

**Onderzoek nut en noodzaak
innamestation Spijkerboor**



Waterwinningbedrijf Brabantse Biesbosch N.V.

Onderzoek nut en noodzaak innamestation Spijkerboor

referentie	projectcode	status
RT782-1/kolm/008	RT782-1	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
Ir. E.S.J. van Tuinen	Ir. Th.G.J. Wiltjes	16 april 2013

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	Ir. E.S.J. van Tuinen	

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Doel	1
1.3. Leeswijzer	1
2. HUIDIGE SITUATIE	3
2.1. Beschrijving hoofdsysteem	3
2.2. Beschrijving componenten systeem	4
2.2.1. Pompstation Kerksloot	4
2.2.2. Bekken De Gijster	7
2.2.3. Bekken Honderd en Dertig	7
2.2.4. Bekken Petrusplaat	7
2.3. Waterkwantiteit	8
2.4. Waterkwaliteit	10
2.5. Knelpunten in de huidige situatie	11
3. TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN	13
3.1. Ontwikkeling watervraag	14
3.2. Ontwikkeling klimaat	14
4. SCENARIOBEREKENINGEN WATERBALANSEN	17
4.1. Modelkalibratie huidige situatie	17
4.2. Maatgevende scenario's	17
4.3. Modelberekeningen 2050 met huidig systeem	18
4.3.1. Modelinstellingen huidige situatie	18
4.3.2. Stijgende watervraag en langdurige innamestop	18
4.3.3. Huidige watervraag en toename innamestops	19
4.4. Perspectief vulcapaciteit	22
4.5. Modelberekeningen 2050 met realisatie Spijkerboor	22
4.6. Conclusie scenarioberekeningen	23
5. BIJKOMENDE OVERWEGINGEN	25
5.1. Inleiding	25
5.2. Zuiverende werking van De Gijster	25
5.3. Kortsluitstroming en korte verblijftijden in De Gijster	26
5.4. Suboptimale hydraulica	27
5.5. Suboptimale bedrijfsvoering	27
5.6. Hoog energieverbruik	28
5.7. Selectief innamebeleid	29
6. INDICATIEVE KOSTENRAMING INNAMESTATION SPIJKERBOOR	31
6.1. Algemeen	31
6.2. Resultaat	32
7. QUICKSCAN ALTERNATIEVE OPLOSSINGEN	33
7.1. Update of nieuwbouw ter plaatse van Kerksloot	33
7.2. Benutten Nieuwe Merwede als tweede anker	33
7.3. Aanvullende zuivering productielocatie Petrusplaat	34
7.4. Vierde spaarbekken	34

8. CONCLUSIES EN ADVIES	37
8.1. Algemeen	37
8.2. Conclusies huidige situatie	37
8.3. Conclusies toekomstige situatie	38
8.4. Resultaten scenarioberekeningen	38
8.5. Conclusies quickscan alternatieven	39
8.6. Conclusies kostenraming	40
8.7. Advies	40
laatste bladzijde	42
BIJLAGEN	aantal blz.
I Processchema's pompstation Kerkslot	2
II Gedetailleerde indicatieve kostenraming Spijkerboor	1

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

In het voorjaar van 2012 heeft Evides Waterbedrijf als operator een memo opgesteld voor de AvA Waterwinningbedrijf Brabantse Biesbosch N.V. (WBB), over de mindset voor een nieuw innamestation Spijkerboor. In dit memo wordt de conclusie getrokken dat de inname van Maaswater op dit moment niet toekomstbestendig is vanwege een aantal redenen:

- de capaciteit van het huidige pompstation Kerkstoot is maar net voldoende om in de zomermaanden de bekkens gevuld te houden;
- door kortsluitstromen bij de in- en uitlaatlocatie in De Gijster wordt de verblijftijd van spaarbekken De Gijster niet goed benut. Hierdoor is de totale verblijftijd in de drie spaarbekken korter dan bedoeld in het ontwerp van de spaarbekken;
- de huidige inlaatpompen ondervinden onevenredig veel schade door een onjuiste hydraulische positionering. Dit omdat pompstation Kerkstoot oorspronkelijk ontworpen is als transportpompstation, en niet als inlaatpompstation.

In de toekomst kunnen bovengenoemde zaken nog verergeren door klimaatveranderingen: meer verdamping vanuit de bekkens in de zomer, lagere rivierafvoeren, waardoor vaker en langer innamestops vanwege een slechte waterkwaliteit van de Maas, of te lage Maasafvoeren op zich. De beschikbaarheid van voldoende en schoon drink- en industriewater voor delen van Rotterdam, Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland kan dan onder druk komen te staan.

In 2011 heeft zich een situatie voorgedaan die past in dit beeld. Dit jaar werd gekenmerkt door grote droogte in april en mei. De innamecriteria zijn dat jaar opgerekt, om de watervoorraad in de bekkens op peil te houden. Het oprekken van grenzen heeft in dat jaar niet geleid tot het overschrijden van de drinkwaternormen, maar wel tot een toename van onbekende (antropogene) stoffen.

Indien bij een afnemende waterbeschikbaarheid tegelijkertijd de vraag naar schoon drink- en industriewater toeneemt als gevolg van dezelfde klimaatontwikkelingen of sociaaleconomische ontwikkelingen, kunnen toenemende knelpunten in de watervoorziening ontstaan (vraag groter dan het aanbod).

Een mogelijke oplossing voor deze knelpunten is een nieuw innamestation Spijkerboor, aan de oostkant van spaarbekken De Gijster.

1.2. Doel

Het doel van dit onderzoek is om het nut en de noodzaak van een nieuw te bouwen innamestation Spijkerboor nader te onderzoeken en te onderbouwen. Het resultaat van dit onderzoek is opgenomen in dit rapport.

1.3. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van de spaarbekken beschreven, met het accent op spaarbekken De Gijster en het huidige pompstation Kerkstoot. Hoofdstuk 3 beschrijft de toekomstige waterbalans, rekening houdend met de verwachte ontwikkelingen op het gebied van de watervraag en het wateraanbod. Daarbij wordt ook ingegaan op de gewenste innamecapaciteit van De Gijster.

In hoofdstuk 4 wordt het resultaat van enkele scenarioberekeningen beschreven. In hoofdstuk 5 komen enkele aanvullende overwegingen aan de orde. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de bouwkosten van een nieuw innamepompstation Spijkerboor. Hoofdstuk 7 bevat een quickscan van alternatieve oplossingen. In hoofdstuk 8 tenslotte worden de conclusies beschreven, en wordt een advies gegeven.

2. HUIDIGE SITUATIE

2.1. Beschrijving hoofdsysteem

Het huidige waterwinningsstelsel bestaat uit drie bekkens: De Gijster, Honderd en Dertig en Petrusplaat. Het vierde bekken dat op afbeelding 2.1 is weergegeven is niet gerealiseerd vanwege de status van nationaal landschap dat de Biesbosch verkreeg. Het plaatsvervangende bekken Jannezand in de gemeente Werkendam is ook niet gerealiseerd. Ook het innamestation Spijkerboor is niet gerealiseerd.

De werking van het stelsel op hoofdlijnen is als volgt. Vanuit De Amer (Maas) wordt water ingelaten in het eerste bekken De Gijster. Deze inlaat vindt plaats door het water in het bekken te pompen met pompstation Kerkslot. Dit bekken dient als voorraadbuffer, maar heeft ook een zuiverende werking die toeneemt naarmate de verblijftijd langer is. Er vindt destratificatie plaats. Het peil mag variëren in dit bekken, zo zakt het peil uit als er tijdelijk een innamestop plaatsvindt.

Vanuit De Gijster wordt het water verpompt naar het tweede bekken Honderd en Dertig. Dit bekken is een procesbekken en varieert niet in peil om de verblijftijd zo gelijkmatig als mogelijk te houden. Hierdoor vindt een verbetering van de waterkwaliteit plaats. In geval van nood (moeite vullen bekkens na een innamestop) kan er ook direct water uit De Amer ingelaten worden in Honderd en Dertig. De waterkwaliteit moet voor de geselecteerde parameters, met name bestrijdingsmiddelen, dan wel aan twee maal zo strenge normen voldoen om de gemiste zuiveringsbijdrage van De Gijster te compenseren.

Vanuit Honderd en Dertig wordt het water verpompt naar het laatste bekken, Petrusplaat, dat ook een procesbekken is. Het waterpeil in dit bekken is constant en er vindt een verdere kwaliteitsverbetering plaats, waaronder ontharding. Vanuit Petrusplaat wordt het water verpompt naar diverse drink- en industriewaterproductielocaties: Baanhoek, Kralingen, Berenplaat, Kraaijenberg, Wranghe en Braakman. Tevens wordt water voor de landbouw geleverd via een landbouwwaterleiding naar Midden-Zeeland.

De gebruikers van het water zijn burgers en industrie (drinkwater 65 volume %), industrie (rechtstreeks, 34 %) en de landbouw via de landbouwwaterleiding die naar Zeeuws-Vlaanderen is uitgelegd (1 %). De landbouw ontvangt direct het voorgezuiverde water uit Petrusplaat (zonder verdere behandeling).

In de navolgende paragrafen worden de kenmerken van het pompstation Kerkslot en de drie bekkens in meer detail weergegeven.

Afbeelding 2.1. Weergave bekken en transportsysteem drinkwaterproductielocatie Biesbosch, het vierde bekken (Zuiderklip) is niet aangelegd [bron: NV waterwinningbedrijf Brabantse Biesbosch, 1994]



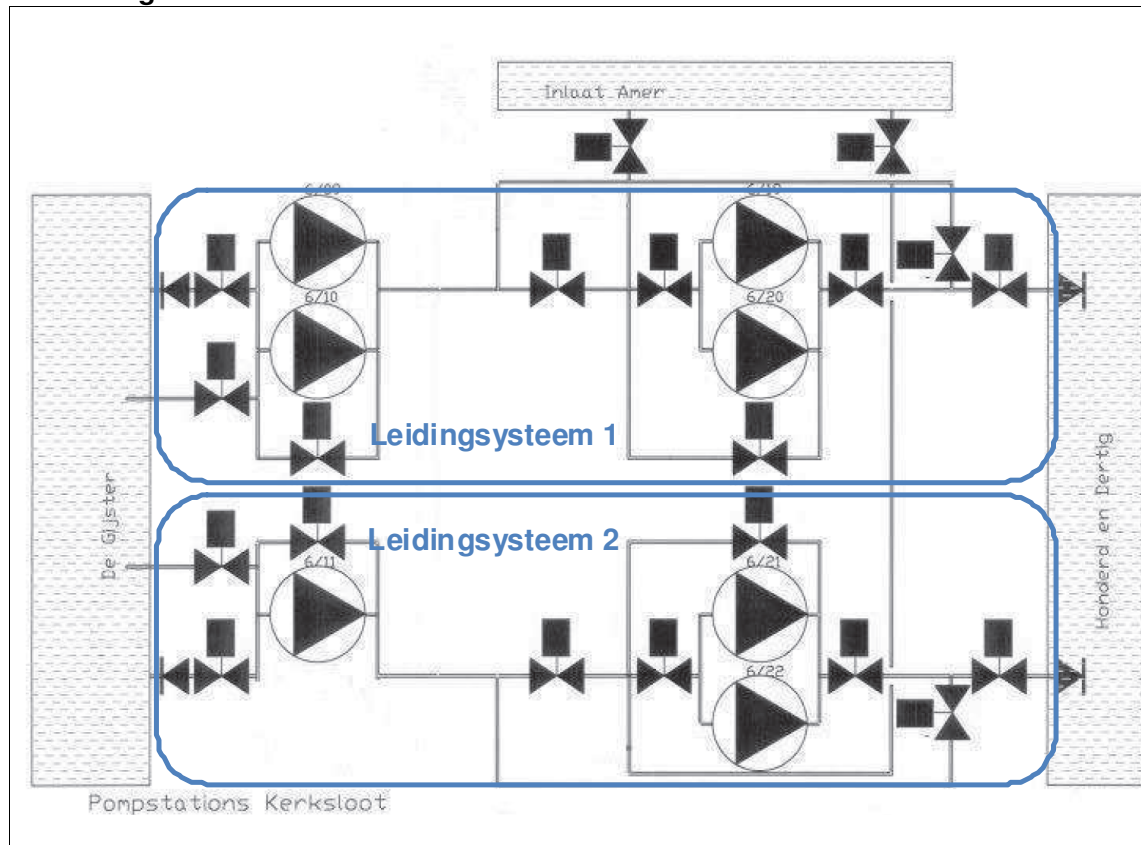
2.2. Beschrijving componenten systeem

2.2.1. Pompstation Kerkslot

Pompstation Kerkslot is in 1973 aangelegd als tijdelijk (nood)inlaatstation voor De Gijster. De tijdelijke functie bestond eruit dat er water in Honderd en Dertig ingelaten kon worden met het pompstation tijdens de aanleg van bekken De Gijster. Na realisatie van De Gijster zou het pompstation gebruikt gaan worden als doorvoerpompstation van De Gijster naar Honderd en Dertig. Daarnaast kon het pompstation als noodinlaatstation dienen voor De Gijster als de inlaat bij inlaatstation Spijkerboor niet mogelijk zou zijn of ontoereikend is. Doordat het innamestation Spijkerboor nooit is gerealiseerd, dient het pompstation Kerkslot sinds 1973 onbedoeld als regulier inlaatpompstation voor De Gijster en tevens doorvoerpompstation naar Honderd en Dertig.

Pompstation Kerkslot is met twee gescheiden inlaatkokers verbonden met het Gat van de Kerkslot, een zijtak van De Amer. Het pompstation is daarnaast met twee leidingen verbonden met De Gijster en Honderd en Dertig. Kerkslot heeft twee gescheiden leidingsystemen met ieder twee pompen. Aanvullend beschikt Kerkslot over een aanjaagstation met in totaal drie pompen. Het processchema van Kerkslot is weergegeven in afbeelding 2.2.

Afbeelding 2.2. Processchema Kerkstoot



De bedrijfsvoering van Kerkstoot is complex. In het kader op de volgende bladzijde is de bedrijfsvoering van de pompen nader gedetailleerd. De beschrijving is gebaseerd op de processchema's van de twee leidingsystemen (1 en 2), die zijn opgenomen in bijlage I.

Normale bedrijfsvoering

Tijdens de 'normale' bedrijfsvoering wordt Maaswater naar De Gijster gepompt en wordt gelijktijdig water van De Gijster naar Honderd en Dertig gepompt.

De pompen 6/21 en 6/22 (leiding 2) zijn de gebruikelijke inlaatpompen vanuit De Amer. De capaciteit is per pomp 4 m³/s. Van deze pompen draait er continu minimaal één, omdat er gemiddeld ongeveer 1,2 m³/s water wegzijgt uit de bekkens (106.000 m³/dag, bron: Evides 2012b). Het pompbedrijf is nu zo dat in het weekend (laag energietarief) beide pompen De Gijster vullen. Doordeweeks (hoog energietarief) wordt met één pomp gepompt (tenzij twee nodig zijn), waarbij De Gijster een beetje uit mag zakken. Het volgende weekend wordt dat dan weer 'ingehaald' met twee pompen.

Pompen 6/19 en 6/20 (leiding 1) zijn normaal gesproken als reserve aanwezig (bijvoorbeeld als één of meer van de andere pompen in onderhoud zijn). De capaciteit is per pomp 4 m³/s. Deze pompen kunnen indien nodig de inlaatcapaciteit aanvullen, maar dan kan via leiding 1 geen water naar Honderd en Dertig worden gepompt.

Pompen 6/19 t/m 6/22 hebben allen twee standen: hoog toeren of laag toeren. Hoogtoeren is nodig voor inlaat van De Amer naar De Gijster (dan vermogen circa 400 à 500 kW). Laagtoeren is nodig voor doorvoer van De Gijster naar Honderd en Dertig (dan vermogen circa 100 à 200 kW). Uit een opgave van WBB blijkt dat vanaf een peil in De Amer van +0,5 meter NAP problemen optreden met de pompen. De problemen verergeren indien het peil verder zakt en bij -0,25 m. à -0,35 m NAP schakelen de pompen automatisch uit.

Pompen 6/09 en 6/10 (leiding 1) hebben een variabel toerental en worden daarom normaal gesproken gebruikt voor de doorvoer van De Gijster naar Honderd en Dertig. Deze pompen staan continu aan, maar met variabel toerental. De capaciteit is 4 m³/s per pomp.

Samenvattend:

- Pompen 6/21 en 6/22 (4 m³/s per pomp): Amer→De Gijster
- Pompen 6/19 en 6/20 (4 m³/s per pomp): reserve
- Pompen 6/09 en 6/10 (4 m³/s per pomp): De Gijster→Honderd en Dertig

Nood bedrijfsvoering: innamestop

Indien de kwaliteit of kwantiteit van het Maaswater onvoldoende is, volgt een innamestop en wordt overgegaan op 'nood' bedrijfsvoering. In dat geval wordt water alleen van De Gijster naar Honderd en Dertig gepompt.

Pompen 6/09 en 6/10 (leiding 1) staan bij een innamestop continu aan. Pompen 6/19 t/m 6/22 (leiding 1 en 2) worden indien nodig bijgeschakeld, beide met een in dit geval laag toerental.

Samenvattend nood bedrijfsvoering:

- Pompen 6/09 en 6/10 (4 m³/s per pomp): De Gijster→Honderd en Dertig
- Pompen 6/19 t/m 6/22 (4 m³/s per pomp): reserve

Uitzonderlijke bedrijfsvoering

Bij een hoge watervraag en een schone Maas, kan Maaswater direct naar Honderd en Dertig worden gepompt. Dit is een uitzonderlijke situatie. De kwaliteitseisen gesteld aan het ingelaten Maaswater zijn voor de geselecteerde parameters op dat moment twee keer zo streng als normaal.

Samenvattend:

- Pompen 6/21 en 6/22 (4 m³/s per pomp): Amer→Honderd en Dertig of De Gijster
- Pompen 6/19 en 6/20 (4 m³/s per pomp): Amer→De Gijster of Honderd en Dertig
- Pompen 6/09 en 6/10 (4 m³/s per pomp): reserve

2.2.2. Bekken De Gijster

Het bekken De Gijster heeft een oppervlakte van ongeveer 320 ha. De bodem van het bekken ligt op een gemiddelde hoogte van NAP -12,0 m. Het laagste bedrijfsniveau van het bekken is NAP -7,5 m, dit vanwege de hoogteligging van de leiding die het water naar het bekken Honderd en Dertig transporteert (NAP -8,0 m). Daarnaast zijn lagere waterstanden onwenselijk vanwege verslechtering van de waterkwaliteit door een toename van kwel en nalevering en opwerveling van de waterbodem.

Het bruto volume van De Gijster is 39,4 miljoen m³. Netto is het volume 31,3 miljoen m³, doordat de onderste paar meter van het bekken niet gebruikt kunnen worden als buffer. Het streefpeil is NAP +6,5 m en de maximale waterstand is NAP +6,7 m. Bij deze waterstand treedt er een wegzijging op van 22 mm/d (70.000 m³/d, bron: Evides 2012b). Bij het minimumpeil van NAP -7,5 m treedt er kwel op: 12,5 mm/d (40.000 m³/d). Dit is een hoge waarde voor de wegzijging en een aanzienlijke term op de waterbalans (0,8 m³/s). Het bekken heeft een bufferende hoofdfunctie en een nevenfunctie voor waterkwaliteitsverbetering.

2.2.3. Bekken Honderd en Dertig

Het bekken Honderd en Dertig is een procesbekken van ongeveer 219 ha groot. De bodemhoogte is gemiddeld NAP -13,5 m, maar de waterstand mag niet verder dalen dan NAP +1,0 m vanwege de dijkconstructie. Hierdoor moet de waterstand in het bekken altijd hoger zijn dan De Amer waterstand. Het bruto volume van het bekken is 33,5 miljoen m³, netto bedraagt dit 9,3 miljoen m³. Bij het streefpeil van NAP +6,5 m treedt er wegzijging op in het bekken van 11 mm/d (24.000 m³/d, bron: Evides 2012b). Bij het minimum bedrijfspeil van NAP +1,0 m treedt nog 1 mm/d wegzijging op.

De maximale waterdoorvoer van bekken De Gijster naar bekken Honderd en Dertig is 16 m³/s als De Gijster volledig is gevuld. Alle 4 pompen van pompstation Kerkslot kunnen dan voor doorvoer worden ingezet. Bij een laag peil in De Gijster kunnen nog drie pompen worden ingezet. De maximale doorvoercapaciteit bedraagt dan nog 12 m³/s.

De maximale waterdoorvoer van bekken Honderd en Dertig naar bekken Petrusplaat bedraagt 18 m³/s (twee pompen van 9 m³/s).

2.2.4. Bekken Petrusplaat

Het bekken Petrusplaat is een procesbekken van ongeveer 105 ha groot. In het bekken vindt chemische ontharding plaats. De bodemligging is gemiddeld NAP -10,0 m en er is een sliblaag van 50 cm aanwezig. De waterstand mag in dit bekken ook niet lager worden dan NAP +1,0 m. Het bruto volume is 12,4 miljoen m³ en het netto volume 4,2 miljoen m³. Het verloop van de wegzijging is vrijwel gelijk aan dat van het bekken Honderd en Dertig: 11 mm/d (12.000 m³/d, bron: Evides 2012b) bij het streefpeil van NAP +6,3 m en nog 1 mm/d wegzijging bij de minimale waterstand van NAP +1,0 m.

Voor de levering van water vanuit bekken Petrusplaat naar de drink- en industriewaterproductielocaties bestaat een groeimodel, waarbij indien nodig de te leveren waterhoeveelheid kan worden uitgebreid.

2.3. Waterkwantiteit

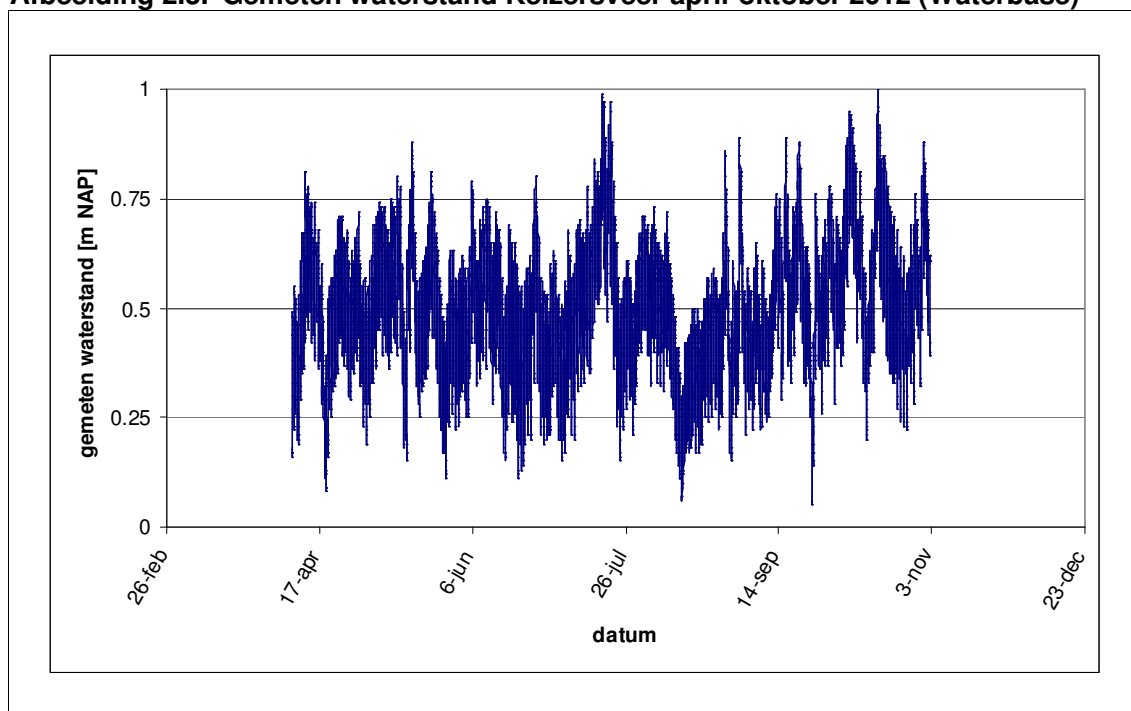
Waterbeschikbaarheid Amer

Conform afspraken met Rijkswaterstaat dient de restafvoer van de Maas altijd minimaal 25 m³/s te zijn. Bij een afvoer van de Amer van minder dan 29 m³/s dient daarom de inlaat volledig gestaakt te worden. Bij een afvoer van de Amer tussen 30 en 34 m³/s kan met 4 m³/s worden ingelaten. En vanaf een afvoer van de Amer van meer dan 34 m³/s kan worden ingelaten met 8 m³/s. Innamestops in verband met dergelijke lage Maasafvoeren hebben zich de afgelopen tien jaren enkele malen kortdurend (maximaal enkele dagen) voorgedaan.

Daarnaast kan de kwaliteit van het Maaswater onvoldoende zijn, waardoor een innamestop wordt afgekondigd. Daarover meer in de navolgende paragraaf.

Bij lage Amer waterstanden werkt het pompstation Kerkstoot hydraulisch niet meer optimaal en ontstaat cavitatie. Dit hangt samen met de oorspronkelijke functie van pompstation Kerkstoot als noodinlaatpompstation, waarbij de hydraulische werking niet is geoptimaliseerd. Onder meer het niveau van het inlaatpunt is hoger gelegen dan hydraulisch wenselijk is. Bij waterstanden onder NAP +0,50 m wordt daardoor een lager debiet geleverd en neemt de slijtage van de waaiers toe. Een waterstand onder NAP +0,50 m komt frequent voor: 48 % van de gemeten periode, zie afbeelding 2.3. Dit zijn zowel dagelijkse getijdeninvloeden als onderschrijdingen van enkele dagen achtereen wegens lage rivierafvoeren.

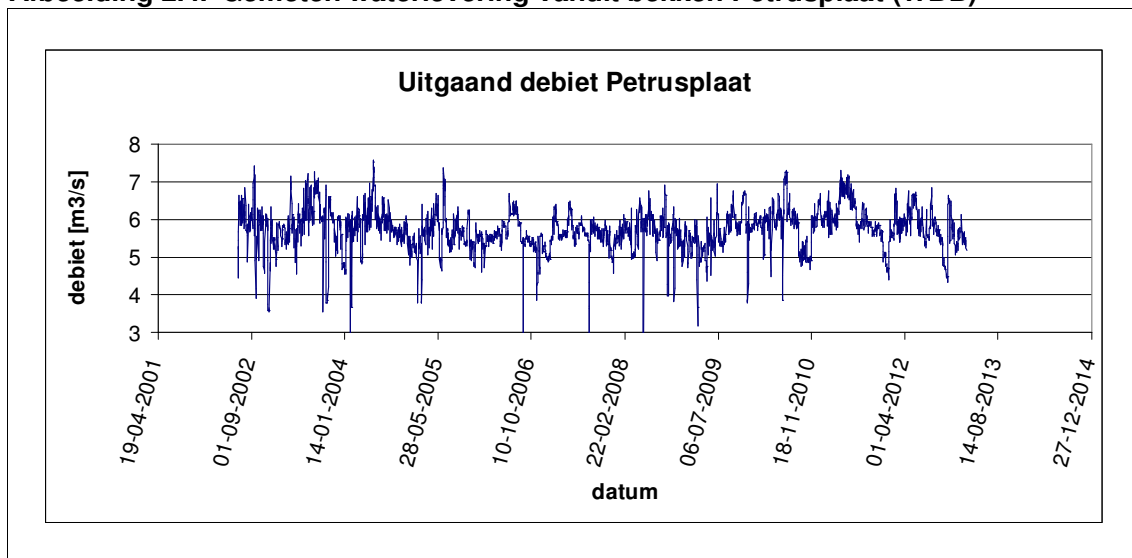
Afbeelding 2.3. Gemeten waterstand Keizersveer april-oktober 2012 (Waterbase)



Watervraag

De volledige watervraag van het voorzieningsgebied kan geleverd worden door het waterwinningsysteem. De levering in de periode 2002-2013 is weergegeven in afbeelding 2.4. De gemiddelde levering is 5,75 m³/s (50-percentiel) met incidentele pieken tot boven 7,0 m³/s in droge en warme perioden. De absoluut hoogst gemeten watervraag is 7,6 m³/s op 13 juni 2004. De structurele piekwaarde (90-percentiel) bedraagt 6,4 m³/s. Deze structurele piekwaarde wordt bijvoorbeeld in 2011 twee maanden aaneensluitend overschreden.

Afbeelding 2.4. Gemeten waterlevering vanuit bekken Petrusplaat (WBB)



Waterbalans op hoofdlijnen

Voor de verschillende watervragen kan een waterbalans op worden gesteld, waaruit kan worden afgeleid welk debiet beschikbaar is om het bekken De Gijster bij te vullen. In tabel 2.1 tot en met tabel 2.3 is dit weergegeven voor het gemiddelde debiet ($5,75 \text{ m}^3/\text{s}$), het structurele piekdebiet ($6,4 \text{ m}^3/\text{s}$) en het incidentele piekdebiet ($7,5 \text{ m}^3/\text{s}$). De vultijden geven aan hoe lang het duurt om het bekken bij te vullen als deze watervraag constant blijft over een lange periode. Bij de twee hoge watervragen zal de werkelijke vultijd korter zijn omdat de watervraag ook weer zal dalen en er dan weer meer water beschikbaar is voor het bijvullen van het bekken De Gijster. Uit de drie balansen blijkt dat er weinig capaciteit is om De Gijster bij te vullen als het peil is uitgezakt door een innamestop.

Tabel 2.1. Waterbalans gemiddelde watervraag

watervraag bekkens		waterinname bekkens	
watervraag	$5,75 \text{ m}^3/\text{s}$	vulcapaciteit max	$8 \text{ m}^3/\text{s}$
verlies wegzijging (3 bekkens samen)	$1,2 \text{ m}^3/\text{s}$	neerslag	$0 \text{ m}^3/\text{s}$ (conservatief, droge periode)
verlies verdamping (3 bekkens samen)	$0,2 \text{ m}^3/\text{s}^1$		
		reserve vulcapaciteit	$0,85 \text{ m}^3/\text{s}$
		vultijd	59 dagen
		na 7 dagen innamestop ($4,3 \text{ mlj m}^3$)	

¹ Range verdamping is $0,1$ (winter) tot $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (hoogzomer).

Tabel 2.2. Waterbalans structurele piekvraag

watervraag bekkens		waterinname bekkens	
watervraag	$6,4 \text{ m}^3/\text{s}$	vulcapaciteit max	$8 \text{ m}^3/\text{s}$
verlies wegzijging (3 bekkens samen)	$1,2 \text{ m}^3/\text{s}$	neerslag	$0 \text{ m}^3/\text{s}$ (conservatief, droge periode)
verlies verdamping (3 bekkens samen)	$0,2 \text{ m}^3/\text{s}^1$		
		reserve vulcapaciteit	$0,2 \text{ m}^3/\text{s}$

watervraag bekkens	waterinname bekkens
	vultijd 273 dagen na 7 dagen innamestop (4,7 mlj m ³)

¹ Range verdamping is 0,1 (winter) tot 0,4 m³/s (hoogzomer).

Tabel 2.3. Waterbalans incidentele piekvraag

watervraag bekkens	waterinname bekkens
watervraag 7,5 m ³ /s	vulcapaciteit max 8 m ³ /s
verlies wegzijging 1,2 m ³ /s (3 bekkens samen)	neerslag 0 m ³ /s (conservatief, droge periode)
verlies verdamping 0,2 m ³ /s ¹ (3 bekkens samen)	
	reserve vulcapaciteit -0,9 m ³ /s vultijd na 7 dagen innamestop (5,4 mlj m ³) bijvullen niet mogelijk

¹ Range verdamping is 0,1 (winter) tot 0,4 m³/s (hoogzomer).

2.4. Waterkwaliteit

Monitoring Maaswater

De kwaliteit van het innamewater (Maaswater) wordt op verschillende manieren gemonitord:

- internationaal meetnet, periodieke metingen van een grote hoeveelheid chemische parameters op meerdere locaties in de Maas in binnen- en buitenland. De minimale meetfrequentie is 13 keer per jaar;
- fysisch-chemisch, continue meting van temperatuur, zuurstofgehalte, elektrisch geleidingsvermogen, zuurgraad en troebeling. Grote verandering in deze parameters waarschuwen voor bijvoorbeeld een slibgolf in De Amer wegens een passerende hoogwatergolf. Vanaf het jaar 2000 wordt deze kwaliteit continu gemeten op het bovenstroomse meetpunt Keizersveer, en bij de inlaat vanuit de Amer bij Kerkslout;
- biologisch bewakingssysteem (BBS), omdat slechts een klein deel van alle chemische verontreinigingen (5 %) direct gemeten kan worden is aanvullend een BBS opgezet. Er zijn twee BBS'en actief: één met mosselen en één met watervlooien, die gevoelig zijn voor insecticiden. De BBS'en zijn actief sinds 2003.

Innamestops wegens slechte waterkwaliteit

In de huidige situatie komen zowel innamestops voor vanwege te hoge troebeling als vanwege het BBS. In de periode juni 2002 tot februari 2013 is de inlaat in totaal 367 dagen gesloten geweest, oftewel 9,4 % van de tijd (metingen WBB). Het jaar 2006 heeft de meeste innamestops (70 dagen) en de laatste 3 jaar de minste (18-25 dagen per jaar). Typische innamestops duren 7 dagen en vaak is er sprake van opeenvolgende innamestops waarbij enkele dagen bijgevuld kan worden tussen de stops door.

Na een innamestop kan er mogelijk versneld bijgevuld worden door een andere (nood)bediening van pompstation Kerkslout. Bekken Honderd en Dertig en De Gijster kunnen dan direct vanuit De Amer bijgevuld worden met een capaciteit van 2 x 8 tot 10 m³/s (dus totaal 16 tot 20 m³/s). Een harde voorwaarde voor deze veranderde bediening is dat de waterkwaliteit van De Amer voor de geselecteerde parameters aan een twee keer zo strenge norm voldoet, vanwege de verkorting van de verblijftijd van het water in de bek-

kens. In de metingen is terug te zien dat dit niet na alle innamestops het geval is. Bij sommige innamestops is er wel met verhoogd debiet bijgevuld voor enkele dagen tot maximaal één week.

Verbetering van waterkwaliteit in de bekkens

De waterkwaliteit ondergaat in het bekkensysteem een verbetering. De mechanismen die aan deze verbetering bijdragen zijn onder andere afvlakking, bezinking, oxidatie, sterfte, demineralisatie, degradatie en 'graas'. Voor al deze mechanismen geldt dat een langere verblijftijd in beginsel bijdraagt aan een verdergaande verbetering. Naast deze natuurlijke processen, vindt in het bekken Petrusplaat chemische ontharding plaats.

Voor afvlakking zijn 'getrapte bekkens die volledig gemengd zijn' optimaal, terwijl de andere mechanismen baat hebben bij 'propstroom' karakteristiek. Mede in het licht van de bellen beluchting (destratificatie) worden de bekkens als volledig gemengd aangemerkt.

In het bekkensysteem kan, onbedoeld, ook sprake zijn van kwaliteitsverslechtering. Dit kan optreden door belasting met dierlijk materiaal (vogels), atmosferische depositie en door chemisch-biologische processen. Er wordt destratificatie toegepast om algenbloei te beteugelen (lichtbeperking) en met name bij laag peil zijn maatregelen vereist om de bodembiologie in bedwang te houden (vermijding van afgifte van stoffen die leiden tot geur- en smaakproblemen).

Zowel beperking van het benutte volume van De Gijster, alsook kortsluitstromen bij in- en uitlaat, beperken de maximaal zuiverende bijdrage door De Gijster (zie ook paragraaf 5.1).

2.5. Knelpunten in de huidige situatie

De bestaande situatie kent een aantal knelpunten (zie verder ook hoofdstuk 5):

1. het pompstation Kerkslot is bedoeld als transportpompstation tussen De Gijster en de Honderd en Dertig. Al meer dan 40 jaar wordt het bedreven als inname- en als transportpompstation. Dit is in allerlei opzichten (inzetbaarheid, energie efficiëntie, functionaliteit en hydraulica) niet optimaal;
2. in samenhang met de functionaliteit van pompstation Kerkslot wordt het bekken De Gijster zowel qua capaciteit (snelheid van vullen na innamestop) en qua functionaliteit (kortsluitstromen beperken de zuiverende bijdrage) niet optimaal ingezet;
3. de capaciteit van het waterwinningsysteem lijkt in de huidige situatie ternauwernood voldoende. In het perspectief van een toenemende vraag en/of langere of regelmatigere innamestops, moet de capaciteit als een knelpunt worden aangemerkt. De innamecapaciteit bevindt zich op het 'kritieke pad': de structurele inname capaciteit van 8 m³/s is onvoldoende. Dit wordt thans (mede) ondervangen door aangepaste bedrijfsvoering protocollen. Maar een structureel verhoogde (beschikbare) inname capaciteit is gewenst. Dit wordt verder onderbouwd in hoofdstuk 3 en 4;
4. het uitzakken van het peil van De Gijster kan ook tot (interne) waterkwaliteitsproblemen leiden. In juni 2005 is het waterpeil in De Gijster met 3 m verlaagd in verband met een reparatie aan een dijk. Deze verlaging viel samen met een helder water fase, waardoor de fotische zone zich uitbreidde tot het ondiepe voorland en de onderwatertaluds in De Gijster. Hierdoor ontstonden daar optimale groeiomstandigheden voor bentische cyanobacteriën, die Geosmine produceren. Als gevolg hiervan namen het aantal geur- en smaakklachten over het drinkwater van productiebedrijf Berenplaat sterk toe, en moesten daartegen maatregelen worden getroffen. Dit knelpunt van Geosmine productie lijkt primair binnen de bedrijfsvoering te beteugelen, bijvoorbeeld door bodembewerking. Dit is echter wel erg arbeidsintensief en wordt daarom zoveel mogelijk vermeden.

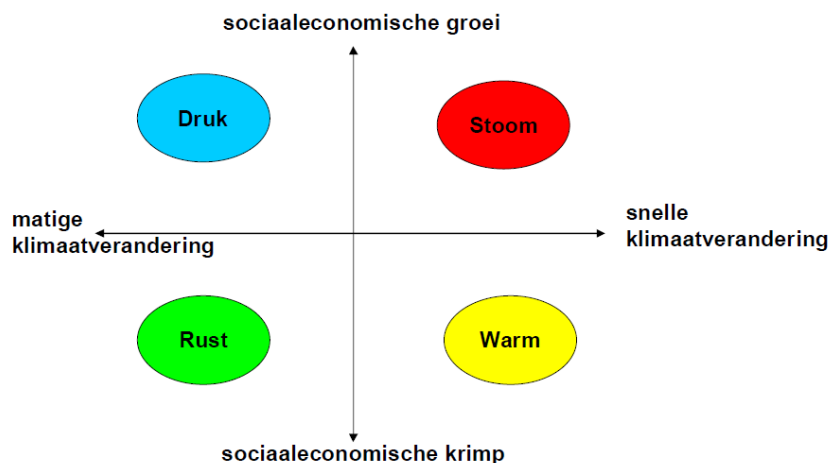
3. TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN

Er wordt momenteel gewerkt aan het Deltaprogramma Zoetwater, waarbij in 2015 een Del-
tabeslissing wordt genomen over de zoetwatervoorziening in Nederland op middellange en
lange termijn. Voor de knelpuntenanalyses wordt daarbij zowel landelijk als regionaal uit-
gegaan van vier mogelijke Deltascenario's voor 2050 (zie kader). Daarbij wordt meestal het
Deltascenario Stoom als maatgevend gekozen, om de bandbreedte van effecten ten op-
zichte van de huidige situatie in beeld te brengen. Dit scenario gaat uit van groei van de
economie en bevolking, in combinatie met een droger klimaat in de zomer (klimaatscena-
rio W+).

Deltascenario's 2050

In het Deltaprogramma Zoetwater worden in de periode 2011-2014 zowel op landelijk als regionaal niveau scenario-
analyses uitgevoerd voor de zoetwatervoorziening in droge perioden. Uitgangspunt voor die scenarioanalyses vor-
men de zogenaamde Deltascenario's, zie afbeelding 3.1.

Afbeelding 3.1. De Deltascenario's



naam scenario	KNMI klimaatscenario	landgebruik scenario PBL
referentie	huidig klimaat (circa 2010)	huidig landgebruik (circa 2006)
Deltascenario 1 Rust	G 2050	Regional Communities 2050
Deltascenario 2 Druk	G 2050	Global Economy 2050
Deltascenario 3 Stoom	W+ 2050	Global Economy 2050
Deltascenario 4 Warm	W+ 2050	Regional Communities 2050

Gezamenlijk spannen de vier Deltascenario's voor het hele speelveld de mogelijke toekomsten op. Voor het wa-
terinnamesysteem van de Biesboschbekkens is met name het scenario Stoom bepalend voor toekomstige knelpun-
ten. In het scenario Stoom neemt de sociaaleconomische groei, en daarmee de drink- en industriewaterwatervraag
toe. Gelijktijdig is er sprake van een snelle klimaatverandering (KNMI klimaatscenario W+).

Bij het W+-scenario neemt de neerslag in de zomer met 19 % af, en de potentiële verdamping met 15 % toe. Het
verdampingsoverschot neemt hierdoor sterk toe. Omdat dit bij W+ in geheel West-Europa gebeurt, nemen ook de ri-
vierafvoeren van Rijn en Maas in droge perioden af. Hierdoor neemt de potentieel beschikbare hoeveelheid aan-
voerwater vanuit deze rivieren navenant af. Hierdoor zullen er 's zomers lagere rivierafvoeren optreden, waardoor
vaker en langer innamestops vanwege onvoldoende waterkwaliteit aan de orde zullen zijn.

3.1. Ontwikkeling watervraag

In de knelpuntenanalyse zoetwater Zuidwestelijke Delta die is uitgevoerd in het kader van het Nationale Deltaprogramma Zoetwater wordt, op basis van verstrekte gegevens van Evides, in het deltasценario Stoom uitgegaan van een stijging van de drinkwatervraag met 33 % en een stijging van de industriewatervraag met 66 % [Programmabureau Zuidwestelijke Delta, 2012]. De huidige watervraag bestaat voor 65 % uit drinkwaterlevering en 35 % levering aan industrie. Er is ook een levering via de landbouwwaterleiding naar Midden-Zeeland, maar deze bedraagt slechts 0,6 % van de totale levering. Deze getallen betreffen jaarlijkse volumes. De stijgingen worden met name veroorzaakt door de bevolkingsgroei en economische groei.

Dit betekent dat de totale watervraag in het scenario Stoom in 2050 met 44 % toeneemt ten opzichte van de huidige situatie. Dit betekent een gemiddelde watervraag van 8,3 m³/s en een structurele piekvraag van 9,2 m³/s. Deze hoeveelheden zijn met het huidige systeem niet te leveren door de beperkte innamecapaciteit.

In het scenario RUST neemt de watervraag voor drinkwater af met 6 % en de vraag voor industriewater toe met 33 %. De gezamenlijke toename van de watervraag is in dit scenario 7,5 %. Dit betekent een gemiddelde watervraag van 6,2 m³/s en een structurele piek van 6,9 m³/s. Bij een structurele piekvraag na een innamestop kan De Gijster dan niet meer met de normale bedrijfsvoering worden aangevuld. Met andere woorden, het huidige systeem is zelfs voor het conservatieve groei scenario (RUST) onvoldoende.

3.2. Ontwikkeling klimaat

De ontwikkeling van het klimaat, onafhankelijk van de sociaal economische veranderingen, kan invloed hebben op:

- neerslag en verdamping;
- waterstanden Amer;
- lagere rivierafvoeren;
- waterkwaliteit Maas.

Neerslag en verdamping

Voor de neerslag en verdamping geldt in het klimaatscenario W+ dat de verdamping met gemiddeld 15 % toeneemt door hogere temperaturen en dat de neerslag met 19 % afneemt in de zomer, met langere droge perioden. In de winter neemt de neerslag met 14 % toe. Op jaarbasis (2012) komt dit neer op 560.000 m³ extra verdamping en 640.000 m³ verminderde neerslag. In de winter neemt de neerslag met 430.000 m³ toe. Het effect hiervan op Petrusplaat is beperkt, de verminderde waterbeschikbaarheid van neerslag en verdamping bedraagt 1,3 % van de waterlevering in de zomerperiode.

Waterstanden Amer

De Amer ter plaatse van Kerksloot staat onder invloed van de Maas en de Noordzee. Uit de berekeningen die zijn uitgevoerd voor het Deltaprogramma volgt dat de waterstanden ter plaatse van het pompstation niet veel zullen gaan wijzigen. Enerzijds is er een verlagend effect van lagere rivierafvoeren, anderzijds een verhogend effect door zeespiegelstijging.

Lagere rivierafvoeren

Conform afspraken met Rijkswaterstaat dient de restafvoer van de Maas altijd minimaal 25 m³/s te zijn. Bij lagere afvoeren van de Maas zullen deze situaties zich vaker en langer voordoen, waarbij de inlaat vanuit de Amer tijdelijk zal moeten worden gestaakt.

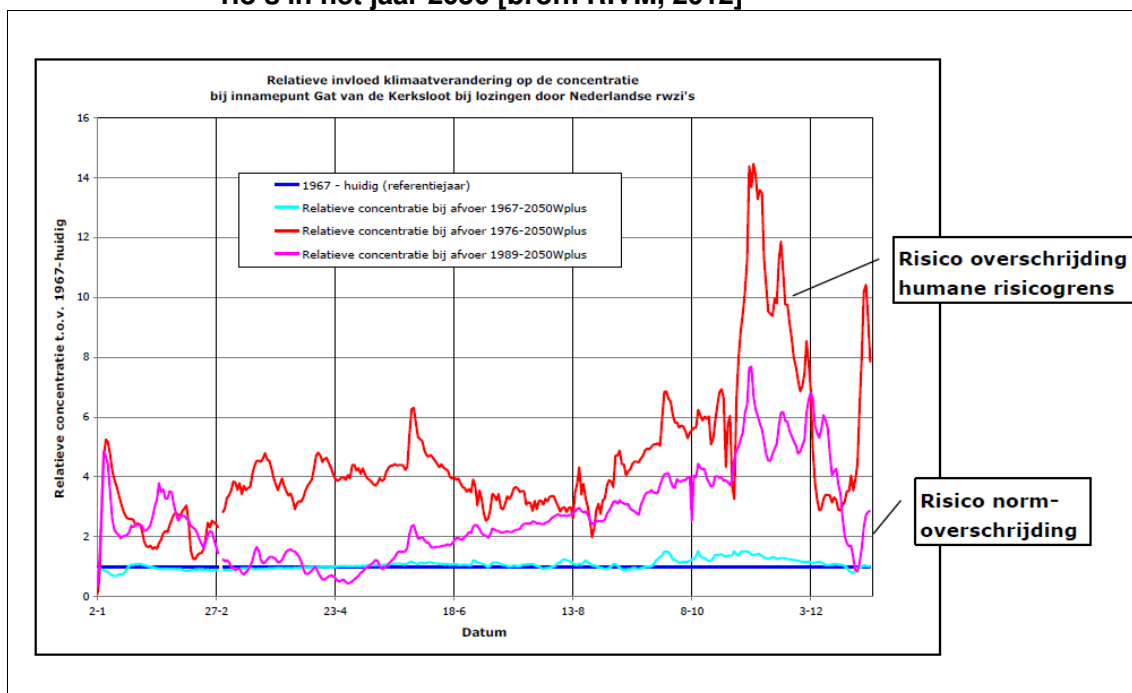
Lagere afvoeren en waterkwaliteit Maas

In het rapport 'Effecten klimaatontwikkeling op de waterkwaliteit bij innamepunten voor drinkwater, analyse van stofberekeningen' [RIVM, 2012] is op basis van het Deltascenario Stoom voor verschillende type jaren een voorspelling gedaan van de waterkwaliteit van het innamewater ter plaatse van Gat van de Kerksloot. Er is voor verschillende type jaren berekend wat als gevolg van lagere Maasafvoeren de toename van concentraties is ter plaatse van het innamepunt (afbeelding 3.2). Hierbij is er door het RIVM van uitgegaan dat een verdubbeling van de huidige concentraties een risico geeft op normoverschrijding en daarmee een risico op een innamestop. In afbeelding 3.2 zijn de verwachte effecten weergegeven, voor de volgende kenmerkende jaren uit het Deltaprogramma (2050):

- gemiddeld jaar T= 2 jaar (als 1967): risico op normoverschrijding neemt licht toe ten opzichte van de huidige situatie;
- gemiddeld droog jaar T = 10 jaar (als 1989): risico op normoverschrijding totaal 234 dagen/jaar en 179 dagen aaneengesloten;
- zeer droog jaar T = 100 jaar (als 1976): risico op normoverschrijding totaal 345 dagen/jaar.

De door RIVM gehanteerde uitgangspunten zijn relatief extreem en de aldus geprojecteerde consequenties worden door ons beoordeeld als een 'worst-case benadering'.

Afbeelding 3.2. Relatieve toename concentraties onder verschillende klimaatscenario's in het jaar 2050 [bron: RIVM, 2012]



4. SCENARIOBEREKENINGEN WATERBALANSEN

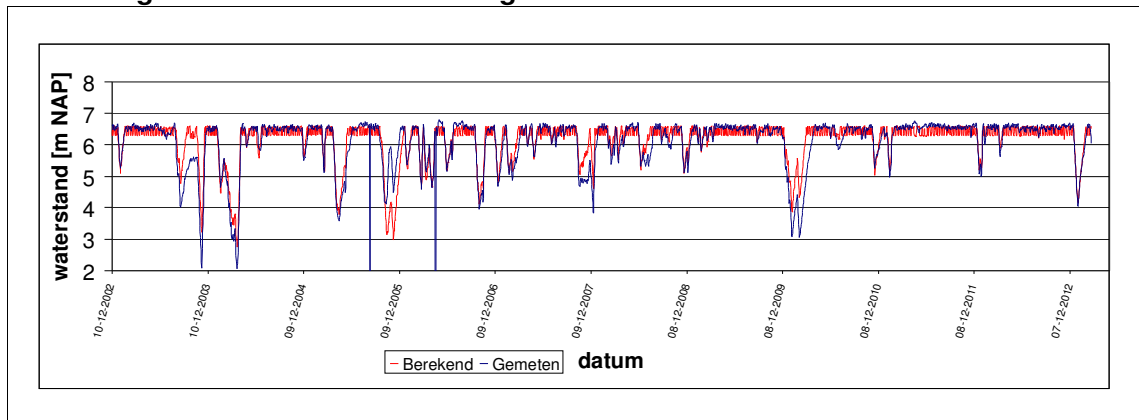
In dit hoofdstuk zijn de berekeningsresultaten weergegeven van de waterbalansen waarmee enkele toekomstscenario's zijn doorgerekend. Hierbij zijn eerst berekeningen uitgevoerd met het huidige waterwinningsysteem en daarna berekeningen met een grotere vulcapaciteit.

4.1. Modelkalibratie huidige situatie

Van de bekkens De Gijster, Honderd en Dertig en Petrusplaat is een Sobekmodel gemaakt dat de waterstanden in de bekkens berekent en de uitwisseling tussen de bekkens. Neerslag, verdamping en kwel zijn in dit model opgenomen. Bij de kalibratie is ook rekening gehouden met verminderde vulcapaciteit bij lage Maaswaterstanden en verhoogde vulcapaciteit als er direct gevuld kan worden in het bekken Honderd en Dertig. In deze paragraaf wordt kort de afstemming van het model op de metingen weergegeven. Opgemerkt wordt dat er geen debietmetingen van pompstation Kerksloot zijn, en dat de debieten daarom worden afgeleid uit een theoretische pompcurve.

In afbeelding 4.1 is de gemeten waterstand in het bekken De Gijster weergegeven en uitgezet tegen de berekende waterstanden bij de huidige innamestops in de periode 2002-2013. De waterstands dalingen worden over het algemeen goed benaderd door het model. Opvallend is wel dat veel van de langdurige onderschrijdingen door het model sneller bijgevuld worden dan volgens de metingen. Dit zou kunnen betekenen dat de pompen slechter functioneren dan de theoretische pompcurve aangeeft.

Afbeelding 4.1. Modelkalibratie huidige situatie



4.2. Maatgevende scenario's

Voor de berekeningen in dit hoofdstuk wordt uitgegaan van een toekomstige situatie die eens in de 10 jaar voorkomt, oftewel het T= 10 droogtejaar 1989. Om de maximale bandbreedte van effecten in beeld te brengen is eerst een worst-case scenario gedefinieerd. Om vervolgens inzicht te krijgen in de werking van het bekkensysteem bij minder extreme innamestops (het is immers nog geen 2050) worden in hoofdstuk 4 de volgende situaties geanalyseerd:

1. innamestop 179 dagen achtereen en 234 dagen in totaal in één jaar (worst-case benadering op basis van voorspellingen RIVM);
2. verdubbeling van de huidige lengte van innamestops: van 9,4 % van de tijd naar 18,8 % van de tijd. Gemiddeld duurt een innamestop 2 weken achtereen;
3. innamestop van 2 maanden achtereen;

4. innamestop van 2 weken, vervolgens 2 weken inname mogelijk en weer 2 weken innamestop.

De herhalingsstijd van de innamestop situaties 1 en 2 is in het Deltascenario Stoom ongeveer 10 jaar. De situaties 3 en 4 komen frequenter voor, maar een exacte herhalingsstijd is niet te geven.

4.3. Modelberekeningen 2050 met huidig systeem

4.3.1. Modelinstellingen huidige situatie

Met het huidige waterwinningsstelsel kan onder de normale bedrijfsvoering het bekken De Gijster gevuld worden met een debiet van 8 m³/s bij normale waterstanden en met 10 m³/s bij een lage waterstand in De Gijster van NAP -1,50 m. De doorvoer naar bekken Honderd en Dertig bedraagt maximaal 8 m³/s en is gemiddeld ongeveer 6,0 m³/s. In het model wordt geen gebruik gemaakt van de uitzonderlijke situatie dat het bekken Honderd en Dertig direct gevuld kan worden, omdat dan een zeer goede waterkwaliteit op De Amer als eis gesteld wordt en de concentraties in de toekomst juist naar verwachting zullen stijgen.

De bedrijfspeilen van de bekkens zijn als volgt:

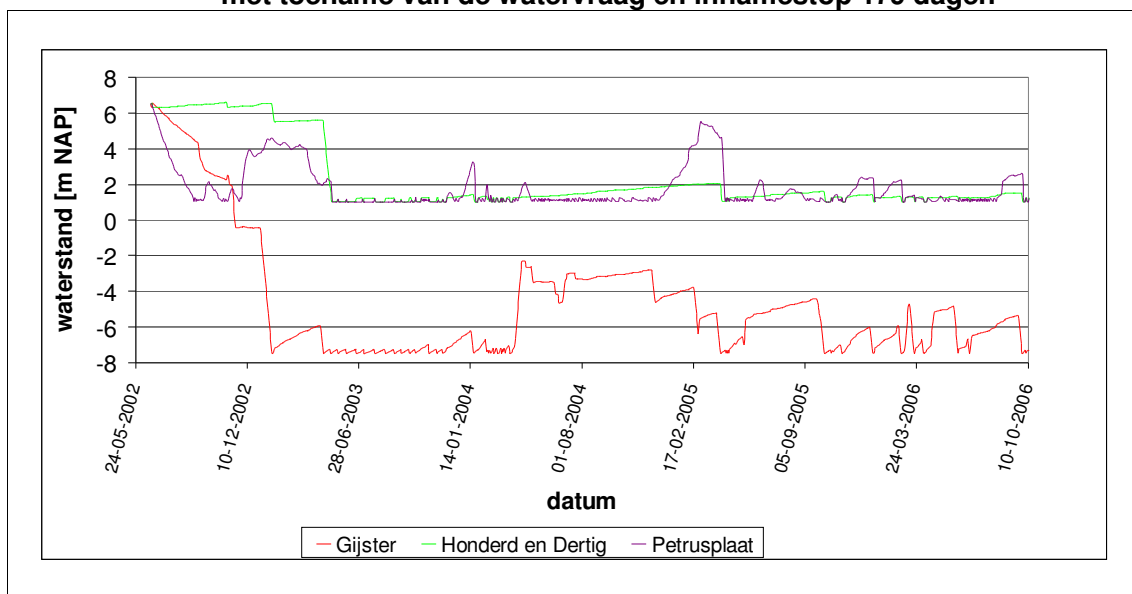
- normaal bedrijfspeil is NAP +6,5 m;
- minimumpeil De Gijster = NAP -7,5 m;
- minimumpeil Honderd en Dertig en Petrusplaat = NAP +1,0 m vanwege de dijkconstructies.

De navolgende berekeningen voor het huidige stelsel zijn met deze modelinstellingen doorgerekend.

4.3.2. Stijgende watervraag en langdurige innamestop

In het scenario met toename van de watervraag met 44 % en een langdurige innamestop van 179 dagen schiet het huidige stelsel ruim te kort. Al voor de lange innamestop van 179 dagen (start april 2003) zakt De Gijster uit en kan niet meer bijgevoerd worden omdat de watervraag de vulcapaciteit overstijgt. Tijdens de innamestop zakken alle drie de bekkens uit naar het minimumpeil (NAP -7,5 m De Gijster en de andere twee bekkens NAP +1,0 m) en dient de waterlevering gestaakt te worden. Na de innamestop kunnen de bekkens niet op peil worden gebracht als er tegelijkertijd water geleverd wordt. In afbeelding 4.2 zijn de berekende waterstanden weergegeven. Deze berekening toont mede aan dat een toename van de watervraag met 44 % extreem is en dat het hele stelsel daar niet op berekend is. Voor alle vervolgberekeningen wordt daarom uitgegaan van de huidige watervraag.

Afbeelding 4.2. Berekende waterstanden in de drie bekkens bij het huidige systeem met toename van de watervraag en innamestop 179 dagen



4.3.3. Huidige watervraag en toename innamestops

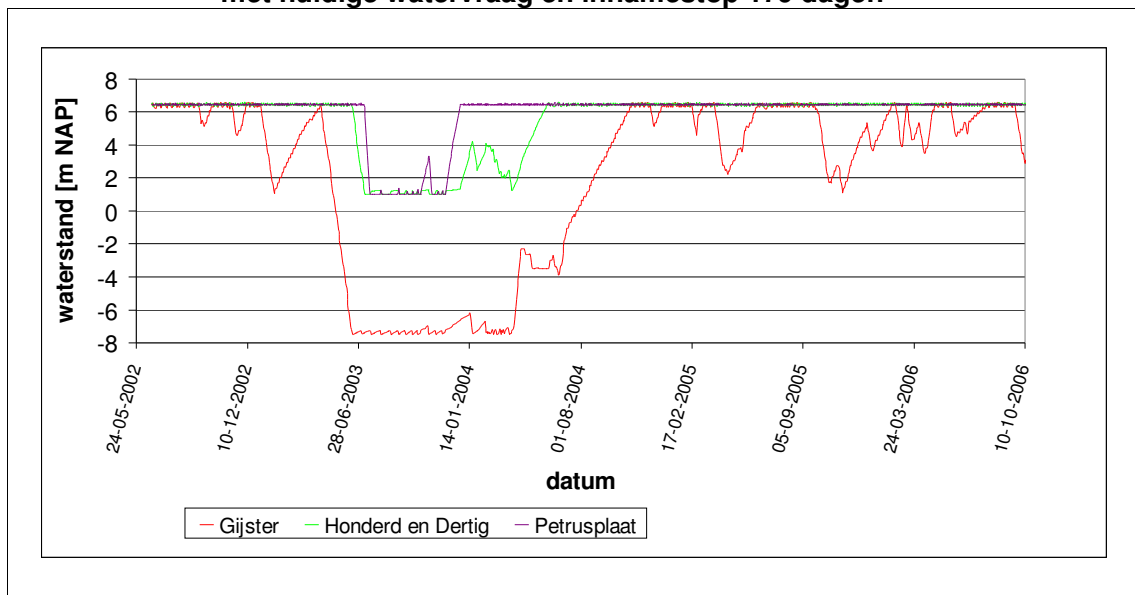
De toekomstscenario's in deze paragraaf gaan uit van de huidige gemeten watervraag.

Innamestop 179 dagen

In afbeelding 4.3 zijn de berekende waterstanden in alle drie de bekkens weergegeven bij een innamestop van 179 dagen aaneengesloten en 234 dagen in totaal. Vanaf 1 januari 2003 is er eerst een innamestop van 24 dagen gesimuleerd, waarbij De Gijster wel uitzakt maar de andere twee bekkens op peil blijven. Vervolgens kan er tot 19 april bijgevuld worden voordat de lange innamestop start. In deze bijvulperiode is De Gijster net weer op peil voordat deze weer uit gaat zakken. Na twee maanden is het minimumpeil bereikt van NAP -7,5 m in De Gijster en begint Honderd en Dertig ook uit te zakken. Na 24 dagen heeft deze ook het minimumpeil bereikt. Petrusplaat bereikt 9 dagen later het minimumpeil. Na ongeveer 3 maanden staan alle drie de bekkens dus op minimumpeil. De innamestop duurt dan nog ongeveer 3 maanden, waarin er geen water geleverd kan worden vanaf Petrusplaat.

Na de innamestop duurt het ongeveer 1 maand voordat het bekken Petrusplaat weer volledig op peil is. Honderd en Dertig volgt 6 maanden later en ten slotte wordt De Gijster weer op volledig op peil gebracht 11 maanden na het einde van de innamestop. Bij deze vultijden is overigens wel rekening gehouden met de werkelijke innamestops die geregistreerd zijn in 2004.

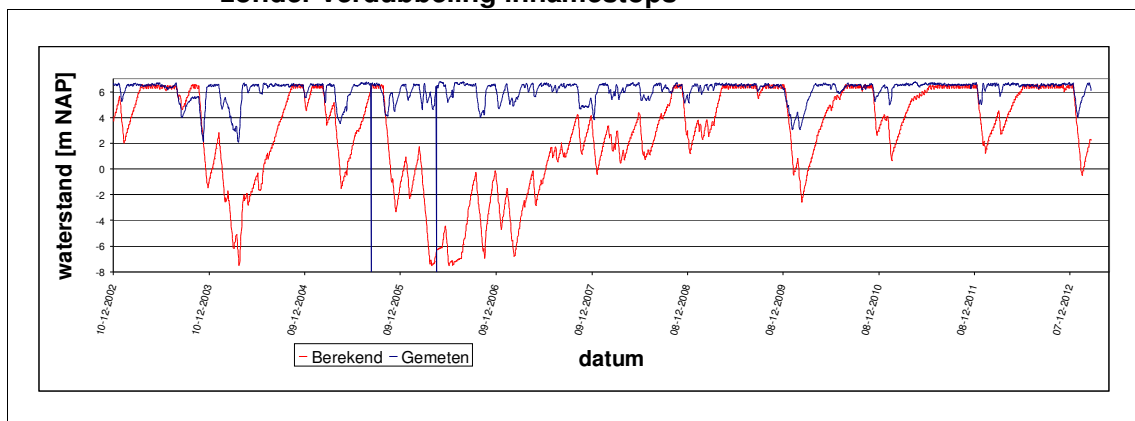
Afbeelding 4.3. Berekende waterstanden in de drie bekkens bij het huidige systeem met huidige watervraag en innamestop 179 dagen



Innamestop verdubbeling t.o.v. huidige situatie

Bij een verdubbeling van de huidige innamestops, maar geen lange innamestop van 179 dagen, blijft het mogelijk om Petrusplaat op peil te houden. De waterstand in De Gijster zakt wel meer uit waardoor deze zeer vaak onder het streefpeil van NAP 6,5 m staat. In de jaren 2005, 2006 en 2007 wordt het streefpeil niet gehaald. Enkele keren wordt het minimumpeil van De Gijster bereikt. Het bekken Honderd en Dertig zakt daardoor een enkele keer uit tot NAP 4,0 m. De verblijftijden van het water in het bekken De Gijster worden sterk bekort. Hierdoor wordt de waterkwaliteitsverbetering in De Gijster kleiner.

Afbeelding 4.4. Berekende waterstand in De Gijster bij het huidige systeem met huidige watervraag en verdubbeling innamestops, als referentie (blauwe lijn) is de gemeten waterstand in de huidige situatie weergegeven zonder verdubbeling innamestops

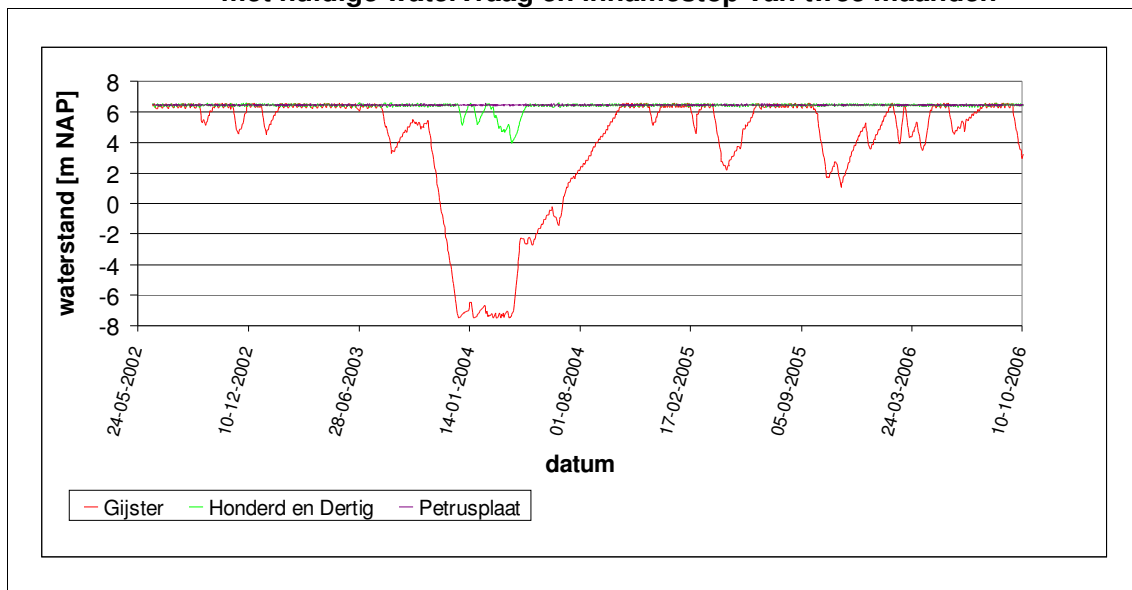


Innamestop 2 maanden

Tijdens een innamestop van 2 maanden wordt het minimumpeil van De Gijster bereikt, aan het eind van de periode zakt ook Honderd en Dertig uit naar NAP 4,0 m. De waterkwaliteitsverbetering in De Gijster en Honderd en Dertig neemt hierdoor af. Petrusplaat blijft op peil. De innamestop is gesimuleerd van 30 oktober 2003 tot 30 december 2003. Het bek-

ken De Gijster is op 12 oktober 2004 weer volledig op peil, zie afbeelding 4.5. Dat is ruim 9 maanden na het einde van de innamestop.

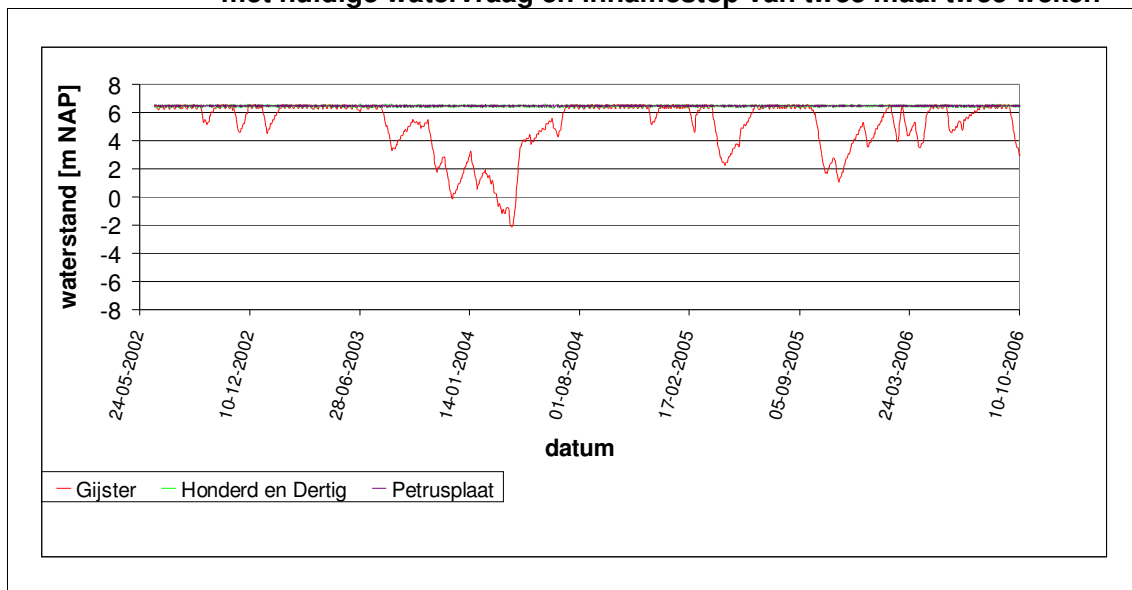
Afbeelding 4.5. Berekende waterstanden in de drie bekkens bij het huidige systeem met huidige watervraag en innamestop van twee maanden



Innamestop twee maal twee weken

Afbeelding 4.6 laat de berekeningsresultaten zien voor een innamestop van twee weken, gevolgd door 2 weken bijvullen en daarna een tweede innamestop van twee weken. In het model zijn deze innamestops opgelegd vanaf 30 oktober 2003. Tijdens deze innamestops zakt de waterstand alleen in De Gijster weg tot NAP 0,0 m. In 2004 zijn de werkelijk innamestops opgelegd, waarbij te zien is dat de waterstand van De Gijster nog niet op peil was, maar op NAP 3,0 m. Door de innamestops in 2004 zakt de waterstand verder weg naar NAP -2,0 m.

Afbeelding 4.6. Berekende waterstanden in de drie bekkens bij het huidige systeem met huidige watervraag en innamestop van twee maal twee weken



4.4. Perspectief vulcapaciteit

De huidige vulcapaciteit is klein indien er rekening wordt gehouden met de gelijktijdige watervraag en verliezen in de drie bekkens. Gemiddeld is er $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ beschikbaar om De Gijsster bij te vullen. De vulsnelheid na een gemiddelde innamestop van een week duurt dan 44 dagen. In droge perioden loopt dit op tot 59 dagen.

Drie keer zo snel vullen: $10 \text{ m}^3/\text{s}$

Door een relatief kleine verhoging van de vulcapaciteit kan deze tijd al behoorlijk worden bekort. Bij een extra capaciteit van $2 \text{ m}^3/\text{s}$ is de vulcapaciteit gemiddeld $3 \text{ m}^3/\text{s}$ en wordt de vultijd na een innamestop 2 keer zo kort (ongeveer 15 dagen na een innamestop van 7 dagen). Ook bij structurele piekvragen is er dan nog steeds capaciteit om te vullen. De totale capaciteit van het pompstation wordt dan $10 \text{ m}^3/\text{s}$ bij normale waterstanden en $12 \text{ m}^3/\text{s}$ bij waterstanden onder NAP -1,50 m.

Drie keer zo snel vullen en toeslag toename watervraag: $12,5 \text{ m}^3/\text{s}$

Indien de watervraag in de toekomst structureel toeneemt, zal een hoger vuldebiet noodzakelijk zijn. De watervraag kan gemiddeld met $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ toenemen, waardoor een toename naar $10 \text{ m}^3/\text{s}$ te weinig is om de vultijd te bekorten ten opzichte van het huidige systeem. Indien rekening wordt gehouden met deze extra $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ wordt de vulcapaciteit $12,5 \text{ m}^3/\text{s}$ bij normale waterstanden en $14,5 \text{ m}^3/\text{s}$ bij waterstanden onder NAP -1,50 m. De vultijd bij gemiddelde toekomstige watervraag blijft dan 15 dagen na een innamestop van 7 dagen. Als de watervraag niet toeneemt in de toekomst is de vultijd korter: 9 dagen.

Verdubbeling huidige capaciteit: $16 \text{ m}^3/\text{s}$

Bij een verdubbeling van de huidige capaciteit naar $16 \text{ m}^3/\text{s}$ wordt de vultijd met de huidige gemiddelde watervraag 5,5 dag; bij de huidige structurele piekvraag 7 dagen en bij een mogelijk toekomstige structurele piekvraag 14 dagen.

4.5. Modelberekeningen 2050 met realisatie Spijkerboor

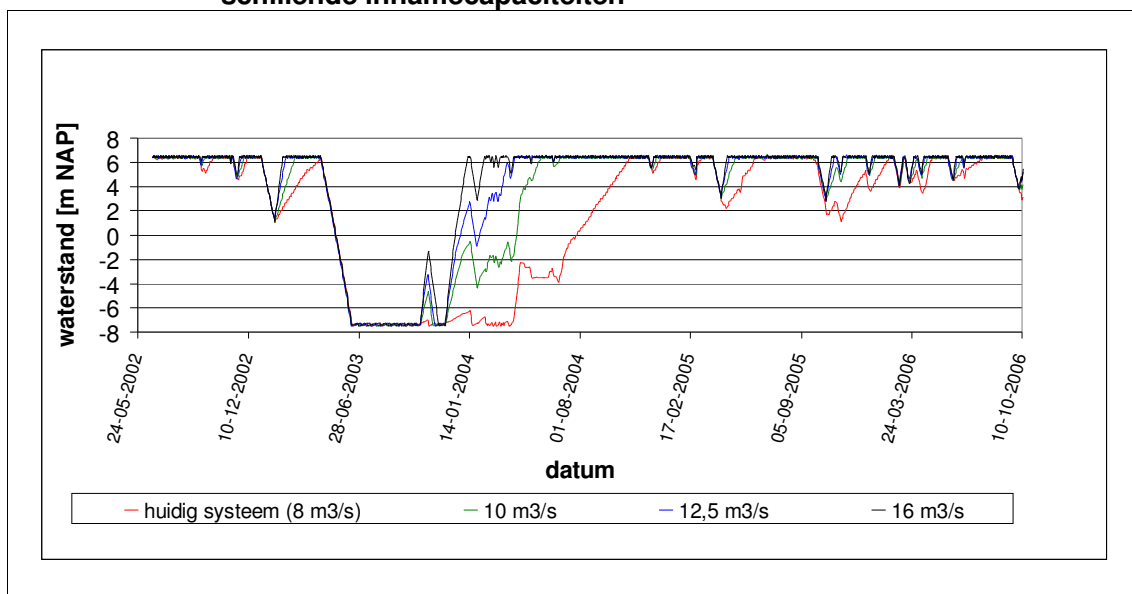
Innamestop van 179 dagen

Afbeelding 4.7 toont vier berekeningen met verschillende vulcapaciteit bij de huidige watervraag en een innamestop van 234 dagen in één jaar, waarvan 179 dagen aaneengesloten. De rode lijn is hetzelfde als getoond in afbeelding 4.3 en geeft aan hoe snel De Gijster weer op peil is gebracht met de huidige innamecapaciteit van $8 \text{ m}^3/\text{s}$. In tabel 4.1 is weer gegeven na hoeveel dagen na het einde van de innamestop De Gijster weer volledig op peil is gebracht, waarbij rekening is gehouden met de werkelijke innamestops van 2004, de hogere innamecapaciteit onder NAP -1,50 m ($10 \text{ m}^3/\text{s}$) en vermindering van wegzijging (omslag naar kwel) bij lage waterstanden.

Tabel 4.1. Berekende benodigde tijd om De Gijster weer volledig op peil te brengen na het bereiken van het minimumpeil

innamecapaciteit	tijd waarin De Gijster weer op peil is gebracht [d]
huidige systeem $8 \text{ m}^3/\text{s}$	333
$10 \text{ m}^3/\text{s}$	174
$12,5 \text{ m}^3/\text{s}$	126
$16 \text{ m}^3/\text{s}$	41 dagen, daarna weer uitzakken en na 71 dagen weer volledig op peil

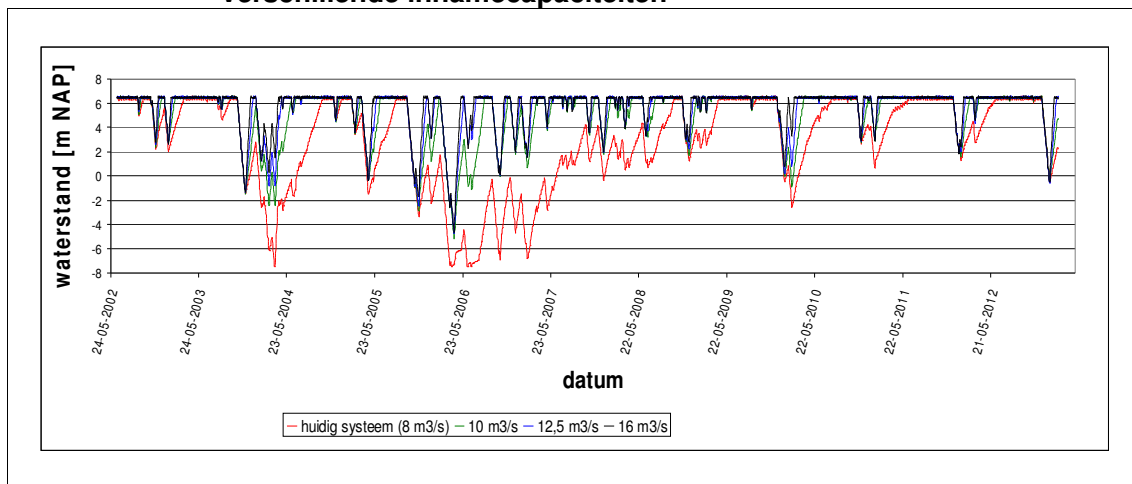
Afbeelding 4.7. Berekende waterstand De Gijster bij innamestop 179 dagen en verschillende innamecapaciteiten



Verdubbeling huidige innamestops

Afbeelding 4.8 toont een vergelijkbare berekening met verschillende innamecapaciteiten bij een verdubbeling van de huidige innamestops. De rode lijn in de grafiek is gelijk aan het eerder getoonde waterstandsverloop in afbeelding 4.4 van de berekende waterstanden met de huidige innamecapaciteit. Bij een hogere innamecapaciteit van 10 m³/s is al te zien dat De Gijster veel beter op peil komt na een innamestop en dat het minimumpeil niet bereikt wordt door opeenvolging van innamestops. Met een hogere innamecapaciteit van 12,5 of 16 m³/s verbetert dit nog verder.

Afbeelding 4.8. Berekende waterstand De Gijster bij verdubbeling innamestops en verschillende innamecapaciteiten



4.6. Conclusie scenarioberekeningen

Het huidige waterwinningsysteem is niet gedimensioneerd om een stijging in de watervraag van 44 % aan te kunnen, waarvan wordt uitgegaan bij het Deltaprogramma scenario Stoom.

Bij de huidige watervraag treden er problemen op in het huidige systeem als de innamestops toenemen in aantal en duur. Het duurt bij het huidige systeem bijna een volledig jaar om na een innamestop van 3 maanden of langer weer volledig bijgevuld te zijn. Deze vultijd kan fors verkort worden door de innamecapaciteit in De Gijster te verhogen. Bij een verdubbeling van de huidige capaciteit naar $16 \text{ m}^3/\text{s}$ is de vultijd nog 41 dagen.

Bij opeenvolging van innamestops komt het in de huidige situatie voor dat De Gijster niet terug op peil is gebracht als een volgende innamestop wordt afgekondigd. In de toekomst nemen zowel het aantal als de duur van de innamestops naar verwachting toe, waardoor dit effect groter wordt. Knelpunt hierbij is dat de buffercapaciteit van De Gijster niet volledig wordt gebruikt en de verblijftijd in het bekken lager wordt dan de twee maanden die mogelijk zijn. Hierdoor is de kwaliteitsverbetering in De Gijster kleiner en kan zelfs kwaliteitsverslechtering optreden. Het vergroten van de innamecapaciteit naar 10, 12,5 of $16 \text{ m}^3/\text{s}$ heeft een sterk positief effect op het bijvullen van De Gijster bij opeenvolging van innamestops, zoals in afbeelding 4.8 is weergegeven.

Het huidige systeem kan de huidige watervraag maar net aan en is onvoldoende voorbereid op een stijging van de watervraag en een toename van de duur en frequentie van innamestops. Het vergroten van de innamecapaciteit zorgt voor een robuust en toekomstbestendig systeem, waarbij een verhoging van het debiet naar $12,5 \text{ m}^3/\text{s}$ al een duidelijke verbetering is en capaciteiten hoger dan $12,5 \text{ m}^3/\text{s}$ de maximale vultijden verder kunnen verkorten.

5. BIJKOMENDE OVERWEGINGEN

5.1. Inleiding

De beperkte functionaliteit van Kerksluot belemmert goed functioneren van het huidige bekkensysteem in de Biesbosch. De volgende factoren zijn hierbij van belang:

- door de nabijheid van in- en uitlaat in De Gijster ontstaan er kortsluitstromen (zie paragraaf 5.2);
- de verblijftijd van het ingenomen water in De Gijster is beperkt (zie paragraaf 5.3);
- de hydraulica van de innamekoker en pompputten is suboptimaal, bij inname van Maaswater uit De Amer (zie paragraaf 5.4). Dit leidt tot energieverlies en buitensporige slijtage;
- de bedrijfsvoering om te voldoen aan de watervraag, en om De Gijster op peil te houden, is gedwongen inefficiënt (zie paragraaf 2.2.1 en 5.5);
- door de inefficiënte bedrijfsvoering en suboptimale hydraulica, is het energieverbruik (en kosten) van Kerksluot hoog (zie paragraaf 5.6).

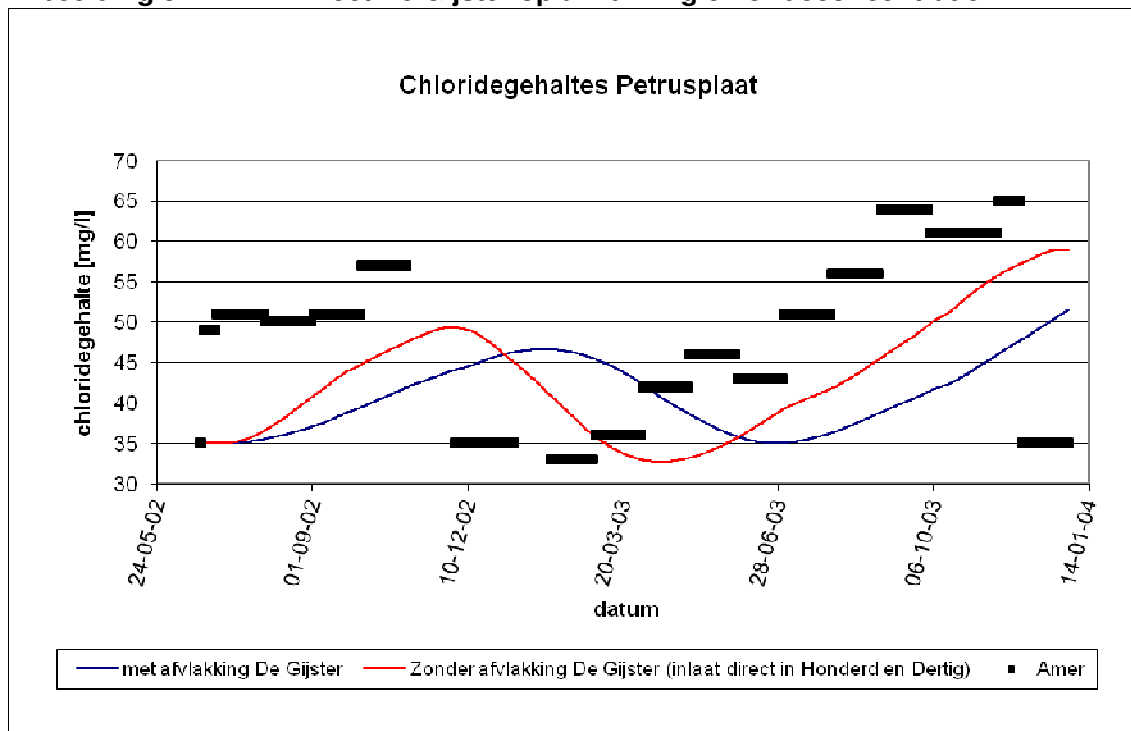
5.2. Zuiverende werking van De Gijster

Om een beeld te krijgen van de bandbreedte van de zuiverende werking van De Gijster zijn met het Sobekmodel twee modelberekeningen gemaakt voor een conservatieve stof: chlooride. Met het model zijn voor de periode 2002-2003 twee situaties doorgerekend:

1. een volledig doorstroomde De Gijster, dit is de situatie bij een eventueel nieuw pompstation Spijkerboor aan de oostkant van De Gijster. Na De Gijster worden vervolgens de twee procesbekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat doorstroomd;
2. een niet doorstroomde De Gijster. Dit is de noodsituatie die thans incidenteel optreedt, waarbij Maaswater rechtsreeks in bekken Honderd en Dertig wordt gepompt. Alleen de twee procesbekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat worden doorstroomd.

De resultaten zijn weergegeven in de grafiek in afbeelding 5.1.

Afbeelding 5.1. Effect De Gijster op afvlakking chlorideconcentratie



De resultaten kunnen als volgt worden samengevat:

Het basisniveau van chloride in de bekken is ongeveer 35 mg/l.

De piek in De Amer in de hele maand oktober 2002 is 57 mg/l.

Het verschil is 22 mg/l.

De opvolgende piek bij levering vanaf Petrusplaat bij situatie 2 bedraagt: 49,31 mg/l op 28 november 2002.

De opvolgende piek bij levering vanaf Petrusplaat bij situatie 1 bedraagt: 46,62 mg/l op 28 januari 2003.

Vergeleken met het basisniveau van ongeveer 35 mg/l zorgen alleen Honderd en Dertig en Petrusplaat dan voor een piekafvlakking van 35 % ($57 - 49,31 / 22$). Als De Gijster ook meedoet, wordt de afvlakking 47 % ($57 - 46,62 / 22$). Dus 12 % extra afvlakking.

Verder volgt uit de berekening dat de piek bij de levering, bij alleen doorstroming van Honderd en Dertig en Petrusplaat, 1 maand na het einde van de piek in De Amer optreedt, en twee maanden na het begin van de piek in De Amer. Als ook De Gijster volledig wordt doorstroomd komt de piek bij de levering 3 maanden na het einde van de piek in De Amer, en 4 maanden na het begin van de piek in De Amer. Het effect van de langere verblijftijd wordt daarmee duidelijk zichtbaar, en geeft dus tijd voor extra afbraak- en bezinkingsprocessen in De Gijster, voor verontreinigingen die binden aan slib, respectievelijk afbreken onder invloed van UV-licht of andere factoren.

5.3. Kortsluitstroming en korte verblijftijden in De Gijster

Het ingelaten water uit De Amer komt De Gijster binnen ter plaatse van pompstation Kerk-sloot op een niveau van +1,10 m NAP. Op dezelfde locatie wordt het water vanuit De Gijs-

ter naar Honderd en Dertig gepompt via een aanzuigmond op een niveau van -8,15 m NAP.

Door het niveauverschil van in- en uitlaat Kerk-sloot wordt bij een volledig gevulde De Gijster enige bijdrage geleverd aan de afvlakking van de waterkwaliteit. Zichtbaar is dat concentraties, bijvoorbeeld het chloridegehalte, bij het meetpunt De Gijster zijn afgevlakt ten opzichte van het meetpunt Keizersveer (in de Maas) [Wagenvoort en Schaaf, 2006]. Echter, de in- en uitlaat liggen zo dicht bij elkaar dat er geen volledige afvlakking wordt bereikt en er continu kortsluitstromen optreden. Het optreden van kortsluitstroming is afhankelijk van de situatie: de windrichting, het al dan niet in bedrijf zijn van destratificatie in De Gijster, het peil van De Gijster en de pompdebieten van Kerk-sloot. Vooral bij een laag peil in De Gijster zijn de omstandigheden ongunstig en is de kortsluiting maximaal. Aangezien Kerk-sloot niet in staat is om het peil van De Gijster altijd op peil te houden, is sprake van een ongunstige situatie

De optredende kortsluitstromen zijn funest voor de verblijftijd en daarmee de zuiverende bijdrage van De Gijster. Zowel afvlakking als de natuurlijke afbraakprocessen onder invloed van zonlicht en micro-organismen zijn gebaat bij een lange verblijftijd. Een langere verblijftijd en betere afvlakking worden bereikt door een nieuw innamestation Spijkerboor aan de oostzijde van De Gijster. Bovendien zal de hogere capaciteit van Spijkerboor, het peil in De Gijster beter handhaven, waardoor de verblijftijd (en daarmee de zuiverende bijdrage) wordt vergroot.

5.4. Suboptimale hydraulica

Kerk-sloot is primair ontworpen als doorlaat van De Gijster naar Honderd en Dertig. De hydraulica tijdens inlaat vanuit De Amer is suboptimaal, omdat deze situatie oorspronkelijk als noodoplossing was bedacht. Het grofrooster bij de inlaat in De Amer, de rechthoekige aanvoerkokers, het vele bochtenwerk en de vierkante aanzuigputten zorgen voor drukverlies. De snelheid in de toevoerkokers is hoog (1,5 tot 2 m/s). De vierkante putten waarin de zuigmond van de waaierpompen staan opgesteld zijn hydraulisch niet optimaal uitgevoerd. De stroming is niet laminair, waardoor de pompen het water niet optimaal kunnen aanzuigen. Waarschijnlijk ontstaan er kortsluitstromen of hoge snelheden, en er treedt cavitatie op. Het resultaat is dat de benodigde voordruk van de waaierpompen niet altijd wordt gehaald. Uit een opgave van WBB blijkt dat vanaf een peil in De Amer van +0,5 meter NAP problemen optreden met de waaierpompen. De problemen verergeren indien het peil verder zakt en bij -0,25 m à -0,35 m NAP schakelen de pompen automatisch uit. Laatstgenoemde situatie doet zich overigens praktisch nooit voor.

In verband met de suboptimale hydraulica dienen de waaiers van de pompen na ongeveer 4 jaar vervangen te worden, dit is zeer ongebruikelijk. De aanwezigheid van stroomgeleiders in de vierkante putten is noodzakelijk. In de praktijk is gebleken dat zonder deze stroomgeleiders de waaiers na circa een jaar zijn versleten.

5.5. Suboptimale bedrijfsvoering

Een cruciaal element in de bedrijfsvoering van het waterwinningsstelsel is een selectief innamebeleid van Maaswater. Idealiter wordt op geschikte momenten zo schoon mogelijk Maaswater ingelaten. Door de huidige gelimiteerde innamecapaciteit is uitvoering van dit beleid niet optimaal mogelijk.

Een ander suboptimaal element in de huidige bedrijfsvoering betreft het verstopt raken van de inlaat bij pompstation Kerkstoot door plantenresten. Dit probleem is na 2008 ontstaan als gevolg van helderder water in De Biesbosch, waardoor de plantengroei is toegenomen. Vanwege het ontwerp van de grofroosters in De Amer thans worden alleen grove balken tegengehouden. Plantenmateriaal moet periodiek handmatig uit de inlaat worden verwijderd. De vaartijd om de onderhoudslocatie te bereiken bedraagt daarbij een uur vanaf productielocatie Petrusplaat (zie afbeelding 2.1).

Dit probleem is te verbeteren middels een plantenverwijderingsinstallatie, maar de investering die daarvoor nodig is wordt efficiënter besteed indien een dergelijke installatie meteen op een nieuwe locatie Spijkerboor wordt gerealiseerd.

5.6. Hoog energieverbruik

Het huidige (hoge) energieverbruik van pompstation Kerkstoot is vanuit het oogpunt van duurzaamheid en kosten een overweging om naar een duurzame oplossing te zoeken. In deze paragraaf is een indicatieve berekening uitgevoerd van het energieverbruik van Kerkstoot, wanneer dit pompstation Maaswater vanuit De Amer naar De Gijster pompt. Daarnaast is het energieverbruik van een nieuw innamestation Spijkerboor berekend, bij gelijke bedrijfsvoering. De uitgangspunten zijn opgenomen in het kader op de volgende bladzijde.

Uitgangspunten

Ten behoeve van de energieberekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- opvoerhoogte pompen Kerkstoot 6,8 mwk. (mediaan meetpunt PDC4 van 2002-2013), waarvan:
 - statische druk (peilverschil) Amer-De Gijster 5,9 mwk. (mediaan 2002-2013)
 - dynamische druk zuig- en perszijde leidingsysteem 0,9 mwk
- opvoerhoogte pompen nieuw Spijkerboor 6,7 mwk. (aanneمة: 0,1 mwk winst door gunstiger hydraulisch ontwerp)
- gemiddeld debiet op basis van data WBB: 6,3 m³/s (2002-2013)
- gemiddeld debiet op basis van waterbalans: 6,9 m³/s (2012)
- energietarief (normaal): 0,08 €/kWh ex. btw (gebaseerd op rekening Delta Energy/Enexis januari 2013)
- energietarief (laag): 0,06 €/kWh ex. btw (gebaseerd op rekening Delta Energy/Enexis januari 2013)
- efficiëntie pompmotoren Kerkstoot: 92 % (expert guess)
- efficiëntie pompmotoren nieuwbouw Spijkerboor: 95 % (expert guess)
- efficiëntie pomp nieuwbouw Spijkerboor: 80 % (expert guess)
- de energievraag is vergeleken met de jaarlijkse energievraag van huishoudens (3.340 kWh/huishouden (exclusief gasverbruik e.d.) www.nibud.nl), om de resultaten 'tastbaar' te maken

Resultaten

Op basis van de gebruiksgegevens (debiet, opvoerhoogte en energieverbruik) van WBB over de periode 2002 t/m begin 2013 is de efficiëntie van de pompen in Kerkstoot berekend (71 %). Gezien de problemen ten aanzien van de pompen in Kerkstoot (cavitatie en beschadiging van waaiers), ligt deze berekende efficiëntie aan de bovenkant van wat men zou verwachten. Vervolgens is op basis van deze pompefficiëntie een berekening gemaakt van het energieverbruik in 2012. Dit energieverbruik is vergeleken met een nieuw innamestation Spijkerboor, dat gebruikt maakt van pompen en pompmotoren met een hogere efficiëntie. De resultaten van deze berekeningen zijn onderstaand weergegeven.

Tabel 5.1. Energieverbruik Amer/Spijkerboor → De Gijster

	pompstation Kerksloot (data WBB 2002-2013)	pompstation Kerksloot (waterbalans 2012)	nieuw innamestation Spijkerboor (waterbalans 2012)
debiet	6,3 m ³ /s	6,7 m ³ /s	6,7 m ³ /s
opvoerhoogte pompen	6,8 mwk.	6,8 mwk	6,7 mwk
efficiëntie pompen	71 %	71 %	80 %
energieverbruik (gemiddeld)	641 kWh	702 kWh	599 kWh
energieverbruik (op jaarbasis)		5.900.000 kWh / jaar	3.800.000 kWh / jaar
energiekosten (op jaarbasis)		EUR 412.000,00	EUR 352.000,00
equivalent aantal huishoudens		1.850	1.580

De jaarlijkse besparing op energie komt overeen met het energieverbruik van bijna 300 huishoudens. Een nieuw pompstation Spijkerboor kan tevens flexibeler gebruik maken van de lage energietarieven tijdens nacht- en weekendbedrijf. De hogere capaciteit van een nieuw Spijkerboor draagt bij aan duurzaamheid en zorgt voor een aanvullende kostenbesparing.

5.7. Selectief innamebeleid

Niet alleen vanwege energiekosten (nacht- en weekendtarief) maar vooral vanwege waterkwaliteit, bestaat een wens voor een selectief innamebeleid. Het komt erop neer om het Maaswater van de beste waterkwaliteit in te nemen. Een grotere innamecapaciteit schept verbeterde mogelijkheden voor selectieve inname: het tijdelijk op de rem trappen bij verslechterde kwaliteit kan vanwege de extra capaciteit immers versneld worden ingehaald. Een grotere inname capaciteit creëert in deze zin extra operationele speelruimte. Het is interessant om te bezien of dit in de benedenstroomse bedrijfsvoering (ferri-dosering, UV intensiteit, AktiefKool-belading) ook in economisch perspectief iets oplevert.

6. INDICATIEVE KOSTENRAMING INNAMESTATION SPIJKERBOOR

6.1. Algemeen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van een indicatieve kostenraming voor de investeringskosten van inlaatstation Spijkerboor gepresenteerd. Deze snelle kostenraming geeft alvast enig gevoel aangaande eventuele realisatie van innamestation Spijkerboor aan de oostzijde van voorraadbekken De Gijster. Deze indicatieve raming heeft een marge van +/- 40 %. Vóór 1 juni 2013 wordt de marge in een vervolgrapportage verkleind tot +/- 25 %.

Ten behoeve van deze indicatieve kostenraming van innamestation Spijkerboor zijn de volgende alternatieven bekeken:

- alternatief 1: capaciteit 16 m³/s;
- alternatief 2: capaciteit 24 m³/s;
- alternatief 3: capaciteit 32 m³/s (oorspronkelijk ontwerp inlaatpompstation Jannezand).

Uitgangspunten

De kostenraming is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- de kostenraming is gebaseerd op de voorontwerp (VO-)kostenraming van het inlaatwerk Jannezand en inlaatwerk De Gijster uit 1998 [Witteveen+Bos, 1998];
- de prijzen zijn geactualiseerd van 1998 (destijds in guldens) naar 2013 (in euro's) op basis van een totale omrekenfactor van 0,61. Deze factor is gebaseerd op:
 - een inflatiecorrectie van gemiddeld 2,2 % per jaar (gedurende 15 jaar betekent dit 39 %);
 - een euro - gulden koers van 1 : 2,2;
- de prijzen van belangrijke kostendragers (zoals pompen en motoren) zijn gecontroleerd en waar nodig aangepast;
- voor de civiele, werktuigbouwkundige en elektrotechnische werken van het innamepompstation Spijkerboor, het inlaatwerk Gijster en het schakelgebouw is voor de oplopende capaciteiten uitgegaan van percentages van de oorspronkelijke VO-raming (75 % voor alternatief 1; 90 % voor alternatief 2 en 100 % voor alternatief 3; (expert guess));
- in de kostenraming is een toeslag van 50 % opgenomen voor onvolledigheid, voorbereiding en bijkomende kosten. Omzetbelasting en adviesdiensten evenals apparaatkosten van Evides/Brabant Water zijn niet opgenomen in de kostenraming;
- in de kostenraming is een onzekerheidstoeslag van 15 % opgenomen. Deze toeslag is opgenomen voor de onzekerheid met betrekking tot de vergunningverlening in het kwetsbare Biesbosch gebied (NationaalPark) en in verband met transport van bouw materiaal en -materieel en medewerkers via water (Het Jannezandproject was wel per weg bereikbaar).

In onderstaande tabel is de scope van de oorspronkelijke kostenraming en de nieuwe indicatieve kostenraming weergegeven. De mate waarin objecten zijn overgenomen is weergegeven met percentages.

Tabel 6.1. Scope van de kostenraming

nr.	oorspronkelijke VO-/DO-raming 1998	indicatieve kostenraming 2013 (bij 32 m ³ /s)
1	aanleg spaarbekken Jannezand	n.v.t.
2	uitbaggeren vaargeul Spijkerboor, aanleg haven, inlaatgeul, bedrijfsterrein en steiger	markeren vaargeul Spijkerboor, aanleg haven, inlaatgeul, bedrijfsterrein en steiger (100 %)
3	inlaatwerk en innamestation Spijkerboor, gelegen aan toenmalig geplande spaarbekken Jannezand	inlaatwerk en innamestation Spijkerboor, gelegen aan oostkant van spaarbekken De Gijster (100 %)
4	inlaatwerk Jannezand en afsluiterput	n.v.t.
5	uitlaatwerk en uitlaatpompstation Jannezand	n.v.t.
6	inlaatwerk De Gijster	inlaatwerk De Gijster (100 %)

nr.	oorspronkelijke VO-/DO-raming 1998	indicatieve kostenraming 2013 (bij 32 m ³ /s)
7	schakelgebouw Jannezand	schakelgebouw De Gijster (100 %)
8	verbindingsleiding Jannezand - De Gijster, inlaatstraat en bypass	verbindingsleiding Spijkerboor - De Gijster (25 %)
9	voedingskabel Kroon&Zalm - Kerkslot enkel; Kerkslot - Jannezand dubbel*	voedingskabel Kroon&Zalm - Kerkslot enkel; Kerkslot - De Gijster dubbel (100 %)

* In de indicatieve kostenraming is vooralsnog rekening gehouden met een enkel inkoop punt voor energie. Dit komt overeen met de oorspronkelijke kostenraming uit 1998. In een volgende fase dienen de mogelijkheden voor een tweede inkoop punt te worden verkend.

6.2. Resultaat

In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven van de indicatieve kostenraming voor innamepompstation Spijkerboor. Een gedetailleerd overzicht is weergegeven in bijlage II.

Tabel 6.2. Indicatieve kostenraming innamestation Spijkerboor +/- 40 % (exclusief omzetbelasting)

parameter	alternatief 1 (16 m ³ /s) (EUR)	alternatief 2 (24 m ³ /s) (EUR)	alternatief 3 (32 m ³ /s) (EUR)
civil	7.900.000,00	9.500.000,00	10.500.000,00
elektra	4.000.000,00	4.400.000,00	4.700.000,00
werktuigbouw	10.100.000,00	12.100.000,00	13.500.000,00
subtotaal	22.000.000,00	26.000.000,00	28.700.000,00
overige kosten *	14.300.000,00	16.900.000,00	18.700.000,00
totaal	36.000.000,00	43.000.000,00	47.000.000,00

* Overige kosten zijn o.a.: een investeringsfactor (onvolledigheids toeslag en bijkomende kosten) en een onzekerheidsfactor (transport en vergunningverlening Nationaal landschap).

7. QUICKSCAN ALTERNATIEVE OPLOSSINGEN

WBB heeft ons gevraagd om in het verlengde van de studie naar nut en noodzaak van nieuwbouw Spijkerboor, een quickscan te maken van de alternatieven. In dit hoofdstuk worden de alternatieven kort toegelicht.

7.1. Update of nieuwbouw ter plaatse van Kerksloot

In plaats van nieuwbouw innamestation Spijkerboor zou ook overwogen kunnen worden om pompstation Kerksloot te renoveren. In hoofdstuk 5 is de beperkte functionaliteit van Kerksloot beschreven en gezien de lage capaciteit, is de verwachting dat een eenvoudige 'update' van Kerksloot niet voldoet. De innamecapaciteit van Kerksloot kan wel worden vergroot, door de bouw van een pompstation parallel aan Kerksloot, met een nieuw innamepunt in De Amer. Hoewel de bedrijfsvoering en hydraulica met deze dure en ingrijpende oplossing geoptimaliseerd wordt, blijven de kortsluitstroming en lage verblijftijden een probleem. Een renovatie van Kerksloot of een alternatief pompstation op dezelfde locatie biedt onvoldoende oplossing, waardoor voorgesteld wordt om dit alternatief niet verder uit te werken.

7.2. Benutten Nieuwe Merwede als tweede anker

De oorspronkelijke plannen uit de jaren '60, waarin het spaarbekkenproject in de Biesbosch werd omschreven, waren gebaseerd op drinkwatervoorziening vanuit de Maas en de Nieuwe Merwede (Rijn). De Nieuwe Merwede werd als tweede anker gezien, naast de Maas als eerste anker. Voor gebruik van het tweede anker was een pompstation aan de Nieuwe Merwede gepland, met (in een extreem droog jaar) directe levering aan de bekkens of de zuivering ter plaatse van Petrusplaat. Dit pompstation is er, net als pompstation Spijkerboor en het vierde spaarbekken, niet gekomen. Het tweede anker is daarmee niet aanwezig in de huidige situatie.

De kosten voor het nieuwe innamestation Spijkerboor worden grotendeels bepaald door de innamecapaciteit (16 m³/s of hoger) en de redundantie in het systeem. De toenemende lengte van de innamestops ter plaatse van Spijkerboor (resultante van onvoldoende waterkwaliteit/kwantiteit Maas) is een van de belangrijkste 'drivers' voor een hoge capaciteit.

Gebaseerd op het principe dat de Nieuwe Merwede toch als tweede anker wordt gebruikt, zijn de volgende alternatieven denkbaar:

1. een investering in een pompstation in de Nieuwe Merwede, zoals geformuleerd in het oorspronkelijke plan, wordt ook nu niet gezien als geen reële optie vanwege kostenoverwegingen en de impact op het Nationale park de Biesbosch;

Alternatief 1 vervalt;

2. het Steurgat is een waterloop die vanaf de Nieuwe Merwede bij Werkendam richting de Biesbosch stroomt. Het Steurgat heeft een zuidelijke tak naar Spijkerboor en De Amer. Een alternatief is om via het Steurgat water vanuit de Nieuwe Merwede in te laten, teneinde de innamestops vanuit de Maas te overbruggen of te verkorten. Het peil in de Nieuwe Merwede is meestal hoger dan in de Biesbosch (gebaseerd op de gemeten waterstanden in Amer en Nieuwe Merwede in Waterbase), waardoor dit in beginsel mogelijk is. Vroeger was het Steurgat geopend, maar tegenwoordig vormt de Biesbosch sluis (schutsluis) ter hoogte van Werkendam het enige obstakel. Deze sluis is in 1952 aangelegd en voorkomt (over)stroming van de Biesbosch vanuit de Nieuwe Merwede.

Dit alternatief biedt een kans om de capaciteit van innamestation Spijkerboor te verlagen, doordat tijdens innamestops *in potentie* gebruik kan worden gemaakt van water uit het Steurgat. Uit een indicatieve verkenning van de waterstanden in de Nieuwe Merwede bij Werkendam Buiten (ter plaatse van eventuele inlaat Steurgat) en in de Bergsche Maas bij Keizersveer (locatie Spijkerboor), volgt dat de verhanglijn van de Nieuwe Merwede (hogere waterstand) naar de Bergsche Maas (lagere waterstand) zal lopen. In beginsel zou dit dus een tweede anker kunnen zijn.

Teneinde de haalbaarheid van dit alternatief te onderzoeken, zou een nadere studie moeten worden uitgevoerd naar het stroomgebied en de verhanglijnen van het Steurgat, de werking van de Biesboschsluis en de waterstandverschillen tussen de Nieuwe Merwede en Spijkerboor. Het is daarnaast niet zeker of bij openzetten van de sluis bij Werkendam helemaal geen (gemengd) Maaswater meer naar binnen wordt gepompt ter plaatse van innamestation Spijkerboor. Bij een eventueel nader onderzoek zouden ook de effecten van realisatie van de Noordwaard moeten worden meegenomen. Deze lopende realisatie zorgt voor lagere waterstanden bij Werkendam, maar alleen bij hoge afvoeren die ongeveer één keer per jaar voorkomen, waarbij het overstromingsgebied in de Noordwaard mee gaat stromen met de rivier. Tijdens droge en gemiddelde situaties, waarin zich de meeste innamestops voordoen, daalt de waterstand in de Nieuwe Merwede naar verwachting niet.

7.3. Aanvullende zuivering productielocatie Petrusplaat

Innamestops in de Maas (Amer/Spijkerboor) worden met name ingegeven door een te lage waterkwaliteit. Door klimaatinvloeden wordt de afvoer van de Maas in droge perioden lager. Hierdoor worden de normen vaker overschreden en zullen de innamestops frequenter zijn en langer duren. De 'verwijdering' van deze stoffen in het bekkensysteem vindt plaats via afvlakking, afbraak door lange verblijftijden en zuivering op de productielocaties.

Een alternatief voor lange innamestops, is de verwijdering van versturende stoffen door een aanvullende processtap (bijvoorbeeld actieve koolfiltratie) in productielocatie Petrusplaat. Deze processtap zorgt *in potentie* voor lagere streefwaarden voor inname vanuit de Maas (en daarmee kortere innamestops). Beide argumenten zijn echter in tegenspraak met het beleid van WBB en de bedrijfstak, waarbij een goede natuurlijke barrière wordt geprefereerd boven kunstmatige zuivering. Bovendien biedt dit alternatief geen oplossing voor het capaciteitsprobleem; de noodzaak voor innamestation Spijkerboor blijft bestaan. Aanvullende zuivering creëert mogelijk enige reserve, waardoor de capaciteit van innamestation Spijkerboor kan worden beperkt. Aangezien de aanvullende zuivering niet correspondeert met de wens van WBB en de bedrijfstak en geen compleet antwoord biedt op het capaciteitsprobleem van Kerkslot, wordt geconcludeerd dat dit geen reëel alternatief is voor innamestation Spijkerboor.

7.4. Vierde spaarbekken

In de Biesbosch was, zoals beschreven, een vierde spaarbekken gepland (Zuiderklip/Jannezand). Het vierde spaarbekken is echter nooit gerealiseerd en de geplande voorraadfunctie is daarmee komen te vervallen.

De capaciteit van procesbekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat mag alleen in nood worden aangesproken. In onderstaande tabel is de bufferende werking van De Gijster weergegeven, gebaseerd op het huidige netto volume van 31,3 mln. m³. Een eventueel vierde bekken zou een zelfde orde grootte buffer opleveren.

Tabel 7.1. Bufferende werking De Gijster

	eenheid	huidige watervraag	toename watervraag met 44 %
inlaat naar Honderd en Dertig	m ³ /s	5,75	8,3
inzijging drie bekkens*	m ³ /s	1,2	1,2
aantal dagen buffer	dagen	52	38

* Inzijging bij maximaal peil, bij lagere waterstanden neemt de wegzijging af en kan in De Gijster zelfs omslaan naar kwel.

Een vierde spaarbekken betekent een ingrijpende verandering in het kwetsbare Biesbosch gebied. Daarnaast zijn de investeringskosten erg hoog, waardoor andere alternatieven in eerste instantie de voorkeur verdienen. Dit betekent dat in uiterste noodgevallen toch de buffercapaciteit van Honderd en Dertig en Petrusplaat moet worden aangesproken of de Nieuwe Merwede moet worden gebruikt als tweede anker. Een verhoging van de capaciteit van innamestation Spijkerboor, zodat De Gijster sneller wordt gevuld na innamestops, biedt ook een oplossing (dit laatste alternatief is alleen een oplossing bij opeenvolgende innamestops). Gezien de ingrijpende verandering in de Biesbosch, de hoge kosten en de voorhanden zijnde alternatieven, wordt geconcludeerd dat een vierde spaarbekken op dit moment geen reëel alternatief biedt. Indien de komende decennia de watervraag zeer sterk zou toenemen en/of de waterkwaliteit van de Maas sterk zou verslechteren, kan het alternatief van een vierde spaarbekken wel weer kansrijk worden.

Een variant op het vierde spaarbekken is het uitdiepen van De Gijster. Dit levert extra volume op, en bovendien worden operationele problemen in samenhang met ondiepe zones, hiermee beteugeld. Alhoewel een beperkte volume uitbreiding zeker zinvol is, zal het de structurele capaciteitsknelpunten niet kunnen oplossen. Het is daarom geen volwaardig alternatief.

8. CONCLUSIES EN ADVIES

8.1. Algemeen

In dit hoofdstuk worden de conclusies beschreven met betrekking tot nut en noodzaak van een nieuw pompstation Spijkerboor. Tevens wordt een advies gegeven.

8.2. Conclusies huidige situatie

In de huidige situatie komen regelmatig innamestops voor vanwege een onvoldoende Maaswaterkwaliteit. In de periode juni 2002 tot februari 2013 is de inlaat in totaal 367 dagen gesloten geweest, oftewel 9,4 % van de tijd. Het jaar 2006 heeft de meeste innamestops (70 dagen). Typische innamestops duren 7 dagen en vaak is er sprake van opeenvolgende innamestops waarbij enkele dagen bijgevuld kan worden tussen de stops door.

De huidige situatie van het waterwinningsysteem van de Biesbosch bekkens kent een aantal knelpunten:

1. het pompstation Kerkslot is bedoeld als transportpompstation tussen De Gijster en de Honderd en Dertig. Al meer dan 40 jaar wordt het bedreven als inname- en als transportpompstation. Dit is in allerlei opzichten (inzetbaarheid, energie efficiëntie, functionaliteit en hydraulica) niet optimaal. Het gewenste selectieve innamebeleid (alleen innemen bij zeer goede Maaswaterkwaliteit) wordt daardoor beperkt. De capaciteit van het waterwinning systeem lijkt in de huidige situatie ternauwernood voldoende. De structurele inname capaciteit bedraagt 8 m³/s. Maar in gemiddelde droge perioden is de watervraag aan drinkwater en industriewater plus het verlies aan verdamping en wegzijging ongeveer 7,15 m³/s. De resterende vulcapaciteit voor De Gijster na een innamestop is dan 0,85 m³/s, wat resulteert in een vultijd van 59 dagen na een innamestop van 7 dagen. Bij een structurele piekvraag (die 2 maanden kan duren) is de watervraag aan drinkwater en industriewater plus het verlies aan verdamping en wegzijging ongeveer 7,8 m³/s. De resterende vulcapaciteit voor De Gijster na een innamestop is dan 0,20 m³/s, wat resulteert in een ongeveer vier keer zo lange vultijd als bij een gemiddelde watervraag. Na een innamestop kan er mogelijk versneld bijgevuld worden door een andere (nood)bediening van pompstation Kerkslot. Bekken Honderd en Dertig en De Gijster kunnen dan direct vanuit De Amer bijgevuld worden met een capaciteit van 2 x 8 tot 10 m³/s is 16 tot 20 m³/s. Een harde voorwaarde voor deze veranderde bediening is dat de waterkwaliteit van De Amer voor de geselecteerde parameters aan een twee keer zo strenge norm voldoet, vanwege de verkorting van de verblijftijd van het water in de bekkens. In de metingen is terug te zien dat dit niet na alle innamestops het geval is;
2. in recente jaren is de waterkwaliteit soms een knelpunt gebleken, bijvoorbeeld geosmin ontwikkeling in De Gijster bij lage waterstanden in De Gijster. Dit knelpunt lijkt primair binnen de bedrijfsvoering te beteugelen (bijvoorbeeld bodembewerking). Hoewel een laag bekken peil dit knelpunt versterkt, moet De Gijster, ook in de toekomst, op peilvariatie bedreven kunnen worden;
3. in samenhang met de functionaliteit van pompstation Kerkslot wordt het bekken De Gijster zowel qua capaciteit (snelheid van vullen na innamestop) en qua functionaliteit (kortsluitstromen beperken de zuiverende bijdrage) niet optimaal ingezet;
4. het einde van de levensduur van pompstation Kerkslot komt bij de huidige benutting versneld in zicht.

8.3. Conclusies toekomstige situatie

Er wordt momenteel gewerkt aan het Deltaprogramma Zoetwater, waarbij in 2015 een Deltabeslissing wordt genomen over de zoetwatervoorziening in Nederland op middellange en lange termijn. Voor de knelpuntenanalyses wordt daarbij zowel landelijk als regionaal uitgegaan van vier mogelijke Deltascenario's voor 2050. Daarbij wordt meestal het Deltascenario Stoom als maatgevend gekozen, om de bandbreedte van effecten ten opzichte van de huidige situatie in beeld te brengen. Dit scenario gaat uit van groei van de economie en bevolking, in combinatie met een droger klimaat in de zomer (klimaatscenario W+).

Ook voor de zoetwaterregio Zuidwestelijke Delta, waar het waterwinningsstelsel van de Biesbosch bekkens onderdeel van uitmaakt, is het Deltascenario Stoom als maatgevend gekozen. Dit scenario leidt in 2050 tot een hogere watervraag naar industrie- en drinkwater, in combinatie met frequentere en langere innamestops vanwege de waterkwaliteit, als gevolg van lagere rivierafvoeren.

Watervraag

De totale watervraag aan het waterwinningsstelsel van de Biesbosch bekkens neemt in het scenario Stoom in 2050 met 44 % toe ten opzichte van de huidige situatie. Dit betekent een gemiddelde watervraag van 8,3 m³/s en een structurele piekvraag van 9,2 m³/s. Deze hoeveelheden zijn met het huidige stelsel niet te leveren door de beperkte innamecapaciteit.

Waterstanden Amer en kwantitatieve beperkingen

De Amer ter plaatse van Kerkstoot staat onder invloed van de Maas en de Noordzee. Uit de berekeningen die zijn uitgevoerd voor het Deltaprogramma volgt dat bij scenario Stoom de waterstanden ter plaatse van het pompstation niet veel zullen gaan wijzigen. Enerzijds is er een verlagend effect van lagere rivierafvoeren, anderzijds een verhogend effect door zeespiegelstijging. Lagere maasafvoeren leiden er echter wel toe dat het criterium van een minimale restafvoer van de Maas van 25 m³/s vaker en langer zal worden overschreden, waardoor vaker en langer innamestops om kwantitatieve redenen nodig worden.

Direct effect neerslag en verdamping

Het directe effect van verandering van neerslag en verdamping in de Biesbosch bekkens zelf is bij scenario Stoom beperkt: de hierdoor optredende verminderde waterbeschikbaarheid bedraagt 1,3 % van de waterlevering in de zomerperiode.

Slechtere waterkwaliteit bij lagere rivierafvoeren

Het belangrijkste effect bij Deltascenario Stoom, naast een toename van de watervraag, is een verslechtering van de waterkwaliteit bij lagere rivierafvoeren. Hierdoor treden frequentere en langere innamestops op. Omdat de structurele vulcapaciteit van bekken De Gijster in de huidige situatie beperkt is, ontstaat hierdoor een risico op langere periodes van uitzakken van het peil van De Gijster en mogelijk ook uitzakken van de procesbekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat, wat niet is toegestaan in verband met het handhaven van minimale verblijftijden. Er zal dan niet meer aan de waterkwaliteitseisen voor drink- en industriewater kunnen worden voldaan.

Om deze risico's beter in beeld te krijgen zijn enkele scenarioberekeningen uitgevoerd.

8.4. Resultaten scenarioberekeningen

Bij de huidige watervraag treden er problemen op in het huidige stelsel als de innamestops toenemen in aantal en duur. Het duurt bij het huidige stelsel bijna een volledig

jaar om na een innamestop van 3 maanden of langer weer volledig bijgevuld te zijn. Deze vultijd kan fors verkort worden door de innamecapaciteit in De Gijster te verhogen. Bij een verdubbeling van de huidige capaciteit naar 16 m³/s is de vultijd nog 41 dagen.

Bij opeenvolging van innamestops komt het in de huidige situatie voor dat De Gijster niet terug op peil is gebracht als een volgende innamestop wordt afgekondigd. In de toekomst nemen zowel het aantal als de duur van de innamestops naar verwachting toe, waardoor dit effect groter wordt. Bij enkele worst-case berekeningen zakken ook de waterstanden in Honderd en Dertig en Petrusplaat uit, wat niet is toegestaan.

Knelpunt daarbij is ook dat de buffercapaciteit van De Gijster niet volledig wordt gebruikt en de verblijftijd in het bekken lager wordt dan de ongeveer twee maanden die mogelijk zijn. Hierdoor is de kwaliteitsverbetering in De Gijster kleiner en kan zelfs kwaliteitsverslechtering optreden. Het vergroten van de innamecapaciteit naar 10, 12,5 of 16 m³/s heeft een sterk positief effect op het bijvullen van De Gijster bij opeenvolging van innamestops.

Het huidige systeem kan de huidige watervraag maar net aan en is onvoldoende voorbereid op een stijging van de watervraag of een toename van de duur en frequentie van innamestops. Het vergroten van de innamecapaciteit zorgt voor een robuust en toekomstbestendig systeem, dat tevens een selectiever innamebeleid mogelijk maakt.

Bijkomende overwegingen

Het volledig doorstromen van De Gijster ten opzichte van het niet doorstromen van De Gijster levert een extra verblijftijd op van ongeveer twee maanden, en een extra piekafvlakking van ongeveer 12 %. De thans optredende kortsluitstromen bij pompstation Kerkslot zijn funest voor de verblijftijd en daarmee de zuiverende bijdrage van De Gijster. Zowel afvlakking als de natuurlijke afbraakprocessen onder invloed van zonlicht en micro-organismen zijn gebaat bij een lange verblijftijd. Een langere verblijftijd en betere afvlakking worden bereikt door een nieuw innamestation Spijkerboor aan de oostzijde van De Gijster. Bovendien zal bij een hogere capaciteit van Spijkerboor, het peil in De Gijster beter kunnen worden gehandhaafd, waardoor de verblijftijd (en daarmee de zuiverende bijdrage) wordt vergroot.

Kerkslot is primair ontworpen als doorlaat van De Gijster naar Honderd en Dertig. De hydraulica tijdens inlaat vanuit De Amer is suboptimaal, omdat deze situatie oorspronkelijk als noodoplossing was bedacht. Dit leidt ook tot een lagere energie-efficiëntie dan mogelijk is bij een nieuw inlaatpompstation Spijkerboor. De jaarlijks haalbare besparing op energieverbruik komt ongeveer overeen met het equivalent van 300 huishoudens. Verder leidt de sub-optimale bedrijfsvoering tot buitensporige slijtage.

8.5. Conclusies quickscan alternatieven

Naast een nieuw innamestation Spijkerboor, is een quickscan gemaakt van alternatieven. De volgende alternatieven zijn bekeken:

1. update of nieuwbouw ter plaatse van pompstation Kerkslot;
2. benutten van water uit de Nieuwe Merwede als tweede anker;
3. aanvullende zuivering op productielocatie Petrusplaat;
4. een vierde spaarbekken.

Uit de quickscan is gebleken dat alternatief 1, update/nieuwbouw Kerkslot, onvoldoende oplossing biedt. Hoewel met deze dure en ingrijpende ingreep de bedrijfsvoering en hydraulica geoptimaliseerd worden, blijven de kortsluitstroming en lage verblijftijden in De Gijster een probleem. Wat betreft alternatief 3, aanvullende zuivering, is op basis van de

quickscan geconcludeerd dat ook dit geen volledige oplossing biedt. De aanvullende zuivering correspondeert niet met de voorkeur van WBB en de bedrijfstak voor natuurlijke barrières boven kunstmatige en biedt geen compleet antwoord op het capaciteitsprobleem van Kerkslot. Een natuurlijke barrière (middels goede afvlakking en verblijftijden in De Gijster) in combinatie met een hogere capaciteit van Spijkerboor heeft in dat geval sterk de voorkeur. Ook alternatief 4, een vierde spaarbekken, heeft geen voorkeur. Een vierde spaarbekken betekent een ingrijpende en dure verandering in het kwetsbare Biesbosch gebied, en biedt op dit moment geen goed alternatief voor innamestation Spijkerboor.

Alternatief 2, het benutten van de Nieuwe Merwede als tweede anker (Rijnwater benutten als de waterkwaliteit in de Maas te slecht is), is op basis van de quickscan op dit moment niet kansrijk gebleken. Uit een indicatieve verkenning van de waterstanden in de Nieuwe Merwede bij Werkendam Buiten (ter plaatse van een eventuele inlaat Steurgat) en in de Bergsche Maas bij Keizersveer (locatie Spijkerboor), volgt dat de verhanglijn richting Spijkerboor verloopt. Echter het realiseren van een dergelijke waterstroming door het vertakte systeem van De Biesbosch is naar verwachting een te grote opgave, mede gelet op de natuurdoelstellingen van het Nationaal Park.

8.6. Conclusies kostenraming

Ter ondersteuning van de afweging voor de realisatie van innamestation Spijkerboor is een indicatieve kostenraming opgesteld. Deze wordt tussen nu en juni 2013 nog verfijnd. Deze kostenraming heeft een marge van +/- 40 % en gaat uit van 3 oplopende capaciteiten van Spijkerboor (16 tot 32 m³/s). In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 8.1. Indicatieve kostenraming innamestation Spijkerboor +/- 40 % (exclusief omzetbelasting)

parameter	16 m ³ /s (EUR)	24 m ³ /s (EUR)	32 m ³ /s (EUR)
totaal	36.000.000,00	43.000.000,00	47.000.000,00

8.7. Advies

Aanbevolen wordt om de realisatie van een nieuw innamepompstation Spijkerboor aan de oostkant van bekken De Gijster te overwegen, vanwege de volgende redenen:

- het optimaliseren van de huidige situatie van het waterwinningsysteem van de Biesbosch bekkens. Dit maakt tevens een selectiever innamebeleid mogelijk;
- het toekomstbestendig en robuust maken van het waterwinningsysteem, in het licht van het Deltaprogramma Zoetwater.

Wij raden aan om dit innamestation een capaciteit te geven van 16 m³/s, omdat de onderbouwing van een hogere capaciteit voor de komende decennia teveel onzekerheden in zich heeft. Daarnaast kan bij realisatie van een nieuw pompstation Spijkerboor het bestaande pompstation Kerkslot zijn oorspronkelijke functie als noodinlaatstation behouden. Daardoor kan er in noodsituaties 4 tot 16 m³/s extra inlaatcapaciteit beschikbaar worden gemaakt.

Ingevolge de constatering dat pompstation Kerkslot door het huidige dagelijkse operationele gebruik versneld naar einde levensduur gaat, dat er energetisch en operationeel winst te halen is en dat de waterkwaliteit instant gaat verbeteren na ingebruikname van innamestation Spijkerboor geven wij in overweging om de realisatie zo snel mogelijk ter hand te nemen.

Referenties

Evides (2012a). A. Abrahamse, T. de Bruijn, S. Nugteren, H. Westerink. De Maas de Baas.

Evides (2012b). Basisgegevens productielocatie Petrusplaat.

Fischer, A., A. Bannink and C. J. Houtman (2011). Relevant substances for Drinking Water production from the river Meuse. An update of selection criteria and substances lists. RIWA-Meuse report number 201117.

Kosten, S., E. Kardinaal, E. Faassen, J. Netten en M. Lüring (2011). Klimaat en waterkwaliteit. Klimaatinvloed op waterkwaliteit en het voorkomen van cyanobacteriële toxines. Rapport Kennis voor Klimaat. ISBN/EAN 9789490070489.

KWR (2013). Vijfjarenplan thema klimaatbestendige watersector. Eindconcept. Opdrachtnummer B22045.

Programmabureau Zuidwestelijke Delta (2012). Zoetwatervoorziening in de Zuidwestelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden. 2e fase lange termijn probleem analyse.

RIVM (2011). Toekomstverkenning drinkwatervoorziening Nederland. RIVM rapport 609716001/2011.

RIVM (2012). Effecten klimaatontwikkeling op de waterkwaliteit bij innamepunten voor drinkwater, analyse van stofberekeningen. RIVM Rapport 609716004/2012.

RIWA MAAS (2012) Kwaliteitsverbetering Maas stagneert, persbericht.

RIWA (2012). Kwaliteit van het maaswater 2011.

Spitzers, D.L. (2012). Mindset Inlaatpompstation Spijkerboor, interne memo Evides d.d. 3 mei 2012.

Wagenvoort, A. en B. Schaaf (2006). Referentiekader productregio Petrusplaat. Rapport AqWa/Evides.

Wagenvoort, A (2012). Jaaroverzicht EWS Biesboschspaarbekkens 2011. Notitie AqWa d.d. 11 januari 2011.

Witteveen+Bos (1998). Spaarbekken Jannezand, Raming realisatiekosten. Referentie Wkd12.31/AR/R98-01.

BIJLAGE I PROCESSHEMA'S POMPSTATION KERKSLOOT

Geogr.ovw

Alarm.ovw

LogIn

LogOut

Logboek

Leiding 2

Sluit Af

Trend

Print

Bedrijfskeuze:

Doorzetten UPS

Verw.bewak

Storingsmeldingen

leiding 1 zuignivobewak.6/19-20

leiding 1 drukbewak.6/19-20

leiding 1 drukbewak.6/9-10

leiding 1&2 energimaxbewaking

06/LT1 MW

0.22 [mNAP]

Maas

06/INL1 MW

0.00 [m3/s]

07/LT1 MW

6.68 [mNAP]

04/BEKKEN MV

6.62 [mNAP]

De
Gijster

6/PDC1 MW

1.46 [mwvk]

06/FT1 MW

0.00 [m3/s]

06/FT3 MW

0.00 [m3/s]

06/LT2 MW

7.34 [mNAP]

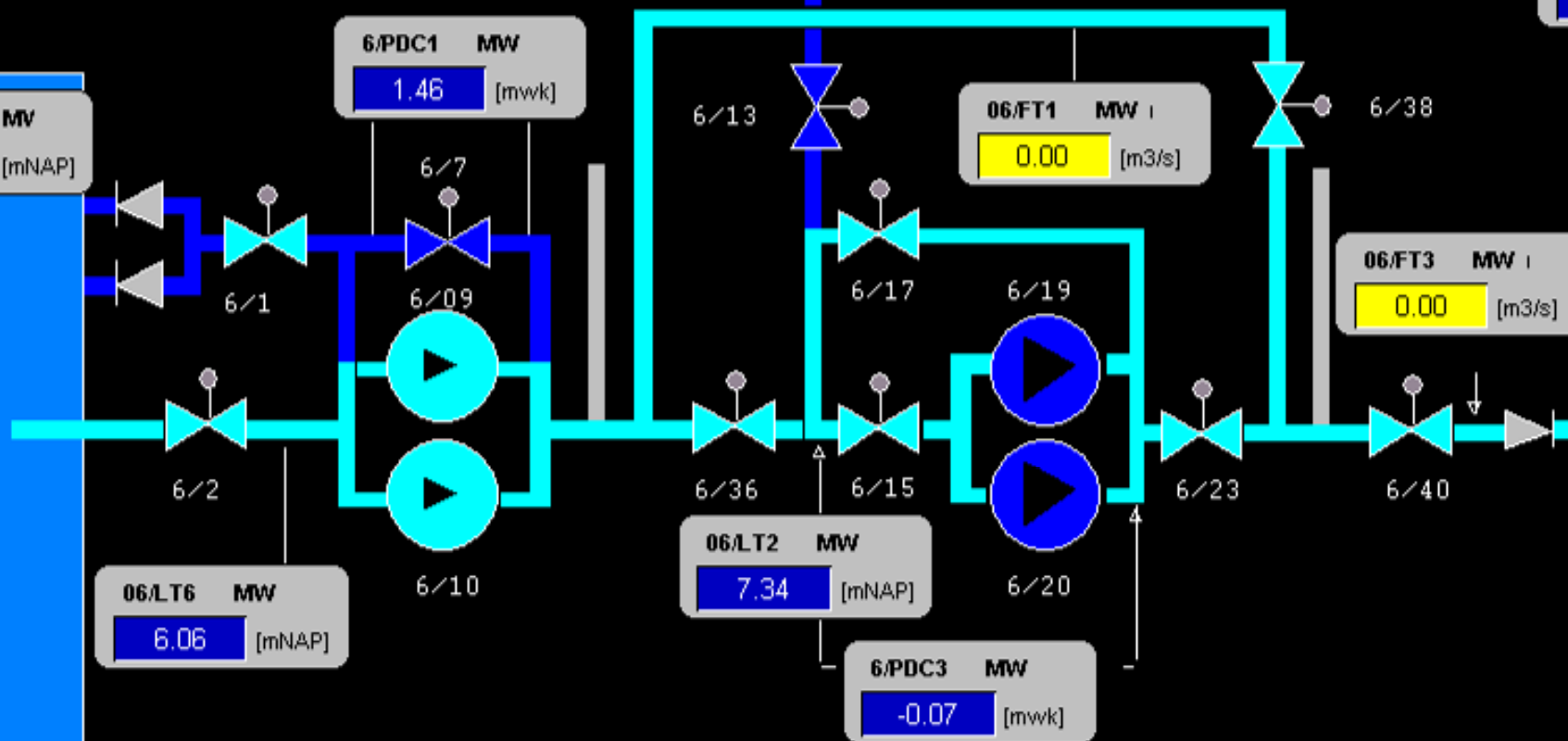
6/PDC3 MW

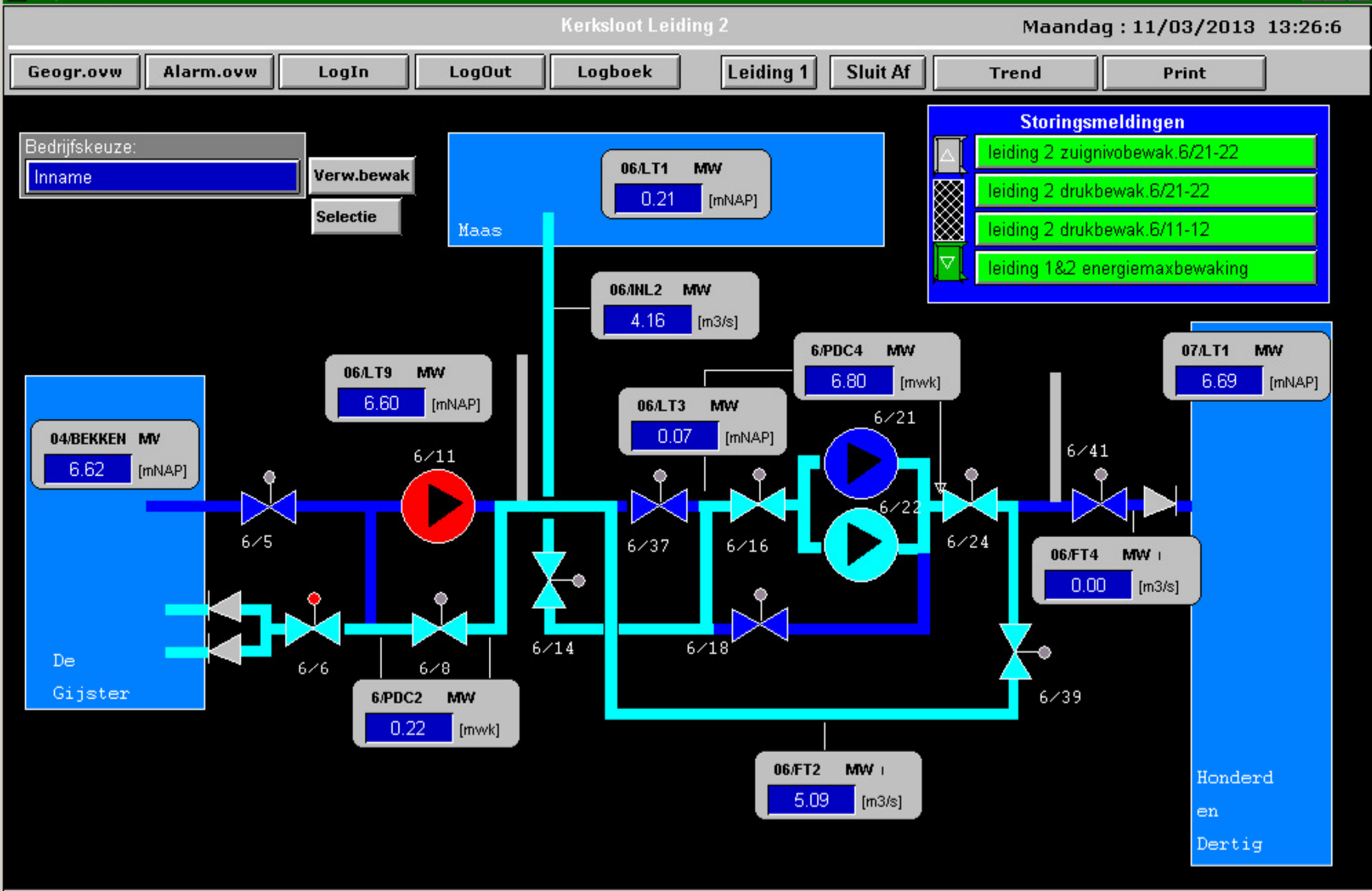
-0.07 [mwvk]

06/LT6 MW

6.06 [mNAP]

Honderd
en
Dertig





BIJLAGE II GEDETAILLEERDE INDICATIEVE KOSTENRAMING SPIJKERBOOR

Kostenanalyse alternatieven

Vergelijking van alternatieven



engineer: J. Schut

date: 21-03-2013

project: Analyse Spijkerboor

client: Evides

projectcode: RT782-1

Parameter	percentage	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Vaargeul, haven, inlaatgeul, bedrijfsterrein, steiger		€ 3.106.000	€ 3.700.000	€ 4.098.000
Innamepompstation Spijkerboor (Civiel)		€ 3.163.000	€ 3.794.000	€ 4.215.000
Inlaatwerk De Gijster (Civiel)		€ 1.197.000	€ 1.435.000	€ 1.595.000
Schakelgebouw (Civiel)		€ 473.000	€ 568.000	€ 634.000
Totaal Civiel		€ 7.939.000	€ 9.497.000	€ 10.542.000
Elektrische installaties		€ 3.951.000	€ 4.387.000	€ 4.673.000
Totaal Elektra		€ 3.951.000	€ 4.387.000	€ 4.673.000
Innamepompstation Spijkerboor (Werktuigbouw)		€ 5.360.000	€ 6.428.000	€ 7.144.000
Inlaatwerk De Gijster (Werktuigbouw)		€ 945.000	€ 1.133.000	€ 1.261.000
Leidingwerk		€ 3.808.000	€ 4.569.000	€ 5.078.000
Totaal Werktuigbouw		€ 10.113.000	€ 12.130.000	€ 13.483.000
Subtotaal		€ 22.003.000	€ 26.014.000	€ 28.698.000
Investeringsfactor (onvolledigheids toeslag en bijkomende kosten)	50%	€ 11.000.000	€ 13.010.000	€ 14.350.000
Onzekerheidsfactor (transport en vergunningverlening Nationaal landschap)	15%	€ 3.300.000	€ 3.900.000	€ 4.300.000
Totaal overige kosten		€ 14.300.000	€ 16.910.000	€ 18.650.000
Totaal		€ 36.000.000	€ 43.000.000	€ 47.000.000