



## Integraal Waterbeheer - kritische zone & onzekerheden NMDC-Innovatieproject, deelresultaat Kwalitatieve Onzekerheidsanalyse Baakse Beek



**Auteurs** : Jeroen P. van der Sluijs<sup>1</sup>, J. Arjan Wardekker<sup>1</sup> en Peter Janssen<sup>2</sup>  
**Datum** : 7 juni 2012  
**Versie** : 3  
**SURFGroepen** : <document path op SharePoint server>



### **Colofon**

*Titel* Integraal Waterbeheer  
*ondertitel* van Kritische Zone tot Kritische Onzekerheden  
*versie, datum* 7 juni 2012  
*(nummer, release, mod)*  
*referentie*

*samengesteld door* Jeroen P. van der Sluijs j.p.vandersluijs@uu.nl

*Project* NMDC integraal waterbeheer, van kritische zone tot kritische onzekerheden

*Versie historie* versie 1, 16 februari 2012 - Tussenrapport  
*(nummer, release, mod)* versie 2, 10 mei 2012 -Draft eindrapport  
versie 3, 7 juni 2012 - Eindrapport

*Bestandsnaam* NMDC kritische zone kwalitatieve onzekerheidsanalyse  
BB\_v3.doc

### Affiliaties auteurs:

1. Copernicus Instituut Universiteit Utrecht
2. Planburo voor de Leefomgeving

KvK rapportnummer 0xx/2012

IMEW rapportnummer: xxxxx

ISBN: xxxx

Dit rapport is (mede) geschreven in het kader van het Nationaal Onderzoekprogramma Kennis voor Klimaat ([www.kennisvoorklimaat.nl](http://www.kennisvoorklimaat.nl)). Dit onderzoeksprogramma wordt medegefinancierd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu.



### INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding .....	4
1.1	Aanleiding en doel.....	4
1.2	Aanpak van het project.....	5
1.3	Probleemstelling deelstudie kwalitatieve onzekerheden .....	5
1.4	Leeswijzer .....	7
2	Analyse van aannames in modelketens: werkwijze .....	7
3	Beschrijving van de modellentrein Baakse Beek .....	10
4	Resultaten.....	14
5	Discussie .....	25
6	Conclusies .....	27
7	Dankwoord.....	28
8	Referenties .....	28
	BIJLAGEN .....	30
	Bijlage 1 .....	31
	Bijlage 2 .....	50
	Bijlage 3 .....	98
	Bijlage 4 .....	99
	Bijlage 5 .....	100

### BIJLAGEN

Bijlage 1	Resultaten Minichecklist PBL Leidraad omgaan met onzekerheden
Bijlage 2	Resultaten van de pedigree-scores voor de groeps-top 10 aannames
Bijlage 3	Bestudeerde documenten bij de samenstelling van de groslijst aannames
Bijlage 4	Lijst bevroegde experts voor de samenstelling van de groslijst aannames
Bijlage 5	Lijst van respondenten voor de prioritering en karakterisering van de aannames



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en doel

De komende decennia zullen het klimaat en de sociaaleconomische omstandigheden in Nederland verder veranderen. Dit heeft consequenties voor de kwantiteit en kwaliteit van grond- en oppervlaktewater en de landbouw en natuur die afhankelijk zijn van voldoende water van de juiste kwaliteit. Om goed hierop te kunnen anticiperen hebben stakeholders behoefte aan adequate informatie. Echter, huidige grond- en oppervlaktewater modellen en daaraan te koppelen modellen die hydrologische effecten vertalen naar de gewasopbrengst in landbouw en natuurwaarden geven vaak niet de gewenste informatiebehoefte. Ook worden de onzekerheden over de modeluitkomsten niet transparant in beeld gebracht. Een bijkomend probleem is dat de beleidsvragen zelf ook niet vastomlijnd zijn en snel kunnen wijzigen.

Diverse kennisinstituten houden zich bezig met complexe maatschappelijke vraagstukken op het gebied van het klimaat, milieu en de effecten op de leefomgeving. Om een verdere integrale aanpak te stimuleren en te structureren en om versnippering van de onderzoeksresultaten te voorkomen, is het Nationaal Modellen- en Data Centrum (NMDC) in 2010 opgericht. Het NMDC wil toegepaste modellen voor strategisch onderzoek op het gebied van de leefomgeving harmoniseren en integreren. Daartoe heeft het NMDC een onderzoeksprogramma opgesteld voor de periode 2010 – 2012 gericht op innovatie, leerprojecten en verbetertrajecten. Binnen dit programma wordt door Alterra, TNO, Deltares, KNMI en PBL in nauwe samenwerking het innovatieproject “Integraal waterbeheer, van kritische zone tot kritische onzekerheden” uitgevoerd. De doelen van dit project zijn om:

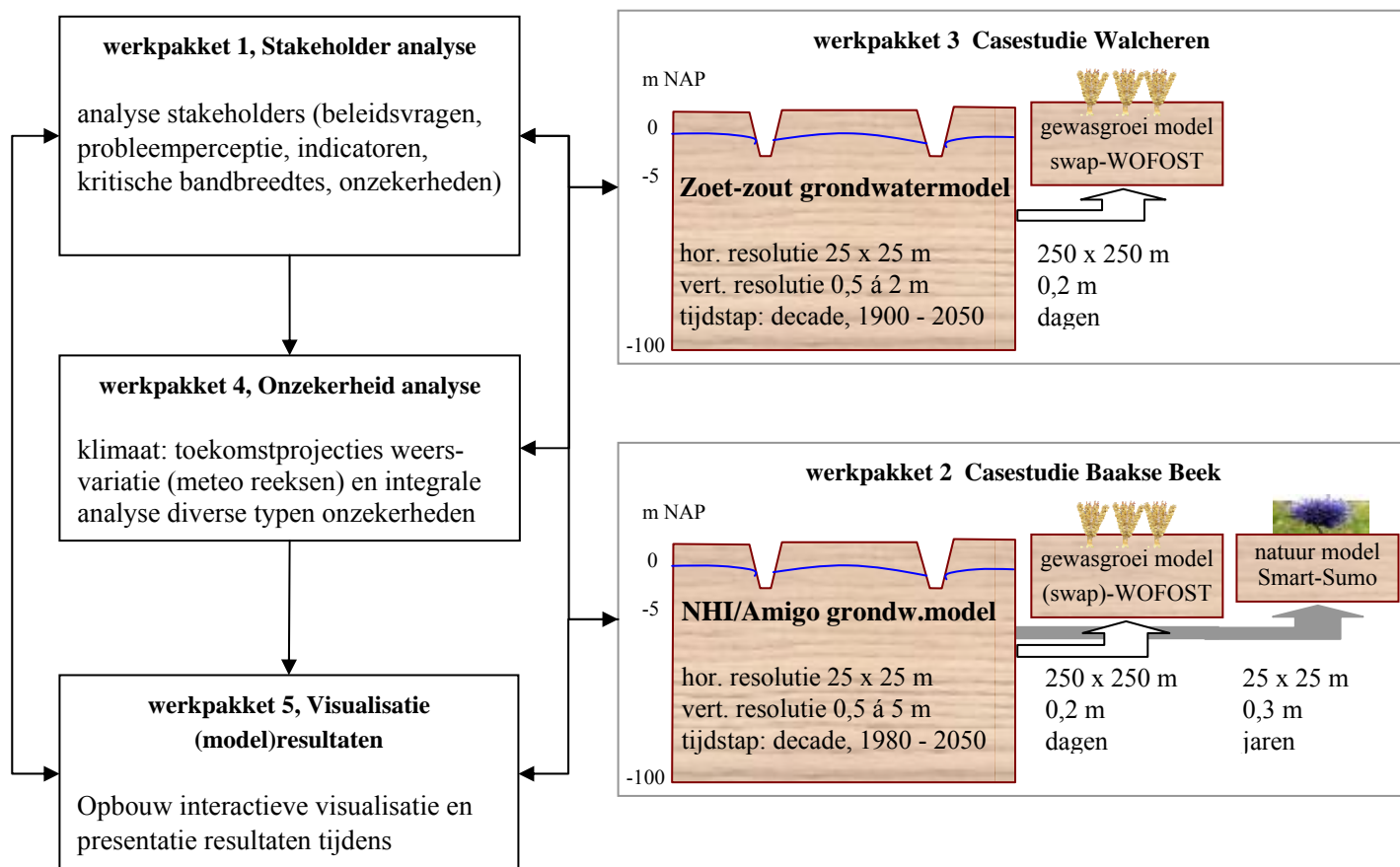
- Methodes te ontwikkelen om modellen voor hydrologie, gewasopbrengst landbouw en natuur te koppelen en te schalen (tijd en ruimteschalen) om uiteindelijk beter te kunnen aansluiten bij de informatiebehoeften van stakeholders
- De onzekerheden rond data, modelconcepten en klimaatverandering te analyseren en methodes te ontwikkelen om deze nader kwantitatief en kwalitatief in kaart te brengen
- Bij de onzekerheidsanalyse ook te kijken naar onzekerheden die voortkomen uit verschillende percepties die stakeholders rond de problemen zoals verzilting en gevolgen van klimaatverandering hebben.
- De modelresultaten en onzekerheden zodanig in kaart brengen (visualiseren) en interactief te presenteren dat de resultaten beter aansluiten bij de informatiebehoefte van de waterbeheerders en andere stakeholders.
- De samenwerking tussen de Nederlandse kennisinstituten te bevorderen opdat zij hun kennis in de toekomst efficiënter en beter op elkaar afgestemd kunnen inzetten.

•  
Nevendoelstelling is om met het project onderdelen van de PBL-leidraden ‘Stakeholderparticipatie’ en ‘Omgaan met onzekerheden’ toe te passen en te evalueren of dit meerwaarde biedt voor de stakeholder- en onzekerheidsanalyse.



## 1.2 Aanpak van het project

Het project is uitgevoerd in 5 werkpakketten zoals aangegeven in figuur 1.



Figuur 1; De 5 werkpakketten van het project: Integraal Waterbeheer, kritische zone en onzekerheden

In de aanpak staat centraal dat in 2 concrete deelgebieden (hoog- en laag Nederland) innovatieve modellen voor de hydrologie, landbouwpbrengsten en natuur opgezet, aan elkaar gekoppeld en doorgerekend voor klimaatscenario's waarvan de uitlevering door het KNMI specifiek op de invoer van modellen is afgestemd. In werkpakket 2 is dit de Baakse beek, een zandgebied in de achterhoek en in werkpakket 3 is dit een gebied in Walcheren, een kleigebied waar de scheiding tussen zoet en zout grondwater vrij ondiep is. In beide gebieden worden de stakeholders bevraagd en hun informatiebehoefte geanalyseerd (werkpakket 1). De onzekerheden worden in werkpakket 4 apart in beeld gebracht via een theoretisch kader en door toepassing van de PBL-leidraad. De resultaten worden gevisualiseerd in werkpakket 5.

## 1.3 Probleemstelling deelstudie kwalitatieve onzekerheden

In het kader van het NMDC-Innovatieproject "Integraal Waterbeheer - van Kritische Zone tot Kritische Onzekerheden" worden methodes ontwikkeld om modellen voor hydrologie, gewasopbrengst landbouw en natuur te koppelen en te schalen (tijd en ruimteschalen) om



uiteindelijk beter te kunnen aansluiten bij de informatiebehoeften van stakeholders. Ook wordt er uitvoerig gekeken naar de diverse onzekerheden rond data, modelconcepten en klimaatverandering, waarbij ondermeer de PBL-leidraden 'Stakeholderparticipatie' en 'Omgaan met onzekerheden' zijn toegepast op twee case-studies, o.a. resulterend in een voorlopige invulling van de minicheck en de quick-scan van de leidraad 'Omgaan met onzekerheden' (bijlage 1). Daaruit kwam naar voren dat kwalitatieve dimensies van onzekerheid in deze casussen een belangrijke rol spelen en dat er behoefte is aan meer inzicht in met name de sterktes en zwaktes van de noodzakelijkerwijs gehanteerde veronderstellingen in de gebruikte modelketens.

Het doel van deze deelstudie is – naast het aanvullen van het overzicht van de belangrijk(st)e bronnen van onzekerheid - het systematisch in kaart brengen van deze aannames en hun beperkingen. Dit is gedaan aan de hand van de casus Baakse Beek en gebruikmakend van de door Kloprogge e.a. (2011) ontwikkelde methode voor pedigree analyse van aannames in modelrekenketens.

De vragen die centraal staan zijn:

1) (a) Wat zijn de veronderstellingen die ten grondslag liggen aan de modelberekeningsketen die wordt ingezet voor de casus Baakse Beek, en die leidt tot uitspraken over hydrologische effecten (grondwaterstanden, vochtgehalten onverzadigde zone, waterfluxen, beekafvoeren), effecten landbouw (gewasopbrengst) en effecten natuur (biomassa, vegetatiestructuurtype, natuurwaarde, N, K, e.a. in biomassa) voor deze casus?

Veronderstellingen zijn o.a. gerelateerd aan de afbakening/framing van de studie, de keuze van scenario's, de gehanteerde modelconcepten (modelstuctuuronzekerheden) in de modelberekeningsketen, de wijze waarop koppelingen/conversies in de modelberekeningsketen worden uitgevoerd, de inschatting van onzekerheden ten gevolge van onzekere (gecalibreerde) modelparameters en modelinputs. Te denken valt ondermeer aan veronderstellingen ten aanzien van sociaal/economische ontwikkelingen, ontwikkelingen in landgebruik, toekomstige klimaatverandering, (toekomstige) grondwateraanvullingen c.q. - onttrekkingen, maar ook veronderstellingen tav de interactie tussen vegetatie en klimaat (bij temperatuur verhoging en CO2 toename) etc.

(b) Hiertoe is eveneens inzicht nodig in de kwaliteit van de kennisbasis die onder de modellen/modelberekeningsketen ligt, en in de verschillende onzekerheden die in dit kader een rol spelen. Hiertoe brengt dit deelproject de belangrijk(st)e onzekerheden voor de verschillende modellen (en hun koppelingen) verder in kaart.

2) Hoe zijn deze veronderstellingen onderbouwd c.q. getoetst, en wat is hun kwaliteit?

3) Welke invloed hebben de veronderstellingen op de assessment resultaten (aangaande hydrologische effecten, en effecten op landbouw en natuur), voor zover dit kan worden ingeschat voor de betreffende casus? In het bijzonder gaat het er om inzicht te krijgen in de robuustheid van de assessment resultaten voor mogelijke afwijkingen in de gehanteerde veronderstellingen.

4) Gegeven de informatie over de kwaliteit van de veronderstellingen (sub (2)) en hun ingeschatte invloed (sub (3)), welke veronderstellingen zijn het meest 'kritisch' te noemen, en wat kan dit betekenen voor de wijze waarop over de assessment resultaten (en hun onzekerheden) gecommuniceerd dient te worden?

De onderzoeksvragen zullen worden beantwoord door toepassing van de methode voor het systematisch in kaart brengen en kritisch analyseren van aannames in modelketens zoals ontwikkeld en beschreven door Kloprogge e.a. (2005, 2011) en zoals eerder ondermeer toegepast



door Honing (2004) op het Mest en Ammoniakmodel, door Kloprogge e.a. (2005) op de indicatoren voor troposferisch ozon en het groeiseizoen uit de MV2005, door Boone e.a. (2009) op de casus kwantitatieve microbiële risicoanalyse/ voedselveiligheid, door Laes et al (2011) op externe kosten van een grootschalig nucleair ongeval en door De Jong e.a. (2012) op gezondheidsrisico's van hoogspanningslijnen.

In de volgende paragrafen wordt achtereenvolgens informatie gegeven over de gebruikte methodiek voor het identificeren, prioriteren en karakteriseren van aannames, de toepassing ervan voor het NMDC-project Integraal Waterbeheer-kritische zone casus Baakse Beek en de bevindingen van de resultaten.

### 1.4 Leeswijzer

Het onderhavige rapport geeft resultaten van de deelstudie "Kwalitatieve onzekerheidsanalyse modellentrein casus Baakse Beek" op het grensvlak van werkpakketen 2 en 4. In sectie 2 wordt de gebruikte methodiek besproken. Sectie 3 beschrijft op hoofdlijnen de modellen in de modellentrein en verkent de wijze waarop de modellen zijn gekoppeld voor de casus Baakse Beek. Sectie 4 presenteert de resultaten van de kwalitatieve onzekerheidsanalyse. In sectie 5 reflecteren we op de beperkingen van deze studie. We sluiten af met conclusies in sectie 6.

## 2 Analyse van aannames in modelketens: werkwijze

In box 1 staan de stappen weergegeven van de methode Kloprogge (2011). Gelet op de zeer beperkte doorlooptijd en beperkte beschikbare middelen hebben we in dit deelproject hiervan alleen de stappen 1,2,3,4 en 7 (behalve 2e gedachtenstreepje) uitgevoerd. Bovendien is ter aanvulling en ondersteuning hiervan ook een inventarisatie gemaakt van de belangrijk(st)e onzekerheden voor de verschillende modellen (en hun koppelingen), gebruik makend van de karakterisering zoals aangereikt door de Leidraad voor Omgaan met Onzekerheden (bijlage 1).

Box 1 Stappen in de kritische analyse van aannames in rekenketens (Kloprogge e.a. 2011)

#### Analyse

1. Identificeer expliciete and impliciete aannames in de rekenketen.
2. Identificeer en prioriteer de meest problematische aannames in de rekenketen.
3. Karakteriseer de aannames aan de hand van de pedigree-matrix voor aannames (tabel 1).
4. Identificeer 'zwakke' schakels in de rekenketen.
5. Nadere beschouwing en analyse van de meest problematische aannames.

#### Bijstelling

6. Herzie/verbeter de analyse:
  - gevoeligheidsanalyse voor de meest problematische aannames;
  - diversificatie van aannames;
  - wijziging naar meer realistische aannames in de rekenketen.

#### Communicatie

7. Communicatie van de bevindingen:
  - Meest problematische aannames;



- alternatieven voor en onderbouwing van de gehanteerde aannamen;
- invloed van aannamen op de resultaten;
- implicaties in termen van robuustheid van de resultaten.

Om de aannames te karakteriseren is gebruik gemaakt van de methode van Kloprogge et al. (2005, 2011) voor het karakteriseren van aannames in rekenketens, welke verder is verfijnd door Craye et al. (2009). Gebaseerd op literatuurstudie en het pedigree-concept (Van der Sluijs et al, 2005; 2008) is in deze methode een set criteria ontwikkeld om de mogelijke waardegeladenheid en de invloed van aannames op het eindresultaat van een rekenketen te bediscussiëren en te karakteriseren. Waardegeladenheid refereert hier naar het feit dat het gebruik van aannames het maken van keuzes met zich mee brengt, en dient niet primair begrepen te worden als politiek en/of ethisch controversieel. De set criteria is te vinden in Tabel 1. De criteria zijn:

- *Invloed van situationele beperkingen*: de mate waarin de keuze voor een aanname beïnvloed kan zijn door situationele beperkingen, zoals een gebrek aan data, geld, tijd, soft- en/of hardware, tools, menskracht;
- *Plausibiliteit*: de mate waarin de (benaderde) beschrijving op basis van de gehanteerde aanname, in overeenstemming is met de werkelijkheid (meestal gebaseerd op expert judgement);
- *Keuzeruimte*: de mate waarin alternatieven voor de genomen aanname beschikbaar zijn;
- *Overeenstemming onder experts*: de mate waarin de keuze van experts voor een bepaalde aanname in overeenstemming is met de keuze van de onderzoeker;
- *Overeenstemming onder stakeholders*: de mate waarin de keuze van stakeholders voor een bepaalde aanname in overeenstemming is met de keuze van de onderzoeker;
- *Gevoeligheid voor visie en belangen van de onderzoeker*: de mate waarin de keuze voor een aanname, bewust of onbewust, beïnvloed is door de visie en belangen van de onderzoeker die de aanname opgesteld heeft of gebruikt;
- *Invloed op het resultaat*: om belangrijke waarde-geladen aannames in een rekenketen te indiceren, is niet alleen de mogelijke waardegeladenheid van belang, maar ook de invloed van de aanname op het eindresultaat;

Gebruik is gemaakt van de pedigreematrix zoals hieronder weergegeven in tabel 1:





Score	Invloed van situationele beperkingen:	Plausibiliteit	Keuzeruimte	Overeenstemming onder experts	Overeenstemming onder stakeholders	Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker	Geschatte invloed op resultaat model
4	geen	zeer plausibel	geen alternatieven	volledige overeenstemming	volledige overeenstemming	niet gevoelig	verwaarloosbare invloed
3	nauwelijks	plausibel	zeer beperkte keus aan alternatieven	hoge mate van overeenstemming	hoge mate van overeenstemming	nauwelijks gevoelig	locale invloed binnen deelmodel, werkt nauwelijks door in de keten
2	matig	aanvaardbaar	beperkt aantal alternatieven	experts denken hier enigszins verschillend over	stakeholders denken hier enigszins verschillend over	matig gevoelig	beïnvloed een belangrijke stap in de rekenketen
1	in belangrijke mate	niet zo plausibel	ruime keus aan alternatieven	experts denken hier verschillend over	stakeholders denken hier verschillend over	gevoelig	substantiële invloed op eindpunten van de rekenketen
0	volledig	speculatief	zeer ruime keus aan alternatieven	zeer controversieel	zeer controversieel	zeer gevoelig	sterke invloed op eindpunten van de rekenketen

Tabel 1: pedigree matrix voor het karakteriseren van aannames in rekenketens (gebaseerd op Laes e.a., 2011)

De identificatie van aannames (samenstellen 'groslijst') is gebaseerd op documentanalyse en gesprekken met een zestal bij de casus Baakse Beek betrokken onderzoekers van het NMDG-project: Integraal Waterbeheer: van Kritische Zone naar Kritische Onzekerheden. Hierbij is ook een inventarisatie van de belangrijk(st)e onzekerheidsbronnen uitgevoerd/aangevuld. De documenten die bekeken zijn staan opgesomd in bijlage 3. De namen van de bevroegde experts staan in bijlage 4. Hen is tevens gevraagd om de juistheid en compleetheid van de lijst van aannames te checken voor zover door hen zelf aangedragen.

In de interviews is bij het inventariseren van aannamen gevraagd ondermeer te denken aan:

- Versimpelingen van de werkelijkheid;
- Opschaling/neerschaling - vooral bij de koppeling van modellen;
- Variabelen die in het model constant zijn gehouden in ruimte en of tijd maar die in werkelijkheid variëren;
- Buiten beschouwing gelaten mee- of terugkoppelingen;
- Buiten de systeemgrens gehouden processen.
- Bronnen van grote onzekerheid.

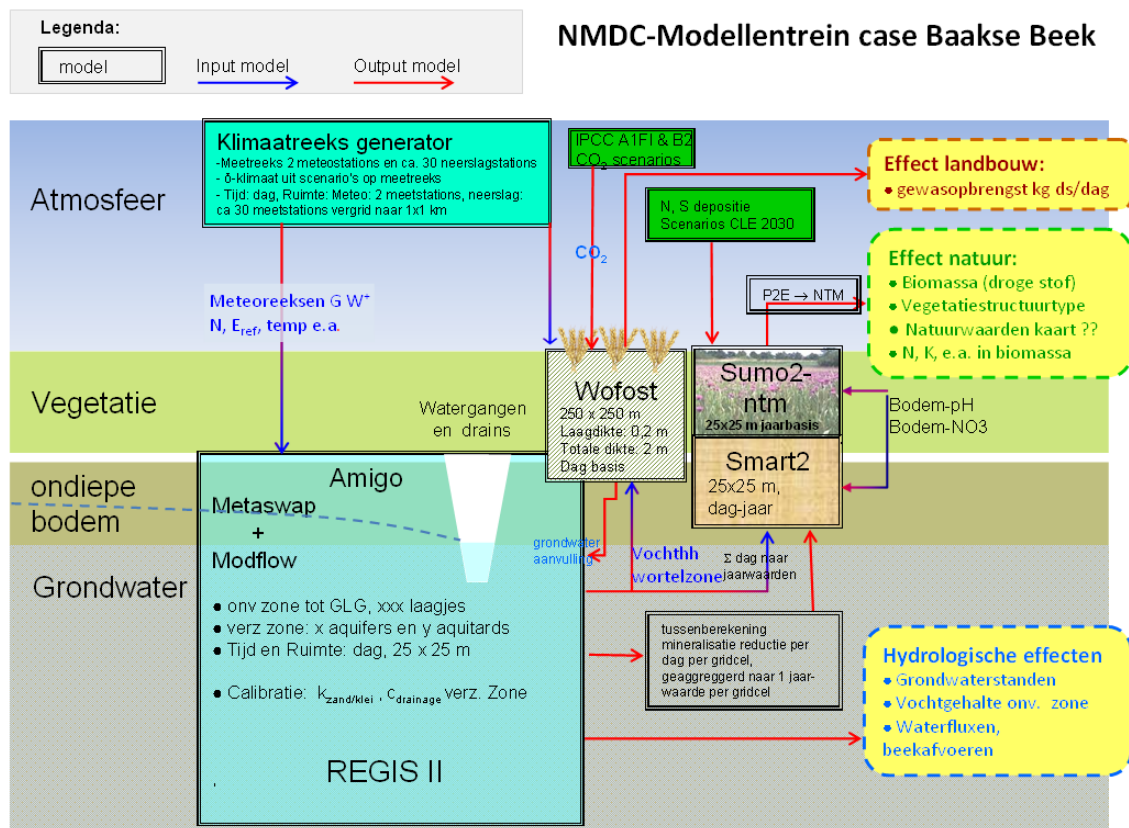


De aannames afkomstig uit de afzonderlijke interviews zijn vervolgens samengevoegd tot een groslijst waarbij sterk overlappende aannames zijn samengevoegd.

Vervolgens is een bredere groep onderzoekers (zie bijlage 5) per e-mail gevraagd om (via het invullen van een excelbestand) de top 10 meest kritische aannames uit de groslijst van aannames te selecteren. Voor externe experts is een briefingdocument meegestuurd. De individuele top-10 lijstjes zijn vervolgens samengevoegd tot een groepsranking van de belangrijkste geachte aannames.

Met behulp van het open source softwarepakket LimeSurvey (www.limesurvey.org) is vervolgens een elektronische survey geïmplementeerd waarmee respondenten de top 10 van de aannames uit de resulterende groepsranking kritisch kunnen beoordelen door deze van pedigree scores te voorzien, gebruikmakend van de pedigree criteria en 5-punts scoreschalen uit de pedigree matrix in tabel 1. Daarbij is expliciet gevraagd om explicitering van de redeneringen en argumentaties op grond waarvan elke score wordt gegeven door elke respondent.

### 3 Beschrijving van de modelleentrein Baakse Beek



Figuur 2: Schematische weergave van de modelketen zoals gebruikt in de case studie Baakse Beek (zie ook van Ek et al. (2012) waarin de case-studie Baakse Beek gerapporteerd wordt).

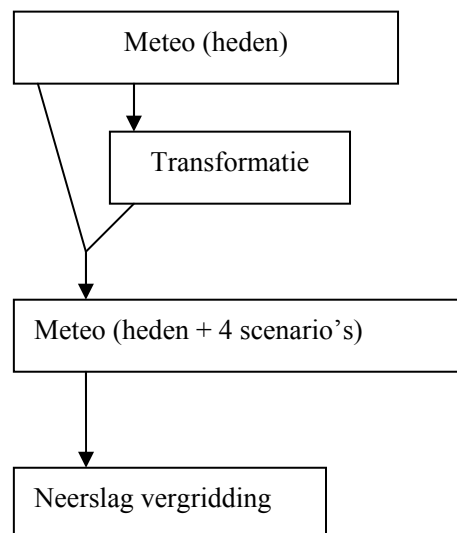


In figuur 2 is schematisch weergegeven welke modellen op welke manier gekoppeld zijn in de casestudie Baakse Beek.

De eindpunten van de modellentrein zijn de effecten van klimaatverandering op hydrologie, landbouw en natuur in het Baakse Beekgebied. Daartoe worden de uitkomsten voor twee denkbare toekomstige klimaatreeksen voor de periode 2035-2065 vergeleken met de uitkomsten voor de historische reeks 1981-2010.

### Klimaatreeksen KNMI

Voor toepassing van Nederlandse klimaateffectstudies heeft het KNMI tools ontwikkeld waarmee voor elk meetstation in het Baakse Beek gebied klimaatreeksen worden gegenereerd voor de 4 KNMI klimaatscenario's voor Nederland (zichtjaar 2050). Dit gebeurt door de 30 jarige historische reeksen (1981-2010) van ieder afzonderlijk meetstation te transformeren naar het toekomstige klimaat (30 jaar rond 2050, dat is 2035-2065) voor wat betreft de neerslag, referentiegewas-verdamping en temperatuur. In het Baakse Beek gebied gaat het om ca 30 neerslagmeetstations en 2 weermeetstations. Bij deze transformatie (figuur 3) wordt niet alleen rekening gehouden met veranderingen in de hoeveelheid neerslag, maar ook met veranderingen in de verdeling van de intensiteit van neerslagbuien en verschuivingen in de neerslagverdeling over de seizoenen. De klimaatverandering wordt in de huidige tool voor Nederland als homogeen verondersteld. (Bakker et al., 2012)



Figuur 3: Schematische weergave van de KNMI klimaatgenerator (Bakker et al., 2012).

Naast de klimaatreeksen van KNMI worden in de casus Baakse Beek ook nog scenario's gebruikt van het IPCC voor de toekomstige CO<sub>2</sub> concentraties (de scenario's A1FI en B2) en scenario's voor de toekomstige depositie van stikstof en zwavel.



### **Ondergrond model REGIS II en Hydrologische model AMIGO**

Het hydrologische grondwatermodel AMIGO (Actueel Model Instrument Gelderland Oost) wordt door het Waterschap, de Provincie en Vitens gebruikt om het gebiedsproces in de Baakse Beek te ondersteunen. AMIGO is ontwikkeld door Deltares/TNO, Alterra, TAUW en Royal Haskoning in opdracht van de provincie Gelderland, Waterschap Rijn en IJssel en Vitens. Het model beslaat het gebied tussen de IJssel en de Nederlandse grens (de complete Achterhoek).

Het AMIGO model bestaat uit een MODFLOW model dat de grondwaterstromen beschrijft gekoppeld aan de onverzadigde zone module MetaSWAP. De ondergrond is geschematiseerd in 12 watervoerende pakketten en 12 scheidende lagen op basis van REGIS v II, een ondergrondmodel waarin de lagen van watervoerende en waterscheidende lagen zijn geschematiseerd, dat werkt met een ruimtelijke resolutie van 100x100m.. Het AMIGO model rekt op dagbasis met een resolutie van 25x25 m.

Binnen AMIGO beschrijft de module MetaSWAP de niet-stationaire stroming van water in de onverzadigde zone. MetaSWAP is gebaseerd op rekenexperimenten met een stationaire versie van het SWAP model voor de onverzadigde zone waarmee metarelaties zijn afgeleid voor 2.881.788 stationaire berekeningen die verkregen zijn door combinaties te maken van: bodemprofielen, diktes van wortelzones, grondwaterstanden en fluxen. Resultaten van deze SWAP berekeningen zijn geconverteerd naar een database, die dus bekend staat als de module MetaSWAP. MetaSWAP gaat alleen uit van een wortelzone en ondergrond (2 lagen). De diepte die wordt gehanteerd in AMIGO is afhankelijk van bodemfysische eenheid en landgebruik. De diepte van de wortelzone is niet seizoensafhankelijk.

### **Modellering gewasopbrengst: WOFOST**

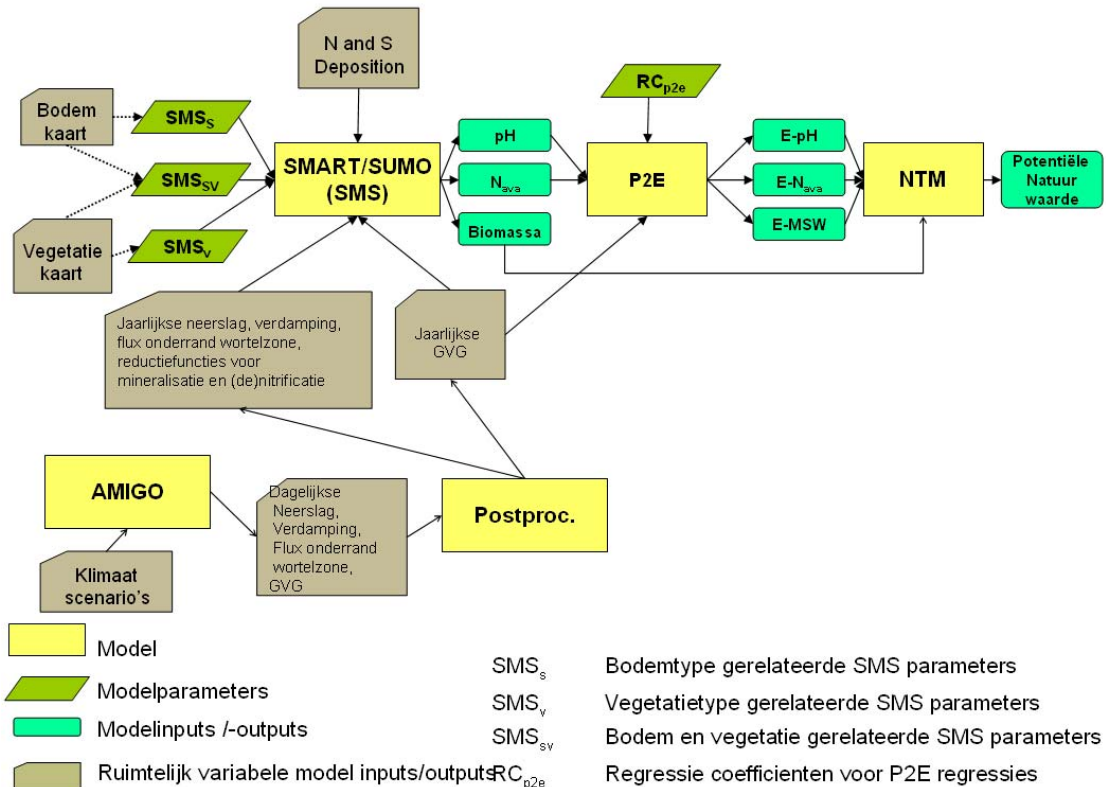
WOFOST (World FOod STudies) is een simulatie model ten behoeve van de kwantitatieve analyse van groei en productie van landbouwgewassen. Met dit dynamische gewasgroeimodel kunnen potentiële gewasopbrengsten worden bepaald. WOFOST gebruikt als input de output van de module metaSWAP dat de hydrologie voor de onverzadigde zone becijfert. In combinatie met de klimaatreeksen en de CO<sub>2</sub> reeksen kunnen de effecten van bijvoorbeeld klimaatveranderingen op waterhuishouding en potentiële gewasopbrengsten worden verkend.

### **Modellering natuur: SMART2-SUMO2**

In de casestudie Baakse Beek wordt voor de modellering van de bodem-vegetatie de modelketen SMART2-SUMO2 gekoppeld aan het hydrologische model Amigo-MetaSwap. Deze keten is al eerder toegepast voor het PBL in het kader van een project voor het onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte. Nieuw is dat voor de Baakse beek gerekend wordt met een ruimtelijke resolutie van 25 x 25 m in plaats van 250m x 250m. Verder wordt gebruik gemaakt van een kaart met gegevens over capillaire aanvoer vanuit het grondwater naar de wortelzone en de kwaliteit van dat water. SMART2 SUMO2 rekt op jaarbasis, daarom is een aggregatiestap nodig om de dagwaarden die uit AMIGO komen te aggregeren naar jaarwaarden die als input voor SMART2 SUMO2 dienen. Daarbij worden ook jaarwaarden voor de zogenaamde mineralisatie reductie factor berekend die als invoer dienen voor het bodemchemiemodel SMART2. SUMO2 beschrijft de vegetatieontwikkeling inclusief de zogenaamde successie in ecosystemen. Het berekent per gridcel de ontwikkeling van de vegetatiestructuur en biomassa op basis van ondermeer gemiddelde jaar temperatuur, neerslag in mm per jaar, CO<sub>2</sub> concentratie in elk jaar, nutriëntbeschikbaarheid en voorgeschiedenis van de vegetatie. SUMO2 is een subroutine van het bodemchemiemodel



SMART2 dat ondermeer de pH en NO<sub>3</sub> beschrijft. Samen met de grondwaterstanden uit Amigo is dit weer invoer voor het natuurwaarderingsmodel (P2E NTM zoals dat ook in de Natuurverkenning van PBL wordt gebruikt) dat als output een natuurwaardenkaart voor het gebied oplevert.



Figuur 4: Schematische weergave van de SMART2 - SUMO2 - NTM3 rekenketen.

Figuur 4 schetst de rekenketen SMART2/SUMO2. SMART2 en SUMO2 zijn zodanig geïntegreerd dat SUMO2 draait als een subroutine van SMART2. De belangrijkste uitwisselingen tussen SMART2 en SUMO2 zijn als volgt. Van SMART2 naar SUMO2 wordt de stikstofbeschikbaarheid (N<sub>ava</sub>) doorgegeven. Van SUMO2 naar SMART2 is er een nutriënten flux door bladval met stikstofgehalte (en andere elementen). Belangrijke input van SUMO2 is ondermeer: gemiddelde jaar Temperatuur, neerslag in mm per jaar en CO<sub>2</sub> concentratie in elk jaar (niet opgenomen in de figuur). SUMO2 heeft als uitvoer ondermeer de vegetatiestructuur en de opbouw van biomassa.

Het natuurwaarderingsmodel NTM3 staat los van beide modellen, en is een regressiemodel. De koppeling gaat via de vertaalmodule P2E (van pH, stikstofbeschikbaarheid, en gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (gvg) aan het begin van het groeiseizoen - die via een aggregatiestap wordt af geleid uit de dagwaarden becijferd door AMIGO - naar de zogenaamde Ellenberggetallen, een algemeen gangbare methodiek voor de karakterisering van een ecologische niche naar de belangrijkste gradiënten). De uitvoer van NTM3 geeft een kaart met een plantdiversiteitsindicator die kan worden beschouwd als de kans op voorkomen van rode lijst soorten.



### 4 Resultaten

De volgende aannames zijn geïdentificeerd in de verschillende stappen van de rekenketen voor de case Baakse Beek, met tussen vierkante haakjes steeds de aard van de aanname:

#### A. Van KNMI waarnemingsreeks en klimaatscenario's naar Baakse Beek meteo en neerslagreeksen

AA: [versimpeling] De range die wordt opgespannen door de gekozen scenario's (G en W+) voor de Baakse Beek casus dekt de onzekerheid en variabiliteit omtrent het klimaat rond 2050 voldoende af. (Hier onder ligt een hele reeks aannamen, ondermeer de aanname dat alle door IPCC beschouwde modellen bij elkaar een goede representatie geven van de onzekerheid; dat daarbij slechts de forcering becijferd via emissies van broeikasgassen beschouwd is. De veranderende uitstoot van fijnstof / c.q. aerosolen en de mogelijke invloed daarvan op mist, wolken en intensiteit van de zonnestraling, is buiten beschouwing gelaten. KNMI neemt aan dat de onzekerheid over de klimaatgevoeligheid afdoende is afgedekt in de IPCC analyses; Uitgangspunt voor de KNMI'06 scenario's was dat ze ongeveer 80% van  $\Delta T_{\text{globaal}}$  van de IPCC range op zouden spannen; etc.). Het gebruik van slechts het G en W+ scenario in de Baakse Beek case zorgt mogelijk voor een incomplete opspanning van de gemodelleerde impacts, met name wat betreft extremen.

AB: [op/neerschaling] Onzekerheid door het gebruik van data van twee meteo stations en ca 30 neerslagstations voor hele Baakse Beek gebied: De **meteo** (met uitzondering van de neerslag) in een gridcel van Amigo en WOFOST is gelijk aan de meteo van het dichtsbijliggende van de twee meteo-meetstations in het Baakse Beekgebied. In elk van deze twee deelgebieden is de meteo (met uitzondering van de neerslag) ruimtelijk homogeen, maar de reeksen zijn naar KNMI aanneemt representatief voor de klimatologische variabiliteit en extremen in de tijd. De **neerslag** op dagbasis voor de historische reeks is door interpolatie tussen ca. 330 neerslagmeetstations, waarvan ca. 30 binnen het modelgebied, vergrid naar 1x1km zodanig dat per dag het percentage van het oppervlak van het gebied waar geen neerslag valt gelijk is aan het percentage stations in het gebied waar die dag geen neerslag is. De neerslag op dagbasis is binnen een 1x1km gridcel homogeen. De klimatologische variabiliteit en extremen van de tussengelegen punten zullen waarschijnlijk wel onderschat worden door de interpolatie.

AC: [versimpeling] De meetonzekerheid in de meteo stationsdata en neerslagstationsdata is buiten beschouwing gelaten.

AD: [op/neerschaling] Elk van de scenario's is vertaald in modificatiefactoren waarmee de historische reeksen van elk van de twee meteo-meetstations en elk van de ca. 330 neerslagmeetstations, waarvan ca. 30 in het Baakse Beekgebied, worden getransformeerd naar meteo en neerslagreeksen die consistent zijn met elk scenario. In de + scenario's verandert de transformatie de jaar-op-jaarvariatie van de neerslag iets, hoewel de scenario's hier niet expliciet iets over zeggen. Voor de andere scenario's wordt impliciet aangenomen dat de temporele en ruimtelijke variabiliteit in meteo en neerslag in de periode 2036-2065 gelijk is aan die in de periode 1981-2010. De toekomstige neerslagreeksen per neerslagmeetstation zijn weer vergrid naar 1x1 km (als bij aanname AB voor de historische reeksen).

AE: [niet meegenomen terugkoppeling] De feedback van de lokale vegetatie en hydrologie op de klimaatreeks is op deze tijdschaal (tot 2065) en ruimteschaal (Baakse beek gebied) waarschijnlijk verwaarloosbaar en daarom buiten beschouwing gelaten.

AF: [buiten beschouwing gelaten proces] De mogelijke invloed van veranderend landgebruik op het klimaat rond 2050 is niet beschouwd.



### **B. Van KNMI meteo- en neerslagreeksen naar lokale hydrologie: AMIGO**

- BA: [buiten systeemgrens gelaten factoren] Karakteristieken van het veranderende klimaat anders dan die in de KNMI reeksen zijn beschreven, zijn niet beschouwd voor hydrologie, schade aan gewassen en natuur (denk aan bijvoorbeeld bliksemschade, hagelschade, stortbuischade, vorstschade, aanvriezende mist en rijp, windworp, brand[brand zit wel als beheersmaatregel in SUMO2 maar niet als natuurverschijnsel]). Impliciet betekent dat dat is aangenomen dat deze factoren constant zijn in de tijd en niet wijzigen als het klimaat wijzigt.
- BB: [buiten beschouwing gelaten terugkoppeling/ factoren die in het model constant gehouden zijn maar in werkelijkheid een functie zijn van andere factoren in het systeem] De mogelijke invloed van veranderend klimaat en daaraan gekoppelde veranderende hydrologie op de 3D structuur en hydrologische eigenschappen van de ondergrond is niet beschouwd. (De doorlaatbaarheid van de ondergrond Kh en Kv is in het model constant in de tijd en wijzigt niet als klimaat en hydrologie wijzigen, geen tippingpoints, permanente doorbraken in waterscheidende lagen, substantiële wijziging van de waterlopen, etc.).
- BC: [vereenvoudigingen van de werkelijkheid] De doorlaatbaarheid van de ondergrond (Kh en Kv) is in het model zodanig beschreven dat deze homogener is dan deze in werkelijkheid is.
- BD: [buiten beschouwing gelaten proces of koppeling] Feedbacks van hydrologie op vegetatiedek zijn buiten beschouwing gelaten (bij verdroging wijzigt het vegetatiedek in een meer open landschap, op de droge zandgrond zou dit de hydrologie wel beïnvloeden maar dat is niet meegenomen in de berekeningen).
- BE: [buiten beschouwing gelaten proces of koppeling] In werkelijkheid wordt bij intense buien een kleinere fractie van de neerslag door interceptie vastgehouden en herverdampert er verhoudingsgewijs minder door het vegetatiedek; er is dan een hogere aanvulling en snellere/hogere runoff. Het model houdt hier geen rekening mee.
- BF: [buiten beschouwing gelaten proces of koppeling] Het landgebruik van het Baakse Beek gebied is in het model constant in de tijd; Ruimtelijke ontwikkelingen in het gebied vinden in het model niet plaats; het patroon van gebruik door de mens van het watersysteem wijzigt in het model niet.
- BG: [buiten systeemgrens gelaten factoren] Er is tussen de scenario's geen verschil voor de uitwisseling onder de grond van grondwater met gebieden buiten de ruimtelijke systeemgrens van het Baakse Beek stroomgebied.
- BH: [aannames samenhangend met upscaling en downscaling bij modelkoppeling] Neerslag en verdamping zijn in het model homogeen voor alle 25 bij 25 meter gridcellen van AMIGO binnen elk 1000\*1000 meter grid van de KNMI scenario reeks (mismatch ruimtelijke schaal KNMI-reeks en AMIGO).
- BI: [vereenvoudigingen van de werkelijkheid / buiten beschouwing gelaten proces of koppeling] Kwelstroom over de eerste scheidende laag naar de wortelzone is buiten beschouwing gelaten waardoor het mogelijke effect daarvan op de natuur niet is doorgerekend.
- BJ: [buiten beschouwing gelaten proces of koppeling] Overstromingen langs de beek die op hun beurt de lokale grondwaterhydrologie wijzigen worden niet gemodelleerd.
- BK: [buiten systeemgrens gelaten factoren] De factor "waterkwaliteit" is buiten beschouwing gelaten terwijl deze wel invloed heeft op de vegetatie en daarmee op de hydrologie en op de natuurkwaliteit en de gewasopbrengsten. Impliciet betekent dit dat aangenomen is dat de waterkwaliteit constant is in de tijd [in de hele modelketen].
- BL: [buiten systeemgrens gehouden factor] De capaciteit van pompen gebruikt voor beregening is in het model in de toekomst hetzelfde als nu: grondwateronttrekking door beregening is



nu en in de toekomst maximaal 3 mm per dag. (Er wordt wel meer berekening gemodelleerd bij vaker optreden van droogte).

- BM: [buiten beschouwing gelaten terugkoppeling] De mensen in het Baakse Beekgebied passen in het model hun landbouw en natuurbeheer niet aan aan het veranderende klimaat (er vindt geen autonome adaptatie plaats).
- BN: [vereenvoudigingen van de werkelijkheid / buiten beschouwing gelaten terugkoppeling] De grondwater aanvulling in AMIGO is 40% van de beregeningsgift en deze fractie is constant in de tijd en onafhankelijk van het klimaat.
- BO: [buiten beschouwing gelaten terugkoppeling] Er is geen terugkoppeling van door SMART2/SUMO2 gesimuleerde wijzigingen in het vegetatiedek op de hydrologie in AMIGO.
- BP: [versimpeling] Als hydrologische begintoestand voor de jaren 1981 en 2035 wordt de stationaire waarde aangenomen die berekend is voor de periode 1994-2004.

### C. Effecten op de landbouw: WOFOST

- CA: [op/neerschaling] hydrologie 250x250m WOFOST grid naar 25x25m amigo grid: homogeen verdeeld; 25x25m Amigo naar 250\*250m WOFOST door middeling;
- CB: [versimpeling - aggregatie] voor elk gewas wordt een gemiddelde variëteit aangenomen. Van bijvoorbeeld aardappels zijn er minstens 5 variëteiten die bijvoorbeeld verschillen in of ze vroeg of laat in het seizoen gepoot worden.
- CC: [versimpeling] Variatie in ruimte (met name verschil noordelijk en zuidelijk halfrond) en tijd (met name de seizoensvariatie binnen een jaar waarvan in werkelijkheid de amplitude sterk verschilt tussen noordelijk en zuidelijk halfrond) in de CO<sub>2</sub> concentratie zijn verwaarloosd: Aangenomen is dat de lokale CO<sub>2</sub> in een gegeven jaar gelijk is aan de wereldgemiddelde CO<sub>2</sub> in dat jaar zoals deze gegeven is in de IPCC scenario's en dat deze binnen een jaar niet varieert met de seizoenen.
- CD: [buiten systeemgrens gehouden] Aangenomen is dat in Nederland stikstof geen beperkende factor is voor de groei van landbouwgewassen en dat dit ook in de toekomst zo blijft. Mogelijke effecten zoals dat bij hoge olieprijs kunstmest duur kan worden en invloed van beleid ten aanzien van toekomstige stikstof zijn in het model buiten beschouwing gelaten.
- CE: [versimpeling] De invloed van CO<sub>2</sub> op de diverse parameters en variabelen in WOFOST is sterk vereenvoudigd in het model gestopt, met name door een effect op de transpiratie en een verhoging van de stralingsefficiëntie (fractie zonne-energie die het gewas vastlegt door de fotosynthese) van het gewas. Andere invloeden van CO<sub>2</sub> op groei en hydrologie zijn niet meegenomen.
- CF: [constant gehouden] De gewaskaart en de gewas variëteiten zijn constant in de tijd (c.q. zijn in alle simulatie jaren gelijk). (De gewaskaart geeft per gridcel waar landbouw is aan welk gewas daar verbouwd wordt).
- CG: [buiten systeemgrens gehouden] De invloed van klimaat en hydrologie op de kwaliteit van het gewas wordt niet beschouwd. Alleen de kwantiteit. Verwacht wordt overigens dat bij opwarming de gewaskwaliteit van sommige gewassen toeneemt (bijvoorbeeld granen) maar het model beschouwt dat effect niet.
- CH: [constant gehouden] Verbetering in de teelttechniek en scholing van boeren is buiten beschouwing gelaten. Aangenomen is dat de teelttechniek niet verandert in de tijd. Dit leidt tot onderschatting van toekomstige gewasopbrengst.
- CI: [constant gehouden] De bodemvruchtbaarheid is constant in de tijd.
- CJ: [buiten systeemgrens gehouden] Markteffecten zitten niet in het model. Toe- of afname in gewasopbrengst kan vertaald in Euro's een totaal ander beeld geven. De verwachting is dat markteffecten klimaat afhankelijk zijn: onder verschillende klimaatscenario's kunnen markteffecten verschillend doorwerken in het gemodelleerde systeem (denk aan mislukte oogsten elders in de wereld).





### D. Effecten op de natuur: SMART2-SUMO2

- DA: [buiten systeemgrens gehouden] (ook voor WOFOST) Groeibeperkende factoren zoals ziektes, plagen en onkruiden vallen buiten het model en daarmee ook de terugkoppelingen zoals die van het veranderend stikstofgehalte (en daarmee eiwitgehalte) van de vegetatie op de aantrekkelijkheid voor begrazing door ondermeer insecten of het ontstaan van betere of slechtere klimaatcondities voor (plaag)insecten en grazers door opschuivende klimaatzones. Impliciet betekent dit dat aangenomen is dat deze groeibeperkende factoren constant zijn in de tijd en niet wijzigen als het klimaat wijzigt.
- DB: [opschaling] Tussen AMIGO en SMART zit een voor het koppelen van de modellen noodzakelijke extra aggregatiestap waarin per dag de 'mineralisatie reductie factor' wordt berekend voor de invloed van vocht en pH op de mineralisatie van nutriënten uit humus. Per gridcel worden deze daggegevens voor vocht uit AMIGO gecombineerd met een jaargemiddelde pH uit SMART2 om per dag de mineralisatiereductiefactor te berekenen. Die wordt vervolgens geaggregeerd tot een jaargetal voor de mineralisatie reductie factor.
- DC: [inconsistentie in schaalniveau/opschaling] De depositie van stikstof en zwavel is vanaf 2010 beschikbaar op een schaalniveau van 1x1 km, daarvoor op 5x5 km. Ten opzichte van de rekeneenheid (25x25m) is dit erg grof. Dit geldt in mindere mate ook voor de bodem en vegetatiekaarten.
- DD: [versimpeling] De SMART2 SUMO2 berekening voor de Baakse Beek casus vereist als enige deelmodel ook een reeks voor de hydrologie voor de periode 2011-2035. Deze jaren zijn niet met AMIGO berekend maar verkregen door lineaire interpolatie tussen de hydrologie in het eind jaar van de historische reeks (2010) en het begin jaar van de scenarioreeks (2035).
- DE: [modelkoppeling] Door de wijze van koppeling tussen AMIGO en SMART2/SUMO2 is er grote onzekerheid in de kwantiteit en kwaliteit van het water dat via de onderkant de wortelzone bereikt. De kwantiteit kan uit de gegevens van AMIGO afgeleid worden, maar dan missen we de laterale afvoer; de kwaliteit ontleent SMART2/SUMO2 aan een oude kaart. Voor de berekening van de pH (en daarmee de mineralisatie) zijn deze factoren van grote invloed.
- DF: [buiten beschouwing gelaten terugkoppeling] Het effect van stijgende CO<sub>2</sub> concentratie op de efficiëntie van het watergebruik van de natuurlijke vegetatie is niet meegenomen in SMART2/SUMO2.
- DG: [buiten beschouwing gelaten terugkoppeling] Het remmende effect van troposferisch ozon (fotochemische smog) op plantengroei is niet meegenomen in SMART2/SUMO2 en het CO<sub>2</sub>-bemestingseffect wel, terwijl CO<sub>2</sub> en troposferisch ozon beide samenhangen met gebruik van fossiele brandstof. [toelichting: het is bijvoorbeeld denkbaar dat het CO<sub>2</sub>-bemestingseffect tenietgedaan wordt door het remmende effect van meer ozon]
- DH: [versimpeling] Voor de casus Baakse Beek ontbreken detailgegevens over het huidige beheer van de verschillende vegetaties, daarom is gewerkt met een hypothetisch aangenomen random verdeeld beheer (over de gridcellen met vegetatie) dat voor het hele Baakse Beek gebied wel zo is gekozen dat het consistent is met de landelijke voorschriften en het landelijk gemiddelde beheerpatroon voor het beheer per vegetatietype. Voor heide in het gebied is het beheer wel bekend en ontstaat door deze aanname mogelijk een kleine fout: op basis van luchtfotointerpretaties van heide in het Baakse Beek gebied is dit gecorrigeerd.
- DI: [versimpeling] Voor de casus Baakse Beek is aangenomen dat het beheerregime constant is in de tijd en daarmee is impliciet aangenomen dat het beheer onafhankelijk is van het klimaat (geen adaptatie).



- DJ: [versimpeling] SMART beschrijft de bodem als een enkele laag en op jaarbasis. Binnen die laag wordt de bodemchemie dus (vertikaal) homogeen en door het jaar homogeen (bijvoorbeeld: geen seizoensvariatie) verondersteld. (zie ook De Vries et al., 1989).
- DK: [niet meegenomen terugkoppeling] De terugkoppeling van de vegetatie effecten in SMART2/SUMO2 naar de hydrologie van AMIGO is buiten beschouwing gelaten.
- DL: [versimpeling] De gebruikte scenario's voor stikstofdepositie,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  en  $\text{SO}_2$  lopen tot 2030. Voor de jaren 2030 - 2065 is aangenomen dat de stikstofdepositie en de zwaveldepositie constant blijven op het 2030 niveau. (Deze scenario's gaan uit van "current air quality legislation", de huidige beleidsvoornemens lopen tot 2030, onbekend is welk beleid voor de periode na 2030 wordt ingezet.)
- DM: [inconsistentie in scenario-aannamen] De scenarioreeks die de toekomstige  $\text{CO}_2$  concentraties beschrijft is mogelijk inconsistent met de scenarioreeks die de toekomstige stikstofdepositie,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  en  $\text{SO}_2$  beschrijft. De IPCC scenarios verkennen mogelijke toekomst, de depositiescenario's nemen aan dat het afgesproken beleid ter verbetering van de luchtkwaliteit tussen nu en 2030 volledig wordt gerealiseerd ("current air quality legislation"), dat laatste is bij "A1-Fossil Intense" wellicht niet haalbaar.
- DN: [versimpeling] Seizoenseffecten op de vegetatie zoals via de verlenging van het groeiseizoen bij een opwarming van het klimaat zijn niet expliciet meegenomen in SUMO. Wel wordt de maximale groei hoger bij een hogere temperatuur.
- DO: [versimpeling] Mogelijke schade aan de vegetatie door droogtestress is niet meegenomen - met name geldt dit voor droogte stress door een droge periode binnen een jaar dat gemiddeld niet uitzonderlijk droog is. Doordat SMART SUMO op jaarbasis rekent ziet de vegetatie in SUMO alleen de jaargemiddelde grondwaterstanden en reageert daarop. Als er binnen een jaar grote verschillen in hoogste en laagste grondwaterstand zouden zijn, zou dat effecten op de vegetatie kunnen hebben die het model nu niet meeneemt of slechts via een sterk uitgedempt (jaargemiddeld) signaal meeneemt.
- DP: [missend proces] Mogelijke schade aan de vegetatie door zuurstofstress bij overstromde vegetatie is niet beschouwd in het model.
- DQ: [versimpeling] Bij de vertaling naar natuurkwaliteit (P2E) is aangenomen dat stikstofbeschikbaarheid (hier:  $\text{NO}_3^-$ ) een goede proxy is voor het Ellenberg-indicatiegetal "nutriënten" (N-Ellenberg).
- DR: [versimpeling] Bij de vertaling naar natuurkwaliteit (P2E) is aangenomen dat de range van de laagste tot de hoogste pH die voorkomt in de Baakse Beek simulatieresultaten lineair geschaald kan worden naar de negenpunts ordinale Ellenberg indicatiegetallenschaal voor Zuurgraad (R-Ellenberg). Daarbij vallen de laagst voorkomende pH samen met indicatiewaarde 1 (zuur) en de hoogst voorkomende pH met indicatiewaarde 9 (basisch).
- DS: [niet meegenomen terugkoppeling] Het mogelijke effect van verschuivende klimaatzones op de uitkomsten van het natuurwaarderingmodel (NTM) is niet meegenomen.

### **Prioritering van aannamen**

Niet al deze aannames zijn uit onzekerheidsoogpunt van gelijk belang. Daarom is in een eerste prioriteringsronde aan de betrokken onderzoekers gevraagd een top 10 te selecteren van die aannames die naar hun inschatting de meeste invloed hebben op de uitkomsten van de casestudie Baakse Beek: de gesimuleerde effecten van klimaatverandering rond 2050 op landbouw, natuur en hydrologie. De top 10 lijstjes van 16 respondenten zijn samengevoegd tot een groepsranking van de aannames in de groslijst, op basis van de sommatie van de afzonderlijke respondent-scores op die aannames (als een aanname positie 1 op de top 10 van een respondent inneemt krijgt hij 10 punten; indien positie 2 dan 9 punten etc. ). Daarbij zijn nog enkele aannames samengevoegd omdat verschillende respondenten aangaven dat de overlap tussen die aannames zeer groot was.



Wanneer elk van de samengevoegde aannames in de top 10 van een zelfde respondent voorkwam is steeds de hoogste ranking gebruikt als score voor de samengevoegde aanname. Van de 51 aannames op de groslijst zaten er 46 in de top 10 van tenminste 1 van de 16 respondenten, 35 zaten in de top 10 van tenminste 2 van de 16 respondenten en 27 aannames zaten in de top 10 van tenminste 3 van de 16 respondenten. 7 aannames zaten in de top 10 van tenminste 8 van de 16 respondenten. Dit geeft aan dat de top 10 lijstjes redelijk goed convergeren. Tabel 2 geeft de resulterende groepstop-10.

Code	Aanname	In top 10 van # resp.	pun-ten
BF/ BM/ DI	Het landgebruik van het Baakse Beek gebied en het beheerregime in landbouw en natuur zijn in het model constant in de tijd: Ruimtelijke ontwikkelingen in het gebied vinden in het model niet plaats; het patroon van gebruik door de mens van het watersysteem wijzigt in het model niet. De mensen in het Baakse Beekgebied passen in het model hun landbouw en natuurbeheer niet aan aan het veranderende klimaat (geen adaptatie).	11	78
DO/ DJ/ DN	Mogelijke schade aan de vegetatie ten gevolge van droogtestress is niet meegenomen - met name geldt dit voor droogte stress door een droge periode binnen een jaar dat gemiddeld niet uitzonderlijk droog is. Doordat SMART SUMO op jaarbasis rekent ziet de vegetatie in SUMO alleen de jaargemiddelde grondwaterstanden en reageert daarop. Als er binnen een jaar grote verschillen in hoogste en laagste grondwaterstand zouden zijn, zou dat effecten op de vegetatie kunnen hebben die het model nu niet meeneemt of slechts via een sterk uitgedempt (jaargemiddeld) signaal meeneemt.	11	66
CJ	Markteffecten zitten niet in het model. Toe- of afname in gewasopbrengst kan vertaald in Euro's een totaal ander beeld geven. De verwachting is dat markteffecten klimaat afhankelijk zijn: onder verschillende klimaatscenario's kunnen markteffecten verschillend doorwerken in het gemodelleerde systeem (denk aan mislukte oogsten elders in de wereld).	9	62
DE	Door de wijze van koppeling tussen AMIGO en SMART2/SUMO2 is er grote onzekerheid in de kwantiteit en kwaliteit van het water dat via de onderkant de wortelzone bereikt. De kwantiteit kan uit de gegevens van AMIGO afgeleid worden, maar dan missen we de laterale afvoer; de kwaliteit ontleent SMART2/SUMO2 aan een oude kaart. Voor de berekening van de pH (en daarmee de mineralisatie) zijn deze factoren van grote invloed.	10	62
AA	De range die wordt opgespannen door de gekozen scenario's (G en W+) voor de Baakse Beek casus dekt de onzekerheid en variabiliteit omtrent het klimaat rond 2050 voldoende af. (Hier onder ligt een hele reeks aannames, ondermeer de aanname dat alle door IPCC beschouwde modellen bij elkaar een goede representatie geven van de onzekerheid; dat daarbij slechts de klimaatforcering becijferd via emissies van broeikasgassen beschouwd is. De veranderende uitstoot van fijnstof / c.q. aerosolen en de mogelijke invloed daarvan op mist, wolken en intensiteit van de zonnestraling, is buiten beschouwing gelaten c.q. verwaarloosd. KNMI neemt aan dat de onzekerheid over de klimaatgevoeligheid afdoende is afgedekt in de IPCC analyses; Uitgangspunt voor de KNMI'06 scenario's was dat	6	47



	ze ongeveer 80% van de IPCC range op zouden spannen; etc.).		
DK/ BD/ BO	De terugkoppeling van de gesimuleerde wijzigingen in het vegetatiedek in SMART2/SUMO2 naar de hydrologie van AMIGO is buiten beschouwing gelaten (bij verdroging wijzigt het vegetatiedek in een meer open landschap, op de droge zandgrond zou dit de hydrologie wel beïnvloeden maar dat is niet meegenomen in de berekeningen).	8	46
DA	Groeibeperkende factoren zoals ziektes, plagen en onkruiden vallen buiten het model (zowel buiten SMART2 SUMO2 als buiten WOFOST) en daarmee ook de terugkoppelingen zoals die van het veranderend stikstofgehalte (en daarmee eiwitgehalte) van de vegetatie op de aantrekkelijkheid voor begrazing door ondermeer insecten of het ontstaan van betere of slechtere klimaatcondities voor (plaa)insecten en grazers door opschuivende klimaatzones. Impliciet betekent dit dat aangenomen is dat deze groeibeperkende factoren constant zijn in de tijd en niet wijzigen als het klimaat wijzigt.	7	34
CH	Verbetering in de teelttechniek en scholing van boeren is buiten beschouwing gelaten. Aangenomen is dat de teelttechniek niet verandert in de tijd. Dit leidt tot onderschatting van toekomstige gewasopbrengst.	6	32
BC	De doorlaatbaarheid van de ondergrond (Kh en Kv) is in het AMIGO model zodanig beschreven dat deze homogener is dan deze in werkelijkheid is.	4	28
DB	Tussen AMIGO en SMART zit een voor het koppelen van de modellen noodzakelijke extra aggregatiestap waarin per dag de mineralisatie reductie factor wordt berekend voor de invloed van vocht en pH op de mineralisatie van nutriënten uit humus. Per gridcel worden deze daggegevens voor vocht uit AMIGO gecombineerd met een jaargemiddelde pH uit SMART2 om per dag de mineralisatiereductiefactor te berekenen. Die wordt vervolgens geaggregeerd tot een jaargetal voor de mineralisatie reductie factor.	6	26

Tabel 2: Groepstop-10 van aannames in de modellentrein Baakse Beek op basis van 16 respondenten. De punten in de laatste kolom zijn de optelsom over alle respondenten waarbij positie 1 in de top 10 overeenkomt met 10 punten, positie 2 met 9 punten etc. Het theoretisch maximum aantal punten is daarmee 160.

### Pedigree scores van de top 10 meest problematische aannames

In een tweede ronde is een bredere groep 23 respondenten gevraagd om elk van de top 10 aannames uit de groepsranking zoals die naar voren kwam uit de eerste ronde kritisch tegen het licht te houden door deze te karakteriseren aan de hand van een zevental criteria, elk met een vijf-puntschaal, die betrekking hebben op hoe sterk of zwak een aanname is onderbouwd en hoe houdbaar/verdedigbaar of subjectief deze is.

De criteria waarop elke aanname beoordeeld wordt zijn:

- *Invloed van situationele beperkingen*: de mate waarin de keuze voor een aanname beïnvloed kan zijn door situationele beperkingen, zoals een gebrek aan data, geld, tijd, soft- en/of hardware, tools, menskracht;
- *Plausibiliteit*: de mate waarin de (benaderde) beschrijving op basis van de gehanteerde aanname, in overeenstemming is met de werkelijkheid (meestal gebaseerd op expert judgement);



- *Keuzeruimte*: De mate waarin (evenzeer verdedigbare) alternatieven voor deze aanname beschikbaar zijn (had je in deze modelketen hier even goed iets anders kunnen aannemen?);
- *Overeenstemming onder experts*: De mate waarin binnen de gemeenschap van experts (peer community) overeenstemming bestaat over dat deze aanname goed is (in het licht van het gebruiksdoel van het model);
- *Overeenstemming onder stakeholders*: De mate van overeenstemming onder stakeholders dat deze aanname goed is (in het licht van het gebruiksdoel van het model);
- *Gevoeligheid voor visie en belangen van de onderzoeker*: De mate waarin de keuze voor een aanname, bewust of onbewust zou kunnen zijn beïnvloed door de visie en belangen van de onderzoeker die de aanname opgesteld heeft of gebruikt;
- *Invloed op het resultaat*: Hoe sterk schat u dat deze aanname doorwerkt op het eindresultaat van de modellentrein Baakse Beek? (opmerking: eindresultaat/eindpunten van de reken keten betreft de gesimuleerde effecten van klimaatverandering op landbouw, natuur en hydrologie)

### Samenvatting van de resultaten voor de groeps-top 10 aannames

#### In bijlage 2 staan de resultaten van de pedigree scores met toelichtingen uitgebreid gepresenteerd.

Op basis van de toelichtingen die de respondenten gegeven hebben bij de pedigree scores (tabellen 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 en 20 uit bijlage 2) bespreken we hier voor elk van de aannames uit de top 10 wat de belangrijkste overwegingen zijn.

#### Landgebruik en beheer constant

Bij deze aanname hebben situationele beperkingen een belangrijke rol gespeeld terwijl de plausibiliteit beperkt is. Het is goed denkbaar dat de impacts van klimaatverandering op met name natuur verschillend zijn onder verschillende landgebruik en beheer scenario's. Het is in theorie goed mogelijk om met behulp van scenario's mogelijke toekomstige veranderingen in landgebruik en beheer mee te nemen in de berekeningen met de modelketen. In feite is nu maar een scenario bekeken, dat van constant landgebruik en beheer. Voor de hydrologie is die keuze goed verdedigbaar omdat uit eerdere NHI berekeningen bleek dat klimaatverandering aanmerkelijk sterker doorwerkt op de hydrologie dan landgebruik. Voor de effecten op natuur en landbouw kan dit anders liggen. Daarnaast speelt hier nog mee dat er ook een terugkoppeling is van klimaatverandering op gedrag van ondermeer boeren en natuurbeheerders: er kan zogenaamde autonome adaptatie optreden<sup>1</sup>. Er bestaan modelleertechnieken waarmee dit in een model kan worden verkend, met name de zogenaamde Complexe Adaptieve Systemen (CAS) maar ook de zogenaamde agent based modellen. Zowel CAS modellen als Agent Based Modellen geven inzicht

---

<sup>1</sup> Bij *geplande adaptatie* pas je je beheer aan om geanticiperde mogelijke schade door toekomstige klimaatverandering voor te zijn, bij *autonome of ongeplande adaptatie* verander je het beheer of het landgebruik in reactie op schade die zich werkelijk heeft voor gedaan. Een voorbeeld: na een aantal opeenvolgende jaren met veel droogteschade zullen boeren vanzelf geneigd zijn droogteresistentere gewassen te gaan kiezen en zullen natuurbeheerders geneigd zijn ingrepen te doen om droogteschade te beperken. Dit noemen we *autonome of ongeplande adaptatie*



in de dynamiek ten gevolge van zulke terugkoppelingen maar zijn vrijwel niet te valideren waardoor de voorspellende waarde beperkt is.

### **Droogtestress binnen een jaar werkt niet door op natuur**

Doordat SMART2/SUMO2 op jaarbasis rekt blijven in de gebruikte modelketen Baakse Beek de mogelijke gevolgen voor de natuur van schadelijke droogstress binnen een jaar dat gemiddeld niet extreem droog is buiten beschouwing. Omdat de Baakse Beek hoge zandgronden bevat met ondiep wortelende vegetatie kan dit leiden tot een onderschatting van de impacts van de klimaatscenario's op de natuur. Het is niet eenvoudig om SMART/SUMO om te bouwen zodat deze in kleinere tijdstappen dan een jaar zou kunnen rekenen. Zoiets lijkt wel nodig om dit probleem op te lossen. Misschien is het mogelijk in tijdstappen van een seizoen (3 maanden) te rekenen of in tijdstappen van een maand. De vraag is echter of de toename van de modelcomplexiteit die dat met zich meebrengt niet meer nieuwe onzekerheden met zich meebrengt dan je er mee oplost. Ook zou je bij de aggregatiestap van de dagwaarden voor de hydrologie zoals die uit Amigo komen naar de jaarwaarden die SMART2/SUMO2 in gaan nog een extra indicator kunnen berekenen die een maat geeft voor de droogtestress binnen een jaar (bijvoorbeeld een soort Gini coëfficiënt voor ongelijke verdeling van neerslag over de dagen van het jaar of de lengte van de langste aaneengesloten droge periode in het groeiseizoen van dat jaar) en die op de een of andere wijze in SMART2/SUMO2 mee te nemen om droogte schade te simuleren.

### **Doorwerking van markteffecten niet beschouwd**

De modelketen becijfert de potentiële gewasopbrengst in kg geoogst product onder de bekeken klimaatscenario's. Terugkoppelingen van prijzen, subsidies en de (wereld)markt in gewassen op het beslisdag en de gewaskeuze van boeren zit niet in het model maar kan in werkelijkheid wel optreden en dit kan onder verschillende klimaatscenario's verschillend doorwerken op de uitkomsten, ook in termen van fysieke gewasopbrengst. Knelpunt hier is vooral dat de vereiste kennis en expertise om dit betrouwbaar te modelleren niet bestaat en dat markteffecten in hoge mate onvoorspelbaar zijn. Deze bron van onzekerheid is daarom niet of nauwelijks te reduceren en is hooguit met ruwe scenario's te verkennen.

### **Modelkoppeling AMIGO-SMART2/SUMO2 rond wortelzone**

Het probleem van de modelkoppeling van AMIGO en SMART2/SUMO2 rond de wortelzone en de effecten op de mineralisatie is bekend en is in principe oplosbaar. De kennis over deze processen en hoe dit goed te modelleren is aanwezig. Knelpunt hier zijn vooral groot gebrek aan data/meetgegevens, gebrek aan validatie en gebrek aan beschikbare tijd en middelen om conceptuele modellen om te zetten in operationele modellen die gekalibreerd zijn op lokale data van het beschreven gebied. De onzekerheid rond de waterkwaliteit in de wortelzone zou met metingen kunnen worden verkleind. Rond de rol van de pH bij de mineralisatie in de wortelzone zijn er nog wat lastigere onzekerheden: de gemodelleerde pH komt vaak niet overeen met de geobserveerde pH.

### **Compleetheid van range van klimaatscenario's**

Het zou beter zijn geweest om alle vier de KNMI scenario's mee te nemen in plaats van alleen G en W+. Het doel van het project was echter om ervaring op te doen met de koppeling van de reeks van modellen om daarmee voor een gebied klimaatscenario's door te kunnen rekenen. In het licht van dat doel is het niet zo'n probleem dat de range van doorgerekende scenario's incompleet is.



Wanneer de resultaten gebruikt worden voor beleidsbeslissingen dan is het wel van belang alle scenario's mee te nemen.

### **Koppeling vegetatiedek en hydrologie**

Het missen van de koppeling tussen het SMART2/SUMO2 vegetatiedek en de hydrologie in AMIGO en andersom leidt vrijwel zeker tot fouten. Meer open landschap zou immers moeten leiden tot betere grondwateraanvulling, minder bodem- en gewasverdamping. In theorie is deze nu nog missende koppeling wel te maken in de modelketen. Het maakt de berekening met de modelketen wel aanmerkelijk complexer omdat het AMIGO model nogal wat rekentijd vraagt en omdat de koppeling in twee richtingen werkt. Daarbij moet bij de koppeling ook het verschil in tijdstapgrootte (AMIGO rekent in stappen van een dag, SMART2/SUMO2 in stappen van een jaar) tussen de modellen overbrugd worden waar onvermijdelijk nieuwe aannames voor gemaakt moeten worden die dan ook weer moeilijk te valideren zijn. De respondenten geven ook aan dat de modelleers niet goed weten hoe ze deze koppeling op een goede manier zouden moeten maken. Dit lijkt nog een hele uitdaging en vergt nog veel denkwerk en vereist mogelijk de ontwikkeling van een nieuw meer geïntegreerd model in plaats van een betere koppeling van de bestaande modellen.

### **Terugkoppelingen via ziekten, plagen, onkruiden**

De keuze om ziekten, plagen en aanverwante groeibeperkende factoren buiten het model te houden is vooral om pragmatische redenen gemaakt. Er zijn zoveel verschillende ziekten en plagen dat het lastig is dat op enige betrouwbare manier mee te nemen in modellen met een zo verre tijdhorizon. Over de relatie tussen klimaatverandering en ziekten en plagen is ook nog maar weinig bekend waardoor er nog geen conceptuele modellen voor zijn, laat staan operationele modellen. Het zou de complexiteit van de modellentrein ook weer verder verhogen en de vraag is of de fouten die je daarmee introduceert niet groter zijn dan de nauwkeurigheid die je mogelijk wint door dit proces mee te nemen, tenzij je over betrouwbare data beschikt voor de validatie. Ook de expertise op dit terrein is niet voor handen. In theorie zou deze factor wel een belangrijke invloed kunnen hebben en verschillend kunnen doorwerken onder verschillende klimaatscenario's.

### **Ontwikkelingen in teeltechniek niet beschouwd**

Ontwikkelingen in de teeltechniek zijn moeilijk te voorzien. Trendextrapolatie is in principe wel mogelijk en relatief eenvoudig mee te nemen, maar daarmee kies je een verrassings-vrij scenario. Ook zou je de yield-gap (verschil tussen optimale en gerealiseerde opbrengst) in de tijd kunnen laten afnemen. Toekomstige technologische ontwikkelingen zijn grotendeels onvoorzienbaar en het is praktisch niet mogelijk deze op een betrouwbare, niet-speculatieve manier in een model mee te nemen. Bovendien spelen hier twee verbeteringsrichtingen in de teeltechniek: diegene die de richting uitwijzen van hogere gewasopbrengst en diegene die richting hogere droogteresistentie van gewassen wijzen. De eerste zal niet erg verschillend doorwerken voor verschillende klimaatscenario's, de tweede wel.

### **Doorlaatbaarheid ondergrond te homogeen in model**

Bij deze aanname speelt vooral databeschikbaarheid een rol. Om de data te verkrijgen moet je de hele bodem gedetailleerd in kaart brengen maar een dilemma hierbij is dat je door de boringen die je daarvoor moet doen je de doorlaatbaarheid verstoort en verandert. Wel zijn er nog onbenutte lokale data waarmee al een verbeteringslag mogelijk zou kunnen zijn, maar dat vergt veel handwerk



en tijd en menskracht ontbreekt daarvoor. Daarnaast zou een stochastisch model van de bodem gekozen kunnen worden, zoals bij TNO voorhanden.

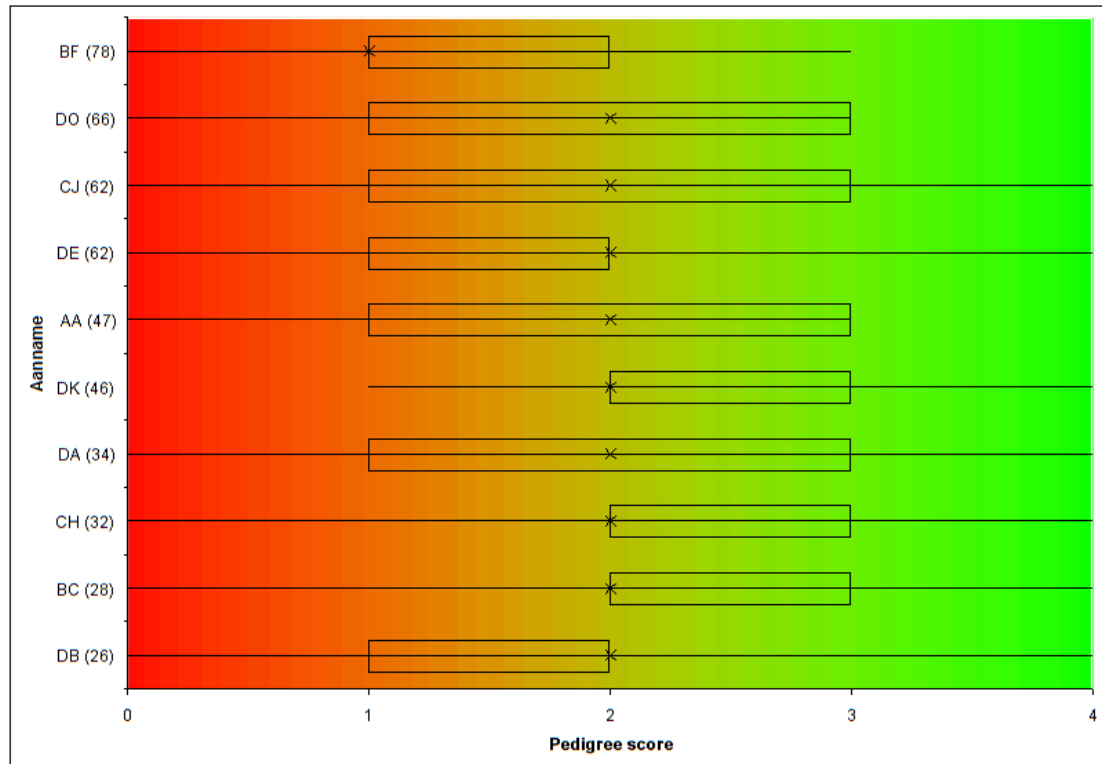
### **Aggregatie van dagwaarden Amigo-hydrologie naar jaargetal mineralisatiereductie voor SMART2/SUMO2**

Bij deze aanname speelt wederom het verschil in tijdstap (dag versus jaar) tussen de twee modellen. Het lijkt er op dat onder de huidige aanname de mineralisatie onderschat is. De doorwerking via de pH is ook onzeker. Het is in theorie mogelijk om SMART2/SUMO2 om te bouwen tot een model dat in kleinere tijdstappen rekent (seizoen, maand, of dag) maar dat gaat gepaard met dilemma's. Dan moeten namelijk ook andere processen worden ingebouwd en daarvoor zijn weer data, en veel tijd en geld nodig, en het zal ten koste gaan van de rekensnelheid van SMART2/SUMO2 waarmee de praktische inzetbaarheid van het model sterk zou verkleinen. Een tussenoplossing waarbij SMART2/SUMO2 niet met een andere tijdstap hoeft te gaan rekenen is in de aggregatiestap per dag de mineralisatie becijferen en die dagwaarden naar jaarwaarden te aggregeren, maar dat kan slechts onder het maken van nieuwe aannames die niet goed te valideren zijn waardoor er weer nieuwe onzekerheden om de hoek komen kijken.

### **Diagnostisch diagram voor de top 10 meest problematische aannames**

In figuur 5 is voor alle aannames uit de groepstop-10 de pedigree score weergegeven als Box and Whisker plot. Dit geeft voor elke aanname een beeld van de gezamenlijke spreiding in de scores tussen criteria (a t/m f) en tussen respondenten (1 t/m18). Hoe lager de pedigree score, hoe zwakker de aanname is onderbouwd. Dit is aangegeven met de kleurengradiënt van rood naar groen.





Figuur 5. Geaggregeerde pedigree scores van alle respondenten als "Box and Whisker" plot. De x geeft de mediaan, de box geeft het inter-quartile range (25ste tot en met 75ste percentiel) en de lijn loopt van min tot max. Naast de aannamecodes op de Y-as staat tussen haakjes het aantal punten dat de respondenten gaven aan deze aanname in de prioriteringsronde. Hoe meer punten, hoe hoger de aanname gemiddeld in de top 10 lijstjes van de 16 respondenten stond (theoretisch maximum: 160 punten).

## 5 Discussie

Zoals in sectie 2 reeds aangegeven hebben we in dit project gelet op de beperkte beschikbare middelen de methodiek van Kloprogge et al (2011) voor het identificeren en karakteriseren van aannamen in modelketens slechts gedeeltelijk kunnen uitvoeren. Door de korte doorlooptijd hebben we moeten kiezen voor toepassing in lichte vorm waarbij er geen interactie heeft plaatsgevonden tussen de respondenten en waarbij de methode noodzakelijkerwijs enigszins "quick and dirty" c.q. "grote stappen snel thuis" is toegepast.

Onder andere hierdoor was de groslijst niet optimaal. Tijdens de ronde waarin respondenten de top 10 van aannames uit de groslijst selecteerden gaven veel respondenten aan dat er nog flink wat overlap zat tussen aannames in de groslijst. Ook bleek de groslijst nogal heterogeen wat betreft het aggregatie of detailniveau waarop de aannames geformuleerd zijn. Achteraf gezien was het beter geweest om in interactie met de hele groep van respondenten de groslijst door te lopen, gezamenlijk te ontdebelen, formuleringen aan te scherpen, en waar nodig aannames samen te voegen of op te splitsen om meer homogeniteit te krijgen in het aggregatie of detailniveau van de



aannames in de lijst. Pas daarna zou moeten worden overgegaan tot het individueel selecteren van de top 10 lijstjes.

Een complicerende factor was verder de timing van deze kwalitatieve onzekerheidsanalyse Baakse Beek ten opzichte van de uitvoering van de case-studie Baakse Beek zelf. Ten tijde van de inventarisatie van aannames stond de case-studie nog deels in de steigers en waren nog niet alle keuzes uitgekristalliseerd over hoe de modellen uiteindelijk zouden worden gekoppeld. Daardoor staan er in de groslijst van aannames mogelijk enkele aannames die uiteindelijk net iets anders zijn gekozen in de uiteindelijke doorrekening van de modellentrein Baakse Beek. Zo is bijvoorbeeld Amigo voor Baakse Beek uiteindelijk wel met alle vier de klimaatscenario's doorgerekend maar is SMART2/SUMO2 alleen met G en W+ doorgerekend.

Een ander probleem is dat de instructie bij het selecteren van de top 10 opzettelijk ambigu is geformuleerd. Gevraagd is namelijk naar die aannames *"die naar uw inschatting mogelijk de meeste invloed hebben op de uitkomsten van de casestudie Baakse Beek: de gesimuleerde effecten van klimaatverandering rond 2050 op landbouw, natuur en hydrologie."* In die vraag staan drie eindpunten van de modelketen (landbouw, natuur en hydrologie) en deze staan niet nader gespecificeerd. Elk van de respondenten zal een andere weging hebben gemaakt tussen landbouw, natuur en hydrologie en deze gebieden net iets anders hebben geïnterpreteerd. Een van de respondenten merkte dit op en merkte op: *"Neem bijvoorbeeld de rekenstap van 1 jaar die gebruikt wordt in de natuurmodellen (DJ). Ik denk dat dit voor de natuur de grootste bron van onzekerheid is, maar het maakt voor de hydrologie en landbouw niet zo veel uit."* Een andere respondent gaf aan: *"Eigenlijk kun je effecten op landbouw, natuur en hydrologie niet met elkaar vergelijken. En wat is effect op de landbouw: meer inkomen, arbeidsbehoefte, andere gewasrotaties, verandering in landgebruik, verandering in nutriënten-emissie, enz. ?"* De ambiguë vraagstelling is echter ingegeven doordat het NMDC project met de modelkoppeling beoogt om beleidsvragen op al deze terreinen (effecten op landbouw, natuur en hydrologie) te bedienen. Doordat de respondenten zeer verschillende achtergrond hebben verwachten we dat de resulterende groepstop-10 geen bias heeft naar een van de drie eindpunten c.q. dat deze de belangrijkste aannames over de hele linie weerspiegelt. Waar mogelijk wel een hiaat zit zijn de onzekerheden en aannames die betrekking hebben op de ondergrond. Bij het samenstellen van de groslijst zijn geen ondergrondexperts geraadpleegd en bij het selecteren van de top 10 gaven de ondergrondexperts aan dat de onzekerheden rond het ondergrondmodel grotendeels ontbreken in de lijst (echter zonder de missende onzekerheden verder te benoemen of te specificeren) en dat ze zichzelf niet in staat achten vanuit hun expertise een top 10 aan te geven in de aannames in de overige modellen in de keten.

De online-survey waarmee de aannames uit de groepstop-10 nader zijn gekarakteriseerd is uitgevoerd met het open source pakket LimeSurvey ([www.limesurvey.org](http://www.limesurvey.org)). Twee respondenten hebben het probleem gemeld van een foutmelding dat de sessie-tijd verlopen was tijdens het invullen. Dit werd als zeer frustrerend ervaren omdat de ingevoerde antwoorden (vooral de motivaties voor de gegeven scores) van de betreffende pagina van de survey op het scherm niet bleken te zijn opgeslagen en helemaal opnieuw moesten worden ingetypt. Nadere inspectie leverde op dat de sessietijd binnen de instellingen van LimeSurvey weliswaar op 3 uur was ingesteld maar dat deze in de praktijk overruled werd door een globale instelling voor PHP sessies op de gebruikte webserver waardoor een sessie in de praktijk al na 10 minuten kon verlopen. Het is een belangrijke les om dit technische aspect vooraf beter te testen.



Veel respondenten gaven aan dat de groslijst in zichzelf al een waardevol resultaat is van de analyse en dat ze de hele exercitie als nuttig en leerzaam hebben ervaren. De methode beoogt kritische reflectie op onzekerheden en aannamen te organiseren en te bevorderen en dat blijkt ook zo uit te werken in de praktijk.

## 6 Conclusies

Door middel van een kwalitatieve onzekerheidsanalyse zijn de belangrijkste aannames in de modellentrein Baakse Beek geïdentificeerd, geprioriteerd en gekarakteriseerd. Volgens deze analyse is de meest onzekere aanname, aanname BF: de veronderstelling dat het landgebruik en beheer constant zijn in de tijd (als er geen klimaatadaptatiebeleid wordt gevoerd). Deze heeft zowel de eerste plaats in de groepstop-10 als de laagste pedigree score (mediaan = 1 op een ordinale schaal van 0 t/m 4). Hierbij moet wel worden bedacht, dat dit niet zo zeer een onzekerheid van de modelketen is maar eerder gezien kan worden als een van de denkbare scenario's die met de modelketen kunnen worden verkend. Ontwikkelingen in het landgebruik en waterbeheer kunnen prima als rekenscenario in de modelketen worden vertaald naar effecten op hydrologie, landbouw en natuur. Het is in feite ook een beleidsmatige sturingsvariabele; de provincie en waterbeheerder kunnen beleid ontwikkelen om te sturen op het toekomstige landgebruik, hetgeen bijvoorbeeld niet opgaat voor de ontwikkeling van het klimaat dat alleen op mondiale schaal kan worden beïnvloed. Wel is onzeker in hoeverre er binnen een gegeven landgebruik en beheerscenario nog autonome adaptatie kan optreden doordat veranderend klimaat terugkoppelt op het gedrag. In theorie zou dat te modelleren zijn met een zogenaamd Complex Adaptive System model (CAS) maar dat is een type model dat vrijwel niet is te valideren.

Twee andere aannames waarvan een belangrijk deel van de interkwartielafstand van de pedigree scores in het rode gebied ligt (in figuur 5) zijn aanname DE (kwaliteit en kwantiteit water naar wortelzone) en aanname DB (aggregatiestap mineralisatie reductie factor bij modelkoppeling dagwaarden AMIGO met jaarwaarden SMART2). Door het vervolg onderzoek op deze drie aannames te richten kan een substantiële verbetering van de betrouwbaarheid van de uitkomsten van de modellentrein worden verwacht.

Nu de modelketen voor de Baakse Beek operationeel is biedt deze goede mogelijkheden om gericht een meer integrale gevoeligheids/onzekerheidsanalyse uit te voeren, waarbij eventueel ook de belangrijkste onzekerheidsbronnen uit verschillende modellen gecombineerd kunnen worden meegenomen. Hierbij moet wel rekening gehouden worden met beperkingen qua rekentijd. Dat kan betekenen dat voorlopig het maximaal haalbare is dat 'zuinige' gevoeligheidsanalyses worden uitgevoerd waarbij factoren (onzekerheidsbronnen) op slimme wijze gecombineerd worden ingesteld, in plaats van ze stuk voor stuk te variëren. De bevindingen die uit deze NMDG studie naar voren komen kunnen richting gevend zijn voor de keuze welke factoren (onzekerheidsbronnen) hierbij met name bekeken kunnen worden.



## 7 Dankwoord

We danken Alexander Bakker, Janette Bessembinder, Patrick Bogaart, Jerry van Dijk, Remco van Ek, Marta Faneca, Frans van der Geer, Annemarie Groot, Bart van den Hurk, Gijs Janssen, Peter Janssen, Arie de Jong, Joop Kroes, Janet Mol, Gualbert Oudeessink, Pytrik Reidsma, Peter Schipper, Erik Simmelink, Robert Smit, Iwan Supit, Ab Veldhuizen, George van Voorn, Wieger Wamelink en Joost Wolf voor medewerking aan deze studie en/of commentaren op eerder concepten van dit rapport.

Deze studie werd mogelijk gemaakt door onderzoeksgelden van het Planburo voor de Leefomgeving (PBL, projectnummer M/500240/01/AA) en tevens door het project "Climate Proof Fresh Water Supply", thema 2 werkpakket 5.1 "Adaptation under uncertainty" van het Nationaal Onderzoekprogramma Kennis voor Klimaat ([www.kennisvoorklimaat.nl](http://www.kennisvoorklimaat.nl)). Dit onderzoeksprogramma wordt medegefinancierd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

## 8 Referenties

*Zie naast onderstaande referenties ook de lijst geraadpleegde documenten in bijlage 3 en de referenties van bijlage 1.*

A.M.R. Bakker, en J.J.E. Bessembinder, 2012. *Time series transformation tool: description of the program to generate time series for the future for the KNMI'06 climate scenarios*. Technisch rapport TR-326. KNMI, De Bilt.

I. Boone, Y. van der Stede, J. Dewulf, W. Messens, M. Aerts, G. Daubee and K. Mintiens (2010) NUSAP: a method to evaluate the quality of assumptions in quantitative microbial risk assessment. *Journal of Risk Research*, 13 (3) 337–352.

R. Van Ek, (ed.), G. Janssen, M. Kuijper, A. Veldhuizen, W. Wamelink, J. Mol, A. Groot, P. Schipper, J. Kroes, I. Supit, E. Simmelink, F. van Geer, P. Janssen, J. van der Sluijs, J. Bessembinder (2012) *NMDC-Innovatieproject van Kritische zone tot Kritische Onzekerheden: case studie Baakse beek*. NMDC rapport 1205952. April 2012.

A. de Jong, J.A. Wardekker, J.P. van der Sluijs (2012), Assumptions in quantitative analyses of health risks of overhead power lines. *Environmental science & policy*, doi:10.1016/j.envsci.2011.11.012



W. De Vries, M. Posch and J. Kämäri, 1989. Simulation of the long-term soil response to acid deposition in various buffer ranges. *Water, Air and Soil Pollution* 48: 349-390.

N. Honingh, 2004. Onzekerheden in het Mest- en ammoniakmodel. Rapport NW&S-I-2004-20

P. Kloprogge, J.P. van der Sluijs and A.C. Petersen (2011) A method for the analysis of assumptions in model-based environmental assessments, *Environmental Modelling & Software*, 26 (3) 289–301.

P. Kloprogge, J.P. van der Sluijs and A.C. Petersen, A method for the analysis of assumptions in assessments, exploring the value-ladenness of two indicators in the Fifth Dutch Environmental Outlook, report commissioned by: Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), report published by: Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), Bilthoven and Unit Science, Technology and Society, Copernicus Institute, Utrecht University, Utrecht, the Netherlands, December 2005, 69 pp.

E. Laes, G. Meskens and J.P. van der Sluijs (2011) On the contribution of external cost calculations to energy system governance: The case of a potential large-scale nuclear accident. *Energy Policy*, 39 (9) 5664-5673.

J.P. van der Sluijs, M. Craye, S. Funtowicz, P. Kloprogge, J. Ravetz, and J. Risbey (2005), Combining Quantitative and Qualitative Measures of Uncertainty in Model based Environmental Assessment: the NUSAP System, *Risk Analysis*, 25 (2). p. 481-492

J.P. van der Sluijs, A.C. Petersen, P.H.M. Janssen, James S Risbey and Jerome R. Ravetz (2008) Exploring the quality of evidence for complex and contested policy decisions, *Environmental Research Letters*, 3 024008 (9pp)



## ***BIJLAGEN***



## ***Bijlage 1***

# **Mini-Checklist LEIDRAAD VOOR OMGAAN MET ONZEKERHEDEN**

## **Uitgewerkt voor NMDC-KRITISCHE ZONE PILOTPROJECT CASUS BAAKSE BEEK**

De Leidraad voor omgaan met onzekerheden van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL, <http://leidraad.pbl.nl/> en <http://www.nusap.net/guidance>) is onderdeel van het kwaliteitsborgingssysteem van het PBL. De Leidraad is opgezet in de vorm van een getrap opgezette checklist met toenemende gedetailleerdheid en diepgang (mini checklist, quick-scan vragenlijst, en gedetailleerde checklist) die beoogt systematische kritische reflectie te bevorderen op denkbare bronnen van onzekerheid en beperkingen in kwaliteit en opzet van beleidsondersteunende studies en deze onzekerheden en beperkingen expliciet mee te nemen en transparant te rapporteren in de opzet, uitvoering en communicatie van de studie.

De drietraps checklist is geordend rond 6 focus-punten waar onzekerheden en beperkingen in de studieopzet en inhoud kunnen optreden:

- probleemaafbakening
- stakeholderbetrokkenheid
- graadmeterkeuze
- toereikendheid van beschikbare kennis en methoden
- in kaart brengen en beoordelen relevante onzekerheden
- communicatie van onzekerheidsinformatie

De zes focuspunten kunnen ook worden gezien als fasen in een beleidsondersteunende studie maar hoeven in de praktijk niet in een lineaire volgorde te worden doorlopen.

Binnen dit NMDC project hebben we de eerste trap (minichecklist) volledig doorlopen en de tweede trap gedeeltelijk. We rapporteren hier de bevindingen van de toepassing van de minichecklist.



### Onderwerp 1: Probleemafbakening

**Leidraad** Checklist Verdieping Mijn verslag

Probleemafbakening	●
Stakeholders	●
Graadmeters	●
Kennis en methoden	●
Onzekerheden	●
Communicatie	●

We besteden in onze assessment aandacht aan:

- eventuele andere visies op het probleem dan die van de opdrachtgever (inclusief onze eigen visie),
- de verwevenheid met andere problemen,
- de mogelijk relevante aspecten van het probleem die in de onderzoeksvraag buiten beschouwing zijn gelaten,
- de verwachte rol van de resultaten in het beleidsproces en
- de relatie met voorgaande studies op dit gebied.

Grotendeels  Gedeeltelijk  Nauwelijks

Centraal staat de vraag of we de samenhang tussen waterhuishouding en de functies natuur en landbouw voldoende goed kunnen simuleren in relatie tot de problemen in het stroomgebied Baakse Beek. In dit gebied is landbouw de grootste grondgebruiker en is het watersysteem daar op ingericht (Geertsema et al., 2011). Voor de natuur in het gebied speelt de wens de verdroogde gebieden te herstellen, de natte kwaliteiten (nat schraalland en nat bos) verder te ontwikkelen. Dit betreft zowel de problemen die nu al worden ervaren met watertekort (verdroging) en wateroverlast (vernatting), als ook hoe deze veranderen door klimaatverandering. De uitdaging is het gebied zo te beheren en in te richten dat mogelijke gevolgen van zowel overtollige neerslag als langdurig droogte zo in mogelijk negatieve gevolgen hebben voor het watersysteem, veiligheid, natuur en landbouw (Geertsema et al., 2011).

Gerelateerd aan deze opgaven is de vraag naar belangrijke onzekerheden en gevoeligheden in de modellen en data relevant, evenals de vraag naar de betrouwbaarheid en plausibiliteit van de modellen en hun resultaten. Ook is van belang of en hoe we de informatiebehoefte van de stakeholders kunnen bedienen.

Zaken die in de studie niet worden meegenomen zijn bijv. grondwaterkwaliteit en geochemie, gewaskwaliteit, veranderingen in landgebruik, veranderingen in vegetatiebeheer, natuur-effecten voor aquatische flora en fauna in beek (we richten ons op terrestrische vegetatie), overstromingsrisico's. Effect van klimaatverandering (en mest) op bodem en grondwaterkwaliteit wordt ook niet beschouwd. Ook worden er geen economische analyses van effecten op landbouw verricht, noch andere maatschappelijke kosten-baten analyse. Effecten op andere sectoren en functies dan landbouw en natuur vallen ook buiten de systeemgrens van deze studie.

In de groslijst met aannames (zie sectie 4 van deelrapport kwalitatieve onzekerheden Baakse Beek) hebben een aantal aannames betrekking op de keuze van de systeemgrens voor de modellentrein. De volgende aspecten zijn buiten de systeemgrens gehouden (met tussen vierkante haken de aanname waarin deze keuze gemaakt is):

- [AF] veranderend landgebruik
- [BA] effecten via karakteristieken van het klimaat anders dan die beschreven zijn in de KNMI reeksen (bijvoorbeeld bliksemschade, hagelschade, stortbuischade, vorstschade, aanvriezende mist en rijp, windworp)
- [BJ] overstromingen van de beek
- [BK] waterkwaliteit
- [BL] technologische verbetering van pompen
- [CD] effecten olieprijs via kunstmestprijs op stikstofbeschikbaarheid voor landbouw
- [CG] gewaskwaliteit





- [CJ] markteffecten
- [DA] groeibeperkende factoren zoals ziekten en plagen
- [DF] invloed van CO<sub>2</sub> op efficiëntie van watergebruik van de natuurlijke vegetatie
- [DG] het remmende effect van troposferisch ozon (fotochemische smog) op plantengroei
- [DP] mogelijke schade aan de vegetatie door zuurstofstress bij overstromde vegetatie
- [DS] effect van verschuivende klimaatzones op de uitkomsten van het natuurwaarderingsmodel

Verder is er een sterke verwevenheid met andere problemen in het gebiedsproces (sociaal economische aspecten, landschap) en thema's als verzuring, vermessing en versnippering maar deze worden niet meegenomen bij het modelinstrumentarium en de klimaatscenario's. Ook is aangesloten bij het vigerende gebiedsproces, in het verlengde van de activiteiten in het kader van het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat.

Wat betreft de beleidscontext speelt hier de Kader Richtlijn Water (KRW) met als belangrijkste opgaven: het vergroten van de waterafvoerperiode en het beperken van droogval; het verbeteren van de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater; het verbeteren van de chemische waterkwaliteit en het veiligstellen van drinkwatervoorzieningen. Het natuurbeleidskader betreft vooral de Ecologische Hoofdstructuur en Natura 2000 waarbij de nadruk hier ligt op herstel van verdroogde gebieden. Daarnaast streeft het gebiedsbeleid naar het vergroten van de beleving van water en cultuurhistorie van het gebied. Meer informatie over het geïntegreerde gebiedsproces is te vinden op [www.baaksebeek.nl](http://www.baaksebeek.nl). De studie vindt niet speciaal in het kader van dit gebiedsproces plaats, maar inzichten uit deze studie kunnen wel in dit proces worden ingebracht. De nadruk in de studie ligt op het ervaring opdoen met het koppelen van een reeks deelmodellen om verkenningen te doen voor een gebied waarbij Baakse Beek als casus is genomen, het doel is dus niet primair om het gebiedsbeleid te ondersteunen maar om een instrumentarium (c.q. een 'modellentrein') te ontwikkelen en te testen waarmee in de toekomst gebiedsbeleid kan worden ondersteund.



### Onderwerp 2: Stakeholderbetrokkenheid

**Leidraad** Checklist Verdieping Mijn verslag

Problemafakening	●
Stakeholders	●
Graadmeters	●
Kennis en methoden	●
Onzekerheden	●
Communicatie	●

We hebben een goed beeld van:

- de relevante stakeholders,
- hun visies en rollen ten aanzien van het probleem en
- de probleemaspecten waar ze het niet over eens zijn.

Op basis van dit alles hebben we een keuze gemaakt *of, waarom, waarbij* (probleemdefinitie, kennisvergaring, review), *wanneer* (aan begin, tijdens, na afloop) en *hoe* we *welke* stakeholders moeten betrekken bij deze assessment.

Grotendeels  Gedeeltelijk  Nauwelijks

In het recente verleden heeft in het kader van het Kennis van Klimaat rapport ‘Klimaatadaptatie droge rurale zandgronden Gelderland’ van Geertsema et al. 2011, par. 9.2, pag. 105, een inventarisatie van kennisbehoefte plaatsgevonden bij stakeholders over klimaatverandering, en effecten op/adaptatiemaatregelen voor water, natuur en landbouw : herstellen sponswerking als maatregel tegen droogte, dimensionering waterlopen aanpassen, aanwijzen van bergingsgebieden voor wateroverlast benedenstreams, water bergen op natte voor landbouw niet interessante gronden, robuuste EHS/lint van natte bossen, welke natuurdoelen passen bij W/W+ klimaatscenario’s, hoe communiceer je adaptatie maatregelen, wat kan men nu al doen (no regret maatregelen).

Rekening houdend met het bestaande gebiedsproces en om pragmatische redenen zijn in dit NMDG-project vervolgens voor de regio Baakse Beek 4 verschillende stakeholders nader geraadpleegd , waarbij de aandacht zich vooral richt op het grondwater- en oppervlaktewaterbeheer in relatie tot landgebruik met speciale aandacht voor effecten op landbouw en natuur..

De bevroegde stakeholders waren afkomstig van LTO Noord, Provincie Gelderland, Natuurmonumenten en het Waterschap Rijn en IJssel, en hun visies en rollen hangen nauw samen met hun taken, en de groepen en belangen die ze vertegenwoordigen. Zo is LTO bijvoorbeeld van nature geïnteresseerd in informatie op het gebied van gewasopbrengst maar heeft ook het Waterschap hier belangstelling voor, omdat de relatie tussen bodemvocht en gewasopbrengst voor hun van belang is, en gevolgen heeft voor beregeningsbehoefte en onttrekking van grond- en oppervlakte water.

Doel van stakeholderraadpleging was om in het begin van het project een beeld te krijgen van hun informatiebehoefte in relatie tot de waterhuishouding van het stroomgebied Baakse beek en de effecten op landbouw en natuur. Hierbij is de stakeholders ook gevraagd naar hun ‘percepties’ ten aanzien van wateroverlast en- tekort in het stroomgebied en de invloed die klimaatverandering en andere onzekerheden hierop hebben. Ook konden ze aangeven over welke onzekerheden ze meer inzicht wensten, en in welke vorm. Dit alles is van belang om te bekijken of en hoe de modelinstrumenten kunnen worden ingezet om op die behoefte aan te sluiten, Tijdens de laatste fase van het project is via een bijeenkomst met de stakeholders teruggekoppeld wat de bevindingen van het projectteam met het modelleninstrumentarium voor de Baakse Beek zijn, en in welke mate men heeft kunnen voldoen aan de vragen die gesteld zijn, en waar verdere toekomstige uitdagingen liggen.

#### *Probleempercepties*

Probleempercepties op gebied van natschade en droogte (in heden en toekomst) verschillen enigszins van elkaar, waarbij Natuurmonumenten met name meer de nadruk legt op problemen bij droogte (natuur heeft in het landelijk gebied meer last van droogte dan van wateroverlast), terwijl natschade



naar verhouding hoger scoort voor LTO en hun achterban. Ook is zichtbaar dat de stakeholders de problematiek in de toekomst doorgaans zien verergeren.

Respondenten	Natschade heden	Natschade toekomst	Watertekort heden	Watertekort toekomst
LTO-Noord	2	1	3	2
Waterschap Rijn en IJssel	2	1-2	2-3	2
Provincie Gelderland	2	2	2	1-2
Natuurmonumenten	4	4	2	1

Schaal: 1 (zeer ernstig); - 2 (ernstig) – 3 (matig) – 4 (niet)

*Vragen en informatie behoefte stakeholders:*

Veel vraag is er naar informatie over effecten van maatregelen op grondwaterstand en kwel, natuurwaarde (mn. voor Natuurmonumenten en provincie), relatie van gewas/vegetatie en vochthuishouding/hydrologie.

Wenselijke resolutie is ruimtelijk gezien 25x25m, c.q. perceelsniveau, terwijl qua tijdshorizon agrariërs in het algemeen een focus hebben op het korte-midden lange termijn bedrijfsperspectief, , terwijl de provincie en Natuurmonumenten een langere termijnperspectief van 2050 ook interessant vinden. Qua vorm van informatie, heeft men de voorkeur voor informatie in vorm van kaarten, kans of risicokaarten. Tabellen en grafieken worden minder van belang geacht. Informatie over te verwachten verandering in grondwaterstanden, wat zijn natte en droogte gevoelige plekken is wenselijk, evenals informatie over de kans op overstromingen en duur van periodes van droogte in relatie tot klimaatverandering. Informatie over gewasproductie geschiktheid en de mogelijkheden voor klimaat-robuuste landbouw in relatie tot hydrologie en klimaat. De kwaliteit van een gewas is belangrijker dan verandering in droogte stof.

Wat betreft informatie over onzekerheid, geven enkele respondenten aan dat ze behoefte aan informatie over onzekerheden in modellen en hoe daar als gebruiker mee om te gaan. Ijking van modellen draagt bij aan acceptatie. Doorgaans wordt ingeschat dat de model-onzekerheden minder belangrijk zijn dan onzekerheden over toekomstige sociaal economische ontwikkelingen en over de effecten van maatregelen. Voor Natuurmonumenten zijn de G en W+ klimaatscenario's en voor waterschap de W (natste) en W+ (doorgste) scenario's het meest interessant.

*Tabel: Percepties stakeholders m.b.t. onzekerheden:*

Schaal: 1 (zeer belangrijk); - 2 (belangrijk) – 3 (matig belangrijk) – 4 (niet belangrijk)

Respondenten	LTO-Noord	Waterschap Rijn en IJssel	Provincie Gelderland	Natuurmonumenten
Weersextremen	1 Discussie bij wateroverlast: wat is rol KNMI	2 Wij moeten maatregelen treffen die voor lange termijn robuust moeten zijn	1 Is heel belangrijk issues voor agrariërs (zie augustus 2010)	4 Weersextremen zijn fact of life



## WP 4 Kwalitatieve onzekerheidsanalyse Baakse Beek

Sociaal economische ontwikkelingen	3 De discussie over vergrijzing, krimpo en toerisme is soms wat overtrokken	2-3 Wel relevant vanuit waterkwaliteitsoogpunt en/of vanuit recreatief verbruik	2 Belangrijk, maar principes van schaalvergroting bestaan en gaan door	1 Economische kosten samenhangend met vergrijzing vormen nekslag voor natuurontwikkelingen.
Onduidelijkheid/oneensigheid beleidsdoelen	2 Voor boeren is vertrouwen in overheid van belang	-	3 Natuurbeleid is niet zo'n grote onzekerheid; is vaak utopische ambitie	1 We zijn nog steeds onzeker hoe natuurbeleid uitpakt
Onduidelijkheid/oneensigheid effectiviteit maatregelen	1 Er ligt een rol voor LTO om ondernemers hierin te helpen	3-4 Met de kennis van externe adviseurs komen we ver	2 Veel onzekerhhheid in effecten van maatregelen op gebied van peilbeheer	2 Je weet pas na afloop het effect als de maatregel genomen is
Onzekerheden in de modellen	4 We werken niet met modellen. Boerenkennis voldoet vaak	3 Elk model heeft een bandbreedte, als die maar duidelijk is.	4 Daar is in kader van AMIGO aan gewerkt, en we hebben vertrouwen in wat er nu ligt	2



### Onderwerp 3: Graadmeterkeuze

**Leidraad** Checklist Verdieping Mijn verslag

Probleemafbakening	●	
Stakeholders	●	
Graadmeters	●	We kunnen de keuze voor de gebruikte graadmeters en hun samenhang goed onderbouwen, hebben alternatieven overwogen en gaan in de rapportage in op de beperkingen van het gebruik van deze graadmeters voor dit probleem; we kennen het draagvlak in wetenschap en maatschappij (inclusief besluitvormers/ politici) voor het gebruik van deze graadmeters.
Kennis en methoden	●	
Onzekerheden	●	
Communicatie	●	

Grotendeels  Gedeeltelijk  Nauwelijks

Graadmeters die betrekking hebben op waterbeschikbaarheid, natuurkwaliteit en gewasopbrengst hebben de primaire aandacht in deze studie.

- Voor water betreft dit informatie in de vorm van grondwaterstanden (op dagbasis, 25x25 m) en afgeleiden (GXG-kaarten), kwelflux over de eerste scheidende laag, vochtgehaltes onverzadigde zone, capillaire opstijging/wegzijging, neerslag- en verdampingspatronen. Met het oog op de effectmodellering (op landbouw, natuur) kan de vraag gesteld worden of de GVG (Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand) een goede (klimaatrobuuste) maat is voor de vochtbehouding tijdens de kiemingsperiode. Opwarming leidt tot een vervroeging van het groeiseizoen, en tot een sterkere verdamping met gevolgen voor de vochtvoorraad in de wortelzone. Ook zijn er verschillende methoden om de GVG af te leiden. Enerzijds kan hij bepaald worden op basis van grondwaterstands-waarnemingen in het voorjaar (van half maart tot half april), anderzijds is het ook mogelijk om hem in te schatten op basis van een empirische relatie met GHG en GLG als invoerparameters. De mate waarin deze empirische relatie ook bij andere klimaatcondities adequaat is blijft de vraag.
- Voor natuur zijn het uitspraken over areaal geschikte standplaats voor terrestrische vegetatie, kans op voorkomen van terrestrische vegetatie, natuurbehoudswaarde per rekencel, biomassa en nutriënt- gehalten (N,K,P, etc.). Er worden in de praktijk verschillende natuurwaarderingmethoden gehanteerd, die vaak heel verschillende beelden kunnen opleveren. In een recente kritische studie (Witte et al. 2011) worden een twaalfstal methoden voor kwantitatieve waardering van vegetatieopnames onderling vergeleken en ook vergeleken met de inschatting van deskundigen. De GLD-methode (Gelderland-methode) die we ook in onze studie gebruiken om natuurbehoudswaarde weer te geven kreeg de meeste instemming van de deskundigen.
- Voor landbouw betreft de graadmeter voor gewasopbrengst de droge stof productie in loop van de tijd (gras, aardappels), en per seizoen gesommeerd. Buiten beeld blijft wat de gewasopbrengst in economische termen (Euro's) is, evenals wat de gewas kwaliteit is. Dit valt buiten de scope van de gehanteerde modellen.

Bij de stakeholderanalyse kwam naar voren dat zij – qua graadmeters - met name ook geïnteresseerd in risico-kaartbeelden, wat betreft droogte- en nat-gevoeligheid van gebieden/percelen, overstromingsrisico's, duur van droogteperiodes in relatie tot klimaatverandering en de invloed op gewasopbrengst en natuurwaarde. Het is echter, gegeven de gekozen resolutie en de beschikbare basis-gegevens en modelinstrumenten, nu nog niet altijd mogelijk om voor al deze issues informatie van de gewenste kwaliteit op die schaal te geven. Verdere ontwikkeling van het model instrumentarium en data kan dit in de toekomst nog meer onder handbereik brengen (zie ook hoofdstuk 7 met conclusies en aanbevelingen).



### Onderwerp 4: Toereikendheid van beschikbare kennis en methoden

**Leidraad** Checklist Verdieping Mijn verslag

Problemafakening	●
Stakeholders	●
Graadmeters	●
Kennis en methoden	●
Onzekerheden	●
Communicatie	●

We hebben de toereikendheid van de beschikbare kennis en methoden bepaald door vast te stellen:

- welke kennis en methoden nodig zijn om antwoorden van de vereiste kwaliteit te verkrijgen,
- wat de belangrijkste knelpunten en lacunes in de beschikbare kennis en methoden zijn en
- wat hun effect is op de kwaliteit van de resultaten.

In overleg met de (interne en externe) opdrachtgever hebben we besloten wat met deze knelpunten gedaan moet worden.

Grotendeels  Gedeeltelijk  Nauwelijks

Uw motivatie of commentaar

De samenstelling van het projectteam is zodanig dat er voldoende kennis aanwezig geacht wordt over de afzonderlijke modellen, klimaatscenario's, stakeholderanalyse, visualisatie en onzekerheden om antwoorden van de vereiste kwaliteit te krijgen.

Knelpunten en kennishiaten liggen er op verschillende vlakken: enerzijds betreft dit het niet geheel op elkaar aansluiten van de modellen qua schaal en mate van detaillering, hetgeen verschalings nodig maakt met bijbehorende aannames en mogelijk informatieverlies; anderzijds betreft het ook de processen die wel en niet worden meegenomen bij de afzonderlijke modellen en scenario's, en de aannames die hierbij gemaakt zijn (bijv. beperkte terugkoppeling tussen vegetatie en hydrologie; geen veranderingen in landgebruik; mate van homogeniteit van de ondergrond). Daarnaast hebben we ook te maken met situationele beperkingen in tijd en budget en zijn er maar beperkt gevoeligheids- of onzekerheidsanalyses mogelijk omdat de modelruns te rekenintensief zijn. Monte Carlo achtige analyses zijn voorsnog uitgesloten en er zullen in plaats daarvan een beperkt aantal verkennende gevoeligheidsanalyses worden uitgevoerd door een deel van de modelketen door te rekenen bij variatie van enkele parameterinstellingen, en zo een eerste tentatief idee van de breedte in de uitkomsten te krijgen. Een dergelijke analyse, waarbij (enkele) 'parameters' stuk voor stuk worden gevarieerd en de modelresultaten vergeleken worden met een uitgangssituatie (nominale waarde) heeft zijn beperkingen als er sprake is van niet-lineariteiten in de relatie tussen outputs en 'parameters' (zie ook Saltelli et al. 2010).

Het is echter niet altijd goed mogelijk om eventuele effecten van de kennishiaten en beperkingen kwantitatief aan te geven op de modelresultaten. Ter aanvulling is een kwalitatieve onzekerheidsanalyse uitgevoerd, waarbij specifiek gekeken is naar de belangrijkste aannames die aan de modelleerketen ten grondslag liggen, daarbij hun onderbouwing en beperkingen aangevend inclusief de mogelijke invloed hiervan op de uiteindelijke berekende doelvariabelen. Dit is gedaan aan de hand van een door Kloprogge e.a. (2011) ontwikkelde en beproefde methode voor de systematische analyse van aannames in modelrekenketens, waarbij voor de Baakse Beek casus vooral gekeken is naar aannames die te maken hadden met:

- mogelijke vereenvoudigingen van de werkelijkheid
- opschaling/neerschaling - vooral bij de koppeling van modellen;
- variabelen die in het model constant zijn gehouden in ruimte en of tijd maar die in werkelijkheid variëren;
- buiten beschouwing gelaten mee- of terugkoppelingen;
- buiten de systeemgrens gehouden processen.



Op basis van documentanalyse en interviews met de diverse modelleers is een groslijst opgesteld van ca. 50 aannames in de modellentrein Baakse Beek, waaruit – na een prioriteringsronde – een top 10 lijst van meest belangrijk geachte aannames is opgesteld. Deze lijst is vervolgens aan een bredere groep respondenten voorgelegd, ter beoordeling van hun onderbouwing en eventuele gevolgen voor de resultaten. De meest problematische aannames die hieruit naar voren kwamen betroffen het feit dat landgebruik en beheer in de modellen constant gehouden werd, dat natuurschade door droogtestress deels buiten beeld bleef en dat markteffecten bij de bepaling van gewasopbrengst niet meebeschoofd werden.



## Onderwerp 5: In kaart brengen en beoordelen van relevante onzekerheden

**Leidraad**

Probleemafbakening	●
Stakeholders	●
Graadmeters	●
Kennis en methoden	●
Onzekerheden	●
Communicatie	●

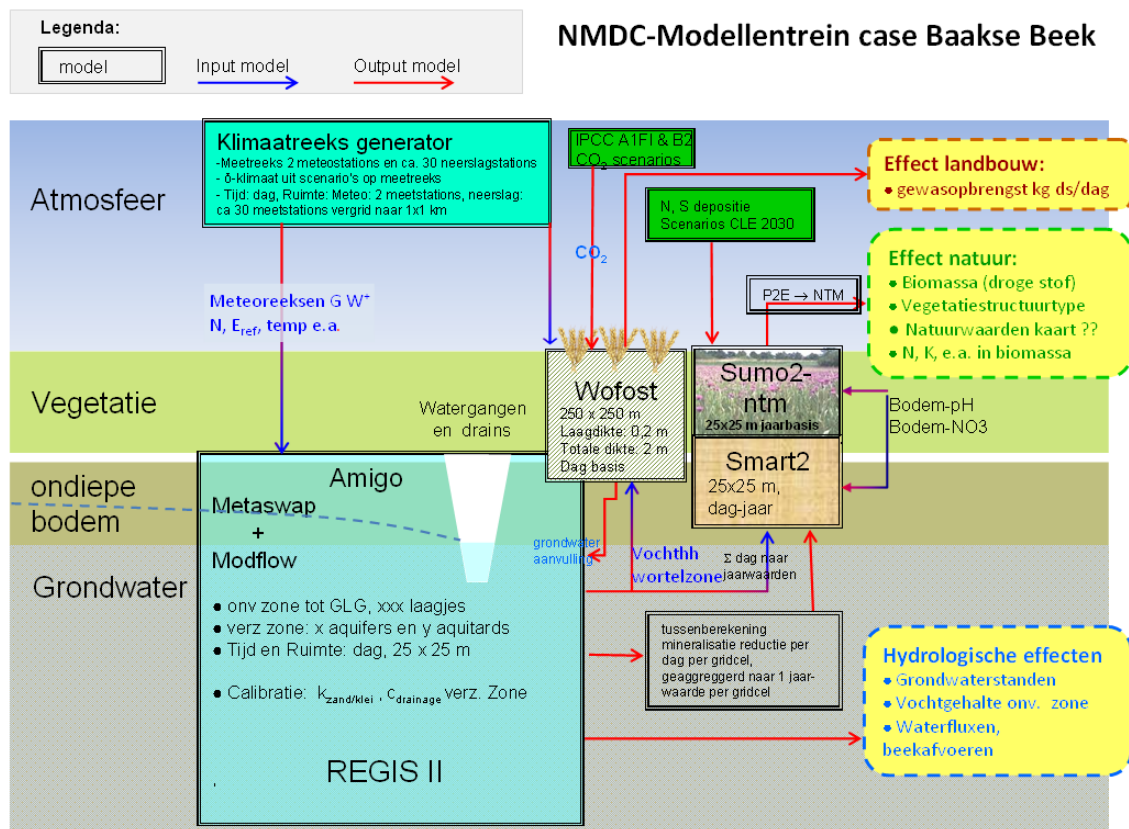
Checklist Verdieping Mijn verslag

We hebben een duidelijk beeld van:

- het relatieve belang van statistische onzekerheid, scenario onzekerheid en erkende onwetendheid voor het betreffende probleem,
- de onzekerheden die het meest relevant zijn voor het probleem,
- de consequenties van deze onzekerheden voor de conclusies van deze assessment.

Op basis van dit alles en in overleg met de (interne en externe) opdrachtgever hebben we de relevante onzekerheden in kaart gebracht, beoordeeld en hun relevantie vastgesteld.

Grotendeels  Gedeeltelijk  Nauwelijks



Van een aantal onderdelen (modellen) uit de keten was vanuit eerdere studies al informatie beschikbaar over onzekerheden (bijv. SMART-SUMO-NTM2 (Schouwenberg et al. (2000), Wamelink et al. (2011); WOFOST (Confalonieri R. et al. (2006)); SWAP (Baroni et al. (2010), AMIGO, ). Een eerste inventarisatie tijdens de beginfase van het project leverde het volgende – nog onvolledige - beeld op:

**Ondergrond?** Onzekerheden in de ondergrond (bijvoorbeeld doorlatendheden, preferente stroom banen) worden hooguit in kwalitatieve zin meegenomen, gezien de grote tijdsinspanning die het zou vergen om dit ook kwantitatief uit te werken.

**Amigo model** (onverzadigde + verzadigde zone)





- nauwkeurigheid ondergrond info (doorlatendheden)
- ontwatering sloten en greppels (drainageweerstand en drainagebasis)
- onzekerheden in werkelijke verdamping (nu en toekomst)
- onzekerheden in hoeveelheden berekening
- bodemfysische eigenschappen onverzadigde zone
- onzekerheden neerslagpatronen (huidige situatie)
- onnauwkeurigheid bodemopbouw rond drinkwaterwinningen

*modelconcept* Amigo: Te versimpeld opp.water model, geen kwaliteitsmodellering, geen terugkoppeling vegetatiepatronen - co2 - verdamping. Te versimpeld modelconcept gw-aanvulling dat mogelijk mis gaat bij extreme(re) neerslag (andere interceptie, afstroming en infiltratie)

**Natuur:**

*modelconcept:* P-beschikbaarheid nog niet zo betrouwbaar, grondwaterkwaliteit versimpelde input, etc.

**Landbouw:**

voor veel gewassen zijn nauwelijks adequate metingen beschikbaar om het model te ijken.

**Meteo:** Verschillende klimaatscenario's (W/W+), en verschillende aggregatiemethoden

Duidelijk was dat dit verdere aanvulling behoefde. Echter, zolang de modelketen nog niet operationeel was en ermee gerekend kon worden, was het niet mogelijk om al een goed beeld te krijgen van de effecten hiervan op de doelvariabelen die in de studie centraal stonden (waterbeschikbaarheid, natuurkwaliteit, gewasopbrengst). Bovendien voegt het gebruik van modellen in modelleerketens nog allerlei complicaties en onzekerheden toe die te maken hebben met verschalings van data, modelinputs en - outputs om de verschillende onderdelen adequaat te koppelen, inclusief het onvermijdelijk gebruik van aannames en benaderingen om deze 'koppelingen' tot stand te brengen (bijv. van punt-data (stations-data) naar vergride data etc.).

Om deze zaken goed in beeld te brengen is een raamwerk voorgesteld voor het in kaart brengen van de belangrijkste onzekerheidsbronnen in een modelleerketen (notitie van Geer). Dit raamwerk is de basis geweest om per onderdeel (c.q. model) van de keten de belangrijkste onzekerheden aan te duiden (in modelparameters (inclusief calibratie), modelinputs, modelconcepten, model-koppelingen) in relatie tot de relevante modeloutputs (doelvariabelen). Voor zover mogelijk en haalbaar is kwantificering van onzekerheden nagestreefd, door middel van calibratie en of validatie (aan uitgangssituatie), scenario-berekeningen, gevoeligheids-analyses. Beperkingen in beschikbare tijd en budget en ook de soms grote modelrekeningtijden lieten deze kwantitatieve analyses slechts ten dele toe. Daarnaast zijn er ter aanvulling ook nog kwalitatieve beschouwingen gebruikt om het mogelijk effect van onzekerheden te beoordelen. Deze zijn uiteindelijk in de rapportage van de Baakse Beek studie in hoofdstuk 6.5-6.8 terecht gekomen (van Ek et al. (2012))

De belangrijkste onzekerheden die hierbij aan de orde gesteld zijn belichten we kort:

**A: Klimaatscenario's:** Klimaatscenario's (mogelijke veranderingen in wereldgemiddelde temperatuur en de circulatierespons daarop) vertalen zich lokaal in een wijziging van neerslag (intensiteit en frequentie), verdamping, straling en luchtvochtigheid. Deze wijzigingen leiden op hun beurt weer tot mogelijke verschillen in de frequentieverdeling van hoge-lage grondwaterstanden, (potentieel) neerslagtekort en gewasopbrengsten. Bij het in kaart brengen van onzekerheden. Voor het NMDC-project levert het KNMI tijdreeksen van klimaatscenario's aan voor de schaal van de specifieke casus. De meteo-variabelen die worden aangeleverd zijn: neerslag, minimum en maximum temperatuur en de gemiddelde dag temperatuur, gewasverdamping volgens Makkink, windsnelheid, luchtvochtigheid, globale straling. Voor de huidige situatie worden waargenomen reeksen gebruikt. Voor de perioden 1971-2000 en 2035-2065 (d.w.z. 30 jaars periode rond het zichtjaar 2050) worden



reeksen gegenereerd gekoppeld aan de betreffende KNMI'06 scenario's. Deze worden aangevuld met reeksen die per klimaatscenario representatief zijn voor de tussenliggende periode (2000-2035). Voor CO<sub>2</sub> concentraties worden reeksen gebruikt die gekoppeld zijn aan de verwante de IPCC- emissie en concentratie scenario's.

De data worden op dagbasis aangeleverd. De beschikbare en gemeten weerstationsdata voor neerslag worden vergrid naar 1x1 km schaal. Voor de reeksen uit de toekomst wordt de Deltamethode gebruikt om de tijdreeksen te genereren. Deze methode transformeert historische meetreeksen aan de hand van informatie over veranderingen (gemiddeldes en extremen; Bakker & Bessembinder, 2012a,b). Een belangrijke bron van onzekerheid is het gebruik van stationsdata voor groter gebied. Wat de onzekerheden betreft rond de klimatscenario's maken we een onderscheid tussen het huidige en het toekomstige klimaat:

Voor het *huidige* klimaat zijn onzekerheden die samenhangen met de variabiliteit van de meteo-data het meest belangrijk. Onzekerheden die te maken hebben met meetfouten zijn relatief onbelangrijk. De onzekerheid die samenhangt met het gebruik van bijv. interpolatie/extrapolatie om data van meetlocaties te gebruiken om ook op andere uitspraken te doen (temperatuur, neerslag, luchtvochtigheid, dampspanning, CO<sub>2</sub> concentratie), varieert per klimaatvariabele, en hangt o.a. af van de natuurlijke variabiliteit van de variabele. Waarschijnlijk is deze niet zo groot voor deze NMDG-studie omdat de pilotgebieden in het platteland liggen.

Voor het *toekomstige* klimaat zijn er nog belangrijke additionele onzekerheden ten gevolge de beperkte kennis over toekomstige socio/economische en technologische ontwikkelingen en de daaraan gerelateerde emissies en concentraties van broeikasgassen. Daarnaast zijn er uiteraard ook onzekerheden in de toekomstprojecties van klimaatverandering bij bepaalde emissie- en concentratiescenario's ten gevolge van onze beperkte kennis van het klimaatsysteem. In het licht hiervan hanteren we de volgende impliciete aannames bij het gebruik van de meteo-reeksen gekoppeld aan de KNMI'06 klimaatscenario's:

- Emissie en concentratie scenario's spannen in belangrijke mate de range op die in de toekomst te verwachten is in emissies en concentraties van broeikasgassen
- De gebruikte klimaatmodellen en scenario's spannen in belangrijke mate de range van toekomstige klimaatsituaties die in de toekomst onder bepaalde emissie-concentraties te verwachten is.
- Klimaatmodellen kunnen het huidige en toekomstige klimaat - behoudens de bias (d.w.z. systematische afwijking van modelresultaten met metingen) - redelijk goed simuleren.
- De bias in de output van de toekomstige klimaatmodel simulaties zal dezelfde zijn als in de simulaties voor het huidige klimaat.
- Het verschil in klimaatmodel simulaties voor het toekomstig en het huidig klimaat is de geprojecteerde klimaatverandering ten gevolge van toename in broeikasgassen (en niet deels een gevolg van de natuurlijke variabiliteit).
- De statistische relaties die voor het huidige klimaat gevonden worden blijven dezelfde voor het toekomstige klimaat (in geval van statistische neerschalen en stochastische weersimulatie-generator).
- De methode die gebruikt wordt om de info over het toekomstig klimaat uit het klimaatmodel te neerschalen is de meest geschikte methode voor de beoogde toepassing.
- De methode die gebruikt wordt om de tijdreeksen voor de klimaatvariabelen in de toekomst te genereren is de meest geschikte methode voor de beoogde toepassing.

Het is lastig om in te schatten welke van bovenstaande onzekerheden of aannames het meest relevant zijn voor effect-studies. Wel kan gezegd worden dat natuurlijke variabiliteit een belangrijke onzekerheidsbron in de toekomst blijft (jaar-tot-jaar variabiliteit en binnen-jaarse variabiliteit,



eventueel uit te drukken via ensemble simulaties), terwijl ook de onzekerheid over ons klimaatsysteem een belangrijke factor is tgv. onze beperkte kennis over het klimaatsysteem en over socio-economische en technologische ontwikkelingen. We gaan er vanuit dat de bandbreedte in uitkomsten die door de KNMI'06 scenario's wordt opgespannen deze onzekerheid voor een groot deel beschrijft. In feite is het enkel deze onzekerheid die we in deze NMDC-studie - door simulaties te presenteren van de verschillende klimaat scenario's - kwantitatief in kaart hebben gebracht.

De bewerking van de klimaatgegevens om tijdreeksen voor de toekomst te genereren kan additionele onzekerheden met zich meebrengen. Vermoedelijk speelt dit voor dit project is niet heel sterk mee, omdat de beschouwde effecten (grondwaterhoogtes, gewas productie, biomassa productie in ecosystemen) meer bepaald worden door weerscondities gedurende langere periodes. Veranderingen in gemiddelde temperatuur, neerslag, verdamping worden expliciet meegenomen binnen de KNMI'06 scenario's (op maandelijks of seizoensgemiddelde basis). Zoals gezegd, zal vermoedelijk ook de onzekerheid ten gevolge van inter/extrapolatie van gegevens van andere meetlocaties minder van belang zijn, omdat de pilot/gebieden in landelijke omgeving liggen, net als de monitors.

**B: Geohydrologische modellering:** omdat bij dit NMDC-project de aandacht in de modelketen met name uitgaat naar gebruiksfuncties als landbouw en natuur, zijn vooral onzekerheden in de bovenrand van het systeem van belang:

*Invoer'parameters'* zoals landgebruik, gewas, neerslag, verdamping, grondwaterwinning voor drinkwater en beregeningsgiften die bepalend zijn voor de hoeveelheid water die aan de bovenkant (maaiveld) het model in- en uitgaat, komen dan onder de aandacht. De aanname ten aanzien van de meteorologie (d.w.z. het klimaatscenario: wat voor regionale klimaatsverandering valt er te verwachten?) is richtinggevend voor wat er met relevante AMIGO uitvoerparameters zoals grondwaterstanden, kwel/infiltratie en vochttekort gebeurt, die als invoer voor de effectmodellen dienen, en is daarnaast ook richtinggevend voor eventuele maatregelen. De bandbreedte in uitkomsten is groot en kan variëren van “geen verandering tot lichte vernatting: tot “structurele toename in droogte”.

Ook moeten we rekening houden met onzekerheid in *interne modelparameters* voor AMIGO (maaiveldhoogten, ligging oppervlaktewateren, drainagebasis (bijv. waterpeil, bodemhoogte, intreeweestanden in drainage- en infiltratiesituaties), verdampingsparameters (gewasfactor, interceptiefactor) gerelateerd aan meetreeksen, geohydrologische parameters (doorlatendheid en weerstanden van resp. watervoerende en waterscheidende lagen), bodemfysische parameters (waarden relevant voor de onverzadigde zone zoals k-H relatie en dikte wortelzone), evenals met randvoorwaarden voor de stroming aan de onderzijde en de ‘zijranden’ van het studiegebied. Een gevoeligheidsanalyse voor AMIGO laat zien dat het model gevoelig is voor bepaalde interne modelparameters maar dat deze niet tot dergelijke grote veranderingen leiden.

Wat betreft onzekerheden die met het *modelconcept* samenhangen, lijkt de modellering van de verzadigde zone aan de hand van wet van Darcy erg betrouwbaar, terwijl de modellering van de onverzadigde zone, waaraan een niet-stationaire Richards vergelijking aan ten grondslag ligt als vrij betrouwbaar gezien wordt. Hierbij wordt het model MetaSWAP gebruikt dat als rekenzuinig metamodel-variant van SWAP is afgeleid, en dat voor situaties met ondiepe grondwaterstanden weinig verschillen laat zien met het moedermodel. Alleen bij bodems met kleine bergingscapaciteiten is er significant verschil tussen beide modellen, doordat kleine veranderingen in waterberging een grote invloed hebben op de grondwaterstand. De verschillen in berekende verdamping tussen SWAP en MetaSWAP zijn klein, maar bij dikke wortelzones (100 cm) is de verdamping zoals berekend door MetaSWAP circa 40 mm lager. Speciale proceskenmerken als hysteresis, preferente stroming



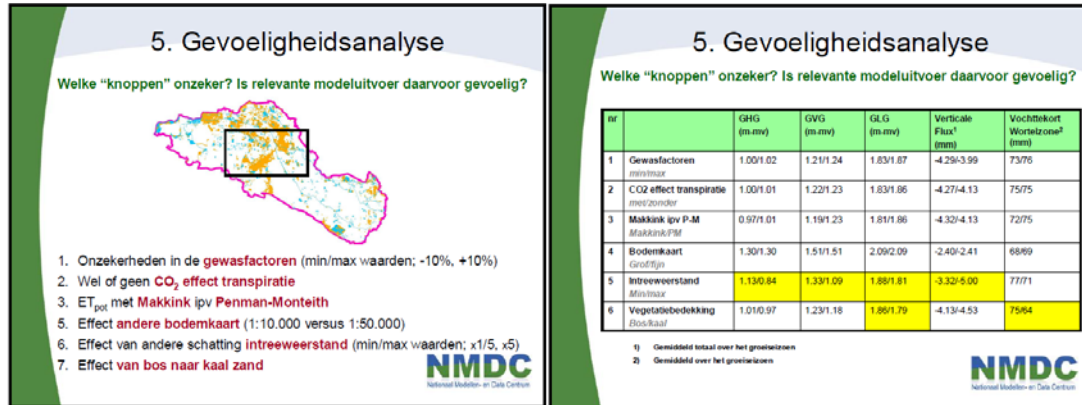
(zandgronden), bypass flow (kleigronden) en speciale processen die een rol spelen bij infiltratie zijn in de modellering met MetaSWAP niet meegenomen (van Walsum & Veldhuizen, 2011).

Ook is de vraag hoe het 'klimaatrobuust' het modelconcept is. Veranderingen in neerslagintensiteit en verdeling, CO<sub>2</sub> en temperatuurstijging beïnvloeden de plantengroei, en ook de terugkoppelingen tussen atmosfeer-plant-bodemhydrologie. Verhoogde CO<sub>2</sub> concentratie kan zowel leiden tot lagere (sneller sluiten van huidmondjes omdat aan koolstofbehoefte sneller wordt voldaan) als hogere verdamping (meer biomassa-groei en meer bladoppervlak), en het netto effect is onzeker. Het CO<sub>2</sub>-effect wordt niet standaard in AMIGO opgenomen, maar door WOFOST in de hydrologische berekeningen te betrekken is tot op zekere hoogte rekening gehouden met bovenstaande effecten. Ook houdt het AMIGO model onvoldoende rekening met het feit dat extremere neerslag kan betekenen dat er minder grote interceptie is en een grote grondwateraanvulling het gevolg kan zijn. Ook kunnen extreem droge zomers in droge natuurgebieden (grondwaterstanden dieper dan 1 m) gevolgen hebben voor de geslotenheid van het vegetatiedek (afname evapotranspiratie) en op termijn leiden tot toename van de grondwateraanvulling met gevolgen voor grondwaterstanden en kweldruk. Met dergelijke terugkoppelingen tussen klimaat – vegetatie en hydrologie wordt geen rekening gehouden bij modellering. Wel is er via een gerichte gevoeligheidsanalyse gekeken hoe groot dit effect potentieel kan zijn.

*Calibratie* heeft geleid tot modelverbetering en verkleining van onzekerheid en ook een (partiële) validatie van het model kan het vertrouwen versterken en zicht werpen op de bruikbaarheid. Belangrijk is het ook om de beperkingen te beseffen: zo zijn er voor het beter beoordelen van effecten op natuur aanpassingen in de modellering gewenst om rekening te houden met kwel in de wortelzone en overstromingen langs de beek. Daarnaast is er bij de *modelkoppeling* met WOFOST en SMART2-SUMO2 ook nog aandacht vereist voor ruimtelijke en temporele schaalniveau's: bijv. een voldoende verfijnd *ruimtelijke* schaalniveau is van belang om grote variatie in maaiveld en grondwaterstanden bij natuurterreinen goed te kunnen beschrijven, en daarmee ook een goed beeld van de effecten op droge en natte natuur te kunnen inschatten. Op *temporeel* schaalniveau worden de door AMIGO op dagbasis geleverde uitvoer voor een koppeling met SMART2-SUMO2 geaggregeerd tot jaargemiddelden. Hierdoor verdwijnt belangrijke informatie over de seizoenscondities die bepalend kunnen zijn voor specifieke groeiomstandigheden van de standplaatsen.

Elementen uit voorgaande opsomming van mogelijke onzekerheidsbronnen zijn meegenomen bij een indicatieve gevoeligheidsanalyse die om rekentechnische redenen uitgevoerd is voor een beperkt gebied binnen de Baakse beek met voldoende ruimtelijke variatie (droge/natte gebieden, kwel/infiltratie). Nagegaan werd wat het effect van variaties in een aantal 'factoren' waren op de gebiedsgemiddelde grondwaterstanden, en de groeiseizoensgemiddelde verticale flux en vochttekort in de wortelzone.

Zie de onderstaande figuur voor de samenvatting van deze resultaten. Uit deze resultaten blijkt dat de gevoeligheid op dit geaggregeerde schaalniveau gering is: De uitkomsten van Amigo blijken vooral gevoelig te zijn voor aannames rond de intreeweerstand, en enigszins gevoelig voor onzekerheid over de toekomstige vegetatiebedekking.



Figuur 1: Een indicatieve gevoeligheidsanalyse van AMIGO. Setting en resultaten.

**C: Natuur modellering:** In het verleden zijn verschillende onzekerheidsanalyses uitgevoerd met SMART2 (Kros et al, 1999) en de keten SMART2-SUMO-NTM3 (Schouwenberg et al., 2000; Wamelink et al., 2011).

Informatie over de onzekerheid van *interne modelparamters* van SMART2-SUMO2 die gekoppeld zijn aan bodemtype (bodemchemische en fysische eigenschappen) en/of vegetatietype (groeisnelheid, nutrientegehaltenes, mineralisatiesnelheid) is hierbij afgeleid uit meetgegevens en literatuuronderzoek, zie eerder genoemde studies.

*Invoer onzekerheid* voor SMART2-SUMO2 betreft onzekerheid in de ruimtelijke input zoals depositie, kwelkwaliteit en -kwantiteit, bodemtype, vegetatietype en beheer. Er is grote onzekerheid omtrent de kwantiteit en kwaliteit van het water dat via de onderkant de wortelzone bereikt. De kwantiteit kan uit de gegevens van AMIGO afgeleid worden, maar dan mist de laterale afvoer, de kwaliteit komt van een oude kaart. Er is niet precies onderzocht wat de onzekerheid in bodem en vegetatiekaarten is. De atmosferische depositiekaarten worden op een 1x1 km schaal aangeleverd hetgeen veel grover is dan 25x25 m schaal. Onzekerheid op 1x1 km schaal is in de orde van 50-100% . Voor een 25 m grid is de onzekerheid nog groter ( 300-400%) vanwege ruwheids-overgangen en bosrandeffecten. Depositie is van grote invloed op de pH en nitraatconcentratie, maar in deze studie is niet gekwantificeerd hoe groot de onzekerheidseffecten op deze variabelen zijn. Ook de kwelkwaliteit is van grote invloed op de pH en daarmee ook op de mineralisatie, maar helaas is ook hier weinig over bekend.

Omdat niet achterhaald kon worden welk beheer op welke plek wordt uitgevoerd , en het beheer bovendien in de toekomst kan veranderen is de invloed van onzekerheid in beheer op vegetatieontwikkeling en nutriëntenbeschikbaarheid in de bodem niet in kaart gebracht. Een eerdere studie liet zien dat dit een belangrijke onzekerheidsbron kan zijn.

Diverse *modelconcept onzekerheden* kunnen worden genoemd, waaronder het feit dat SMART2 de bodemchemie verticaal homogeen veronderstelt over de bodemlaag, en door het jaar heen constant (geen seizoensvariatie). Daarnaast wordt bij de modelkoppeling tussen AMIGO en SMART2-SUMO2 de 'mineralisatie reductie factor' per gridcel weliswaar op dagbasis berekend, maar uiteindelijk tot een jaargetal geaggregeerd voor de bepaling van de effecten op natuur. Terugkoppeling tussen vegetatie-effecten in SUMO2 naar de hydrologie van AMIGO worden buiten beschouwing gelaten evenals seizoeneffecten op de vegetatie (zoals de verlenging van het groeiseizoen bij klimaatopwarming). Ook de effecten van grote verschillen in hydrologie door een jaar heen worden niet of heel uitgedempt (als jaargemiddelde) meegenomen. Weergelerateerde effecten op vegetatie zoals windwortp, hagel, vorst- en brandschade, zijn niet meegenomen. Bij NTM wordt gebruik gemaakt van de GVG die het



gemiddelde is van grondwaterstanden op 16 maart, 1 en 14 april. Als klimaatrobuuste parameter voor de vochttoestand staat de GVG ter discussie. Ook effecten van een eerdere start van het groeiseizoen ten gevolge van temperatuurstijging zijn niet expliciet meegenomen, noch het effect van verschuivende klimaatzones, mogelijke vegetatieschade door droogtestress. Ook wordt bij de vertaling naar natuurkwaliteit (P2E) verondersteld dat het NO<sub>3</sub>-gehalte een goede proxy is voor het Ellenberg-indicatiegetal voor nutriëntenrijkdom, en dat de range van laagste tot hoogste pH bij de Baakse Beek casus lineair kan worden opgeschaald naar de hele range van de 9-punts ordinale Ellenberg indicatieschaal voor Zuurgraad.

Modelcalibratie voor de Baakse Beek casus heeft niet plaatsgevonden omdat er geen metingen hiervoor beschikbaar waren. Gewerkt is met de standaardwaarden voor bodem- en vegetatieafhankelijke parameters. In eerdere studies zijn resultaten voor SMART2 (N-mineralisatie en pH) en SUMO (biomassa) gevalideerd bij specifieke studies. Deze lieten doorgaans een redelijke match zien tussen modelresultaten en metingen. Een eerste vergelijking van NTM3 met FLORBASE gegevens is in het kader van de huidige NMDC-studie uitgevoerd. Deze lieten echter nog grote verschillen zien die nader onderzoek vergen.

Tegen de achtergrond van de genoemde onzekerheden is slechts een zeer beperkte *gevoeligheidsanalyse* uitgevoerd met SMART2-SUMO2-NTM3, die zich richtte op het doorrekenen van de effecten van een andere intreeweerstand (parameter van AMIGO) enerzijds, en anderzijds op het bestuderen van het effect van een andere reductiefunctie voor mineralisatie door uit te gaan van GVG in plaats van bodemvochtgehalte. Het effect van een andere reductiefunctie op de potentiële natuurwaarde (NTM-waarde) blijkt op gridniveau groter te zijn dan het effect van verkleining van de intreeweerstand op de NTM-waarde. Op geaggregeerd niveau (gemiddeld over alle beschouwde grids) blijkt de gemiddelde natuurwaarde echter weinig te veranderen bij een andere mineralisatie-reductiefunctie.

### **D: Gewasopbrengst berekening via het model WOFOST**

De gewasopbrengst hangt van diverse factoren af, zoals de temperatuur, zonnestraling, CO<sub>2</sub> gehalten, gewaseigenschappen, vochtuithouding van de wortelzone, zaaidatum, frequentie van het maaien (bijv. bij gras), beschikbaarheid van nutriënten, aanwezigheid van stressfactoren (ook ziekten en plagen). Het valt buiten de scope van het project om van al deze parameters op systematische wijze de gevoeligheden en onzekerheden te analyseren. Uit validatie experimenten van SWAP-WOFOST op perceelniveau blijkt dat belangrijke onzekerheden vooral betrekking hebben op de parametrisatie die de CO<sub>2</sub>-vastlegging als functie van de straling beschrijft, en op de management factor, een kunstmatige parameter die gebruikt wordt om het effect van nutriënten-tekort en van andere stressfactoren op gewasgroei te verdisconteren. Daarnaast is voor grasland ook het aantal maaisnedes een parameter die van invloed is op de gewasgroei.

Bij de koppeling van SWAP met WOFOST bepalen vooral de manier waarop de verdampingstermen en de bewortelingsdiepte worden teruggekoppeld met WOFOST de onzekerheden. Het modelconcept is breed beproefd en geaccepteerd, hoewel met name de manier waarop de terugkoppeling tussen gewasgroei en hydrologie is beschreven nog als belangrijke onzekere factor beschouwd wordt. Ook kan het modelconcept verder verbeterd worden door de inbouw van zuurstofstress in SWAP om daarmee de natschade van gewassen beter te kunnen simuleren, en door de inbouw van een module in SWAP-WOFOST om de beschikbaarheid van nutriënten beter te kunnen beschrijven in verband met hun - bij nutriënten tekort- limiterende werking op gewasgroei.



Wat calibratie en de onzekerheid die daarmee samenhangt betreft, is SWAP-WOFOST gecalibreerd en getoetst op een aantal proefpercelen waar zowel de freatische grondwaterstanden als de gewasopbrengsten (gras, aardappels) in het verloop van het seizoen zijn gemeten over verschillende jaren (en dus verschillende weersomstandigheden) en voor verschillende niveaus van bemesting. Deze experimenten lieten een vrij goede overeenkomst zien tussen modelresultaten en gemeten opbrengsten, dankzij de introductie van een te calibreren managementfactor. In hoeverre deze managementfactor ook onder andere klimaatscenario's en bij andere percelen een goede beschrijving biedt van de invloed van stressfactoren is niet echt bekend. Een gevoeligheidsanalyse voor SWAP-WOFOST is binnen het bestek van dit project nog niet uitgevoerd.



### Onderwerp 6: Communicatie van onzekerheidsinformatie

**Leidraad** Checklist Verdieping Mijn verslag

Problemafakening	●
Stakeholders	●
Graadmeters	●
Kennis en methoden	●
Onzekerheden	●
Communicatie	●

We hebben een duidelijk beeld van:

- de context van communicatie (waarom, naar wie, voor wie, wanneer, waar) en
- de robuustheid van de hoofdboodschappen.

We rapporteren op een heldere en op het publiek toegesneden wijze over:

- de beleidsrelevante onzekerheden en
- hun mogelijke gevolgen voor beleid, politiek en samenleving (welke consequenties hebben de onzekerheden in termen van potentiële effecten of risico's?).

Bij schriftelijke rapportages (bijv. persberichten, samenvattingen, hoofdrapport, bijlages, achtergrondrapporten) zorgen we voor een traceerbare en consistente weergave en onderbouwing van het gepresenteerde materiaal.

Grotendeels  Gedeeltelijk  Nauwelijks

In het kader van de studie die bij dit NMDC-project is uitgevoerd heeft dit onderwerp in het licht gestaan van de terugrapportage aan de stakeholders die aan het eind van het project gepland is. Voor de project-team stond in beginsel voorop dat bij deze terugrapportage zoveel mogelijk wordt aangesloten bij de vragen en informatie-behoefte die bij de stakeholderanalyse in het project naar voren zijn gekomen, en dat we duidelijk laten zien tot welke bevindingen en leerpunten het project geleid heeft. Dat hierbij bovendien helder wordt aangegeven welke uitspraken momenteel wel en niet gedaan kunnen worden met het instrumentarium, en welke gewenste uitbreidingen en uitdagingen er in de toekomst nodig en mogelijk zouden zijn om dit wel te doen. Tijdens de feedback bijeenkomst voor het casegebied Baakse Beek bleek dat het belangrijk is om de modelresultaten te vertalen naar adviezen waar bestuurders iets mee kunnen voor het gebiedsproces dat voor de Baakse Beek in gang is gezet en voor de bestuurlijke vragen rond de GGOR (Gewenst Grond- en Oppervlaktewater Regiem). Welke kant gaat het op als gevolg van klimaatverandering? Welke maatregelen voor de GGOR kunnen er genomen worden om negatieve trends om te buigen? Stakeholders zien het beantwoorden van dergelijke vragen op hoofdlijnen als belangrijker dan een herhaling van modelruns met meer detail of andere parameters (voor de onderzoeker zijn die berekeningen wel van belang om een indruk te krijgen van de robuustheid van de resultaten en conclusies). Ook het uitvoeren van metingen voor het valideren van modellen wordt als belangrijk beoordeeld door de stakeholders, omdat dit kan bijdragen aan acceptatie van de modelresultaten,

#### Referenties:

Bakker, A. en J. Bessembinder, 2012. Integraal Waterbeheer – kritische zone & onzekerheden. NMDC Innovatieproject, deelresultaat referentie meteo

Bakker, A.M.R. en J.J.E. Bessembinder, 2012. Time series transformation tool: description of the program to generate time series for the future for the KNMI'06 climate scenarios. Technisch rapport TR-326. KNMI, De Bilt.





Baroni, G., Facchi, F., Gandolfi, C., Ortuani, B., Horeschi, D., van Dam, J.C., 2010. Uncertainty in the determination of soil hydraulic parameters and its influence on the performance of two hydrological models of different complexity. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 14, 251–270.

Confalonieri R. et al., 2006. Exploratory Sensitivity Analysis of CROPSYST, WARM and WOFOST: a case-study with rice biomass simulations. *Italian Journal of Agrometeorology*, 17 - 25 (3) 2006.

Geertsema, W., H. Runhaar, T. Spek, E. Steingröver en J.P.M. Witte (2011). *Klimaatadaptatie droge rurale zandgronden - Gelderland*. Rapportnummer KvK/034/2011. ISBN 978-94-90070-41-0

Kros, J., E.J. Pebesma, G. J. Reinds, P.A. Finke, 1999. Uncertainty in Modelling Soil Acidification at the European Scale, A case study, *Journal of Environmental Quality* 28/2: 366-377.

Saltelli, A., Annoni, P. (2010). How to avoid a perfunctory sensitivity analysis. *Environmental Modelling & Software* 25, pp. 1508-1517.

Schouwenberg, E.P.A.G., H. Houweling, M.J.W. Jansen, J. Kros en J.P. Mol-Dijkstra (2000) *Uncertainty propagation in model chains: a case study in nature conservancy*, Alterra-rapport 001, Alterra, Wageningen.

Wamelink, G.W.W., L.M.W. Akkermans, D.J. Brus, G.B.M. Heuvelink, J.P. Mol-Dijkstra, E.P.A.G. Schouwenberg, 2011. *Uncertainty analyses of SMART2-SUMO-P2E-MOVE4. The Nature planner soil and vegetation model chain*. Wageningen, WOT Natuur en Milieu, WOT-rapport 108.

Witte J.P.M., Strasser T en Slings R., 2011. *Kwantitatieve vegetatiewaardering beperkt bruikbaar*. *Landschap* 28 (2) 56-66.



## Bijlage 2

### Resultaten van de pedigree-scores voor de groeps-top 10 aannames

We geven in de onderstaande tabellen een samenvatting van de pedigree-scores die de respondenten gaven op de (via groeps-ranking vastgestelde) top 10 aannames van de meest problematische aannames, aangevuld met een uitgebreide weergave van de toelichtingen die bij deze scores gegeven werden. Deze toelichtingen zijn afkomstig van verschillende respondenten en zijn ongelabeld weergegeven.

#### **Aanname BF/BM/DI: Landgebruik en beheer constant**

Aanname BF/BM/DI: *Het landgebruik van het Baakse Beek gebied en het beheerregime in landbouw en natuur zijn in het model constant in de tijd: Ruimtelijke ontwikkelingen in het gebied vinden in het model niet plaats; het patroon van gebruik door de mens van het watersysteem wijzigt in het model niet. De mensen in het Baakse Beekgebied passen in het model hun landbouw en natuurbeheer niet aan aan het veranderende klimaat (geen adaptatie).*

Criteria		Aantal experts dat score 4,3,2,1 of 0 gaf						mediaan van de score
		4	3	2	1	0		
<b>a. Invloed situationele beperkingen</b>	Geen beperkingen	1	1	1	11	4	Volledig beïnvloed	1
<b>b. Plausibiliteit</b>	Zeer plausibel	0	1	4	9	4	Speculatief	1
<b>c. Keuzeruimte</b>	Geen alternatieven	2	4	6	4	2	Zeer ruime keus aan alternatieven	2
<b>d. Overeenstemming onder experts</b>	Volledige overeenstemming	0	6	4	4	4	Zeer controversieel	2
<b>e. Overeenstemming onder stakeholders</b>	Volledige overeenstemming	0	1	10	4	2	Zeer controversieel	2
<b>f. Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker</b>	Niet gevoelig	4	2	5	4	2	Zeer gevoelig	2
<b>g. Invloed op resultaat</b>	Verwaarloosbare invloed	0	2	3	7	6	Sterke invloed op eindpunten rekenketen	1

Tabel 1: Karakterisering aanname BF/BM/DI De middelste kolommen geeft steeds het aantal respondenten dat score 4, 3, 2, 1 respectievelijk 0 gaf. n=18 respondenten.

criterium	Motivaties voor gegeven score
<b>Invloed situationele beperkingen</b>	Alle informatie is denk ik wel voor handen om dit probleem op te lossen. Het vergt echter veel tijd en dus geld om dit te doen. Het eindresultaat wordt er wel veel beter van. Echter toekomstvoorspellingen blijven altijd scenario's. Het blijft dus iets wat je het beste af kunt zetten tegen een



	<p>ander scenario</p> <p>Belangrijk effect van ruimtelijke ordening en dus van het vnl. aanpassen van drainage/landgebruik aan natuurbehoud/landschapsbehoud/landbouw/recreatie</p> <p>Het is wel mogelijk om veranderingen in landgebruik mee te nemen, maar dit maakt het erg complex. Logisch is om in de 1e stap geen veranderingen aan te nemen. Vervolgens kunnen veranderingen in landgebruik mede op basis van deze gegevens worden doorgerekend (zie CARE). In een 2e stap zou evt landgebruik wel mee genomen kunnen worden. Iteraties zijn nodig om dit te doen. Het heeft weinig zin om in deze 1e stap al andere aannames over landgebruiksveranderingen mee te nemen.</p> <p>Naast situationele beperkingen is het maken van een realistische inschatting van ontwikkelingen in de toekomst inherent lastig</p> <p>Het vergt veel meer moeite om gegevens en scenario's over veranderingen in landgebruik mee te nemen in deze simulaties, zeker omdat deze niet zo voor handen zijn (alleen wat landgebruikskarten op basis van de WLO scenario's, maar waarschijnlijk niet voldoende gedetailleerd) gebrek aan gegevens hierover. We kunnen niet in de toekomst kijken.</p> <p>Zou in scenario's kunnen, maar dat hebben we niet gedaan. (voor SMART2-SUMO wel mogelijk, maar voor AMIGO weet ik dat niet) het is vooral gebrek aan tijd/geld</p> <p>Ruimtelijke ontwikkelingen zijn erg onzeker, zeker in zo een klein studiegebied als de Baakse Beek. Ik denk niet dat beschikbare landgebruikscenario's heel zinnig ingezet worden. En als dat al mogelijk is vergt dit denk ik heel veel maatwerk.</p> <p>De invloed van de mens op het systeem lijkt mij een zeer behoorlijke. Echter, het meenemen van deze factor binnen de systeemgrenzen van het model vereist praktisch een CAS (Complex Adaptive System), wat een significante bijdrage in termen van data en computerkracht vergt. Bovendien zijn CASSen nauwelijks goed te valideren, wat in feite weer een grote bron van onzekerheid maakt.</p> <p>Er is vanuit de sociale wetenschappen en het integraal waterbeheer wel kennis over adaptatiestrategieën. Deze hadden meegenomen kunnen worden in het model, is niet gedaan wegens geldgebrek</p> <p>Ruimtelijke ontwikkelingen en veranderend landgebruik zijn gewoon moeilijk in te schatten. Lastig om daar zinnige uitspraken over te doen. Het speculatieve karakter hiervan rijmt niet met de exacte, deterministische procesformuleringen van de gebruikte modelcomponenten.</p> <p>Type terugkoppeling is vaak lastig te modelleren; soms ook lastig te voorspellen, bv. welke gewassen zullen worden geteeld onder andere klimatologische omstandigheden</p> <p>Prioriteit lag bij het operationeel krijgen van modelleninstrumentarium en bij een eerste illustratie van zijn mogelijkheden. Mede daarom is gekozen voor een pragmatische insteek, met business as usual aanname</p>
--	--



	<p>wat betreft landgebruik, beheer landbouw en natuur. Andere varianten kunnen echter desgewenst ook, met eventueel gewenste uitbreidingen, worden aangepakt.</p> <p>Bij eerdere NHI berekeningen bleek vooral de klimaatscenario's de hydrologische veranderingen sturen. De WLO landgebruiksscenario's lieten nauwelijks grote verschillen zien. In het NMDG hadden we alleen de (grove) landelijke WLO scenario's op 100 m grid, maar niet regionaal gespecificeerde landuse scenario's. CARE zal regio specifieke info aanleveren t.a.v. landgebruik. Echter, als het gaat om maatregelen gericht op aanpassingen in het watersysteem dan kan het wel flink uitmaken. Dat is nu niet gekwantificeerd!</p> <p>Op dit moment is over adaptatie aan klimaatverandering in het gebied nagenoeg niets bekend. Wel is dit onderwerp van studie in het parallelle project Climate adaptation in rural areas binnen het programma Kennis voor Klimaat.</p>
<p><b>Plausibiliteit</b></p>	<p>Je kunt de nu gehanteerde methode als een scenario zien en dat op zich is aanvaardbaar, echter je weet dat er betere scenario's denkbaar zijn, dit is dus niet het best denkbare scenario en het geeft dus ook niet het best denkbare antwoord.</p> <p>Klimaatsverandering zal weinig effect hebben maar landgebruik en beheerregime kunnen sterk veranderen door hun aanpassing aan vnl. landbouw of landschapsbeheer of natuurbeheer</p> <p>Het is niet de verwachting dat er veel landgebruiksverandering zal plaats vinden in deze regio die sterk van invloed is op de simulaties. Bijv. weinig verstedelijking. In landbouw en natuur zal wel verandering optreden, maar voor beleidsmakers is het relevanter om te zien hoe wat impacts zijn op hydrologie, landbouw en natuur gezien het huidige landgebruik.</p> <p>Veranderingen zullen zeker optreden Landgebruik veranderd in de toekomst. Of dat veel is in het onderzoeksgebied is mij zo niet bekend (Zie landgebruiksscenario's van PBL/VU voor WLO-scenario's).</p> <p>Nog minder plausibel is de aanname dat er binnen de landbouw geen maatregelen worden genomen. In allerlei gebieden in Europa gebeurt dat nu al (en zeer waarschijnlijk ook in NL) onduidelijke vraag.</p> <p>De aanname over veranderend landgebruik is plausibel en zou gebruikt kunnen worden om een onzekerheidsmarge aan te geven.</p> <p>Het is zeer onwaarschijnlijk dat in 40 jaar geen veranderingen aan landbouw, landgebruik en natuurbeheer zullen optreden. Ik denk bijvoorbeeld dat de Baakse Beek nu al sterk gereguleerd is en dus sterker afhankelijk is van toekomstig natuurbeleid dan van klimaatverandering.</p> <p>Naar mijn idee kun je er bijna 100% vanuit gaan dat de factor mens op de één of andere manier een rol gaat spelen in veranderend landgebruik of adaptatie aan klimaatverandering.</p> <p>Op lange termijn zal zeker het agrarisch landgebruik gaan veranderen indien een ander gebruik meer oplevert. Op korte termijn is de aanname echter wel aanvaardbaar</p> <p>Het is zeer waarschijnlijk dat er in de komende halve eeuw belangrijke</p>



	<p>wijzigingen in landgebruik, waterbeheer e.d. plaats zullen vinden          Natuurlijk verandert het landgebruik, vooral omzetting landbouw naar infrastructuur / stedelijk is te verwachten. niet bekend met de uitkomsten v/d regionale klimaatmodellen maar indien significante veranderingen optreden dan zal de terrestrische ecologie veranderen en is de kans groot dat er ook verschuivingen gaan optreden in de teelten          Op de middenlange termijn, bij veranderingen in de natuurlijke en economisch-politiek-maatschappelijke configuratie, is het niet te verwachten dat een stand-still wb beheer en landgebruik een erg realistische optie is.          Hydrologie zeker aanvaardbaar, gewasgroei waarschijnlijk aanvaardbaar en natuurwaarden waarschijnlijk ontoereikend.          Natuurberekening is onvoldoende klimaatrobuust (qua processen).          Voor hydrologie zijn uitkomsten minder zeker nabij IJssel en directe omgeving beken. Gewasgroei is incompleet (grasland is dominant landgebruik, maar ontbreken maïs is een gemis).          Uitgangspunten voor zowel landbouw als natuur zullen veranderen onder invloed van klimaatverandering. Met name veranderingen in de hydrologie zullen sterke wijzigingen in de uitgangscondities voor natuur en landbouw betekenen. Het is niet aannemelijk dat de betreffende stakeholders daar hun praktijk (in termen van ruimtelijke inrichting, gestelde doelen en beheerregimes) niet op zullen aanpassen, omdat deze veranderingen ten koste gaan van (financiële) doelstellingen van betreffende organisaties of bedrijven.</p>
<p><b>Keuzeruimte</b></p>	<p>Zie ook boven, omdat ik dit onderdeel maak van het scenario kun je vele andere scenario's maken en kiezen. Niet alle alternatieven zijn even waarschijnlijk, maar kunnen wel zeer leerzaam zijn.          Landgebruik en beheerregime kunnen sterk veranderen door hun aanpassing aan vnl. landbouw of landschapsbeheer of natuurbeheer in de toekomst          Alternatieven kosten of veel tijd en iteraties, of zijn niet logisch tov aannemen van geen verandering          Alternatieven gebaseerd op storylines of andere aannames          Zie o.a. hierboven. Kost vrij veel tijd om veranderingen wel mee te nemen.          Waarschijnlijk tijd en budget ook beperkend geweest. vraagt waarschijnlijk modelaanpassing. Hadden we in dit project geen tijd voor          Op simpele wijze had landgebruik kunnen worden aangepast. door tijdgebrek is dit niet gebeurd.          Ik denk eigenlijk dat er heel veel opties zijn, maar dat dit binnen dit project zeer moeilijk geweest zou zijn om te implementeren (zie ook antwoord bij situationele beperkingen)          Je kunt wel alternatieve aannames verzinnen, maar die vereisen wel een toename van de complexiteit van het model en additionele data.          Voornaamste alternatief is een adaptief landgebruik implementen, rule-based, of agent-based, etc.          Ruimtelijke ontwikkelingen en veranderend landgebruik zijn moeilijk in</p>



	<p>te schatten. er zijn voorspellingsmethoden waarin met 2 scenario's een bandbreedte kan worden aangegeven, maar dat levert waarschijnlijk een zo grote bandbreedte dat dit weinig meerwaarde biedt voor besluitvorming nu met name terrestrisch ecologische modelleringen genereren kanskaarten op het voorkomen van vegetatietypen; softwarematig inbrengen van terugkoppelingen kan bewerkelijk zijn maar is wel mogelijk</p> <p>Ruime keus aan alternatieven zijn natuurlijk denkbaar wat betreft opties/varianten wat betreft landinrichting. De vraag is alleen welke nuttig en realistisch zijn gegeven de beleids- en natuurlijke context die in zich in de toekomst zou kunnen manifesteren.</p> <p>Er zijn alternatieven voor hydrologie, maar m.i. is AMIGO het beste model (qua processen, calibratie). Voor landbouw ligt er ook waternood helptabellen en AGRICOM, maar dit is minder goed dan WOFOST (minder klimaatrobuust). Voor natuur zijn er waarschijnlijk betere alternatieven dan SMARTSUMO2-NTM. De KWR modellijn met CENTURY-PROBE is meer gericht op een klimaatrobuuste voorspelling (processen), en beter onderscheid winter/zomer.</p> <p>Er kunnen grove aannames voor veranderingen in land- en watergebruik door adaptatie worden gemaakt, maar het is nagenoeg onmogelijk om daar ruimtelijk expliciet handen en voeten aan te geven binnen de modelontwikkeling. Dynamische modellen die het "gedrag" van stakeholders in beeld kunnen brengen (zogenaamde Agent Based Models), worden op dit moment ontwikkeld voor het Baakse Beek gebied, maar zijn nog niet beschikbaar.</p>
<p><b>Overeenstemming onder experts</b></p>	<p>Ik denk dat er vrij veel overeenstemming zal zijn dat er maatregelen zullen worden genomen te adaptatie, maar de mate waarin zal verschillen en daar zal verschil van mening over zijn. Ik denk dat de verschillen tussen experts het grootste zal zijn voor de natuur en minder voor de landbouw, omdat daar commerciële overwegingen van belang zijn</p> <p>Je kunt alleen scenario's maken van toekomstig landgebruik en beheer. Dus het toekomstig landgebruik is niet bekend.</p> <p>Verschillende ontwikkelingen mogelijk</p> <p>Kan ik niet helemaal beoordelen, maar ik denk dat de meesten binnen het project de keuze wel begrijpen.</p> <p>Misschien dat experts uit de landgebruikshoek wel mogelijkheden zouden hebben gezien om veranderingen in landgebruik snel mee te nemen, maar die zaten niet in het project. weet ik niet</p> <p>Ik kan me niet voorstellen dat een deskundig iemand denkt dat er geen veranderingen zullen optreden</p> <p>Zeker weten doe ik het niet, maar ik heb het idee dat er onder vele experts en belanghebbenden toch snel erg gekeken wordt met een koker: hydrologen kijken vooral naar de waterstroom, biologen vooral naar de planten, boeren vooral naar hun eigen belang, etc.</p> <p>Als je dan modellenketens als de Natuurplanner ziet, dan wordt daarin nauwelijks rekening gehouden met de factor mens en de terugkoppelingen op het natuurlijk systeem. Dat geeft mij de indruk dat</p>



	<p>men aannames als de bovenstaande makkelijk (wellicht impliciet) aanneemt.</p> <p>Sommige experts gaan bij dit soort studies uit van enkel scenario-analyses van fysisch begrijpbare systemen en vinden de sociaal/adaptieve aspecten te speculatief; anderen vinden dat niet en menen dat het toevoegen van adaptatie de enige mogelijkheid is om een realistisch langetermijn scenario te definiëren.</p> <p>Ik heb hier zeer controversieel ingevuld omdat de gemeenschap van experts juist zeer eensgezind is in de opvatting dat deze aanname onjuist is. Experts zijn van mening dat deze aanname niet goed is</p> <p>Ik denk dat de meeste experts het er over eens zullen zijn dat deze conservatieve aanname tamelijk onrealistisch is. Ik schat in dat er bijna volledige overeenstemming over is dat de aanname niet 'goed' is. Vooral discussie over natuureffectvoorspelling. Het gaat hier ook om moeilijk voorspelbare systemen (heterogeen, veel processen: fysisch, chemisch, biologisch).</p> <p>Ik verwacht dat er weinig mensen te vinden zijn die denken dat mensen, organisaties en bedrijven zich niet aan veranderende omstandigheden zullen aanpassen. Daar komt bij dat niet aanpassen ook tot veranderingen in bv landgebruik zal leiden, zowel onder invloed van klimaatverandering (landbouwbedrijven die zich niet aanpassen komen in financiële problemen door teruglopende opbrengsten) als oiv autonome ontwikkelingen (ook zonder klimaatverandering veranderd het landgebruik in het gebied door toenemende druk vanuit de markt om te intensiveren of schaalvergroting door te voeren in de landbouw).</p>
<p><b>Overeenstemming onder stakeholders</b></p>	<p>Ik denk dat stakeholders hier niet wezenlijk anders over denken dan wetenschappers</p> <p>Natuur- en landbouworganisaties zullen hier vast verschillend over denken.</p> <p>Lijkt mij voor hen het meest logisch, en duidelijk</p> <p>Weet ik niet, maar ik verwacht dat vanuit de landbouw men de aanname niet in overeenstemming met de werkelijkheid vindt.</p> <p>Ik ben bang dat veel beleidsmakers te veel vertrouwen hebben in aannames van deskundigen</p> <p>Mijn indruk is dat belanghouders hier iets anders over denken, omdat ze vaak geconfronteerd worden met heel andere zaken, zoals economische motieven en beleidsdoeleinden. Die zaken hebben bijna allemaal een menselijke oorsprong, maar wel met verschillend focus.</p> <p>Ik denk dat agrariërs lossier omgaan met een (ruimtelijke) uitruil natuur/landschap dan natuurbeschermingsorganisatie, die hier letterlijk wat conservatiever in zijn.</p> <p>Ik heb hier zeer controversieel ingevuld omdat de gemeenschap van stakeholders juist zeer eensgezind is in de opvatting dat deze aanname onjuist is. inschatting maar voor mij niet goed te motiveren</p> <p>Ik denk dat de meeste stakeholders het er over eens zullen zijn dat deze conservatieve aanname tamelijk onrealistisch is. Ze zullen doorgaans geïnteresseerd zijn in het analyseren van andere varianten.</p>



	<p>Onder stakeholders wel vragen, maar uiteindelijk redelijke consensus voor hydrologie en mogelijk ook gewasproductie. Voor natuur waarschijnlijk wel verschillende meningen.</p> <p>Hier geldt hetzelfde argument als bij de vorige vraag. Men ziet ook zonder klimaatverandering veranderingen in landgebruik optreden. Uit interviews met stakeholders in het gebied blijkt dat weinigen expliciet met klimaatverandering bezig zijn en zich vooral zorgen maken over het (huidige) waterbeheer.</p>
<p><b>Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker</b></p>	<p>Kan ik niet beantwoorden, vindt het ook een wat te ingewikkelde vraag/stelling</p> <p>Scenario van toekomstig landgebruik en beheer maakt nauwelijks verschil voor de onderzoeker. ik begrijp deze vraag niet</p> <p>Belangen: het simpel houden. Visie niet persé</p> <p>Hangt misschien wel enigszins van de kennis van de onderzoeker af over welke veranderingen er nu al plaatsvinden.</p> <p>Een dergelijke aanname is altijd in het belang van de onderzoeker, want deze vergroot de kans op meer onderzoek onbewust handelen is niet uit te sluiten</p> <p>Dit hangt samen met het beperkte aantal alternatieven</p> <p>Een aanname als deze wordt naar mijn idee vaak impliciet gemaakt omdat "iedereen dat doet".</p> <p>Voornaamste obstakel zou kunnen zijn het geloof van 'fysische' onderzoekers in de voorspelbaarheid van de sociale processen die sturend zijn voor adaptief landgebruik</p> <p>Visie en belangen van onderzoeker hebben hier mijns inziens niets mee te maken; veranderend landgebruik en watermanagement zijn zo onzeker en onkwantificeerbaar dat deze niet fatsoenlijk in de modelaanpak zijn mee te nemen. onderzoeker is zich zeer bewust van deze aanname en heeft er belang bij om dit soort buitengewoon interessante terugkoppelingen te bestuderen</p> <p>De keuze van deze aanname geen andere strategische achtergrond heeft dan een pragmatische: eerste zorg was het operationeel krijgen van het modelinstrumentarium, met een min of meer standaardconfiguratie.</p> <p>Weinig tijd en budget bleef over om ook nog allerlei beleidsachtige (adaptatie)varianten te gaan doorexerceren.</p> <p>Daar lag vanaf het begin de focus niet van het projectteam</p> <p>Gaat waarschijnlijk op voor de natuureffectmodule (concurrentie Alterra vs KWR).</p> <p>De onderzoeker moet zijn onderzoek kunnen uitvoeren, ook als een deel van de data simpelweg niet beschikbaar is zoals nu het geval is. Daar zijn aannames voor.</p>
<p><b>Invloed op resultaat</b></p>	<p>Ander beheer aangepast aan klimaat zal zeker andere uitkomsten geven, veel gemodelleerde processen zullen beïnvloed worden.</p> <p>De range in mogelijke scenario's voor toekomstig landgebruik en beheer zijn ruim en zijn vnl afhankelijk van politieke keuzes.</p> <p>Het heeft zeker invloed, maar het kan gezien worden als 1 scenario.</p> <p>Deze kan later evt vergeleken worden met andere scenario's. Ik verwacht</p>





	<p>dat de uitkomsten voor landbouw en natuur ook wel vertaald kan worden indien er een ander landgebruik zou zijn.</p> <p>Niet helemaal zeker van de consequentie voor de berekende resultaten</p> <p>Kan mogelijk (maar niet automatisch) grote invloed hebben.</p> <p>Veranderingen in landgebruik/beheer kunnen een veel grotere invloed hebben dan klimaatverandering, en de combinatie kan meer veranderingen geven dan de som van effecten van veranderingen in klimaat en landgebruik</p> <p>afzonderlijk landgebruikverandering heeft waarschijnlijk wel een belangrijke invloed.</p> <p>Ik denk dat de controlability (mogelijkheid tot regelen) veel groter is dan de effecten van klimaatverandering</p> <p>Volgens mij kun je deze aanname gewoonweg niet maken. De huidige crisis en de daaruitvolgende bezuinigingen op de EHS zeggen genoeg, wat mij betreft.</p> <p>Adaptief landgebruik kan net het verschil uitmaken tussen wel/niet "te droog" voor de specifieke landgebruiksvormen (natuur of type landbouw)</p> <p>Veranderend landgebruik en waterbeheer kunnen de klimaateffecten in grote mate verergeren of juist compenseren</p> <p>Als landbouwgronden worden omgezet naar stedelijk of natuur verandert wel ter plaatse de hydrologie en bodem (en natuur), maar die effecten blijven lokaal behalve als grootschalige verschuivingen plaatsvinden. En die verwacht ik niet binnen enkele decennia hier niet bekend met de uitkomsten v/d regionale klimaatmodellen maar indien significante veranderingen optreden dan zullen de effecten op de terrestrische ecologie en landbouw aanzienlijk zijn</p> <p>Andere landgebruiks- en beheervarianten kunnen tot heel verschillende uitkomsten leiden.</p> <p>Alleen landgebruik dus niet heel sturen, tenzij sprake is van een extreme verandering. Waterhuishoudkundige maatregelen maakt wel uit. Werkt ook door op landbouw en natuur.</p> <p>Deze aanname heeft grote gevolgen voor de uitkomsten van de berekeningen, die in mijn ogen minder realistisch zullen zijn. Dat maakt ze echter niet minder waardevol voor het onderzoek, als het doel is om mogelijke problemen zonder adaptatie in beeld te brengen. Dat is juist van grote waarde om adaptatiemaatregelen op te kunnen baseren.</p>
--	--

Tabel 2: Overwegingen bij en motivaties voor scores van respondenten voor aanname BO: Landgebruik en beheer constant.

**Aanname DO: Droogtestress binnen een jaar werkt niet door op natuur**

Aanname DO/DJ/DN: Mogelijke schade aan de vegetatie ten gevolge van droogtestress is niet meegenomen - met name geldt dit voor droogte stress door een droge periode binnen een jaar dat gemiddeld niet uitzonderlijk droog is. Doordat SMART SUMO op jaarbasis rekent ziet de vegetatie in SUMO alleen de jaargemiddelde grondwaterstanden en reageert daarop. Als er binnen een jaar grote verschillen in hoogste en laagste grondwaterstand zouden zijn, zou dat



effecten op de vegetatie kunnen hebben die het model nu niet meeneemt of slechts via een sterk uitgedempt (jaargemiddeld) signaal meeneemt.

Criteria		Aantal experts dat score 4,3,2,1 of 0 gaf						mediaan van de score
		4	3	2	1	0		
a. Invloed situationele beperkingen	Geen beperkingen	1	2	4	8	2	Volledig beïnvloed	1
b. Plausibiliteit	Zeer plausibel	1	3	3	9	1	Speculatief	1
c. Keuzeruimte	Geen alternatieven	2	3	6	5	0	Zeer ruime keus aan alternatieven	2
d. Overeenstemming onder experts	Volledige overeenstemming	1	7	3	3	2	Zeer controversieel	2,5
e. Overeenstemming onder stakeholders	Volledige overeenstemming	0	5	6	2	0	Zeer controversieel	2
f. Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker	Niet gevoelig	1	4	5	7	0	Zeer gevoelig	2
g. Invloed op resultaat	Verwaarloosbare invloed	0	3	6	5	3	Sterke invloed op eindpunten rekenketen	2

Tabel 3: Karakterisering aanname DO/DJ/DN De middelste kolommen geeft steeds het aantal respondenten dat score 4, 3, 2, 1 respectievelijk 0 gaf. n=17 respondenten.

criterium	Motivaties voor gegeven score
Invloed situationele beperkingen	<p>Het probleem is al jaren bekend en oplosbaar, mits er een project komt.            Gering effect tov gemiddelde droogte-jaar effect            Een gok voor alle invloeden bij deze onzekerheid            Gebruik van een referentiejaar zou inschatting van effecten mogelijk maken            Door beperkte kennis over de exacte invloed op vegetatie: voor individuele planten misschien nog wel bekend (bij landbouwgewassen kan het wel op dagbasis worden meegenomen), maar bij een vegetatie die bestaat uit meerdere typen planten is dat veel moeilijker te bepalen.            Vraagt een andere opzet van de modellen. droogtestress heeft volgens experts effect op de samenstelling van de vegetatie. dat zou dan in NTM aangepast moeten worden.            Lijkt me belangrijk aangezien klimaatverandering seizoenen beïnvloedt            Ik neem aan dat er geen beter natuurmodel beschikbaar is.            Ik weet uit mijn eigen studententijd dat het nog niet triviaal is om de precieze mechanismen van dit soort processen op cellulair niveau in beeld te krijgen.            SMART niet geschikt voor dynamiek op dagbasis, wat wel zou kunnen</p>



	<p>(andere modellen doen dat wel), lijkt me geldgebrek.</p> <p>Volgens mij moet het mogelijk zijn SMART-SUMO relatief eenvoudig te ontdoen van deze aanname, al heb ik hier niet veel kijk op het modelconcept kan voor dit project niet zomaar worden veranderd bestaan vergelijkbare ecologische modellen die de watervoorziening op een realistischer tijdschaal meenemen</p> <p>Prioriteit lag bij het operationeel krijgen van modelleninstrumentarium en bij een eerste illustratie van zijn mogelijkheden. Door deelnemende instituten is gekozen om hierbij hun beloftevolle en beproefde instrumenten in te zetten.</p> <p>Beperking in dit NMDC project was budget en tijd. Winst is dat SMARTSUMO nu is gekoppeld aan AMIGO. Het is echter evident dat het onderscheid winter / zomer ecologisch relevant is en het is voor de hand liggend dat het model hierop dient te worden aangepast.</p>
<p><b>Plausibiliteit</b></p>	<p>De effecten zijn zeker aanwezig, blijft de vraag hoe groot het effect uiteindelijk zal zijn op de uitkomst, daarom plausibel en niet zeer plausibel</p> <p>Redelijke schatting van droogte-effect</p> <p>Hoogfrequente dynamiek is vrijwel zeker van invloed op droogtestress</p> <p>Er zal zeer waarschijnlijk wel schade zijn door droogte als bepaalde grenswaarden worden overschreden</p> <p>Ik weet niet zeker of wel of niet zo plausibel is. Effect van neerslagtekort wordt namelijk wel meegenomen, de periode waarin dit het meest optreedt niet.</p> <p>Zover ik weet is plantgroei erg gevoelig voor timing van meteorologische gebeurtenissen en is een rekenstap van 1 jaar dus erg grof. Binnen het huidige klimaat zijn de variaties misschien (ik denk trouwens van niet) niet zo belangrijk, maar in een veranderend klimaat maakt dat wel degelijk uit</p> <p>Droogtestress bestaat ongetwijfeld, maar het lijkt mij dat het op jaarbasis op een redelijke manier in de jaaropbrengst te verwerken valt. Deze aanname lijkt mij niet onredelijk, al zal voor jaren met lange droge periodes (zoals voorjaar 2011) het effect van water als beperkende factor voor de vegetatiegroei zeker wel een rol spelen.</p> <p>De vraag is dan ook meteen of de vegetatie zich daarna alsnog redelijk hersteld als het weer gaat regenen. Al met al lijkt deze aanname mij niet onredelijk.</p> <p>Hydrologische dynamiek binnen een jaar is een feit. droogteschade als gevolg van droge periodes ook.</p> <p>Het lijkt me waarschijnlijk dat stresscondities op kortere tijdschalen dan een jaar een groot effect kunnen hebben op welke soorten ergens kunnen overleven</p> <p>Afhankelijk type ondergrond en locatie. Concept staat ver af van de werkelijk voor met name droge zandgronden met een slechte waterretentie en sterk variërende grondwaterspiegels voor de ondiep(er) wortelende vegetatie</p> <p>Variabiliteit in waterbeschikbaarheid gedurende het jaar, kan met name</p>



	<p>in groeiseizoenen van groot belang zijn. Als er uitzonderlijke droge periodes voorkomen, die zich niet goed teruglaten zien in de jaargemiddelden, dan zie je de invloed van deze effecten over het hoofd. Wat in voorjaar en zomer gebeurt is ecologisch relevant. Als dit wordt weggemiddeld dan is de vraag of de richting van de voorspelling (schade of herstel) nog juist is. In ieder geval is de uitkomst in absolute zin niet zo plausibel.</p>
<p><b>Keuseruimte</b></p>	<p>De modelketen is zodanig opgebouwd dat er geen alternatieven zijn. We moeten zo rekenen.          Data-probleem.          Referentiejaar.          Waarschijnlijk door beperkte kennis niet of weinig alternatieven.          Dan zou met name SUMO op kortere tijdschaal moeten rekenen en daarvoor zou het model behoorlijk aangepast moeten worden.          Er moeten modellen zijn die een grotere mate van meteorologische variatie kunnen behandelen. Dergelijke modellen zijn bijvoorbeeld essentieel voor meer globale studies          Je kunt de droogtestress ook expliciet meemodelleren, maar ik vraag me af of de toename in modelcomplexiteit en databehoeft zich vertaalt in een onzekerheidsreductie. Het schaalverschil (cellulair proces naar regionaal landsniveau) is zodanig dat ik het nog niet zo zie.          Er is een ruime keuze aan bestaande bodemchemie / vegetatiedynamiek modellen die met hydrologische dynamiek op dagbasis of hoger kunnen werken.          Volgens mij moet het mogelijk zijn SMART-SUMO relatief eenvoudig te ontdoen van deze aanname, al heb ik hier niet veel kijk op zie eerste antwoord          Weet niet. Ik heb er onvoldoende zicht op of er betrouwbare vegetatie/natuurmodellen bestaan die deze interjaarlijkse variabiliteiten wel goed kunnen meenemen.          Er zijn diverse ecologische effectmodellen die wel rekening houden met zomer en winterperiode (bv waterlood doelrealisatie natuur of kansrijkdom module, of NATLESS). PROBE module is waarschijnlijk meest geschikt voor klimaatsommen.</p>
<p><b>Overeenstemming onder experts</b></p>	<p>Er is denk ik weinig verschil van mening hierover, wel wellicht over de invloed van het effect van de aanname. Volgens sommigen zal dit groot zijn, anderen zien een meer beperkt effect Redelijke aanpak          Droogtestress hangt van episodes af, niet van klimatologisch gemiddelden.          Vermoed ik, maar weet ik niet          Met name als het gaat om het voorkomen van plantensoorten zijn de experts het denk ik redelijk eens, maar het effect op de biomassa (die SUMO berekent) is minder groot denk ik.          Kan ik niet beoordelen          De meeste experts zijn van mening dat de tijdschaal van de dynamiek binnen modellen moet aansluiten bij de tijdschaal van de dynamiek van de belangrijkste processen en forceringen.</p>



	<p>Ik denk dat deze versimpeling veel experts te ver gaat, al is dit niet mijn "field of expertise".</p> <p>Experts zijn van mening dat deze aanname niet goed is.</p> <p>Ik denk dat experts het er wel over eens zullen zijn dat deze aanname betekent dat er belangrijke droogteperiode gerelateerde natuureffecten over het hoofd gezien kunnen worden. Het zal o.a. van de veerkracht van natuur en vegetatie afhangen hoe sterk deze effecten zullen zijn.</p> <p>Voor droge ecosystemen nog wel overeenstemming, maar controverser waarschijnlijk vooral bij natte/vochtige systemen.</p>
<p><b>Overeenstemming onder stakeholders</b></p>	<p>Geen idee</p> <p>Niet van toepassing.</p> <p>Ik weet niet of stakeholders dit goed kunnen beoordelen, degenen met een redelijke kennis van ecosystemen wel.</p> <p>Ik denk niet dat alle stakeholders hebben nagedacht over de gevoeligheden van de natuur</p> <p>Kan ik niet beoordelen</p> <p>Ik ben bang dat hier verschillend over gedacht wordt, sommige stakeholders zullen de redenering van model-experts volgen, andere zullen tevreden zijn met 'indicaties' en andere grove inschattingen, of dit zelfs juist meer wenselijk achten.</p> <p>Het lijkt me waarschijnlijk dat ook veel stakeholders grote vraagtekens zetten bij deze aanname, omdat zij, ook als zij niet goed in het onderwerp zijn ingevoerd, intuïtief aanvoelen dat stresscondities op kortere tijdschalen dan een jaar een groot effect kunnen hebben op welke soorten ergens kunnen overleven</p> <p>natuurbeheerders zijn zich hiervan bewust</p> <p>Veel stakeholders zullen met name geïnteresseerd zijn in droogte-spell risico's en zullen deze aanname dan ook als beperkend zien.</p> <p>Hangt af van de kennis van de stakeholders (materie is complex), maar toets op uitgangssituatie levert mogelijk controverser op, met name voor partijen met grote gebiedskennis.</p>
<p><b>Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker</b></p>	<p>Ik kan niet ontkennen dat ik graag wil uitzoeken hoe groot het belang van het oplossen van het probleem is.</p> <p>Data-probleem.</p> <p>Ik begrijp deze vraag niet.</p> <p>Zo zijn de modellen ontwikkeld? Een andere aanname is nu niet mogelijk, dan zouden de modellen niet gebruikt kunnen worden? Lijkt mij.</p> <p>Ik vermoed dat vooral beperkte kennis hier een rol speelt, niet zozeer verschillende "scholen".</p> <p>Een dergelijke aanname is altijd in het belang van de onderzoeker, want deze vergroot de kans op meer onderzoek</p> <p>Een tijdstap van een jaar is wetenschappelijk gezien moeilijk verdedigbaar (zie ook antwoord op plausibiliteit)</p> <p>Een moleculair plantenbioloog die onderzoek doet naar effecten van water of nutriënten op planten zal hier waarschijnlijk meestal anders over denken dan bv. een geofysicus.</p>



	<p>Indien blijkt dat resultaten van een model wat gebaseerd is op een aanname van 'gemiddelde' hydrologie sterk afhankelijk zijn van deze aanname, die aantoonbaar onjuist is, dan lijkt me dat dat erg gevoelig ligt (voor de onderzoeker). De gevoeligheid van het model voor deze aanname is dus cruciaal.</p> <p>Kan ik niet goed motiveren</p> <p>Onderzoeker moet zich bewust zijn v/d gevolgen van deze aanname maar heeft gemeend huidige concept onder vigerende modeltoepassingen (huidig klimaat en toepassingsgebieden) te kunnen handhaven</p> <p>Matig gevoelig. Ik denk dat de keuze van deze aanname geen andere strategische achtergrond heeft dan een pragmatische: het voorhanden zijnde model dat geschikt geacht werd werkt nu eenmaal onder deze aanname. Wel kan er sprake zijn van enig belang van de onderzoeker/het betrokken instituut in het gebruik van dit model.</p> <p>Alterra heeft een belang om SMART2/SUMO2 te willen doorontwikkelen en zal naar verwachting het model willen verdedigen.</p> <p>Wat nodig is is een transparante discussie over (1) zitten de relevante processen in het model, (2) is het model betrouwbaar (toets op uitgangspositie), (3) is de effectvoorspelling correct (tijd/ruimteschaal OK, invoerdata OK?). En als het model beperkingen blijkt te hebben wat is dan nodig om het te verbeteren en hoe kun je nagaan dat het (voldoende) goed is?</p>
<p><b>Invloed op resultaat</b></p>	<p>Voorlopig maar even zo aangemerkt, omdat ik niet goed weet hoe belangrijk het effect is als we dit oplossen. Als sommigen gelijk hebben dan kan het effect veel groter zijn dan ik nu heb ingevuld.</p> <p>Gemiddelde droogte-effect over een aantal jaren is waarschijnlijk beperkt</p> <p>Als droogtestress de resultaten sterk beïnvloedt (ben daar niet zeker van)</p> <p>Bij klimaatscenario's die veel drogere zomers laten zien, vermoed ik dat het een aanzienlijke invloed kan hebben, bij G niet heel erg, omdat daar veel minder vaak grenswaarden m.b.t. droogte worden overschreden.</p> <p>De timing van droogte, groeiseizoen wordt allemaal niet meegenomen, maar is essentieel voor de groei.</p> <p>Misschien kan droogtestress wel een rol spelen in Nederland, maar alleen in jaren met grote droogte, en dan nog is het de vraag of het op de lange termijn erg veel invloed heeft op de scenario-uitkomsten in 2050.</p> <p>Met name ondiep wortelende vegetatie kan gevoelig voor verdroging.</p> <p>De aanname kan dus significante gevolgen hebben voor voorspelde vegetatierespons.</p> <p>Het lijkt me waarschijnlijk dat stresscondities op kortere tijdschalen dan een jaar een groot effect kunnen hebben op welke soorten ergens kunnen overleven. Dus heeft deze aanname ook grote invloed op de voorspellende waarde van SMART-SUMO</p> <p>Deze aanname moet voor langere perioden van droogte een aanzienlijke invloed hebben op de eindresultaten voor de terrestrische ecologie in de Baakse Beek</p> <p>Kan grote invloed hebben als er droogtespells/extrema in kritische periodes gedurende een jaar optreden. Zal ook afhangen van de</p>



	veerkracht van de natuur Onderscheid winter - zomer is ecologisch relevant. Door jaren te middelen raak je de verschillen in het groeisizoen tussen de klimaatscenario's kwijt.
--	--

Tabel 4: Overwegingen bij en motivaties voor scores van respondenten voor aanneme DO: Droogtestress binnen een jaar werkt niet door op natuur

**Aanneme CJ: Doorwerking van markteffecten niet beschouwd**

Aanneme CJ: Markteffecten zitten niet in het model. Toe- of afname in gewasopbrengst kan vertaald in Euro's een totaal ander beeld geven. De verwachting is dat markteffecten klimaat afhankelijk zijn: onder verschillende klimaatscenario's kunnen markteffecten verschillend doorwerken in het gemodelleerde systeem (denk aan mislukte oogsten elders in de wereld).

Criteria		Aantal experts dat score 4,3,2,1 of 0 gaf						mediaan van de score
		4	3	2	1	0		
a. Invloed situationele beperkingen	Geen beperkingen	3	0	3	3	6	Volledig beïnvloed	1
b. Plausibiliteit	Zeer plausibel	3	1	5	4	4	Speculatief	2
c. Keuzeruimte	Geen alternatieven	5	5	3	2	0	Zeer ruime keus aan alternatieven	3
d. Overeenstemming onder experts	Volledige overeenstemming	3	8	2	1	1	Zeer controversieel	3
e. Overeenstemming onder stakeholders	Volledige overeenstemming	3	5	5	2	1	Zeer controversieel	2,5
f. Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker	Niet gevoelig	3	3	6	2	2	Zeer gevoelig	2
g. Invloed op resultaat	Verwaarloosbare invloed	4	1	2	5	4	Sterke invloed op eindpunten rekenketen	1

Tabel 5: Karakterisering aanneme CJ De middelste kolommen geeft steeds het aantal respondenten dat score 4, 3, 2, 1 respectievelijk 0 gaf. n=16 respondenten.

criterium	Motivaties voor gegeven score
Invloed situationele beperkingen	Ik heb geen inzicht in het model en kan deze vraag niet beantwoorden Gewasopbrengst hangt niet af van de prijzen Deze studie is vooral biophysisch. Dat is op zich prima. Niet alles kan in 1 studie worden gedaan. Deze studie kan iets zeggen over de invloed van klimaatverandering op gewasopbrengsten, en dat is wat beloofd is. In andere studies (CARE) kan de relatieve invloed tov andere veranderingen worden onderzocht, en ook de invloed op het inkomen van



	<p>boeren.  Tijdgebrek, gebrek aan realistische scenario's  Gebrek aan informatie om dit goed mee te kunnen nemen  Economische opbrengst is niet het doel van het model en zit dus niet in deze tool  Het is van belang voor het overall beeld, maar de uitkomsten voor de gekozen gewassen kan nog wel juist zijn. Intro van toekomstige marktontwikkelingen vergroot ook onzekerheid.  Er zijn wel globale studies beschikbaar zijn, maar die zijn heel erg moeilijk te gebruiken voor een dergelijke lokale studie.  Lijkt mij zeer belangrijk. Economie schijnt nog moeilijker te zijn dan biologie, getuige dat niemand de crisis van 2009 aan heeft zien komen. Volgens mij is er nog nauwelijks inzicht in de koppeling tussen marktwerking en zoiets als gewasopbrengst, en hebben we hier ook weer een CAS te pakken, met alle beperkingen van dien.  Voor wat betreft een doorvertaling van gewasproductie naar euro's is naar ik meen bewust de keuze gemaakt hier te stoppen (dwz: die doorvertaling niet te maken). Dus wat dat betreft: niet van toepassing.  Wel spelen de markteffecten een grote sturende rol in de landgebruik-feedback. Het niet meenemen dáárvan is een situationele beperking.  Het ontbreekt het onderzoeksteam volledig aan kennis hierover, dit is niet ons onderzoeksterrein en het aou daarom buitengewoon onverstandig zijn dit mee te nemen in de modelketen. Valt wat mij betreft volledig buiten de doelstelling. Het speculatieve karakter hiervan rijmt zich niet met de exacte, deterministische procesformuleringen van de gebruikte modelcomponenten. toekomstige marktprijzen zijn onvoorspelbaar en daarmee de doorwerking op gewaskeuze dus ook; zou nog iets gebeuren in de sfeer van scenario-analyses  Economische ontwikkelingen in de toekomst zijn zeer onzeker, en speculatief, met name als het ook sectorale ontwikkelingen betreft bijv. binnen landbouw. Het koppelen van euro's aan opbrengsten, en ook de terugkoppeling van prijzen op beslisbedrag van boeren is met veel onzekerheid en aannames omgeven, en daarom is het ook niet verwonderlijk dat dit buiten het model gelaten is. Dat betekent wel dat hiermee het realisme van het gewasopbrengstmodel beperkt wordt  Het ontbrak aan tijd/geld, maar ook aan expertise om dit goed te kunnen uitvoeren. En daarbij, hoe voorspelbaar zijn de markteffecten? Maar goed, via een scenario analyse had wel een bandbreedte kunnen worden bepaald voor de uitkomsten.</p>
<p><b>Plausibiliteit</b></p>	<p>De effecten van de markt zullen zeker daar zijn.  Markt heeft geen effect  Zeer plausibel als we zeggen puur te kijken naar de effecten van klimaatverandering op gewasopbrengsten  Niet zo plausibel als we kijken naar de invloed van klimaatverandering op de landbouw in zijn geheel  De markt zal zeker veranderen, voor landbouw is markt/economie zeker op de wat kortere termijn veel belangrijker dan klimaatverandering</p>





	<p>Een dergelijke invloed van globale economie op zo'n klein gebiedje lijkt me niet relevant. Ik vind het aanvaardbaar, omdat ik het niet zo zinnig vind om toekomstige lokale gewasopbrengsten uit te drukken in geld. Als bv. het kabinet opeens besluit morgen dat Nederland massaal biobrandstof moet gaan produceren en daar subsidie voor gaat geven, dan heeft dat ongetwijfeld links- of rechtsom zijn weerslag op het landgebruik in de Baakse Beek. Overigens moet je wel kritisch zijn hoe die markteffecten dan in het model moeten komen.</p> <p>Gezien de zelfgekozen beperking speelt de aanname voor wat betreft het eindpunt van de modellering (productie, geen euro's) geen rol.</p> <p>Voor wat betreft de landgebruiks-feedback zou ik zeggen: aanvaardbaar gezien de trage dynamiek hiervan, en de moeilijke voorspelbaarheid van markteffecten (speculatie op de wereldmarkt kan bv een veel grotere rol spelen dan hydrologische effecten)</p> <p>Indien het model daadwerkelijk bedoeld zou zijn om gewasopbrengsten uitgedrukt in Euro's te voorspellen, vliegt het model vanwege deze aanname volledig uit de bocht. Gelukkig is het model hiervoor echter m.i. niet bedoeld.</p> <p>Zeer waarschijnlijk niet in overeenstemming met de werkelijkheid</p> <p>Markteffecten zullen altijd een rol spelen in de keuze voor te planten gewassen. Op de middenlange termijn, bij veranderingen in de natuurlijke en economisch-politiek-maatschappelijke configuratie, is het niet te verwachten dat een stand-still wb beheer en landgebruik een erg realistische optie is.</p> <p>Verwachting is dat het landgebruik gaat veranderen.</p> <p>Landbouwsubsidies nemen af, belang van duurzaam ondernemen neemt toe (bv Goede Landbouw Praktijk; Groen Blauwe Diensten).</p>
<p><b>Keuzeruimte</b></p>	<p>Weet ik niet.</p> <p>Toekomstige markt en prijzen zijn niet beschikbaar en hun effect op gewasopbrengsten is nihil.</p> <p>Het landbouw onderdeel zou uitgebreid moeten worden. Markteffecten zijn lastig te voorspellen, maar scenario's kunnen gebruikt worden.</p> <p>Scenario's (maar die moeten wel ontwikkeld worden)</p> <p>Door gebrek aan informatie/gegevens</p> <p>Vraagt volgens mij een totaal ander model</p> <p>Expertise is beperkt aanwezig</p> <p>Ik zie het nut niet van het uitdrukken van gewasopbrengsten rond 2050 in geld.</p> <p>Ik geloof dat er al behoorlijk wat modellen zijn die op de één of andere manier naar markteffecten kijken, en de terugkoppelingen die dat heeft op agrarisch landgebruik (het LEI doet dat veel, bv.). De stap naar natuurgebieden is iets minder evident, maar lijkt mij niet helemaal uit de lucht vallen. Maar aan de andere kant gaat dit je modelketen weer complexer maken...</p> <p>Ik heb er niet heel goed zicht op, maar ik kan me voorstellen dat het lastig wordt om een markt-mechanisme model te vinden met aanvaardbare betrouwbaarheid.</p>



	<p>Niemand kan dit soort markteffecten op een dergelijke termijn voorspellen.          zie onder vraag 1 aangegeven scenario-analyses om een idee te krijgen van de gevoeligheid van marktprijzen voor gewaskeuzen          Kan ik niet over oordelen. Ik vermoed dat er wel diverse agro-economische modellen denkbaar zijn (ook op globale schaal), waar de invloed van marktwerking op gewaskeuzeteelt en opbrengst mee gemodelleerd kan worden. Ik weet niet hoeveel verschillende alternatieven hiervoor zijn, nich weet ik wat deze waard zijn.          Binnen CARE zal het ABM model hier waarschijnlijk een belangrijke toegevoegde waarde kunnen hebben. Hierin meer nadruk op handelingsperspectief van individuen (oa irt markt).</p>
<p><b>Overeenstemming onder experts</b></p>	<p>Weet ik niet, ben geen expert          Geen effect van markt op gewasopbrengst          Gezien het doel van het project          Veel ontwikkelrichtingen mogelijk          Experts weten heel goed dat de aanname niet plausibel is, maar ook dat het moeilijk is dit goed mee te nemen.          Ik vermoed dat dit nog wel een 'blinde vlek' voor veel experts zou kunnen zijn.          De meeste experts zullen het er, denk ik, mee eens zijn dat het lastig is om een markt-mechanisme model te vinden met aanvaardbare betrouwbaarheid, en zullen er daarvoor kiezen om vooralsnog deze domeinen enigszins gescheiden te modelleren: het natuurwetenschappelijke domein, en het economische domein.          Dit is moeilijk: ik heb "volledige overeenstemming" ingevuld omdat ik vermoed dat iedereen het erover eens is dat deze aanname gedaan MOET worden. Ik had echter ook "zeer controversieel" in kunnen vullen, omdat, indien strikt naar de modeluitkomsten (gewasopbrengsten in Euro's) gekeken wordt, deze aanname een onzekerheid introduceert die alle andere onzekerheden overschaduwet.          Overeenstemming dat deze aanname niet goed is          Weet niet. Ik ken de expert-community op dit vlak niet.          Vermoed consensus over inschatting belang koppeling markt en landgebruik.</p>
<p><b>Overeenstemming onder stakeholders</b></p>	<p>Weet ik niet          Geen effect van markt op gewasopbrengst          Boeren zijn niet alleen geïnteresseerd in klimaatverandering, maar in alle veranderingen die plaatsvinden          Ik denk dat het de meeste mensen, dus ook de stakeholders wel duidelijk is dat markt/economie een belangrijke onzekerheidsfactor is voor landbouw (en daarmee ook indirect voor landgebruik en de ruimte voor andere landgebruiken)          Een boer of beleidsmaker zal hier vermoedelijk heel anders tegenaan kijken.          De meeste stakeholders zullen zich zeer bewust zijn van de marktdynamiek, maar ook van de complexiteit daarvan, en het</p>



	<p>onvermogen om adequaat economische voorspellingen te doen. Dit is moeilijk: ik heb "volledige overeenstemming" ingevuld omdat ik vermoed dat iedereen het erover eens is dat deze aanname gedaan MOET worden. Ik had echter ook "zeer controversieel" in kunnen vullen, omdat, indien strikt naar de modeluitkomsten (gewasopbrengsten in Euro's) gekeken wordt, deze aanname een onzekerheid introduceert die alle andere onzekerheden overschaduwet. landbouwers zullen hier niet anders over denken. Denken hier zeer verschillend over: Ik denk dat stakeholders het er over eens zijn dat marktwerking invloed zal hebben op gewaskeuze teelt en opbrengst.</p>
<p><b>Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker</b></p>	<p>Mij onbekend, het lijkt mij in ieder geval een echt probleem. Niet van belang Ik begrijp deze vraag niet Gewasmodellering is een andere tak van sport dan economische modellering. Andere experts zijn nodig. Volgens mij geen verschil in mening over dat markt/economie een belangrijke factor is. Een dergelijke aanname is altijd in het belang van de onderzoeker, want deze vergroot de kans op meer onderzoek Ik denk dat er zeker mensen zijn die wel denken dat dit (volgens mij) minder relevante onderwerp belangrijk is. Een socioloog of econoom zal sneller aandacht voor de marktwerking hebben dan een bioloog, vermoed ik. Economen komen er over het algemeen goed mee weg dat hun modellen relatief onbetrouwbaarder zijn dan die van natuurwetenschappers, dus dat lijkt me geen punt van zorg. Zoals gezegd; er is geen andere keuze dan deze aanname te maken onderzoeker heeft weinig keus hier anders dan marktprijzen buiten zijn model te houden Ik vermoed dat de keuze van deze aanname geen andere strategische achtergrond heeft dan een pragmatische: het verhoogt de modelleringscomplicaties om expliciet agro-economische aspecten te gaan meenemen. Een eerste indruk kan verkregen worden door puur naar de opbrengsten te kijken, zonder expliciete beschrijving van de agro-economische aspecten. Gewasproductie modelleren en markteffecten is enerzijds gelinkt (markt bepaald gewas), en anderzijds gescheiden (gewasproductie is niet gelijk als menselijk handelingen irt economie). Denk dat ABM en WOFOST te koppelen zijn. Toegevoegde waarde, geen concurrentie.</p>
<p><b>Invloed op resultaat</b></p>	<p>Inschatting, maar lastig voor mij. Geen invloed van markt op gewasopbrengst. Heeft alleen invloed op de effecten op de landbouw. Belangrijke driver in beheer en invloed van de landbouw. Bij andere prijzen, vraag naar producten, kunnen er heel andere toekomstbeelden ontstaan. Zolang je de opbrengst niet uitdrukt in euro's maakt het niet uit</p>



	<p>Moet vermeld worden bij eindresultaat</p> <p>Wat mij betref worden gewasopbrengsten uitgedrukt in massa/gebied en niet in geld</p> <p>Met het credo "onder druk van geld wordt alles vloeibaar" denk ik, dat landgebruik significant beïnvloed wordt door marktwerking.</p> <p>Als er bv. op de één of andere manier veel geld valt te verdienen door natuurgebieden om te zetten in biobrandstofplantages, dan beïnvloed dat het eindresultaat zeker.</p> <p>Gezien het wispelturige gedrag van de markten kan de invloed van markteffecten op het modelresultaat (in euro's uitgedrukt) hoog zijn. In kg. productie zal de invloed echter beperkt zijn (invloed vooral via landgebruik feedback)</p> <p>Wanneer de gewasopbrengsten in Euro's worden uitgedrukt zijn de markteffecten waarschijnlijk groter dan de klimaateffecten</p> <p>We rekenen de opbrengsten niet om naar euro's, deze vraag / onzekerheid is niet relevant voor het modelinstrumentarium.</p> <p>Marktprijzen zijn zeer doorslaggevend in teeltkeuze</p> <p>Expliciet meenemen van invloed van marktwerking, in verschillende klimaatscenario's, kan uitkomsten sterk beïnvloeden.</p> <p>Markteffect stuurt in sterke mate gedrag van agrariers.</p>
--	--

Tabel 6: Overwegingen bij en motivaties voor scores van respondenten voor aanname CJ.

**Aanname DE: Modelkoppeling AMIGO-SMART2/SUMO2 rond wortelzone**

4. Aanname DE: Door de wijze van koppeling tussen AMIGO en SMART2/SUMO2 is er grote onzekerheid in de kwantiteit en kwaliteit van het water dat via de onderkant de wortelzone bereikt. De kwantiteit kan uit de gegevens van AMIGO afgeleid worden, maar dan missen we de laterale afvoer; de kwaliteit ontleent SMART2/SUMO2 aan een oude kaart. Voor de berekening van de pH (en daarmee de mineralisatie) zijn deze factoren van grote invloed.



Criteria		Aantal experts dat score 4,3,2,1 of 0 gaf						mediaan van de score
		4	3	2	1	0		
a. Invloed situationele beperkingen	Geen beperkingen	0	1	2	10	0	Volledig beïnvloed	1
b. Plausibiliteit	Zeer plausibel	0	1	7	6	0	Speculatief	2
c. Keuzeruimte	Geen alternatieven	0	4	5	4	0	Zeer ruime keus aan alternatieven	2
d. Overeenstemming onder experts	Volledige overeenstemming	0	5	4	4	0	Zeer controversieel	2
e. Overeenstemming onder stakeholders	Volledige overeenstemming	0	2	7	1	0	Zeer controversieel	2
f. Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker	Niet gevoelig	1	5	2	5	1	Zeer gevoelig	2
g. Invloed op resultaat	Verwaarloosbare invloed	1	1	4	8	0	Sterke invloed op eindpunten rekenketen	1

Tabel 7: Karakterisering aanname DE De middelste kolommen geeft steeds het aantal respondenten dat score 4, 3, 2, 1 respectievelijk 0 gaf. n=18 respondenten.

Criterion	Motivaties voor gegeven score
Invloed situationele beperkingen	<p>Probleem is bekend, de oplossing ook, kost alleen geld om dat op te lossen.</p> <p>Gebrek aan recente kwaliteitsdata van water aan onderkant van wortelzone.</p> <p>Ik weet het niet</p> <p>Hangt af van gekozen modelstructuur</p> <p>Moeilijk voor mij te beoordelen, maar ik vermoed dat deze aanname, net zoals de andere, voor een groot deel door praktische beperkingen is ingegeven gebrek aan gegevens</p> <p>Ik kan de koppeling moeilijk overzien. Ik denk dat de problemen vrijwel allemaal komen door de tijdstap van 1 jaar (zie ook droogte)</p> <p>Volgens mij zouden een paar goede proeven hier wel een hoop inzicht in kunnen geven, maar ontbreekt simpelweg het geld ervoor. Verder zit hier naar mijn smaak wel een beetje het 'model-op-de-plank'-effect achter: "zo doen we het, en dat is het, anders kost het weer een hoop projecttijd".</p> <p>Kennis over deze processen, en hoe het te modelleren is aanwezig, zit alleen in onderzoeksmodellen, niet in operationele modellen.</p> <p>Oorzaak: geldgebrek (implementatie, validatie, rekenkracht).</p> <p>Een betere koppeling is niet voorhanden en vergt een grote inspanning om te bouwen bestaan goede modellen voor en goede databestanden.</p>



	<p>In belangrijke mate, vermoed ik, omdat elke betrokken partij zo maximaal mogelijk de eigen expertise en tools heeft moeten/willen inzetten, maar dat er te weinig tijd en budget was om eventuele verbeterde aansluiting te ontwikkelen.</p> <p>snap onderdeel "maar dan missen we die laterale afvoer" niet. Wat bedoel je hier?</p> <p>Kwel is van invloed op pH bepaling en is redelijk procesgericht meegenomen in model. Invoer waarschijnlijk wel ontoereikend (landelijke data). Gerichtte veldmeting had dit kunnen verbeteren.</p>
<p><b>Plausibiliteit</b></p>	<p>Model SMART2 is gevalideerd en geeft in ieder geval voor droge situaties plausible resultaten. Verbetering is echter zeker mogelijk, vooral ook in natte gebieden.</p> <p>Gebrek aan recente kwaliteitsdata van water aan onderkant van wortelzone</p> <p>Ik weet het niet.</p> <p>Vraag is niet gesteld in termen van plausibiliteit. Onderwerp stelt een bron van onzekerheid voor, niet hoe plausibel die is.</p> <p>Kan ik niet beoordelen, weet ik te weinig van af.</p> <p>Binnen de aanname van onveranderd landgebruik en natuurbeleid denk ik dat deze aanname voor de waterKWALITEIT wel te rechtvaardigen is. Het oordeel moet vooral gezien worden als vergeleken met vorige aannames, die mij veel minder plausibel leken.</p> <p>Waterkwaliteitsdynamiek rondom de grondwaterspiegel is erg complex en klimaatgevoelig. Dit constant veronderstellen is ontkenning van de dynamiek.</p> <p>Ik denk inderdaad dat hierdoor grote onzekerheden geïntroduceerd worden, vooral wat betreft de waterkwaliteit. Verwaarlozen laterale afvoer zal voor een groot deel v/h gebied v/d Baakse Beek niet van toepassing zijn.</p> <p>Aanvaardbaar als eerste benadering, maar voor verbetering vatbaar.</p> <p>Eerdere analyse heeft laten zien dat de gemodelleerde pH weinig overeenstemming laat zien met gemeten waarden (afgeleid van plantensoorten). Tevens wordt de standplaats teveel gemiddeld in de tijd. Processen daardoor niet goed toetsbaar / in beeld.</p>
<p><b>Keuzeruimte</b></p>	<p>De keten hier genoemd is niet de enige modelketen die dit kan, het is echter de vraag of die betere resultaten oplevert. Dat is op dit moment niet bekend.</p> <p>Gebrek aan recente kwaliteitsdata van water aan onderkant van wortelzone</p> <p>Ik weet het niet.</p> <p>Andere modelconcepten mogelijk (?)</p> <p>Zie bij de eerste vraag. Als het komt door praktische beperkingen dan zijn er waarschijnlijk weinig alternatieven de juiste informatie is niet beschikbaar, althans niet bij ons bekend</p> <p>Er zijn alternatieven, maar het zal bewerkelijk zijn om ze te implementeren.</p> <p>Ik heb de indruk dat het hele bolwerk van AMIGO+SMART/SUMO</p>



	<p>wellicht vervangen zou kunnen worden voor iets dat een meer integraal geheel is.          Zoals gezegd: kennis over deze processen, en hoe het te modelleren is aanwezig, zit alleen in onderzoeksmodellen, niet in operationele modellen.          Wellicht zou voor de waterkwaliteit met een relatief beperkte inspanning de onzekerheid verkleind kunnen worden, door gebruik te maken van meer en recentere meetgegevens. Wat betreft de waterkwantiteit worden we beperkt door het niet beschikbaar zijn van een betere modelkoppeling tussen grondwater en onverzadigde zone.          Aantal betere modellen voor de hydrologie en waterkwaliteit in de bovengrond zijn beschikbaar.          Kan ik niet over oordelen. Ik weet niet of er voldoende alternatieven beschikbaar waren die met enige inspanning goed operationeel gemaakt kunnen worden.          Ben nieuwsgierig wat een vergelijking tussen meetdata (direct, indirect) en model oplevert. Je kunt o.a. CENTURY en SMARTSUMO2 vergelijken. Denk wel dat grofheid bodemkaart beide modellen parten speelt.</p>
<p><b>Overeenstemming onder experts</b></p>	<p>Data-probleem.          Ik weet het niet          Eerlijk gezegd: geen idee.          Weet ik niet, maar ik neem aan dat er redelijke overeenstemming is over de aanpak onder de geldende beperkende omstandigheden          Ik vermoed dat hier wel discussie over is tussen de verschillende experts. Meeste experts zijn wel van mening dat deze dynamiek relevant is.          Minder overeenstemming of dynamische modelresultaten, gezien de onzekerheden, direct betrouwbaarder zijn dan nu gebruikte methode van de kwelkwaliteitskaart.          Kan ik niet goed beoordelen.          Experts zijn van mening dat deze aanname niet goed is.          Weet niet. Ik ken de expert-community op dit vlak niet.          Zolang er geen goede validatie wordt uitgevoerd voor de modellen en er verschillen zijn verwacht ik controverse.</p>
<p><b>Overeenstemming onder stakeholders</b></p>	<p>Ik weet niet hoe de stakeholders hierover denken.          Niet van toepassing.          Ik weet het niet.          Ik weet niet of zij dat kunnen beoordelen, hangt van hun kennis van het systeem af.          Durf ik niet te zeggen.          Vergelijkbaar met experts: vertrouwen in kwelkwaliteitskaart misschien groter dan in modelresultaten die minder makkelijk met gebiedskennis te toetsen zijn.          Kan ik niet goed beoordelen          Stakeholders zullen dergelijke aannamen maar beperkt kunnen doorgronden.          Weet niet. Ik denk dat stakeholders op dit specialistische punt zullen</p>



	<p>vertrouwen op expertmening. Verwacht binnen natuursector redelijke consensus over of iets wel of niet goed is. Validatie onderzoek helpt bij dat oordeel.</p>
<b>Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker</b>	<p>Het belang is duidelijk al zal het feit dat we steeds nauwkeuriger willen mede omdat het meer werk oplevert wel een kleine rol spelen. Niet van toepassing. Ik weet het niet. Grondwaterkwaliteit is volgens mij een tweede orde effect. Ook kwantiteit is voor Nederlands klimaat niet sterk bepalend voor totale vegetatie waterbalans Als de aanname komt door wat ik bij de eerste vraag veronderstel, dan is de aanname waarschijnlijk niet echt gevoelig voor de visie en/of de belangen van de onderzoeker Een dergelijke aanname is altijd in het belang van de onderzoeker, want deze vergroot de kans op meer onderzoek. Ik vermoed dat het hier wel uitmaakt of je bv. bioloog of hydroloog bent. Ligt niet zo heel gevoelig, onderzoekers moeten er wel van overtuigd zijn dat het een feitelijke vooruitgang is om waterkwaliteit dynamisch te berekenen (waarbij betrouwbaarheid en meerwaarde allebei belangrijke aspecten zijn) Deze aanname is denk ik vooral beïnvloed door de stand van de techniek en de (snelle) beschikbaarheid van gegevens. Alle experts willen zo goed mogelijk de kwaliteit in de wortelzone schatten, maar het ontbreekt een ieder aan adequate meetgegevens en de relaties tussen de waterkwaliteit in de wortelzone en de kans dat daar dan een bepaalde (rode) lijst natuurtype voorkomt zijn slecht bekend. Modellieur richt zich met name. op de terrestrische ecologie en minder op de onderliggende hydrologie. Nauwelijks gevoelig. Ik vermoed dat de keuze van deze aanname geen andere strategische achtergrond heeft dan een pragmatische: dat gene dat aan instrumentarium voorhanden is, en goed inzetbaar leek kwam prioritair als kandidaat naar voren. Er zijn belangen (o.a. KWR en Alterra). Gemeenschappelijk validatieonderzoek formuleren en vervolgens open analyse uitvoeren helpt dit op te lossen. Complementaire werkvormen zijn nodig. Misschien is de invoerdata meest beperken, en niet zozeer de processen opgenomen in het model. Dat moet daar de energie naar uit gaan en niet in het elkaar bestrijden met modellen die beide geen valide uitkomsten leveren.</p>
<b>Invloed op resultaat</b>	<p>Mogelijk is het effect groter, maar dat kan ik niet inschatten, er is wel duidelijk een belang omdat beide parameters vervolgstappen in de keten direct beïnvloeden. Grote invloed op nutriëntenconcentraties in water onder het bodemprofiel. Ik weet het niet. Kan ik dus ook niet goed beoordelen. Bepaalt voor een belangrijk deel de pH Binnen de aanname van onveranderd landgebruik en natuurbeleid denk</p>





	<p>ik dat deze aanname wel te rechtvaardigen is.</p> <p>Lijkt mij een beetje afhankelijk van de toepassing. Als de waterkwaliteit erg belangrijk is voor een verzameling zeldzame plantjes, dan wil je dit wel weten. Als het om een grove inschatting gaat van gewasopbrengst voor de komende 10 jaar, dan heb ik er mijn twijfels over of deze aanname erg van belang is.</p> <p>Waterkwaliteitsdynamiek in onverzadigde zone is belangrijk voor met name natuurdoelen, en erg gevoelig voor klimaatveranderingen.</p> <p>Aanname introduceert een grote onzekerheid in belangrijke invoerdata van SMART-SUMO.</p> <p>Doorwerking van deze hydrologische aanname is iha. groot.</p> <p>Substantiele invloed: waterbeschikbaarheid, waterkwaliteit en bio-geochemische eigenschappen in de wortelzone kunnen bepalend zijn voor natuurkwaliteit. Als daar grote onnauwkeurigheden in zouden zitten kan dat grote invloed hebben.</p> <p>Garbage in = garbage out</p>
--	---

Tabel 8: Overwegingen bij en motivaties voor scores van respondenten voor aanname DE

**Aanname AA: Compleetheit van range van klimaatscenario's**

Aanname AA: De range die wordt opgespannen door de gekozen scenario's (G en W+) voor de Baakse Beek casus dekt de onzekerheid en variabiliteit omtrent het klimaat rond 2050 voldoende af. (Hier onder ligt een hele reeks aannamen, ondermeer de aanname dat alle door IPCC beschouwde modellen bij elkaar een goede representatie geven van de onzekerheid; dat daarbij slechts de klimaatforcering becijferd via emissies van broeikasgassen beschouwd is. De veranderende uitstoot van fijnstof / c.q. aerosolen en de mogelijke invloed daarvan op mist, wolken en intensiteit van de zonnestraling, is buiten beschouwing gelaten c.q. verwaarloosd. KNMI neemt aan dat de onzekerheid over de klimaatgevoeligheid afdoende is afgedekt in de IPCC analyses; Uitgangspunt voor de KNMI'06 scenario's was dat ze ongeveer 80% van de IPCC range op zouden spannen; etc.).



Criteria		Aantal experts dat score 4,3,2,1 of 0 gaf						mediaan van de score
		4	3	2	1	0		
a. Invloed situationele beperkingen	Geen beperkingen	1	3	1	6	2	Volledig beïnvloed	1
b. Plausibiliteit	Zeër plausibel	0	5	7	0	1	Speculatief	2
c. Keuzeruimte	Geen alternatieven	2	3	4	4	0	Zeër ruime keus aan alternatieven	2
d. Overeenstemming onder experts	Volledige overeenstemming	0	6	4	2	1	Zeër controversieel	2
e. Overeenstemming onder stakeholders	Volledige overeenstemming	0	7	2	2	1	Zeër controversieel	3
f. Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker	Niet gevoelig	2	5	4	0	2	Zeër gevoelig	3
g. Invloed op resultaat	Verwaarloosbare invloed	0	1	7	2	1	Sterke invloed op eindpunten rekenketen	2

Tabel 9: Karakterisering aanname AA De middelste kolommen geeft steeds het aantal respondenten dat score 4, 3, 2, 1 respectievelijk 0 gaf. n=13 respondenten.

Criterion	Motivaties voor gegeven score
Invloed situationele beperkingen	<p>Dit staat te ver van mij af om een oordeel te geven, daarom ook onderstaande vragen niet ingevuld</p> <p>Okay</p> <p>Ik weet het niet</p> <p>Er moet een keuze gemaakt worden</p> <p>Inherent aan keuze voor KNMI'06</p> <p>Eigenlijk zou het beter zijn om alle vier de KNMI'06 scenario's mee te nemen (en die spannen ook niet alle onzekerheden m.b.t. het klimaat op), maar daarvoor is blijkbaar geen tijd/geld (wat ik via Alexander Bakker heb gehoord).</p> <p>Ik vraag me wel af of de twee gekozen scenarios de meest relevante aspecten van klimaatverandering opspannen (t.o.v. het huidige klimaat). Men zou ook W en W+ gekozen kunnen hebben. Ik heb het idee dat de keuze voor G en W+ is ingegeven door de keuze binnen het Deltaprogramma</p> <p>De KNMI'06 scenario's zijn geen verwachtingen en het is dus zeer slecht mogelijk om een kans aan te hangen. De keuze voor G en W+ is een merkwaardige keus in het licht van de vier scenario's. W en W+ zou logischer geweest zijn.</p> <p>Eigenlijk kunnen we het simpelweg niet weten, c.q. een volledig gebrek aan gegevens en inzicht.</p>



	<p>Ik denk dat de klimaatscenario's in belangrijke mate de state of the art weergeven wat betreft de kennis over de mogelijke ontwikkeling van het klimaat, en dat het dus niet eenvoudig "beter" kan.</p> <p>Prioriteit lag bij het operationeel krijgen van modelleninstrumentarium en bij een eerste illustratie van zijn mogelijkheden. Mede daarom is gekozen voor een pragmatische insteek, met beproefde en herkenbare scenario's waar al eerder mee gewerkt is, en waarvoor ook een meer regiospecifieke vertaling mogelijk was. Andere varianten kunnen echter desgewenst ook, met eventueel gewenste uitbreidingen, worden aangepakt.</p> <p>Regionale klimaat is zeer sturend voor uiteindelijke effecten...</p>
<p><b>Plausibiliteit</b></p>	<p>Voldoende range in scenario's.</p> <p>Ik weet het niet</p> <p>Genoemde effecten spelen zeker een rol. Afdekken van 80% van de IPCC onzekerheid is niet te verifiëren.</p> <p>Het is in ieder geval goed dat men meer dan 1 scenario heeft meegenomen. Of het aanvaardbaar is ligt ook aan het uiteindelijke doel. Men kan met de keuze echter niet de uitersten (binnen de KNMI'06 scenario's) voor rond 2050 opspannen (daarvoor vermoedelijke W en W+ beter, in vergelijking met de huidige situatie).</p> <p>Ik denk dat de KNMI'06 klimaatscenario's een relevante range voor toekomstig klimaat opspannen, hoewel deze range moeilijk te kwantificeren is. Ik vind de keus voor alleen G en W+ minder gelukkig.</p> <p>Dat de mens met haar uitstoot en landgebruikveranderingen invloed op het klimaat heeft en via het klimaat op andere zaken lijkt mij evident, maar de aanname dat dit redelijk in de scenario's zit verwerkt is niet onredelijk (NB. nog wel eens interessant om te kijken of ik daar in de vorige ronde ook zo over dacht...)</p> <p>Ik denk dat het niet erg waarschijnlijk is dat het klimaat zich ver buiten de door het KNMI aangegeven range zal ontwikkelen.</p> <p>Als eerste serieuze uitwerking is keuze aanvaardbaar, met name in de context van dit pilot-project. In toekomst kunnen eventueel varianten worden uitgewerkt waarin ook andere fenomenen die nu verwaarloosd zijn expliciet worden meegenomen.</p> <p>Denk dat dit een redelijke aanname is, maar kan het niet onderbouwen.</p>
<p><b>Keuzeruimte</b></p>	<p>Voldoende range in scenario's.</p> <p>Ik weet het niet.</p> <p>Andere scenario's of klimaatprojecties.</p> <p>Zoals hierboven uitgelegd had men ook voor 2 andere klimaatscenario's kunnen kiezen.</p> <p>Ik kan niet beoordelen of de middelen ook het gebruiken aan meer scenarios toelaten.</p> <p>Meer varianten heeft de voorkeur, wellicht wat meer extremere situaties zodat 100% v IPCC wordt afgedekt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- KNMI '06 W en W+</li> <li>- alle vier de KNMI'06 klimaatscenario's</li> <li>- direct (na bias correctie) op basis van klimaatmodelsimulaties</li> </ul>



	<p>- niet op basis van dynamisch/fysisch gebaseerde klimaatmodellen (maar dat is erg controversieel)</p> <p>Je kunt hier van alles aannemen; de vraag is alleen of je dat zou moeten doen.</p> <p>Ik denk dat de klimaatscenario's in belangrijke mate de state of the art weergeven wat betreft de kennis over de mogelijke ontwikkeling van het klimaat, en dat het dus niet eenvoudig "beter" kan.</p> <p>Potentieel zou een ruime keus aan alternatieven denkbaar zijn, maar pragmatisch gesproken zal niet elk van die alternatieven voldoende adequaat en consistent kunnen worden uitgewerkt om als serieuze klimaat-scenario kandidaat te dienen.</p> <p>Misschien dat de scenario's nog kunnen worden gedifferentieerd. Liggen er echter nu niet.</p>
<p><b>Overeenstemming onder experts</b></p>	<p>Voldoende range in scenario's. Je zou weerscenario's van andere GCM's kunnen nemen, maar deze range lijkt voldoende.</p> <p>Ik weet het niet.</p> <p>Zeer veel mogelijke toekomstige klimaten te definiëren.</p> <p>Zie hierboven. Binnen Deltaprogramma zijn andere keuzes gemaakt dan ik misschien zou doen (en anderen op het KNMI).</p> <p>Bijna alle landen waar klimaatscenario's worden gemaakt baseren hun scenario's op een ensemble of state-of-the art klimaatmodelsimulaties, maar hoe de scenario's vorm wordt gegeven verschilt erg per land en per studie.</p> <p>Papers over verschillende onderwerpen m.b.t. klimaatverandering en effecten daarvan geven mij de indruk dat er wel variabiliteit in de meningen over het onderwerp zit (al is het wel 'politiek correct' om te roepen dat klimaatverandering A. er is, en B. slecht is).</p> <p>Denk hierbij ook aan de gedachte van auteurs dat klimaatveranderingen tot meer 'extremen' zal leiden, die je dus typisch niet makkelijk in je scenario's kan meenemen.</p> <p>De KNMI klimaatscenario's genieten een groot draagvlak onder de klimaatexperts.</p> <p>Experts denken hier verschillend over: Ik denk dat de meeste experts het er over eens zullen zijn dat de aannames niet per se goed te noemen zijn, en dat er andere scenario varianten mogelijk zijn waarin een deel van de verwaarloosde processen een plaats in zou kunnen krijgen.</p> <p>Kennishiaat?</p>
<p><b>Overeenstemming onder stakeholders</b></p>	<p>Niet van toepassing.</p> <p>Ik weet het niet.</p> <p>Ik denk wel dat de meeste stakeholders willen aansluiten bij wat binnen het Deltaprogramma wordt gebruikt.</p> <p>De nationale autoriteit op het gebied van klimaatverandering (in ons geval o.a. het KNMI) is bijna altijd leidend.</p> <p>Volgens mij heeft iedereen op straat wel een mening over klimaatverandering en de effecten daarvan.</p> <p>De klimaatscenario's van het KNMI worden volgens mij goed geaccepteerd door de stakeholders.</p>



	<p>Ongetwijfeld zijn er stakeholders die zich kunnen vinden in de op het IPCC geënte keuzes die gemaakt zijn, maar daarnaast zullen er ook stakeholders zijn die daar kritisch tegenover staan.</p>
<p><b>Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker</b></p>	<p>Niet van toepassing. Ik weet het niet. Hier speelt wel iets mee over verschillende kijk over hoe men met onzekerheden zou moeten omgaan. De resultaten van impactstudies blijken in de praktijk onderling behoorlijk te verschillen. Wellicht is een onderzoeker die betaald wordt uit bepaalde bronnen sneller of minder snel geneigd om hier iets over te roepen. Kan ik niet goed motiveren. De keuze van deze aanname geen andere strategische achtergrond heeft dan een pragmatische: eerste zorg was het operationeel krijgen van het modelinstrumentarium, gebruik makend van beproefde scenario-studies, die er zich bovendien toe lenen om geregionaliseerd te kunnen worden. Alleen KNMI maakt die scenario's en is alom bekend als autoriteit.</p>
<p><b>Invloed op resultaat</b></p>	<p>Heeft een beetje effect op gewasproductie en hydrologie en maar weinig op natuurbeheer. Ik weet het niet. Klimaatverandering is een belangrijke motivator achter de case study De verschillende KNMI'06 scenario's zijn zo gekozen dat we mogen verwachten dat er aanzienlijke verschillen in impact voor verschillende sectoren zijn. Ik kan alleen niet beoordelen of dit evt. besluitvorming essentieel zal beïnvloeden. Stel dat het niet zo is, dat de range voldoende wordt afgedekt, dan zou dat nog wel enige invloed kunnen hebben op de uitkomsten op de een of andere manier. Indien het klimaat zich toch buiten de range van de klimaatscenario's ontwikkelt (het gaat bijvoorbeeld afkoelen, ik noem maar wat), dan zal dit direct een grote invloed hebben op de modelresultaten, gezien het grote effect van de nu gemodelleerde klimaatverandering op de modelresultaten. Het effect zal groot zijn, temperatuur co2 neerslag en verdamping werkt in alles sterk door. Geen idee: Heb er geen ervaring mee om voorshands te kunnen zeggen of het wel of niet een sterke invloed kan hebben op de uitkomsten. Tja, categorie "weet niet" ontbrak. Verschillen in zonnestraling maakt erg uit voor verdamping...</p>

Tabel 10: Overwegingen bij en motivaties voor scores van respondenten voor aanname AA.

**Aanname DK/BD/BO: Koppeling vegetatiedek en hydrologie**

Aanname DK/BD/BO De terugkoppeling van de gesimuleerde wijzigingen in het vegetatiedek in SMART2/SUMO2 naar de hydrologie van AMIGO is buiten beschouwing gelaten (bij verdroging wijzigt het vegetatiedek in een meer open landschap, op de droge zandgrond zou dit de hydrologie wel beïnvloeden maar dat is niet meegenomen in de berekeningen).



Criteria		Aantal experts dat score 4,3,2,1 of 0 gaf						mediaan van de score
		4	3	2	1	0		
a. Invloed situationele beperkingen	Geen beperkingen	2	1	5	7	0	Volledig beïnvloed	2
b. Plausibiliteit	Zeër plausibel	1	2	10	2	0	Speculatief	2
c. Keuzeruimte	Geen alternatieven	5	4	4	1	0	Zeër ruime keus aan alternatieven	3
d. Overeenstemming onder experts	Volledige overeenstemming	0	6	7	2	0	Zeër controversieel	2
e. Overeenstemming onder stakeholders	Volledige overeenstemming	0	6	4	1	0	Zeër controversieel	3
f. Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker	Niet gevoelig	2	5	4	2	0	Zeër gevoelig	3
g. Invloed op resultaat	Verwaarloosbare invloed	2	3	8	1	0	Sterke invloed op eindpunten rekenketen	2

Tabel 11: Karakterisering aanname Aanname DK/BD/BO De middelste kolommen geeft steeds het aantal respondenten dat score 4, 3, 2, 1 respectievelijk 0 gaf. n=18 respondenten.

criterium	Motivaties voor gegeven score
Invloed situationele beperkingen	<p>Effecten zijn duidelijk, het wacht slechts op geld om het uit te voeren. Het is wel een zeer complexe verbetering, want het vergt terugkoppeling naar AMIGO, een 'model dat zeer veel rekentijd vergt.</p> <p>Vnl. gebruik van grond voor de landbouw, dus weinig invloed op de hydrologie.</p> <p>Ik weet het niet.</p> <p>Bij deze aanname zijn mijn scores voor alle criteria een gok.</p> <p>Beperkte tijd voor ontwikkeling alternatieven.</p> <p>Zit nu niet in de modellen en lijkt me ook vrij lastig om dit in te bouwen.</p> <p>Nu, geen alternatief. dan zou er een jaarlijkse terugkoppeling moeten zijn en die is momenteel financieel niet haalbaar.</p> <p>Die terugkoppeling zou sowieso weinig invloed hebben, omdat SMART2/SUMO2 met tijdstappen van een jaar werkt.</p> <p>Ik vermoed dat dit is omdat de twee modellen los van elkaar ontwikkeld zijn en eigenlijk nog niet goed aan elkaar koppelen (zo ongeveer net als bij de Natuurplanner).</p> <p>Ontwikkeling van het vegetatiedek bij veranderend klimaat is zeer moeilijk in te schatten (gebrek aan kennis).</p> <p>Zit gewoon nog niet in modelconcept, deze terugkoppeling vereist dubbelzijdige modelkoppeling die softwarematig wel te realiseren is maar tegen een aanzienlijke inspanning in tijd en geld.</p>



	<p>Terugkoppel effecten zitten nog onvoldoende verwerkt in het huidig modelinstrumentarium om dit te kunnen meenemen. Je kunt wat aannemen en in het model stoppen. Echter, die aanname onderbouwen kost tijd (als dat al mogelijk is).</p>
<b>Plausibiliteit</b>	<p>In veel situaties zal de terugkoppeling weinig bijdragen, in een aantal situaties zal het grote invloed hebben, zeker voor de droge gebieden zoals al in de stelling vermeld. Vnl. gebruik van grond voor de landbouw, dus weinig invloed op de hydrologie. Als de omstandigheden niet heel erg anders worden dan nu (bijv. bij het G-scenario) lijkt me dit goed verdedigbaar, echter bijv. bij het W+ scenario kan deze aanname minder aanvaardbaar zijn. Binnen alle andere aannames zal de invloed van droge periodes beperkt zijn en de terugkoppeling dus ook minder van belang. Volgens mij zijn er wel voldoende aanwijzingen dat de verdamping en waterretentie op droge grond kwantitatief afwijkt van wanneer er vegetatie is. Meer open landschap leidt tot betere grondwateraanvulling, minder bodem- en gewasverdamping. Kortom het dempt de berekende effecten op de hydrologie bij een droger klimaat. Geen oordeel, ik kan er niet over oordelen wat voor effect het missen van deze terugkoppeling kan hebben voor waterbeschikbaarheid en beschikbaarheid van voedingsstoffen voor vegetatie en gewassen. We zien een effect, maar verwacht dat de mate waarin dit optreedt wel meevalt. Brand is belangrijker.</p>
<b>Keuzeruimte</b>	<p>Zover mij bekend is er geen modellenketen die dit wel kan. Andere aanpak zou kunnen, maar vnl. gebruik van grond voor de landbouw, dus weinig invloed op de hydrologie. Zie bij eerste vraag Nu, geen alternatief. dan zou er een jaarlijkse terugkoppeling moeten zijn en die is momenteel financieel niet haalbaar. Volgens mij kun je hier wel andere keuzes maken, maar vereist dat een andere koppeling tussen of wellicht integratie van de verschillende modellen. Ontwikkeling van het vegetatiedek bij veranderend klimaat is zeer moeilijk in te schatten (gebrek aan kennis). Keuze voor een (lastige) dubbelzijdige koppeling. Kan ik niet over oordelen. Ik vermoed dat er zeer beperkt aantal goed uitgewerkte alternatieven zijn die goed hadden kunnen worden ingezet. Geen andere modellen.</p>
<b>Overeenstemming onder experts</b>	<p>Over het effect en het belang is denk ik weinig discussie. Ja, andere begroeiing geeft andere verdamping, maar vnl. gebruik van grond voor de landbouw, dus weinig invloed op de hydrologie. Vegetatie kan zich op veel verschillende manieren aanpassen en de hydrologie beïnvloeden over de beperkte keus aan alternatieven. Ik denk dat dit wel een stokpaardje is voor veel onderzoekers. Ik vermoed dat ook hier de wetenschappelijke achtergrond van een</p>



	<p>expert invloedrijk is hoe deze aankijkt tegen vegetatie-bodem-waterrelaties.</p> <p>Kan ik niet goed beoordelen experts zullen het wel eens zijn over de wenselijkheid van deze terugkoppeling</p> <p>Weet niet. Ik ken de expert-community op dit vlak niet.</p> <p>Geen consensus over omvang effect, en doorwerking.</p>
<b>Overeenstemming onder stakeholders</b>	<p>Denk ik, zover ze het belang hiervan zien.</p> <p>Niet van toepassing.</p> <p>ik weet het niet.</p> <p>Degenen die hier wat vanaf weten zullen ook wel inzien dat het praktisch gezien niet of nauwelijks mogelijk is de terugkoppeling mee te nemen.</p> <p>Ik denk dat dit wel een stokpaardje is voor veel stakeholders.</p> <p>Durf ik niet te zeggen.</p> <p>Kan ik niet goed beoordelen.</p> <p>Stakeholders zullen hierover eenzelfde mening hebben als experts.</p> <p>Weet niet, idem als hierboven.</p> <p>Denk dat stakeholders dit minder van belang vinden. Gedrag van de boeren is belangrijker.</p>
<b>Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker</b>	<p>Ook hier is het belang van de verbetering duidelijk aanwezig, echter het is ook een mooie uitdaging om dit voor elkaar te krijgen, dat zal wel meespelen</p> <p>Niet van toepassing.</p> <p>Ik begrijp deze vraag niet.</p> <p>Zie hierboven, komt vooral door praktische aspecten.</p> <p>Een dergelijke aanname is altijd in het belang van de onderzoeker, want deze vergroot de kans op meer onderzoek.</p> <p>Net als bij 'overeenstemming onder experts'.</p> <p>Aanname is vooral ingegeven door het feit dat hier geen goede inschattingen van gegeven kunnen worden modelleur bekijkt dit probleem vanuit ecologisch oogpunt met beperkte aandacht voor de hydrologische gevolgen</p> <p>Ik vermoed dat de keuze van deze aanname geen andere strategische achtergrond heeft dan een pragmatische: er zijn nog onvoldoende betrouwbare modellen voorhanden om deze terugkoppeling wel mee te nemen.</p> <p>Is een stokpaardje van KWR.</p>
<b>Invloed op resultaat</b>	<p>Voor deze gekozen, omdat het voor een deel van de simulaties enorm belangrijk is en voor een deel waarschijnlijk nauwelijks of niet van belang.</p> <p>Vnl. gebruik van grond voor de landbouw, dus weinig invloed op de hydrologie</p> <p>Waterregime wordt nauwelijks door vegetatie bepaald.</p> <p>Bij G denk ik vrij beperkt, bij W+ zal de invloed groter zijn, maar ik weet niet hoe groot.</p> <p>Waarschijnlijk wel belangrijk, maar hoe groot het effect is op het eindresultaat vraag ik me af. Die is waarschijnlijk groter als we op kortere tijdschaal gaan rekenen (kan nu niet).</p>





	<p>Hoewel deze aanname mij niet helemaal redelijk lijkt, is het wel de vraag hoe invloedrijk zij eigenlijk is voor scenario's op lange termijn (2050). Het lijkt mij wel invloedrijk op de keten, maar ik vraag me tegelijk af of het nou echt een substantiële invloed heeft op het eindresultaat na 30 jaar. Wordt de fout die er uit volgt niet met elke jaarstap gecorrigeerd wellicht?</p> <p>Omdat het vegetatiedek wel een sterke invloed heeft op de hydrologie, zijn belangrijke veranderingen hierin van grote invloed het effect is vooral sterk op zandruggen / heuvelruggen. De natuur in de Baakse Beek is kleinschalig en vaak ook nat, verschuivingen in de vegetatie geven daarom niet zo'n groot effect op de verdamping.</p> <p>Genoemde effecten zijn zeker aanwezig en hebben op de totale waterbalans enige invloed</p> <p>Weet niet. Kan ik niet goed overzien.</p> <p>Effect vooral voor hoge zandgronden en aanpalende kwelgebieden.</p>
--	---

*Tabel 12: Overwegingen bij en motivaties voor scores van respondenten voor aanname DK/BD/BO*

***Aanname DA: Terugkoppelingen via ziekten, plagen, onkruiden***

Aanname DA Groeibeperkende factoren zoals ziektes, plagen en onkruiden vallen buiten het model (zowel buiten SMART2 SUMO2 als buiten WOFOST) en daarmee ook de terugkoppelingen zoals die van het veranderend stikstofgehalte (en daarmee eiwitgehalte) van de vegetatie op de aantrekkelijkheid voor begrazing door ondermeer insecten of het ontstaan van betere of slechtere klimaatcondities voor (plaag)insecten en grazers door opschuivende klimaatzones. Impliciet betekent dit dat aangenomen is dat deze groeibeperkende factoren constant zijn in de tijd en niet wijzigen als het klimaat wijzigt.



Criteria		Aantal experts dat score 4,3,2,1 of 0 gaf						mediaan van de score
		4	3	2	1	0		
a. Invloed situationele beperkingen	Geen beperkingen	2	0	2	8	2	Volledig beïnvloed	1
b. Plausibiliteit	Zeër plausibel	0	3	7	3	1	Speculatief	2
c. Keuzeruimte	Geen alternatieven	5	5	1	2	0	Zeër ruime keus aan alternatieven	3
d. Overeenstemming onder experts	Volledige overeenstemming	1	6	4	1	0	Zeër controversieel	3
e. Overeenstemming onder stakeholders	Volledige overeenstemming	1	3	4	1	1	Zeër controversieel	2
f. Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker	Niet gevoelig	3	5	4	2	0	Zeër gevoelig	3
g. Invloed op resultaat	Verwaarloosbare invloed	2	3	6	0	1	Sterke invloed op eindpunten rekenketen	2

Tabel 13: Karakterisering aanname DA De middelste kolommen geeft steeds het aantal respondenten dat score 4, 3, 2, 1 respectievelijk 0 gaf. n=18 respondenten.

criterium	Motivaties voor gegeven score
Invloed situationele beperkingen	<p>Ik twijfel tussen nauwelijks en matig. Ik denk dat hier vooral conceptuele problemen spelen, ik zou nog niet goed weten hoe we dit voor natuur moeten oplossen. Daarna komt het geld wel en dat kan ook een probleem vormen.</p> <p>Niet van belang.</p> <p>Er zijn vele verschillende ziekten en plagen. Voor enkelen zijn wel modellen beschikbaar, maar deze zijn meestal specifiek voor een plant. Lastig dus om een model hierover mee te nemen. Wat betreft gewasproductie zullen wel managementfactoren meegenomen moeten worden, om aan te geven dat de actuele productie niet hetzelfde is als de potentiële of water-gelimiteerde productie.</p> <p>Tijdgebrek voor ontwikkeling realistische scenario's/modellen.</p> <p>Zit nu niet in de modellen (in ieder geval niet in WOFOST), en ook niet makkelijk in korte tijd in te bouwen.</p> <p>ik weet niet of er bruikbare modellen/gegevens beschikbaar zijn over de relatie tussen klimaat en voorkomen van ziektes/plagen op dit moment weet je niet beter, maar het kan belangrijk zijn en de resultaten zeker beïnvloeden.</p> <p>Er zijn wel studies gedaan naar de invloed op ziektes, plagen etc., maar deze info is moeilijk om mee te nemen in deze modellentrein</p> <p>Wat kun je hier nu over zeggen? Er zijn diverse ziektes die uiteraard</p>



	<p>bijna volledige misoogsten kunnen veroorzaken. Maar die ziektes waren er al. Gaat dat veel veranderen met klimaatverandering? Ik denk dat dat lastig in te schatten is.</p> <p>Dergelijke ontwikkelingen zijn zeer lastig te voorspellen en vallen buiten de expertise van de onderzoeksgroep. Het speculatieve karakter hiervan rijmt zicht niet met de exacte, deterministische procesformuleringen van de gebruikte modelcomponenten.</p> <p>In belangrijke mate: Ik vermoed dat er niet veel betrouwbare modellen voorhanden waren zijn die deze aspecten wel enigszins adequaat kunnen meenemen.</p> <p>Impact in potentie groot</p>
<p><b>Plausibiliteit</b></p>	<p>Vooralsnog schat ik het uiteindelijke effect klein in voor natuur, tenminste op het niveau waarop we hier rekenen, op soortniveau zou dit heel anders zijn.</p> <p>Groeibeperkende factoren zijn slecht te kwantificeren onder zowel huidige als toekomstige omstandigheden.</p> <p>Genoemde factoren hebben zeker een invloed op vegetatie en de groei/opbrengst ervan.</p> <p>Sommige van de groeibeperkende factoren zullen wel degelijk veranderen door een veranderend klimaat. binnen de landbouw kan men wellicht de bestrijding daaraan aanpassen, binnen ecosystemen gebeurt dat niet of nauwelijks.</p> <p>Ik denk dat je studies naar de invloed van plagen en studies naar gewasopbrengsten en natuur zonder invloed van ziektes en plagen niet per definitie hoeft te componeren. In geval van een goede ziekte of plaag, is deze meteen dominant boven de andere invloed.</p> <p>Ik denk dat deze aanname wel te verdedigen valt, mits de invloed van ziektes op groei op een bepaalde manier in de parameterisatie verwerkt is. Ik heb geen a priori reden om aan te nemen dat ziektes als Phytophthora nu meer gaan voorkomen onder klimaatverandering;</p> <p>Wellicht neemt de ene plaag de ander over: Phytophthora is een schimmel en vochtminnend, en bij een droger klimaat zou ie door een ander overgenomen kunnen worden. Daarentegen, zou het landgebruik sterk veranderen door vooral menselijke invloeden of zou er bepaalde vooruitgang geboekt worden, dat kunnen plagen natuurlijk wel in invloed vermeerderen of verminderen.</p> <p>Het is zeer aannemelijk dat met een veranderend klimaat dergelijke groeibeperkende factoren eveneens gaan veranderen en daarmee hun invloed uitoefenen op datgene wat gemodelleerd wordt.</p> <p>Niet zo plausibel</p> <p>Klimaatwijziging kan invloed hebben op groeibeperkende factoren.</p> <p>Vermoed dat dit in werkelijkheid mee valt.</p>
<p><b>Keuzeruimte</b></p>	<p>Denk ik, ik ken geen model die dit wel kan (voor de natuur) voor agrarisch weet ik het niet.</p> <p>Factoren zijn niet kwantificeerbaar.</p> <p>Relatief heel weinig over bekend, dus ook niet zo maar mee te nemen niet zinvol om ziekten en plagen mee te nemen. Volgens mij is het zaak</p>



	<p>om de geschatte veranderingen af te zetten tegen veranderingen als gevolg van plagen en ziekten.</p> <p>Uiteraard valt hier van alles aan te doen, maar komt de vraag op of de toegenomen complexiteit het waard is.</p> <p>Het wel meenemen van de veranderingen in groeibeperkende factoren zou een onzekerheid introduceren die niet in lijn is met de overige onzekerheden in de modelketen (Het speculatieve karakter hiervan rijmt zich niet met de exacte, deterministische procesformuleringen van de gebruikte modelcomponenten).</p> <p>Zit niet in modelconcept, is ook niet voorhanden, zo'n concept.</p> <p>Ik vermoed dat er weinig betrouwbare alternatieven operationeel zijn om deze groeibeperkende factoren adequaat te kunnen meenemen.</p> <p>Nauwelijks kennis over.</p>
<b>Overeenstemming onder experts</b>	<p>Factoren zijn niet kwantificeerbaar.</p> <p>Veel mogelijke scenario's denkbaar.</p> <p>Over de beperkte kennis over veranderingen in groeibeperkende factoren en dus de beperkte mogelijkheden om dit mee te nemen in het onderzoek Durf ik niet te zeggen.</p> <p>Kan ik niet goed motiveren.</p> <p>Weet niet. Ik ken de expert-community op dit vlak niet.</p> <p>Is gewoon onbekend, daarom controverser.</p>
<b>Overeenstemming onder stakeholders</b>	<p>Weet ik niet.</p> <p>Niet van toepassing.</p> <p>Ik verwacht dat degenen met inhoudelijke kennis er min of meer hetzelfde over denken als de experts.</p> <p>Ik vermoed dat boeren en economen die veel kijken naar derving door plagen hier veel meer de nadruk op leggen.</p> <p>Kan ik niet goed motiveren.</p> <p>Weet niet: Ik ken de community hier onvoldoende voor.</p> <p>Vermoed dat stakeholders ook denken dat dit effect meevalt.</p>
<b>Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker</b>	<p>Omdat het belang en de manier waarop we er aan zouden kunnen werken nog onbekend is denk ik dat dit niet echt speelt.</p> <p>Niet van toepassing.</p> <p>Zie hier boven, komt vooral door beperkte kennis hierover.</p> <p>Een dergelijke aanname is altijd in het belang van de onderzoeker, want deze vergroot de kans op meer onderzoek.</p> <p>Ik kan me voorstellen dat een bioloog die zijn geld uit bepaalde bronnen krijgt een ander standpunt inneemt hierover.</p> <p>Kan ik niet goed motiveren.</p> <p>Nauwelijks gevoelig. Ik vermoed dat de keuze van deze aanname geen andere strategische achtergrond heeft dan een pragmatische: deze aspecten zitten nog onvoldoende in de huidige modellen en zou een inspanning vergen die ruim buiten het budget en kader van dit project ligt.</p> <p>Voor alle partijen kennishiaat</p>
<b>Invloed op resultaat</b>	<p>Weet ik eigenlijk niet omdat we er nog te weinig van weten.</p> <p>Voorlopig denk ik dat het effect klein zal zijn, maar wie weet.</p>



	<p>In moderne en intensieve landbouw worden groeibeperkende factoren zo goed mogelijk onderdrukt, en dat is zowel bij huidige als bij toekomstige omstandigheden het geval.</p> <p>Ik neem aan dat business as usual is ingebouwd in de gevolgde aanpak. Veranderingen in exposure of gevoeligheid voor ziekten plagen is dan niet meegenomen, met een beperkte invloed. Als ziekten/plagen helemaal niet zijn meegenomen zijn de uitkomsten sterk beïnvloed hierdoor.</p> <p>Voor landbouw worden sowieso geen actuele opbrengsten berekend, waarbij de groeibeperkende factoren wel potentieel een grote invloed kunnen hebben.</p> <p>Voor natuur kan ik dat niet goed beoordelen, omdat ik niet exact weet wat de modellen uitrekenen.</p> <p>Ik denk dus dat je gewasopbrengsten en natuur zonder invloed en met invloed apart mag beschouwen.</p> <p>Ik vraag me af in hoeverre de invloed van ziektes en plagen nu verandert tot 2050. Er kan altijd ineens een exotische ziekte optreden, maar die is dan hoogstwaarschijnlijk geïmporteerd op de ene of andere manier. De fout die optreedt in berekeningen wordt denk ik gecompenseerd door parameterisatie.</p> <p>Evident dat dergelijke groeibeperkende factoren van invloed en zelfs fataal kunnen zijn w.b. het kunnen verbouwen en voorkomen van soorten Weet niet. Zou van invloed kunnen zijn, maar dat wordt speculeren.</p> <p>Hangt natuurlijk maar net wat je aanneemt. Ik vermoed dat dit effect in de praktijk meevalt.</p>
--	---

Tabel 14: Overwegingen bij en motivaties voor scores van respondenten voor aanname DA

**Aanname CH: Ontwikkelingen in teeltechniek niet beschouwd**

Aanname CH: Verbetering in de teeltechniek en scholing van boeren is buiten beschouwing gelaten. Aangenomen is dat de teeltechniek niet verandert in de tijd. Dit leidt tot onderschatting van toekomstige gewasopbrengst.



Criteria		Aantal experts dat score 4,3,2,1 of 0 gaf						mediaan van de score
		4	3	2	1	0		
a. Invloed situationele beperkingen	Geen beperkingen	2	3	6	3	0	Volledig beïnvloed	2
b. Plausibiliteit	Zeer plausibel	1	4	5	3	1	Speculatief	2
c. Keuzeruimte	Geen alternatieven	3	3	3	2	1	Zeer ruime keus aan alternatieven	2.5
d. Overeenstemming onder experts	Volledige overeenstemming	1	2	7	3	0	Zeer controversieel	2
e. Overeenstemming onder stakeholders	Volledige overeenstemming	0	2	5	4	0	Zeer controversieel	2
f. Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker	Niet gevoelig	4	5	2	2	0	Zeer gevoelig	3
g. Invloed op resultaat	Verwaarloosbare invloed	0	6	5	2	1	Sterke invloed op eindpunten rekenketen	2

Tabel 15: Karakterisering aanname CH De middelste kolommen geeft steeds het aantal respondenten dat score 4, 3, 2, 1 respectievelijk 0 gaf. n=18 respondenten.

criterium	Motivaties voor gegeven score
Invloed situationele beperkingen	<p>Weet ik niet</p> <p>De huidige teelttechniek is redelijk optimaal, en zal dus niet veel kunnen verbeteren</p> <p>Er zijn scenario's over de invloed van technologische ontwikkeling op gewasproductie. Onderzoekers verschillen echter van mening over de plausibiliteit van deze scenario's.</p> <p>Extrapolatie van trends zou m.i. mogelijk moeten zijn waarschijnlijk uit praktische overwegingen, hoewel men wel evt. een trend hierin (in de invloed op de gewasopbrengst t.o.v. de watergelimiteerde of potentiële opbrengst) relatief eenvoudig mee zou kunnen nemen.</p> <p>Vraagt weer extra aannames.</p> <p>Mee eens, zeker als berekening hier ook onder valt.</p> <p>Waarschijnlijk is deze aanname gemaakt omdat het aspect erg buiten de scope van het onderzoek ligt. Waarschijnlijk kun je nog wel een aardige schatting maken van de toename in opbrengst door de verbeteringen in techniek.</p> <p>Het is gewoon onmogelijk dit in de modelketen mee te nemen.</p> <p>Wederom: Het speculatieve karakter hiervan rijmt zicht niet met de exacte, deterministische procesformuleringen van de gebruikte modelcomponenten.</p> <p>Niet bekend welke nieuwe teelttechnieken zullen worden ontwikkeld.</p>



	<p>Matig: Prioriteit lag bij het operationeel krijgen van modelleninstrumentarium en bij een eerste illustratie van zijn mogelijkheden. Mede daarom is gekozen voor een pragmatische insteek, zonder speculatieve inschattingen te maken over omvang en effecten van innovatie en educatie. Was ook niet echt onderdeel van de expliciete vraag om zicht te krijgen op de invloed van deze zaken.</p> <p>Boeren gaan vast innoveren. Er zijn wel innovatieve ideeën met potentieel grote impact maar er was geen tijd/geld om onzekerheden in gedrag ook allemaal te gaan kwantificeren.</p>
<p><b>Plausibiliteit</b></p>	<p>Verbetering in de landbouw is zeker nog mogelijk, maar de richting van de uitkomsten zal het waarschijnlijk minder beïnvloeden.</p> <p>De huidige teelttechniek is redelijk optimaal, en zal dus niet veel kunnen verbeteren.</p> <p>Het geeft een verkeerd beeld van de invloed van klimaatverandering als alleen deze verandering is meegenomen. Een daling van 5% door klimaatverandering is niet veel als de stijging door technologische ontwikkeling 30% bedraagt. Belangrijk is om dit altijd in een discussie te noemen.</p> <p>Teelttechniek is nog steeds in ontwikkeling.</p> <p>In Nederland zitten we al op een hoog niveau met de teelttechnieken. Hier waarschijnlijk minder invloed dan in sommige andere landen.</p> <p>Ik denk dat het hier twee aparte onderzoeken betreft: 1 Veranderingen in potentiële en watergelimiteerde gewasopbrengsten. 2 verbeteringen teelttechniek. Dit zijn twee totaal onvergelijkbare studies. Vooral de tweede is erg moeilijk en onzeker.</p> <p>Werkelijke opbrengsten zou je kunnen afleiden door beide onderwerpen te combineren.</p> <p>Ik durf hier eigenlijk geen harde uitspraak over te doen, omdat ik geen goede inschatting kan maken over de toename in opbrengst de afgelopen decades. Het kan zijn dat die toename significant is, maar er zijn twee verstoringen aspecten hierin: 1/ als boeren massaal overstappen op een ander gewas, dan is die voorsprong in kennis wellicht deels weer weg, 2/ als boeren massaal stoppen of hun beroep weer oppakken, dan leidt de toe- of afname in landgebruik misschien tot een grotere kwantitatieve verandering dan de toe- of afname in de per capita gewasopbrengst door verbeterde technieken.</p> <p>Zeer aannemelijk dat innovaties ons in staat zullen stellen mitigerend te handelen.</p> <p>Nieuwe technieken zullen leiden tot hogere opbrengsten (of relatieve meeropbrengsten onder verslechterende klimatologische omstandigheden).</p> <p>Als eerste serieuze uitwerking is keuze aanvaardbaar, met name in de context van dit pilot-project. In toekomst kunnen eventueel varianten worden uitgewerkt waarin – indien er expliciete vraag naar is - ook de invloed van innovatie en educatie kan worden meegenomen, hoewel een goede inschatting hiervan speculatief blijft, en vaak in de vorm van (beleis)opties met dito aannames wordt uitgewerkt (d.w.z. je vervangt de</p>



	<p>ene set van (onrealistische) aannames door een andere set van mogelijk ook hoogst speculatieve aannames.          Dat boeren hun gedrag constant houden lijkt mij niet aannemelijk.          Dagelijks brood hangt er direct vanaf.</p>
<b>Keuzeruimte</b>	<p>Weet ik niet          Je zou yield gap (nl. verschil tussen optimale en actuele opbrengsten) met de tijd kunnen laten afnemen.          Er zijn scenario's beschikbaar. Er hoeft niet veel gemodelleerd te worden; invloeden van klimaatverandering hoeven slechts vergeleken te worden met technologische ontwikkeling.          Zie bij de eerste vraag          Lijkt me lastig in te schatten.          Niet zinvol om de verbeterde teelttechniek mee te nemen. Volgens mij is het zaak om de geschatte veranderingen af te zetten tegen veranderingen die op zouden kunnen treden door verbeterde teelttechniek.          Volgens mij kun je hier diverse andere keuzes maken, bv. een eenvoudige statistische relatie in de per capita gewasopbrengst.          Het is gewoon onmogelijk dit in de modelketen mee te nemen.          Wederom: Het speculatieve karakter hiervan rijmt zich niet met de exacte, deterministische procesformuleringen van de gebruikte modelcomponenten.          Voor wofost (landbouw) zou een management factor aangepast kunnen worden, maar het ontbreekt aan informatie om de aanpassing op te tunen of op te baseren.          Theoretische (max.) opbrengsten kunnen worden berekend; er is wellicht wel een trendanalyse te maken voor de effecten van nieuwe teelttechnieken op de gewasopbrengsten.          Ik ken het kennisveld onvoldoende om een indruk te hebben van hoeveel (verdedigbare) alternatieven er in korte tijd operationeel voorhanden zijn.          Kennishiaat.</p>
<b>Overeenstemming onder experts</b>	<p>Weet ik niet.          Afname in yield gap is moeilijk kwantificeerbaar (bijv. als voorbeeld van aanpak: Ewert et al., 2005.          In het laatste IPCC rapport gebruiken de meeste studies nog steeds slechts gewasmodellen. In de laatste jaren zijn er wel steeds meer studies die verschillende veranderingen meenemen in hun schattingen voor de toekomst.          Zie hierboven. Ik denk wel dat de meeste experts van mening zijn dat de invloed van deze aanname minder groot is dan van sommige andere.          Weet ik niet          Pytrik Reidsma van de WUR heeft hier volgens mij expliciet onderzoek naar gedaan, maar ik weet niet hoe zij dit heeft aangepakt.          Geen idee          Men zal het eens zijn met deze aanname omdat je er in een fysisch model als AMIGO-WOFOST-SMAT-SUMO eenvoudig weg niets mee kunt.          Kan verschillend over worden gedacht omdat de effecten niet erg hoog worden ingeschat: Nederland zit al erg hoog tov. productieplafond.</p>





	<p>Experts denken hier verschillend over: Ik denk dat de meeste experts het er over eens zullen zijn dat de aannames niet per se goed te noemen zijn, maar dat het voor een illustratieve pilot om de werkzaamheid van een modellenketen te toetsen alleszins acceptabel is om deze te hanteren. Onbekend hoe boeren gaan innoveren. Welke kant het uitgaat.</p>
<b>Overeenstemming onder stakeholders</b>	<p>Weet ik niet.  Niet van toepassing.  Degenen met inhoudelijke kennis hierover zullen waarschijnlijk min of meer de zelfde mening als de experts hebben.  Weet ik niet.  Ik vermoed dat hier verschillend tegen aan gekeken wordt door bv. boeren dan door bv. hydrologen.  Men zal het eens zijn met deze aanname omdat je er in een fysisch model als AMIGO-WOFOST-SMAT-SUMO eenvoudig weg niets mee kunt.  Zie vorige punt  Stakeholders denken hier verschillend over: Idem als hiervoor.</p>
<b>Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker</b>	<p>Weet ik niet.  Niet van toepassing.  Belangrijke driver achter gewasopbrengst mogelijk wat beïnvloed door hoe men over het belang van de invloed van deze aanname denkt.  Een dergelijke aanname is altijd in het belang van de onderzoeker, want deze vergroot de kans op meer onderzoek.  Geen idee.  Er is geen andere keuze dan deze aanname te maken.  Voor onderzoeker is onzekerheid hierover bepalender dan visie/belangen.  Niet gevoelig. De keuze van deze aanname geen andere strategische achtergrond heeft dan een pragmatische: eerste zorg was het operationeel krijgen van het modelinstrumentarium, en niet zozeer over de voorspelwaarde van de uitkomsten. Hanteren van deze aanname biedt in elk geval ook een adequate mogelijkheid om een tentatieve indruk te krijgen van verschillen in de gewasopbrengsteffecten van verschillende klimaatscenario.</p>
<b>Invloed op resultaat</b>	<p>Ook hier weet ik het niet goed, maar verbeterde teelttechnieken zullen wel van invloed zijn op de uitkomsten.  De invloed zal in het Baakse beek-gebied beperkt zijn, omdat de huidige yield gap beperkt is.  WOFOST neemt alleen de invloed van irrigatie en bijv. zaaidatum, cultivarkeuze mee en het berekend niet de actuele opbrengsten. Ik weet eigenlijk niet zeker of daarna nog een factor voor het schatten van de actuele opbrengsten wordt toegepast. Ik ging er eigenlijk vanuit dat dit niet het geval is.  Binnen W+ kan aanpassing van irrigatie een aanzienlijke invloed hebben.  Ook aanpassing van cultivars en zaaidatum kan een redelijke invloed hebben op de opbrengsten bij beide klimaatscenario's.  Volgens mij valt het effect wel mee. Er wordt al uitgegaan van redelijk optimale omstandigheden.</p>



	<p>Durf ik dus niet te zeggen (zie opmerkingen bij plausibiliteit).          Uiteindelijk zullen de innovaties hoogstwaarschijnlijk leiden tot hogere gewasopbrengsten.          Werkt door voor landbouwopbrengst, niet/nauwelijks daar buiten.          Zie eerdere opmerkingen: productie in Nederland is al vrij hoog.          Sterke invloed, afhankelijk van hoe sterk technologische innovaties en educatie zullen uitwerken op gebruik van andere teeltmethoden.</p>
--	---

Tabel 16: Overwegingen bij en motivaties voor scores van respondenten voor aanname CH

**Aanname BC: Doorlaatbaarheid ondergrond te homogeen in model**

Aanname BC: De doorlaatbaarheid van de ondergrond (Kh en Kv) is in het AMIGO model zodanig beschreven dat deze homogener is dan deze in werkelijkheid is.

Criteria		Aantal experts dat score 4,3,2,1 of 0 gaf						mediaan van de score
		4	3	2	1	0		
<b>a. Invloed situationele beperkingen</b>	Geen beperkingen	0	1	3	10	0	Volledig beïnvloed	1
<b>b. Plausibiliteit</b>	Zeer plausibel	1	5	4	2	2	Speculatief	2
<b>c. Keuzeruimte</b>	Geen alternatieven	2	4	6	0	1	Zeer ruime keus aan alternatieven	2
<b>d. Overeenstemming onder experts</b>	Volledige overeenstemming	1	7	4	2	0	Zeer controversieel	1
<b>e. Overeenstemming onder stakeholders</b>	Volledige overeenstemming	1	2	7	0	0	Zeer controversieel	2
<b>f. Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker</b>	Niet gevoelig	3	5	4	2	0	Zeer gevoelig	3
<b>g. Invloed op resultaat</b>	Verwaarloosbare invloed	0	5	5	3	0	Sterke invloed op eindpunten rekenketen	2

Tabel 17: Karakterisering aanname BC De middelste kolommen geeft steeds het aantal respondenten dat score 4, 3, 2, 1 respectievelijk 0 gaf. n=18 respondenten.

Criterion	Motivaties voor gegeven score
<b>Invloed situationele beperkingen</b>	<p>Valt geheel buiten mijn kennis, niet ingevuld.          Gemiddelde data zijn beschikbaar en dat is voor regionale studies meestal voldoende.          Weinig data?          Geen lokale waarnemingen beschikbaar (?)          Waarschijnlijk te weinig gegevens beschikbaar om meer heterogeniteit mee te nemen (of er moet gewoon een soort ruis over de gegevens)</p>



	<p>"gelegd" worden).</p> <p>Lijkt me gebrek aan gegevens</p> <p>De enige manier om hier meer over te weten te komen is de hele bodem in kaart brengen, waarmee je in feite ook alles verstoort ('meten is verstoren'). Dit is verder een serieus probleem in termen van geld en mankracht. Je zou wellicht een stuk bodem kunnen omploegen om te homogeniseren en vergelijken met het veld ernaast...</p> <p>Kh en Kv kunnen in principe op zeer gedetailleerde wijze in het model worden gezet (25x25 meter), het is puur het gebrek aan data waarom dat niet gebeurt. Data is dus beperkende factor.</p> <p>Er is altijd meer lokaal bekend, maar dat kost veel (hand)werk om in het model te verwerken.</p> <p>Detailinformatie over de ondergrond is niet beschikbaar.</p> <p>In belangrijke mate: Gegevens en tijd ontbraken om op verfijndere schaal een verantwoord beeld van doorlatendheidseigenschappen te kunnen geven. Keuze is compromis tussen haalbaarheid en betrouwbaarheid</p> <p>Er was geen budget / tijd voor koppeling NL3D en AMIGO en vervolgens uitvoeren grondwaterkwaliteitsmodellering.</p>
<p><b>Plausibiliteit</b></p>	<p>Gemiddelde data zijn beschikbaar en dat is voor regionale studies meestal voldoende, maar kan niet anders?</p> <p>Doorlaatbaarheid is zeker variabel.</p> <p>Gezien de praktische beperkingen.</p> <p>Dit kan de integrale doorlatendheid behoorlijk beïnvloeden.</p> <p>Ik denk dat in veel gevallen de bodem ook weer niet zo heterogeen is als we vaak denken, omdat regenwormen ook flink bezig kunnen zijn met het ploegen van de bodem (ik heb eens gelezen dat regenwormen in 3 jaar tijd een akker omploegen, en dan ook diepere lagen).</p> <p>De bodemparameters als Kh zijn vaak met laboratoriumproeven bepaald, wat in feite een heel onnatuurlijke setting is. Ter vergelijking: cellen in vitro en in vivo kunnen ook als dag en nacht verschillen. Ik durf wel te zeggen dat dit voor bodem ook een beetje geldt: de bodem in het lab en in het veld zouden best eens behoorlijk in eigenschappen kunnen verschillen, o.m. door weersinvloed, vegetatie-interacties, en bodembiota.</p> <p>Het is bekend dat de ondergrond veel heterogener is dan in het model is aangenomen.</p> <p>Variabiliteit ondergrond iha. behoorlijk groot.</p> <p>Als eerste serieuze uitwerking is keuze aanvaardbaar, met name in de context van dit pilot-project. In toekomst zou eventueel nader gekeken kunnen worden of er ook op verfijndere schaal gebruik kan worden gemaakt van bijv. GeoTOP.</p> <p>Effect vooral van belang bij grondwaterkwaliteitsmodellering, maar dat was geen parameter voor koppeling met effectmodulen.</p>
<p><b>Keuzeruimte</b></p>	<p>Beschikbare data zijn bepalend.</p> <p>Statistische modellen.</p> <p>Zie bij de eerste vraag.</p> <p>Weet ik niet.</p>



	<p>Als dit bekend is, moet dit volgens mij meegenomen kunnen worden. Het concept van een modellentrein en een sterke voorkeur voor een specifiek model beperkt de bewegingsruimte om een dergelijke exercitie te doen enorm.</p> <p>Er zijn natuurlijk andere keuzes te maken, maar die maken je model wel snel veel complexer, en ik denk dat de data-ondersteuning daarvoor meestal ontbreekt.</p> <p>Vanwege gebrek aan data en overigens ook rekencapaciteit (bij calibratie) is het momenteel niet mogelijk de ondergrond gedetailleerder in het model te brengen.</p> <p>TNO beschikt over alternatieve technieken/datasets die beter zijn. Onbekend of deze hier ook daadwerkelijk zijn ingezet.</p> <p>Zeer beperkt aantal alternatieven: Ik ken het kennisveld onvoldoende om een indruk te hebben van hoeveel (verdedigbare) alternatieven er in korte tijd operationeel voorhanden zijn.</p> <p>Volgens mij is er niets anders wat snel operationeel is te maken.</p>
<b>Overeenstemming onder experts</b>	<p>Beschikbare data zijn bepalend.</p> <p>Mate van variabiliteit moet worden bepaald over de beperkte hoeveelheid gegevens en dus dat deze aanname eigenlijk wel gemaakt moet worden.</p> <p>Weet ik niet</p> <p>Ik vermoed dat er enig verschil van mening is tussen wat ik hier roep en wat anderen ervan vinden...</p> <p>Voor regionale studies als deze wordt het huidige detailniveau als aanvaardbaar beschouwd.</p> <p>Zie eerdere opmerkingen.</p> <p>Experts denken hier verschillend over: Ik denk dat de meeste experts het er over eens zullen zijn dat de aannames wat betreft homogeniteit voor beschrijvingen van processen op hetzelfde schaalniveau niet per se goed te noemen zijn. maar dat het voor een illustratieve pilot om de werkzaamheid van een modellenketen te toetsen alleszins acceptabel is om deze te hanteren</p>
<b>Overeenstemming onder stakeholders</b>	<p>Niet van toepassing.</p> <p>Degenen met inhoudelijke kennis denken er waarschijnlijk wel min of meer hetzelfde over als de experts.</p> <p>Weet ik niet.</p> <p>Geen idee.</p> <p>Voor regionale studies als deze wordt het huidige detailniveau als aanvaardbaar beschouwd.</p> <p>Vooral drinkwaterleidingbedrijven vinden dat te weinig rekening wordt gehouden met de kennis en gegevens die zijn hebben van de bodemopbouw in hun wingebieden stakeholders zullen hierover niet of nauwelijks een mening hebben.</p> <p>Ik weet niet hoe stakeholders hierover denken. Vermoedelijk zullen ze ook wel hun bedenkingen tegen deze aanname hebben.</p>
<b>Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker</b>	<p>Niet van toepassing.</p> <p>Vooral door praktische beperkingen (beperkte gegevens).</p> <p>Een dergelijke aanname is altijd in het belang van de onderzoeker, want</p>



	<p>deze vergroot de kans op meer onderzoek.          Ik denk dat veel onderzoekers dit probleem of altijd verwaarlozen of altijd op dezelfde manier proberen te tackelen. Ik verwacht dus weinig maatwerk hierbij.          De keuze is in mijn geval duidelijk beïnvloed door mijn visie!          Aannee vloeit m.n. voort uit gebrek aan data onderzoeker is zich hiervan terdege bewust maar heeft vaak geen betere datasets bij de hand. Niet gevoelig. De keuze van deze aanname geen andere strategische achtergrond heeft dan een pragmatische: eerste zorg was het operationeel krijgen van het modelinstrumentarium, en niet zozeer over de voorspelwaarde van de uitkomsten.</p>
<p><b>Invloed op resultaat</b></p>	<p>Gemiddelde data zijn beschikbaar en dat is voor regionale studies meestal voldoende.          Ik kan niet goed beoordelen hoe groot het effect op het eindresultaat is. Ik vermoed groter voor ecosystemen dan voor landbouw.          Weet ik niet.          AMIGO bepaalt in grote mate de totale waterbalans.          Ik denk dat de vegetatie die op de bodem staat eigenlijk meer bepalend is voor de waterhuishouding dan de doorlaatbaarheid van de bodem.          Immers, het water moet eerst 'langs de vegetatie' voor het dieper in de bodem komt. Voor akkers geldt dit minder, maar die worden vaak weer geploegd, wat weer homogeniserend werkt.          Het is waarschijnlijk dat de "gehomogeniseerde" ondergrond een grote onzekerheid introduceert in de hydrologie van de bovengrond en het effect van klimaatveranderingen hierop werkt in alles door. Als geohydroloog heb ik veel ervaring hoe groot het effect in de regel is.          Geaggregeerde resultaten (bv. stroomgebiedsniveau) zullen hierdoor beperkt worden beïnvloed. Lokaal kunnen de invloeden hiervan op de rekenresultaten (grondwaterstanden, drainage) aanzienlijk zijn.          Substantiele invloed,: Het kan sterke invloed hebben op moment dat er preferente stroombanen, lekken zijn en heterogeniteiten zijn die gemist worden, met name voor waterkwaliteitsissues. Ook voor waterbeschikbaarheid in wortelzone kan het van belang zijn of de doorlatendheden van de voedende lagen goed beschreven zijn.          Mogelijk relevant bij standplaatsmodellering (pH voor SMART2SUMO2-NTM). Echter, invoerdata ook niet OK.</p>

Tabel 18: Overwegingen bij en motivaties voor scores van respondenten voor aanname BC

**Aannee DB: Aggregatie van dagwaarden Amigo-hydrologie naar jaargetal mineralisatiereductie voor SMART2/SUMO2**

Aannee DB: Tussen AMIGO en SMART zit een voor het koppelen van de modellen noodzakelijke extra aggregatiestap waarin per dag de mineralisatie reductie factor wordt berekend voor de invloed van vocht en pH op de mineralisatie van nutriënten uit humus. Per gridcel worden deze daggegevens voor vocht uit AMIGO gecombineerd met een jaargemiddelde pH uit SMART2 om per dag de mineralisatiereductiefactor te berekenen. Die wordt vervolgens geaggregeerd tot een jaargetal voor de mineralisatie reductie factor.



Criteria		Aantal experts dat score 4,3,2,1 of 0 gaf						mediaan van de score
		4	3	2	1	0		
a. Invloed situationele beperkingen	Geen beperkingen	0	1	5	4	1	Volledig beïnvloed	2
b. Plausibiliteit	Zeer plausibel	0	2	5	4	0	Speculatief	2
c. Keuzeruimte	Geen alternatieven	1	1	7	1	0	Zeer ruime keus aan alternatieven	2
d. Overeenstemming onder experts	Volledige overeenstemming	0	3	5	2	0	Zeer controversieel	2
e. Overeenstemming onder stakeholders	Volledige overeenstemming	0	1	6	1	0	Zeer controversieel	2
f. Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker	Niet gevoelig	1	3	3	4	0	Zeer gevoelig	2
g. Invloed op resultaat	Verwaarloosbare invloed	0	3	6	0	0	Sterke invloed op eindpunten rekenketen	2

Tabel 19: Karakterisering aanname DB De middelste kolommen geeft steeds het aantal respondenten dat score 4, 3, 2, 1 respectievelijk 0 gaf. n=11 respondenten.

Criterion	Motivaties voor gegeven score
Invloed situationele beperkingen	<p>Er is geen geld voor om dit te verbeteren. Het is ook een keuze, als we bijvoorbeeld naar maandberekeningen zouden willen gaan met SMART2 kost dat rekentijd en moeten andere processen worden ingebouwd. De doelstelling van SMART en ook SUMO komen dan onder druk, namelijk snel landelijk te kunnen rekenen. Snellere computers zouden dit kunnen oplossen, maar dan blijven nog wel de conceptuele problemen met de verandering van jaarbasis naar maand (of dag) basis modelleren. Deze aanpak zal voor een regionale studie goed genoeg zijn. Onbekend.</p> <p>Zit nu waarschijnlijk niet in de modellen en/of weinig kennis over de reactie op intrajaarlijkse fluctuaties.</p> <p>Verschil in tijdsresolutie tussen de modellen.</p> <p>Weer de tijdstap van 1 jaar</p> <p>Vermoedelijk is dit datagebrek...</p> <p>Kan ik niet beoordelen.</p> <p>Weet hier niet het fijne van</p> <p>Geen oordeel.</p> <p>Geen tijd om SMART aan te passen.</p>
Plausibiliteit	SMART2 en SUMO2 zijn gevalideerd en de resultaten laten zien dat modelleren op jaarbasis mogelijk is, afhankelijk van de vraagstelling



	<p>uiteraard.          Deze aanpak zal voor een regionale studie goed genoeg zijn.          Lijkt me een moeilijk te weerleggen/onderbouwen aanname.          Kan ik niet echt beoordelen, maar aanzienlijke fluctuaties binnen het jaar kunnen denkik wel voorkomen. Of dat belangrijk is voor natuur is weer een andere vraag.          Wat is de stelling?          Kan ik eigenlijk niet beoordelen (is invloed binnen relevante range van variatie enigszins lineair of niet?)          Van jaar naar dag, en weer naar jaar?! Klinkt als een 'accident waiting to happen'...          Kan ik niet beoordelen.          Weet hier niet het fijne van.          pH kan gedurende het jaar sterk fluctueren (seizoensfluctuaties) en daarmee het mineralisatieproces beïnvloeden. De vraag is uiteraard wat het effect op natuur zal zijn. Met name het meenemen van seizoensfluctuaties lijkt van belang. --&gt; Seasonal fluctuations in pH are not unusual. They are affected by fertilizer rate, time of fertilizer application, organic matter, and root and bacterial activity as well as soil moisture. The pH is usually lower during the summer and early fall and then increases as the soil moisture increases. The reduction in soil pH during this time is generally attributed to soil drying, root and bacteria activity, and nitrification of nitrogen fertilizers. Nitrogen fertilizers containing ammonium are changed to nitrate (nitrified); this process releases acidity (hydrogen ions). The roots and bacteria in the soil produce carbon dioxide that temporarily lowers the pH during the height of their activity. The salts in the soil (natural and added as fertilizers) can concentrate near the soil surface as the soil dries and displace hydrogen ions (acidity) from the cation exchange complex into the soil solution that also lowers the pH. This process is reversed as the soil moisture increases.          Mineralisatie is nu onderschat. Heeft ook effect op berekende pH.</p>
<p><b>Keuzeruimte</b></p>	<p>Op het ogenblik is er nog steeds de keus of seizoensmodellering op dag basis, maar dan voor weinig sites of veel sites overeen lange periode. Er is volgens mij geen model dat beide combineerd.          Je zou de mineralisatiefactor per dag kunnen toepassen om een wat betrouwbaar jaarlijkse mineralisatie te krijgen. Maar gezien de onzekerheidsrange van de mineralisatie per jaar is dit misschien niet erg nuttig.          Waarschijnlijk kost het veel tijd om iets anders in de modellen in te bouwen.          Het alternatief is andere reductiefunctie op basis van GVG (nog minder seizoensinvloed).          Ook hier zal gelden dat implementatie tijdrovend is. Noodzaak zal eerst moeten worden aangetoond.          Het probleem is wel: wat moet je anders? Daarvoor zou ik me meer in die koppeling moeten verdiepen. Toch zullen er andere opties zijn...</p>



	<p>Kan ik niet beoordelen.          Weet hier niet het fijne van.          Geen oordeel, ken het modelleringsveld hierin onvoldoende goed.          CENTURY is een optie, maar internationaal zijn er meerdere opties.</p>
<b>Overeenstemming onder experts</b>	<p>Je zou de mineralisatiefactor per dag kunnen toepassen om een wat betrouwbaar jaarlijkse mineralisatie te krijgen. Maar gezien de onzekerheidsrange van de mineralisatie per jaar is dit misschien niet erg nuttig.          Kan ik niet beoordelen.          Durf ik niet te zeggen.          Kan ik niet beoordelen.          Weet hier niet het fijne van.          Ik vermoed dat de meeste experts wel zullen beoordelen dat pH fluctuaties van belang kunnen zijn bij mineralisatie beschrijving.          Verwacht controverser hierover. Er ligt geen analyse waarin impact wel / niet jaargemiddelde is gekwantificeerd.</p>
<b>Overeenstemming onder stakeholders</b>	<p>Weet ik niet.          Niet van toepassing.          Kan ik niet beoordelen.          Durf ik niet te zeggen.          Kan ik niet beoordelen.          Weet hier niet het fijne van.          Ik vermoed dat ook stakeholders, bij juiste voorlichting, zullen onderkennen dat pH fluctuaties kunnen optreden.          Evident dat grondwaterstand een effect heeft op mineralisatie.          Inschatten grootte effect is een ander verhaal.</p>
<b>Gevoeligheid voor visie en belangen onderzoeker</b>	<p>Verandering vergt waarschijnlijk andere modellen, en dat is niet iets waar we in eerste instantie op zitten te wachten, dus niet of nauwelijks gevoelig.          Niet van toepassing.          Inschatting van een leek.          Kan ik niet beoordelen.          Een dergelijke aanname is altijd in het belang van de onderzoeker, want deze vergroot de kans op meer onderzoek.          Ik kan me voorstellen dat iemand hier denkt: \"waarom doe je dit überhaupt?\" Mineralenreductie hangt toch ook van andere zaken af: biotische activiteit, in- en uitstroom van nutriëntenrijk of -arm water, temperatuur, ...          Kan ik niet beoordelen.          Weet hier niet het fijne van.          Ik denk dat de keuze vooral pragmatisch bepaald is.          Belangen Alterra.</p>
<b>Invloed op resultaat</b>	<p>Moeilijk te zeggen, maar het heeft uiteraard wel invloed, want het is een conceptueel probleem.          Kan invloed hebben op de mineralisatie en daarmee op de nutriëntenbeschikbaarheid en daarmee op de natuurontwikkelingsmogelijkheden.</p>





	<p>Kan ik niet beoordelen. Het alternatief wordt ook doorgerekend. Durf ik even niet te zeggen. Je moet je overigens afvragen of dit een limiterende factor is voor gewasopbrengst of natuurontwikkeling, i.e., is dit nou een belangrijke component voor de toepassing? Kan ik niet beoordelen. weet hier niet het fijne van, kan deze vragen eigenlijk niet beantwoorden Weet niet. Kan ik onvoldoende beoordelen. Zal afhangen van hoe sterk verschillend de jaarlijkse pH waarden zijn van de waarden in perioden waarin groei het meest kritisch is. (Onbekende) impact op berekende pH en N mineralisatie.</p>
--	--

*Tabel 20: Overwegingen bij en motivaties voor scores van respondenten voor aanname DB*



### **Bijlage 3**

#### **Bestudeerde documenten bij de samenstelling van de groslijst aannames**

De volgende documenten zijn bestudeerd bij het samenstellen van de groslijst van aannames.

Voor wat betreft de deelrapporten van het NMDC-Innovatieproject van kritische zone tot kritische onzekerheden ging het steeds om de 23 december 2011 versies conceptrapporten.

Bakker, A. en J. Bessembinder, 2012. Integraal Waterbeheer – kritische zone & onzekerheden. NMDC Innovatieproject, deelresultaat referentie meteo

Bakker, A.M.R. en J.J.E. Bessembinder, 2012. Time series transformation tool: description of the program to generate time series for the future for the KNMI'06 climate scenarios. Technisch rapport TR-326. KNMI, De Bilt.

Bessembinder, J., A. Bakker, R. Leander and A. Feijt, 2011. Time series transformation tool: development and use in CCsP projects. Eindrapport Klimaat voor Ruimte project COM28, KvK.

Bessembinder, J., 2012. Uncertainties in climate variables: sources and relevance. NMDC report.

Van Ek (ed) NMDC-Innovatieproject van kritische zone tot kritische onzekerheden: case studie Baakse Beek

Geertsema W., H. Runhaar, T. Spek, E. Steingröver en J.P.M. Witte (2011). Klimaatadaptatie droge rurale zandgronden – Gelderland. Kennis voor Klimaat rapportnummer KvK/034/2011.

Gommes, R. 1998. FAO-WMO Roving Seminar on Crop-Yield Weather Modelling. Lecture notes and exercises.

Groot, A., E. van Baaren, S. Werners & R. van Ek., 2012. NMDC kritische zone en onzekerheden, werkpakket 1 stakeholderanalyse. NMDC innovatieproject – Integraal waterbeheer, van kritische zone tot kritische onzekerheden.

Schipper, P., van Geer, F., Wamelink, W., Mol, J., Groot, A., Van Ek., R., Oude Essink, G., Van Baaren, E., Kroes, J., Supit, I., Simmelink, E., Janssen, P. en Bessembinder, J., 2011 Integraal Waterbeheer - van Kritische Zone tot Kritische Onzekerheden NMDC-Innovatieproject. Plan van Aanpak versie 14 maart 2011

Sluiter, R. 2011. Dataset Release Notes, 18-10-2011, KNMI.

Van der Linden, W., Berendrecht W., Veldhuizen, A., Massop H., Blonk, A., Heuven, A. en Zaadnoordijk W.J., 2008. Amigo Actueel Model Instrument Gelderland Oost. Dletares/TNO rapport 2008-U-R0749/A.

Wamelink, G.W.W., L.M.W. Akkermans, D.J. Brus, G.B.M. Heuvelink, J.P. Mol-Dijkstra, E.P.A.G. Schouwenberg, 2011. Uncertainty analyses of SMART2-SUMO-P2E-MOVE4. The Nature planner soil and vegetation model chain. Wageningen, WOT Natuur en Milieu, WOTrapport 108



## ***Bijlage 4***

### **Lijst bevraagde experts voor de samenstelling van de groslijst aannames**

De volgende personen zijn geïnterviewd voor het samenstellen van de groslijst van aannames:

- Janette Bessembinder (KNMI Klimaatreeksen)
- Alexander Bakker (KNMI Klimaatreeksen)
- Remco van Ek (AMIGO)
- Wieger Wamelink (SMART2-SUMO2)
- Janet Mol (SMART2-SUMO2)
- Iwan Supit (WOFOST)



## ***Bijlage 5***

### **Lijst van respondenten voor de prioritering en karakterisering van de aannames**

De volgende personen hebben deelgenomen aan het selecteren van de top 10 van aannames (\*) en/of aan het beoordelen van de pedigree scores van de groepstop-10 van aannames.

- Alexander Bakker (KNMI)\*
- Janette Bessembinder (KNMI)\*
- Patrick Bogaart (WUR)\*
- Jerry van Dijk (UU Copernicus Instituut)
- Remco van Ek (Deltares)\*
- Marta Faneca (Deltares)
- Bart van den Hurk (KNMI en UU IMAU)\*
- Gijs Janssen (Deltares) \*
- Peter Janssen (PBL) \*
- Joop Kroes (WUR) \*
- Janet Mol (WUR) \*
- Gualbert Oudeessink (Deltares)
- Pytrik Reidsma (WUR)\*
- Peter Schipper (WUR)\*
- Robert Smit (WUR)\*
- Ab Veldhuizen (WUR)\*
- George van Voorn (WUR)\*
- Wieger Wamelink (WUR)\*
- Joost Wolf (WUR)\*