

**Hydrologische mogelijkheden  
voor opzet van het zomerpeil  
op het IJsselmeer**





# **Hydrologische mogelijkheden voor opzet van het zomerpeil op het IJsselmeer**

Karen Meijer  
Joachim Hunink

1205221-002



**Titel**

Hydrologische mogelijkheden voor opzet van het zomerpeil op het IJsselmeer

|                |                      |                 |
|----------------|----------------------|-----------------|
| <b>Project</b> | <b>Kenmerk</b>       | <b>Pagina's</b> |
| 1205221-002    | 1205221-002-VEB-0001 | 23              |

**Samenvatting**

Het Programmabureau Deltaprogramma IJsselmeergebied (DPIJ) heeft in samenwerking met partijen in de regio, kennisinstellingen en adviesbureaus vier strategieën ontwikkeld, gericht op de lange termijn peilontwikkeling van het IJsselmeer, het Markermeer en de Randmeren. Twee van de vier strategieën beschrijven een peilopzet op het IJsselmeer in het voorjaar die groter is dan de huidige opzet van 20 cm. Hiervan gaat strategie 2 uit van 40 cm peilopzet en strategie 3 van 80 cm peilopzet. Eén van de vragen die beantwoordt moet worden voor het verder uitwerken van de strategieën is de vraag of de geplande opzet van het IJsselmeerpeil in het voorjaar haalbaar is. Met andere woorden: is de aanvoer vanuit de IJssel voldoende om in één maand, momenteel de maand april, van het winterpeil over te gaan naar het voorjaarspeil? Wanneer dit niet het geval is, kan dan eerder opzetten van het peil, of meer water van de Rijn afvoeren via de IJssel, bijdragen aan het behalen van het streefpeil? Dit rapport geeft de resultaten van een onderzoek naar deze drie vragen.




Voor het onderzoek zijn simulaties uitgevoerd met het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) versie 2.1. Voor de bepaling van de watervraag is gebruik gemaakt van eerder uitgevoerde simulaties in het kader van het Deelprogramma Zoetwater. Daarnaast zijn enkele nieuwe simulaties uitgevoerd met het distributiemodel, een onderdeel van het NHI.

Op basis van de resultaten van deze simulaties, en de gemaakte keuzes met betrekking tot watervraag, kan een aantal conclusies worden getrokken:

- Voor strategie 2 kan geconcludeerd worden dat de gewenste peilopzet alleen in zeer extreme gevallen niet haalbaar is.
- Voor strategie 3 kan geconcludeerd worden dat de gewenste peilopzet bij een gemiddelde watervraag goed haalbaar is (behalve in een extreem droog jaar), maar bij een watervraag die hoort bij een extreem droog jaar is de peilopzet gemiddeld niet haalbaar.
- Vervroeging van de peilopzet leidt in alle gevallen tot het behalen van de gewenste peilopzet. Alleen in jaren met een extreem lage waterbeschikbaarheid wordt de peilopzet mogelijk een decade te laat behaald.
- Voor strategie 3 en een watervraag die hoort bij een extreem droog jaar kan extra Rijnafvoer het tekort aan peilopzet aanvullen. Hiervoor zal 3% (voor een gemiddelde afvoer) tot 13% (bij een lage afvoer) van de Rijnafvoer extra naar de IJssel geleid moeten worden tijdens de vier decaden van peilopzet.

Op basis van deze resultaten kan geconcludeerd worden dat de peilstrategieën als hoekpunten realistisch zijn. Of extra maatregelen moeten worden genomen om vaker de gewenste peilopzet te behalen en of de voordelen van peilopzet opwegen tegen de nadelen zal in het vervolg van het Deltaprogramma IJsselmeer nader onderzocht moeten worden. Echter, de gevonden resultaten zijn afhankelijk van de watervraag. Aanbevolen wordt om de berekeningen te herhalen voor uiteenlopende watervraagscenario's, zodra hier meer inzicht in is vanuit het Deelprogramma Zoetwater.

**Referenties**

| Versie | Datum     | Auteur         | Paraaf  | Review           | Paraaf   | Goedkeuring | Paraaf  |
|--------|-----------|----------------|---|------------------|--|-------------|---|
|        | Jan. 2012 | Karen Meijer   |  | Emiel van Velzen |  | Ipo Ritsema |  |
|        |           | Joachim Hunink |   |                  |  |             |   |

**Status**

definitief





## Inhoud

|   |            |
|---|------------|
| <b>1 Inleiding</b>  | <b>1</b>   |
| <b>2 Aanpak, uitgangspunten en beperkingen</b>            | <b>3</b>   |
| 2.1 Geanalyseerde peilstrategieën                         | 3          |
| 2.2 Instrumentarium                                       | 3          |
| 2.3 Scenario's – vraag en aanbod                          | 4          |
| 2.4 Analyse stappen en berekeningen                       | 5          |
| 2.5 Uitgangspunten en aannames                            | 6          |
| 2.6 Beperkingen   | 6          |
| <b>3 Kan een verhoogd peil worden behaald?</b>            | <b>9</b>   |
| <b>4 Eerder beginnen met peilopzet</b>                    | <b>13</b>  |
| <b>5 Meer water naar de IJssel leiden in het voorjaar</b> | <b>17</b>  |
| <b>6 Conclusies en aanbevelingen</b>                      | <b>19</b>  |
| 6.1 Conclusies  | 19         |
| 6.2 Aanbevelingen   | 19         |
| <b>7 Referenties</b>                                      | <b>21</b>  |
| <br>  |            |
| <b>Bijlage(n)</b>   |            |
| <b>A Streefpeilen per decade</b>                          | <b>A-1</b> |



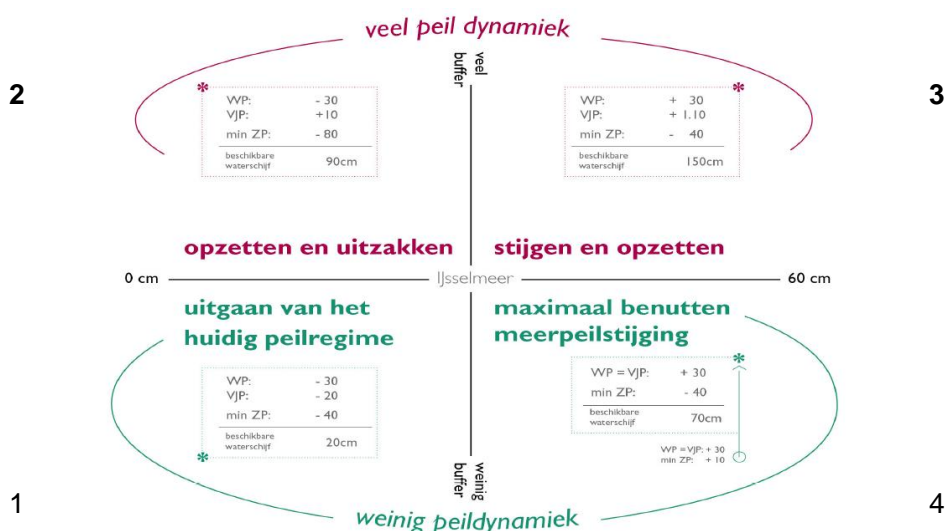


## 1 Inleiding

Het Programmabureau Deltaprogramma IJsselmeergebied (DPIJ) heeft in het voorjaar van 2011 vier strategieën ontwikkeld voor de lange termijn peilontwikkeling van het IJsselmeer (zie Figuur 1.1). De strategieën zijn ontwikkeld in samenwerking met partijen in de regio, kennisinstellingen en adviesbureaus.

Deze strategieontwikkeling vormde het einde van fase 1 van het Deltaprogramma IJsselmeergebied en brengt de hoekpunten van het speelveld in beeld. Dat wil zeggen dat deze strategieën de uitersten bevatten wat betreft het peilverloop waarbinnen mogelijke strategieën en voorkeursstrategieën in volgende fases verder kunnen worden uitgewerkt.

De vier strategieën variëren in winter-, voorjaars- en zomerpeil. In het huidige peilbeheer van het IJsselmeer vindt de overgang van het winterpeil naar het voorjaarspeil plaats in de maand april. Het zomerpeil geeft het minimale peilniveau aan tot waar uitgezakt mag worden. Het staat nog niet vast of het peil zolang mogelijk op voorjaarspeil wordt gehouden of al eerder zal uitzakken richting het minimale zomerpeil.



Figuur 1.1 Vier strategieën voor het peilbeheer van het IJsselmeer

Eén van de vragen die beantwoordt moet worden voor het verder uitwerken van de strategieën is de vraag of de geplande opzet van het IJsselmeerpeil in het voorjaar haalbaar is. Met andere woorden: is de aanvoer vanuit de IJssel voldoende om in één maand, momenteel de maand april, van het winterpeil over te gaan naar het voorjaarspeil?

Wanneer peilopzet met de huidige afvoerverdeling niet lukt gedurende de maand april, is het de vraag of peilopzet wel lukt wanneer eerder met opzetten wordt begonnen of dat een andere afvoerverdeling bij de Pannerdense Kop of IJsselkop uitkomst kan bieden.

Samengevat zijn er drie vragen die beantwoord moeten worden:

- 1 In welk percentage van de jaren kan de gewenste peilopzet in april worden behaald?
- 2 Is het zinvol in maart te beginnen met het opzetten van het peil?
- 3 Kan een andere verdeling van de afvoer over de Rijntakken bijdragen?

Om deze vragen te beantwoorden is een aantal simulaties uitgevoerd met het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium. Dit rapport geeft de resultaten van deze simulaties. Hoofdstuk 2 beschrijft in detail de uitgevoerde simulaties en de daarvoor gebruikte data en gedane aannames. Hoofdstuk 3, 4 en 5 gaan in op respectievelijk de vragen 1, 2, en 3. Hoofdstuk 6 sluit het rapport af met conclusies en aanbevelingen.

## 2 Aanpak, uitgangspunten en beperkingen

### 2.1 Geanalyseerde peilstrategieën

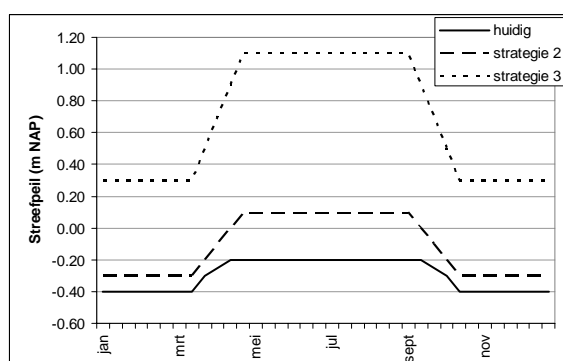
Voor de haalbaarheid van peilopzet is alleen het verschil tussen het winterpeil en het voorjaarspeil van belang. We gaan ervan uit dat in de winter altijd voldoende water beschikbaar is om het streefpeil te handhaven. Tabel 2.1 vat, voor de verschillende strategieën het winterpeil, het voorjaarspeil en het peilverschil, samen.

Tabel 2.1 Beoogd streefpeil in winter en voorjaar en benodigde peilopzet

| Strategie | Winterpeil (m NAP) | Voorjaarspeil (mNAP) | Verschil (cm) |
|-----------|--------------------|----------------------|---------------|
| 1         | - 0,30             | -0,20                | 10            |
| 2         | - 0,30             | +0,10                | 40            |
| 3         | +0,30              | +1,10                | 80            |
| 4         | + 0,30             | +0,30                | 0             |

In de huidige situatie vindt jaarlijks een peilopzet met 20 cm plaats. Strategieën 1 en 4 gaan uit van een kleinere peilopzet en hoeven dus op dit punt niet verder onderzocht te worden. Strategieën 2 en 3 gaan uit van een grotere peilopzet. De haalbaarheid van de peilopzet in deze twee strategieën is in deze studie onderzocht.

Voor de berekeningen is aangenomen dat het streefpeil de hele zomer op het voorjaarspeil blijft. Het peilverloop zoals dat voor de strategieën 2 en 3 is meegenomen in de berekeningen is weergegeven in Figuur 2.1. Bijlage A bevat per decade de waarden van de streefpeilen voor deze twee strategieën en voor de situatie waarin peilopzet een maand eerder begint.



Figuur 2.1 Streefpeil in de huidige situatie en onder strategieën 2 en 3

### 2.2 Instrumentarium

Het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) is het model dat voor waterverdeling en watervraag gebruikt wordt in het Deltaprogramma, als onderdeel van het Deltamodel. Het NHI wordt vooral toegepast in het Deelprogramma Zoetwater. In het NHI wordt de watervraag van de verschillende gebruikers bepaald en vervolgens de waterverdeling berekend. Met name de bepaling van de watervraag vergt veel rekentijd. De NHI module die de verdeling van het oppervlaktewater uitrekent, het distributiemodel (DM), heeft een veel kortere rekentijd. In het DM kunnen alternatieven voor peilstrategieën en voor de waterverdeling over de Rijntakken worden gedefinieerd.

Voor deze studie is gebruik gemaakt van resultaten van eerder uitgevoerde berekeningen van de watervraag in het kader van het Deelprogramma Zoetwater. Deze vraag is gebruikt in een aantal nieuwe berekeningen met het DM.

Versie 2.1 van het NHI is gebruikt. Het NHI wordt continu verder ontwikkeld en verbeterd. Momenteel is bekend dat in versie 2.1 met een te hoog minimaal gewenst debiet op het Noordzeekanaal is gerekend. Dit debiet is in versie 2.1  $37,5 \text{ m}^3/\text{s}$  in de zomer. In de nieuwe NHI versie is dit aangepast naar  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ .

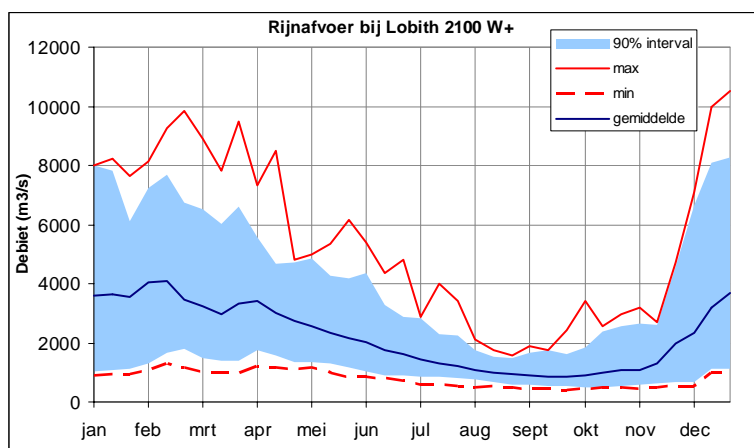
### 2.3 Scenario's – vraag en aanbod

De hoofdvraag die gesteld wordt is of voldoende water beschikbaar is voor een (extra) peilopzet in het voorjaar. Het IJsselmeer wordt voornamelijk gevuld door water dat wordt aangevoerd vanuit de IJssel. Water verlaat het IJsselmeer door het Noordzeekanaal, via afvoer over de Afsluitdijk en door inlaat van water naar het omliggende gebied. Deze laatste post is afhankelijk van de watervraag van het achterland. Overtollig water wordt door middel van spuien onder natuurlijk verval geloosd in de Waddenzee.

Zowel de wateraanvoer via de IJssel als de watervraag vanuit het omliggende gebied zijn sterk variabel en afhankelijk van seizoen en klimaat. Ook al vroeg in het voorjaar wordt water ingelaten naar de regio. Voor een realistische waterbalans en uitspraken over de haalbaarheid van peilopzet moeten onttrekkingen uit het IJsselmeer in het voorjaar worden meegenomen.

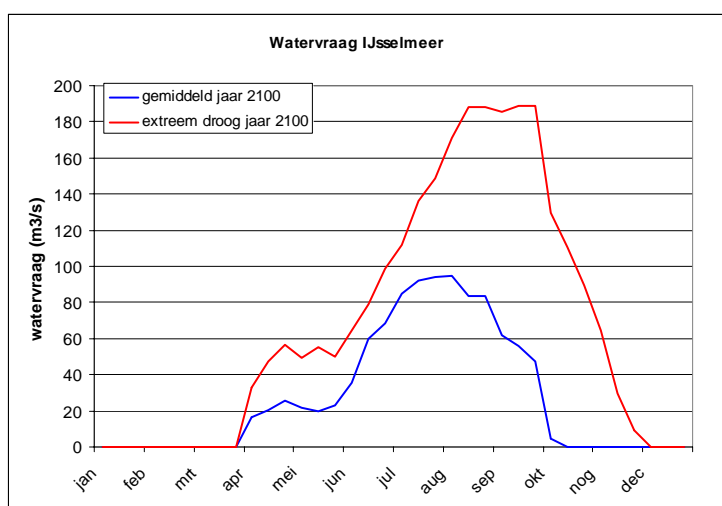
De haalbaarheid van de peilopzet wordt verkend voor de situatie in 2100 onder het klimaatscenario W+. Onder dit scenario zullen ten opzichte van de huidige situatie de aanvoer vanuit de IJssel, de neerslag en verdamping op het IJsselmeer zelf, en de watervraag veranderen. De zeespiegel verandert ook, maar dit is niet van belang voor de peilopzet in het voorjaar.

Voor rivierafvoer, neerslag en verdamping zijn tijdseries beschikbaar voor de periode 1961 tot en met 1993 (33 jaar). De series zijn in het kader van het Deelprogramma Zoetwater aangepast voor het 2100 W+ scenario (Klijn *et al.*, 2011). Voor dit onderzoek is met name de Rijnaafvoer van belang. De variatie in Rijnaafvoer per decade gedurende de 33 gesimuleerde jaren is weergegeven in Figuur 2.2. In deze figuur is het gemiddelde debiet per decade gedurende 33 jaar weergegeven, samen met het maximale en minimale debiet. Het blauwe vlak geeft het interval weer waar binnen 90% van de berekeningsresultaten zich bevindt. De 5% hoogste en 5% laagste waarden zijn hier buiten gelaten.



Figuur 2.2 Variaties in 33 jaar Rijnaafvoer bij Lobith geëxtrapoleerd naar het jaar 2100 onder het W+ scenario

Voor de situatie in 2100 zijn vanuit de berekeningen voor het Deelprogramma Zoetwater geen *tijdseries* van de watervraag beschikbaar. De watervraag in 2100 is alleen bepaald voor een gemiddeld jaar (gebaseerd op 1967) en een extreem droog jaar (gebaseerd op 1976). Voor het bepalen van deze watervraag is uitgegaan van de naar het jaar 2100 geëxtrapoleerde neerslag en verdamping. Voor veranderingen in het type land- en watergebruik is uitgegaan van het 'Regional Communities' (RC) scenario, een scenario met relatief veel landbouw. Dit landgebruikscenario is niet bepaald voor het jaar 2100, vanwege de grote onzekerheden in socio-economische ontwikkelingen. Het landgebruikscenario voor 2050 is gebruikt voor de bepaling van de watervraag in 2100. Figuur 2.3 geeft de watervraag weer voor de combinatie van hydrologie in 2100 volgens het klimaatscenario W+ en het RC landgebruikscenario voor 2050 voor een gemiddeld en een extreem droog jaar.



Figuur 2.3 Watervraag aan het IJsselmeer voor het gebied Noord Nederland

## 2.4 Analyse stappen en berekeningen

Voor het beantwoorden van de vragen zijn vijf stappen doorlopen:

- 1 Bepaling regionale watervraag.  
Zoals in de vorige paragraaf beschreven is uit eerdere berekeningen met het NHI de watervraag per decade vanuit de regio bepaald voor een gemiddeld jaar (1967) en voor een extreem droog jaar (1976). Dit is gedaan voor het klimaatscenario W+, voor het jaar 2100, in combinatie met een RC (Regional Communities) landgebruikscenario voor het jaar 2050.
- 2 Modelberekeningen DM (oppervlaktewaterverdeling)  
Met de in punt 1 bepaalde watervraag zijn de peilstrategieën 2 en 3 doorgerekend met het DM voor een variatie in hydrologie gedurende 33 jaar geëxtrapoleerd naar het jaar 2100 volgens het klimaatscenario W+. Het gaat hierbij om 4 simulaties, zoals samengevat in Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Samenvatting van de uitgevoerde simulaties voor de huidige timing en verdeling

| Simulatie | Peilstrategie | Watervraag         | Wateraanbod      |
|-----------|---------------|--------------------|------------------|
| 1         | 2             | Gemiddeld jaar     | 33 jaar variatie |
| 2         | 2             | Extreem droog jaar | 33 jaar variatie |
| 3         | 3             | Gemiddeld jaar     | 33 jaar variatie |
| 4         | 3             | Extreem droog jaar | 33 jaar variatie |

### 3. Frequentieanalyse

Op de resultaten is een frequentieanalyse uitgevoerd om te bepalen hoe vaak in 33 jaar het gewenste voorjaarspeil wordt behaald.

### 4. Effecten van vervroegen peilopzet

Stappen 2 en 3 zijn herhaald waarbij het opzetten van het peil niet op 21 maart, maar op 21 februari begint.

### 5. Effecten van veranderde verdeling over Rijntakken

We analyseren welk extra debiet naar de IJssel geleid zou moeten worden om de peilopzet in april te realiseren en welk percentage van de Rijnafvoer dit is.

## 2.5 Uitgangspunten en aannames

- Bij het bepalen van de watervraag is een eventuele toename in het landbouwareaal dat berekend kan worden buiten beschouwing gelaten, wat een onderschatting van de watervraag kan betekenen. Omdat nu niet al het landbouwareaal wordt berekend kunnen bodemvochttekorten niet worden aangevuld. Wanneer het areaal dat berekend kan worden toeneemt, kan hiermee de watervraag aan het IJsselmeer sterk toenemen. In het Deelprogramma Zoetwater wordt de komende tijd verkend bij welke mate en frequentie van bodemvochttekort boeren beregeningsinstallaties zullen aanschaffen en wat dit voor de watervraag betekent.
- De standaardinstellingen van NHI zijn gebruikt, waarbij Markermeer en Veluwerandmeren de huidige streefpeilen houden (Markermeer: zomer -0,20 m NAP, winter -0,40 m NAP, Veluwerandmeren zomer -0,05 m NAP, winter -0,30 m NAP). Het streefpeil voor het IJsselmeer is opgenomen zoals weergegeven in de tabel in Bijlage A.
- In de berekeningen kan het waterpeil door onttrekking uitzakken tot het huidige minimum zomerpeil van -0,40 m NAP. Wanneer dit peil bereikt is kan water niet langer worden ingelaten naar de regio. Een lager peil kan dan alleen nog optreden als gevolg van verdamping van water vanuit het IJsselmeer. In de berekeningen gaat het alleen om het voorjaar, daarom is het minimum zomerpeil niet aangepast aan de peilstrategie.
- De gebruikte versie van het NHI is versie 2.1.

## 2.6 Beperkingen

In het NHI vindt de overgang van het winterpeil naar het voorjaarspeil gespreid over drie of vier decaden plaats, afhankelijk van de mate van peilopzet. Dit is in de modelapplicatie opgenomen door voor iedere decade een apart streefpeil te definiëren. Wanneer het IJsselmeer boven streefpeil komt, zal het NHI dit water lozen naar de Waddenzee. Het is dus

mogelijk dat in de eerste twee (of drie) van de drie (of vier) decaden waarin peilopzet plaatsvindt er water geloosd wordt, terwijl in de laatste decade er onvoldoende water is om het streefpeil te behalen. Het zou correcter zijn wanneer in het NHI het streefpeil niet stapsgewijs maar in één keer wordt verhoogd. Bij de evaluatie van het behalen van het streefpeil kan vervolgens wel alleen naar de derde decade na de start van de peilopzet worden gekeken. Dit is echter momenteel niet het geval.

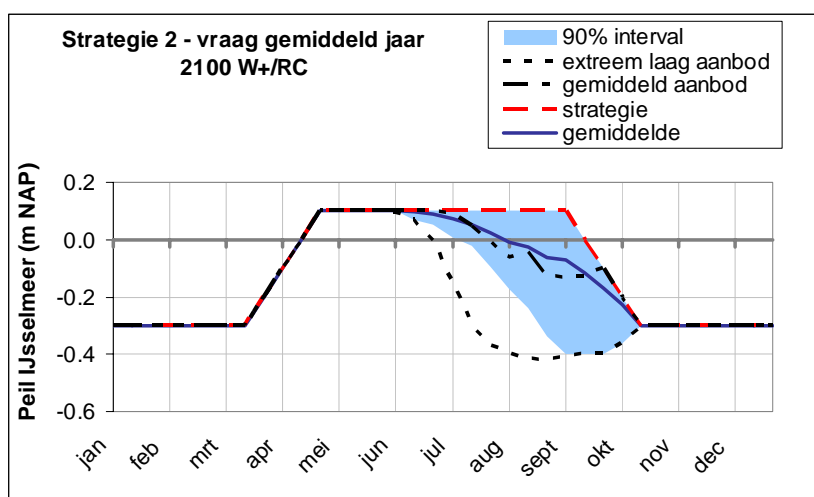




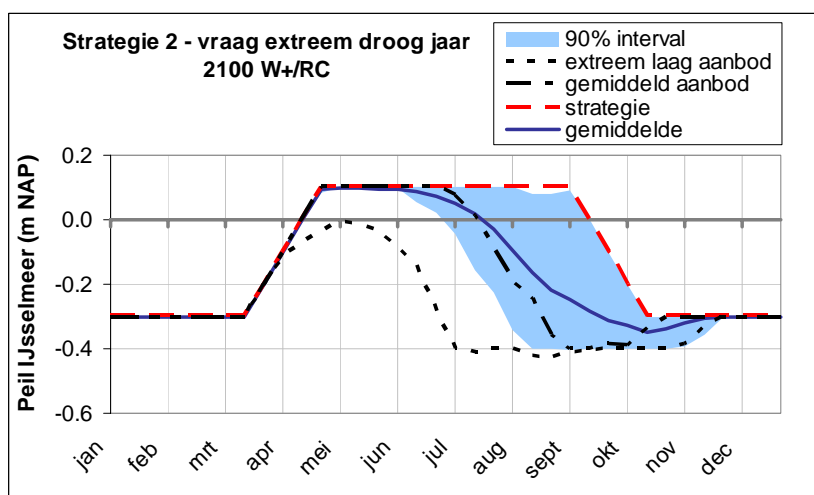
### 3 Kan een verhoogd peil worden behaald?

Voor peilstrategieën 2 en 3 is onderzocht hoe vaak de peilopzet behaald wordt voor een variatie in afvoer zoals die in 33 jaar zou kunnen optreden. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 3.1 tot en met Figuur 3.4. Figuur 3.1 en Figuur 3.3 gaan uit van een watervraag voor een gemiddeld jaar, Figuur 3.2 en Figuur 3.4 van een watervraag in een extreem droog jaar.

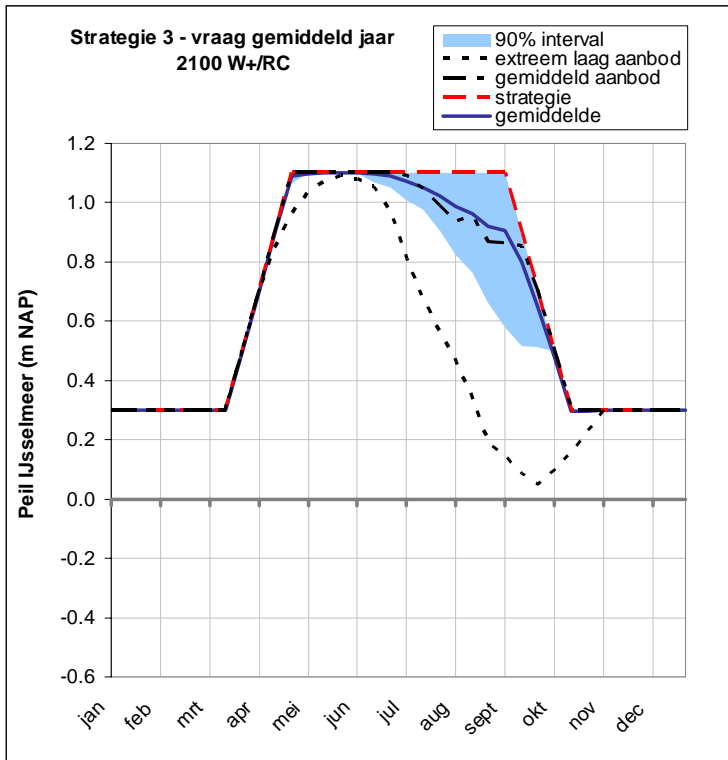
De figuren laten verschillende lijnen zien. Het blauwe vlak geeft het interval weer waarbinnen het berekende peil valt in 90% van de jaren. De 5% hoogste en 5% laagste waarden zijn hier buiten gehouden. Naast het gemiddelde resultaat per decade (doorgetrokken lijn) zijn ook het peilverloop in een jaar met een gemiddeld wateraanbod (1967) en een jaar met een extreem laag wateraanbod (1976) weergegeven. Hoewel het voor het beantwoorden van de vraag alleen gaat om de derde decade van april, is het peilverloop voor het gehele jaar weergegeven voor een duidelijker beeld.



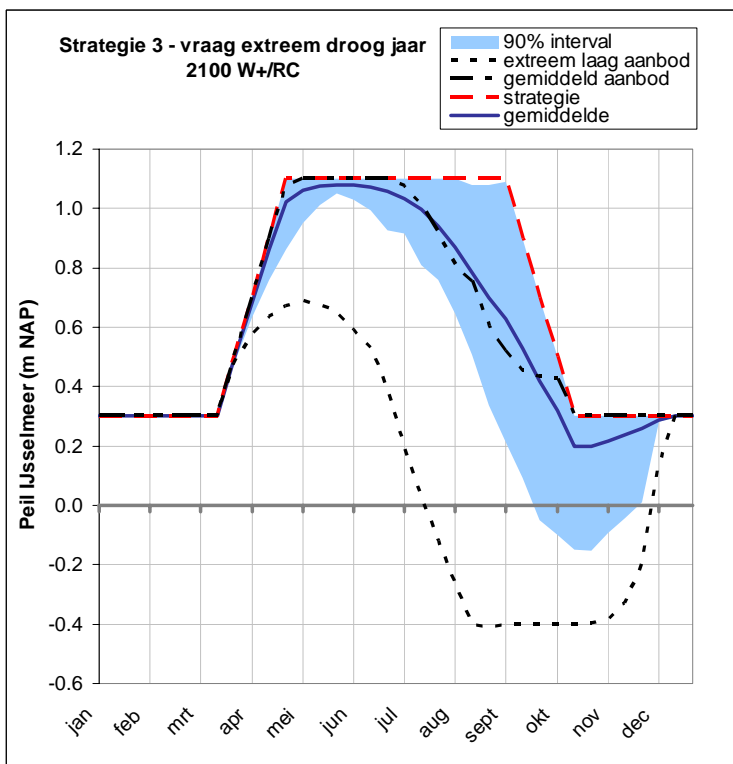
Figuur 3.1 Peilverloop bij strategie 2 en een gemiddelde vraag



Figuur 3.2 Peilverloop bij strategie 2 en een extreme vraag



Figuur 3.3 Peilverloop bij strategie 3 en een gemiddelde vraag



Figuur 3.4 Peilverloop bij strategie 3 en een extreme vraag

De figuren laten zien dat de peilopzet van strategie 2 altijd kan worden behaald wanneer van een gemiddelde watervraag wordt uitgegaan. Wanneer van een watervraag voor een extreem

droog jaar wordt uitgegaan wordt de peilopzet *alleen in jaren met een extreem laag wateraanbod* niet behaald. In 95% van de jaren wordt deze peilopzet dus wel behaald.

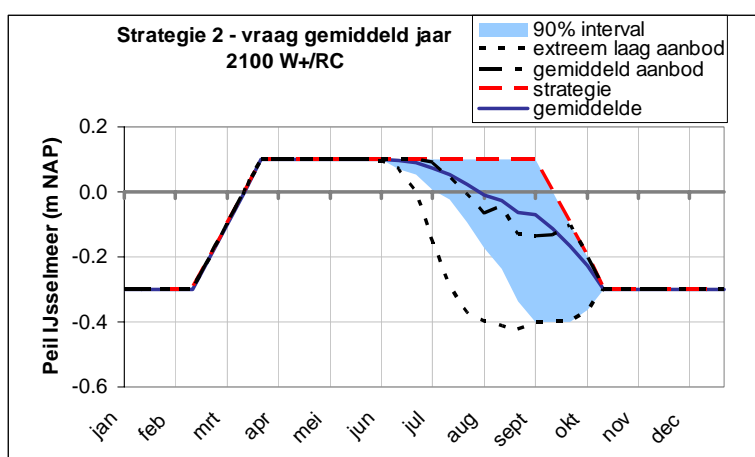
De peilopzet van strategie 3 wordt bij een gemiddelde watervraag vrijwel behaald in 95% van de jaren. In het jaar met een extreem laag wateraanbod zou de peilopzet bij een gemiddelde watervraag pas eind mei worden behaald. Wanneer van de watervraag in een extreem droog jaar wordt uitgegaan, wordt de gewenste peilopzet in 40% van de jaren behaald. Wanneer deze watervraag optreedt in een jaar met ook nog eens een extreem laag wateraanbod, kan slechts een peil 0,68 m NAP worden behaald in de maand mei.



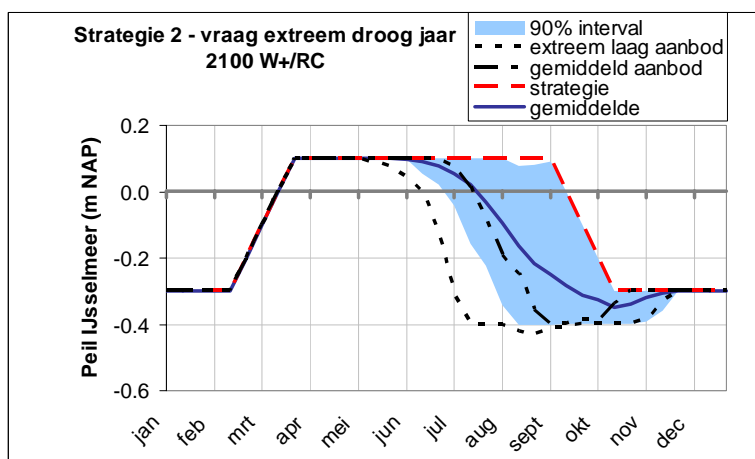
## 4 Eerder beginnen met peilopzet

Kan de peilopzet vaker worden behaald wanneer eerder in het jaar met de peilopzet begonnen wordt? Figuur 2.2 liet zien dat de afvoer van de Rijn vanaf begin februari afneemt. Tegelijkertijd begint vanaf maart de watervraag toe te nemen. Eerder opzetten lijkt dus de kans te vergroten dat de gewenste peilopzet behaald kan worden. Figuur 4.1 tot en met Figuur 4.4 laten de resultaten zien van de simulaties waarin de peilopzet niet in de derde decade van maart begint, maar al een maand eerder, in de derde decade van februari.

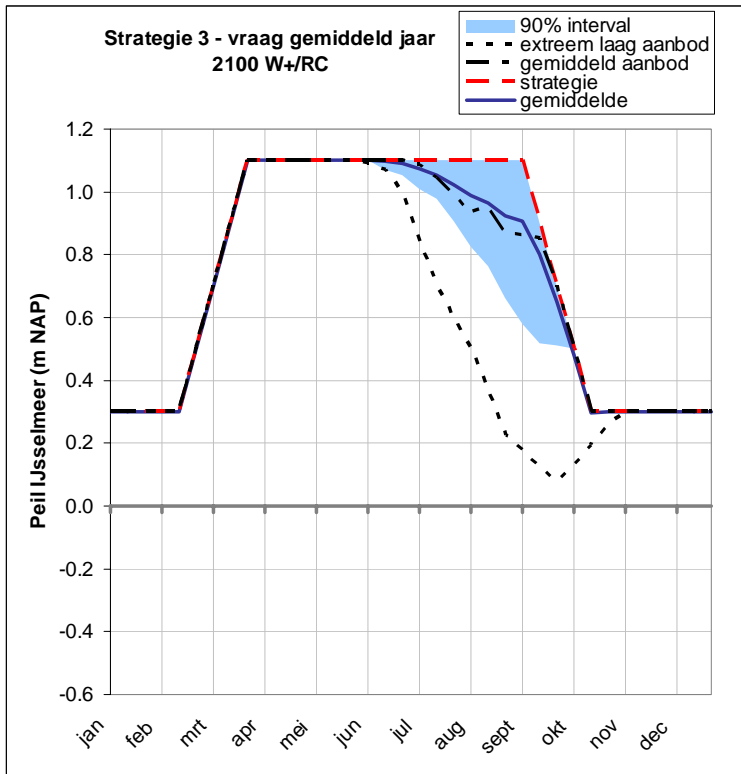
De figuren laten verschillende lijnen zien. Het blauwe vlak geeft het interval weer waarbinnen het berekende peil valt in 90% van de jaren. De 5% hoogste en 5% laagste waarden zijn hier buiten gehouden. Naast het gemiddelde resultaat per decade (doorgetrokken lijn) zijn ook het peilverloop in een jaar met een gemiddeld wateraanbod (1967) en in een jaar met een extreem laag wateraanbod (1976) weergegeven. Hoewel het voor het beantwoorden van de vraag alleen gaat om de derde decade van april, is het peilverloop voor het gehele jaar weergegeven voor een duidelijker beeld.



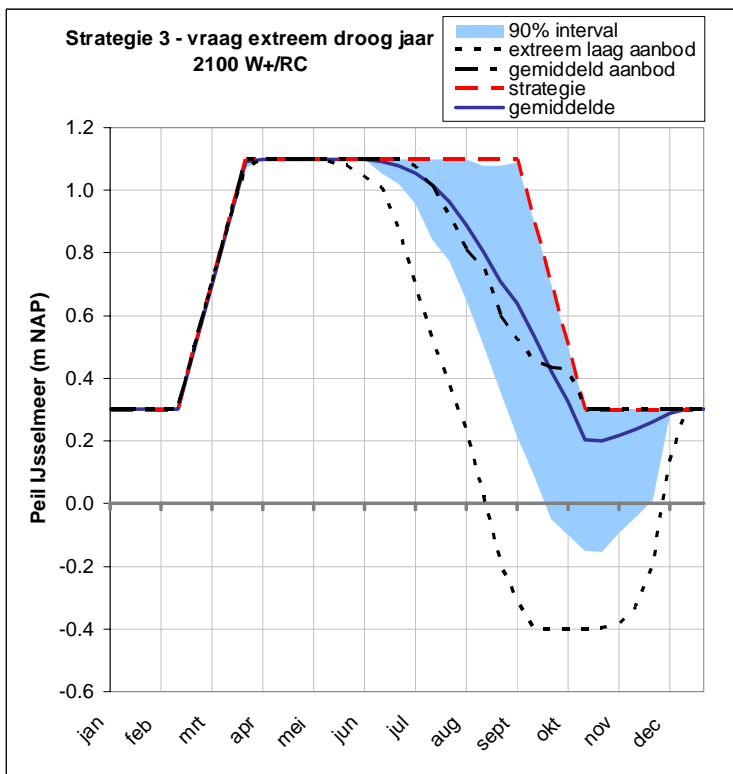
Figuur 4.1 Peilverloop bij strategie 2 en een gemiddelde vraag



Figuur 4.2 Peilverloop bij strategie 2 en een extreme vraag



Figuur 4.3 Peilverloop bij strategie 3 en een gemiddelde vraag



Figuur 4.4 Peilverloop bij strategie 3 en een extreme vraag



Bij een vervroeging van de peilopzet wordt in alle situaties de gewenste peilopzet behaald. Alleen bij strategieën waarbij gerekend is met een watervraag die overeenkomt met een extreem droog jaar wordt het streefpeil in sommige jaren net wat later behaald. Vervroeging van de peilopzet kan dus een zinvolle aanpak zijn. Uiteraard moet verder onderzocht worden in hoeverre de waterveiligheid dit toe laat.



## 5 Meer water naar de IJssel leiden in het voorjaar

In het vorige hoofdstuk is aangetoond dat een vervroeging van de peilopzet bijdraagt aan het behalen van de gewenste peilopzet in het voorjaar. Om zonder vervroeging van het opzetten toch de gewenste peilopzet te kunnen behalen kan ervoor worden gekozen meer water vanuit de Rijn naar de IJssel te sturen. Dit hoofdstuk bespreekt hoeveel extra debiet hiervoor nodig is voor strategie 3, voor een watervraag in een extreem droog jaar, voor de situatie onder het W<sup>+</sup>/RC scenario in het jaar 2100. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 5.1.

### *Hoeveel extra peilopzet is nodig?*

De extra peilopzet die nodig is is het verschil tussen het streefpeil en het gerealiseerde peil aan het einde van de periode van peilopzet. Het gerealiseerde peil varieert in de 33 gesimuleerde jaren. We kijken naar het gemiddelde peil en naar het peil dat in 95% van de jaren wordt behaald. Gemiddeld wordt een opzet van 0,86 m NAP gerealiseerd en is 0,24 m extra opzet nodig om de gewenste 1,10 m NAP te behalen. In 95% van de jaren wordt een opzet van 0,67 m NAP gerealiseerd (de onderkant van het blauwe interval in Figuur 3.4, voor de derde decade van april) en is dus 0,43 m extra opzet nodig om de gewenste 1,10 m NAP te behalen.

### *Welk volume aan water hoort hierbij?*

Voor de vertaling van centimeters peilopzet naar volume zijn we uitgegaan van een oppervlakte van het IJsselmeer van 120.000 ha. Voor 0,24 m extra opzet is een volume van 288 miljoen m<sup>3</sup> nodig, bij 0,43 m extra opzet gaat het om 516 miljoen m<sup>3</sup>.

### *Gemiddeld debiet tijdens decades van peilopzet?*

In de berekeningen zijn we ervan uit gegaan dat de peilopzet in een periode van vier decaden wordt gerealiseerd. Dit gebeurt in de periode van 21 maart tot en met 30 april. Het benodigde volume is omgerekend naar een gemiddeld debiet in deze periode van 41 dagen. Het benodigde debiet varieert dan van 108 m<sup>3</sup>/s (gemiddeld) tot 193 m<sup>3</sup>/s (in droge jaren, 95% van de tijd overschreden).

### *Welk percentage is dit van de Rijnafvoer bij Lobith?*

Om een gevoel te krijgen voor de hoeveelheid water presenteren we dit debiet als percentage van het debiet bij Lobith. Voor het gemiddeld behalen van de peilopzet kijken we hierbij naar de gemiddelde afvoer van de Rijn. Omdat jaren met een hoge vraag ook kunnen samengaan met jaren met een laag aanbod vanuit de rivieren, kijken we voor het behalen van de gewenste peilopzet in 95% van de jaren naar het debiet dat 95% van de tijd wordt overschreden. Samen geeft dit een bandbreedte aan van het percentage Rijndebiet dat extra naar de IJssel gestuurd zal moeten worden om, onder de aannamen gehanteerd in dit rapport, de gewenste peilopzet te realiseren.

Om bij de situatie van een hoge watervraag (extreem droog jaar) gemiddeld de peilopzet te behalen is 3% van de gemiddelde afvoer bij Lobith extra nodig gedurende de vier decaden van peilopzet. Wanneer de peilopzet in 95% van de jaren behaald moet worden is 13% van de 95% lage afvoer bij Lobith extra nodig gedurende de vier decaden van peilopzet

Tabel 5.1 *Benodigde extra Rijnafvoer naar de IJssel voor het behalen van de peilopzet voor de gemiddelde situatie en voor de situatie in 95% van de jaren (strategie 3, extreme watervraag, 2100 W<sup>+</sup>/RC)*

|  | Gemiddeld gerealiseerde peilopzet | In 95% van de jaren gerealiseerde peilopzet |
|--|-----------------------------------|---|
| Gerealiseerd peil (m)                    | 0.86                              | 0.67  |
| Benodigde extra opzet (m)                | 0.24                              | 0.43  |
| Volume (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) | 288                               | 516   |
| Debiet gedurende 41 dagen                | 108                               | 193   |
| Percentage van Rijnafvoer bij Lobith (%) | 3                                 | 13  |

## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

In dit rapport is verkend of strategieën voor peilopzet – de overgang van winter- naar zomerpeil - op het IJsselmeer hydrologisch gezien haalbaar zijn. Met andere woorden: is de wateraanvoer via de IJssel voldoende om deze peilopzet te behalen? Deze vraag is onderzocht voor de twee voorgestelde peilstrategieën die een groter verschil tussen winter- en voorjaarspeil hebben dan in de huidige situatie wordt aangehouden. In de huidige situatie is dit verschil 20 cm, in de peilstrategieën is dit 40 cm (strategie 2) en 80 cm (strategie 3).

Voor strategie 2 kan geconcludeerd worden dat de peilopzet alleen in zeer extreme gevallen niet haalbaar is. Voor strategie 3 kan geconcludeerd worden dat peilopzet bij een gemiddelde watervraag goed haalbaar is (behalve in jaren met een extreem laag wateraanbod). Bij een watervraag van een extreem droog jaar is de peilopzet gemiddeld echter *niet* haalbaar.

Vervroeging van de peilopzet leidt in alle gevallen tot het behalen van de gewenste peilopzet. Alleen in jaren met een extreem laag wateraanbod wordt de peilopzet mogelijk een decade te laat behaald.

Voor strategie 3 bij een watervraag van een extreem droog jaar kan extra Rijnaafvoer het tekort aan peilopzet aanvullen. Hiervoor zal 3%, voor een gemiddelde situatie, tot 13%, bij een lage afvoer, van de Rijnaafvoer extra naar de IJssel geleid moeten worden tijdens de vier decaden van peilopzet.

### 6.2 Aanbevelingen

Voor deze studie is zoveel mogelijk uitgegaan van al eerder uitgevoerde simulaties. Dit heeft geleid tot een aanpak waarin twee verschillende watervragen (voor een gemiddeld jaar en een extreem droog jaar onder het 2100 W+/RC scenario) zijn gecombineerd met 33 jaren variatie in hydrologie (neerslag, verdamping en rivierafvoer). Een beter inzicht kan worden verkregen wanneer het wateraanbod en de watervraag gezamenlijk bepaald zijn voor een serie van 33 jaar. Toch geven ook de huidige simulaties al een goed inzicht in wat zeer waarschijnlijk wel en wat niet kan.

Voor de simulaties in dit rapport zijn aannames gedaan met betrekking tot een watervraag in 2100 onder het klimaatscenario W+. De simulaties laten zien dat variaties in watervraag bepalen of het streefpeil in het voorjaar daadwerkelijk behaald kan worden. Door een toename van beregening van landbouwgewassen en een eventuele waterlevering aan West Nederland kan de watervraag aan het IJsselmeer sterk toenemen. Hier is in deze studie geen rekening mee gehouden. De keuzes met betrekking tot scenario's voor ontwikkeling van de watervraag zullen uiteindelijk bepalen of de voorgestelde peilstrategieën daadwerkelijk als hydrologische hoekpunten voldoen. Nieuwe inzichten met betrekking tot ontwikkelingen van de watervraag kunnen daarom aanleiding geven de analyses in dit rapport te herzien.

Voor een beter beeld is in de figuren in dit rapport het peilverloop gedurende het jaar weergegeven. Hierbij valt op dat in een groot deel van de jaren de gecreëerde buffer daadwerkelijk wordt gebruikt. In veel andere jaren zal de buffer niet worden gebruikt. De voordelen van het beschikbaar hebben van een buffer en daarmee het voorkomen van een laag waterpeil moeten worden afgewogen tegen de nadelen van het hebben van een hoog peil. Een effectbepaling op basis van frequenties van daadwerkelijk gerealiseerde peilen zal hier meer inzicht in moeten geven. Daarnaast zal bepaald moeten worden of de peilstrategie geschikt is wanneer deze altijd, gemiddeld of in bijvoorbeeld 95% van de jaren moet voldoen.



## 7 Referenties

Klijn, F., Maat, J., ter, Velzen, E. van, (eds.), 2011. Zoetwatervoorziening in Nederland. Landelijke analyse knelpunten in de 21<sup>e</sup> eeuw. Deltares rapport 1204358-002.





## A Streefpeilen per decade

|       |    | huidig | Huidig tijdstip peilopzet |             | Vervroegde peilopzet |             |
|-------|----|--------|---------------------------|-------------|----------------------|-------------|
|       |    |        | strategie 2               | strategie 3 | strategie 2          | strategie 3 |
| Jan.  | 1  | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |
|       | 2  | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |
|       | 3  | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |
| Feb.  | 4  | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |
|       | 5  | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |
|       | 6  | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.20                | 0.50        |
| Mrt.  | 7  | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.10                | 0.70        |
|       | 8  | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | 0.00                 | 0.90        |
|       | 9  | -0.30  | -0.20                     | 0.50        | 0.10                 | 1.10        |
| Apr.  | 10 | -0.25  | -0.10                     | 0.70        | 0.10                 | 1.10        |
|       | 11 | -0.20  | 0.00                      | 0.90        | 0.10                 | 1.10        |
|       | 12 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
| mei   | 13 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
|       | 14 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
|       | 15 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
| juni  | 16 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
|       | 17 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
|       | 18 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
| juli  | 19 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
|       | 20 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
|       | 21 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
| Aug.  | 22 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
|       | 23 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
|       | 24 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
| Sept. | 25 | -0.20  | 0.10                      | 1.10        | 0.10                 | 1.10        |
|       | 26 | -0.20  | 0.00                      | 0.90        | 0.00                 | 0.90        |
|       | 27 | -0.25  | -0.10                     | 0.70        | -0.10                | 0.70        |
| Okt.  | 28 | -0.30  | -0.20                     | 0.50        | -0.20                | 0.50        |
|       | 29 | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |
|       | 30 | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |
| Nov.  | 31 | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |
|       | 32 | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |
|       | 33 | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |
| Dec.  | 34 | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |
|       | 35 | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |
|       | 36 | -0.40  | -0.30                     | 0.30        | -0.30                | 0.30        |