan gegeven. Per maatregel wordt ook naar afwenteling op andere regio's en gebruiksfuncties gekeken.
6. Breng bij beleid gericht op inkomensherverdeling en bij scheve verdeling van effecten over inkomensgroepen afzonderlijk de mate waarin verschillende inkomensgroepen positieve of negatieve effecten ondervinden in beeld.	Zie punt 5 hiervoor. Onderscheid per inkomensgroep binnen een bepaalde gebruiksfunctie is minder relevant gezien het type maatregelen en niet haalbaar gezien het aantal maatregelen.
7. Benoem nationale en regionale werkgelegenheidseffecten altijd bij projecten die grote investeringen vergen.	Hoewel sommige maatregelen grote investeringen kunnen vragen heeft op langere termijn de aanleg van maatregelen meestal geen blijvend netto effect op de werkgelegenheid, omdat dit door aanbod van arbeid wordt bepaald. Voor transformatieve maatregelen (bijv. verhuizen naar Oost-Nederland/desinvesteren West-Nederland) kunnen er wel grote effecten zijn (aantrekken van arbeidsmigranten of juist verhuizen naar buitenland). Deze transformatieve effecten worden nog niet verwacht voor de komende fase.
8. Benoem grensoverschrijdende effecten altijd in MKBA's.	Waar relevant zullen ze specifieker worden benoemd. In ieder geval gaat het om export van landbouwproducten en afwenteling van de laagwaterkosten van de scheepvaart naar Duitsland.

Richtlijnen	Vertaling in SEA
9. Kwantificeer en monetariseer grensoverschrijdende effecten waar mogelijk, als ze belangrijk zijn voor de besluitvorming, met name bij effecten op buurlanden en op ontwikkelingslanden.	Het gaat vooral om effecten buurlanden en evt. via wereldmarktprijzen de rest van de wereld incl. ontwikkelingslanden. Zie verder punt 8.
10. Stel een MKBA op vanuit internationaal perspectief als de grensoverschrijdende effecten groot zijn in vergelijking tot de nationale effecten.	Dit is naar verwachting niet het geval.

Tabel 123: Adviezen m.b.t. brede welvaart en invulling in SEA

Advies	Vertaling in SEA
1. Betrek indicatoren voor brede welvaart bij de identificatie en duiding van welvaartseffecten in MKBA's (aansluitend bij richtlijn 1).	Hoewel het goed is de indicatoren brede welvaart (CBS-indicatoren brede welvaart, OECD-index, UN Human Development-Index etc.) na te lopen, leveren deze naar verwachting beperkte aanvullingen op die in de SEA voor alle maatregelen kunnen worden geduid. Vanwege het aantal maatregelen focussen we op de aangedragen effecten, dat wil zeggen effecten op zoetwatergebruiksfuncties, overige opgaven, functies en waarden.
2. Doe meer onderzoek naar effecten en waarderingen en vertaling hiervan naar kengetallen.	Ten behoeve van o.a. de SEA wordt de kentallenaanpak/heuristiek uit fase 2 doorontwikkeld naar kentallen voor meer effecten en gebruiksfuncties (niet 'alleen' m^3's oppervlaktewater)
3. Zet MKBA niet in als (in geld uitgedrukte) rekenexercitie als veel onbekend is over kosten en effecten van beleid. MKBA kan dan mogelijk wel worden gebruikt als denkkader.	Niet van toepassing
4. Ga na of effecten op brede welvaart in het saldo van een MKBA horen of onderdeel zijn van verdelingseffecten.	Dit wordt zichtbaar doordat het saldo gepresenteerd wordt als totaal en per regio en zoetwatergebruiksfunctie.
5. Presenteer ontbrekende effecten op brede welvaart naast een MKBA, of hanteer ze als voorwaarde in de MKBA.	Door combinatie van zowel KEA, MKBA en MCA worden effecten die moeilijk te monetariseren zijn in MKBA grotendeels via andere analyses meegenomen.
6. Benoem risico's op de langere termijn, zeker voor toekomstige generaties.	Door gebruik lange horizon en ontwikkelpaden wordt zoveel mogelijk ingespeeld op beperken van langetermijnrisico's en beschermen van toekomstige generaties
7. Kijk bij grote onomkeerbare investeringen naar stapsgewijze besluitvorming en meer extreme scenario's.	Door gebruik van Stoom en Ruim worden uiterste Deltascenario's gebruikt. Fasering van maatregelen en gebruik van ontwikkelpaden zijn specifieke aandachtspunten.
8. Geef bij de verdeling van kosten en baten aan wat de toepasbaarheid is van de achterliggende effectinschattingen en waarderingskengetallen.	De beperkingen van de te ontwikkelen kentallen, zie advies nr. 2, zullen worden vermeld.

Advies	Vertaling in SEA
9. Experimenteer met welvaartsgewichten in MKBA's als gevoeligheidsanalyses.	Door gebruik van een MCA en KEA naast een MKBA wordt hier (deels) invulling aan gegeven. Binnen de MCA wordt specifiek aandacht besteed aan de onderlinge weging van verschillende criteria.
10. Gebruik in MKBA's figuren en andere visuele weergaven, in aanvulling op tabellen en teksten, bijvoorbeeld over het verloop van effecten, kosten of baten in de tijd of de verdeling van kosten en baten over verschillende partijen. Gebruik in samenvattingen van MKBA's combinaties van visuele weergaven met tekst en cijfers om het 'verhaal' van een MKBA te vertellen.	Dit is in de economische analyses voor zoetwater en in ontwikkelpadenaanpak de normale praktijk. In de samenvatting zal er extra aandacht aan vormgeving en infographics worden gegeven.

BIJLAGEN: REFLECTIES ZOETWATERREGIO'S OP RAPPORTAGE

REACTIE NAMENS DE ZOETWATERREGIO NOORD NEDERLAND OP DE SOCIAAL ECONOMISCHE ANALYSE

Aanleiding

Wij waarderen de inspanning die is geleverd om de zoetwatermaatregelen op een uniforme en navolgbare wijze sociaaleconomisch te beoordelen. De SEA biedt nuttige informatie over kosten, hydrologische effectiviteit en economische baten. Tegelijkertijd plaatsen wij belangrijke kanttekeningen bij de reikwijdte, interpretatie en toepassing van de resultaten. In deze reactie lichten wij dit toe.

Toelichting

I. Door het ontbreken van natuur, industrie, drinkwater, en andere sectoren, ontbreekt de integraliteit van de geschetste opgave. Daarmee ontstaat een incompleet beeld van de maatschappelijke urgentie en van de samenhang tussen functies. Deze integraliteit is juist noodzakelijk om te komen tot de gewenste transitie naar een robuust en toekomstbestendig watersysteem.

II. De breedte van het onderzochte deel is daarnaast zeer beperkt. Er wordt gefocust op de puur hydrologische effecten (m^3) en een economische kosten/baten analyse. Hiermee wordt voorbijgegaan aan andere sociaal en maatschappelijke effecten die maatregelen kunnen hebben. Doordat deze maatregelen vaak maar een beperkt direct hydrologisch effect hebben scoren deze maatregelen slecht uit de SEA waarmee de kans dat deze geselecteerd worden afneemt. Door deze benadering wordt er geen rekening gehouden met de, door het Deltaprogramma gewenste, ruimtelijke ontwikkeling en transitie.

   Het risico van deze economische afweging is dat er alleen naar resultaten op de korte termijn wordt gekeken. Dit zou kunnen leiden tot de voorkeur voor het nemen van maatregelen die op de korte termijn het gewenste effect kunnen hebben, maar op de lange termijn niet in het toekomstbeeld van het landelijke gebied passen, waarmee je mogelijk regret-maatregelen krijgt.

III. Ook is de status van het SEA-rapport met betrekking tot het prioriteren van maatregelen op dit moment onvoldoende duidelijk. Het is van belang expliciet te maken hoeveel hoe zwaar de SEA-resultaten worden meegewogen ten opzichte van andere criteria, waaronder de criteria zoals genoemd in de BPZ-memo van 5 februari 2026 (Criteria en prioritering besteding middelen fase 3 DPZW). Zonder deze duiding bestaat het risico dat de SEA-resultaten zwaarder meewegen dan methodisch verantwoord is.

IV. Naast eerdergenoemde punten zit er veel onzekerheid in de parameterisatie van de beschouwde maatregelen, de bepaling van de hydrologische effectiviteit en de doorwerking

op de kosteneffectiviteit. Data waardoor de resultaten van de analyse grote bandbreedtes hebben en verdere toepassing van de cijfers en conclusies met grote zorg moet gebeuren.

V. In het rapport wordt tevens gesteld dat drinkwaterbedrijven de resultaten van fase 2 niet erkenden, dit is ook het geval. Het effect van zoetwatertekort in de berekening van de SEA in fase 2 op innamepunten van drinkwaterbedrijven werd door drinkwaterbedrijven benoemd als een te kleine inschatting van het daadwerkelijke effect. Incidenten hiervoor doen zich nu al vaker voor dan volgens het model gehanteerd in fase 2. We constateren dat deze informatie (wederom) niet is meegenomen is in fase 3 en als aanleiding gezien is de berekeningen te herzien of anders te modelleren. Wij verzoeken dit voor fase 4 te corrigeren en drinkwaterbedrijven nauw te betrekken bij modelontwikkeling, dan wel formulering van de opgave rondom drinkwater als onderdeel van het zoetwatersysteem.

VI. Verder hebben wij twee foutieve aannamen geconstateerd:

Op pagina 89, specifiek m.b.t. de beschrijving van de maatregel Klimaatbuffer is een incorrect verwacht effect van 25 Mm3/j weer gegeven. Dat kan wel de inhoud worden van de geplande bekkens, maar daarvan kunnen we alleen de bovenste 5 Mm3/j benutten. Zo is het ook opgevoerd in de inventarisatie factsheets van Witteveen en Bosch.

En op pagina 108 zit een aanname dat de effecten van de Klimaatbuffer in 2034 nog niet gerealiseerd zijn. Voor zoetwater klopt dit niet. Dit zou in 2032 gerealiseerd kunnen zijn. De natuur moet wel langer ontwikkelen, maar dit maakt voor zoetwaterbeschikbaarheid niet uit.

Resumerend

Gelet op bovenstaande toelichting kan de SEA, met inachtneming van de gekozen aannames en beperkingen, vooral informerend worden gebruikt. De analyse is waardevol als hulpmiddel om verschillen tussen maatregelen inzichtelijk te maken, maar de cijfers en conclusies zijn niet zonder meer geschikt als zelfstandige basis voor (bestuurlijke) besluitvorming. Voor besluitvorming is een bredere, integrale afweging nodig waarin ook maatschappelijke waarde, ruimtelijke ontwikkeling, transitiepotentie, uitvoerbaarheid en regionale context volwaardig worden meegewogen.

FEEDBACK ZOETWATERREGIO WEST-NL OP CONCEPTRAPPORT SEA

Zoetwaterregio West-Nederland heeft veel complimenten en waardering voor het werk dat is verzet in deze analyse. De analyse is een nuttig hulpmiddel om te komen tot voorkeurspakketten van maatregelen voor fase 3 van het Deltaplan Zoetwater.

Daarbij heeft zoetwaterregio West-Nederland de volgende opmerkingen bij het concept-rapport:

- De analyse maakt voor de inschatting van hydrologische effecten gebruik van eerdere analyses van Deltares. De impact van verzilting zit onvoldoende in deze analyses, waardoor de opgave en mogelijk ook het effect van maatregelen wordt onderschat. Het gaat hierbij onder andere over het effect van verzilting op landbouw, natuur en drinkwaterproductie en over het effect van schutbeperkingen op de scheepvaart.

- Een andere reden voor onderschatting is dat effecten op natuur, waterkwaliteit (aquatische ecologie) en drinkwater ontbreken in de analyse en dat (ten onrechte) verondersteld is dat glastuinbouw volledig onafhankelijk van het oppervlaktewater opereert. De effecten op natuur en ecologie zijn effecten lastig te vertalen naar monetaire waarde en om die reden begrijpelijkerwijs niet meegenomen in de analyse. Tegelijkertijd zijn ecologie en natuur in zoete milieus het meest kwetsbaar voor verzilting. De zoetwaterregio zal het effect van maatregelen op natuur en ecologie kwalitatief onderbouwen.

- De toename van verdamping als gevolg van klimaatverandering maakt geen onderdeel uit van de effectbepaling van enkele maatregelen in het regionale watersysteem. Peilhandhaving is een van de belangrijkste inspanningen voor het waterbeheer in droge periodes in deze regio. Het niet meenemen van de toename verdamping kan leiden tot een onjuiste inschatting van de opgave en het nut van maatregelen.

- De studie maakt een link tussen maatregelen in het IJsselmeer en positieve effecten op regio west. In praktijk helpen maatregel in het IJsselmeer niet om de opgave in de gehele regio west te verkleinen. Het verband is onduidelijk en lijkt onjuist getrokken.

REFLECTIE REGIO RIVIERENGEBIED OP SEA

Zoetwaterstrategie Rivierengebied

Het Rivierengebied wil in 2050 weerbaar zijn tegen zoetwatertekorten. Om dit te bereiken werken we aan een robuust, veerkrachtig en toekomstbestendig rivierengebied, waarin de watervraag is afgestemd op de zoetwaterbeschikbaarheid.

Om deze ambitie te verwezenlijken werken we aan twee sporen die elkaar versterken:

1. Het vergroten van de zelfvoorzienendheid van de regio.

   Inspanningen zijn nodig om het rivierengebied beter bestand te maken tegen langere perioden van droogte. We bereiden ons voor op situaties van een landelijk watertekort, waarbij geen of minder aanvoer van rivierwater mogelijk is. Dit doen we door meer water vast te houden (robuuster), het beschikbare water zuiniger te gebruiken (veerkrachtiger) en water en bodem sturend te laten zijn bij ruimtelijke ontwikkelingen (toekomstbestendiger).

2. Efficiënt en doelmatig gebruik van aanvoerwater uit het hoofdwatersysteem.

   Het rivierengebied is in sterke mate afhankelijk van de aanvoer van water uit het hoofdwatersysteem. Het rivierwater is een waardevolle en efficiënte bron van zoetwater. In perioden waarin er geen landelijk watertekort is, is het benutten van rivierwater kostenefficiënt en doelmatig. Perioden van watertekort komen immers niet elk jaar voor en duren ook niet de hele zomer.

Synergie van de twee sporen

Het inlaten van water uit het hoofdwatersysteem (spoor 2) en het vergroten van de zelfvoorzienendheid (spoor 1) zijn beide nodig en versterken elkaar. Inlaten van rivierwater is kostenefficiënt en doelmatig in perioden dat rivierwater voldoende beschikbaar is. Een belangrijk element in de zelfvoorzienendheid is het aanleggen van regionale watervoorraden. Water uit het hoofdwatersysteem is dan cruciaal om, voorafgaand aan perioden van tekorten, regionale watervoorraden op te kunnen bouwen.

De nut en noodzaak van inlaatmaatregelen

In de SEA worden inlaatmaatregelen ‘minder goed houdbaar’ genoemd en aangegeven dat ze bij landelijke inlaatbeperkingen effectiviteit verliezen. Feitelijk klopt dat, maar daarbij wordt niet benoemd dat de effectiviteit (KEA, MCA en MKBA) van deze maatregelen nog steeds zeer hoog is in perioden dat er nog geen landelijke inlaatbeperkingen gelden. Daarnaast is in de SEA het versterkende effect van inlaten voorafgaand aan een watertekort op het opbouwen van de watervoorraden (vergroten van de zelfvoorzienendheid van de regio) niet in de berekeningen meegenomen.

Optimalisering van inlaten is ook nodig om wisselende waterverdeling (situationeel sturen) van het hoofdsysteem het hoofd te kunnen bieden wanneer meer of minder water via Nederrijn of Waal wordt gestuurd. Dat geldt nu al en op termijn zal dit een steeds grotere factor zijn.

De interactie tussen het hoofdwatersysteem en de het regionale watersysteem in het rivierengebied is, naast de in- en uitlaten van oppervlaktewater, ook heel sterk via het grondwater. Laag water op de rivieren veroorzaakt wegzijging in het rivierengebied waardoor grondwaterstanden dalen, sloten droogvallen en watertekorten toenemen. Waterinlaten zijn dan nodig om dit ‘lekverlies’ te compenseren.

Impuls aan zelfvoorzienendheid-maatregelen

De ‘slecht scorende’ maatregelen in de SEA zijn gericht op het vergroten van de zelfvoorzienendheid van de regio. Deze scoren slecht op de hydrologische en financiële aspecten, maar zijn nadrukkelijk nodig om sámen met de gebiedspartners te komen tot een transitie naar meer zelfvoorzienendheid. Daarnaast zijn maatregelen gericht op het vergroten van waterbuffers effectiever als deze voorafgaand aan droge perioden niet alleen met regenwater maar ook met inlaatwater gevuld kunnen worden.

Verder kijken dan fase 3 (2028-2033)

We hebben maatregelen opgenomen die meer dan de werkopgave voor fase 3 realiseren en daarmee in één keer een robuuste stap zetten in het verminderen van watertekorten. Met ‘Klimaatrobuust watersysteem Alblasserwaard’ zorgen we ervoor dat natuur en landbouw in het veenweidegebied van voldoende water kunnen worden voorzien en ook bodemdaling en CO_2-emissies kunnen worden beperkt. Met de inlaat Bontemorgen realiseren we een belangrijke wateropgave voor de fruitteelt die niet meegenomen is in de SEA (zonnebrand).

Het verplaatsen van de inlaten van het Land van Maas en Waal naar de Waal vanwege inlaatbeperkingen door blauwalg in het Maaswater, levert een grote bijdrage aan de opgave. Dit is een maatregel die in fase 3 wordt onderzocht en eventueel uitgevoerd in fase 4. De aanpassingen aan de inlaten Peerenboom en Wijk en Aalburg uit de Maas zijn in andere regionale watersystemen dan het Land van Maas en Waal. Deze maatregelen zijn daarom niet uitwisselbaar.

BESCHOUWING SEA HOGE ZANDGRONDEN OOST

Onze inschatting is dat voor de zoetwaterregio Hoge Zandgronden-Oost gerekend is met een te lage werkopgave. Dit signaal is bij de eerdere werksessies over de werkopgave afgegeven, maar niet meegewogen in deze SEA. De oorzaak van de te lage werkopgave ligt in het feit dat het grondwater niet goed gemodelleerd is in het LHM. Deze wordt voor de zandgronden consequent te nat ingeschat dan de werkelijkheid. Dit is ook onderzocht en onderbouwd.[152] Het gemiddelde voor het centrale dekzandgebied is 0,21 m te nat (tabel 6 rapport) in het LHM. Afgerond is de opgave 0,2 m meer dan nu in de SEA is meegenomen.

Dit betekent ook dat de aanname dat de subregio Zand-Midden (Veluwe) geen opgave heeft; ook niet klopt. Ook deze regio heeft wel degelijk een opgave.

Ook is in de SEA verondersteld dat de werkopgave in de referentiesituatie nihil (nul) is. Echter het watersysteem is in de referentiesituatie al naar te droog doorgeslagen, en dat is ook onderdeel van de opgave.

Bij gebrek aan geschikte effectmodules is in de SEA de voor fase 3 per maatregel ingeschatte GVG verhoging in de factsheets van ZON ingevuld als ware dat de GLG verhoging. In werkelijkheid zal de GLG verhoging een fractie zijn van de GVG verhoging (o.b.v. EDDGI gebiedsdekkend zou die fractie ongeveer 70 procent zijn).

De 100 mm opgave

Het neerslagtekort in het groeiseizoen (GVG) is voor de Hoge Zandgronden een veel betere maatstaf om de droogteopgave weer te geven dan de GLG verandering door klimaatverandering.

De 100 mm opgave uit ons strategiedocument overbrugt in het huidig klimaat het verschil tussen een gemiddeld jaar en T10 neerslagtekort (klimaatscenario 2014). Rekening houdend met ons areaal betekent dit we 946 Mm^3 water moeten overbruggen. De conclusie van de ontwikkelpaden sessie, is dat deze opgave onderschat is. Als we rekenen met de nieuwe klimaatscenario 2023, zou het 185 mm zijn (1750 Mm^3).

Om een realistisch ambitieniveau te handhaven, hebben we toch gekozen voor de opgave van 100 mm. Of we die opgave kunnen halen met alleen maatregelen in het water- en bodemsysteem is nog een uitdaging. In de beekdalen en natte laagten kan dat niet zonder grote gebruiks- of functieverandering. Deze gebieden zijn cruciaal in de aanpassing van het watersysteem.

In de hoge gebieden zal meer ruimte zijn. Maar als nu al veel water infiltreert in deze hoge gebieden, zal daar alleen met extra inspanning, zoals extra infiltratie via technische ingrepen, extra mm gerealiseerd kunnen worden. Blijven de intermediaire gebieden (de gebieden tussen laag en hoog) over voor extra water vasthouden.

Onze inschatting is dat 50-60 mm van de opgave 100 mm in het water- en bodemsysteem gevonden kan worden. De rest van de opgave bij overige vormen van maatregelen.

[152] Rapport Arcadis validatie basisgegevens en droogtegevoeligheid landbouwgronden Rijn-Oost D10007977, september 2021

INHOUDELIJKE REFLECTIE HOGE ZANDGRONDEN ZUID

De Sociaal Economische Analyse Zoetwater is een rapport waarin een scala aan fysieke maatregelen die voor zoetwaterbeschikbaarheid door Rijk en Regio kunnen worden genomen, te beoordelen en te prioriteren. Er zijn veel kanttekeningen te plaatsen bij de systematiek, uitgangspunten en berekeningswijze van de SEA, te veel om in deze korte reflectie te behandelen. Deze reflectie gaat vooral over het gebruik van het rapport, in het proces om te komen tot een voorkeurspakket voor DPZW fase 3. Bij eventueel ander gebruik van dit rapport, dient de analyse heel goed in de context te worden geplaatst van DPZW fase 3. Positief scoren op minstens een van de drie perspectieven in de Sociaal Economische Analyse is als voorwaarde gesteld. In de Sociaal Economische Analyse zijn drie perspectieven doorgerekend: Kosteneffectiviteitsanalyse (KEA), Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA) en Multicriteria-analyse (MCA).

De SEA zien we als Hoge Zandgronden vooral als hulpmiddel, maar niet als voorwaarde voor het voorkeurspakket DPZW Deltafonds. Reden hiervoor is op hoofdlijnen:

- De SEA is gericht op beoordeling op doelbereik van de opgave. De werkopgave die in beeld is gebracht door het Rijk, geeft voor de grondwateropgave een onderschat beeld en is te sterk vereenvoudigd. Alleen daling van de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand als gevolg van klimaatverandering bij Stoom 2050 is bepaald, waarbij het afnemende volume aan grondwater door deze daling als werkopgave is gesteld. De Hoge Zandgronden zien zich gesteld voor een veel grotere opgave, gericht op verhoging van de voorjaarsgrondwaterstand om langere periodes van droogte te overbruggen (zonder wateroverlast te vergroten) en verminderen van de watervraag. Doelbereik gaat voor de Hoge Zandgronden over de gehele opgave. Zoals de regio's dit zelf aangeven is deze veel groter, dan met de werkopgave landelijk is bepaald. Dit leidt tot een verkeerde interpretatie, dan wanneer op basis van de werkopgave het criterium wordt toegepast 'waar de nood het hoogst is'.
- De gebruikte modellering met het Landelijk Hydrologisch Instrumentarium is niet geschikt om de opgave volledig in beeld te brengen voor de Hoge Zandgronden. De kleischotten op de stuwwallen zitten bijvoorbeeld niet goed in het model evenals het gehele gebied Zuidelijk Zuid Limburg. Dit is ook bewezen met onderzoek; het LHI geeft structureel een positiever beeld van de grondwaterstanden dan de werkelijkheid.
- Een van de uitgangspunten in de berekeningen is dat beregening uit grondwater altijd mogelijk is en vergroting van het beregend areaal een oplossing biedt voor de waterbeschikbaarheid; deze aanname is onjuist. Schade door droogte aan de landbouw op de hoge zandgronden kan niet worden voorkomen door toename van beregening - dat vergroot juist de opgave. Aanpassing is nodig van grondgebruik en keuze van droogtebestendige gewassen is nodig om voorbereid te zijn op watertekort;
- In de SEA is het (economisch) droogterisico alleen uitgewerkt voor de functies landbouw, scheepvaart, CO_2 uitstoot en fundering. Andere onderwerpen zoals de drinkwatervoorziening uit grondwater en verdrogingsbestrijding van natuur, zijn niet uitgewerkt en komen daardoor in de KEA en de MKBA niet in beeld. Dit is een sterke beperking van de (economische) analyse;
- De Hoge Zandgronden streven naar een integrale gebiedsgerichte aanpak, gericht op meerdere opgaven met inzet van meerdere maatregelen categorieën die vaak in samen-

hang moeten worden uitgevoerd. In de SEA zijn alle maatregelen los van elkaar beoordeeld, met het idee dat een keuze kan worden gemaakt tussen de maatregelen. De programma's op de Hoge Zandgronden werken met combinaties van maatregelen categorieën per gebied/project afgestemd op de gebiedskenmerken. Door een minder scorende maatregelen uit te sluiten tijdens de uitvoering van fase 3 wordt de mogelijkheid tot combinatie van logisch op elkaar afgestemde maatregelen en daarmee een integrale aanpak van het programma sterk beperkt;

- Er zijn deelgebieden, zeker waar geen wateraanvoer uit het Hoofdwatersysteem mogelijk is, waar maatregelen die in de SEA laag minder scoren de enige oplossing zijn. Hieraan wordt voorbijgegaan, wanneer alleen maatregelen die positief scoren in de SEA in het voorkeurspakket worden meegenomen.
- Er zijn sectoren, waar maatregelen die in de SEA minder scoren de enige oplossing zijn. Hieraan wordt voorbijgegaan, wanneer alleen maatregelen die positief scoren in de SEA in het voorkeurspakket worden meegenomen. Terwijl wel de boodschap is dat alle sectoren zich moeten voorbereiden op minder water.
- De wens vanuit het Deltaprogramma om regionaal vooral in te zetten op maatregelen die bijdragen aan de transitie, het aanpassen van het grondgebruik en ruimte bieden aan water vasthouden, gaat gepaard met relatief hoge kosten per m^3. Door positieve score op de SEA als randvoorwaarde te stellen, wordt hieraan voorbijgegaan, alleen de kwalitatieve beoordeling met MCA geeft voor dit soort maatregelen een kans op een positieve score;
- Uitgaande van het Deltafonds als aanjager voor de transitie naar meer water vasthouden en verminderen van de watervraag, is een SEA gericht op de economische schade van huidig grondgebruik niet richtinggevend voor hetgeen wat voor de lange termijn landelijk nodig is om voorbereid te zijn op watertekort bij STOOM 2050. Droogte en watertekort is er nu al op de Hoge Zandgronden en het blijvend aanjagen van de transitie vraagt om een breed scala aan maatregel categorieën die vanuit het programma in het gebied kunnen worden ingezet.

Door de SEA als hulpmiddel te zien en niet als voorwaarde, kunnen de programma's in volle breedte worden ingezet.

REFLECTIE REGIO ZUIDWESTELIJKE DELTA OP SEA

De sociaaleconomische analyse vergelijkt de maatregelen modelmatig netjes met elkaar, waarbij vanuit financieel perspectief de kostprijs van het water per kuub (€/m3) het voornaamste kenmerk is. Maar om eerlijk te kunnen vergelijken, is het cruciaal dat de basisgetallen waarmee het economisch model wordt gevoed ook werkelijk vergelijkbaar zijn. Die basisgetallen zijn door de regio's aangeleverd en elke regio heeft dat vast naar eer en geweten gedaan. Onduidelijk is in hoeverre de modelleurs hebben nagegaan (of na hebben kunnen gaan) of de verschillende regio's daarbij daadwerkelijk vergelijkbare getallen hebben aangeleverd. Uiteenlopende interpretaties kunnen potentieel tot onvergelijkbare modeluitkomsten leiden, waarmee de basis onder de hele SEA-exercitie zou wegvallen.

1. Het voorgaande kan worden geconcretiseerd aan de hand van maatregel ZD7, zoetwateraanvoer Reimerswaal. De door ons daarvoor aangeleverde basisgetallen zijn gebaseerd op een vlakdekkende agrarische watergift van 50 mm. Die gift is laag vergeleken met andere gebieden

met zoetwateraanvoer, maar naar regiomaatstaven gemeten realistisch. De 50 mm vertaalt zich in een volume van (slechts) 2,16 miljoen m^3 en een verhoudingsgewijs hoge kostprijs van € 0,85/m^3. Let wel, dit is het geraamde irrigatievolume, dus het water dat daadwerkelijk benut wordt. Een verdubbeling van de aangehouden watergift zou de kuubprijs halveren. Om het gebied de gelegenheid te bieden dit irrigatiewater uit de sloot te pompen, is vervolgens een veelvoud aan water nodig (becijferd op 95 miljoen m^3) voor doorspoeling. Ook dit volume had als basisgetal aangeleverd kunnen worden wanneer we de vraag anders geïnterpreteerd hadden. Voor de kostprijsberekening is het verschil enorm, want doorrekening met dit doorspoelvolume resulteert in een kostprijs van € 0,02/m^3, waarmee de maatregel plotseling als financieel effectief bestempeld zou zijn. Het getallenvoorbeeld illustreert hoe relevant het is te weten welke getallen zijn aangeleverd om te voorkomen dat appels modelmatig met peren worden vergeleken. Of daar sprake van is in deze SEA valt vanaf de zijlijn niet te bepalen, maar wel stellen wij vast dat er bij het verzoek om deze getallen niet specifiek op is gewezen.

2. Overigens is er aanvullend op de vergelijkbaarheid van maatregelen nog een bedenking op zijn plaats bij het hanteren van de kostprijs als onderscheidend criterium. Immers, als de ratio €/m^3 het voornaamste financiële kenmerk van een maatregel is waarop gestuurd wordt, zijn gebieden met zoet water om de hoek altijd in het voordeel t.o.v. gebieden met zoet water op enige afstand. Het leidt tot een omgekeerde Robin Hood-relatie, waarin de *haves* stelselmatig aan het langste eind trekken t.o.v. de *have nots*. Deze relatie strookt niet met het solidariteitsbeginsel binnen een samenleving. Als leefbaarheid leidend is voor het beleid en water daarvoor een belangrijke factor is, dan is de kostprijs van zoet water weliswaar relevant, maar zou niet bepalend dienen te zijn voor het al dan niet ondersteunen van een zoetwatermaatregel.

REFLECTIE VANUIT RWS OP DE HOOFDWATERSYSTEEM MAATREGELEN

Reactie op de drie no-regret maatregelen:

ZN1 Lekverlies Linne beperken: komt positief uit de analyses door o.a. lage kosten (jaarlijks €20.000). Dit is een onderhoudsmaatregel waarmee lekverlies wordt beperkt tot de stuw wordt opgepakt in programma Vernieuwing (na 2040). Er wordt gezocht naar een meer structurele invulling van deze maatregel. De kosten zullen daardoor naar verwachting hoger worden.

ON3 Aanpassing gemaal Eefde: Maatregel is inmiddels opgepakt onder DPZW fase 2 en daarmee vervalt de maatregel uit het pakket voor fase 3.

DPIJ1 Vergroten zoetwaterbuffer 2030/2040 i.c.m. W18: Voor het vergroten van de zoetwaterbuffer zijn voor de SEA geen kosten meegegeven. Tegelijkertijd is het een maatregel met een groot effect en komt het daardoor zeer positief uit de studie. Het vergroten van de buffer zal echter uiteindelijk om aanpassing van het peilbesluit vragen en daar zijn kosten mee gemoeid. Momenteel is het beeld dat er in fase 3 incidenteel verder zal worden uitgezakt en daarnaast wordt onderzocht wat de effecten zijn van het verder vergroten van de buffer. Het daadwerkelijk aanpassen van het peilbesluit en een eventuele compensatieregeling wordt dan onderdeel van DPZW fase 4.

Reactie op overige maatregelen:

WNN6 Aanpassen schuif Schellingwoude: Voor deze maatregel wordt het hydrologische effect onderschat in de SEA. Deze maatregel heeft een positief effect op het Markermeer en IJsselmeergebied dat in dit concept niet is meegenomen (50 Mm3 in t20).

Voortschrijdend inzicht:

Voor enkele maatregelen geldt dat gedurende de doorlooptijd van de SEA er nieuwe inzichten zijn ontstaan, waardoor de scope van de maatregel is veranderd en daarmee ook de kosten en (hydrologische) effecten. Dit geldt voor de waterberging in MIRT Zuidelijk Maasdal en zoals bovenstaand toegelicht ook voor Linne en de zoetwaterbuffer IJsselmeer. Voor het verminderen van zoutindringing bij Farmsum wordt onder fase 2 DPZW een studie uitgevoerd die moet leiden tot een concreter beeld van mogelijke maatregelen voor fase 3. Voor de Maatregel Kornwerderzand is een alternatieve variant in beeld, die waarschijnlijk op termijn, bij een hogere zeespiegel, effectiever is dan de maatregel die is meegenomen in de SEA. Deze alternatieve variant is wel een stuk duurder (circa € 80 miljoen aanlegkosten).

Daarnaast zijn er enkele maatregelen waarvoor duidelijk is geworden dat ze mogelijk beter op een later moment (fase 4) worden opgepakt als uitvoeringsmaatregel. Dit geldt voor peilhandhaving Veluwerandmeer, robuuste wateraanvoer naar het noordpand van het ARK, aanleg zoutriool Krammerput en de waterberging in de ENCI-groeve.

Tot slot is er recent een nieuwe uitvoeringsmaatregel in beeld gekomen: het zoetspoelen van de voorhaven van Den Oever. Deze maatregel kon niet meer worden meegenomen in de SEA.

Algemeen:

Het is belangrijk om de resultaten van de analyses te beschouwen in relatie tot delen van het watersysteem. Een maatregel als de waterberging in de ENCI-groeve levert in m3 weinig op (absoluut), maar kan een groot verschil maken voor de wateraanvoer voor de Grensmaas (relatief).

Meer generiek valt op dat de analyse is gebaseerd op één klimaatscenario, namelijk Stoom. Inmiddels is door het IPCC de bandbreedte van de te verwachten opwarming verkleind en zijn zowel het laagste (opwarming blijft onder 1,5 graden) als het hoogste emissiescenario (opwarming is meer dan 4 graden in 2100) verlaten. Dit hoogste scenario is echter nog wel de basis voor het Stoom-scenario (met 4,9 graden opwarming in 2100). Wat betekent dit nieuwe inzicht voor de resultaten van de SEA? Hoe bruikbaar zijn de getallen nog?