

Waterretentie- en doorlatendheids- karakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks

Update 2018

M. Heinen, G. Bakker, J.H.M. Wosten

Waterretentie- en doorlatendheids-karakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks

Update 2018

M. Heinen, G. Bakker, J.H.M. Wösten

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Kennisbasis onderzoekthema 'Additionele kennisbasismiddelen, modellen' (projectnummer KB-33-001-021).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, januari 2020

Gereviewd door:

Jos van Dam, universitair hoofddocent, Bodemfysica en Landbeheer,
Departement Omgevingswetenschappen, Wageningen Universiteit

Akkoord voor publicatie:

Mirjam Hack-ten Broeke, teamleider Bodem, Water en Landgebruik,
Wageningen Environmental Research

Rapport 2978
ISSN 1566-7197

Heinen, M. G. Bakker, H. Wosten, 2020. *Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks; Update 2018*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2978. 78 blz.; 6 fig.; 4 tab.; 22 ref.

Stapsgewijs is in het verleden de Staringreeks ontwikkeld, waarbij sinds 2001 voor alle achttien bovengronden en achttien ondergronden gemiddelde waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken beschikbaar waren. De reeks geeft een landelijke dekking van bodemhorizonten voor alle op de Bodemkaart van Nederland schaal 1:50 000 onderscheiden bodemeenheden. In de periode 2012-2018 zijn in totaal 167 nieuwe monsters verzameld in het kader van BIS-Nederland (Bodemkundig Informatie Systeem) en de Basisregistratie Ondergrond (BRO). Samen met de oude reeks gebaseerd op 832 monsters is hiermee een (gewogen) update van de Staringreeks 2018 gerealiseerd. Het betreft alleen de update van de tabelvorm en de klasse-vertaalfuncties.

In 2001 the first complete database of soil physical properties, water retention and hydraulic conductivity, of 18 top soils and 18 subsoils of the Netherlands was published. This database, known as the Staring series, provides a full coverage of soil horizons for all of the soil units on the Dutch soil map 1:50 000. In the period 2012-2018 new soil samples have been added to the database and an update of the mean retention and conductivity parameters has been realized: Staring series, update 2018.

Trefwoorden: bodemfysische karakteristieken, doorlatendheidskarakteristiek, Mualem – van Genuchten vertaalfuncties, Staringreeks, waterretentiekarakteristiek

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/512761> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar ‘Wageningen Environmental Research’ in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekkt geen gedrukte exemplaren van rapporten.

CC license CC-BY 4.0

2020 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Inhoud

Verantwoording	5
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Werkwijze	12
2.1 Theorie	12
2.1.1 Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken	12
2.1.2 RETC	13
2.1.3 Karakteristieke kenmerken	13
2.2 Werkwijze en beschikbare monsters	14
2.2.1 Klasse-vertaalfuncties	14
2.3 Continue vertaalfuncties	18
3 Resultaten	19
3.1 Verificatie methodiek	19
3.2 Klasse-vertaalfuncties	19
3.3 Karakteristieke kenmerken	24
4 Richtlijn voor gebruik	27
Literatuur	30
Bijlage 1 Aanvullende karakteristieke kenmerken	32
Bijlage 2 Verificatie methodiek	35
Bijlage 3 Individuele en gemiddelde karakteristieken	38
Bijlage 4 Klasse-vertaalfuncties 1987, 1994, 2001, 2018	51
Bijlage 5 Mualem-Van Genuchten-parameters voor alle monsters	64

Verantwoording

Rapport: 2978

Projectnummer: 5200045194

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van onze eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het heeft beoordeeld,

functie: universitair hoofddocent

naam: Jos van Dam

datum: 13-12-2019

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Mirjam Hack-ten Broeke

datum: 13-12-2019

Woord vooraf

In 1987 is de Staringreeks voor het eerst uitgebracht en vervolgens in 1994 en 2001 uitgebreid en bijgewerkt waarbij veranderingen onder meer het gevolg waren van toevoegen van nieuwe monsters aan het totaal. In de periode 2001-2011 zijn relatief weinig monsters verzameld en toegevoegd. Sinds 2012 is hierin verandering gekomen door de implementatie van bodemfysische gegevens in BIS-Nederland (Bodemkundig Informatie Systeem) en naar verwachting vanaf 2021 ook in de BRO (Basisregistratie Ondergrond). De data zullen via BRO (PDOK) voor iedereen beschikbaar komen vanaf na verwachting 2021; de nieuwe data zijn wel reeds in rapportvorm beschikbaar (Bakker et al., 2019; WOt Technical report 149). Dataverzameling voor de BRO blijft een lopende verplichting, en de verwachting is dat nog veel monsters volgen. Nu er bijna 170 nieuwe monsters uit de periode 2012-2018 beschikbaar zijn, is het tijd om een update van de Staringreeks uit te brengen. Dit is gedaan volgens dezelfde werkwijze als die van de voorgaande Staringreeks. De update van de Staringreeks is geen BRO-activiteit. De onderhavige update is tot stand gekomen via eigen middelen: Kennis Basis onderzoekthema 'Additionele kennisbasismiddelen, modellen' (projectnummer KB-33-001-021; WENR). Wij danken Jos van Dam (Wageningen Universiteit) en Mirjam Hack-ten Broeke (WENR) voor hun review van het rapport.

Samenvatting

Stapsgewijs is in het verleden de Staringreeks ontwikkeld, waarbij sinds 2001 voor alle achttien bovengronden en achttien ondergronden gemiddelde waterretentie- en doorlatendheids-karakteristieken beschikbaar waren. Hiermee was in principe een landelijke dekking van bodemhorizonten beschikbaar voor alle op de Bodemkaart van Nederland schaal 1:50 000 onderscheiden bodemeenheden. Omdat sommige bouwstenen relatief weinig monsters bevatten en omdat bij meetprotocollen en dataverwerking van verschillende monsters uit het verleden twijfel bestond over de bruikbaarheid en betrouwbaarheid, is besloten om nieuwe monsters aan de database toe te voegen en die op een verbeterde en gestandaardiseerde wijze te meten en te verwerken. In de periode 2012-2018 zijn gedetailleerde hydrofysische gegevens van in totaal 167 nieuwe monsters verzameld. Samen met de oude reeks van 832 monsters is daarmee een update van de Staringreeks gerealiseerd: Staringreeks 2018.

De update is volgens dezelfde werkwijze uitgevoerd als de vorige Staringreeks. De werkwijze is geverifieerd door vast te stellen dat de bestaande Staringreeks 2001 kon worden gereproduceerd. Vervolgens is de nieuwe Staringreeks 2018 afgeleid. Het betreft hier alleen de zogenaamde tabelvorm en de klasse-vertaal functies volgens Mualem-Van Genuchten. Omdat van de oude monsters vaak geen korrelgrootteverdelingen beschikbaar zijn en het aantal nieuwe monsters te gering is, is besloten om geen continue (pedotransfer) vertaal functies af te leiden.

Voor de Staringreeks 2018 gelden dezelfde richtlijnen voor juist gebruik als omschreven bij de Staringreeks 2001.

De Staringreeks 2018 bevat, evenals de vorige Staringreeks, gemiddelde functies van meerdere monsters uit een bodemklasse. Gedetailleerde, monster-specifieke gegevens zijn terug te vinden in BIS-Nederland en in de nabije toekomst in BRO.

1 Inleiding

Voor het beheer en de monitoring van transport van water en opgeloste stoffen in bodems worden gedetailleerde modellen gebruikt die beschrijven hoe het transport in en door bodems verloopt. Hydrologische modellen worden gebruikt om neerslag te verdelen over run-off en infiltratie en om evapotranspiratie te berekenen. Gekoppelde bodem-gewasmodellen worden gebruikt om effecten van maatregelen of klimaatverandering op gewasproductie te berekenen of te voorspellen. Modellen zijn inmiddels onmisbare instrumenten in het onderzoek naar de kwantificering en integratie van de belangrijkste fysische, chemische en biologische processen in de onverzadigde zone van de bodem. Tegelijkertijd leidt het gebruik van deze modellen tot het groeiende besef dat de toepassing en voorspellingskracht van modellen in belangrijke mate afhankelijk zijn van de beschikbaarheid van voldoende invoergegevens van goede kwaliteit. In dit verband zijn vooral de bodemfysische karakteristieken van de bodem sleutelgrootheden (Van Genuchten et al., 1997).

In 1986/1987 is besloten om "... een standaard reeks van bodemfysische karakteristieken ... [af te leiden] ... die de huidige stand weergeeft van de bodemfysische kenschetsing van Nederlandse gronden." (Wosten et al., 1986/1987). Deze reeks heeft de naam Staringreeks gekregen. In de Staringreeks worden 36 unieke bouwstenen onderscheiden: 18 bovengronden en 18 ondergronden. De Staringreeks beschrijft per bouwsteen wat het 'gemiddelde' watervasthouwend vermogen en wat de 'gemiddelde' doorlatendheid voor de betreffende bouwsteen is. De toekenning van een Staringreeks-bouwsteen aan bodemprofiellagen waar de monsters vandaan komen, gebeurt via het lutum- of leemgehalte, het organische stofgehalte en de mediaan van de zandfractie volgens een klassenindeling grotendeels zoals gebruikt bij de bodemclassificatie. In 1987 waren nog niet voor alle 36 bouwstenen (voldoende) gegevens beschikbaar. Daarom zijn later updates van de Staringreeks verschenen (Wosten et al., 1994; 2001). In de jaren 2000-2010 werden minder bodemonsters in het lab doorgemeten, maar sinds 2012 worden in het kader van BIS-Nederland en recent in het kader van de Basis Registratie Ondergrond (BRO) jaarlijks structureel monsters doorgemeten. De gegevens voor de BRO worden volgens een wettelijke verplichting vastgesteld en zullen daarom openbaar gemaakt worden (Bakker et al., 2018; 2019).

Omdat in de periode 2012-2018 voor een groot aantal nieuwe monsters aanvullende metingen beschikbaar zijn gekomen, ligt het voor de hand om een update van de Staringreeks vast te leggen, waarbij we ervan uitgaan dat meer gegevens ook tot een verbetering van de Staringreeks leidt. Sinds 2012 zijn de metingen en de uitwerkingen van de meetgegevens gestandaardiseerd uitgevoerd. De metingen en uitwerkingen daarvan voor de oude monsters (alle vorige eeuw) zijn uitgevoerd met verschillende meetmethodes en het is niet digitaal vastgelegd op welke wijze de dataverwerking precies heeft plaatsgevonden. Verzandvoort et al. (2012) lieten zien dat voor een groot aantal van de oude monsters twijfel over de bruikbaarheid en betrouwbaarheid bestond. Dat was mede aanleiding tot verdere standaardisering van de meetmethode en dataverwerking en aanleiding voor het doormeten van nieuwe monsters. Nieuwe monsters zijn voor een groot deel gericht gezocht volgens de werkwijze die werd geadviseerd door Knotters et al. (2011).

In principe ligt het voor de hand om de (toekomstige) Staringreeks volledig te baseren op nieuwe monsters. Omdat op dit moment nog onvoldoende nieuwe monsters per bouwsteen beschikbaar zijn, wordt in deze studie nog een mengvorm van oude en nieuwe monsters gehanteerd.

Hoofdstuk 2 beschrijft de werkwijze, hoofdstuk 3 geeft de resultaten van de update en in hoofdstuk 4 wordt kort stilgestaan bij de richtlijnen voor gebruik en wordt een voorbeeld gegeven van de mogelijke impact van veranderde bodemfysische eigenschappen op modeluitkomsten.

2 Werkwijze

2.1 Theorie

2.1.1 Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken

De waterretentiekarakteristiek volgens Van Genuchten (1980) wordt geschreven als:

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{\left(1 + |\alpha h|^n\right)^m} \quad (1)$$

Alle symbolen die in dit rapport worden gebruikt, staan toegelicht in Tabel 1. De waterdoorlatendheidskarakteristiek volgens Mualem (1976; zie ook Van Genuchten, 1980) onder de voorwaarde dat $m = 1 - 1/n$ wordt geschreven als:

$$K(h) = K_s \frac{\left(\left(1 + |\alpha h|^n\right)^m - |\alpha h|^{n-1}\right)^2}{\left(1 + |\alpha h|^n\right)^{m(\lambda+2)}} \quad (2)$$

Op deze manier zijn de waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken geformuleerd door een set van zes parameters: (θ_r , θ_s , α , n , λ , K_s) (NB: $m = 1 - 1/n$).

Tabel 1 Toelichting en dimensie van de symbolen gebruikt in dit rapport.

Parameter	Uitleg	Dimensie
dz	de stapgrootte in z	L
h	drukhoogte	L
n, m	vormparameters; in deze studie hanteren we $m = 1 - 1/n$	dimensieloos
q	opwaartse water fluxdichtheid	$L^3 L^{-2} T^{-1}$
w_1, w_2	weegfactor voor de oude (1) en nieuwe (2) monsters in betreffende bouwsteen; $w_1 = 1 - w_2$	dimensieloos
x	integratie variabele (dummy voor h of z)	L
y	θ of K	$L^3 L^{-3}$ of $L T^{-1}$
y_g	het geometrische gemiddelde van grootheid x per bouwsteen per beschouwde h	$L^3 L^{-3}$ of $L T^{-1}$
z	afstand (tot het grondwater)	L
C	differentiële vochtcapaciteit: $C = d\theta/dh$; $C^* = d\theta/d\ln[h]$ (C^* is dimensieloos)	L^{-1}
K	hydraulische doorlatendheid	$L T^{-1}$
K_s	hydraulische doorlatendheid bij verzadiging	$L T^{-1}$
N	aantal monster per bouwsteen	
N_1, N_2	aantal oude (1) en nieuwe (2) monsters in betreffende bouwsteen	dimensieloos
P	de P -index van Haverkamp et al. (2005)	dimensieloos
S	de S -index volgens Dexter (2004); S is gelijk aan C^* in het buigpunt	dimensieloos
V_1, V_2	het verzadigingstekort behorende bij $h(z)$ profielen waarvoor Z_1 en Z_2 zijn berekend	L
W_1	weegfactor doorlatendheid ten opzichte van waterretentie	dimensieloos
W_g, W_m	gemakkelijk (W_g) en moeilijk (W_m) opneembare water	L
Z_1, Z_2	kritieke stijghoogte bij opwaartse fluxen van, respectievelijk, $q = 0.1 \text{ cm d}^{-1}$ en $q = 0.2 \text{ cm d}^{-1}$	L
α	vormparameter	L^{-1}
λ	vormparameter	dimensieloos
θ	volumetrisch watergehalte	$L^3 L^{-3}$
θ_r	residueel volumetrisch watergehalte (θ voor $h \rightarrow -\infty$)	$L^3 L^{-3}$
θ_s	volumetrisch watergehalte bij verzadiging	$L^3 L^{-3}$
Δz_r	dikte van de wortelzone	L

2.1.2 RETC

De parameters in het Mualem-Van Genuchten-model kunnen eenvoudig vastgesteld worden door deze te fitten op meetgegevens. Hiervoor kan gebruikgemaakt worden van het softwareprogramma RETC (Van Genuchten et al., 1991; Leij et al., 1992). De gebruiker heeft de mogelijkheid om aan te geven welke parameters geoptimaliseerd moeten worden, welke beginschattingen RETC moet gebruiken, op welke wijze de doorlatendheid beschouwd moet worden (lineair, logaritmisch) en welke weegfactor de doorlatendheid heeft ten opzichte van de waterretentie. Tevens kunnen individuele weegfactoren aan de meetpunten meegegeven worden. De optimalisatie van het niet-lineaire probleem vindt plaats via het vinden van de kleinste kwadratische afwijking tussen gefitte en gemeten data, maar via de genoemde instellingen kan de eindoplossing beïnvloed worden.

De feitelijke instellingen zoals gebruikt bij het afleiden van de versies in 1987, 1994 en 2001 zijn onbekend. De enige bekende restrictie is dat θ_r zowel bij de bepaling van de individuele curves per monster als bij de bepaling van de curves van de gemiddelde hydrofysische eigenschappen is vastgelegd op een vaste waarde: 0, 0.01 of $0.02 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$.

In de huidige analyse is gebruikgemaakt van RETC-versie 1985 (source code aangepast voor eenvoudige invoer en berekeningen volledig volgens dubbele precisie) met de volgende standaardinstellingen:

- K data: log-transformatie;
- gelijktijdig fitten waterretentie- en doorlatendheidskarakteristiek;
- beginwaarden voor de parameters: $(\theta_r, \theta_s, \alpha, n, \lambda, K_s) = (0.01, 0.40, 0.02, 2.0, 0.5, 10.0)$
[NB: Parameter m wordt niet gefit, maar is gelijk aan $m = 1-1/n$];
- Weegfactor doorlatendheid ten opzichte van waterretentie: $W_1 = 0.1$ (de doorlatendheid krijgt een tienvoudig lagere weging dan de retentie);
- Weegfactoren individuele monsters: 1.0.

2.1.3 Karakteristieke kenmerken

Bij de oplevering van Staringreeks versie 2001 werden naast de Mualem-Van Genuchten-parameters ook per bouwsteen karakteristieke kenmerken gegeven die aangeven wat de kritieke stijghoogte is. In een latere studie zijn aanvullende kenmerken per bouwsteen vastgesteld. Dat is gedaan om uiteindelijk tot een clustering van bodemprofielen te kunnen komen, zodat een bodemfysische eenhedenkaart (BOFEK) kon worden afgeleid (BOFEK2012; Wösten et al., 2013). In voorliggende studie zijn de volgende aanvullende (stationaire) kenmerken per bouwsteen berekend (zie ook Wösten et al., 2013).

Kritieke stijghoogte of kritieke z-afstand

De kritieke z-afstand is de maximale afstand tussen het grondwater en de onderkant van de effectieve wortelzone, waarover een bepaalde flux nog mogelijk is (Verzandvoort et al., 2012). De kritieke z-afstand wordt berekend door de volgende integraal numeriek te benaderen door stapsgewijs z te verhogen (beginnende bij $z = 0$ en $h = 0$: positie grondwater) totdat de drukhoogte het verwelkingspunt ($h = -16000 \text{ cm}$) bereikt voor een opgelegde water fluxdichtheid q :

$$z(h) = - \int_0^h \frac{K(x)}{K(x) + q} dx \quad (3)$$

De oplossing is numeriek verkregen volgens:

$$h(z) = h(z - dz) - dz \left(\frac{q}{K(h(z - dz))} + 1 \right) \quad (4)$$

De stapgrootte in z was $dz = 2^{-12} \text{ cm}$. In deze studie wordt de kritieke z-afstand berekend voor $q = 0.1 \text{ cm d}^{-1}$ (Z_1 ; cm) en voor $q = 0.2 \text{ cm d}^{-1}$ (Z_2 ; cm).

Verzadigingstekort corresponderend bij kritieke stijghoogte

Uit het verloop van $z(h)$ of $h(z)$, die verkregen is bij de berekening van de kritieke stijghoogte, kan gelijktijdig ook het bijbehorende verzadigingstekort berekend worden:

$$V = \int_0^z (\theta_s - \theta(h(x))) dx \quad (5)$$

Het verzadigingstekort is synoniem aan bergingsvermogen en is gedefinieerd als de hoeveelheid water (uitgedrukt in cm of mm waterschijf) die nodig is om het deel van de bodem dat ligt tussen de onderzijde van de wortelzone en het grondwaterniveau bij kritieke z -afstand in verzadigde toestand te brengen. Hierbij wordt de waterinhoud bepaald uit het drukhoogteprofiel dat hoort bij een capillaire opstijging van 1 of 2 mm/dag en de $h(\theta)$ -relaties van de doorstroomde bodemplagen (Van Diepen et al., 2002; Wösten et al., 2013).

De integraal in Vgl. (5) is numeriek opgelost door bij de berekening van $h(z)$ ook $\theta(h)$ te berekenen en vervolgens te sommeren. In deze studie wordt het verzadigingstekort berekend behorende bij Z_1 (V_1 ; cm of mm) en behorende bij Z_2 (V_2 ; cm of mm).

Beschikbaar water (makkelijk, moeilijk, totaal)

De hoeveelheid water in de wortelzone (Δz_r) die beschikbaar is voor wateropname wordt hier opgedeeld in een deel gemakkelijk opneembaar en een deel moeilijk opneembaar water. Gemakkelijk opneembaar water, W_g (mm), volgt uit de retentiecurve als het verschil in θ bij $h = -100$ cm en $h = -400$ cm:

$$W_g = 10(\theta(h = -100) - \theta(h = -400)) \Delta z_r \quad (6)$$

Moeilijk opneembaar water, W_m (mm), volgt uit het verschil in θ bij $h = -400$ cm en $h = -16000$ cm:

$$W_m = 10(\theta(h = -400) - \theta(h = -16000)) \Delta z_r \quad (7)$$

Het totaal beschikbaar water, W_t , is gelijk aan de som $W_g + W_m$ (mm). In deze studie is $\Delta z_r = 30$ cm.

Bijlage 1 geeft nog enkele aanvullende kenmerken, hier niet nader beschouwd.

2.2 Werkwijze en beschikbare monsters

2.2.1 Klasse-vertaalfuncties

In het verleden is de Staringreeks aangevuld met nieuwe monsters. Voor die uitgebreidere set werden nieuwe klasse-vertaalfuncties afgeleid. Deze werkwijze is ook in voorliggende Staringreeks 2018 gevolgd. Echter, nu is een weging toegepast. Dat is gedaan, omdat in het verleden verschillende meetmethoden en dataverwerkingsmethoden zijn toegepast. Die zijn afwijkend van de huidige, verbeterde meetmethode en verwerkingsmethode. Daarom streven we ernaar om op termijn de oude gegevens niet meer mee te nemen in de berekening van updates van de klasse-vertaalfuncties van de Staringreeks. De wijze van wegen van oude en nieuwe monsters wordt later toegelicht.

In totaal zijn voor 832 monsters uit de Staringreeks 2001 de individuele Mualem-Van Genuchten-parameters beschikbaar (Wösten et al., 2001). Sindsdien zijn in BIS-Nederland (zie ook BRO, Basisregistratie Ondergrond) voor in totaal 167 nieuwe monsters dezelfde gegevens beschikbaar (Bakker et al., 2018¹; 2019). De 167 nieuwe monsters zijn verdeeld over 31 van de 36 bouwstenen.

¹ In BIS-NL/BRO zijn 42 extra monsters beschikbaar. Dit zijn opnieuw geanalyseerde monsters uit de oude Staringreeks 2001. De monsterlocaties en namen zijn bekend, maar zij zijn niet te koppelen aan die van de Staringreeks, omdat niet bekend is om welke van de 832 monsters het gaat. Daarom kunnen deze 42 analyses niet meegenomen worden (anders veroorzaken ze een dubbele weging). In de toekomst, als voor alle bouwstenen voldoende nieuwe monsters beschikbaar zijn en de oude Staringreeks-monsters niet meer meegenomen worden, kunnen deze 42 monsters eventueel wel weer toegevoegd worden in de analyse.

Voor B11, B15, B18, O07 en O08 zijn geen nieuwe monsters beschikbaar, zodat de klassevertaalfunctie voor deze vier bouwstenen niet verandert ten opzichte van 2001.

De werkwijze voor het afleiden van gemiddelde relaties is als volgt (Wösten et al., 2001). Voor alle monsters binnen een bouwsteen zijn voor 13 waarden van h de waarden van θ en K berekend uit de Mualem-Van Genuchten-parameters die per monster bekend zijn. De waarden van h zijn: 0, -10, -20, -31, -50, -100, -250, -500, -1000, -2500, -5000, -10000, -16000 cm. Hiervan zijn steeds de geometrisch gemiddelden bepaald:

$$y_g = \exp\left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \ln(y_i)\right] \quad (8)$$

Per bouwsteen worden op deze manier 13 dataparen $\theta(h)$ en 13 dataparen $K(h)$ verkregen. Met behulp van RETC zijn hiervoor de Mualem-Van Genuchten-parameters voor de betreffende bouwsteen geoptimaliseerd.

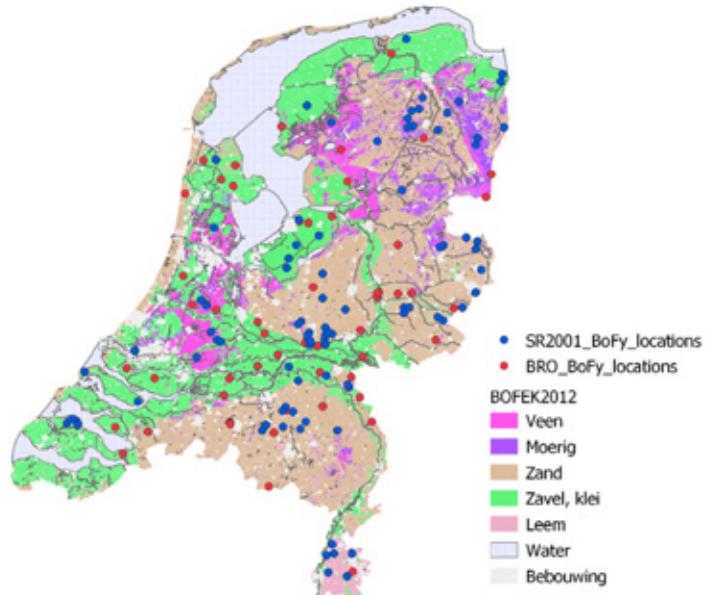
Bij het berekenen van de geometrische gemiddelden is een weging toegepast. Hiermee is het mogelijk meer gewicht aan de nieuwe monsters toe te kennen. Er is gesteld dat oude monsters niet meer worden beschouwd als er 10 of meer nieuwe monsters beschikbaar zijn. Als het aantal nieuwe monsters < 10 is, dan volgt de weegfactor w_2 voor de nieuwe monsters uit:

$$w_2 = \min\left[1, \frac{N_2}{\min[10, N_1]}\right] \quad (9)$$

Hierin is $\min[]$ de functie die het minimum van zijn argumenten oplevert en N_1 en N_2 zijn, respectievelijk, het aantal oude en nieuwe monsters. De weegfactor voor de oude monsters volgt uit $w_1 = 1 - w_2$. Merk op dat het aantal oude monsters nooit meer dan voor 10 meetellen bij het bepalen van w_2 . De gewogen geometrische gemiddelden volgen dan uit:

$$y_g = \exp\left[\frac{\sum_{i=1}^{N_1} w_1 \ln(y_{i,1}) + \sum_{i=1}^{N_2} w_2 \ln(y_{i,2})}{\sum_{i=1}^{N_1} w_1 + \sum_{i=1}^{N_2} w_2}\right] \quad (10)$$

Tabel 2 geeft de omschrijving van de 36 Staringreeks bouwstenen en vermeldt het aantal oude (N_1) en nieuwe (N_2) monsters; Figuur 1 geeft de verspreiding van de monsters over Nederland weer.



Figuur 1 Locaties van de bodemonsters uit de Staringgreeks geprojecteerd op de hoofdgrondsoorten van BOFEK2012, opgesplitst naar monsters van Staringgreeks 2001 en de nieuwe monsters sinds 2012. Merk op dat per locatie meestal meerdere individuele monsters zijn genomen op verschillende dieptes (bovengrond, ondergrond) en eventueel in duplo.

Tabel 2 Indeling naar textuur (in % van de minerale delen; leem: < 50 µm, lutum: < 2 µm), organischstofgehalte (OS; in % van de grond) en mediaan van de zandfractie (M50; µm) van bouwstenen uit de Staringreeks, grotendeels volgens de textuur-terminologie van het systeem van bodemclassificatie voor Nederland, en het aantal monsters per bouwsteen uitgesplitst naar monsters vóór 2001 (N_1) en monsters na 2001 (N_2).

Bovengronden

Bouwsteen, omschrijving	Leem	Lutum	OS	M50	Aantal	
					N_1	N_2
<i>Zand</i>						
B01 leemarm, zeer fijn tot matig fijn zand	0-10		0-15	105-210	32	7
B02 zwak lemig, zeer fijn tot matig fijn zand	10-18		0-15	105-210	27	11
B03 sterk lemig, zeer fijn tot matig fijn zand	18-33		0-15	105-210	14	4
B04 zeer sterk lemig, zeer fijn tot matig fijn zand	33-50		0-15	105-210	9	2
B05 grof zand			0-15	210-2000	26	6
B06 keileem	0-50		0-15	50-2000	8	2
<i>Zavel</i>						
B07 zeer lichte zavel		8-12	0-15		6	2
B08 matig lichte zavel		12-18	0-15		43	4
B09 zware zavel		18-25	0-15		29	6
<i>Klei</i>						
B10 lichte klei		25-35	0-15		12	10
B11 matig zware klei		35-50	0-15		13	0
B12 zeer zware klei		50-100	0-15		9	5
<i>Leem</i>						
B13 zandige leem	50-85		0-15		10	2
B14 siltige leem	85-100		0-15		67	2
<i>Moerig</i>						
B15 venig zand		0-8	15-25		15	0
B16 zandig veen en veen		0-8	25-100		20	4
B17 venige klei		8-100	16-45		25	4
B18 kleiig veen		8-100	25-70		20	0

Ondergronden

<i>Zand</i>						
O01 leemarm, zeer fijn tot matig fijn zand	0-10		0-3	105-210	109	18
O02 zwak lemig, zeer fijn tot matig fijn zand	10-18		0-3	105-210	14	9
O03 sterk lemig, zeer fijn tot matig fijn zand	18-33		0-3	105-210	23	1
O04 zeer sterk lemig, zeer fijn tot matig fijn zand	33-50		0-3	105-210	9	5
O05 grof zand			0-3	210-2000	17	18
O06 keileem	0-50		0-3	50-2000	15	4
O07 beekleem	33-50		0-3	50-150	15	0
<i>Zavel</i>						
O08 zeer lichte zavel		8-12	0-3		14	0
O09 matig lichte zavel		12-18	0-3		30	3
O10 zware zavel		18-25	0-3		25	5
<i>Klei</i>						
O11 lichte klei		25-35	0-3		11	9
O12 matig zware klei		35-50	0-3		25	4
O13 zeer zware klei		50-100	0-3		19	3
<i>Leem</i>						
O14 zandige leem	50-85		0-3		9	4
O15 siltige leem	85-100		0-3		53	3
<i>Veen</i>						
O16 oligotroof veen		35-100			16	4
O17 mesotroof en eutroef veen		35-100			36	4
O18 moerige tussenlaag		15-35			7	2

2.3 Continue vertaalfuncties

De Staringreeks 2001 kende naast de tabelvorm en klasse-vertaalfuncties ook continue vertaalfuncties. Hierbij kunnen de Mualem-Van Genuchten-parameters geschat worden voor gronden waarvan alleen de korrelgrootteverdeling (textuur), M50, droge bulkdichtheid en het organischestofgehalte bekend zijn. Vanwege het empirische karakter zijn dergelijke continue vertaalfuncties alleen zinvol als ze gebaseerd zijn op een groot aantal monsters, waarbij een groot bereik aan combinaties van textuur en organische stof aanwezig is. Omdat voor de oude Staringreeks van alle 832 monsters geen textuurverdeling en organischestofgehaltes beschikbaar zijn en het totaal aantal nieuwe monsters nog te gering is, is besloten om bij de Staringreeks update 2018 geen continue vertaalfuncties af te leiden. In de toekomst, wanneer het aantal nieuwe monsters groot genoeg is, kunnen wel weer continue vertaalfuncties afgeleid worden.

3 Resultaten

3.1 Verificatie methodiek

Voorafgaand aan de feitelijke update is nagegaan of de uitkomsten uit 2001 te reproduceren zijn. Voor de 832 monsters uit 2001 zijn de klasse-vertaalfuncties zoals gerapporteerd in Tabel 3 en 4 in Wösten et al. (2001) opnieuw berekend en onderling vergeleken. De overeenkomsten zijn goed (Bijlage 2), waaruit opgemaakt wordt dat de methodiek helder is beschreven en goed is vastgelegd in de verwerkingssoftware.

3.2 Klasse-vertaalfuncties

Voor de eenduidigheid in de serie updates van de Staringreeks is net als in de vorige versies ook voor de update van 2018 gekozen om θ_r te fixeren op vaste waarden overeenkomstig aan de waarden uit versie 2001. De resulterende Mualem-Van Genuchten-parameters zijn vermeld in Tabel 3. Tabel 4 geeft de waarden voor K , θ en kritieke stijghoogtes Z_1 en Z_2 voor 13 waarden van h (cf. Tabel 4 uit Wösten et al., 2001).

Voor de bouwstenen B11, B15, B18, O07 en O08 zijn sinds 2001 geen nieuwe monsters beschikbaar ($N_2 = 0$, zie Tabel 2). Dat betekent dat in principe voor deze bouwstenen dezelfde klasse vertaalfuncties worden verkregen als gegeven in Staringreeks 2001. De verschillen tussen de resultaten in Tabel 3 en de waarden uit Wösten et al. (2001) zijn nihil (zie ook sectie 3.1 en Bijlage 2).

In Bijlage 3 zijn alle afzonderlijke waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken gegeven per bouwsteen, inclusief de geometrisch gemiddelde dataparen, de huidige geoptimaliseerde gemiddelde curves en de gemiddelde curves uit de Staringreeks 2001.

In Bijlage 4 zijn per bouwsteen de gemiddelde curves gegeven voor de waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken voor de Staringreeks versies 1987, 1994, 2001 en 2018. Dit geeft het verloop over de diverse versies weer. De verandering van 2018 ten opzichte van 2001 is over het algemeen niet groot.

In Bijlage 5 zijn alle Mualem-Van Genuchten-parameters gegeven van de afzonderlijke monsters, gesorteerd per bouwsteen en opgesplitst in oude en nieuwe monsters.

Tabel 3 Waarden per bouwsteen van de geoptimaliseerde parameters uit de analytische Mualem-Van Genuchten-vergelijkingen waarmee de gemiddelde bodemfysische karakteristieken zijn beschreven. NB K_s is hier niet de gemeten, maar de gefitte doorlatendheid.

Bovengronden

	θ_r ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	θ_s ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	α (cm^{-1})	n (dimensieloos)	λ (dimensieloos)	$K_{s,\text{fit}}$ (cm d^{-1})
<i>Zand</i>						
B01	0.02	0.427	0.0217	1.735	0.981	31.23
B02	0.02	0.434	0.0216	1.349	7.202	83.24
B03	0.02	0.443	0.0150	1.505	0.139	19.08
B04	0.02	0.462	0.0149	1.397	0.295	34.88
B05	0.01	0.381	0.0428	1.808	0.024	63.65
B06	0.01	0.385	0.0209	1.242	-1.200	104.10
<i>Zavel</i>						
B07	0	0.401	0.0183	1.248	0.952	14.58
B08	0.01	0.433	0.0105	1.278	-1.919	3.00
B09	0	0.430	0.0070	1.267	-2.387	1.75
<i>Klei</i>						
B10	0.01	0.448	0.0128	1.135	4.581	3.83
B11	0.01	0.591	0.0216	1.107	-5.549	6.31
B12	0.01	0.530	0.0166	1.091	-4.494	2.25
<i>Leem</i>						
B13	0.01	0.416	0.0084	1.437	-1.357	29.83
B14	0.01	0.417	0.0054	1.302	-0.335	0.90
<i>Moerig</i>						
B15	0.01	0.528	0.0237	1.282	-1.478	87.45
B16	0.01	0.786	0.0211	1.279	-1.221	12.36
B17	0	0.719	0.0191	1.137	0.000	4.48
B18	0	0.765	0.0205	1.151	0.000	13.14

Ondergronden

	θ_r	θ_s	α	n	λ	$K_{s,\text{fit}}$
<i>Zand</i>						
O01	0.01	0.366	0.0160	2.163	2.868	22.32
O02	0.02	0.387	0.0161	1.524	2.440	22.76
O03	0.01	0.340	0.0172	1.703	0.000	12.37
O04	0.01	0.364	0.0136	1.488	2.179	25.81
O05	0.01	0.337	0.0303	2.888	0.074	17.42
O06	0.01	0.333	0.0160	1.289	-1.010	32.83
O07	0.01	0.513	0.0120	1.153	-2.013	37.55
<i>Zavel</i>						
O08	0	0.454	0.0113	1.346	-0.904	8.64
O09	0	0.458	0.0097	1.376	-1.013	3.77
O10	0.01	0.472	0.0100	1.246	-0.793	2.30
<i>Klei</i>						
O11	0	0.444	0.0143	1.126	2.357	2.12
O12	0.01	0.561	0.0088	1.158	-3.172	1.08
O13	0.01	0.573	0.0279	1.080	-6.091	9.69
<i>Leem</i>						
O14	0.01	0.394	0.0033	1.617	0.514	2.50
O15	0.01	0.410	0.0078	1.287	0.000	2.79
<i>Veen</i>						
O16	0	0.889	0.0097	1.364	-0.665	1.46
O17	0.01	0.849	0.0119	1.272	-1.249	3.40
O18	0.01	0.580	0.0127	1.316	-0.786	35.95

Tabel 4 Waarden voor K (cm/d), θ ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) en kritieke stijghoogtes Z_1 en Z_2 (cm) bij een opwaartse flux van, respectievelijk, 0.1 en 0.2 cm d^{-1} bij 13 waarden van h (cm).

Bovengronden

		0	-10	-20	-31	-50	-100	-250	-500	-1000	-2500	-5000	-10000	-16000
<i>Zand</i>														
B01	K	31.23	14.21	7.31	3.64	1.23E+00	1.43E-01	4.29E-03	2.51E-04	1.41E-05	3.04E-07	1.67E-08	9.15E-10	1.28E-10
B01	θ	0.427	0.416	0.393	0.363	0.315	0.229	0.135	0.090	0.062	0.042	0.033	0.028	0.02555
B01	Z_1	0.0	9.9	19.9	30.6	48.7	87.7	118.6	121.6	122.0	122.0	122.0	122.0	122
B01	Z_2	0.0	9.9	19.7	30.3	47.6	80.0	98.6	100.1	100.3	100.3	100.3	100.3	100.3
B02	K	83.24	12.40	4.61	1.83	4.83E-01	3.85E-02	6.21E-04	2.01E-05	5.86E-07	5.13E-09	1.40E-10	3.79E-12	3.28E-13
B02	θ	0.434	0.421	0.405	0.387	0.361	0.312	0.244	0.199	0.161	0.123	0.101	0.083	0.07384
B02	Z_1	0.0	10.0	19.8	30.4	47.5	74.8	84.3	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7	84.7
B02	Z_2	0.0	9.9	19.6	29.9	45.4	65.1	70.2	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4
B03	K	19.08	7.40	4.41	2.73	1.35E+00	3.34E-01	3.07E-02	4.06E-03	5.01E-04	3.03E-05	3.60E-06	4.26E-07	1.00E-07
B03	θ	0.443	0.435	0.422	0.406	0.378	0.318	0.228	0.171	0.127	0.088	0.068	0.054	0.04658
B03	Z_1	0.0	9.9	19.7	30.4	48.4	91.4	161.8	187.5	194.9	197.0	197.3	197.4	197.4
B03	Z_2	0.0	9.8	19.5	29.9	47.0	84.8	133.0	146.8	150.5	151.6	151.7	151.7	151.7
B04	K	34.88	10.09	5.80	3.55	1.77E+00	4.69E-01	5.02E-02	7.55E-03	1.05E-03	7.49E-05	1.00E-05	1.34E-06	3.40E-07
B04	θ	0.462	0.454	0.441	0.427	0.403	0.352	0.272	0.216	0.170	0.125	0.100	0.081	0.07036
B04	Z_1	0.0	9.9	19.8	30.6	48.8	93.4	178.2	218.8	233.1	237.7	238.4	238.6	238.7
B04	Z_2	0.0	9.9	19.6	30.1	47.7	88.0	149.4	171.9	179.2	181.5	181.9	182.0	182
B05	K	63.65	18.40	6.24	2.26	5.74E-01	5.81E-02	2.26E-03	1.84E-04	1.49E-05	5.33E-07	4.29E-08	3.45E-09	6.25E-10
B05	θ	0.381	0.350	0.298	0.249	0.191	0.121	0.064	0.041	0.028	0.019	0.015	0.013	0.0119
B05	Z_1	0.0	10.0	19.9	30.6	47.9	78.3	95.0	96.8	97.1	97.1	97.1	97.1	97.1
B05	Z_2	0.0	9.9	19.7	30.2	46.1	68.8	78.0	78.9	79.0	79.1	79.1	79.1	79.1
B06	K	104.10	11.92	6.16	3.62	1.83E+00	5.62E-01	9.34E-02	2.18E-02	4.91E-03	6.67E-04	1.46E-04	3.21E-05	1.14E-05
B06	θ	0.385	0.375	0.364	0.353	0.336	0.304	0.255	0.220	0.189	0.154	0.131	0.113	0.10165
B06	Z_1	0.0	9.9	19.8	30.6	48.9	94.0	193.1	268.4	314.9	341.8	349.7	353.1	354.3
B06	Z_2	0.0	9.9	19.7	30.2	47.8	88.9	164.4	209.6	234.1	247.8	251.7	253.4	254
<i>Zavel</i>														
B07	K	14.58	1.83	0.93	0.53	2.47E-01	6.36E-02	7.39E-03	1.24E-03	1.96E-04	1.64E-05	2.49E-06	3.75E-07	1.04E-07
B07	θ	0.401	0.392	0.381	0.370	0.353	0.319	0.267	0.228	0.194	0.155	0.130	0.110	0.09771
B07	Z_1	0.0	9.7	18.9	28.5	43.3	70.4	96.7	104.3	106.8	107.7	107.9	108.0	108
B07	Z_2	0.0	9.4	18.0	26.5	38.6	57.5	72.3	76.2	77.5	77.9	78.0	78.0	78
B08	K	3.00	0.68	0.43	0.30	1.82E-01	7.34E-02	1.64E-02	4.55E-03	1.18E-03	1.90E-04	4.71E-05	1.16E-05	4.50E-06
B08	θ	0.433	0.428	0.421	0.414	0.401	0.371	0.316	0.270	0.228	0.180	0.150	0.126	0.11174
B08	Z_1	0.0	9.1	17.5	26.1	39.3	65.7	103.1	122.8	134.1	141.2	143.5	144.7	145.1
B08	Z_2	0.0	8.3	15.6	22.6	32.8	50.8	72.5	82.9	88.6	92.1	93.3	93.9	94.1
B09	K	1.75	0.47	0.32	0.24	1.56E-01	7.35E-02	2.02E-02	6.37E-03	1.85E-03	3.38E-04	9.18E-05	2.48E-05	1.02E-05
B09	θ	0.430	0.427	0.422	0.418	0.409	0.387	0.340	0.296	0.251	0.199	0.166	0.138	0.12186
B09	Z_1	0.0	8.6	16.6	24.6	37.0	62.6	103.0	128.2	144.6	156.3	160.7	163.1	164
B09	Z_2	0.0	7.6	14.2	20.5	29.8	47.0	70.7	84.0	92.4	98.2	100.4	101.6	102.1

		0	-10	-20	-31	-50	-100	-250	-500	-1000	-2500	-5000	-10000	-16000
<i>Klei</i>														
B10	<i>K</i>	3.83	0.23	0.12	0.07	3.57E-02	1.01E-02	1.26E-03	2.09E-04	3.11E-05	2.34E-06	3.21E-07	4.36E-08	1.12E-08
B10	θ	0.448	0.443	0.438	0.433	0.424	0.406	0.374	0.346	0.318	0.283	0.259	0.237	0.22316
B10	Z_1	0.0	7.9	14.1	19.4	25.7	33.7	39.1	40.4	40.8	41.0	41.0	41.0	41
B10	Z_2	0.0	6.6	11.1	14.6	18.4	22.8	25.5	26.2	26.4	26.5	26.5	26.5	26.5
B11	<i>K</i>	6.31	0.19	0.10	0.06	3.46E-02	1.36E-02	3.50E-03	1.19E-03	3.94E-04	9.03E-05	2.95E-05	9.59E-06	4.48E-06
B11	θ	0.591	0.582	0.573	0.564	0.551	0.527	0.489	0.458	0.427	0.389	0.363	0.337	0.32148
B11	Z_1	0.0	7.7	13.4	18.1	24.1	32.9	42.3	47.2	50.6	53.3	54.6	55.4	55.8
B11	Z_2	0.0	6.3	10.3	13.3	16.9	21.7	26.6	29.1	30.8	32.2	32.8	33.2	33.4
B12	<i>K</i>	2.25	0.06	0.03	0.02	1.17E-02	4.51E-03	1.09E-03	3.41E-04	1.03E-04	2.08E-05	6.11E-06	1.79E-06	7.79E-07
B12	θ	0.530	0.524	0.519	0.513	0.505	0.488	0.460	0.436	0.411	0.380	0.358	0.337	0.32333
B12	Z_1	0.0	5.2	8.2	10.5	13.0	16.4	19.6	21.1	22.0	22.7	23.0	23.1	23.2
B12	Z_2	0.0	3.6	5.4	6.6	8.0	9.7	11.4	12.1	12.6	12.9	13.1	13.1	13.2
<i>Leem</i>														
B13	<i>K</i>	29.83	13.34	9.39	6.90	4.46E+00	1.88E+00	3.91E-01	9.47E-02	2.08E-02	2.66E-03	5.50E-04	1.14E-04	3.89E-05
B13	θ	0.416	0.413	0.407	0.400	0.386	0.351	0.279	0.220	0.168	0.117	0.089	0.069	0.05777
B13	Z_1	0.0	9.9	19.9	30.7	49.4	97.6	229.6	388.8	537.9	641.4	671.6	684.2	688.2
B13	Z_2	0.0	9.9	19.7	30.4	48.8	95.4	213.7	332.1	421.3	475.6	490.8	497.1	499.1
B14	<i>K</i>	0.90	0.31	0.22	0.17	1.12E-01	5.20E-02	1.22E-02	3.00E-03	6.22E-04	6.83E-05	1.23E-05	2.20E-06	6.80E-07
B14	θ	0.417	0.415	0.412	0.408	0.401	0.383	0.340	0.295	0.249	0.194	0.160	0.132	0.1159
B14	Z_1	0.0	8.0	15.2	22.4	33.4	54.8	84.5	98.9	105.8	109.0	109.7	110.0	110.1
B14	Z_2	0.0	6.7	12.3	17.7	25.4	39.1	55.8	63.3	66.7	68.3	68.7	68.8	68.9
<i>Moerig</i>														
B15	<i>K</i>	87.45	11.56	5.87	3.40	1.69E+00	5.10E-01	8.49E-02	2.02E-02	4.65E-03	6.56E-04	1.49E-04	3.36E-05	1.22E-05
B15	θ	0.528	0.512	0.493	0.473	0.444	0.391	0.317	0.266	0.221	0.174	0.145	0.121	0.10691
B15	Z_1	0.0	9.9	19.8	30.6	48.8	93.5	189.4	260.3	304.0	329.9	337.8	341.3	342.5
B15	Z_2	0.0	9.9	19.6	30.2	47.7	88.1	160.1	202.2	225.2	238.3	242.2	244.0	244.6
B16	<i>K</i>	12.36	1.75	0.91	0.54	2.70E-01	8.18E-02	1.32E-02	3.03E-03	6.69E-04	8.89E-05	1.92E-05	4.13E-06	1.46E-06
B16	θ	0.786	0.765	0.739	0.712	0.672	0.597	0.486	0.408	0.340	0.267	0.222	0.185	0.16314
B16	Z_1	0.0	9.7	18.9	28.5	43.5	72.6	108.3	123.2	130.2	133.9	135.0	135.4	135.6
B16	Z_2	0.0	9.3	17.9	26.5	38.8	59.6	80.4	88.1	91.6	93.5	94.0	94.2	94.3
B17	<i>K</i>	4.48	0.21	0.11	0.06	3.09E-02	9.52E-03	1.56E-03	3.54E-04	7.67E-05	9.79E-06	2.04E-06	4.23E-07	1.46E-07
B17	θ	0.719	0.707	0.694	0.682	0.663	0.628	0.570	0.523	0.478	0.423	0.385	0.351	0.3288
B17	Z_1	0.0	7.9	13.8	18.6	24.4	31.6	37.2	39.1	39.9	40.3	40.5	40.5	40.5
B17	Z_2	0.0	6.5	10.7	13.9	17.3	21.2	24.1	25.0	25.4	25.6	25.7	25.7	25.7
B18	<i>K</i>	13.14	0.68	0.34	0.19	9.54E-02	2.84E-02	4.47E-03	9.90E-04	2.09E-04	2.60E-05	5.31E-06	1.08E-06	3.66E-07
B18	θ	0.765	0.751	0.735	0.720	0.698	0.655	0.587	0.534	0.484	0.422	0.381	0.343	0.31973
B18	Z_1	0.0	9.2	17.4	25.3	36.2	52.9	68.0	73.2	75.5	76.6	76.9	77.0	77
B18	Z_2	0.0	8.6	15.6	21.7	29.3	39.5	47.5	50.2	51.3	51.9	52.0	52.1	52.1

Tabel 4 Vervolg (Waarden voor K (cm/d), θ ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) en kritieke stijghoogtes Z_1 en Z_2 (cm) bij een opwaartse flux van, respectievelijk, 0.1 en 0.2 cm d^{-1} bij 13 waarden van h (cm).)

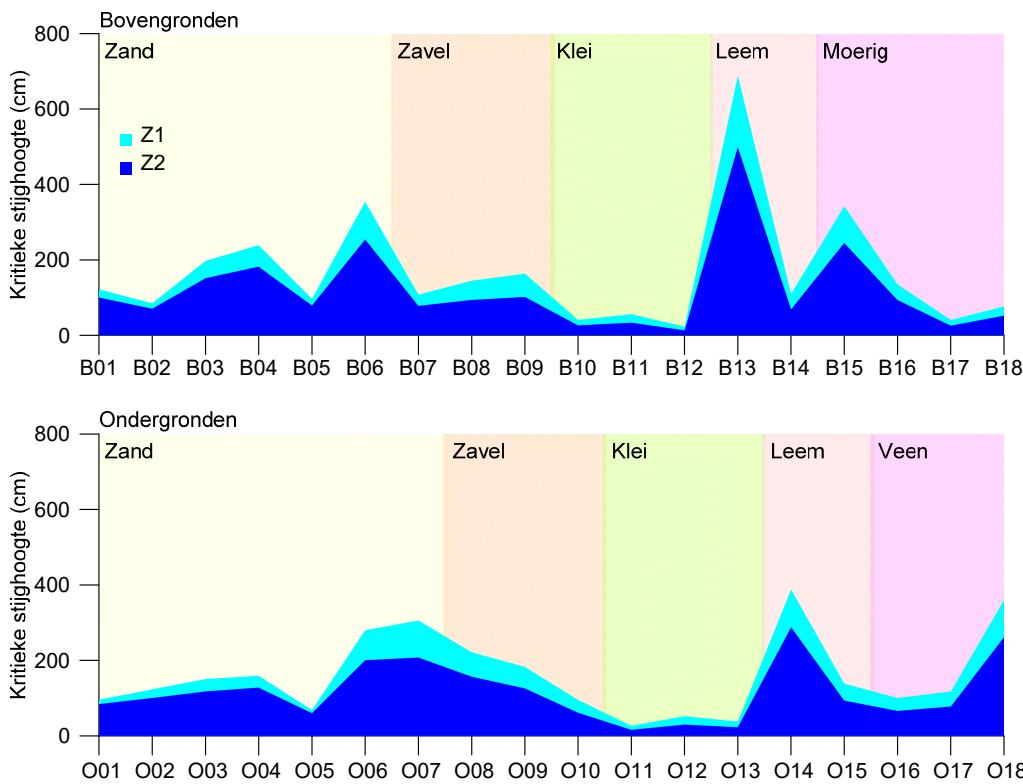
Ondergronden

		0	-10	-20	-31	-50	-100	-250	-500	-1000	-2500	-5000	-10000	-16000
<i>Zand</i>														
001	K	22.32	16.89	10.95	5.97	1.74E+00	6.80E-02	1.37E-04	7.58E-07	3.85E-09	3.47E-12	1.71E-14	8.48E-17	2.32E-18
001	θ	0.366	0.362	0.351	0.330		0.285	0.185	0.079	0.042	0.024	0.015	0.012	0.011
001	Z_1	0.0	9.9	19.9	30.7		49.1	85.7	95.6	95.6	95.6	95.6	95.6	95.6
001	Z_2	0.0	9.9	19.8	30.5		48.3	78.4	84.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84
002	K	22.76	8.44	4.54	2.47	9.73E-01	1.44E-01	5.09E-03	2.97E-04	1.57E-05	3.04E-07	1.52E-08	7.59E-10	9.93E-11
002	θ	0.387	0.380	0.367	0.351		0.325	0.270	0.190	0.141	0.105	0.073	0.057	0.046
002	Z_1	0.0	9.9	19.8	30.4		48.2	86.5	119.6	123.1	123.6	123.6	123.6	123.6
002	Z_2	0.0	9.8	19.5	29.9		46.6	78.1	98.1	99.9	100.1	100.1	100.1	100.1
003	K	12.37	6.33	3.82	2.29	1.04E+00	2.04E-01	1.30E-02	1.32E-03	1.28E-04	5.68E-06	5.36E-07	5.06E-08	1.02E-08
003	θ	0.340	0.333	0.320	0.302		0.270	0.206	0.124	0.082	0.054	0.033	0.024	0.019
003	Z_1	0.0	9.9	19.7	30.3		48.1	88.3	136.9	147.6	149.8	150.3	150.3	150.4
003	Z_2	0.0	9.8	19.4	29.7		46.4	80.3	111.2	116.6	117.8	118.0	118.0	118
004	K	25.81	9.83	5.69	3.36	1.51E+00	2.87E-01	1.44E-02	1.06E-03	6.91E-05	1.76E-06	1.07E-07	6.54E-09	9.79E-10
004	θ	0.364	0.358	0.349	0.337		0.316	0.269	0.195	0.146	0.108	0.073	0.055	0.042
004	Z_1	0.0	9.9	19.8	30.5		48.7	91.4	147.0	157.5	159.1	159.3	159.3	159.3
004	Z_2	0.0	9.9	19.6	30.1		47.5	84.9	121.6	127.1	127.9	128.0	128.0	128
005	K	17.42	14.00	7.55	2.74	4.06E-01	9.88E-03	4.66E-05	7.77E-07	1.29E-08	5.71E-11	9.47E-13	1.57E-14	9.75E-16
005	θ	0.337	0.330	0.295	0.230		0.136	0.049	0.017	0.012	0.011	0.010	0.010	0.01
005	Z_1	0.0	9.9	19.8	30.6		47.7	66.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6
005	Z_2	0.0	9.9	19.7	30.2		45.9	58.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8	59.8
006	K	32.83	6.00	3.38	2.10	1.12E+00	3.61E-01	5.96E-02	1.34E-02	2.85E-03	3.58E-04	7.37E-05	1.52E-05	5.18E-06
006	θ	0.333	0.327	0.319	0.310		0.295	0.266	0.219	0.185	0.154	0.121	0.101	0.085
006	Z_1	0.0	9.9	19.7	30.3		48.1	90.8	175.1	228.9	258.0	273.3	277.4	279.1
006	Z_2	0.0	9.8	19.3	29.6		46.3	83.7	143.8	174.5	189.5	197.2	199.3	200.4
007	K	37.55	3.12	1.82	1.19	6.91E-01	2.68E-01	5.92E-02	1.66E-02	4.41E-03	7.29E-04	1.84E-04	4.63E-05	1.81E-05
007	θ	0.513	0.508	0.502	0.495		0.485	0.462	0.422	0.387	0.352	0.308	0.279	0.252
007	Z_1	0.0	9.8	19.4	29.7		46.7	86.8	166.7	225.0	264.0	290.3	299.5	304.1
007	Z_2	0.0	9.6	18.8	28.5		44.0	77.5	133.0	166.4	186.8	200.1	204.7	207.0
<i>Zavel</i>														
008	K	8.64	2.51	1.58	1.06	6.16E-01	2.20E-01	3.82E-02	8.39E-03	1.71E-03	1.98E-04	3.84E-05	7.39E-06	2.42E-06
008	θ	0.454	0.448	0.439	0.429		0.411	0.371	0.299	0.243	0.194	0.142	0.112	0.088
008	Z_1	0.0	9.7	19.2	29.4		46.3	85.1	153.4	190.9	209.3	218.3	220.5	221.3
008	Z_2	0.0	9.5	18.5	28.0		43.2	75.1	120.5	141.0	150.4	154.9	156.0	156.5
009	K	3.77	1.32	0.87	0.61	3.71E-01	1.42E-01	2.64E-02	5.95E-03	1.23E-03	1.44E-04	2.81E-05	5.44E-06	1.79E-06
009	θ	0.458	0.453	0.446	0.437		0.420	0.381	0.306	0.246	0.193	0.138	0.106	0.082
009	Z_1	0.0	9.5	18.6	28.3		43.9	78.3	133.0	160.7	174.0	180.5	182.1	182.9
009	Z_2	0.0	9.0	17.4	26.0		39.3	65.7	100.0	114.8	121.5	124.8	125.6	125.9
010	K	2.30	0.44	0.28	0.19	1.10E-01	4.15E-02	8.05E-03	1.92E-03	4.22E-04	5.35E-05	1.10E-05	2.25E-06	7.66E-07
010	θ	0.472	0.467	0.461	0.454		0.441	0.413	0.359	0.313	0.269	0.219	0.186	0.159
010	Z_1	0.0	8.7	16.4	24.0		35.1	55.0	77.8	87.3	91.8	94.1	94.7	95.0
010	Z_2	0.0	7.7	14.0	19.8		27.7	40.1	52.7	57.5	59.8	61.0	61.3	61.4

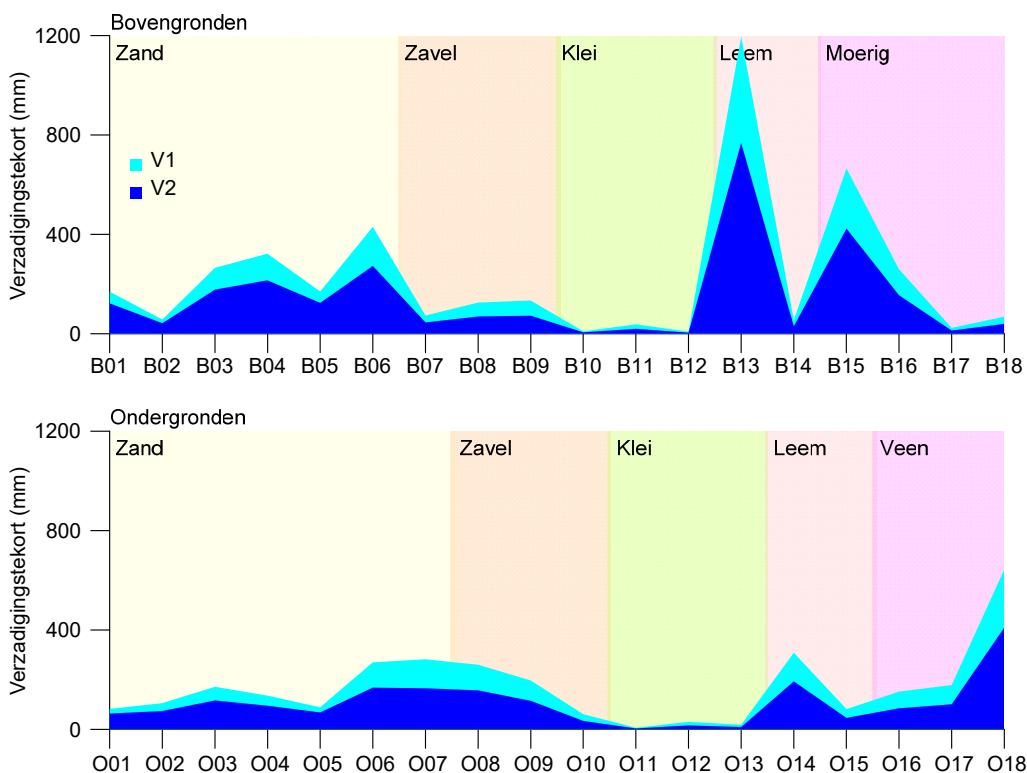
		0	-10	-20	-31	-50	-100	-250	-500	-1000	-2500	-5000	-10000	-16000
<i>Klei</i>														
011	<i>K</i>	2.12	0.11	0.06	0.03	1.69E-02	5.16E-03	7.65E-04	1.53E-04	2.81E-05	2.84E-06	4.92E-07	8.46E-08	2.56E-08
011	θ	0.444	0.438	0.433	0.427	0.418	0.400	0.369	0.342	0.316	0.282	0.259	0.237	0.22364
011	Z_1	0.0	6.5	10.8	14.1	17.7	22.0	25.0	25.8	26.2	26.3	26.3	26.3	26.3
011	Z_2	0.0	4.9	7.6	9.5	11.6	13.8	15.3	15.8	15.9	16.0	16.0	16.0	16
012	<i>K</i>	1.08	0.12	0.07	0.05	3.18E-02	1.40E-02	3.75E-03	1.21E-03	3.67E-04	7.22E-05	2.07E-05	5.92E-06	2.53E-06
012	θ	0.561	0.556	0.551	0.546	0.537	0.516	0.474	0.436	0.396	0.346	0.312	0.281	0.26169
012	Z_1	0.0	6.4	11.2	15.3	20.7	29.3	39.3	44.5	47.8	50.2	51.2	51.7	52
012	Z_2	0.0	4.8	7.9	10.4	13.6	18.3	23.5	26.1	27.8	29.0	29.5	29.8	29.9
013	<i>K</i>	9.69	0.13	0.07	0.04	2.14E-02	7.95E-03	1.92E-03	6.25E-04	2.00E-04	4.36E-05	1.37E-05	4.31E-06	1.96E-06
013	θ	0.573	0.564	0.556	0.548	0.537	0.518	0.488	0.464	0.441	0.411	0.389	0.369	0.35584
013	Z_1	0.0	7.2	12.0	15.7	19.9	25.6	31.1	33.8	35.6	36.9	37.5	37.9	38.1
013	Z_2	0.0	5.7	8.9	11.1	13.5	16.5	19.3	20.7	21.6	22.3	22.6	22.7	22.8
<i>Leem</i>														
014	<i>K</i>	2.50	1.92	1.65	1.43	1.14E+00	6.67E-01	1.77E-01	3.44E-02	4.28E-03	1.95E-04	1.72E-05	1.49E-06	2.81E-07
014	θ	0.394	0.393	0.392	0.390	0.386	0.372	0.322	0.255	0.185	0.113	0.078	0.055	0.04333
014	Z_1	0.0	9.6	19.0	29.3	47.0	91.7	206.2	313.5	369.8	385.8	387.4	387.6	387.7
014	Z_2	0.0	9.1	18.1	27.9	44.3	84.8	178.1	248.1	278.4	286.5	287.3	287.4	287.5
015	<i>K</i>	2.79	0.77	0.51	0.36	2.20E-01	8.70E-02	1.62E-02	3.48E-03	6.54E-04	6.55E-05	1.12E-05	1.89E-06	5.64E-07
015	θ	0.410	0.407	0.402	0.397	0.388	0.364	0.316	0.271	0.229	0.180	0.150	0.125	0.11007
015	Z_1	0.0	9.1	17.7	26.6	40.6	69.2	109.1	126.7	134.3	137.6	138.3	138.5	138.6
015	Z_2	0.0	8.4	16.0	23.4	34.5	54.6	78.2	87.4	91.2	92.8	93.2	93.3	93.3
<i>Veen</i>														
016	<i>K</i>	1.46	0.49	0.32	0.22	1.33E-01	4.94E-02	8.58E-03	1.82E-03	3.49E-04	3.70E-05	6.66E-06	1.19E-06	3.71E-07
016	θ	0.889	0.880	0.865	0.848	0.817	0.743	0.601	0.486	0.385	0.278	0.216	0.168	0.14196
016	Z_1	0.0	8.7	16.7	24.6	36.6	58.7	84.0	93.6	97.7	99.4	99.8	100.0	100
016	Z_2	0.0	7.7	14.3	20.6	29.3	43.6	57.7	62.6	64.7	65.5	65.7	65.8	65.8
017	<i>K</i>	3.40	0.69	0.42	0.28	1.60E-01	5.87E-02	1.13E-02	2.76E-03	6.32E-04	8.62E-05	1.89E-05	4.10E-06	1.46E-06
017	θ	0.849	0.837	0.822	0.805	0.777	0.715	0.604	0.516	0.434	0.343	0.286	0.239	0.21145
017	Z_1	0.0	9.1	17.5	26.0	38.8	62.9	92.8	106.0	112.6	116.1	117.1	117.6	117.7
017	Z_2	0.0	8.4	15.6	22.5	32.2	48.3	65.2	72.0	75.3	77.0	77.5	77.8	77.8
018	<i>K</i>	35.95	8.65	5.22	3.41	1.90E+00	6.48E-01	1.08E-01	2.33E-02	4.71E-03	5.44E-04	1.05E-04	2.01E-05	6.58E-06
018	θ	0.580	0.572	0.560	0.546	0.523	0.474	0.388	0.322	0.263	0.201	0.164	0.133	0.11636
018	Z_1	0.0	9.9	19.8	30.5	48.8	94.3	198.3	279.1	326.5	350.7	356.7	359.1	359.8
018	Z_2	0.0	9.8	19.5	30.0	47.6	89.5	170.5	219.7	244.7	257.0	260.0	261.2	261.5

3.3 Karakteristieke kenmerken

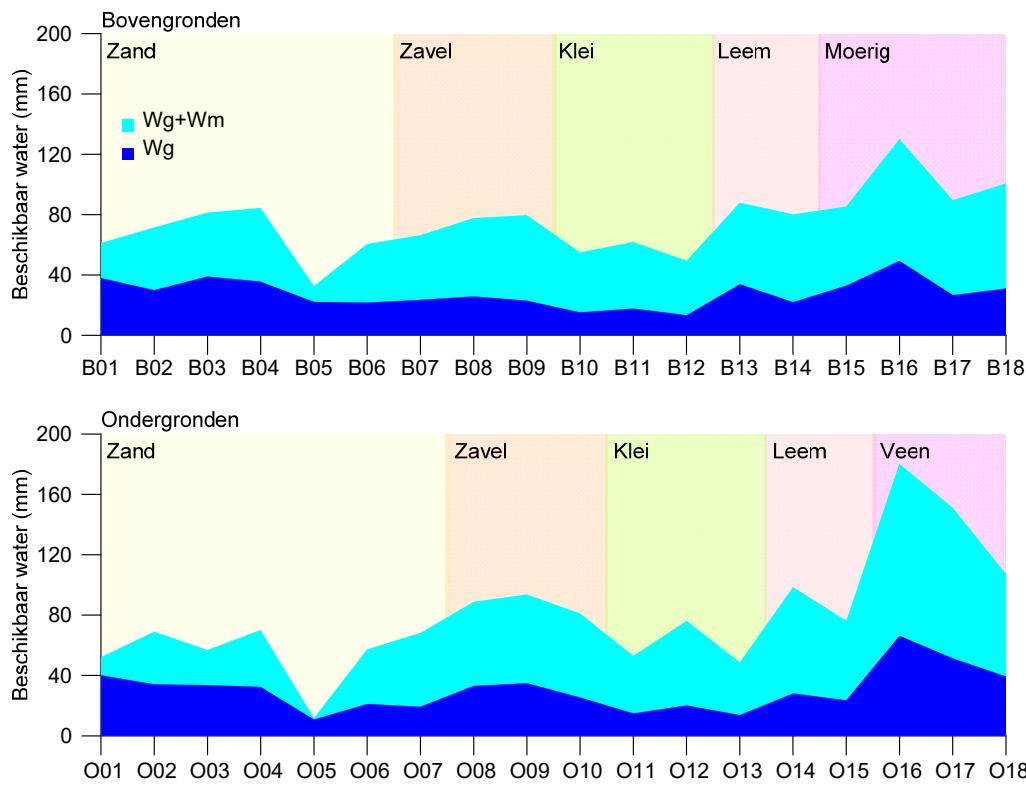
Figuur 2 geeft de kritieke stijghoogtes Z_1 en Z_2 voor alle boven- en ondergronden. De bijbehorende verzadigingstekorten V_1 en V_2 zijn gegeven in Figuur 3. Figuur 4 toont het makkelijk (W_g) en moeilijk (W_m) beschikbare water voor alle boven- en ondergronden.



Figuur 2 Kritieke stijghoogtes Z_1 en Z_2 voor opwaartse fluxen van, respectievelijk, 0.1 en 0.2 cm d^{-1} voor alle boven- en ondergronden.



Figuur 3 Verzadigingstekorten V_1 en V_2 behorende bij de kritieke stijghoogtes Z_1 en Z_2 voor alle boven- en ondergronden.



Figuur 4 Gemakkelijk (W_g) en moeilijk (W_m) opneembaar water in de wortelzone (dikte 30 cm) voor alle boven- en ondergronden.

4 Richtlijn voor gebruik

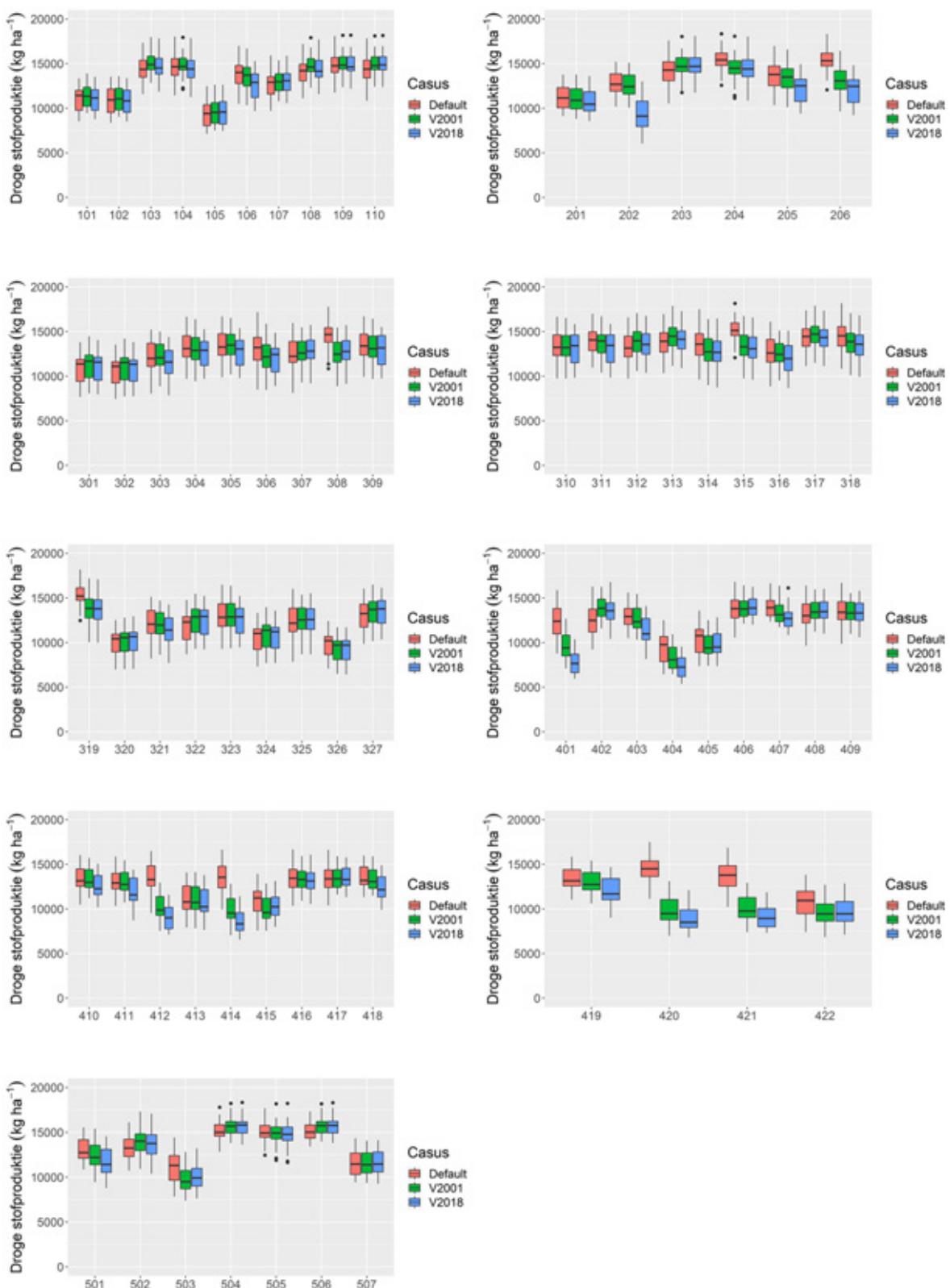
De Staringreeks 2018 is een update van Staringreeks 2001, waarbij in principe dezelfde werkwijze is toegepast om tot gemiddelde klasse-vertaalfuncties te komen. Daarom geldt dat ook voor de Staringreeks 2018 dezelfde richtlijnen voor gebruik gelden als beschreven in het rapport Staringreeks 2001 (Wosten et al., 2001; hoofdstuk 4 en 5). Deze richtlijnen worden hier niet herhaald, maar zijn in het genoemde rapport te raadplegen.

De Staringreeks geeft een gemiddelde beschrijving voor de waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken voor diverse bodemlagen. Ze is afgeleid op basis van over het land verspreide lokale informatie en is vooral bedoeld voor gebruik op grotere schaal (landelijk, regionaal). Bij toepassing op lokale schaal (perceel) zal duidelijk zijn dat de lokale werkelijkheid anders kan zijn. Bijvoorbeeld, men moet niet verbaasd zijn dat gesimuleerde grondwaterstanden dan afwijken van lokaal gemeten grondwaterstanden. Mogelijk zijn trends wel vergelijkbaar. In dergelijke gevallen verdient het aanbeveling om lokale bodemfysische eigenschappen te meten of in de database na te gaan of er monsters in de buurt of op vergelijkbare locaties doorgemeten zijn (en die gegevens kunnen dan uit BRO of dit rapport gehaald worden; Figuur 1, Bijlage 5).

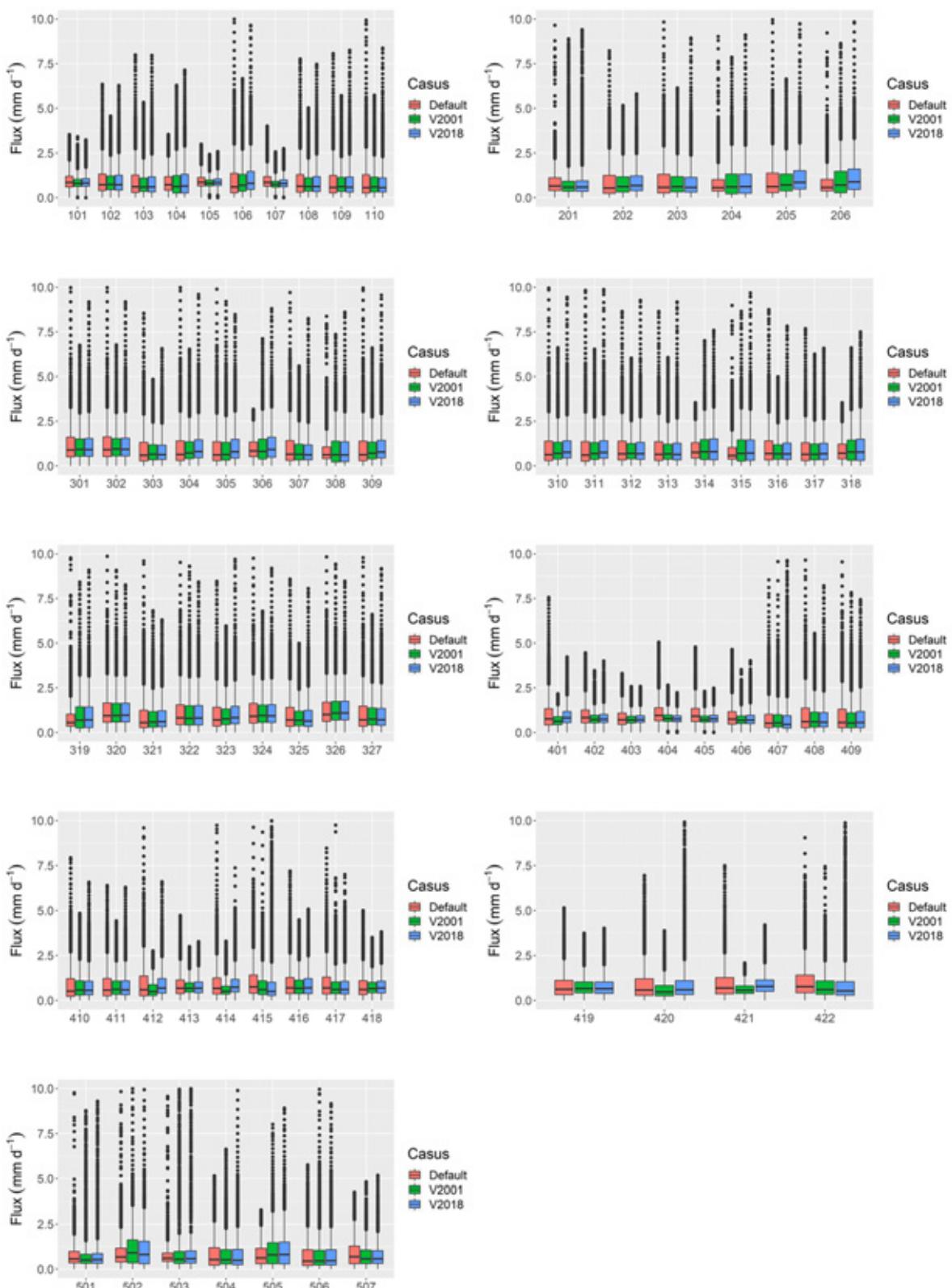
Waterbeweging, uitspoeling en waterbeschikbaarheid in de bodem worden bepaald door de bodemfysische eigenschappen (waterretentie, doorlatendheid). Veranderingen in bodemfysische eigenschappen kunnen daarom leiden tot andere uitkomsten in simulatiemodelberekeningen. Bij toepassen van de Staringreeks, welke versie dan ook, moet de gebruiker zich bewust zijn van deze afhankelijkheid. In het volgende voorbeeld wordt een vergelijking gemaakt tussen de resultaten voor berekende drogestofproductie en voor berekende waterflux op 1 m diepte bij gebruik van de verschillende versies Staringreeksen. Dit is gedaan voor de 72 BOFEK2012-bodemprofielen (Wosten et al., 2013), met gebruikmaking van de zogenaamde potentiële runs uit de Waterwijzer Landbouw (Werkgroep Waterwijzer Landbouw, 2018). De berekeningen (SWAP; Kroes et al., 2017) uit Waterwijzer Landbouw met de standaard bodemfysische eigenschappen volgens de BOFEK2012-schematisatie (d.w.z. met een mix van de Staringreeksen 1987, 1994, 2001)² zijn vergeleken met berekeningen waarbij voor alle bouwstenen van de 72 BOFEK2012-profielen de Staringreeks 2001 of de Staringreeks 2018 worden beschouwd. Berekeningen betreffen een periode van 30 jaar (1981-2010; weergegevens van De Bilt) en de resultaten zijn samengevat in zogenaamde box-plots (Figuur 5, Figuur 6). In veel gevallen is de mediaan van de drogestofproductie voor 2001 en 2018 vrijwel gelijk, maar in sommige gevallen zijn er verschillen (Figuur 5). De overeenkomst in mediaanfluxen is vrij goed (Figuur 6). Soms verschillen de resultaten van 2001 en 2018 ook van de BOFEK2012-resultaten. Deze laatste vergelijking kan echter niet goed plaatsvinden, omdat de schematisatie van BOFEK2012 is gebaseerd op de mix van Staringreeksen 1987, 1994, 2001.

Als we alleen de Staringreeks 2001 of de Staringreeks 2018 in een BOFEK-achtige situatie willen beschouwen, dan zou formeel ook de clustering tot bodemfysische eenheden opnieuw moeten plaatsvinden op basis van die afzonderlijke Staringreeks om zo een update van BOFEK te verkrijgen. Dat kan dus leiden tot een andere indeling in bodemfysische eenheden en daarmee gepaard gaande andere uitkomsten. Een nieuwe bodemfysische eenhedenkaart afleiden is een dermate grote klus dat we dit niet in het kader van dit project voor de update van de Staringreeks konden realiseren. In de toekomst is dit wel wenselijk.

² Het is niet gedocumenteerd waarom destijds is gekozen voor deze specifieke mix.



Figuur 5 Box-plotverdelingen van de drogestofopbrengst voor 30 weerjaren (1981-2010; klimaat De Bilt) voor elk van de 72 BOFEK2012-bodemprofielen door gebruik te maken van de potentiële runs voor gemaaid grasland in de Waterwijzer Landbouw. De waarden met aanduiding 'Default' (rode box-plots) betreffen berekeningen met de standaard bodemfysieke eigenschappen zoals vastgelegd in BOFEK2012; de waarden voor 2001 en 2018 betreffen berekeningen waarbij de standaard bodemfysieke eigenschappen zijn vervangen door de waarden uit de Staringreeks 2001, respectievelijk de Staringreeks 2018; zie verder toelichting in tekst.



Figuur 6 Box-plotverdelingen van de dagelijkse waterflux op 1 m diepte voor 30 weerjaren (1981-2010; klimaat De Bilt) voor elk van de 72 BOFEK2012-bodemprofielen door gebruik te maken van de potentieele runs voor gemaaid grasland in de Waterwijzer Landbouw. De waarden met aanduiding 'Default' (rode box-plots) betreffen berekeningen met de standaard bodemfysische eigenschappen zoals vastgelegd in BOFEK2012, de waarden voor 2001 en 2018 betreffen berekeningen waarbij de standaard bodemfysische eigenschappen zijn vervangen door de waarden uit de Staringreeks 2001, respectievelijk de Staringreeks 2018; zie verder toelichting in tekst.

Literatuur

- Bakker, G., M. Heinen, W.J.M. de Groot, F.B.T. Assinck & E.W.J. Hummelink. 2019. Hydrofysische gegevens van de bodem in de basisregistratie ondergrond (BRO) en het bodemkundig informatiesysteem (BIS): Update 2018. WOt-technical report 149, Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- Bakker, G., M. Heinen, W.J.M. de Groot, F.B.T. Assinck, H.P.A. Gooren, & E.W.J. Hummelink. 2018. Hydrofysische gegevens van de bodem in BRO en BIS : Update 2017. Wageningen Environmental Research rapport 2895, Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- Dexter, A.R. & E.A. Czyż. 2007. Applications of S-theory in the study of soil physical degradation and its consequences. *Land Degradation & Development* 18: 369–381. DOI: 10.1002/ldr.779.
- Dexter, A.R. 2004. Soil physical quality Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma* 120: 201–214.
- Haverkamp, R., F.J. Leij, C. Fuentes, A. Siortino & P.J. Ross. 2005. Soil water retention:
1. Introduction of a shape index. *Soil Science Society of America Journal* 69: 1881-1890.
- Knotters, M., D.J. Brus, S.J.E. Verzandvoort en M. Heinen, 2011. Aanvullende bodemfysische gegevens voor BIS-Nederland. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2245.
- Kroes, J.G., J.C. van Dam, R.P. Bartholomeus, P. Groenendijk, M. Heinen, R.F.A. Hendriks, H.M. Mulder, I. Supit, and P.E.V. van Walsum. 2017. SWAP version 4. Theory description and user manual. Report 2780, Wageningen Environmental Research, Wageningen, the Netherlands.
- Leij, F.J., M.Th. van Genuchten, S.R Yates, W.B. Russell & F. Kaveh. 1992. RETC: a computer program for analyzing soil water retention and hydraulic conductivity data. In: van Genuchten, M.Th., F.J. Leij, and L.J. Lund (eds.), Proc. Int. Workshop, Indirect Methods for Estimating the Hydraulic Properties of Unsaturated Soils. pp. 263-272, University of California, Riverside.
- Michel, N. & M. Stoitsov. 2008. Fast computation of the Gauss hypergeometric function with all its parameters complex with application to the Pöschl-Teller-Ginocchio potential wave functions. *Computer Physics Communications* 178 (7): 535-551.
- Mualem, Y. 1976. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Resour. Res.*, 12: 513-522.
- Van Diepen, C.A., H.J.S.M. Vissers, O.F. Schoumans, H.L. Boogaard, F. Brouwer, F. de Vries en J. Wolf, 2002. Verkenning van bodemgeschiktheid ter identificatie van kansrijke gebieden voor de landbouwsector in Noord Brabant. Alterra-rapport 526, 120 pp.
- Van Genuchten, M.Th., 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal* 44(3): 892-898.
- Van Genuchten, M.Th., F.J. Leij & S.R. Yates. 1991. The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions of Unsaturated Soils. Report EPA/600/2-91/065, Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory, Office Of Research And Development, U. S. Environmental Protection Agency, Ada, Oklahoma 74820.
- Van Genuchten, M.Th., F.J. Leij and L. Wu. 1997. Proceedings of the International Workshop on Characterization and Measurement of the Hydraulic Properties of Unsaturated Porous Media. Riverside, California, 22-24 October 1997.
- Verzandvoort, S.J.E., H.R.J. Vroon, J.G. Wesseling, G. Bakker, K. Oostindie, G.H. Stoffelsen, A.H. Heidema en G.B.M. Heuvelink, 2012. Naar een database van bodemhydraulische karakteristieken voor Nederland. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2238.
- Visual Numerics, 2003. IMSL Fortran Library User's Guide. Westminster, CO, USA (www.vni.com)
- Werkgroep Waterwijzer Landbouw (M. Mulder, M. Hack-ten Broeke, R. Bartholomeus, J. van Dam, M. Heinen et al.). 2018. Waterwijzer Landbouw: Instrumentarium voor kwantificeren van effecten van waterbeheer en klimaat op landbouwproductie. Rapport 2018-48. STOWA, Amersfoort. <http://www.waterwijzer.nl/Upload/waterwijzer/Publicaties/STOWA%202018-48%20WWL%20defversie.pdf>
- Wösten, H., F. de Vries, T. Hoogland, H. Massop, A. Veldhuizen, H. Vroon, J. Wesseling, J. Heijkers & A. Bolman. 2013. BOFEK2012, de nieuwe, bodemfysische schematisatie van Nederland. Alterra-rapport 2387, Alterra, Wageningen.

-
- Wösten, J.H.M. 1987. Beschrijving van de waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken uit de Staringgreeks met analytische functies Stiboka rapport nummer 2019, Stiboka, Wageningen.
- Wösten, J.H.M., G.J. Veerman & J. Stolte. 1994. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringgreeks. Vernieuwde uitgave 1994. Staring Centrum Technisch Document 18, SC-DLO, Wageningen.
- Wösten, J.H.M., G.J. Veerman, W.J.M. de Groot & J. Stolte. 2001. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringgreeks. Vernieuwde uitgave 2001. Alterra rapport 153, Alterra, Wageningen.
- Wösten, J.H.M., M.H. Bannink en J. Beuving. 1987. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringgreeks. ICW-rapport 18 (STIBOKA-rapport 1932), ICW, Wageningen (herziene versie van ICW-rapport uit 1986).

Bijlage 1 Aanvullende karakteristieke kenmerken

Bij de oplevering van de Staringreeks 2001 werd per bouwsteen ook de kritieke stijghoogte gegeven voor een tweetal fluxen. Later, bij de studie om een landelijke bodemfysische eenhedenkaart af te leiden (BOFEK2012; Wösten et al., 2013), zijn daaraan toegevoegd:

- het verzadigingstekort (corresponderend bij de kritieke stijghoogte) en
- het beschikbare water in de wortelzone.

In de toekomst kan overwogen worden om meerdere karakteristieken toe te voegen, zoals:

- de zogenaamde P-index en S-index uit de literatuur (zie hieronder),
- de integraal van de waterretentiekarakteristiek en/of
- de integraal van de doorlatendheidskarakteristiek (bekend als de 'matric flux potential').

Daarnaast kan overwogen worden enkele niet-stationaire kenmerken toe te voegen. Bijvoorbeeld hoe lang het duurt om de situatie behorende bij de kritieke stijghoogte te bereiken.

P-index

Haverkamp et al. (2005) stellen voor om een integrale eigenschap van de waterretentiecurve als een kenmerkende index voor een bodem te zien: de zogenaamde *P*-index (*P*). Deze is gedefinieerd als de gewogen integraal van de helling van log-log versie van de waterretentiecurve:

$$P = \frac{1}{(\theta_s - \theta_r)} \int_{\theta_r}^{\theta_s} \frac{d(\ln(\theta))}{d(\ln(h))} d\theta = \frac{1}{(\theta_s - \theta_r)} \int_{\theta_r}^{\theta_s} \frac{h(\theta) C(\theta)}{\theta} d\theta \quad (11)$$

Met behulp van Mathematica valt af te leiden dat de oplossing gegeven kan worden als:

$$P = \begin{cases} \frac{m}{1-m^2} & \theta_r = 0 \\ \frac{m^2}{1-m} \left(\frac{1-T \ln\left(1+\frac{1}{T}\right)}{m} - \frac{{}_2F_1\left[1, 2+\frac{1}{m}, 3+\frac{1}{m}, -\frac{1}{T}\right]}{T(1+2m)} \right) & \theta_r > 0 \end{cases} \quad (12)$$

with $T = \frac{\theta_r}{\theta_s - \theta_r}$

Hierin is ${}_2F_1$ de hypergeometrische functie (Michel & Stoitsov, 2008³). Volgens Haverkamp et al. (2005) is *P* gerelateerd aan een fractale lengte. In dat geval ligt *P* in het bereik [0,3], en in hun analyse is *P* vaak veel kleiner dan 1.

³ Fortran code beschikbaar: <http://cpc.cs.qub.ac.uk/summaries/AEAE>; tevens beschikbaar voor R (<https://www.rdocumentation.org/packages/appell/versions/0.0-4/topics/hyp2f1>).

S-index

Dexter (2004) stelt voor om de helling in het buigpunt van de waterretentiecurve te gebruiken als een fysische 'soil health index'. Hierbij wordt uitgegaan van de retentiecurve waarbij $\ln(h)$ wordt gebruikt in plaats van h : $\theta(\ln(h))$. Voor het Mualem-Van Genuchten-model geldt: $C = d\theta/dh$ (helling retentiecurve), $C^* = d\theta/d\ln[h] = h \cdot d\theta/dh = h \cdot C$ (helling retentiecurve op basis van $\ln(h)$). De locatie van het buigpunt (inflectiepunt; aangeduid via subscript $_{\text{inf}}$) kan worden gevonden door de afgeleide van C^* gelijk te stellen aan nul: $dC^*/d\ln[h] = h \cdot dC/dh = 0$. Hieruit is af te leiden dat h in dit buigpunt gegeven wordt door:

$$h_{\text{inf}}^* = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{m} \right)^{1-m} \quad (13)$$

De bijbehorende helling of differentiële vochtcapaciteit is dan:

$$S = C_{\text{inf}}^* = \frac{(\theta_s - \theta_r)}{1-m} \left(\frac{m}{1+m} \right)^{1+m} \quad (14)$$

En het bijbehorende watergehalte is dan gegeven als:

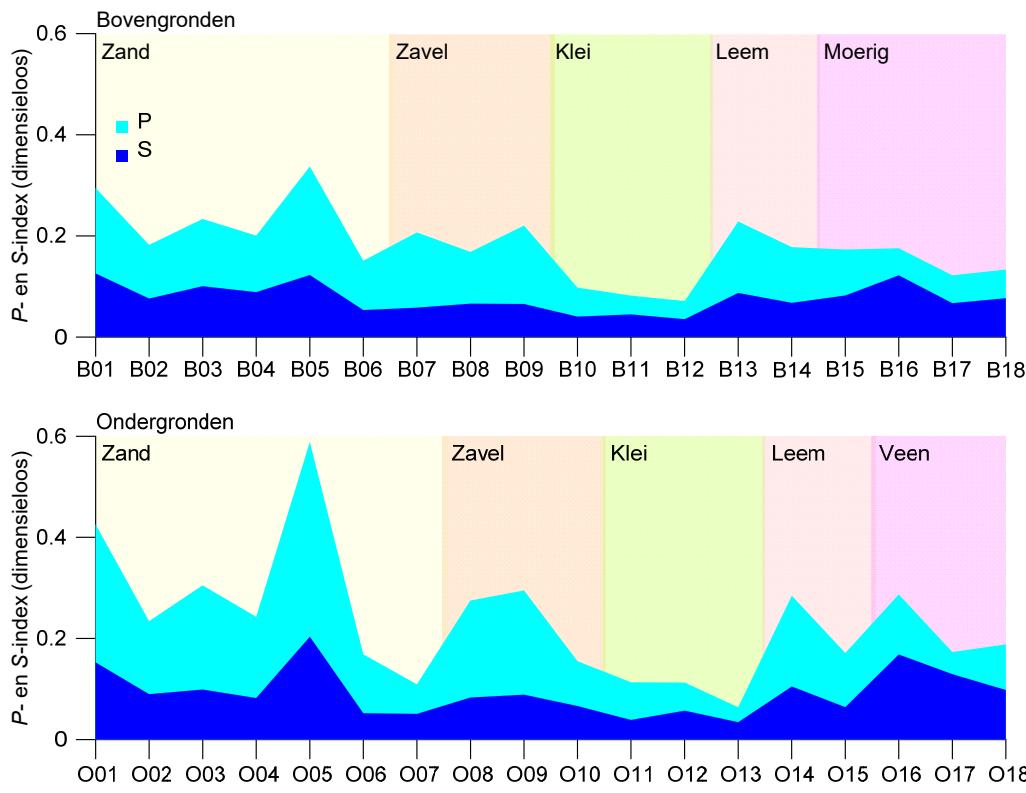
$$\theta_{\text{inf}}^* = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left(\frac{m}{1+m} \right)^m \quad (15)$$

Dexter (2004) noemt C_{inf}^* de zogenaamde S -index: $S = C_{\text{inf}}^*$ (dimensieloos). De grens tussen goede en slechte bodemstructuur ligt volgens Dexter bij $S = 0.035$, een $S < 0.02$ identificeert hij met zeer slechte fysische bodemcondities. Dexter & Czyz (2007) geven de volgende beoordelingscriteria:

S-index	Beoordeling
$0.050 \leq S$	zeer goed
$0.035 \leq S < 0.050$	goed
$0.020 \leq S < 0.035$	slecht
$S < 0.020$	zeer slecht

Merk op dat deze waarden iets afwijken van de waarden voor het buigpunt in de normale waterretentiekarakteristiek $\theta(h)$: $h_{\text{inf}} = m^{1-m}/\alpha$, $\theta_{\text{inf}} = \theta_r + (\theta_s - \theta_r)(1+m)^{-m}$, en $C_{\text{inf}} = \alpha(\theta_s - \theta_r)(m/(1+m))^{1+m}/(1-m)$; NB: $C_{\text{inf}}^* = C_{\text{inf}}/\alpha$.

Figuur B1-1 geeft de P - en S -index voor alle boven- en ondergronden berekend op basis van de Staringreeks 2018 klasse-vertaalfuncties. De getoonde patronen voor deze indexen duiden op enige correlatie tussen beide indexen. Uit een 1:1 grafiek en uit de lineaire regressie blijkt dat het verband redelijk door een lineair model beschreven kan worden: $S = 0.3126 P + 0.01990$ ($R^2 = 0.726$). De laagste S -index is 0.034, en deze valt net buiten de klasse 'goed' (zie hierboven); in totaal vallen 31 bouwstenen in de klasse 'zeer goed'.



Figuur B1-1 De P- en S-index waarden voor alle boven- en ondergronden.

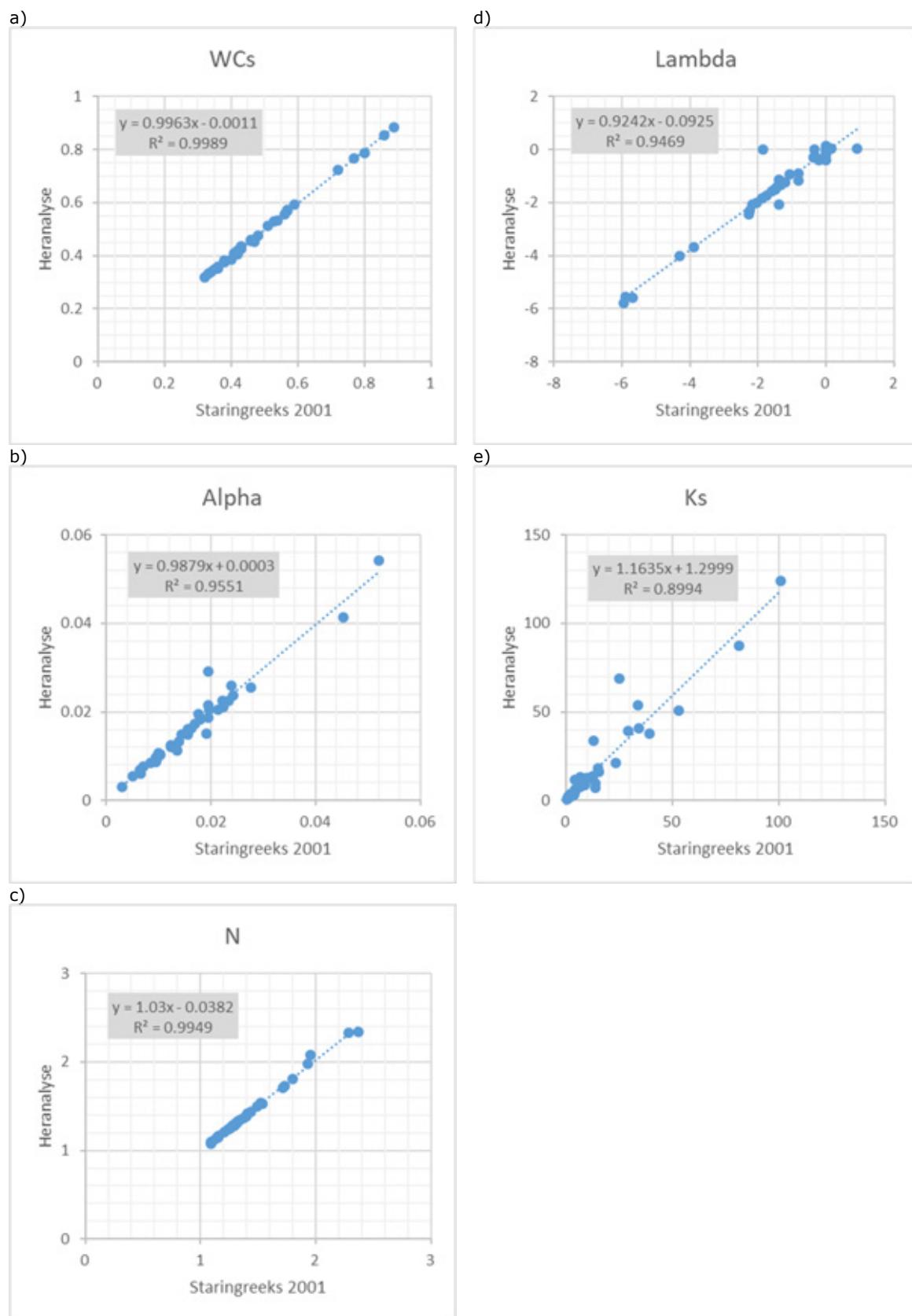
Bijlage 2 Verificatie methodiek

De methodiek zoals beschreven in Wösten et al. (2001) is opnieuw toegepast op de 832 monsters van de Staringreeks 2001 om te zien of de methodiek tot reproduceerbare resultaten leidt. De gefitte parameters in de Mualem-Van Genuchten-beschrijving zijn onderling vergeleken in onderstaande 1:1 grafieken (Figuur B2-1). Net zoals in 2001 zijn ook nu de waarden voor θ_r vastgezet op dezelfde waarden als in 2001. Voor de parameters θ_s (WCs), α (Alpha) en n (N) zijn de overeenkomsten zeer goed (helling en R^2 zeer dicht bij 1). Voor λ (Lambda) en K_s (Ks) zijn de afwijkingen ten opzichte van de 1:1 lijn iets groter. Omdat de exacte versie en gebruikte instellingen van RETC zoals gebruikt in 2001 onbekend zijn, kan dit niet nader uitgezocht worden.

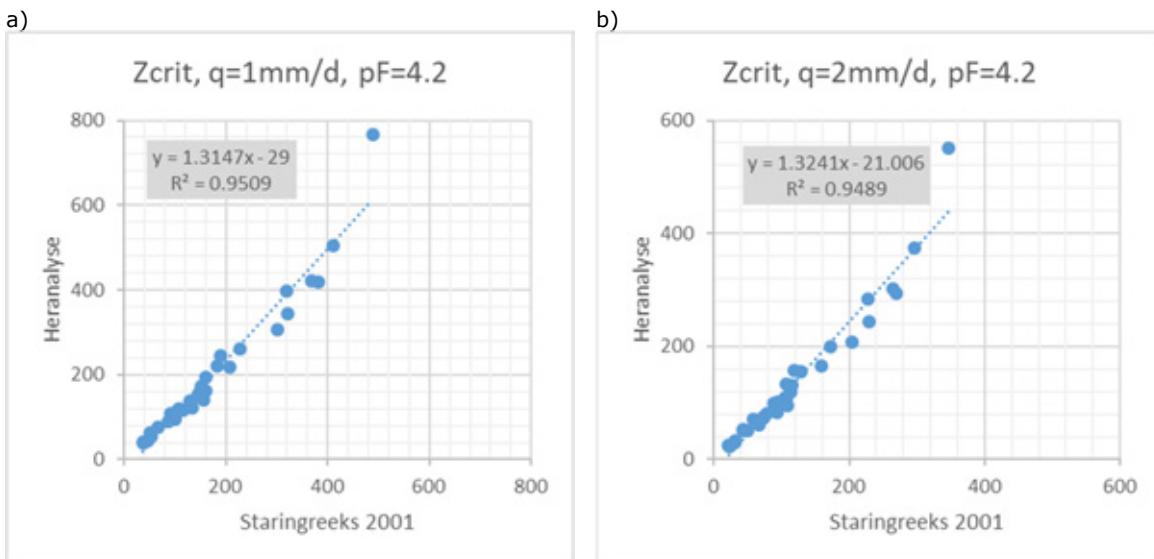
Omdat de Mualem-Van Genuchten-parameters zeer goed overeenkomen, zal het duidelijk zijn dat de berekende θ - en K -waarden bij een referentiereeks van h (de 13 waarden uit Tabel 4 van Wösten et al., 2001) zoals berekend in de heranalyse, zeer goed overeenkomen met de waarden zoals gerapporteerd in 2001 (hier verder niet meer uitgewerkt in tabel- of grafiekvorm).

Tevens is de kritiek z-afstand vergeleken. Dit is gedaan voor het geval dat de drukhoogte aan de onderzijde van de wortelzone gelijk is aan -16000 cm voor twee waarden van opwaartse flux (Figuur B2-2). De kritieke z-afstand wordt in de heranalyse ca. 30% overschat. Dit is het gevolg van de gemiddeld toch iets hogere doorlatenheden die in de heranalyse van 2001 zijn verkregen. De afwijkingen zijn niet het gevolg van verschillen in berekeningswijze van de kritieke z-afstand. Dit is geverifieerd door de berekening te herhalen met de 2001 parameters. De overeenkomst is daarbij zeer goed (Figuur B2-3).

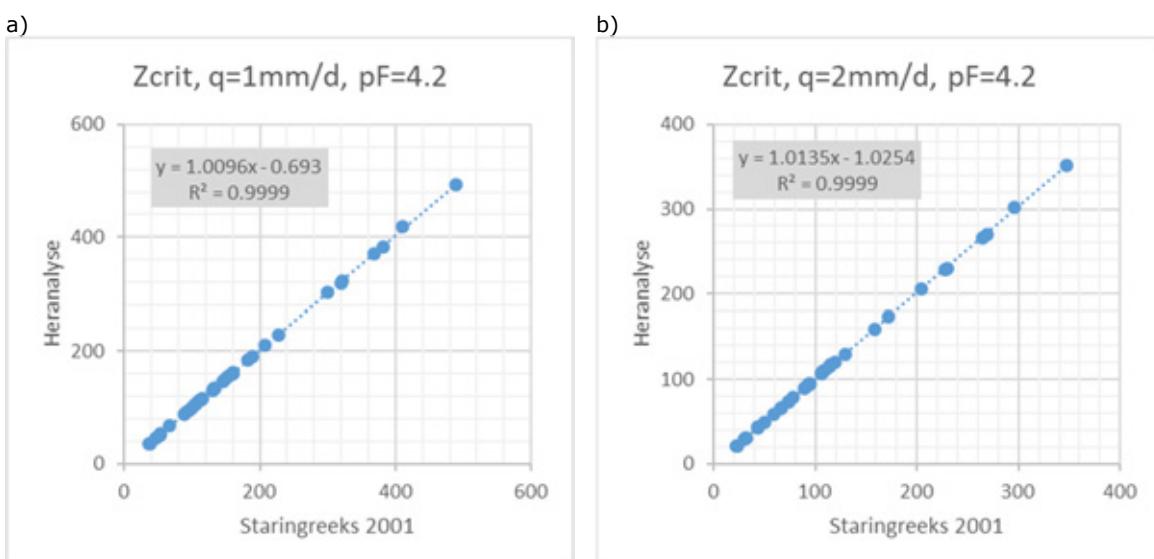
Uit deze heranalyse van 2001 is geconcludeerd dat de afleiding van de klasse-vertaalfuncties van de Staringreeks zoals gerapporteerd in 2001 (cf. tabellen 3 en 4 in Wösten et al., 2001) te reproduceren is. De methodiek, vastgelegd in software, kan nu en in de toekomst worden toegepast op nieuwe datasets.



Figuur B2-1 Vergelijking tussen de parameterwaarden zoals gerapporteerd in 2001 (horizontale as) en de waarden zoals verkregen in de heranalyse (verticale as): a) θ_s , b) α , c) n , d) λ , en e) K_s .



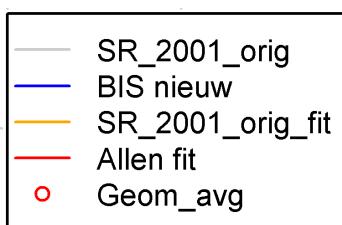
Figuur B2-2 Vergelijking tussen de kritieke z-afstanden (indien drukhoogte aan onderzijde wortelzone gelijk is aan -16000 cm) zoals gerapporteerd in 2001 (horizontale as) en de waarden zoals verkregen in de heranalyse (verticale as), met gebruik van de Mualem-Van Genuchten-parameterwaarden uit zoals in de heranalyse voor de 2001 situatie is afgeleid, bij een opwaartse flux van a) 0.1 cm d^{-1} en b) 0.2 cm d^{-1} .



Figuur B2-3 Vergelijking tussen de kritieke z-afstanden (indien drukhoogte aan onderzijde wortelzone gelijk is aan -16000 cm) zoals gerapporteerd in 2001 (horizontale as) en de waarden zoals verkregen in de heranalyse (verticale as) met gebruik van de Mualem-Van Genuchten-parameterwaarden uit 2001, bij een opwaartse flux van a) 0.1 cm d^{-1} en b) 0.2 cm d^{-1} .

Bijlage 3 Individuele en gemiddelde karakteristieken

In deze bijlage zijn alle beschikbare waterretentie- ($h(\theta)$) en doorlatendheidskarakteristieken ($K(h)$) van individuele bodemonsters gegeven en ingedeeld per bovengrond- en ondergrondbouwsteen. De lichtgrijze curves gelden voor monsters uit versie 2001; de blauwe curves gelden voor alle nieuwe monsters uit BIS-Nederland en BRO verzameld in de periode 2012-2018. Uit de individuele gefitte curves zijn 13 h -waarden⁴ en bijbehorende θ - en K -waarden berekend. Deze zijn samengevat weergegeven als hun geometrisch gemiddelde (rode open symbool, met spreiding in het bereik tussen het 25% en 75% percentiel). De rode curve is de analytische oplossing behorende bij de symbolen en is gegeven door de parameters uit Tabel 3 van de hoofdtekst. Ter illustratie is de analytische oplossing van de 2001-versie in oranje gegeven. De legenda ziet er als volgt uit:



Toelichting legenda:

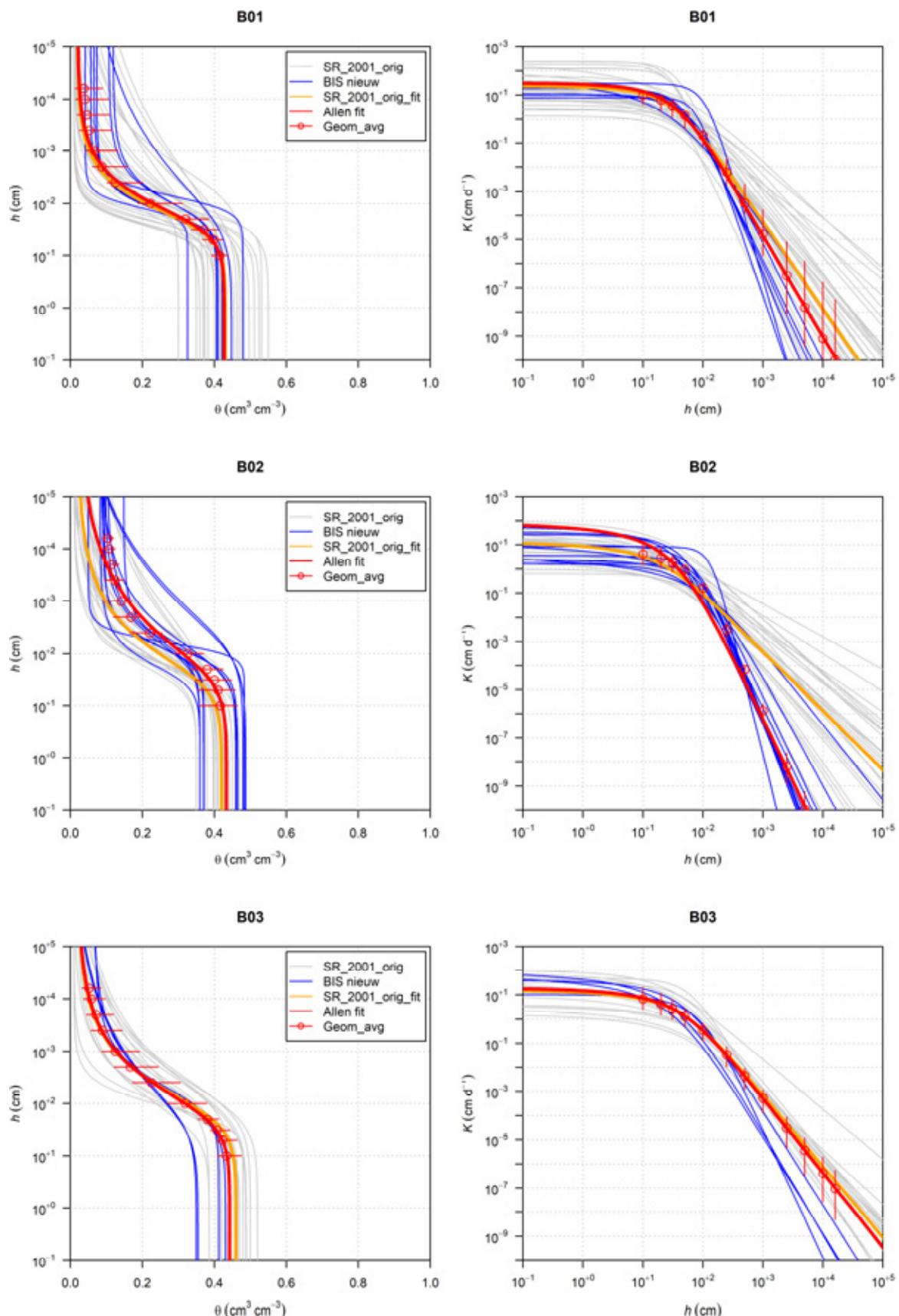
Legenda item	Toelichting
SR_2001_orig	Alle individuele curves uit de Staringreeks 2001 (Wosten et al., 2001).
BIS nieuw	Alle individuele curves sinds 2012, zoals vastgelegd in BIS-NL en BRO.
SR_2001_orig_fit	De geometrische gemiddelde curve voor de bouwsteen volgens Staringreeks 2001 (Wosten et al., 2001).
Allen fit	De geoptimaliseerde curve door de geometrische gemiddelden (Geom_avg) voor de bouwsteen voor Staringreeks 2018 zoals in deze studie is vastgesteld.
Geom_avg	De geometrische datapunten op basis waarvan het geometrische gemiddelde voor Staringreeks 2018 is gebaseerd. De horizontale (retentie) en verticale (doorlatendheid) lijnelementen door deze punten heen stellen het traject voor tussen de 25%- en 75%-percentielwaarden van alle individuele datapunten op basis waarvan het geometrisch gemiddelde is berekend.

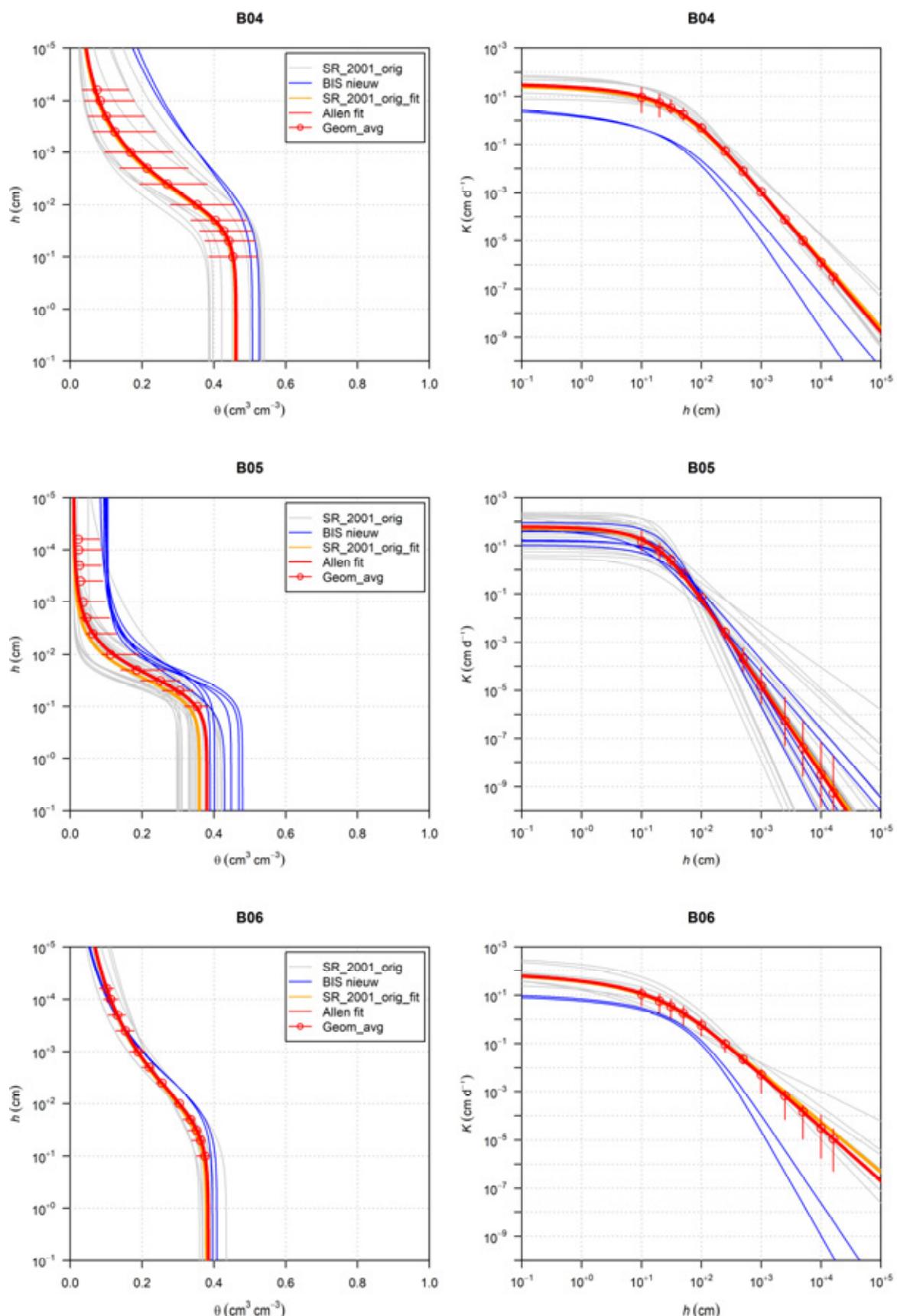
De assen voor de waterretentiecurven lopen van $\theta = 0 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ tot $\theta = 1 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, en van $h = 10^{-1} \text{ cm}$ tot $h = 10^{+5} \text{ cm}$. De assen voor de doorlatendheidscurven lopen van $h = 10^{-1} \text{ cm}$ tot $h = 10^{+5} \text{ cm}$ en van $K = 10^{-10} \text{ cm d}^{-1}$ tot $K = 10^{+3} \text{ cm d}^{-1}$.

Opmerking

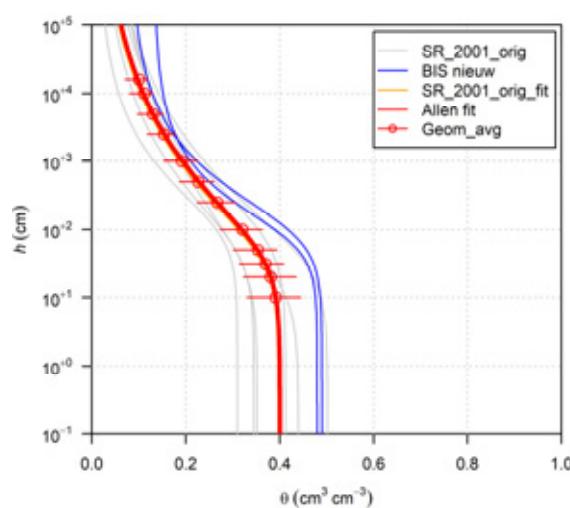
In de 2001 versie zijn de Mualem-Van Genuchten-parameters per bouwsteen gebaseerd op de geometrische gemiddelden voor 13 h -waarden berekend uit de individuele curves. Geometrische gemiddelden zijn identiek aan het gemiddelde van de log-getransformeerde grootheden.

⁴ 0, -10, -20, -31, -50, -100, -250, -500, -1000, -2500, -5000, -10000, -16000 cm

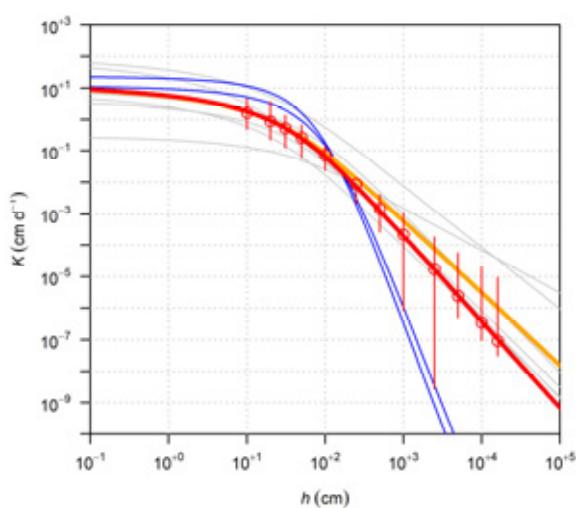




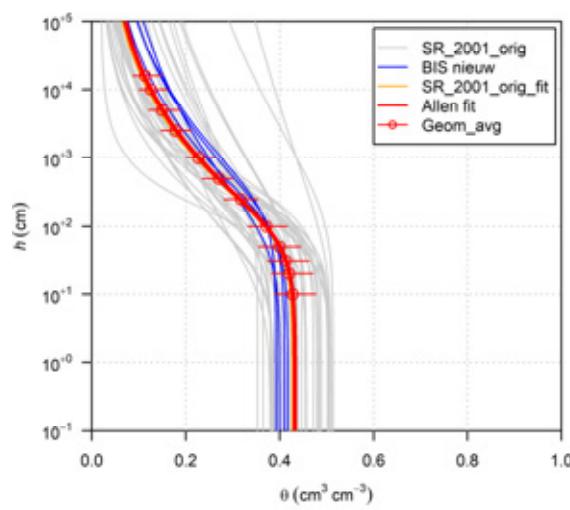
B07



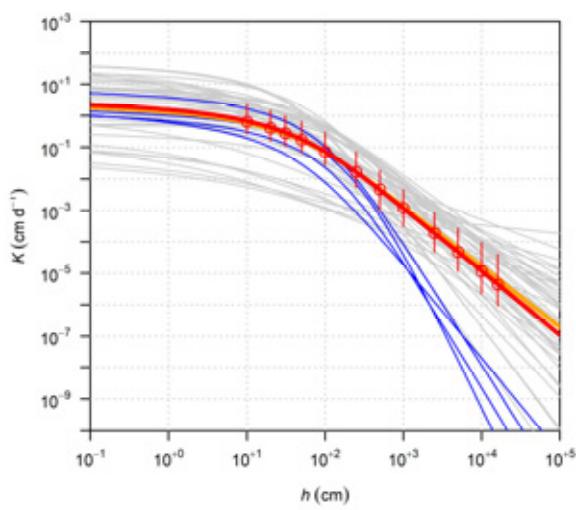
B07



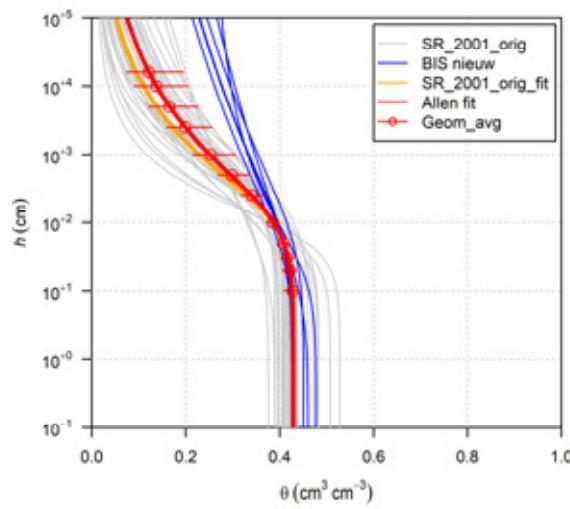
B08



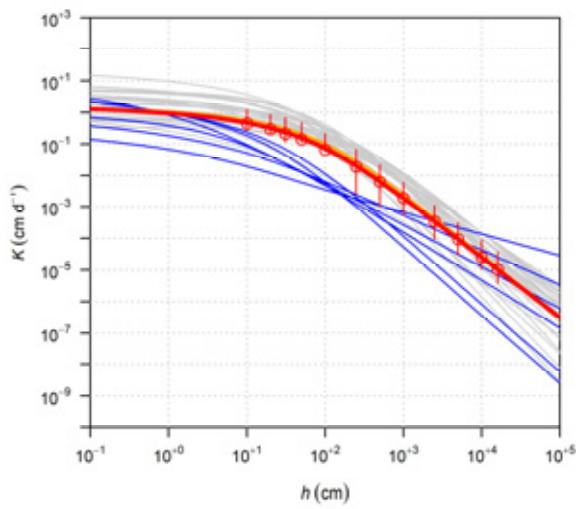
B08

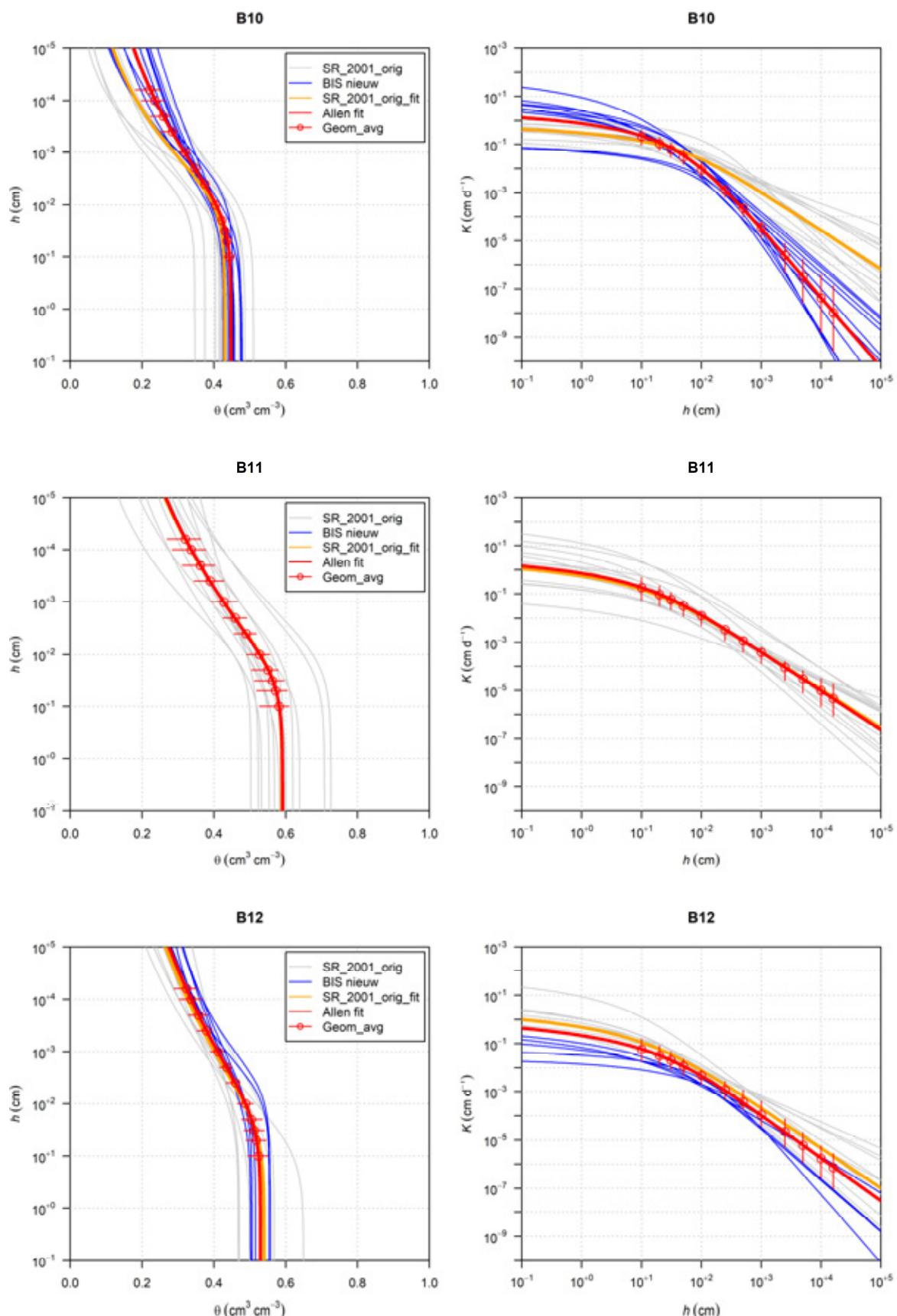


B09

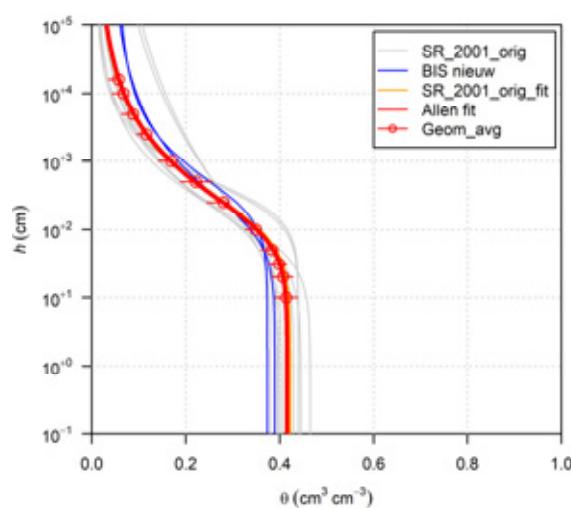


B09

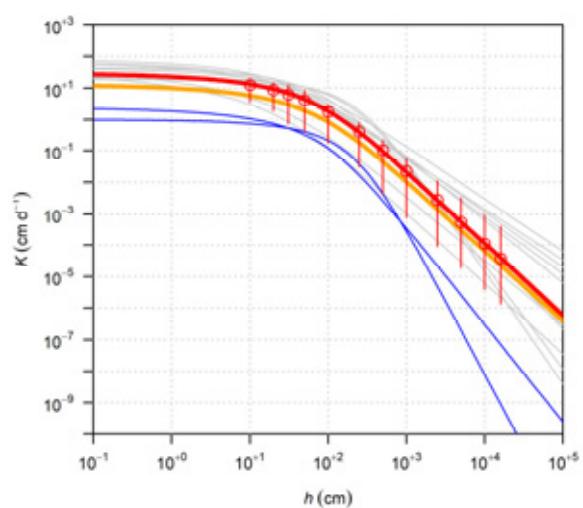




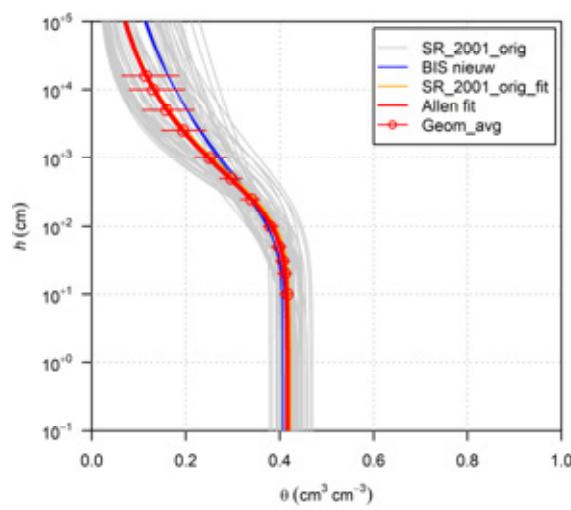
B13



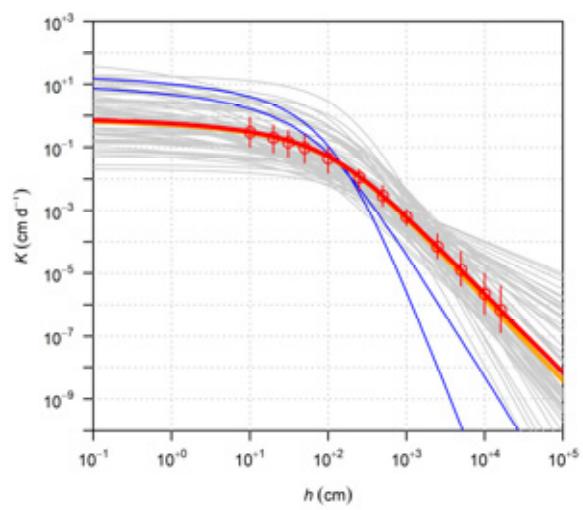
B13



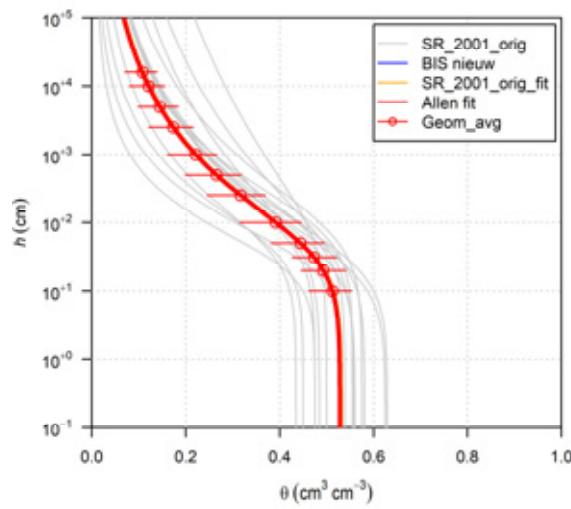
B14



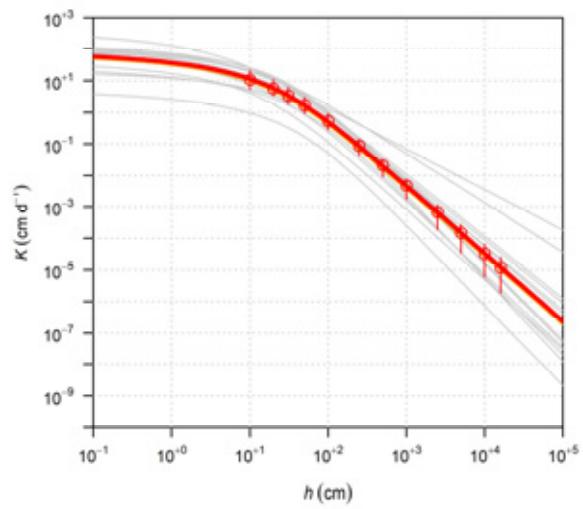
B14



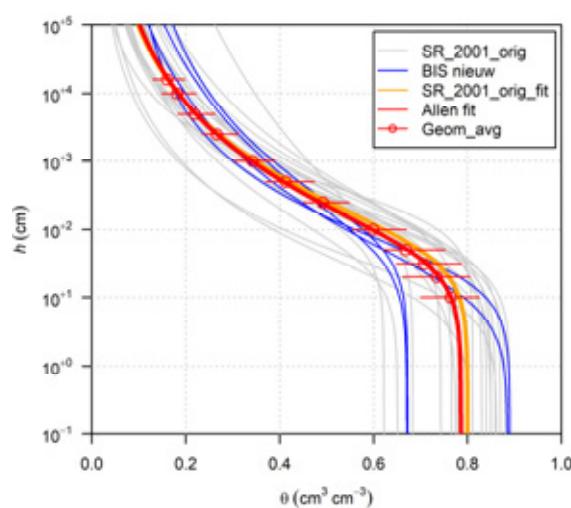
B15



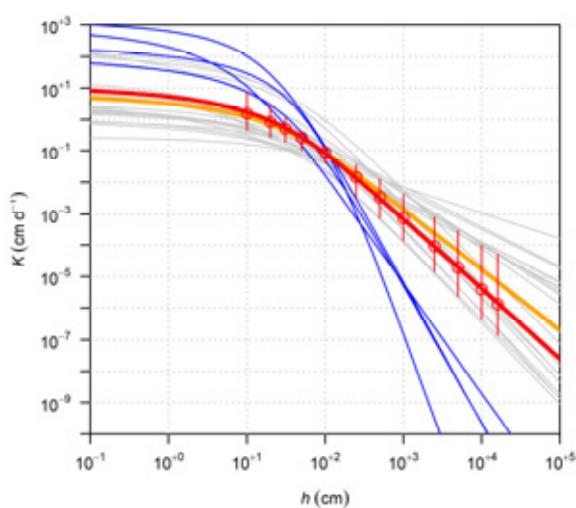
B15



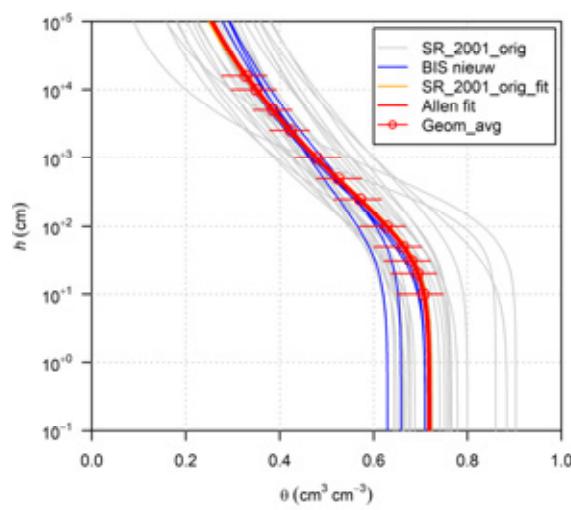
B16



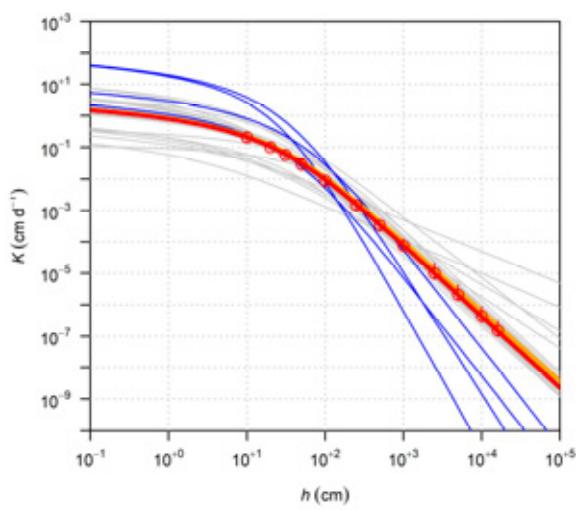
B16



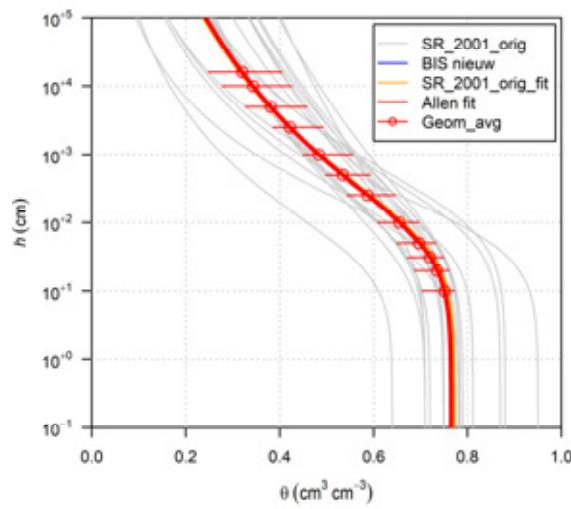
B17



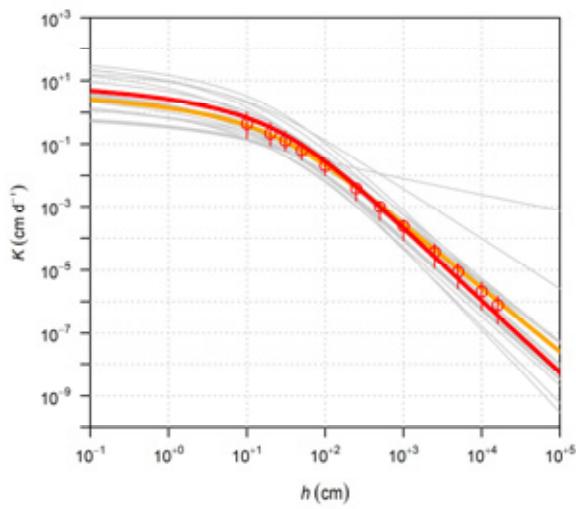
B17

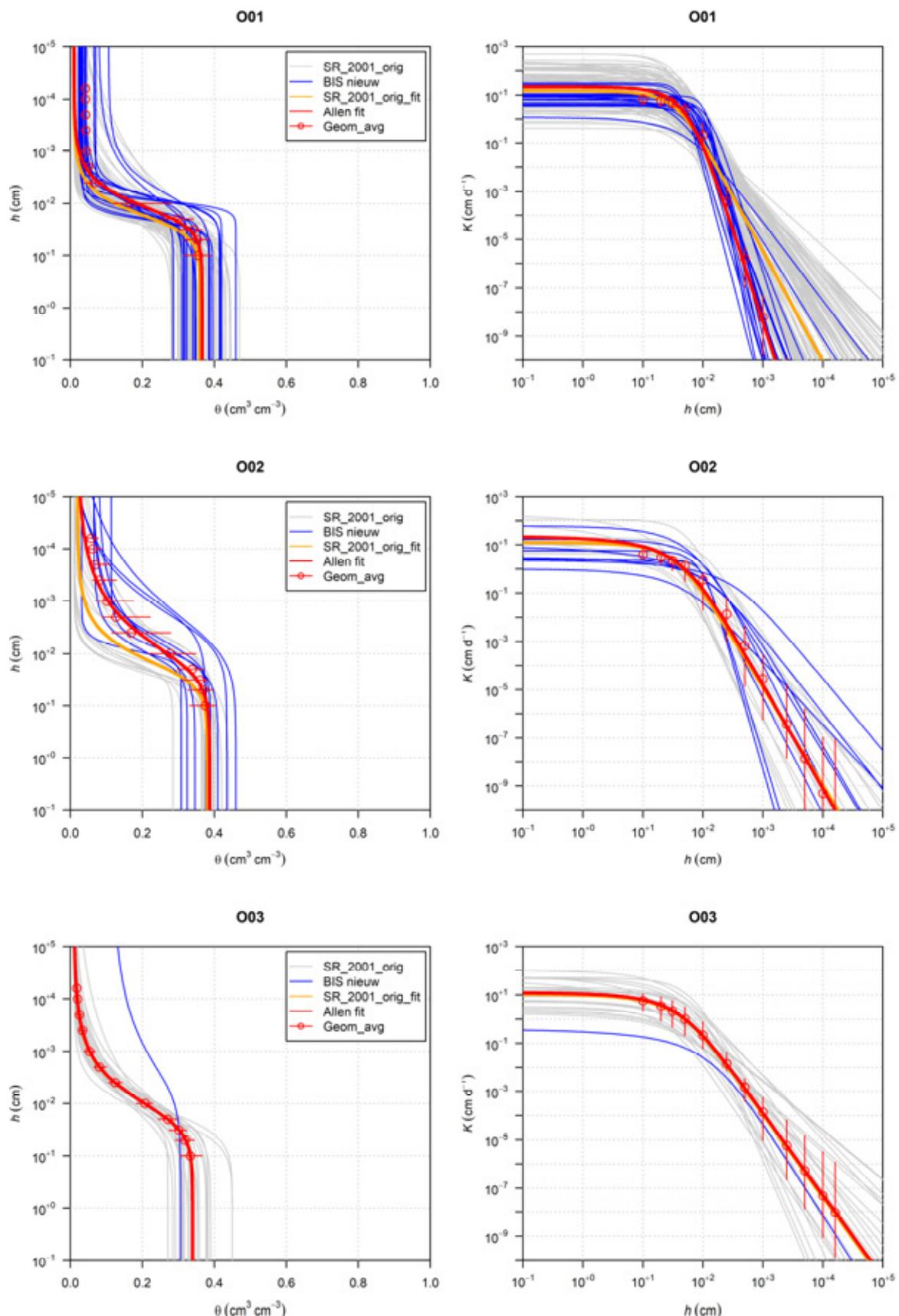


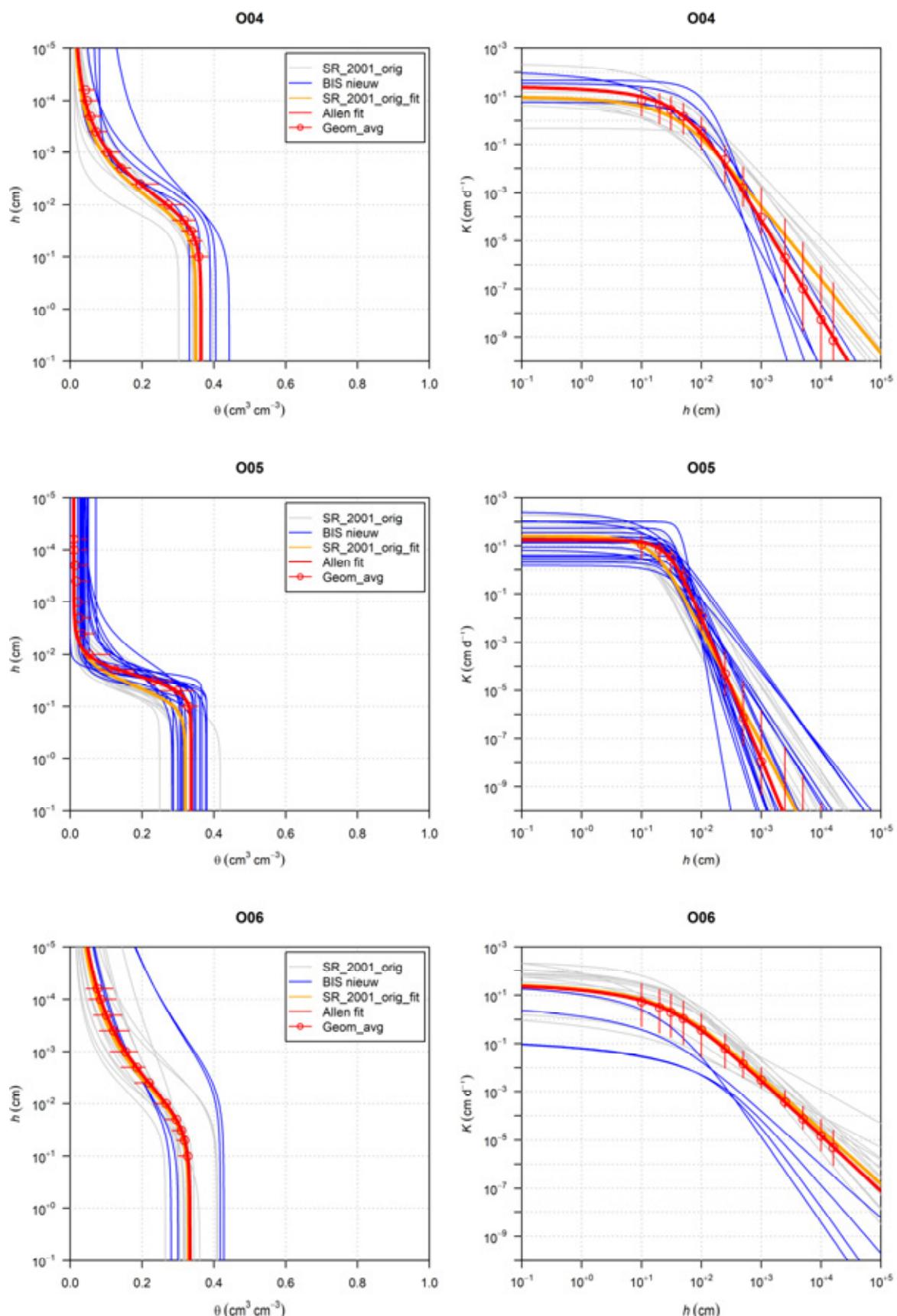
B18

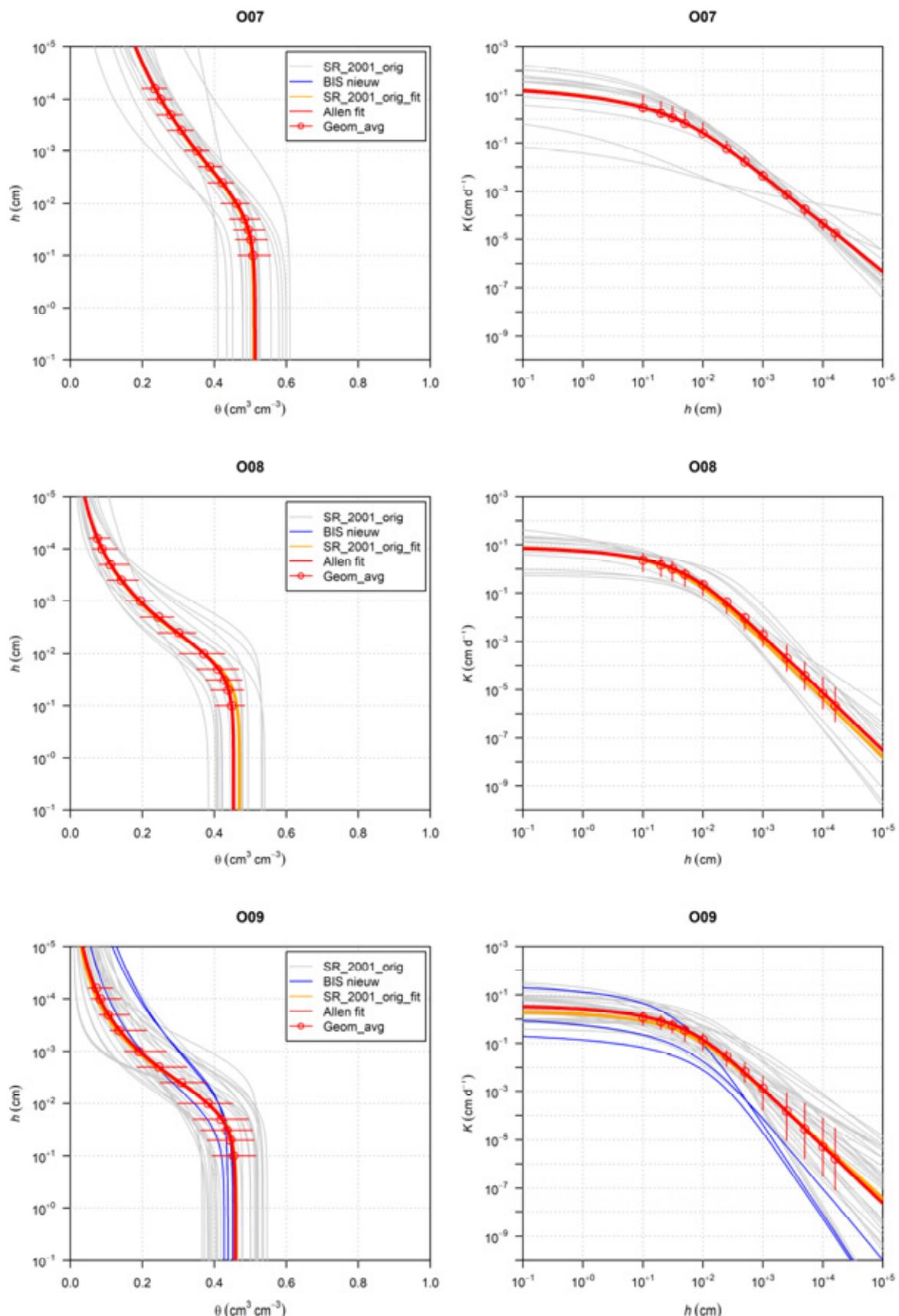


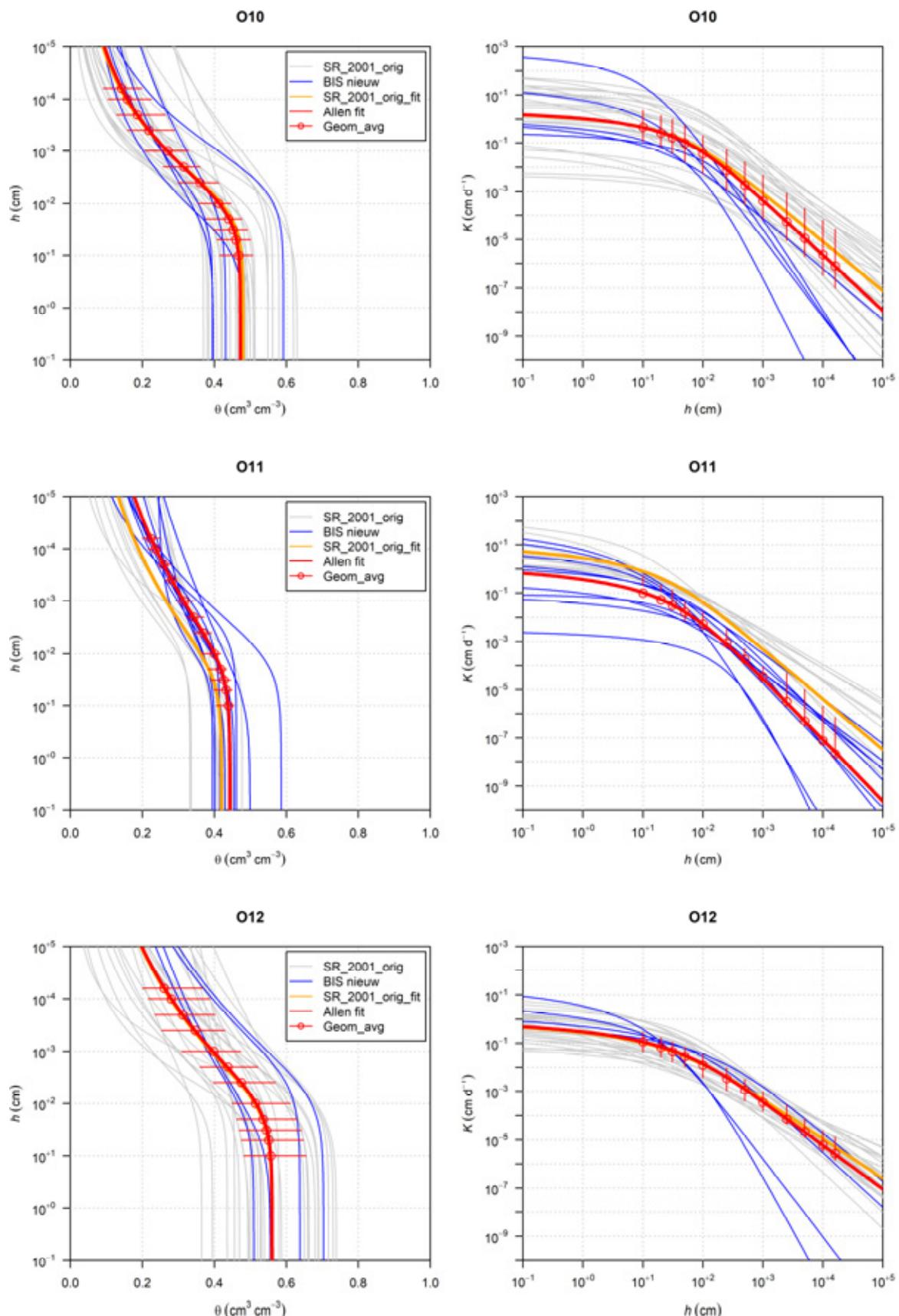
B18

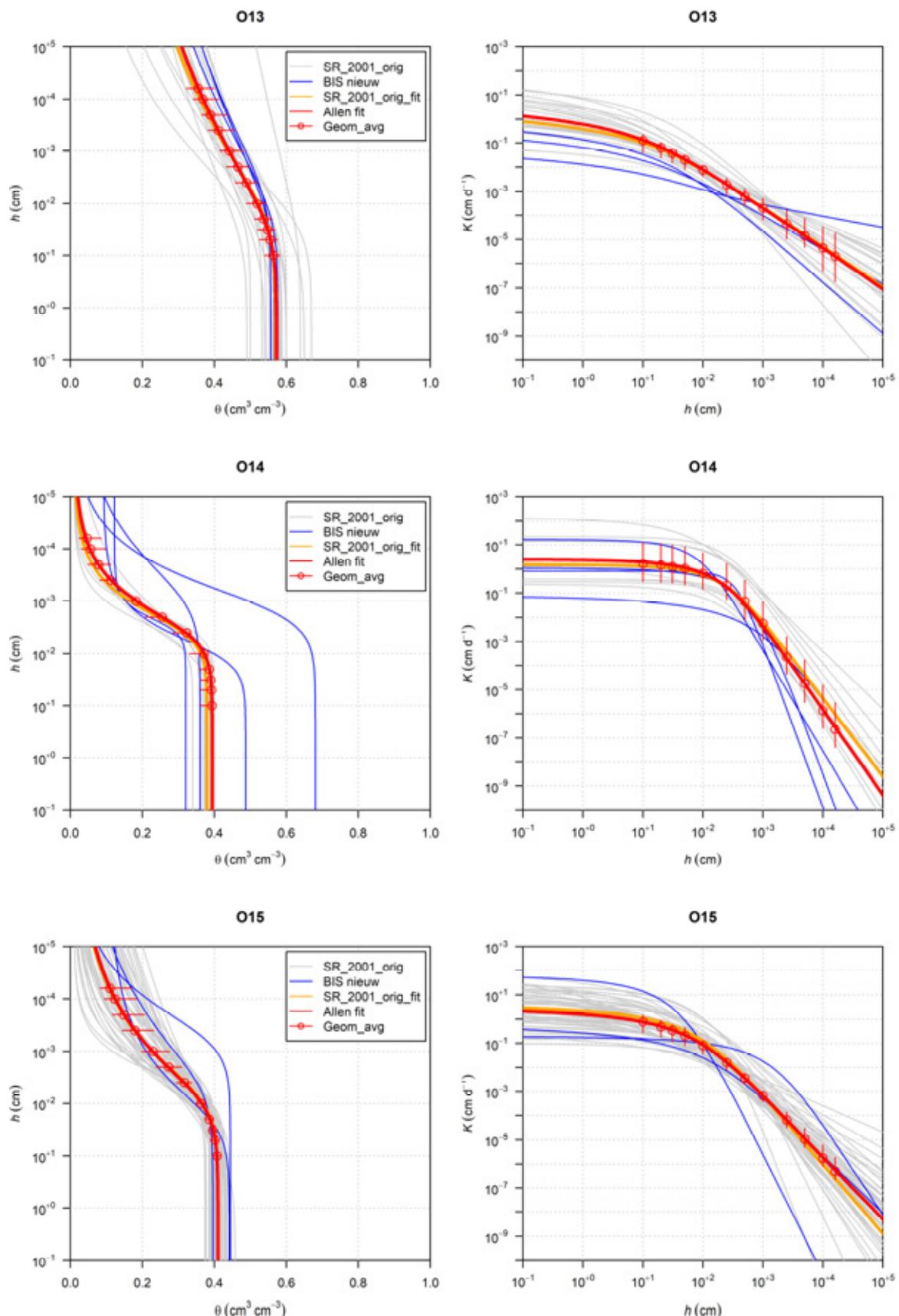


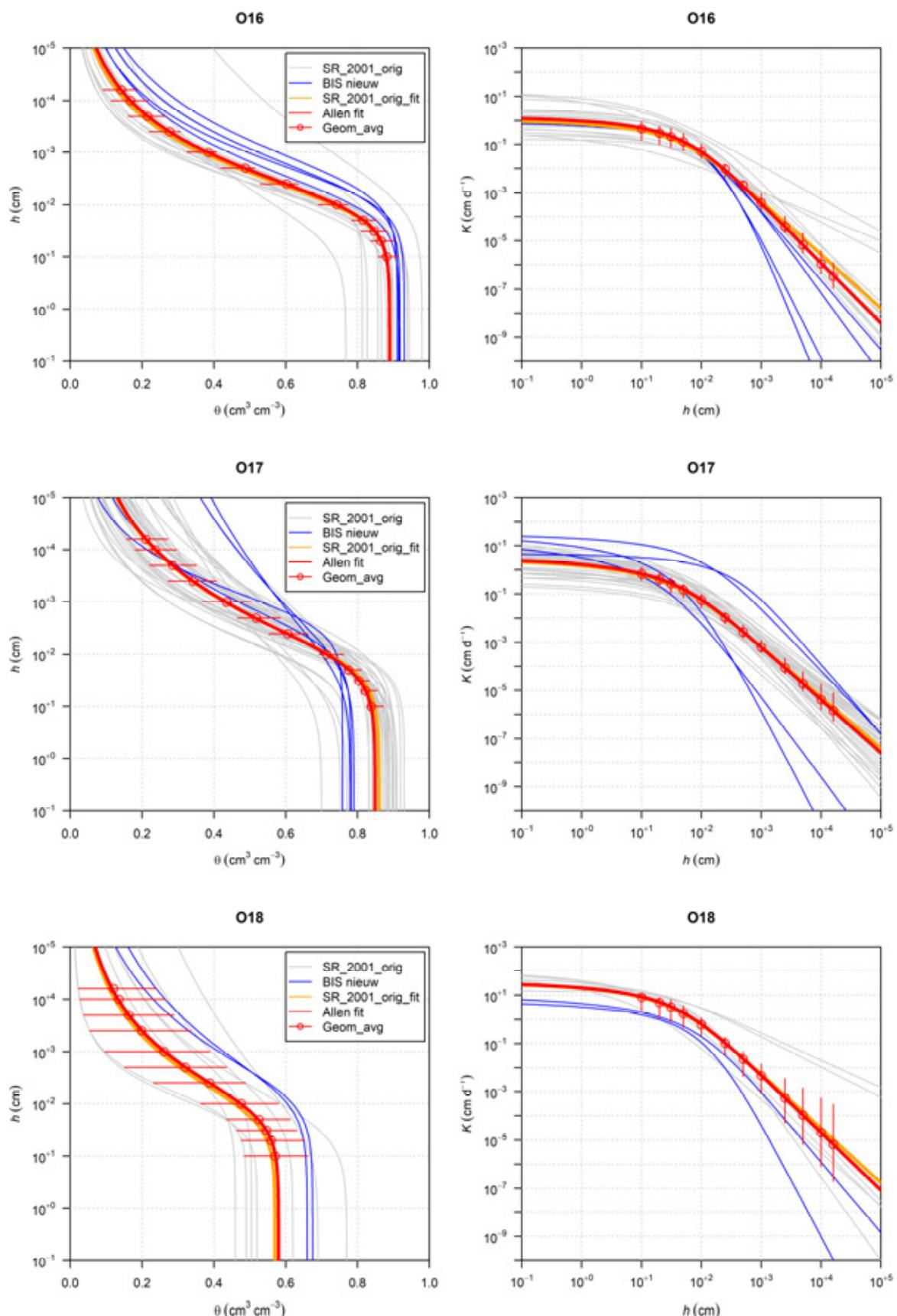












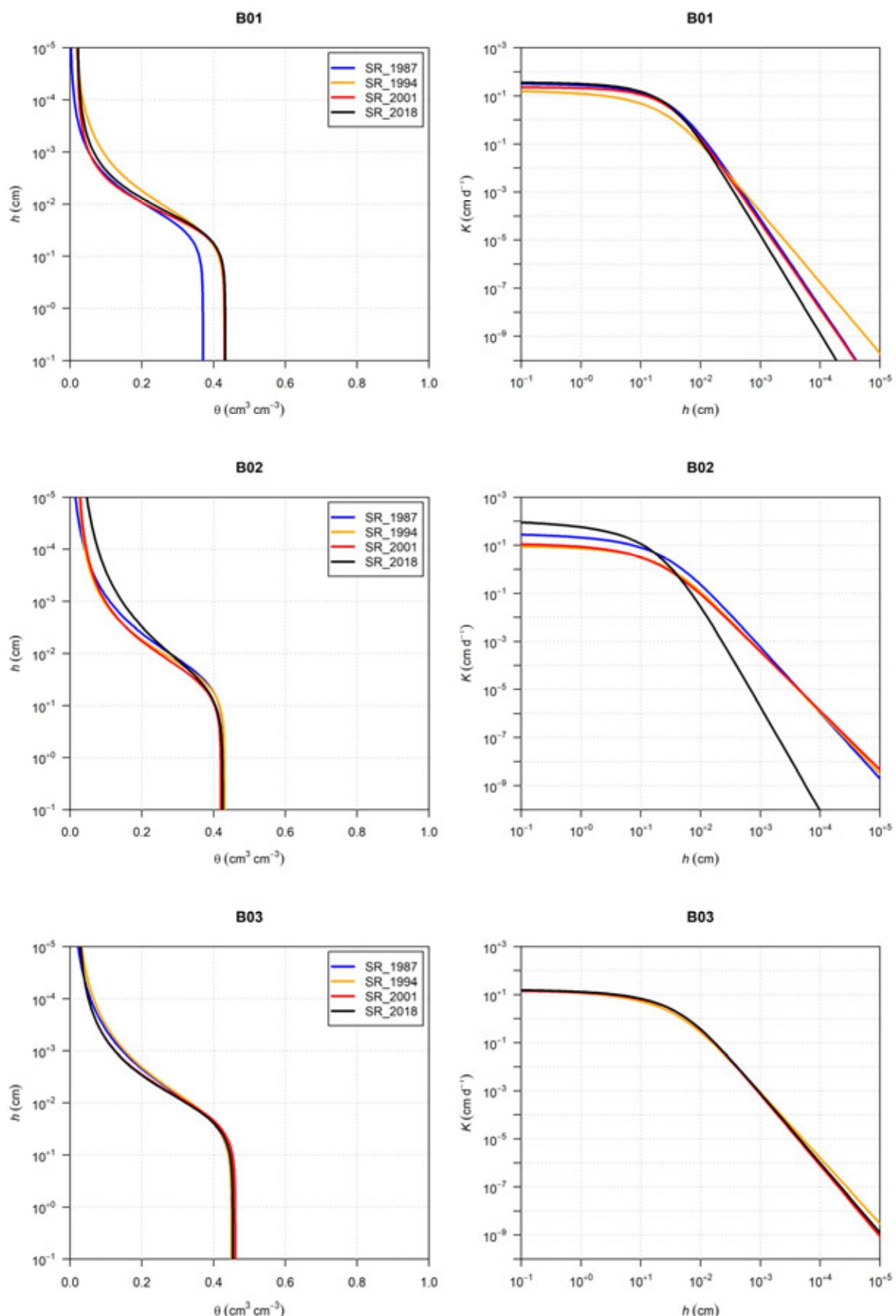
Bijlage 4 Klasse-vertaalfuncties 1987, 1994, 2001, 2018

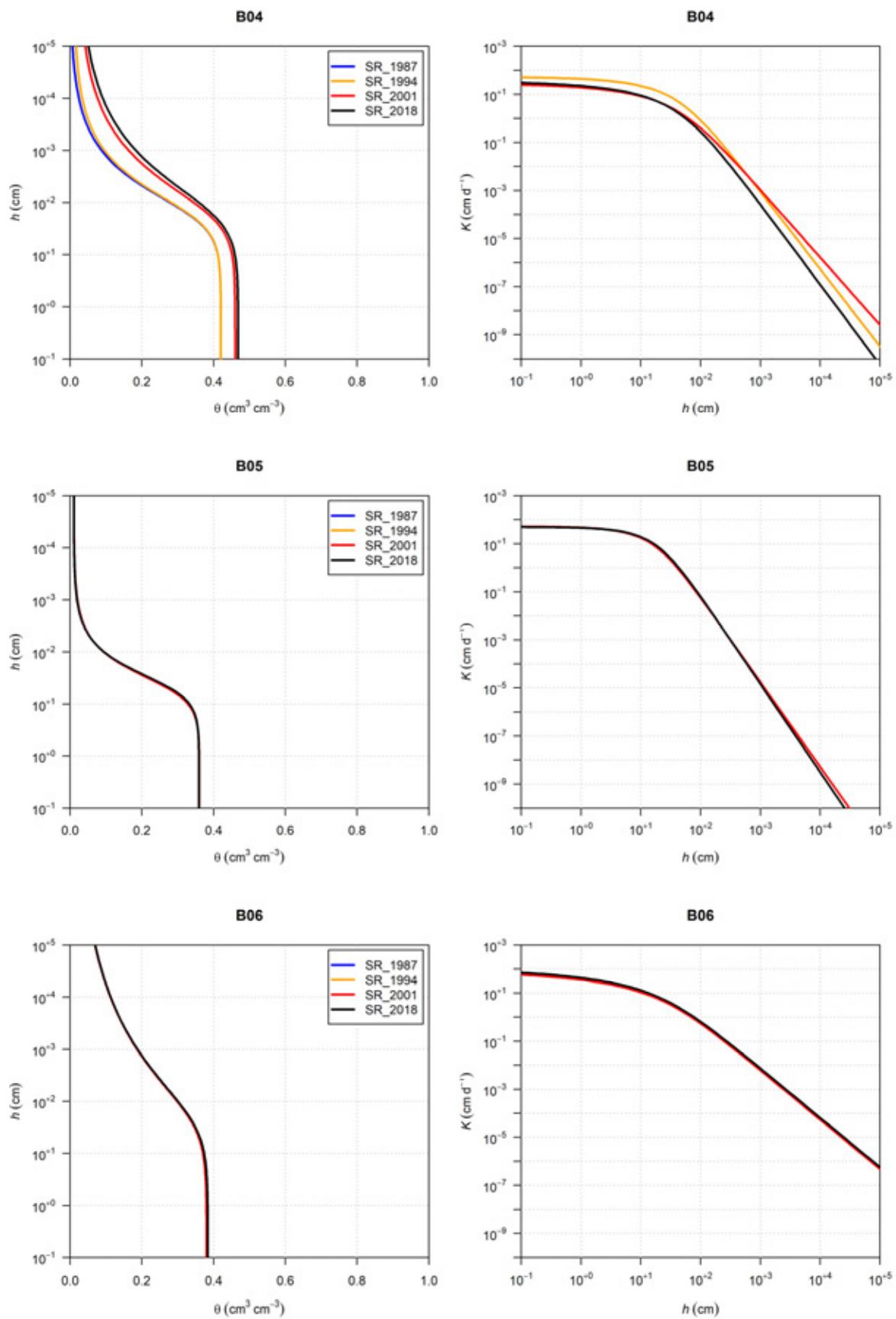
In deze bijlage worden de klasse vertaalfuncties voor de waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken gegeven voor de Staringgreeks versies 1987 (Wösten et al., 1987; blauw), 1994 (Wösten et al., 1994; oranje), 2001 (Wösten et al., 2001; rood), en de huidige versie zoals afgeleid in dit rapport (2018; zwart).

De assen voor de waterretentiecurven lopen van $\theta = 0 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ tot $\theta = 1 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, en van $h = 10^{-1} \text{ cm}$ tot $h = 10^{+5} \text{ cm}$. De assen voor de doorlatendheidscurven lopen van $h = 10^{-1} \text{ cm}$ tot $h = 10^{+5} \text{ cm}$ en van $K = 10^{-10} \text{ cm d}^{-1}$ tot $K = 10^{+3} \text{ cm d}^{-1}$.

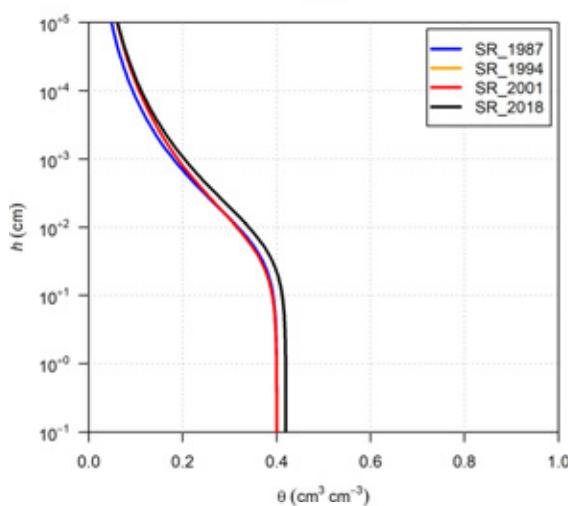
Voor 1987 ontbreken: B05, B06, B09, B13, B14, B15, B17, O07, O14, O18

Voor 1994 ontbreken: B05, B06, B13, B15, O07, O18

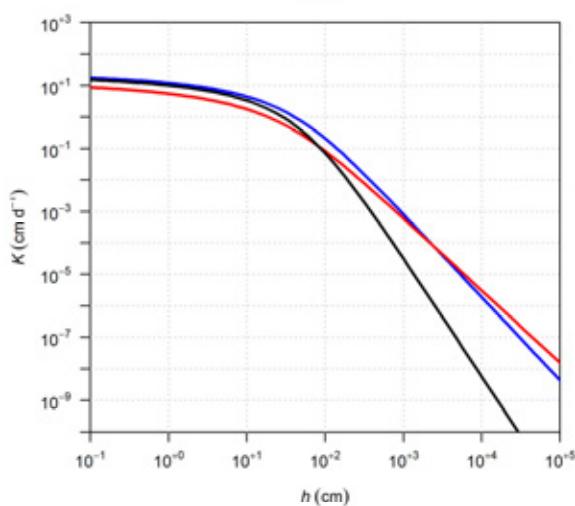




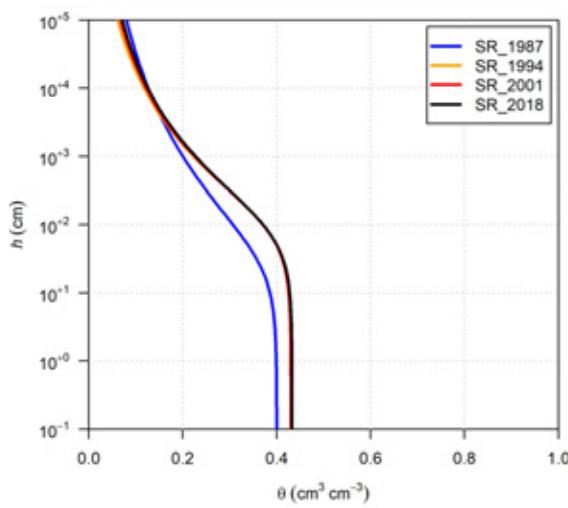
B07



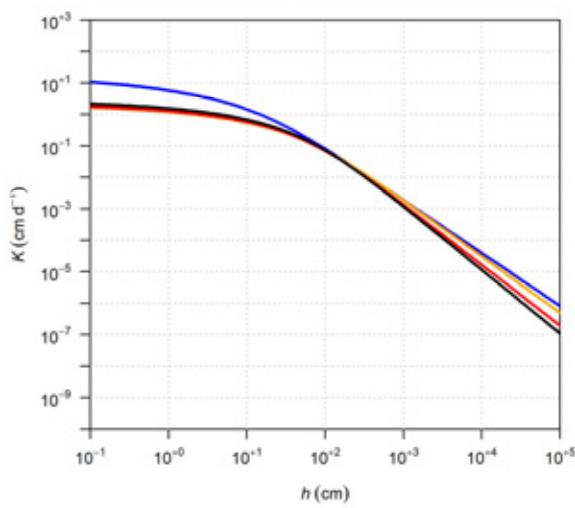
B07



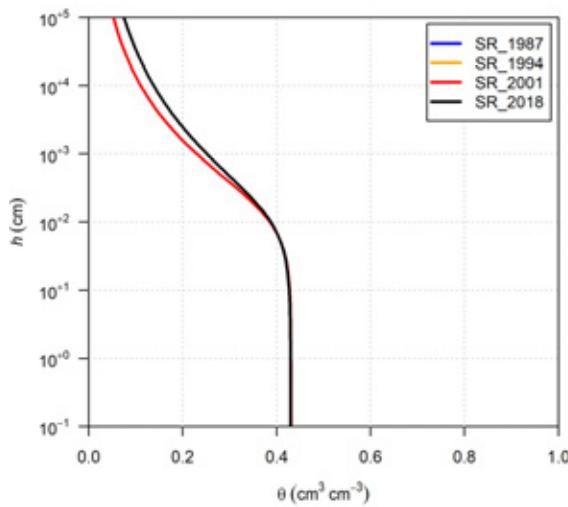
B08



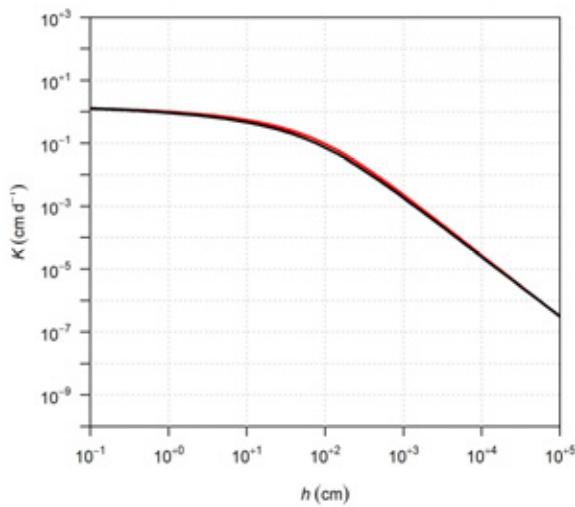
B08

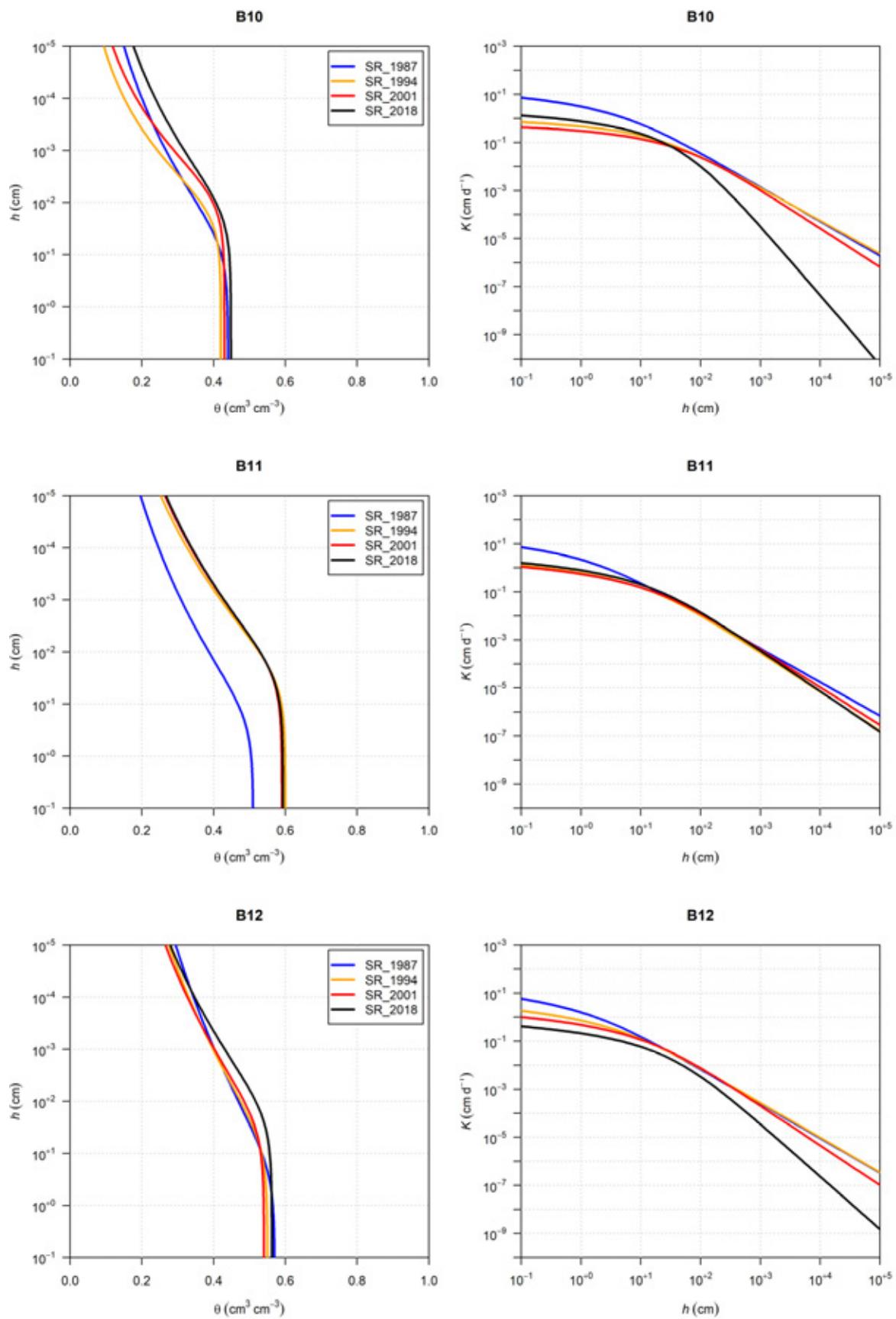


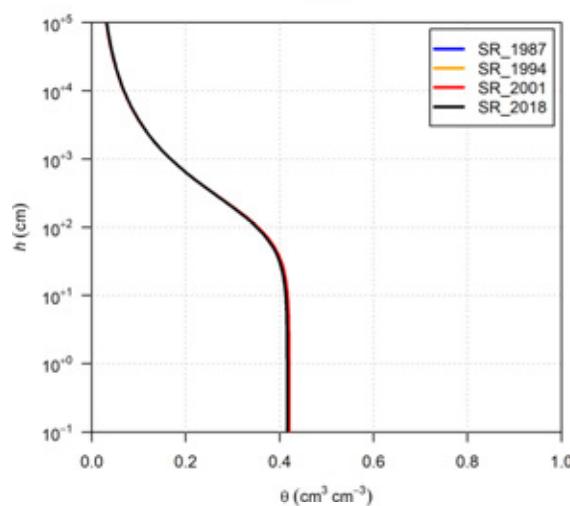
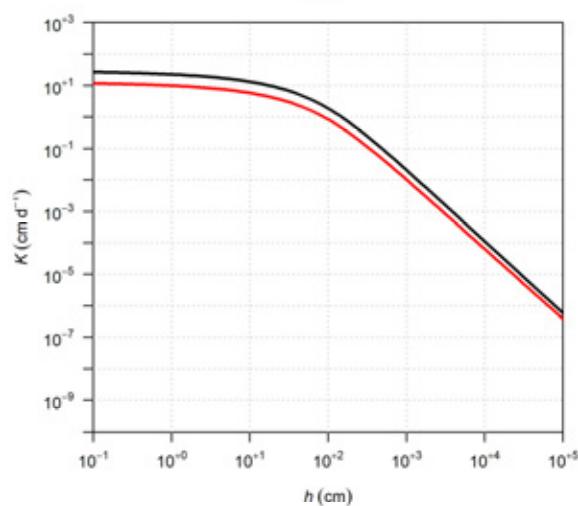
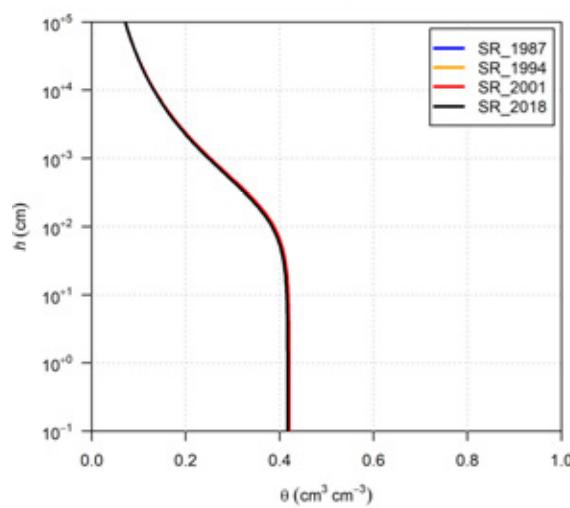
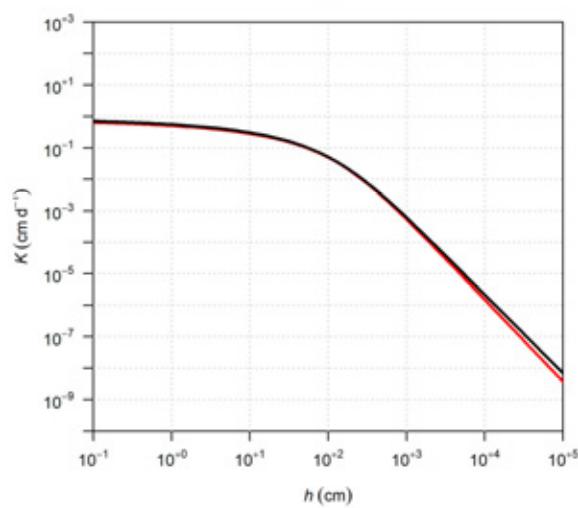
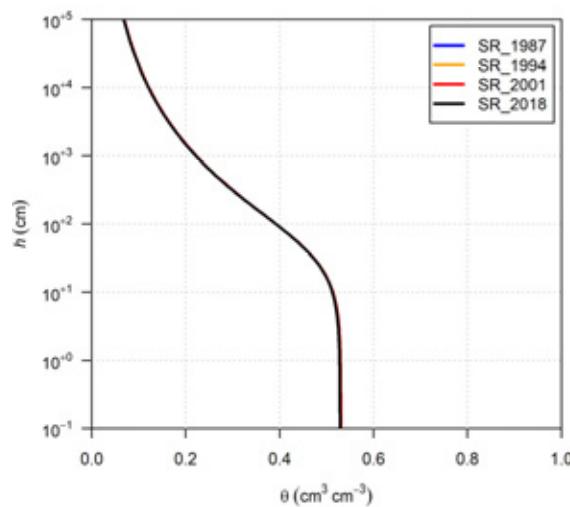
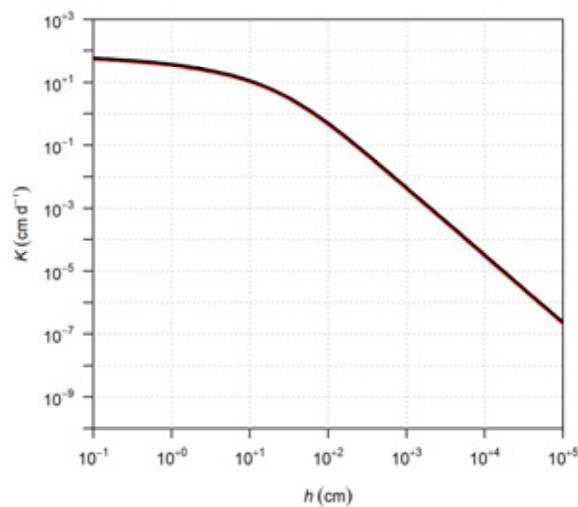
B09

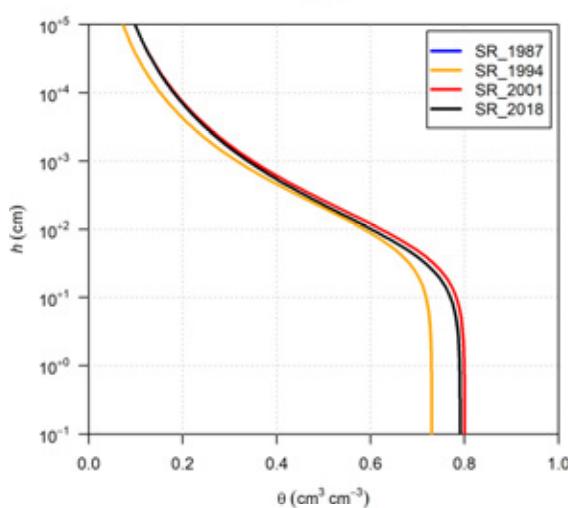
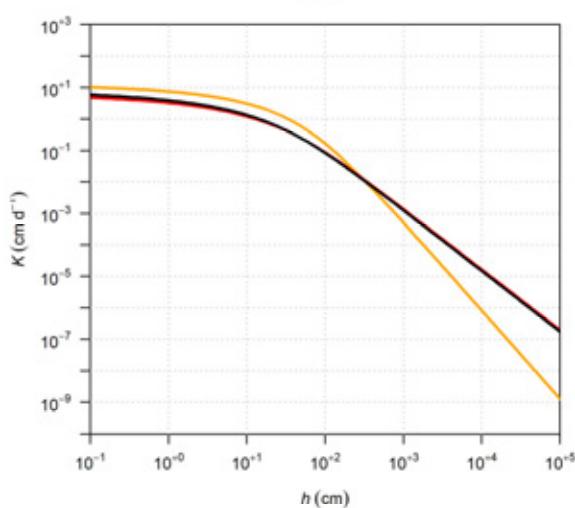
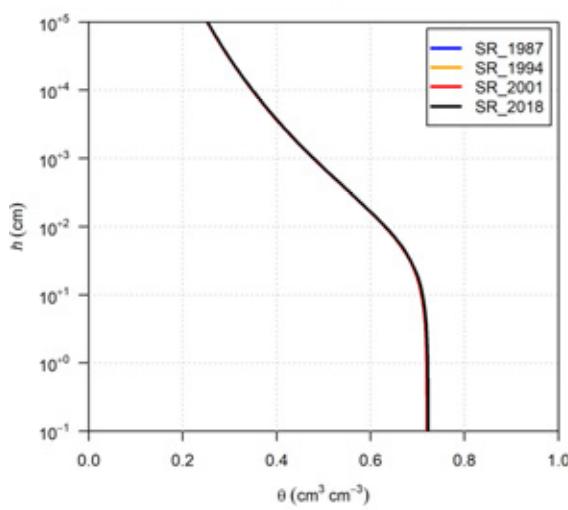
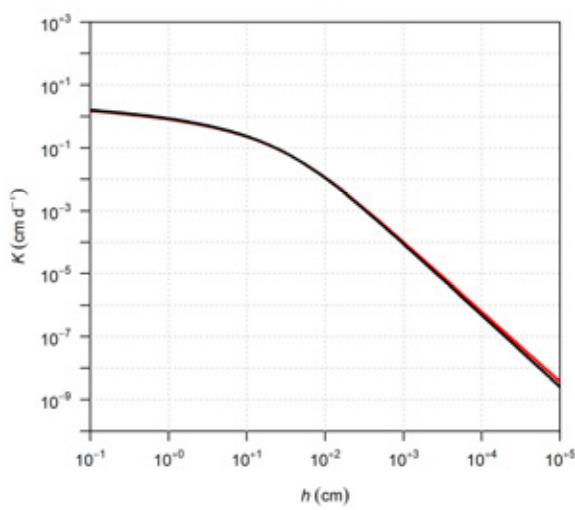
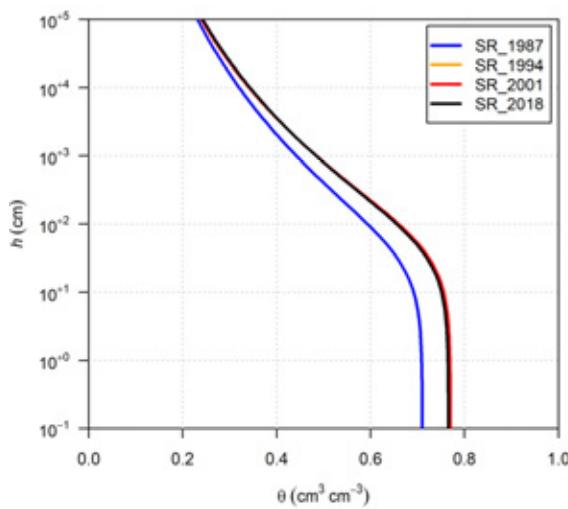
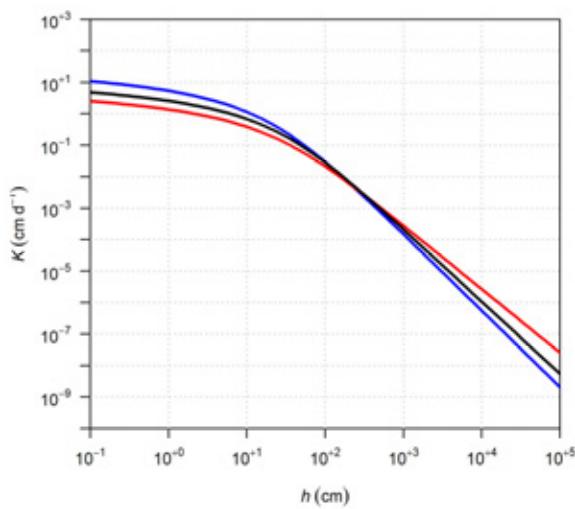


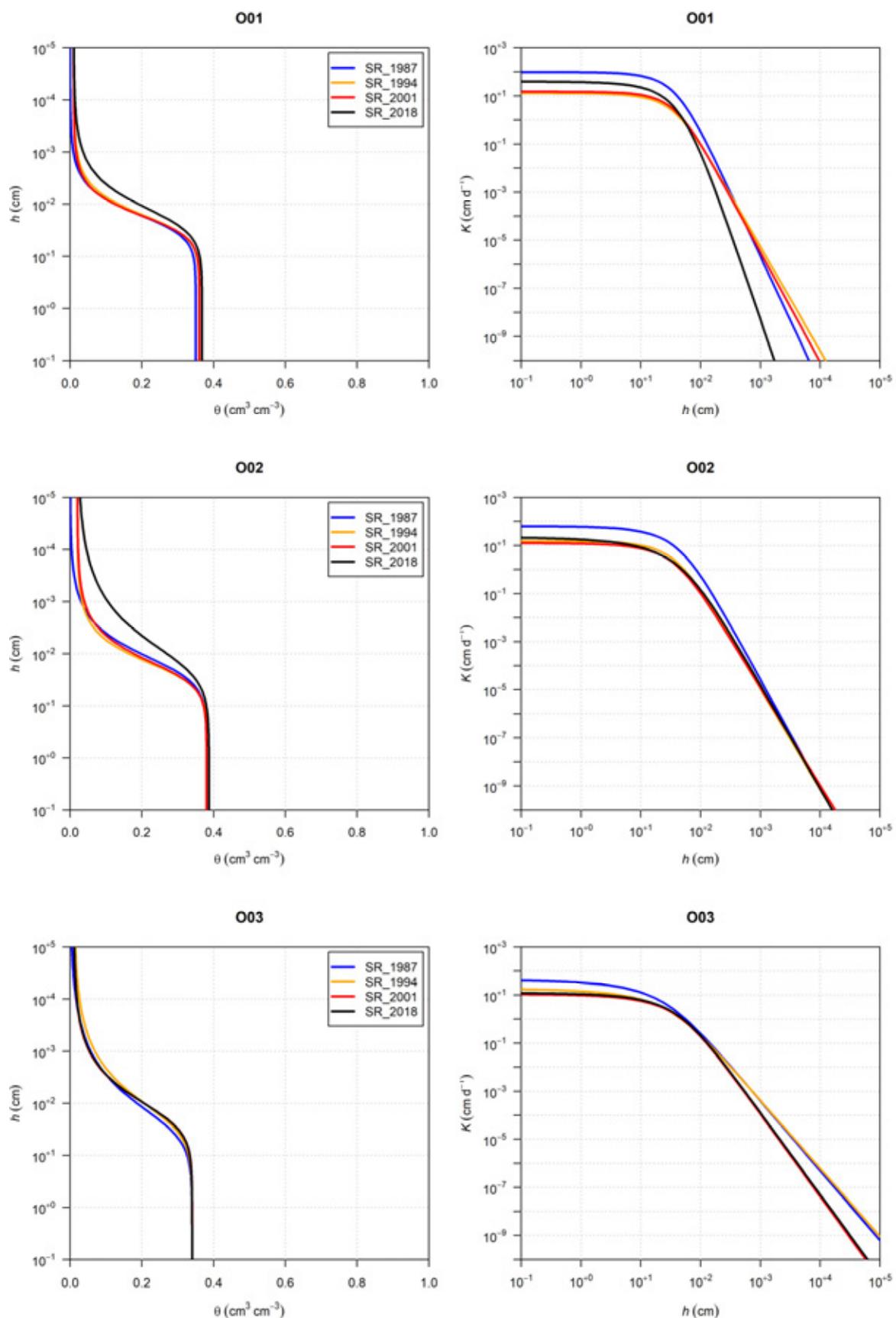
B09

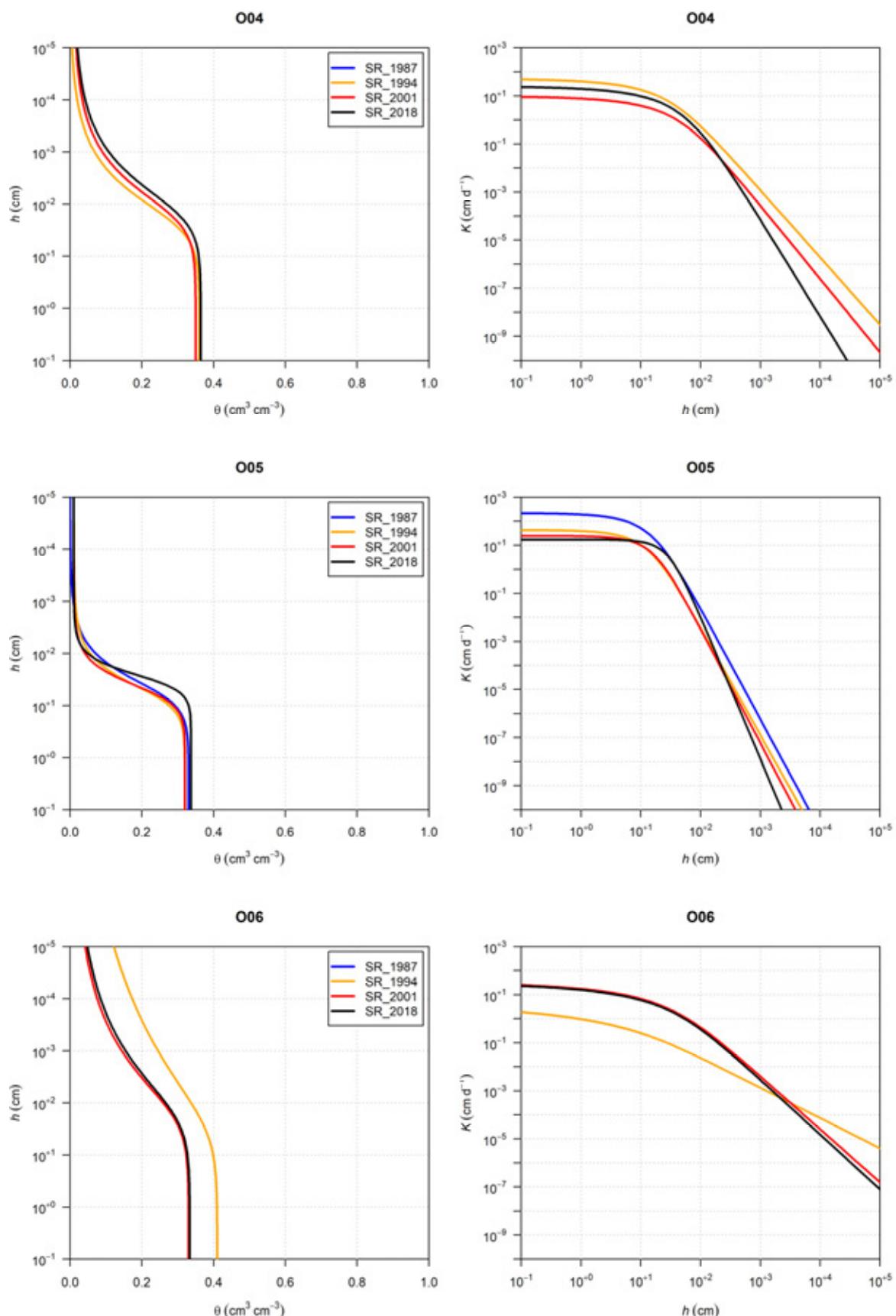


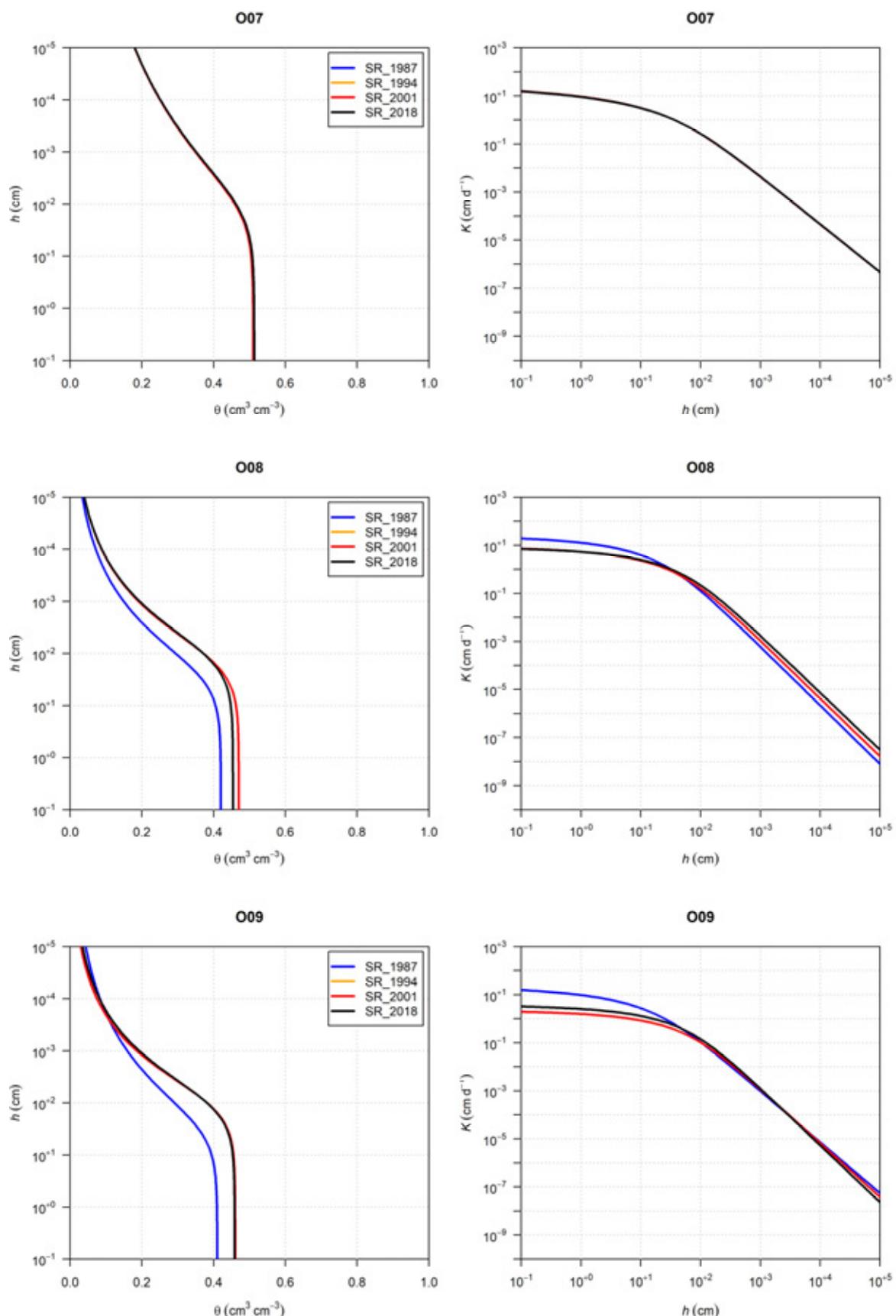


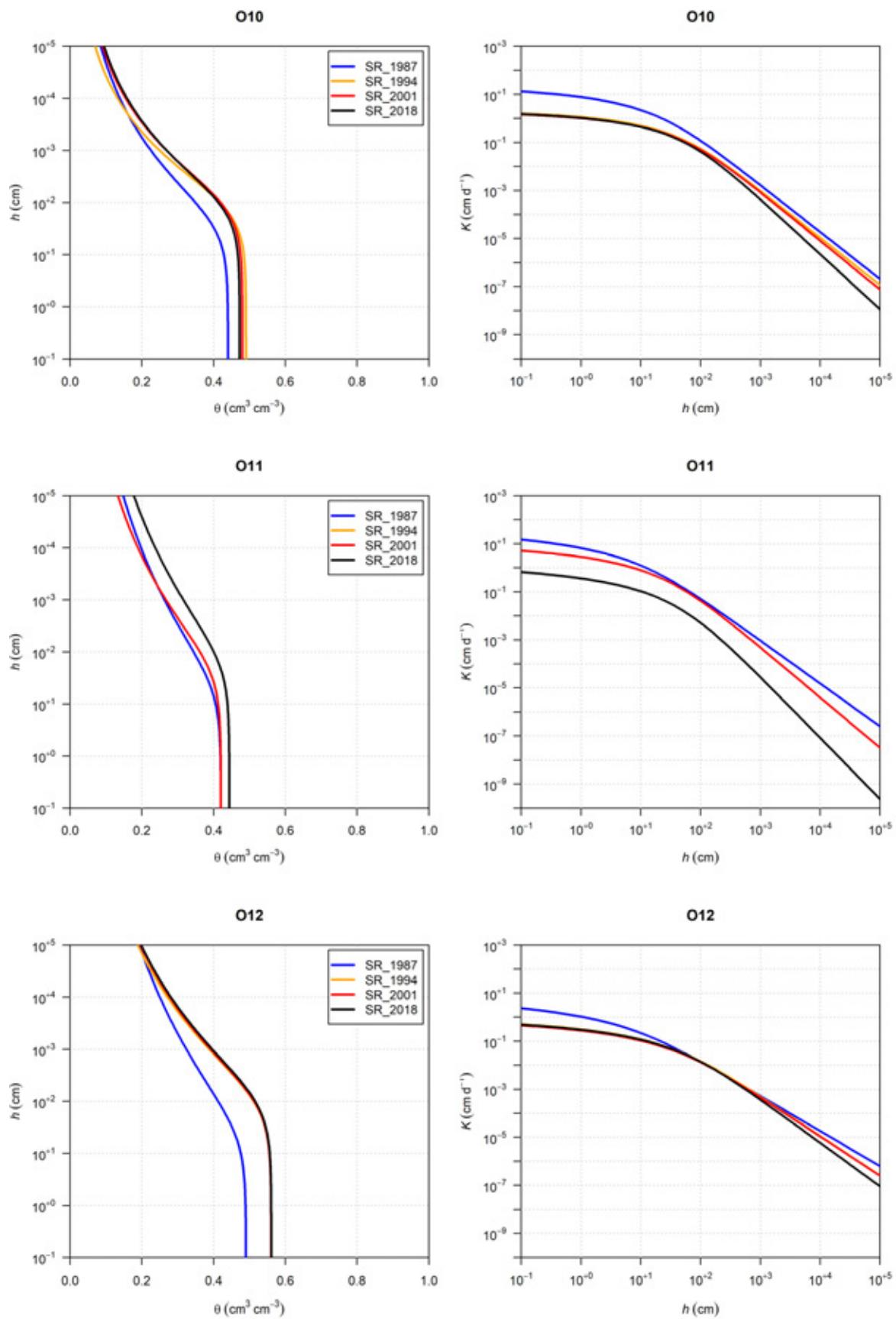
B13**B13****B14****B14****B15****B15**

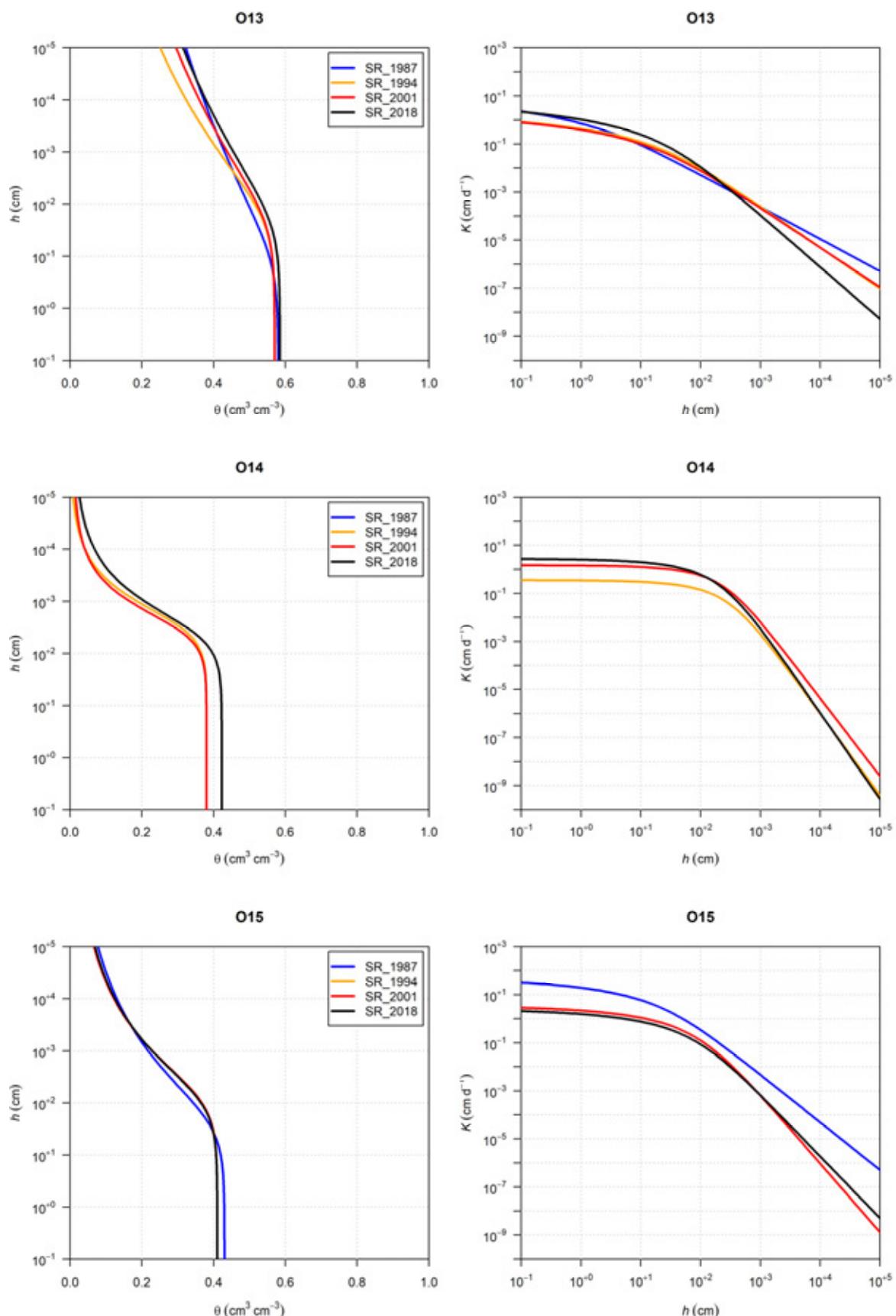
B16**B16****B17****B17****B18****B18**

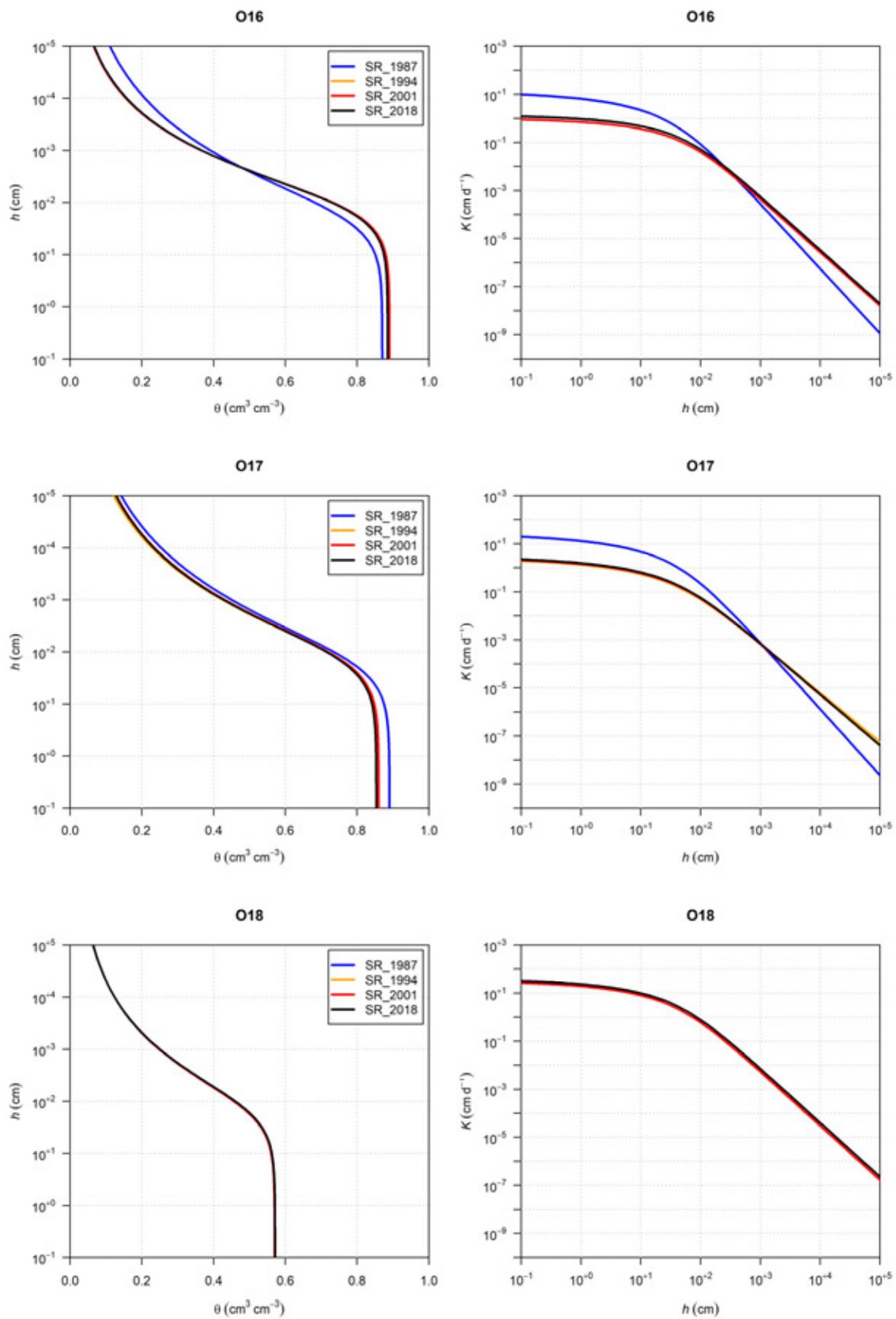












Bijlage 5 Mualem-Van Genuchten-parameters voor alle monsters

In onderstaande tabel zijn voor alle individuele monsters die gebruikt zijn voor het afleiden van de Staringreeks update 2018 de Mualem-Van Genuchten-parameters gegeven, inclusief de coördinaten van de bemonstering. Eerst worden de 832 monsters uit Staringreeks 2001 gegeven, uitgesplitst per Staringreeks-bouwsteen. Aan het eind worden de gegevens vermeld voor de nieuwe monsters.

Toelichting kolomnamen:

BS	Staringreeks bouwsteen: B01 .. B18 (18 bovengronden), O01 .. O18 (18 ondergronden)
# (num)	volgnummer; indien <10000 dan betreft het monsters uit de Staringreeks 2001; nummers >10000 zijn nieuwe monsters (de waarde is gelijk aan het Monster Identificatie Nummer (MIN) zoals gehanteerd in BIS-Nederland)
θ_r	residueel watergehalte ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)
θ_s	watergehalte bij verzadiging ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)
α	vormparameter (cm^{-1})
n	vormparameter (dimensieloos)
m	vormparameter; $m = 1 - 1/n$ (dimensieloos)
λ	vormparameter (dimensieloos)
$K_{s,\text{fit}}$	doorlatendheid bij verzadiging (gefit) (cm d^{-1})
Long, Lat	X-, Y-coördinaten

BS	#	θ_r	θ_s	α_r	α_s	n	m	λ	$K_{s,fit}$	λ	n	m	λ	$K_{s,fit}$	Long	Lat					
B01	1	0.01	0.497	0.0248	1.441	0.306	-0.083	17.214	52995	426075	B02	10	0.05	0.430	0.0228	2.596	0.615	-1.533	1.374	186800	395050
B01	2	0.01	0.550	0.0163	1.741	0.426	0.000	2.772	52995	426075	B02	11	0.05	0.400	0.0227	1.835	0.455	-1.558	2.390	186800	395050
B01	3	0.01	0.511	0.0197	1.936	0.483	0.000	1.385	53000	426000	B02	12	0.05	0.450	0.0232	1.654	0.396	-2.051	5.190	186800	395050
B01	4	0.01	0.524	0.0199	1.901	0.474	0.000	3.929	53000	426000	B02	13	0.05	0.400	0.0229	1.827	0.453	-1.929	0.961	186800	395050
B01	5	0.01	0.430	0.0195	2.808	0.644	-1.152	16.054	53000	426000	B02	14	0.05	0.400	0.0196	2.291	0.564	-1.530	0.637	186800	395050
B01	6	0.01	0.414	0.0225	2.646	0.622	-1.047	2.398	53000	426000	B02	15	0.08	0.460	0.0243	2.252	0.556	-0.578	10.000	186800	395050
B01	7	0.01	0.373	0.0311	2.708	0.631	0.000	186.160	53000	426000	B02	16	0.05	0.420	0.0208	2.177	0.541	0.000	3.239	186800	395050
B01	8	0.01	0.383	0.0238	2.766	0.638	0.000	238.659	53000	426000	B02	17	0.05	0.400	0.0148	1.233	0.189	-4.735	40.939	186800	395050
B01	9	0.01	0.369	0.0315	2.781	0.640	0.000	250.000	53000	426000	B02	18	0.05	0.419	0.0182	1.251	0.200	-3.668	29.660	208000	548000
B01	10	0.01	0.410	0.0205	1.660	0.398	1.000	40.000	149000	398000	B02	19	0.05	0.417	0.0200	1.529	0.346	-0.361	4.106	208000	548000
B01	11	0.01	0.432	0.0269	1.572	0.364	1.000	40.000	149000	398000	B02	20	0.01	0.470	0.0125	1.408	0.290	-1.843	6.000	242840	453160
B01	12	0.01	0.455	0.0264	1.343	0.256	1.000	40.000	149000	398000	B02	21	0.01	0.431	0.0185	1.300	0.231	-2.120	25.000	242840	453160
B01	13	0.01	0.422	0.0216	1.310	0.237	1.000	40.000	149000	398000	B02	22	0.00	0.360	0.0069	1.520	0.342	0.000	5.000	242840	453160
B01	14	0.01	0.300	0.0079	1.683	0.406	0.000	6.000	170875	555300	B02	23	0.02	0.426	0.0259	1.471	0.320	-0.106	7.761	255000	497000
B01	15	0.01	0.400	0.0283	1.856	0.461	0.000	59.467	171900	446800	B02	24	0.01	0.350	0.0241	1.765	0.433	0.000	12.583	255000	497000
B01	16	0.01	0.422	0.0267	2.891	0.653	0.000	121.990	179000	465000	B02	25	0.01	0.350	0.0286	1.802	0.445	0.000	18.233	255000	497000
B01	17	0.01	0.407	0.0323	2.670	0.625	0.000	20.000	179000	465000	B02	26	0.01	0.420	0.0283	1.345	0.257	-0.008	50.940	255000	497000
B01	18	0.01	0.430	0.0237	1.470	0.320	-2.024	10.881	180400	440500	B02	27	0.02	0.397	0.0235	1.393	0.282	-1.062	18.167	255000	497000
B01	19	0.01	0.360	0.0283	1.437	0.304	-0.027	17.273	180400	440500	B03	1	0.02	0.417	0.0083	1.463	0.316	-0.547	3.334	170875	445200
B01	20	0.01	0.463	0.0195	1.191	0.160	-0.789	38.791	180400	440500	B03	2	0.02	0.457	0.0180	1.652	0.395	-0.479	48.508	170875	445200
B01	21	0.01	0.477	0.0195	1.502	0.334	-0.089	7.179	180400	440500	B03	3	0.02	0.489	0.0129	1.342	0.255	0.000	10.000	170875	445200
B01	22	0.01	0.531	0.0149	2.613	0.617	0.000	13.417	224000	560000	B03	4	0.02	0.445	0.0076	1.433	0.302	-0.034	4.000	170875	445200
B01	23	0.01	0.470	0.0168	1.756	0.430	0.000	15.242	224000	560000	B03	5	0.02	0.520	0.0117	1.389	0.280	-1.303	2.475	170875	445200
B01	24	0.01	0.400	0.0191	1.865	0.464	0.011	20.001	224000	560000	B03	6	0.01	0.500	0.0104	1.352	0.260	2.500	25.000	222000	460000
B01	25	0.01	0.400	0.0206	1.823	0.452	0.050	30.392	224000	560000	B03	7	0.01	0.488	0.0160	1.293	0.226	2.500	25.000	222000	460000
B01	26	0.01	0.420	0.0098	1.292	0.226	1.000	20.000	243000	493000	B03	8	0.01	0.465	0.0146	2.069	0.517	-0.765	31.653	226000	564000
B01	27	0.01	0.420	0.0115	1.273	0.215	1.000	50.000	243000	493000	B03	9	0.01	0.480	0.0144	2.478	0.596	-0.780	48.255	226000	564000
B01	28	0.01	0.374	0.0177	1.216	0.178	-1.618	122.510	243000	493000	B03	10	0.01	0.470	0.0227	1.589	0.371	-1.872	103.013	232000	571000
B01	29	0.01	0.417	0.0128	1.165	0.141	0.000	343.648	243000	493000	B03	11	0.02	0.434	0.0206	1.303	0.232	0.000	33.954	239975	553900
B01	30	0.01	0.480	0.0055	1.394	0.282	0.000	7.559	243000	493000	B03	12	0.02	0.386	0.0232	1.521	0.343	-0.475	76.677	239975	553900
B01	31	0.01	0.350	0.0152	1.643	0.391	-0.219	16.211	275025	555300	B03	13	0.02	0.420	0.0095	1.486	0.327	-0.015	18.710	275025	555300
B01	32	0.01	0.420	0.0240	1.710	0.415	-0.285	20.000	275025	555300	B03	14	0.02	0.366	0.0101	1.400	0.286	-0.443	1.607	275025	555300
B01	33	0.01	0.400	0.0239	1.477	0.323	-1.481	44.000	186800	395050	B04	1	0.02	0.422	0.0138	1.644	0.392	0.000	50.000	170875	445200
B01	34	0.01	0.450	0.0212	1.458	0.314	-1.337	100.000	186800	395050	B04	2	0.02	0.451	0.0147	1.611	0.379	0.000	50.000	170875	445200
B01	35	0.01	0.430	0.0163	1.615	0.381	-1.639	30.000	186800	395050	B04	3	0.02	0.397	0.0107	1.648	0.393	-0.465	8.074	170875	445200
B01	36	0.01	0.458	0.0143	1.368	0.269	-1.433	3.235	186800	395050	B04	4	0.02	0.369	0.0175	1.485	0.326	0.000	69.039	170875	445200
B02	1	0.00	0.410	0.0239	1.485	0.327	-1.409	13.118	186800	395050	B04	5	0.02	0.530	0.0116	1.246	0.198	2.500	2.500	222000	460000
B02	2	0.00	0.442	0.0364	1.544	0.352	-1.309	17.955	186800	395050	B04	6	0.02	0.500	0.0147	1.221	0.181	2.500	2.500	222000	460000
B02	3	0.01	0.409	0.0326	1.538	0.350	-1.371	14.790	186800	395050	B04	7	0.02	0.386	0.0231	1.522	0.343	-0.365	78.980	239975	553900
B02	4	0.01	0.379	0.0069	1.215	0.177	-3.301	2.864	186800	395050	B04	8	0.02	0.533	0.0088	1.357	0.263	-0.582	16.621	260000	491000
B02	5	0.05	0.373	0.0158	2.376	0.579	0.000	5.000	186800	395050	B04	9	0.02	0.540	0.0125	1.198	0.165	-0.322	51.313	260000	491000

BS	#	θ_r	θ_s	α_r	n	m	λ	$K_{s,fit}$	Long	Lat	λ	n	m	θ_r	θ_s	α	n	m	$K_{s,fit}$	Long	Lat		
B05	1	0.01	0.309	0.0347	2.782	0.641	0.000	100.000	180000	4430000										-1.941	0.488	122500	538200
B05	2	0.01	0.332	0.0529	2.773	0.639	0.000	100.000	180000	4430000										0.000	2.000	122500	538200
B05	3	0.01	0.311	0.0494	2.776	0.640	0.000	250.000	180000	4430000										0.346	-2.000	122500	538200
B05	4	0.01	0.345	0.0505	2.700	0.630	-1.919	11.869	180000	4430000										0.274	-0.913	5.000	122500
B05	5	0.02	0.423	0.0842	1.263	0.208	-2.939	280.565	180500	4455000										0.287	0.000	8.000	122500
B05	6	0.05	0.300	0.0417	2.100	0.524	-1.707	51.408	181000	4240000										0.484	0.0063	1.403	538200
B05	7	0.01	0.297	0.0443	2.960	0.662	-1.257	29.333	181000	4240000										0.02	0.484	0.0047	538200
B05	8	0.01	0.338	0.0408	2.610	0.617	-1.445	22.802	181000	4240000										0.000	8.000	122500	538200
B05	9	0.01	0.303	0.0362	2.806	0.644	0.000	197.452	181000	4240000										0.010	0.479	0.0100	538200
B05	10	0.01	0.371	0.0357	1.745	0.427	0.000	41.156	182000	4470000										0.007	0.455	0.0107	538200
B05	11	0.01	0.362	0.0412	1.863	0.463	-1.681	3.087	182000	4470000										0.010	0.502	0.0101	538200
B05	12	0.01	0.371	0.0379	1.881	0.468	-1.223	7.898	182000	4470000										0.010	0.495	0.0080	538200
B05	13	0.02	0.333	0.0446	2.614	0.617	-1.803	14.839	184000	4460000										0.013	0.435	0.0063	538200
B05	14	0.01	0.382	0.0432	1.745	0.427	1.013	209.185	184000	4460000										0.017	0.347	-0.047	2.000
B05	15	0.01	0.381	0.0384	1.854	0.461	1.019	219.382	184000	4460000										0.017	0.347	-0.047	2.000
B05	16	0.01	0.381	0.0438	1.804	0.446	0.987	179.804	184000	4460000										0.015	0.418	0.0135	538200
B05	17	0.01	0.380	0.0395	1.810	0.448	1.006	154.075	184000	4460000										0.018	0.436	0.0185	538200
B05	18	0.01	0.420	0.0413	1.606	0.377	0.000	58.583	184000	4460000										0.026	0.394	0.0126	538200
B05	19	0.01	0.410	0.0357	1.755	0.430	-0.472	42.525	184000	4460000										0.027	0.398	0.0270	538200
B05	20	0.01	0.411	0.0446	1.741	0.425	0.000	94.961	184000	4460000										0.028	0.395	0.0083	538200
B05	21	0.01	0.421	0.0425	1.838	0.456	0.181	88.853	184000	4460000										0.029	0.440	0.0100	538200
B05	22	0.01	0.351	0.0308	2.054	0.513	0.000	69.101	184000	4460000										0.030	0.514	0.0053	538200
B05	23	0.01	0.350	0.0184	1.807	0.447	0.000	5.772	191000	4590000										0.003	0.400	0.0073	538200
B05	24	0.01	0.371	0.0238	1.765	0.433	0.008	10.758	191000	4590000										0.014	0.430	0.0081	538200
B05	25	0.01	0.330	0.0205	2.066	0.516	0.000	8.086	191000	4590000										0.015	0.440	0.0100	538200
B05	26	0.01	0.339	0.0212	2.058	0.514	0.000	3.884	191000	4590000										0.016	0.387	0.0393	538200
B06	1	0.01	0.360	0.0354	1.159	0.137	-4.063	110.715	245000	5630000										0.017	0.510	0.0228	538200
B06	2	0.01	0.368	0.0576	1.144	0.126	-7.500	134.410	245000	5630000										0.018	0.430	0.0155	538200
B06	3	0.01	0.401	0.0222	1.259	0.206	-2.806	88.404	260000	4680000										0.020	0.505	0.0165	538200
B06	4	0.01	0.370	0.0213	1.233	0.189	-1.009	147.873	260000	4680000										0.021	0.411	0.0163	538200
B06	5	0.01	0.382	0.0171	1.315	0.240	-1.994	32.294	263000	4800000										0.022	0.510	0.0228	538200
B06	6	0.01	0.368	0.0151	1.317	0.241	0.000	99.848	263000	4800000										0.023	0.383	0.0138	538200
B06	7	0.01	0.435	0.0239	1.221	0.181	0.000	425.760	263000	4800000										0.024	0.353	0.0029	538200
B06	8	0.01	0.396	0.0207	1.266	0.210	0.000	441.067	263000	4800000										0.025	0.365	0.0057	538200
B06	9	0.01	0.352	0.0279	1.194	0.162	0.000	10.000	43650	398875										0.026	0.380	0.0097	538200
B07	1	0.01	0.412	0.0110	1.258	0.205	0.000	10.000	43650	398875										0.027	0.384	0.0180	538200
B07	2	0.01	0.435	0.0239	1.221	0.181	0.000	425.760	263000	4800000										0.028	0.353	0.0186	538200
B07	3	0.01	0.345	0.0159	1.288	0.224	-0.026	4.648	170875	445200										0.029	0.427	0.0071	538200
B07	4	0.01	0.310	0.0081	1.420	0.296	-3.553	0.291	223225	602075										0.030	0.456	0.0060	538200
B07	5	0.01	0.502	0.0241	1.239	0.193	-2.185	104.763	223225	602075										0.031	0.503	0.0074	538200
B07	6	0.01	0.440	0.0523	1.204	0.169	0.000	100.000	223225	602075										0.032	0.422	0.0044	538200
B08	1	0.01	0.457	0.0119	1.396	0.283	-0.596	25.000	81150	410390										0.033	1.339	0.109	538200
B08	2	0.02	0.406	0.0296	1.123	0.109	-11.160	0.460	42	0.02	0.406	0.0296	1.123	0.109	-11.160	0.460	42	0.02	0.406	0.0296	1.123	0.109	538200

BS	#	θ_r	θ_s	α_r	α_s	n	m	λ	$K_{s,fit}$	Long	Lat	$K_{s,fit}$	Long	Lat									
B08	43	0.02	0.429	0.0112	1.169	0.144	-9.756	0.158	225000	4600000			B10	12	0.01	0.510	0.0106	1.144	0.126	-2.774	0.895	165000	493000
B09	1	0.01	0.428	0.0081	1.249	0.199	-3.107	5.000	48250	4002000	B11	1	0.01	0.708	0.0153	1.103	0.093	-9.100	1.560	79700	437250		
B09	2	0.01	0.424	0.0042	1.581	0.367	-2.082	0.635	48250	4002000	B11	2	0.01	0.595	0.0094	1.102	0.092	0.000	1.041	79700	437250		
B09	3	0.01	0.428	0.0028	1.598	0.374	-2.006	0.355	48250	4002000	B11	3	0.01	0.620	0.0105	1.116	0.104	-12.155	0.132	79700	437250		
B09	4	0.01	0.421	0.0054	1.193	0.161	-2.955	4.862	48250	4002000	B11	4	0.01	0.533	0.0318	1.118	0.105	-8.090	5.000	114700	463945		
B09	5	0.01	0.451	0.0097	1.227	0.185	-2.817	10.367	48250	4002000	B11	5	0.01	0.569	0.0336	1.106	0.096	-8.906	5.000	114700	463945		
B09	6	0.01	0.470	0.0086	1.236	0.191	-3.019	10.111	48250	4002000	B11	6	0.01	0.583	0.1487	1.062	0.059	-10.007	71.332	114700	463945		
B09	7	0.01	0.461	0.0053	1.234	0.190	-2.336	5.111	48250	4002000	B11	7	0.01	0.601	0.0471	1.097	0.088	-0.819	58.278	114700	463945		
B09	8	0.01	0.417	0.0032	1.347	0.257	-1.363	2.237	48250	4002000	B11	8	0.01	0.597	0.0575	1.092	0.084	-3.456	36.212	114700	463945		
B09	9	0.01	0.406	0.0027	1.333	0.250	-2.977	0.606	48250	4002000	B11	9	0.01	0.726	0.0101	1.119	0.106	-8.102	0.811	114700	463945		
B09	10	0.01	0.406	0.0021	1.509	0.338	-1.741	0.579	48250	4002000	B11	10	0.01	0.554	0.0182	1.092	0.084	-5.344	78.352	260000	491000		
B09	11	0.01	0.419	0.0029	1.431	0.301	-1.673	0.780	48250	4002000	B11	11	0.01	0.524	0.0322	1.047	0.045	0.000	563.521	260000	491000		
B09	12	0.01	0.409	0.0020	1.557	0.358	-2.159	0.349	48250	4002000	B11	12	0.01	0.503	0.0088	1.203	0.169	-4.083	3.411	273300	579650		
B09	13	0.01	0.405	0.0021	1.301	0.231	-1.915	1.324	48250	4002000	B11	13	0.01	0.639	0.0209	1.163	0.140	-2.324	5.090	273300	579650		
B09	14	0.01	0.413	0.0026	1.370	0.270	-1.209	1.000	48250	4002000	B12	1	0.01	0.650	0.0595	1.122	0.108	-2.502	100.000	123000	443000		
B09	15	0.01	0.417	0.0115	1.318	0.241	-2.701	4.148	48250	4002000	B12	2	0.01	0.471	0.0250	1.043	0.042	0.000	50.010	123000	443000		
B09	16	0.01	0.438	0.0197	1.262	0.207	-3.401	5.000	48250	4002000	B12	3	0.01	0.532	0.0176	1.128	0.114	-4.924	3.334	161025	428730		
B09	17	0.01	0.483	0.0089	1.429	0.300	-0.365	2.871	48250	4002000	B12	4	0.01	0.568	0.0160	1.086	0.079	-11.429	2.202	161025	428730		
B09	18	0.01	0.481	0.0107	1.539	0.350	-0.875	5.000	48250	4002000	B12	5	0.01	0.500	0.0671	1.053	0.050	-14.825	9.554	172750	442150		
B09	19	0.01	0.528	0.0124	1.625	0.385	-2.047	5.000	48250	4002000	B12	6	0.01	0.561	0.0288	1.100	0.091	-0.078	11.371	172750	442150		
B09	20	0.01	0.508	0.0141	1.475	0.322	-2.018	5.000	48250	4002000	B12	7	0.01	0.537	0.0264	1.105	0.095	-0.011	6.999	172750	442150		
B09	21	0.01	0.437	0.0065	1.253	0.202	-0.789	1.693	48250	4002000	B12	8	0.01	0.468	0.0149	1.081	0.075	-13.211	2.349	274300	583450		
B09	22	0.01	0.390	0.0428	1.107	0.096	-6.749	9.471	48250	4002000	B12	9	0.01	0.541	0.0159	1.118	0.106	-7.862	2.000	274300	583450		
B09	23	0.01	0.376	0.0187	1.124	0.110	-4.885	1.661	48250	4002000	B13	1	0.01	0.399	0.0227	1.180	0.153	-0.720	47.256	184000	334870		
B09	24	0.01	0.390	0.0034	1.414	0.293	-0.308	2.130	125000	442000	B13	2	0.01	0.405	0.0194	1.198	0.165	-1.788	53.886	184000	334870		
B09	25	0.01	0.398	0.0040	1.437	0.304	-1.344	1.319	125000	442000	B13	3	0.01	0.430	0.0135	1.442	0.306	-2.403	64.439	193000	418000		
B09	26	0.01	0.410	0.0061	1.366	0.268	-0.762	6.000	125000	442000	B13	4	0.01	0.465	0.0145	1.461	0.316	-2.497	77.312	193000	418000		
B09	27	0.01	0.424	0.0121	1.219	0.179	-1.750	25.000	442000		B13	5	0.01	0.445	0.0159	1.415	0.293	-2.895	63.068	193000	418000		
B09	28	0.01	0.419	0.0028	1.509	0.337	-2.285	0.625	125000	442000	B13	6	0.01	0.380	0.0075	1.563	0.360	-0.972	44.263	193000	418000		
B09	29	0.01	0.396	0.0050	1.371	0.271	-2.221	0.598	125000	442000	B13	7	0.01	0.395	0.0068	1.434	0.303	-2.024	29.670	193000	418000		
B10	1	0.01	0.404	0.0020	1.262	0.208	-4.072	0.200	48250	4002000	B14	8	0.01	0.415	0.0075	1.442	0.306	-2.751	42.094	193000	418000		
B10	2	0.01	0.420	0.0028	1.086	0.079	-11.551	20.000	48250	4002000	B14	9	0.01	0.440	0.0033	1.777	0.437	0.000	18.775	193000	418000		
B10	3	0.01	0.443	0.0219	1.180	0.152	-6.022	4.713	48250	4002000	B14	10	0.01	0.440	0.0038	1.696	0.410	-0.146	21.807	193000	418000		
B10	4	0.01	0.474	0.0041	1.406	0.289	-0.810	1.123	49300	398000	B14	1	0.01	0.431	0.0057	1.368	0.269	-0.014	6.848	181000	329000		
B10	5	0.01	0.415	0.0052	1.210	0.174	-5.044	1.138	49300	398000	B14	2	0.01	0.450	0.0062	1.351	0.260	-0.002	7.951	181000	329000		
B10	6	0.01	0.436	0.0086	1.188	0.158	-7.765	0.835	49300	398000	B14	3	0.01	0.456	0.0044	1.529	0.346	2.000	20.000	181000	329000		
B10	7	0.01	0.486	0.0157	1.110	0.099	-1.766	2.223	161000	486000	B14	4	0.01	0.450	0.0034	1.534	0.348	0.000	1.855	181000	329000		
B10	8	0.01	0.347	0.0069	1.274	0.215	-2.495	1.000	165000	493000	B14	5	0.01	0.445	0.0037	1.607	0.378	2.000	5.000	181000	329000		
B10	9	0.01	0.375	0.0047	1.307	0.235	-2.677	0.500	165000	493000	B14	6	0.01	0.413	0.0026	1.540	0.351	0.000	0.290	181000	329000		
B10	10	0.01	0.419	0.0053	1.226	0.184	-1.938	0.500	165000	493000	B14	7	0.01	0.450	0.0073	1.259	0.206	-0.022	17.046	181000	329000		
B10	11	0.01	0.470	0.0092	1.155	0.134	-5.051	0.258	165000	493000	B14	8	0.01	0.431	0.0049	1.322	0.244	0.000	4.010	181000	329000		

BS	#	θ_r	θ_s	α	n	m	λ	$K_{s,fit}$	Long	Lat	$K_{s,fit}$	Long	Lat									
B14	9	0.01	0.412	0.0026	1.578	0.366	-0.013	0.555	181000	329000		B14	50	0.01	0.409	0.0344	1.131	0.116	-5.302	5.793	194500	330000
B14	10	0.01	0.441	0.0059	1.498	0.333	2.000	10.000	181000	329000		B14	51	0.01	0.450	0.0095	1.203	0.168	-0.013	1.066	194500	330000
B14	11	0.01	0.407	0.0029	1.617	0.382	2.000	1.000	181000	329000		B14	52	0.01	0.404	0.0118	1.155	0.134	-0.040	3.165	194500	330000
B14	12	0.01	0.392	0.0019	1.645	0.392	-0.008	0.399	181000	329000		B14	53	0.01	0.409	0.0126	1.124	0.110	-4.903	4.117	194500	330000
B14	13	0.01	0.435	0.0089	1.275	0.215	0.000	10.000	181000	329000		B14	54	0.01	0.423	0.0456	1.099	0.090	-7.613	24.230	194500	330000
B14	14	0.01	0.420	0.0043	1.396	0.283	2.000	3.000	181000	329000		B14	55	0.01	0.415	0.0438	1.136	0.120	-7.767	5.857	194500	330000
B14	15	0.01	0.411	0.0021	1.580	0.367	0.000	0.272	181000	329000		B14	56	0.01	0.414	0.0518	1.120	0.107	-10.002	6.114	194500	330000
B14	16	0.01	0.450	0.0418	1.175	0.149	0.000	99.094	181000	329000		B14	57	0.01	0.420	0.0610	1.116	0.104	-10.033	8.101	194500	330000
B14	17	0.01	0.438	0.0341	1.173	0.147	-0.087	48.885	181000	329000		B14	58	0.01	0.424	0.0530	1.124	0.110	0.000	33.713	194500	330000
B14	18	0.01	0.430	0.0201	1.115	0.103	-7.512	5.037	181000	329000		B14	59	0.01	0.440	0.0415	1.138	0.122	-1.614	49.711	194500	330000
B14	19	0.01	0.447	0.0559	1.109	0.098	-5.267	54.018	181000	329000		B14	60	0.01	0.436	0.0457	1.136	0.119	-1.726	56.590	194500	330000
B14	20	0.01	0.432	0.0020	1.334	0.250	-0.217	0.084	192000	318000		B14	61	0.01	0.430	0.0027	1.299	0.230	-0.011	0.204	194500	330000
B14	21	0.01	0.400	0.0041	1.178	0.151	2.000	0.500	192000	318000		B14	62	0.01	0.428	0.0035	1.240	0.193	-0.017	0.822	194500	330000
B14	22	0.01	0.415	0.0022	1.337	0.252	-1.690	0.205	192000	318000		B14	63	0.01	0.379	0.0028	1.233	0.189	-0.004	0.210	194500	330000
B14	23	0.01	0.447	0.0023	1.267	0.211	-0.014	0.094	192000	318000		B14	64	0.01	0.395	0.0019	1.491	0.329	0.000	0.021	194500	330000
B14	24	0.01	0.465	0.0042	1.208	0.172	-0.172	0.405	192000	318000		B14	65	0.01	0.384	0.0016	1.543	0.352	-0.018	0.028	194500	330000
B14	25	0.01	0.470	0.0047	1.170	0.145	-5.067	0.462	192000	318000		B14	66	0.01	0.379	0.0027	1.292	0.226	2.000	0.500	194500	330000
B14	26	0.01	0.400	0.0020	1.615	0.381	2.000	0.050	192000	318000		B14	67	0.01	0.429	0.0023	1.223	0.183	-3.733	0.085	194500	330000
B14	27	0.01	0.400	0.0092	1.170	0.145	-0.030	3.445	192000	318000		B15	1	0.01	0.539	0.0150	1.278	0.218	-0.039	5.412	166000	421250
B14	28	0.01	0.409	0.0073	1.144	0.126	-4.077	3.215	192000	318000		B15	2	0.01	0.629	0.0339	1.271	0.213	-1.166	46.129	166000	421250
B14	29	0.01	0.412	0.0238	1.078	0.072	-10.133	6.556	192000	318000		B15	3	0.01	0.530	0.0291	1.474	0.322	-2.055	81.767	225000	556000
B14	30	0.01	0.418	0.0056	1.458	0.314	0.000	1.000	192000	318000		B15	4	0.01	0.581	0.0225	1.264	0.209	-3.611	157.328	225000	556000
B14	31	0.01	0.445	0.0061	1.435	0.303	-0.017	3.289	192000	318000		B15	5	0.01	0.450	0.0206	1.397	0.284	-0.838	106.846	225000	556000
B14	32	0.01	0.410	0.0058	1.144	0.126	-4.077	3.215	192000	318000		B15	6	0.01	0.560	0.0294	1.253	0.202	-4.789	136.593	225000	556000
B14	33	0.01	0.394	0.0036	1.558	0.358	-0.006	0.137	192000	318000		B15	7	0.01	0.575	0.0133	1.244	0.196	-0.023	30.194	230000	565000
B14	34	0.01	0.426	0.0058	1.473	0.321	0.000	2.413	192000	318000		B15	8	0.01	0.475	0.0322	1.540	0.351	-1.767	94.632	230000	565000
B14	35	0.01	0.399	0.0043	1.455	0.313	-0.008	0.587	192000	318000		B15	9	0.01	0.485	0.0212	1.180	0.152	-1.722	149.932	241000	492000
B14	36	0.01	0.410	0.0058	1.368	0.269	0.000	0.722	192000	318000		B15	10	0.01	0.500	0.0139	1.118	0.105	-0.062	199.254	253000	460000
B14	37	0.01	0.410	0.0053	1.458	0.314	-0.016	0.361	192000	318000		B15	11	0.01	0.435	0.0224	1.319	0.242	-1.096	148.865	253000	460000
B14	38	0.01	0.409	0.0032	1.490	0.329	-0.015	0.169	192000	318000		B15	12	0.01	0.475	0.0169	1.247	0.198	-0.009	139.223	253000	460000
B14	39	0.01	0.422	0.0057	1.503	0.335	0.000	0.785	192000	318000		B15	13	0.01	0.555	0.0105	1.326	0.246	-0.018	20.189	253000	460000
B14	40	0.01	0.402	0.0050	1.534	0.348	0.000	0.587	192000	318000		B15	14	0.01	0.625	0.0463	1.249	0.200	-2.057	438.733	253000	460000
B14	41	0.01	0.420	0.0075	1.309	0.236	-0.016	0.545	192000	318000		B15	15	0.01	0.557	0.0269	1.164	0.141	-0.013	164.803	253000	460000
B14	42	0.01	0.459	0.0197	1.179	0.152	-4.375	4.432	192000	318000		B16	1	0.01	0.775	0.0666	1.126	0.112	-3.973	536.270	179000	478000
B14	43	0.01	0.410	0.0053	1.392	0.282	-0.009	0.180	192000	318000		B16	2	0.01	0.840	0.0165	1.221	0.181	0.000	167.008	179000	478000
B14	44	0.01	0.399	0.0038	1.455	0.313	-0.019	0.085	192000	318000		B16	3	0.01	0.766	0.0108	1.289	0.224	-0.007	1.175	179000	478000
B14	45	0.01	0.407	0.0185	1.180	0.152	-6.247	0.880	192000	318000		B16	4	0.01	0.850	0.0144	1.254	0.202	-0.012	2.785	179000	478000
B14	46	0.01	0.406	0.0197	1.212	0.179	-0.015	2.575	192000	318000		B16	5	0.01	0.780	0.0077	1.304	0.233	-1.088	1.841	179000	478000
B14	47	0.01	0.430	0.0382	1.089	0.081	-12.003	7.917	194500	330000		B16	6	0.01	0.830	0.0116	1.302	0.232	0.000	3.440	179000	478000
B14	48	0.01	0.425	0.0060	1.185	0.156	-5.007	0.192	194500	330000		B16	7	0.01	0.743	0.0098	1.276	0.216	-4.601	0.979	179000	478000
B14	49	0.01	0.415	0.0464	1.113	0.101	-4.030	44.896	194500	330000		B16	8	0.01	0.790	0.0424	1.194	0.162	-8.114	5.578	179000	478000

BS	#	θ_r	θ_s	α_r	α_s	n	m	λ	$K_{S,fit}$	Long	Lat	$K_{S,fit}$	Long	Lat										
B16	9	0.01	0.803	0.0973	1.322	0.244	-4.055	15.292	179000	478000			B18	5	0.01	0.640	0.0365	1.236	0.191	-3.782	30.000	117350	461150	
B16	10	0.01	0.862	0.0770	1.365	0.267	-3.852	8.815	179000	478000			B18	6	0.01	0.710	0.0303	1.072	0.067	0.000	29.002	117350	461150	
B16	11	0.01	0.850	0.0434	1.226	0.184	-5.217	25.634	179000	478000			B18	7	0.01	0.812	0.0141	1.230	0.187	-1.860	3.668	117350	461150	
B16	12	0.01	0.850	0.0237	1.339	0.253	-4.021	2.652	179000	478000			B18	8	0.01	0.950	0.0163	1.247	0.198	-8.017	0.845	117350	461150	
B16	13	0.01	0.880	0.0204	1.299	0.230	-3.399	10.207	179000	478000			B18	9	0.01	0.762	0.0229	1.102	0.092	0.000	6.412	117350	461150	
B16	14	0.01	0.890	0.0185	1.339	0.253	0.000	65.867	179000	478000			B18	10	0.01	0.790	0.0284	1.088	0.081	-0.044	22.278	117350	461150	
B16	15	0.01	0.870	0.0134	1.362	0.266	-4.086	1.995	179000	478000			B18	11	0.01	0.784	0.0234	1.104	0.094	-0.004	9.674	117350	461150	
B16	16	0.01	0.859	0.0166	1.353	0.261	-3.093	5.997	179000	478000			B18	12	0.01	0.880	0.0094	1.194	0.162	-2.534	0.910	117350	461150	
B16	17	0.01	0.683	0.0062	1.358	0.264	-0.670	0.947	227000	556000			B18	13	0.01	0.750	0.0125	1.305	0.234	-0.004	0.669	117350	461150	
B16	18	0.01	0.651	0.0276	1.274	0.215	0.000	200.000	227000	556000			B18	14	0.01	0.763	0.0147	1.131	0.116	-0.032	3.553	117350	461150	
B16	19	0.01	0.811	0.0049	1.499	0.333	-0.544	0.266	251200	569025			B18	15	0.01	0.784	0.0197	1.114	0.102	-0.055	12.563	117350	461150	
B16	20	0.01	0.622	0.0098	1.319	0.242	0.000	6.000	251200	569025			B18	16	0.01	0.750	0.0150	1.223	0.183	-0.036	1.018	117350	461150	
B17	1	0.01	0.708	0.0138	1.196	0.164	-0.041	2.845	79300	437250			B18	17	0.01	0.749	0.0303	1.103	0.093	0.000	19.162	117350	461150	
B17	2	0.01	0.630	0.0276	1.103	0.093	-0.045	10.351	79300	437250			B18	18	0.01	0.870	0.0128	1.176	0.149	-2.400	2.408	117350	461150	
B17	3	0.01	0.688	0.0298	1.171	0.146	-0.323	18.618	79300	437250			B18	19	0.01	0.720	0.0276	1.137	0.120	-0.437	30.000	166000	421250	
B17	4	0.01	0.667	0.0480	1.118	0.105	-0.021	24.525	79300	437250			B18	20	0.01	0.783	0.0670	1.131	0.116	-2.803	61.566	166000	421250	
B17	5	0.01	0.650	0.0321	1.112	0.100	-0.075	14.691	79300	437250			B18	001	1	0.01	0.287	0.0092	2.512	0.602	0.000	9.890	52995	426075
B17	6	0.01	0.660	0.0260	1.104	0.094	-0.025	14.310	79300	437250			B18	001	2	0.01	0.310	0.0194	2.792	0.642	0.000	101.915	52995	426075
B17	7	0.01	0.664	0.0212	1.118	0.105	-0.020	6.852	79300	437250			B18	001	3	0.01	0.340	0.0155	2.722	0.633	-0.500	50.000	52995	426075
B17	8	0.01	0.644	0.0163	1.145	0.126	-0.035	2.896	79300	437250			B18	001	4	0.01	0.385	0.0270	1.988	0.497	0.000	100.000	52995	426075
B17	9	0.01	0.800	0.0163	1.103	0.094	-11.608	0.982	79300	437250			B18	001	5	0.01	0.335	0.0341	2.157	0.536	0.000	200.000	52995	426075
B17	10	0.01	0.741	0.0325	1.097	0.088	0.000	12.857	11.2250	433590			B18	001	6	0.01	0.300	0.0245	2.228	0.551	-0.615	10.000	52995	426075
B17	11	0.01	0.763	0.0145	1.120	0.107	0.000	1.249	11.2250	433590			B18	001	7	0.01	0.280	0.0244	2.390	0.582	-0.759	10.000	52995	426075
B17	12	0.01	0.758	0.0275	1.097	0.089	-7.477	2.150	11.2250	433590			B18	001	8	0.01	0.280	0.0160	3.140	0.681	-1.042	10.000	52995	426075
B17	13	0.01	0.779	0.0396	1.101	0.092	-11.196	0.710	11.2250	433590			B18	001	9	0.01	0.280	0.0349	1.621	0.383	0.000	41.237	52995	426075
B17	14	0.01	0.884	0.0292	1.115	0.103	0.000	29.238	12.1500	502310			B18	001	10	0.01	0.320	0.0198	1.975	0.494	-0.558	5.000	52995	426075
B17	15	0.01	0.719	0.0187	1.208	0.172	-2.316	6.088	171300	443500			B18	001	11	0.01	0.300	0.0151	2.375	0.579	-0.604	5.000	52995	426075
B17	16	0.01	0.860	0.0048	1.386	0.279	-1.273	0.119	171300	443500			B18	001	12	0.01	0.397	0.0182	1.323	0.244	0.000	8.414	52995	426075
B17	17	0.01	0.674	0.0236	1.131	0.116	-0.017	5.458	171300	443500			B18	001	13	0.01	0.378	0.0125	1.428	0.300	0.000	5.555	52995	426075
B17	18	0.01	0.763	0.0233	1.126	0.112	0.000	5.624	171300	443500			B18	001	14	0.01	0.340	0.0226	2.050	0.512	-0.500	2.000	52995	426075
B17	19	0.01	0.679	0.0353	1.145	0.127	-0.005	11.076	171300	443500			B18	001	15	0.01	0.281	0.0122	2.653	0.623	-0.957	2.139	52995	426075
B17	20	0.01	0.903	0.0054	1.286	0.222	0.000	0.416	171300	443500			B18	001	16	0.01	0.355	0.0375	1.283	0.220	0.000	5.000	52995	426075
B17	21	0.01	0.661	0.0358	1.094	0.086	0.000	18.189	171300	443500			B18	001	17	0.01	0.382	0.0332	1.419	0.295	0.000	20.000	52995	426075
B17	22	0.01	0.752	0.0306	1.117	0.105	0.000	13.521	171300	443500			B18	001	18	0.01	0.327	0.0104	1.384	0.278	0.000	23.140	159350	407500
B17	23	0.01	0.679	0.0150	1.171	0.146	-0.030	2.582	171300	443500			B18	001	19	0.01	0.340	0.0170	3.199	0.687	0.000	236.552	159350	407500
B17	24	0.01	0.766	0.0237	1.091	0.084	-6.142	1.817	183560	557790			B18	001	20	0.01	0.366	0.0284	2.879	0.653	0.000	5.000	149000	398000
B17	25	0.01	0.725	0.0155	1.165	0.141	-0.022	2.716	183560	557790			B18	001	21	0.01	0.417	0.0210	3.487	0.713	0.000	20.000	149000	398000
B18	1	0.01	0.720	0.0272	1.134	0.118	0.000	100.000	117350	461150			B18	001	22	0.01	0.351	0.0234	1.634	0.388	0.000	23.140	159350	407500
B18	2	0.01	0.780	0.0302	1.108	0.097	-0.242	100.000	117350	461150			B18	001	23	0.01	0.422	0.0505	1.716	0.417	0.000	236.552	159350	407500
B18	3	0.01	0.710	0.0476	1.120	0.107	0.000	100.000	117350	461150			B18	001	24	0.01	0.353	0.0300	1.544	0.352	0.000	19.797	166000	451250
B18	4	0.01	0.710	0.0246	1.133	0.117	0.000	30.000	117350	461150			B18	001	25	0.01	0.324	0.0217	1.965	0.491	-0.387	10.000	166000	451250

BS	#	θ_r	θ_s	α_r	α_s	n	m	λ	$K_{s,fit}$	Long	Lat	$K_{s,fit}$	Long	Lat								
001	26	0.01	0.322	0.0189	2.251	0.556	-0.882	3.237	166000	451250		001	67	0.01	0.333	0.0186	2.924	0.658	0.000	50.000	180400	449500
001	27	0.01	0.395	0.0358	1.638	0.389	0.245	73.533	166000	451250		001	68	0.01	0.362	0.0187	3.437	0.709	-1.098	50.000	180400	449500
001	28	0.01	0.344	0.0254	1.904	0.475	0.000	48.807	166000	451250		001	69	0.01	0.326	0.0162	2.546	0.607	-0.960	10.422	180400	449500
001	29	0.01	0.309	0.0305	1.740	0.425	0.841	116.295	166000	451250		001	70	0.01	0.334	0.0242	3.083	0.676	0.000	20.000	224000	560000
001	30	0.01	0.324	0.0260	2.347	0.574	-0.500	100.000	166000	451250		001	71	0.01	0.404	0.0239	2.964	0.663	0.000	10.000	224000	560000
001	31	0.01	0.289	0.0200	2.687	0.628	-0.996	10.203	166000	451250		001	72	0.01	0.388	0.0224	3.652	0.726	0.000	5.000	224000	560000
001	32	0.01	0.316	0.0183	3.013	0.668	-1.191	13.008	166000	451250		001	73	0.01	0.380	0.0103	3.005	0.667	0.000	5.000	240000	455000
001	33	0.01	0.400	0.0132	2.714	0.632	0.000	32.622	166000	451250		001	74	0.01	0.339	0.0129	2.970	0.663	0.000	5.000	240000	455000
001	34	0.01	0.334	0.0230	1.826	0.452	0.000	72.995	167150	395800		001	75	0.01	0.370	0.0110	2.882	0.653	0.000	2.000	240000	455000
001	35	0.01	0.331	0.0257	1.779	0.438	0.000	58.134	167150	395800		001	76	0.01	0.350	0.0261	2.251	0.556	-1.255	0.668	240000	455000
001	36	0.01	0.364	0.0268	2.430	0.589	0.000	6.815	167575	452700		001	77	0.01	0.331	0.0222	2.170	0.539	-0.442	2.000	240000	455000
001	37	0.01	0.367	0.0293	3.361	0.702	0.000	20.000	167575	452700		001	78	0.01	0.320	0.0156	2.544	0.607	0.000	0.775	240000	455000
001	38	0.01	0.360	0.0242	2.490	0.598	0.000	7.939	167575	452700		001	79	0.01	0.331	0.0203	2.870	0.652	0.000	5.000	240000	455000
001	39	0.01	0.365	0.0268	2.637	0.621	0.000	500.000	170050	399700		001	80	0.01	0.339	0.0211	2.467	0.595	0.000	5.000	240000	455000
001	40	0.01	0.336	0.0327	1.704	0.413	0.500	200.000	170050	399700		001	81	0.01	0.388	0.0327	1.255	0.203	-0.993	59.405	240000	455000
001	41	0.01	0.355	0.0170	2.949	0.661	0.000	5.000	170875	445200		001	82	0.01	0.350	0.0220	1.967	0.492	-0.295	5.000	240000	455000
001	42	0.01	0.309	0.0175	2.940	0.660	0.000	10.000	170875	445200		001	83	0.01	0.360	0.0233	1.862	0.463	0.000	7.699	240000	455000
001	43	0.01	0.443	0.0306	1.569	0.363	0.000	65.792	171900	446800		001	84	0.01	0.371	0.0244	2.819	0.645	-1.434	10.000	240000	455000
001	44	0.01	0.298	0.0189	3.151	0.683	0.000	5.000	177000	498000		001	85	0.01	0.421	0.0265	2.924	0.658	0.000	271.719	240000	455000
001	45	0.01	0.342	0.0139	2.749	0.636	0.000	0.405	177000	498000		001	86	0.01	0.412	0.0276	2.760	0.638	0.000	110.879	240000	455000
001	46	0.01	0.348	0.0163	3.044	0.671	0.000	25.947	177000	498000		001	87	0.01	0.383	0.0284	2.882	0.653	0.000	114.296	240000	455000
001	47	0.01	0.363	0.0230	3.232	0.691	0.000	30.000	177000	498000		001	88	0.01	0.381	0.0270	2.858	0.650	-1.583	10.000	240000	455000
001	48	0.01	0.365	0.0287	1.684	0.406	-0.260	6.652	177000	498000		001	89	0.01	0.382	0.0266	2.899	0.655	0.000	115.424	240000	455000
001	49	0.01	0.404	0.0160	3.772	0.735	0.000	70.000	177000	498000		001	90	0.01	0.381	0.0328	2.770	0.639	0.000	500.000	240000	455000
001	50	0.01	0.384	0.0193	3.226	0.690	0.000	10.845	177000	498000		001	91	0.01	0.332	0.0184	2.773	0.639	0.000	20.000	240000	455000
001	51	0.01	0.382	0.0092	3.670	0.728	0.000	1.626	177000	498000		001	92	0.01	0.301	0.0188	2.651	0.623	0.000	30.068	240000	455000
001	52	0.01	0.432	0.0131	3.002	0.667	0.000	2.134	177000	498000		001	93	0.01	0.310	0.0176	2.177	0.541	0.000	10.000	240000	455000
001	53	0.01	0.446	0.0291	1.508	0.337	0.000	70.000	177000	498000		001	94	0.01	0.340	0.0110	2.902	0.655	0.500	40.000	240000	455000
001	54	0.01	0.432	0.0360	1.631	0.387	-1.000	20.000	177000	498000		001	95	0.01	0.309	0.0149	2.425	0.588	0.500	40.000	240000	455000
001	55	0.01	0.300	0.0206	1.877	0.467	-0.500	20.000	179000	465000		001	96	0.01	0.400	0.0176	2.907	0.656	0.000	3.000	25.1200	569025
001	56	0.01	0.333	0.0178	3.181	0.686	0.000	145.914	179000	465000		001	97	0.01	0.371	0.0188	2.871	0.652	0.000	3.000	25.1200	569025
001	57	0.01	0.306	0.0177	2.302	0.566	0.000	59.297	179000	465000		001	98	0.01	0.369	0.0261	3.146	0.682	0.000	200.000	255000	497000
001	58	0.01	0.366	0.0162	2.282	0.562	0.000	139.802	179000	465000		001	99	0.01	0.349	0.0318	1.494	0.330	0.000	50.000	255000	497000
001	59	0.01	0.285	0.0078	2.210	0.548	0.000	2.326	180400	449500		001	100	0.01	0.428	0.0354	1.616	0.381	-1.000	10.000	255000	497000
001	60	0.01	0.356	0.0310	2.727	0.633	-0.801	100.000	180400	449500		001	101	0.01	0.405	0.0276	3.194	0.687	0.000	50.000	255000	497000
001	61	0.01	0.346	0.0195	2.254	0.556	0.000	100.000	180400	449500		001	102	0.01	0.404	0.0252	1.620	0.383	0.000	50.000	255000	497000
001	62	0.01	0.347	0.0196	2.136	0.532	0.000	127.589	180400	449500		001	103	0.01	0.366	0.0236	3.262	0.693	0.000	5.000	255000	497000
001	63	0.01	0.334	0.0223	2.508	0.601	0.000	200.000	180400	449500		001	104	0.01	0.470	0.0288	2.506	0.601	0.000	24.515	255000	497000
001	64	0.01	0.282	0.0150	2.835	0.647	-0.500	48.641	180400	449500		001	105	0.01	0.372	0.0248	2.244	0.554	0.000	5.443	255000	497000
001	65	0.01	0.327	0.0164	2.524	0.604	-0.845	20.000	180400	449500		001	106	0.01	0.336	0.0166	1.921	0.480	-0.527	4.319	260000	546050
001	66	0.01	0.331	0.0181	2.489	0.598	-0.682	50.000	180400	449500		001	107	0.01	0.364	0.0098	3.151	0.683	0.000	7.000	275025	555300

BS	#	θ_r	θ_s	α_r	α_s	n	m	λ	K_{eff}	Long	Lat	K_{eff}	Long	Lat		
001	108	0.01	0.340	0.0172	2.679	0.627	0.000	10.000	275025	555300			0.456	15.000	225000	460000
001	109	0.01	0.370	0.0176	2.891	0.654	0.000	5.000	275025	555300			-1.176	35.788	225000	460000
002	1	0.01	0.404	0.0198	2.417	0.586	0.222	10.000	167575	452700			-0.804	225.790	225000	460000
002	2	0.01	0.366	0.0285	2.650	0.623	0.000	10.000	167575	452700			-0.467	77.468	225000	460000
002	3	0.01	0.310	0.0202	2.476	0.596	-0.620	20.000	186800	395050			-0.817	0.470	239975	553900
002	4	0.01	0.398	0.0076	2.188	0.543	0.000	19.237	186800	395050			1.000	10.000	239975	553900
002	5	0.01	0.370	0.0184	1.695	0.410	-0.345	20.000	186800	395050			1.000	5.000	239975	553900
002	6	0.01	0.440	0.0284	1.334	0.250	0.000	15.894	186800	395050			-0.718	50.000	180500	445500
002	7	0.01	0.421	0.0440	1.286	0.222	0.000	100.000	222000	457000			0.379	97.367	180500	445500
002	8	0.01	0.365	0.0261	2.128	0.530	0.029	2.261	222000	457000			0.000	8.691	180500	445500
002	9	0.01	0.380	0.0053	1.848	0.459	0.000	5.224	240000	455000			0.000	97.744	180500	445500
002	10	0.01	0.390	0.0057	1.982	0.495	0.000	4.193	240000	455000			-0.691	200.000	180500	445500
002	11	0.01	0.285	0.0159	2.556	0.609	0.000	112.908	261000	549640			0.000	200.000	180500	445500
002	12	0.01	0.410	0.0377	1.466	0.318	2.596	181.745	261000	549640			0.000	19.183	182000	447000
002	13	0.01	0.396	0.0268	2.716	0.632	0.000	6.318	275025	555300			-0.600	3.000	182000	447000
002	14	0.01	0.364	0.0229	3.001	0.667	0.000	10.000	275025	555300			-0.174	75.000	182000	447000
003	1	0.01	0.390	0.0188	1.582	0.368	-1.199	50.000	157700	405400			5.000	182000	182000	447000
003	2	0.01	0.340	0.0108	1.849	0.459	-0.310	20.000	157700	405400			0.000	40.000	240000	455000
003	3	0.01	0.353	0.0407	1.424	0.298	-0.355	65.337	163200	404950			-1.274	3.528	240000	455000
003	4	0.01	0.310	0.0159	1.529	0.346	-1.753	1.741	163200	404950			-1.392	2.902	240000	455000
003	5	0.01	0.306	0.0145	1.631	0.387	0.000	5.303	163200	404950			0.000	2.386	240000	455000
003	6	0.01	0.377	0.0235	1.655	0.396	1.000	15.000	163200	404950			0.000	2.386	240000	455000
003	7	0.01	0.327	0.0242	1.301	0.231	-0.503	48.013	163200	404950			0.000	35.225	255000	497000
003	8	0.01	0.333	0.0100	1.873	0.466	2.358	9.397	170875	445200			0.000	20.000	255000	497000
003	9	0.01	0.450	0.0208	1.867	0.464	0.000	2.687	170875	445200			-3.762	59.483	224000	560000
003	10	0.01	0.450	0.0280	1.843	0.457	0.000	3.203	170875	445200			0.000	2.275	240000	455000
003	11	0.01	0.271	0.0136	2.223	0.550	0.000	51.266	222000	457000			0.000	13.131	240000	455000
003	12	0.01	0.383	0.0152	2.044	0.511	-0.531	15.028	222000	457000			-0.963	81.019	260000	468000
003	13	0.01	0.292	0.0187	1.677	0.404	-1.950	6.000	225000	460000			-5.612	144.725	245000	563000
003	14	0.01	0.285	0.0273	1.528	0.346	-1.926	20.442	225000	460000			-3.380	604.913	245000	563000
003	15	0.01	0.308	0.0190	1.798	0.444	-0.239	50.000	225000	460000			-0.890	63.927	260000	468000
003	16	0.01	0.358	0.0175	1.595	0.373	1.000	20.000	225000	460000			-1.060	130.971	260000	468000
003	17	0.01	0.317	0.0104	2.023	0.506	1.000	15.000	239975	553900			0.000	8.1385	263000	468000
003	18	0.01	0.328	0.0096	2.032	0.508	1.542	13.680	239975	553900			-0.017	79.570	263000	480000
003	19	0.01	0.313	0.0114	2.017	0.504	1.781	8.572	239975	553900			-0.019	149.321	263000	480000
003	20	0.01	0.380	0.0193	1.629	0.386	-1.708	1.994	255000	497000			-1.153	25.700	263000	480000
003	21	0.01	0.309	0.0113	1.504	0.335	0.000	5.668	255000	497000			0.000	49.258	263000	480000
003	22	0.01	0.380	0.0194	1.626	0.385	-1.768	2.352	261000	549690			-0.886	91.060	263000	480000
003	23	0.01	0.353	0.0226	1.744	0.427	-1.104	100.000	261000	549690			-0.007	247.764	263000	480000
004	1	0.01	0.344	0.0261	1.365	0.268	1.000	10.000	170875	445200			0.000	121.615	147000	395000
004	2	0.01	0.344	0.0249	1.296	0.228	1.000	10.000	170875	445200			-0.121	55.019	147000	395000

BS	#	θ_s	θ_r	θ_s	α	n	m	λ	$K_{s,fit}$	Long	Lat	$K_{s,fit}$	Long	Lat	
007	3	0.01	0.490	0.0090	1.197	0.164	-1.845	15.261	147000	395000	009	15	0.01	0.478	0.0056
007	4	0.01	0.610	0.0058	1.107	0.097	-4.034	13.077	147000	395000	009	16	0.01	0.511	0.0056
007	5	0.01	0.520	0.0050	1.204	0.169	-0.211	20.914	158000	397000	009	17	0.01	0.458	0.0029
007	6	0.01	0.527	0.0085	1.145	0.126	-0.037	90.914	158000	397000	009	18	0.01	0.409	0.0267
007	7	0.01	0.600	0.0187	1.145	0.127	-0.048	170.583	158000	397000	009	19	0.01	0.385	0.0305
007	8	0.01	0.580	0.0239	1.141	0.123	0.000	503.053	158000	397000	009	20	0.01	0.373	0.0215
007	9	0.01	0.590	0.0198	1.158	0.136	-0.052	280.003	158000	397000	009	21	0.01	0.382	0.0535
007	10	0.01	0.500	0.0125	1.166	0.142	-1.453	75.528	222000	457000	009	22	0.01	0.466	0.0197
007	11	0.01	0.480	0.0124	1.171	0.146	-3.530	38.780	222000	457000	009	23	0.01	0.389	0.0140
007	12	0.01	0.479	0.0691	1.035	0.034	-30.148	24.354	255000	497000	009	24	0.01	0.404	0.0331
007	13	0.01	0.410	0.0079	1.091	0.083	-19.044	0.292	255000	497000	009	25	0.01	0.547	0.0041
007	14	0.01	0.435	0.0153	1.187	0.157	-1.059	105.359	261000	495000	009	26	0.01	0.522	0.0013
007	15	0.01	0.451	0.0106	1.295	0.228	0.000	49.032	261000	495000	009	27	0.01	0.533	0.0046
008	1	0.01	0.531	0.0023	1.456	0.313	-0.006	5.000	43650	398875	009	28	0.01	0.395	0.0125
008	2	0.01	0.477	0.0075	1.413	0.292	-0.059	1.059	43650	398875	009	29	0.01	0.418	0.0285
008	3	0.01	0.479	0.0063	1.539	0.350	-0.088	0.554	43650	398875	009	30	0.01	0.366	0.0081
008	4	0.01	0.479	0.0060	1.622	0.383	-0.100	0.690	43650	398875	010	1	0.01	0.385	0.0066
008	5	0.01	0.404	0.0223	1.376	0.273	-2.357	4.683	166400	506500	010	2	0.01	0.500	0.0854
008	6	0.01	0.420	0.0192	1.339	0.253	-2.302	11.000	166400	506500	010	3	0.01	0.500	0.1053
008	7	0.01	0.384	0.0065	1.157	0.135	-4.376	134.396	166400	506500	010	4	0.01	0.510	0.0497
008	8	0.01	0.408	0.0141	1.395	0.283	-0.648	15.000	166400	506500	010	5	0.01	0.513	0.0076
008	9	0.01	0.445	0.0174	1.321	0.243	-0.552	25.000	166400	506500	010	6	0.01	0.470	0.0095
008	10	0.01	0.423	0.0199	1.403	0.287	-0.617	25.000	223225	602075	010	7	0.01	0.485	0.0108
008	11	0.01	0.412	0.0179	1.341	0.254	-0.735	29.175	223225	602075	010	8	0.01	0.474	0.0145
008	12	0.01	0.540	0.0139	1.293	0.226	-1.675	20.000	223225	602075	010	9	0.01	0.460	0.0104
008	13	0.01	0.494	0.0045	1.360	0.265	0.000	10.000	223225	602075	010	10	0.01	0.444	0.0094
008	14	0.01	0.533	0.0041	1.399	0.285	-0.504	8.000	223225	602075	010	11	0.01	0.380	0.0081
008	15	0.01	0.408	0.0166	1.416	0.294	-2.333	3.633	43650	398875	010	12	0.01	0.422	0.0063
009	2	0.01	0.442	0.0264	1.260	0.206	-4.066	4.268	43650	398875	010	13	0.01	0.549	0.0087
009	3	0.01	0.516	0.0049	1.611	0.379	0.000	0.801	43650	398875	010	14	0.01	0.509	0.0093
009	4	0.01	0.478	0.0056	2.063	0.515	0.000	0.694	43650	398875	010	15	0.01	0.562	0.0029
009	5	0.01	0.511	0.0057	2.039	0.509	0.000	0.734	43650	398875	010	16	0.01	0.580	0.0036
009	6	0.01	0.535	0.0033	1.390	0.280	-0.050	5.000	122500	538200	010	17	0.01	0.419	0.0113
009	7	0.01	0.522	0.0079	1.221	0.181	-2.842	10.000	122500	538200	010	18	0.01	0.420	0.0107
009	8	0.01	0.522	0.0065	1.284	0.221	-2.889	10.000	122500	538200	010	19	0.01	0.370	0.0056
009	9	0.01	0.500	0.0080	1.340	0.254	-1.890	5.000	122500	538200	010	20	0.01	0.465	0.0321
009	10	0.01	0.501	0.0070	1.327	0.246	-1.434	5.000	122500	538200	010	21	0.01	0.407	0.0276
009	11	0.01	0.536	0.0041	1.408	0.290	-0.749	10.000	122500	538200	010	22	0.01	0.490	0.0052
009	12	0.01	0.477	0.0143	1.255	0.203	-0.063	8.003	122500	538200	010	23	0.01	0.549	0.0035
009	13	0.01	0.465	0.0124	1.232	0.188	-0.022	1.247	122500	538200	010	24	0.01	0.620	0.0094
009	14	0.01	0.519	0.0077	1.488	0.328	-0.079	1.081	122500	538200	010	25	0.01	0.630	0.0252

BS	#	θ_r	θ_s	α	n	m	λ	$K_{s,fit}$	Long	Lat	$K_{s,fit}$	Long	Lat								
011	1	0.01	0.401	0.0907	1.052	0.050	-0.274	200.055	49300	398000	013	6	0.01	0.586	0.0155	1.087	0.080	-13.017	1.403	160000	481000
011	2	0.01	0.408	0.0933	1.059	0.056	6.580	569.500	49300	398000	013	7	0.01	0.532	0.0148	1.079	0.073	0.000	3.176	161025	428730
011	3	0.01	0.428	0.0946	1.170	0.145	-1.541	6.760	49300	398000	013	8	0.01	0.580	0.0965	1.075	0.070	-6.659	38.745	161025	428730
011	4	0.01	0.423	0.0960	1.185	0.156	-4.095	8.786	161000	486000	013	9	0.01	0.639	0.0442	1.026	0.026	-3.011	198.342	161025	428730
011	5	0.01	0.420	0.0911	1.101	0.091	-7.380	12.679	161000	486000	013	10	0.01	0.600	0.0134	1.077	0.072	-11.276	3.560	170700	566850
011	6	0.01	0.442	0.0916	1.197	0.164	-4.889	2.565	165000	493000	013	11	0.01	0.670	0.0211	1.129	0.114	-0.571	50.000	170700	566850
011	7	0.01	0.336	0.0981	1.258	0.205	-3.790	1.600	165000	493000	013	12	0.01	0.650	0.0724	1.069	0.065	-11.075	50.000	170700	566850
011	8	0.01	0.332	0.0965	1.218	0.179	-2.221	2.366	172000	440300	013	13	0.01	0.544	0.0189	1.070	0.065	-2.154	50.000	172750	442150
011	9	0.01	0.450	0.0903	1.141	0.124	0.000	200.000	172000	440300	013	14	0.01	0.583	0.0157	1.119	0.106	-0.057	1.076	172750	442150
011	10	0.01	0.477	0.0946	1.389	0.280	0.000	0.774	172000	440300	013	15	0.01	0.500	0.0083	1.181	0.153	-4.336	0.096	172750	442150
011	11	0.01	0.409	0.0966	1.076	0.071	-6.876	19.645	172000	440300	013	16	0.01	0.554	0.0130	1.082	0.076	-0.090	2.726	172750	442150
012	1	0.01	0.531	0.093	1.255	0.203	-3.486	2.053	49300	398000	013	17	0.01	0.561	0.0865	1.073	0.068	-8.617	64.505	274300	583450
012	2	0.01	0.539	0.0935	1.190	0.160	-1.827	11.481	49300	398000	013	18	0.01	0.600	0.0505	1.056	0.053	-7.669	100.000	274300	583450
012	3	0.01	0.730	0.0989	1.139	0.122	0.000	3.537	79700	437250	013	19	0.01	0.600	0.0796	1.052	0.050	-15.221	50.000	274300	583450
012	4	0.01	0.690	0.0973	1.197	0.165	-2.074	1.793	79700	437250	014	1	0.01	0.390	0.0081	1.502	0.334	-1.207	133.324	184000	334870
012	5	0.01	0.663	0.0971	1.096	0.087	-5.821	1.110	79700	437250	014	2	0.01	0.340	0.0035	2.012	0.503	-1.005	21.479	184000	334870
012	6	0.01	0.660	0.0982	1.069	0.064	-16.570	0.855	79700	437250	014	3	0.01	0.390	0.0026	1.698	0.411	-0.019	15.350	184000	334870
012	7	0.01	0.650	0.0951	1.106	0.096	-6.595	0.589	79700	437250	014	4	0.01	0.400	0.0030	1.770	0.435	0.000	14.285	184000	334870
012	8	0.01	0.580	0.0935	1.173	0.147	-0.009	0.087	79700	437250	014	5	0.01	0.399	0.0023	2.067	0.516	-0.148	0.368	192200	419400
012	9	0.01	0.456	0.0915	1.152	0.132	-6.056	0.118	114700	463945	014	6	0.01	0.379	0.0022	1.826	0.452	-0.121	0.370	192200	419400
012	10	0.01	0.470	0.0943	1.131	0.116	-2.172	5.000	114700	463945	014	7	0.01	0.374	0.0023	1.924	0.480	-0.134	0.286	192200	419400
012	11	0.01	0.587	0.0947	1.070	0.066	-14.049	5.874	114700	463945	014	8	0.01	0.371	0.0042	1.379	0.275	-0.059	1.297	192200	419400
012	12	0.01	0.559	0.0964	1.106	0.096	-10.410	0.654	114700	463945	014	9	0.01	0.363	0.0029	1.563	0.360	-0.098	0.230	192200	419400
012	13	0.01	0.494	0.0957	1.045	0.043	-16.654	31.960	114700	463945	015	1	0.01	0.374	0.0047	1.377	0.274	-1.023	4.732	181000	329000
012	14	0.01	0.497	0.1613	1.034	0.033	-27.350	40.146	114700	463945	015	2	0.01	0.397	0.0098	1.443	0.307	-0.382	25.000	181000	329000
012	15	0.01	0.520	0.0931	1.067	0.063	-8.645	9.806	114700	463945	015	3	0.01	0.395	0.0101	1.398	0.284	-1.536	20.304	181000	329000
012	16	0.01	0.717	0.0952	1.199	0.166	-1.957	0.512	114700	463945	015	4	0.01	0.446	0.0635	1.094	0.086	-6.322	51.642	181000	329000
012	17	0.01	0.739	0.0924	1.109	0.098	-4.989	5.849	114700	463945	015	5	0.01	0.396	0.0033	1.211	0.174	-0.161	4.732	181000	329000
012	18	0.01	0.689	0.0987	1.182	0.154	-3.115	2.053	114700	463945	015	6	0.01	0.431	0.0320	1.147	0.128	-5.070	9.549	181000	329000
012	19	0.01	0.680	0.0942	1.174	0.148	-2.146	8.542	114700	463945	015	7	0.01	0.405	0.0067	1.247	0.198	-0.036	2.648	181000	329000
012	20	0.01	0.395	0.0984	1.262	0.208	-1.611	3.720	161000	486000	015	8	0.01	0.414	0.0052	1.243	0.196	-0.001	1.714	181000	329000
012	21	0.01	0.528	0.0908	1.378	0.274	-2.574	1.376	161000	486000	015	9	0.01	0.405	0.0068	1.185	0.156	-0.042	5.102	181000	329000
012	22	0.01	0.502	0.0939	1.227	0.185	-2.706	0.200	273300	579650	015	10	0.01	0.402	0.0025	1.459	0.315	4.988	1.281	181000	329000
012	23	0.01	0.557	0.0927	1.537	0.349	-3.010	0.059	273300	579650	015	11	0.01	0.404	0.0040	1.913	0.477	2.846	0.834	182000	329000
012	24	0.01	0.436	0.0950	1.220	0.180	-4.517	0.508	273300	579650	015	12	0.01	0.420	0.0136	1.324	0.245	1.000	20.000	182000	329000
012	25	0.01	0.365	0.0914	1.112	0.100	-10.267	0.949	273300	579650	015	13	0.01	0.430	0.0115	1.337	0.252	1.000	10.000	182000	329000
013	1	0.01	0.566	0.0982	1.062	0.058	12.802	200.000	123000	443000	015	14	0.01	0.433	0.0076	1.549	0.355	1.000	5.000	182000	329000
013	2	0.01	0.540	0.1100	1.056	0.053	-18.004	28.789	123000	443000	015	15	0.01	0.433	0.0069	1.565	0.361	0.500	2.000	182000	329000
013	3	0.01	0.588	0.0986	1.145	0.126	-7.024	1.635	123000	443000	015	16	0.01	0.420	0.0135	1.280	0.218	0.500	4.000	182000	329000
013	4	0.01	0.491	0.0954	1.066	0.062	-14.824	11.966	160000	481000	015	17	0.01	0.395	0.0127	1.280	0.219	-0.013	4.008	182000	329000
013	5	0.01	0.580	0.0988	1.075	0.069	-7.198	100.000	160000	481000	015	18	0.01	0.410	0.0152	1.268	0.211	0.500	20.000	182000	329000

BS	#	θ_r	θ_s	α_r	α_s	n	m	λ	$K_{s,fit}$	Long	Lat	$K_{s,fit}$	Long	Lat								
015	19	0.01	0.420	0.0044	1.438	0.304	-0.002	0.902	1.82000	3200000		0.16	7	0.01	0.768	0.0387	1.205	0.170	-0.786	24.376	183560	557790
015	20	0.01	0.410	0.0062	1.400	0.286	-0.013	1.826	1.82000	3200000		0.16	8	0.01	0.857	0.0040	1.335	0.251	0.000	2.000	183560	557790
015	21	0.01	0.387	0.0017	1.362	0.266	-0.044	0.231	1.82000	3200000		0.16	9	0.01	0.938	0.0084	1.552	0.355	-0.763	0.597	183560	557790
015	22	0.01	0.377	0.0029	1.178	0.151	-0.055	2.009	1.82000	3200000		0.16	10	0.01	0.919	0.0077	1.510	0.338	-1.284	0.253	183560	557790
015	23	0.01	0.408	0.0025	1.345	0.256	0.000	0.301	1.82000	3200000		0.16	11	0.01	0.900	0.0237	1.321	0.243	-3.980	16.567	183560	557790
015	24	0.01	0.410	0.0026	1.338	0.253	0.500	0.500	1.82000	3200000		0.16	12	0.01	0.938	0.0118	1.513	0.339	-1.383	1.182	183560	557790
015	25	0.01	0.422	0.0072	1.284	0.221	-0.009	1.000	1.85000	3300000		0.16	13	0.01	0.980	0.0082	1.137	0.120	-9.138	0.635	183560	557790
015	26	0.01	0.385	0.0027	1.970	0.492	0.000	0.148	1.85000	3300000		0.16	14	0.01	0.827	0.0068	1.368	0.269	-0.895	0.483	183560	557790
015	27	0.01	0.390	0.0046	1.358	0.263	-0.008	0.576	1.85000	3300000		0.16	15	0.01	0.867	0.0086	1.401	0.286	-1.274	0.347	183560	557790
015	28	0.01	0.391	0.0043	1.317	0.241	-1.503	0.417	1.85000	3300000		0.16	16	0.01	0.898	0.0120	1.473	0.321	-0.794	3.031	183560	557790
015	29	0.01	0.387	0.0053	1.212	0.175	-4.542	0.528	1.85000	3300000		0.17	1	0.01	0.885	0.0226	1.164	0.141	-1.762	11.372	79300	437250
015	30	0.01	0.410	0.0130	1.237	0.192	-0.014	7.563	1.85000	3300000		0.17	2	0.01	0.900	0.0099	1.309	0.236	-3.139	0.880	79300	437250
015	31	0.01	0.410	0.0271	1.222	0.182	1.000	100.000	1.85000	3300000		0.17	3	0.01	0.910	0.0196	1.314	0.239	-1.798	5.185	79300	437250
015	32	0.01	0.427	0.0103	1.354	0.261	1.000	10.000	1.85000	3300000		0.17	4	0.01	0.870	0.0105	1.255	0.203	-2.724	1.439	79300	437250
015	33	0.01	0.428	0.0186	1.300	0.231	1.000	25.000	1.85000	3300000		0.17	5	0.01	0.850	0.0074	1.281	0.219	-2.046	0.612	79300	437250
015	34	0.01	0.444	0.0084	1.451	0.311	1.000	25.000	1.85000	3300000		0.17	6	0.01	0.780	0.0173	1.370	0.270	-2.299	2.227	112250	433590
015	35	0.01	0.430	0.0045	1.659	0.397	0.000	0.983	1.85000	3300000		0.17	7	0.01	0.774	0.0152	1.386	0.278	-2.211	2.316	112250	433590
015	36	0.01	0.400	0.0076	1.192	0.161	-0.009	3.326	1.92000	3180000		0.17	8	0.01	0.870	0.0101	1.250	0.200	-2.935	1.612	112250	433590
015	37	0.01	0.417	0.0296	1.129	0.114	-1.802	38.080	1.92000	3180000		0.17	9	0.01	0.871	0.0155	1.330	0.248	-1.461	4.843	112250	433590
015	38	0.01	0.400	0.0107	1.238	0.192	-0.016	8.441	1.92000	3180000		0.17	10	0.01	0.870	0.0161	1.223	0.182	-2.199	5.151	112250	433590
015	39	0.01	0.410	0.0139	1.190	0.159	-0.685	11.348	1.92000	3180000		0.17	11	0.01	0.887	0.0127	1.359	0.264	-0.324	5.710	112250	433590
015	40	0.01	0.409	0.0115	1.165	0.142	-1.303	3.045	1.92000	3180000		0.17	12	0.01	0.840	0.0054	1.266	0.210	-0.725	0.343	112250	433590
015	41	0.01	0.420	0.0101	1.201	0.168	-3.015	2.068	1.92000	3180000		0.17	13	0.01	0.850	0.0065	1.266	0.210	-3.807	0.271	112250	433590
015	42	0.01	0.420	0.0085	1.199	0.166	-0.006	1.729	1.92000	3180000		0.17	14	0.01	0.878	0.0080	1.278	0.217	-2.091	2.601	112250	433590
015	43	0.01	0.430	0.0068	1.236	0.191	-1.165	1.072	1.92000	3180000		0.17	15	0.01	0.896	0.0144	1.324	0.245	-1.674	5.883	112250	433590
015	44	0.01	0.411	0.0038	1.516	0.341	0.000	0.100	1.92000	3180000		0.17	16	0.01	0.857	0.0070	1.282	0.220	-2.171	4.272	112250	433590
015	45	0.01	0.417	0.0081	1.187	0.157	-0.027	6.060	1.94500	3300000		0.17	17	0.01	0.856	0.0121	1.322	0.247	-1.130	3.387	112250	433590
015	46	0.01	0.402	0.0100	1.156	0.135	-1.176	11.311	1.94500	3300000		0.17	18	0.01	0.889	0.0079	1.277	0.217	-1.537	5.000	112250	433590
015	47	0.01	0.410	0.0205	1.163	0.140	0.000	25.000	1.94500	3300000		0.17	19	0.01	0.880	0.0148	1.242	0.195	-2.804	5.883	112250	433590
015	48	0.01	0.458	0.1202	1.106	0.096	-3.402	178.593	1.94500	3300000		0.17	20	0.01	0.870	0.0126	1.330	0.248	-0.352	5.590	112250	433590
015	49	0.01	0.420	0.0238	1.129	0.114	0.000	24.496	1.94500	3300000		0.17	21	0.01	0.901	0.0077	1.227	0.185	-1.164	1.062	112250	433590
015	50	0.01	0.437	0.0340	1.114	0.102	-10.031	13.477	1.94500	3300000		0.17	22	0.01	0.920	0.0074	1.453	0.312	-0.006	0.786	112250	433590
015	51	0.01	0.443	0.0598	1.115	0.103	-7.384	68.705	1.94500	3300000		0.17	23	0.01	0.907	0.0127	1.341	0.254	-0.002	3.027	112250	433590
015	52	0.01	0.429	0.0309	1.159	0.137	-0.011	77.722	1.94500	3300000		0.17	24	0.01	0.700	0.0569	1.112	0.101	-0.040	57.700	112250	433590
015	53	0.01	0.400	0.0148	1.217	0.179	-0.030	12.284	1.94500	3300000		0.17	25	0.01	0.770	0.0543	1.155	0.134	-4.351	17.105	120075	447200
016	1	0.01	0.813	0.0041	1.543	0.352	-0.265	0.167	1.21500	5023000		0.17	26	0.01	0.753	0.0626	1.113	0.101	-0.227	39.086	120075	447200
016	2	0.01	0.900	0.0083	1.423	0.297	-0.015	2.859	1.21500	5023000		0.17	27	0.01	0.889	0.0126	1.373	0.272	-1.356	1.467	120075	447200
016	3	0.01	0.900	0.0084	1.372	0.271	-0.643	2.585	1.21500	5023000		0.17	28	0.01	0.930	0.0080	1.368	0.269	-0.826	5.000	125000	442000
016	4	0.01	0.944	0.0130	1.423	0.297	-0.621	1.769	1.21500	5023000		0.17	29	0.01	0.831	0.0046	1.568	0.362	-1.218	0.480	125000	442000
016	5	0.01	0.880	0.0158	1.336	0.252	-1.131	10.000	1.83560	557790		0.17	30	0.01	0.832	0.0154	1.160	0.138	-3.084	10.916	125000	442000
016	6	0.01	0.892	0.0147	1.354	0.262	-3.991	0.551	1.83560	557790		0.17	31	0.01	0.849	0.0223	1.159	0.137	-3.555	20.522	125000	442000

BS	#	θ_s	θ_r	α_s	α_r	m	n	λ	$K_{s,fit}$	Long	Lat	λ	m	n	α	θ_r	θ_s	#	BS			
017	32	0.01	0.848	0.0124	1.175	0.149	-2.468	7.195	125000	442000		B05	10034	0.1018	0.4800	0.0311	2.0203	0.5050	-0.0619	39.8000	204988.00	399621.00
017	33	0.01	0.885	0.0161	1.364	0.267	-0.050	10.689	166000	451250		B06	10059	0.0000	0.3958	0.0096	1.2868	0.2229	6.3316	10.7000	255885.00	467940.00
017	34	0.01	0.849	0.0130	1.291	0.225	-0.726	4.010	166000	451250		B06	10060	0.0000	0.4084	0.0108	1.2950	0.2278	3.6613	12.9000	255885.00	467940.00
017	35	0.01	0.898	0.0231	1.305	0.234	-1.463	7.409	166000	451250		B07	10041	0.1324	0.4800	0.0113	1.6124	0.3798	5.5525	22.9000	131684.00	524276.00
017	36	0.01	0.878	0.0274	1.114	0.102	-3.593	13.110	166000	451250		B07	10042	0.0804	0.4900	0.0088	1.4756	0.3223	7.1441	11.8000	131684.00	524276.00
018	1	0.01	0.620	0.0152	1.168	0.144	-0.006	138.098	221000	522000		B08	10009	0.0000	0.4000	0.0135	1.1793	0.1520	3.5849	21.1000	148307.00	446398.00
018	2	0.01	0.690	0.0424	1.102	0.092	0.000	212.173	221000	522000		B08	10010	0.0000	0.4100	0.0064	1.2232	0.1824	7.2713	1.5000	148307.00	446398.00
018	3	0.01	0.770	0.0248	1.244	0.196	-0.037	115.052	221000	522000		B08	10021	0.0000	0.3921	0.0039	1.2353	0.1905	11.1869	1.9000	166445.00	505600.00
018	4	0.01	0.520	0.0147	1.680	0.405	-1.153	26.800	224000	555000		B08	10022	0.0000	0.4171	0.0078	1.2548	0.2031	5.5577	7.5000	166445.00	505600.00
018	5	0.01	0.490	0.0104	1.728	0.421	0.000	15.077	224000	555000		B09	10111	0.0000	0.4298	0.0202	1.0824	0.0761	-17.9973	0.8790	155197.28	434992.54
018	6	0.01	0.505	0.0047	1.241	0.194	-5.573	43.766	243000	493000		B09	10112	0.0000	0.4507	0.0195	1.0804	0.0744	0.0001	13.3710	155197.28	434992.54
018	7	0.01	0.460	0.0074	1.249	0.199	-4.940	62.891	243000	493000		B09	10115	0.0000	0.4259	0.0187	1.0828	0.0765	-12.8714	2.2771	89996.18	422629.68
B01	10037	0.1192	0.4060	0.0141	2.0000	0.5000	1.8999	10.5000	150486.00	365497.00		B09	10116	0.0000	0.4282	0.0301	1.0865	0.0796	0.0001	13.9921	89996.18	422629.68
B01	10038	0.1074	0.4100	0.0139	2.0000	0.5000	0.9001	11.0000	150486.00	365497.00		B09	10121	0.0000	0.4607	0.1318	1.0577	0.0546	-13.7707	55.9727	105092.74	476734.08
B01	10068	0.0572	0.4800	0.0083	3.0646	0.6737	1.1361	30.2000	192200.00	526690.00		B09	10122	0.2543	0.4774	0.0486	1.2712	0.2134	-3.8076	1.1857	105092.74	476734.08
B01	10107	0.0307	0.4479	0.0215	1.2261	0.1844	4.7313	58.6291	226143.19	467667.69		B10	10003	0.0000	0.4760	0.0189	1.1294	0.1146	3.9666	15.5000	144560.00	452490.00
B01	10109	0.0414	0.3260	0.0129	3.8921	0.7431	-0.2081	7.8034	226233.33	467923.68		B10	10004	0.0000	0.4750	0.0389	1.1088	0.0981	-0.4148	21.4000	144560.00	452490.00
B01	10156	0.0736	0.4270	0.0196	2.4277	0.5881	0.3199	18.8512	179051.32	407799.27		B10	10007	0.0000	0.4254	0.0120	1.1468	0.1280	6.9834	7.2000	171402.00	504777.00
B01	10159	0.0657	0.4220	0.0208	2.2161	0.5488	0.5105	21.5263	179051.32	407799.27		B10	10008	0.0000	0.4550	0.0039	1.1860	0.1569	11.5572	0.8000	171402.00	504777.00
B02	10047	0.0805	0.4650	0.0155	1.4747	0.3219	6.3878	55.5000	115885.00	537826.00		B10	10023	0.0000	0.4331	0.0045	1.2227	0.1821	6.3114	0.1000	176290.00	439670.00
B02	10048	0.1029	0.4599	0.0130	1.7158	0.4172	4.1749	32.9000	115885.00	537826.00		B10	10024	0.0000	0.4250	0.0036	1.2335	0.1906	6.7457	0.1000	176290.00	439670.00
B02	10067	0.0499	0.4836	0.0068	3.8239	0.7385	0.8301	8.2000	192200.00	526690.00		B10	10027	0.0000	0.4575	0.0503	1.0902	0.0827	4.3001	46.4000	207750.00	465610.00
B02	10083	0.0862	0.3600	0.0103	1.7244	0.4201	2.3619	1.7000	73124.00	382847.00		B10	10028	0.0000	0.4559	0.0392	1.0908	0.0832	0.0001	19.2000	207750.00	465610.00
B02	10084	0.0964	0.3600	0.0092	1.7663	0.4338	3.5735	2.3000	73124.00	382847.00		B10	10117	0.0000	0.4788	0.0609	1.0882	0.0810	0.0001	182.6237	126689.98	413679.50
B02	10087	0.0000	0.4874	0.0077	1.2370	0.1916	8.8439	11.9000	218895.00	493210.00		B10	10118	0.0000	0.4406	0.0214	1.0777	0.0721	0.0001	16.2598	126689.98	413679.50
B02	10088	0.0000	0.4800	0.0062	1.2375	0.1919	2.6695	3.5000	218895.00	493210.00		B12	10123	0.2478	0.5546	0.0046	1.3032	0.2327	7.7325	0.0520	144669.00	429099.00
B02	10091	0.0950	0.3710	0.0091	2.4504	0.5919	0.5397	1.7000	215400.00	594350.00		B12	10124	0.0000	0.5026	0.0174	1.0639	0.0601	-9.8182	1.3118	144669.00	429099.00
B02	10092	0.0909	0.3700	0.0095	2.2328	0.5521	1.4572	3.5000	215400.00	594350.00		B12	10129	0.2486	0.5562	0.0038	1.2596	0.2061	-2.9808	0.0245	144697.00	429164.00
B02	10101	0.1486	0.4609	0.0125	1.2490	0.5347	0.7948	9.4982	226119.61	467391.69		B12	10130	0.0000	0.5064	0.0073	1.0887	0.0815	0.0001	0.4330	144697.00	429164.00
B02	10139	0.0836	0.3600	0.0243	2.1039	0.5247	0.5668	26.3365	129777.60	399192.52		B12	10131	0.0000	0.5161	0.0122	1.0707	0.0660	0.0000	1.4377	144697.00	429164.00
B03	10079	0.0686	0.4120	0.0083	1.7798	0.4381	2.2369	10.4000	86475.00	394400.00		B13	10073	0.0387	0.3896	0.0079	1.4195	0.2955	5.0496	2.5000	194130.00	423304.00
B03	10080	0.0626	0.4310	0.0148	1.5575	0.3579	1.3948	41.6000	86475.00	394400.00		B13	10074	0.0564	0.3737	0.0036	1.6109	0.3792	2.3521	1.0000	194130.00	423304.00
B03	10162	0.0000	0.3500	0.0186	1.2857	0.2222	5.7960	93.9828	218893.19	467391.88		B14	10146	0.0000	0.4139	0.0096	1.1849	0.1561	8.5555	14.0874	194950.58	320502.35
B03	10163	0.0000	0.3550	0.0218	1.2869	0.2229	5.0292	62.6748	218893.19	467391.88		B14	10147	0.0000	0.4067	0.0068	1.1962	0.1640	20.0000	26.4470	194950.58	320502.35
B04	10152	0.0000	0.5074	0.0123	1.1397	0.1226	10.0000	7.5096	153137.18	393918.79		B16	10154	0.0781	0.8900	0.0397	1.3512	0.2599	5.0499	1381.1956	268312.02	530506.54
B04	10153	0.0000	0.5265	0.0117	1.1569	0.1356	4.5730	5.5087	153137.18	393918.79		B16	10155	0.0000	0.8850	0.0884	1.2197	0.1801	4.7851	1149.6954	268312.02	530506.54
B05	10029	0.0937	0.4017	0.0232	2.0181	0.5045	0.2222	15.5000	169620.00	441340.00		B16	10169	0.0709	0.6724	0.0131	1.2475	0.1984	17.8409	235.9740	265508.15	518499.30
B05	10030	0.0825	0.4300	0.0589	1.6113	0.3794	-0.5596	48.9000	169620.00	441340.00		B16	10170	0.0000	0.6708	0.0210	1.1923	0.1613	10.3845	130.0745	265508.15	518499.30
B05	10031	0.0992	0.4481	0.0331	2.0000	0.5000	-1.1331	17.2000	198720.00	412570.00		B17	10095	0.0000	0.7100	0.0200	1.1377	0.1210	6.3291	6.4000	125500.00	458880.00
B05	10032	0.0963	0.3900	0.0251	1.8000	0.4444	-0.0769	10.5000	198720.00	412570.00		B17	10096	0.0000	0.7100	0.0281	1.1179	0.1054	18.5867	156.7000	122550.00	458880.00
B05	10033	0.1046	0.4700	0.0339	2.2088	0.5473	0.1938	90.1000	204988.00	399621.00		B17	10099	0.0000	0.6584	0.0129	1.1127	0.1012	8.2982	19.2000	110108.00	461622.00

BS	#	θ_s	θ_r	α_s	α_r	m	λ	$K_{s,fr}$	Long	Lat	λ	m	n	α	θ_r	θ_s	#	BS					
B17	10100	0.0000	0.6298	0.0208	1.1008	0.0915	16.8765	192.1000	110108.00	461622.00	-0.7662	13.4000	106130.00	520320.00	005	10052	0.0288	0.3451	0.0288				
001	10043	0.0355	0.4200	0.0092	5.7053	0.8247	0.2325	4.2000	131684.00	524276.00	-0.8570	2.0000	248429.00	459637.00	005	10053	0.0206	0.2867	0.0349				
001	10044	0.0706	0.4600	0.0092	5.8051	0.8277	-0.1467	9.4000	131684.00	524276.00	-0.8045	4.0000	248429.00	459637.00	005	10056	0.0474	0.3782	0.0261				
001	10049	0.0439	0.3100	0.0150	3.2513	0.6924	-0.0414	3.6000	115885.00	537282.00	0.1981	21.5000	208039.00	467912.00	005	10065	0.0418	0.2847	0.0404				
001	10050	0.0416	0.3400	0.0144	2.6822	0.6272	1.0797	3.9000	115885.00	537282.00	0.2502	266.8000	238852.00	442855.00	005	10066	0.0480	0.3000	0.0399				
001	10055	0.0401	0.3457	0.0228	2.0082	0.5020	-0.0161	8.5000	208039.00	467912.00	-0.3270	105.6000	238852.00	442855.00	005	10069	0.0373	0.3500	0.0263				
001	10057	0.0306	0.3950	0.0216	4.1906	0.7614	0.3604	26.8000	129600.00	422520.00	-0.8493	13.8000	177580.00	425845.00	005	10070	0.0340	0.3400	0.0254				
001	10058	0.0340	0.3850	0.0222	4.7476	0.7894	-0.2808	31.4000	129600.00	422520.00	-0.5999	22.6000	177580.00	425845.00	005	10071	0.0259	0.3405	0.0521				
001	10085	0.0787	0.3485	0.0129	1.7235	0.4198	-0.2706	1.2000	73174.00	382847.00	-1.1428	8.9000	173972.00	470815.00	005	10072	0.0384	0.3383	0.0461				
001	10093	0.1065	0.3882	0.0092	2.0400	0.5098	4.2593	6.4000	215400.00	594350.00	0.9990	35.1000	173972.00	470815.00	005	10134	0.0354	0.3668	0.0214				
001	10103	0.0424	0.3104	0.0143	2.5628	0.6098	0.5342	20.1661	226119.61	467694.69	0.0001	101.3839	129843.52	399406.89	005	10161	0.0000	0.4179	0.0034				
001	10105	0.0228	0.2856	0.0103	2.8849	0.6534	1.6062	11.2242	226119.61	467694.69	0.2000	259885.00	467940.00	006	10061	0.0000	0.4179	0.1424					
001	10108	0.0659	0.3238	0.0078	3.3373	0.7004	0.4446	6.9244	226143.19	467667.69	0.2000	259885.00	467940.00	006	10062	0.0000	0.4278	0.0034					
001	10157	0.0400	0.3151	0.0166	4.1736	0.7604	-0.5433	10.5933	179051.32	407799.27	0.0003	10063	0.0000	0.2811	0.0201	1.1873	0.1577	-0.8330	0.9000	232493.00	549592.00		
001	10158	0.0263	0.3611	0.0135	4.4415	0.7749	0.0761	9.8126	179051.32	407799.27	0.0006	10064	0.0106	0.3000	0.0236	1.2177	0.1788	5.2056	34.7000	232493.00	549592.00		
001	10160	0.0400	0.3178	0.0154	3.8497	0.7402	-0.3858	4.8364	179051.32	407799.27	0.0009	10001	0.0000	0.4510	0.0082	1.1876	0.1580	3.0378	1.6000	75248.00	427879.00		
001	10161	0.0276	0.3467	0.0130	4.6473	0.7848	0.0001	3.65938	179051.32	407799.27	0.0009	10002	0.0000	0.4376	0.0049	1.2134	0.1758	5.9028	0.3000	75248.00	427879.00		
001	10171	0.0291	0.4170	0.0088	2.9569	0.6618	1.6635	6.9178	157206.23	555648.85	0.0009	10012	0.0000	0.4276	0.0157	1.2746	0.2154	4.3689	28.6000	208683.00	468149.00		
001	10172	0.0296	0.4140	0.0085	3.2516	0.6925	1.7167	8.3390	157206.23	555648.85	0.0010	10005	0.0000	0.3950	0.0097	1.1899	0.1596	14.0078	1.1000	144560.00	452490.00		
002	10081	0.0630	0.4100	0.0130	1.7990	0.4149	0.9194	61.3000	86475.00	394400.00	0.00010	10006	0.0000	0.3966	0.0280	1.1329	0.1173	7.4752	42.6000	144560.00	452490.00		
002	10082	0.0651	0.3894	0.0081	1.8892	0.4707	1.3575	17.0000	86475.00	394400.00	0.00010	10011	0.0419	0.4800	0.0512	1.2553	0.2034	3.9706	658.7000	208683.00	468149.00		
002	10086	0.0782	0.3463	0.0138	1.6281	0.3858	-1.0012	1.0000	73174.00	382847.00	0.00010	10018	0.0000	0.5920	0.0035	1.2608	0.2069	5.3276	0.3000	132749.00	535189.00		
002	10089	0.0000	0.4600	0.0063	1.3112	0.2373	1.7446	9.5000	218895.00	493210.00	0.00010	10026	0.0000	0.4315	0.0129	1.1108	0.0998	-1.0486	1.7000	176290.00	439670.00		
002	10090	0.0000	0.4350	0.0040	1.4652	0.3175	2.8504	3.0000	218895.00	493210.00	0.00011	10015	0.0000	0.4300	0.0516	1.0874	0.0804	4.6964	77.5000	202220.00	433880.00		
002	10094	0.1134	0.3780	0.0097	2.9992	0.6666	1.1089	5.7000	215400.00	594350.00	0.00010	10016	0.0000	0.4400	0.0146	1.1316	0.1163	-2.9127	3.8000	202220.00	433880.00		
002	10133	0.0312	0.3080	0.0092	4.3865	0.7720	0.0001	2.2995	129843.52	399406.89	0.0011	10017	0.0000	0.5860	0.0094	1.1904	0.1599	0.5400	1.7000	132749.00	535189.00		
002	10136	0.0655	0.3248	0.0122	2.2952	0.5643	0.1804	2.5057	129695.35	399241.20	0.0011	10019	0.0000	0.4611	0.0022	1.2580	0.2051	11.0895	0.0030	69226.00	396699.00		
002	10138	0.0000	0.3756	0.0021	1.4909	0.3293	0.0001	2.2950	129695.35	399241.20	0.00010	10020	0.0000	0.4547	0.0214	1.1365	0.1201	13.4926	10.5000	69226.00	396699.00		
003	10142	0.1153	0.3059	0.0053	1.3914	0.2813	2.7422	0.3330	129998.47	398879.79	0.00010	10025	0.0000	0.4511	0.0031	1.1645	0.1413	4.5850	0.1000	176290.00	439670.00		
004	10075	0.0351	0.4055	0.0075	1.5009	0.3337	2.1764	9.9000	194130.00	4223304.00	0.00011	10113	0.1950	0.4018	0.0167	1.1952	0.1633	-2.8668	0.3222	155197.28	434992.54		
004	10077	0.0648	0.3900	0.0072	1.7353	0.4237	3.4684	34.3000	198965.00	448105.00	0.00011	10114	0.2437	0.3950	0.0153	1.5796	0.3669	-2.0000	0.0860	155197.28	434992.54		
004	10078	0.0812	0.3612	0.0067	2.3389	0.5724	1.9124	45.9000	198965.00	448105.00	0.00011	10119	0.0000	0.4992	0.0709	1.0739	0.0688	0.0001	185.6515	126689.98	413679.50		
004	10150	0.0986	0.4430	0.0219	1.3143	0.2391	6.7720	126.4043	159709.10	405562.88	0.00010	10013	0.0000	0.5553	0.0455	1.0909	0.0833	11.7509	58.3000	125225.00	527770.00		
004	10151	0.0200	0.3320	0.0060	1.8254	0.4522	5.6523	5.7773	159709.10	405562.88	0.00010	10014	0.0000	0.5100	0.0157	1.1043	0.0945	22.0982	8.8000	125225.00	527770.00		
005	10035	0.0500	0.3140	0.0242	2.3970	0.5828	-0.7249	1.5000	204988.00	399621.00	0.00010	10127	0.0000	0.6377	0.0028	1.1429	0.1250	-1.9999	0.9616	144669.00	429099.00		
005	10036	0.0400	0.3400	0.0238	1.7000	0.4118	-0.3930	6.7000	204988.00	399621.00	0.00010	10128	0.0000	0.7034	0.0057	1.1346	0.1187	0.0001	2.0000	144669.00	429099.00		
005	10039	0.0366	0.3221	0.0309	3.0000	0.6667	-0.9976	3.5000	150486.00	365497.00	0.00010	10125	0.0000	0.5769	0.0137	1.0727	0.0677	-10.0000	0.8871	144669.00	429099.00		
005	10040	0.0714	0.3059	0.0253	3.0000	0.6667	-0.2753	24.4000	150486.00	365497.00	0.00010	10126	0.0000	0.5657	0.0172	1.0588	0.0555	0.0001	3.0191	144669.00	429099.00		
005	10045	0.0000	0.3798	0.0276	5.6076	0.8212	-0.9745	2.8000	183900.00	508200.00	0.00010	10132	0.1048	0.5569	0.0066	1.0850	0.0783	-20.0000	0.1077	144669.00	429099.00		
005	10046	0.0430	0.3800	0.0312	5.5000	0.8182	-0.7217	13.1000	183900.00	508200.00	0.00010	10137	0.0000	0.6807	0.0013	1.5411	0.3511	7.0000	16.7000	194130.00	423304.00		
005	10051	0.0509	0.3611	0.0311	5.7771	0.8269	-0.7493	55.2000	106130.00	520320.00	0.00010	1.1217	129695.35	399241.20	0.00010								

BS	#	θ_r	θ_s	α	n	m	λ	K_{eff}	Long	Lat
014	10143	0.1225	0.3205	0.0025	3.0020	0.6669	0.3859	0.8156	129988.47	3988879.79
014	10144	0.0000	0.3603	0.0009	1.3006	0.2311	2.0000	0.0779	130137.25	398327.73
015	10145	0.0000	0.4447	0.0005	1.4460	0.3085	2.0000	0.1869	130137.25	398327.73
015	10148	0.0000	0.3960	0.0041	1.2030	0.1687	0.0001	0.5956	194950.58	320502.35
015	10149	0.1071	0.4420	0.0183	1.4019	0.2867	5.4508	62.5724	194950.58	320502.35
016	10167	0.0000	0.9300	0.0055	1.3563	0.2627	1.9427	0.8403	265508.15	518499.30
016	10168	0.0000	0.9150	0.0089	1.3261	0.2459	0.7093	1.6007	265508.15	518499.30
016	10173	0.0000	0.9180	0.0055	1.3145	0.2393	7.5588	1.2060	188657.96	543572.97
016	10174	0.0000	0.9110	0.0040	1.3018	0.2319	11.8021	1.0144	188657.96	543572.97
017	10097	0.0000	0.7900	0.0143	1.1073	0.0969	24.2857	63.8000	122550.00	458880.00
017	10098	0.0000	0.7800	0.0260	1.0874	0.0804	13.2412	42.8000	122550.00	458880.00
017	10135	0.0000	0.7818	0.0048	1.3056	0.2341	0.0001	30.1153	129843.52	399406.89
017	10140	0.0000	0.7582	0.0017	1.4455	0.3082	0.0001	4.5973	129777.60	399192.52
018	10165	0.0000	0.6750	0.0060	1.2613	0.2072	8.4765	6.0242	242050.00	492242.10
018	10166	0.0000	0.6600	0.0070	1.2151	0.1770	2.3753	10.4227	242050.00	492242.10

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 2978
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 2978
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

