

Gevoeligheids- en onzekerheidsanalyse van SUMO

G.W.W. Wamelink

werkdocumenten

wot

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu



WAGENINGENUR

For quality of life

Gevoeligheids- en onzekerheidsanalyse van SUMO

G.W.W. Wamelink

Werkdocument 98

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, maart 2008

De reeks 'Werkdocumenten' bevat tussenresultaten van het onderzoek van de uitvoerende instellingen voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (WOT Natuur & Milieu). De reeks is een intern communicatiemedium en wordt niet buiten de context van de WOT Natuur & Milieu verspreid. De inhoud van dit document is vooral bedoeld als referentiemateriaal voor collega-onderzoekers die onderzoek uitvoeren in opdracht van de WOT Natuur & Milieu. Zodra eindresultaten zijn bereikt, worden deze ook buiten deze reeks gepubliceerd. De reeks omvat zowel inhoudelijke documenten als beheersdocumenten.

Dit werkdocument is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de WOT Natuur & Milieu.

©2008 **Alterra**

Postbus 47, 6700 AA Wageningen.

Tel: (0317) 48 07 00; fax: (0317) 41 90 00; e-mail: info.alterra@wur.nl

De reeks WOt-werkdocumenten is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit werkdocument is verkrijgbaar bij het secretariaat. **Het document is ook te downloaden via www.wotnatuurenmilieu.wur.nl**

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 54 71; Fax: (0317) 41 90 00; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Materiaal en methode	7
2.1	Keuze vegetatietype	7
2.2	Selectie parameters	7
2.3	Onzekerheid in parameters	7
2.4	Trekking parameterwaarden	9
3	Resultaten	13
3.1	Beheer is niets doen	13
3.1.1	Onzekerheidsanalyse	13
3.1.2	Gevoeligheidsanalyse	13
3.2	Beheer is maaien	16
3.2.1	Onzekerheidsanalyse	16
3.2.2	Gevoeligheidsanalyse	17
4	Discussie	19
	Literatuur	21
Bijlage 1	Verdelingen van de parameterwaarden gebruikt voor de gevoeligheids- en onzekerheidsanalyse	23
Bijlage 2	Genstat programma voor de trekking van de parameterwaarden	29
Bijlage 3	Onzekerheidsanalyse resultaten voor de totale biomassa zonder beheer	31

1 Inleiding

Het model SUMO2 (Wamelink *et al.*, 2000, Wamelink *et al.*, in prep) vormt samen met het model SMART2 (Kros, 2002) het hart van de modellentrein de Natuurplanner (Latour *et al.*, 1997), het milieueffectinstrumentarium van het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP). Het model SUMO2 simuleert de vegetatie- en biomassa-ontwikkeling voor de meeste vegetatietypen die in Nederland voorkomen. Het is geïntegreerd in het model SMART2, dat bodemprocessen simuleert. Beide modellen doen op jaarbasis uitspraken over de vegetatieontwikkeling, waarbij ook - eveneens op jaarbasis - gegevens worden uitgewisseld.

Om de betrouwbaarheid van de modellen te testen, kan er worden gevalideerd. Daarnaast kan er worden gekeken naar de onzekerheden in de modelparameters en hoe die doorwerken in het eindresultaat. Hierdoor wordt een indicatie gekregen van de onzekerheid in de eindresultaten van het model. Tevens wordt duidelijk voor welke modelparameters het model gevoelig is. Op basis daarvan kan besloten worden om met meer energie bepaalde parameters te schatten, waardoor de onzekerheid in de waarde van die parameters kleiner wordt en dus in het eindresultaat.

Doel van het onderzoek is het doen van een gevoeligheids- en onzekerheidsanalyse van het model SUMO2 in het kader van het project Kwaliteitsslag. Mede op basis van deze analyse zal aan het model SUMO2 de A-kwaliteitsstatus worden toegekend.

Omdat een gevoeligheids- en onzekerheidsanalyse van geheel SUMO zeer veel tijd zou kosten, wordt hier in eerste instantie volstaan met een beperkte analyse. Voor het vegetatietype grasland is de invloed van 13 parameters onderzocht. Omdat per parameter verschillende waarden voor vijf verschillende functionele typen en drie verschillende organen aanwezig kunnen zijn, zijn in totaal 71 parameterwaarden betrokken bij de analyse.

2 Materiaal en methode

2.1 Keuze vegetatietype

Om de hoeveelheid werk te beperken, is de analyse slechts uitgevoerd voor een vegetatietype. Er is gekozen voor natuurlijk grasland. Dit type heeft als voordeel dat bij bepaalde vormen van beheer er successie kan optreden, waardoor ook naar de onzekerheid kan worden gekeken voor de simulatie van bos. Als initiële boomsoorten is geen keuze gemaakt. Dit betekent dat er is gerekend met de parameters voor een loofboomsoort (GEE), waarvan de parameters in deze analyse niet veranderen na successie.

2.2 Selectie parameters

De parameters die zijn gebruikt voor de analyse zijn gekozen op basis van expertkennis en het eerdere onderzoek door Schouwenberg *et al.* (2000). Het gaat om 13 parameters (Tabel 1), zowel voor de invoer (kaart) als modelparameters. Voor een aantal parameters geldt dat er meerdere waarden zijn per parameter. Deze zijn apart meegenomen in de analyses.

Tabel 1. Parameters die zijn gebruikt in de gevoeligheids en onzekerheidsanalyse.

Parameter	Type	Omschrijving
Beheer	Invoer kaart	Het beheer van de vegetatie
Bemesting	Invoer kaart	Hoeveelheid mest die per jaar wordt gegeven (exclusief depositie)
Biomini	Invoer	Initiële hoeveelheid biomassa, in deze studie voor grasland
Verdeling	Model parameter	Verdeling van de nieuwe biomassa over de organen
Verlies_org	Model parameter	Fractie van de aanwezige biomassa die sterft
Uitdoving	Model parameter	Factor die de lichtonderschepping mede bepaalt
Nmin	Model parameter	Minimale N-gehalte in de nieuwe biomassa
Nmax	Model parameter	Maximale N-gehalte in de nieuwe biomassa
Gmax	Model parameter	Maximale groeisnelheid
Nbesch	Model parameter	Stikstof beschikbaarheid (normaal aangeleverd door SMART2)
Aantal	Invoer kaart	Aantal grazers, in deze studie het aantal koeien
Leeftijd	Invoer kaart	Leeftijd van de vegetatie
Eten	Model parameter	Hoeveelheid biomassa die grazers eten, in deze studie voor koeien

2.3 Onzekerheid in parameters

Per parameterwaarde is de onzekerheid geschat. Dit is deels gebeurd op basis van literatuuronderzoek en deels op basis van expertkennis. Gegevens voor Nmin en Nmax zijn ruim voorhanden en zijn gebaseerd op uitgebreide literatuurgegevens (metingen). De hoeveelheid biomassa die door koeien wordt gegeten, is ook gebaseerd op literatuurgegevens, maar de spreiding is geschat. Voor de lichtinterceptiefactor zijn zeer weinig gegevens beschikbaar en deze zijn vooral expertschattingen. Voor de overige

parameters geldt dat het om expertschattingen gaat. De stikstofbeschikbaarheid vormt een apart geval, hier zijn de gegevens vooral geschat op basis van de door SMART2 normaal gemodelleerde beschikbaarheden. Per parameter zullen hieronder de onzekerheden worden besproken. De controle van de onzekerheden is uitgevoerd met behulp van Genstat.

Beheer

Het beheer in SUMO varieert van 0 (niets doen) tot 9 (boompjes trekken). De laatste is niet geheel van toepassing, maar toch meegenomen. Het effect van brand op de vegetatie is niet meegenomen als beheervorm. Er is aangenomen dat het beheer een unimodale verdeling heeft (alle waarden hebben een even grote kans). Tabel 2 geeft de karakteristieken, de visualisatie is te vinden in Bijlage 1.

Bemesting

Vaak wordt aangenomen dat natuurgebieden niet bemest worden, echter juist graslanden willen nog wel eens bemest worden. Daarnaast rekent SUMO ook licht bemeste vegetatie door. De bemesting is onafhankelijk van de depositie. Omdat bemesting van natuurgebieden vaak toch niet de bedoeling is er wel een asymptotische verdeling gebruikt, met meestal geen bemesting. Tabel 2 geeft de karakteristieken, de visualisatie is te vinden in Bijlage 1.

Initiële biomassa

De onzekerheid rond de initiële biomassa is alleen geschat voor het vegetatietype natuurlijk grasland. Daarbij zijn de waarden voor wortel en blad voor het functionele type grassen en kruiden gelijk genomen en alle overige organen voor alle overige functionele typen ook gelijk genomen. Dit resulteert dus in twee verdelingen. Tabel 2 geeft de karakteristieken, de visualisatie is te vinden in Bijlage 1.

Verdeling

De verdeling van de biomassa over de drie organen is volledig gebaseerd op expertkennis. Hierbij is aangenomen dat gelijke waarden voor de verdeling voor verschillende organen en functionele typen gelijk is. Per orgaan functionele type is dus wel een verdeling gebruikt, die kan overeenstemmen met verdelingen van andere organen. Tabel 2 geeft de karakteristieken, de visualisatie is te vinden in Bijlage 1.

Verlies biomassa

De onzekerheid in het verlies van de hoeveelheid biomassa is voor blad vaststaand, omdat elk jaar alle bladbiomassa dood gaat, zolang het niet om evergreens of naaldbomen gaat. Voor struiken en bomen is daarom geen verdeling gegeven en geen onzekerheid. Voor dwergstruiken is dit wel het geval omdat er evergreens tussen zitten. Voor grassen en kruiden is er voor zowel het blad als de stengel (voor zover aanwezig) rekening mee gehouden dat er toch een klein deel langer dan een jaar leeft. De onzekerheid in de sterftcijfers voor wortels en stam/tak is geheel gebaseerd op expertkennis. Tabel 2 geeft de karakteristieken, de visualisatie is te vinden in Bijlage 1.

Lichtinterceptiefactor

Over de onderschepping van licht door blad is relatief weinig bekend. De weinige literatuurgegevens zijn aangevuld met eigen metingen en mede op basis daarvan is de onzekerheid geschat. Ook deze onzekerheden zijn dus grotendeels op expertschattingen gebaseerd. Tabel 2 geeft de karakteristieken, de visualisatie is te vinden in Bijlage 1.

Nmin en Nmax

Over de minimum- en maximumgehalten van stikstof in de organen is relatief veel informatie voor handen, speciaal voor bladgehalten. De beschikbaarheid van stikstof wordt normaal geleverd door het model SMART2. SUMO2 is echter gedraaid zonder SMART2. De stikstof-

beschikbaarheid is daarom als een invoerfile aan SUMO2 gegeven. De beschikbaarheden van stikstof zijn gebaseerd op eerdere modelruns van SMART2-SUMO2. Echter de bladgehalten blijken een vrij goede maat voor de overall-gehalten. De onzekerheid is bepaald door middel van het absolute minimum- en maximumgehalte en de 5 en 95 percentielen, waarbij het verschil tussen de absolute waarden en de percentielen de onzekerheid geven. Tabel 2 geeft de karakteristieken, de visualisatie is te vinden in Bijlage 1.

Gmax

Het is uitermate moeilijk om de maximale groeisnelheid in het veld te meten, groeisnelheden onder suboptimale omstandigheden zijn echter wel voor handen. Deze kunnen echter geen inzicht geven in de onzekerheid van de groeisnelheid. Wel kunnen maximale groeisnelheden onder laboratoriumomstandigheden gemeten worden; data zijn echter schaars. Op basis van die metingen en toch ook veldgegevens is de onzekerheid geschat. Tabel 2 geeft de karakteristieken, de visualisatie is te vinden in Bijlage 1.

Nbesch

De totale stikstofbeschikbaarheid in het veld is meetbaar en er zijn gegevens voorhanden. De stikstofbeschikbaarheid die uit SMART2 komt is echter niet direct te koppelen aan de veldwaarden. Daarom is er gekeken naar de variatie in de stikstofbeschikbaarheid zoals SMART2 die levert aan SUMO en op basis daarvan onzekerheid geschat. Tabel 2 geeft de karakteristieken, de visualisatie is te vinden in Bijlage 1.

Aantal

De onzekerheidsanalyse is uitgevoerd met graasbeheer door runderen. De onzekerheid in de graasdichtheid in een plot zoals die door SUMO2 wordt gemodelleerd kan vrij groot zijn, omdat er een gemiddelde dichtheid wordt aangenomen, maar grazers een voorkeur hebben voor kleine delen. Hierdoor raken die dicht begraasd en andere niet. Ook hier is een expert-schatting gemaakt over de actuele graasdichtheid. De schattingen zijn mede gebaseerd op ervaringen in de Millingerwaard, waar begraasd wordt met runderen (Schaepman *et al.*, 2005, Kooistra *et al.*, 2005). Tabel 2 geeft de karakteristieken, de visualisatie is te vinden in Bijlage 1.

Leeftijd

De onzekerheid in de initiële leeftijd (de leeftijd van het grasland bij aanvang van de modelrun) van de graslanden is onbekend, er is hier een schatting gemaakt. Tabel 2 geeft de karakteristieken, de visualisatie is te vinden in Bijlage 1.

Eten

De onzekerheid van de hoeveelheid voedsel die een rund jaarlijks nodig heeft is gebaseerd op expert judgement en op de weinige data over de hoeveelheid voedsel die runderen nodig hebben als ze onder natuurlijke omstandigheden leven. Tabel 2 geeft de karakteristieken, de visualisatie is te vinden in Bijlage 1.

2.4 Trekking parameterwaarden

Voor de in totaal 71 parameters voor 13 variabelen zijn 20.000 combinaties getrokken uit de verdelingen. De trekkingen zijn verricht met de Genstat procedure EDCONTINUOUS (voor het programma zie Bijlage 2). De getrokken waarden zijn achteraf gecontroleerd op negatieve waarden. Deze trekkingen zijn verwijderd, waardoor er ruim 19.000 trekkingen overbleven. In eerste instantie zijn de eerste 10.000 trekkingen gebruikt voor de analyse. Echter al snel bleek dat de beheervormen afzonderlijk behandeld dienden te worden. Er is toen voor gekozen om alleen beheer=0 (geen beheer) en beheer=1 (maai-beheer) verder uit te werken. Beide bevatten ongeveer 1000 trekkingen.

Tabel 2. Karakteristieken voor de parameter beheer, gebruikt voor de trekking van de invoerwaarden voor de gevoeligheids en onzekerheidsanalyse (met dstr.: distributievorm parameter, lower: laagste waarde, upper: hoogste waarde, ql: lage quantiel, qh: hoge quantiel). De methode geeft aan of de moments (mom.) od quantile (qua.) optie in Genstat is gebruikt.

Variable	Distr	Mean	Lower	Upper	Variance	Genlow	Genupp	Methode	ql	qu	Voorwaarde
Beheer	uniform	*	0	9	*	*	*	mom.	*	*	
bemesting	gamma	5	0	200	100	*	*	mom.	*	*	
biominikw	normal	3	0	*	1	1	5	qua.	0.05	0.95	
biominidw	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
biominisw	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
biominib1w	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
biominib2w	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
biominiks	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
biominids	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
biominiss	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
biominib1s	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
biominib2s	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
biominikb	normal	3	0	*	1	1	5	qua.	0.05	0.95	
biominidb	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
biominisb	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
biominib1b	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
biominib2b	normal	0.1	0	*	0.001	*	*	mom.	*	*	
verdelingkw	beta	0.49	0.29	0.69	0.005	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingdw	beta	0.4	0.2	0.6	0.002	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingsw	beta	0.4	0.2	0.6	0.002	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingb1w	beta	0.4	0.2	0.6	0.002	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingb2w	beta	0.4	0.2	0.6	0.002	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingks	beta	0.01	0.005	0.015	0.000002	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingds	beta	0.2	0.1	0.3	0.001	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingss	beta	0.1	0.05	0.15	0.0001	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingb1s	beta	0.15	0.05	0.25	0.001	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingb2s	beta	0.15	0.05	0.25	0.001	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1

Variable	Distr	Mean	Lower	Upper	Variance	Genlow	Genupp	Methode	ql	qu	Voorwaarde
verdelingkb	beta	0.5	0.3	0.7	0.005	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingdb	beta	0.4	0.2	0.6	0.002	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingsb	beta	0.5	0.3	0.7	0.005	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingb1b	beta	0.45	0.25	0.65	0.002	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verdelingb2b	beta	0.45	0.25	0.65	0.002	*	*	mom.	*	*	w+s+b=1
verlieskw	uniform	1	1	1	*	*	*	mom.	*	*	
verliesdw	beta	0.7	0	1	0.0073	0.5	0.9	qua.	0.01	0.99	
verliessw	beta	0.3	0	1	0.0073	0.1	0.5	qua.	0.01	0.99	
verliesb1w	beta	0.3	0	1	0.0073	0.1	0.5	qua.	0.01	0.99	
verliesb2w	beta	0.3	0	1	0.0073	0.1	0.5	qua.	0.01	0.99	
verliesks	beta	0.9	0	1	0.0016	0.8	0.99999	qua.	0.01	0.99	
verliesds	beta	0.3	0	1	0.0073	0.1	0.5	qua.	0.01	0.99	
verliesss	beta	0.04	0	1	0.00016	0.01	0.07	qua.	0.01	0.99	
verliesb1s	beta	0.03	0	1	0.00007	0.01	0.05	qua.	0.01	0.99	
verliesb2s	beta	0.03	0	1	0.00007	0.01	0.05	qua.	0.01	0.99	
verlieskb	beta	0.9	0	1	0.0071	0.6	1	mom.	0.01	0.99	
verliesdb	beta	0.6	0	1	0.0073	0.3	0.9	qua.	0.01	0.99	
verliessb	uniform	1	1	1	*	*	*	mom.	*	*	
verliesb1b	uniform	1	1	1	*	*	*	mom.	*	*	
verliesb2b	uniform	1	1	1	*	*	*	mom.	*	*	
uitdovingk	beta	0.7	0.2	1	0.05	*	*	mom.	*	*	
uitdovingd	beta	0.7	0.4	1	0.01	*	*	mom.	*	*	
uitdovings	beta	0.6	0.1	1	0.02	*	*	mom.	*	*	
uitdovingb1	beta	0.83	0.4	0.9	0.001	*	*	mom.	*	*	
uitdovingb2	beta	0.83	0.4	0.9	0.001	*	*	mom.	*	*	
Nmink	beta	0.0085	0.0057	0.0093	0.000001	*	*	mom.	*	*	Nmin<Nmax
Nmind	beta	0.007	0.0042	0.0078	0.000001	*	*	mom.	*	*	Nmin<Nmax
Nmins	beta	0.007	0.0042	0.0078	0.000001	*	*	mom.	*	*	Nmin<Nmax
Nminb1	beta	0.007	0.0042	0.0078	0.000001	*	*	mom.	*	*	Nmin<Nmax
Nminb2	beta	0.007	0.0042	0.0078	0.000001	*	*	mom.	*	*	Nmin<Nmax
Nmaxk	gamma	0.025	0.02	0.032	0.000013	*	*	mom.	*	*	Nmin<Nmax

Variable	Distr	Mean	Lower	Upper	Variance	Genlow	Genupp	Methode	ql	qu	Voorwaarde
Nmaxd	gamma	0.018	0.0145	0.025	0.000008	*	*	mom.	*	*	Nmin<Nmax
Nmaxs	gamma	0.033	0.02858	0.0398	0.00001	*	*	mom.	*	*	Nmin<Nmax
Nmaxb1	gamma	0.033	0.02858	0.0398	0.00001	*	*	mom.	*	*	Nmin<Nmax
Nmaxb2	gamma	0.033	0.02858	0.0398	0.00001	*	*	mom.	*	*	Nmin<Nmax
Gmaxk	normal	24	*	*	25	*	*	mom.	*	*	
Gmaxd	normal	12	*	*	4	*	*	mom.	*	*	
Gmaxs	normal	16	*	*	9	*	*	mom.	*	*	
Gmaxb1	normal	24	*	*	25	*	*	mom.	*	*	
Gmaxb2	normal	24	*	*	25	*	*	mom.	*	*	
Nbesch	normal	100	*	*	700	*	*	mom.	*	*	
Aantal	beta	0.2	0	2	0.05	*	*	mom.	*	*	
Leeftijd	beta	20	0	100	100	*	*	mom.	*	*	
Eten	normal	2.288	*	*	0.05	*	*	mom.	*	*	

3 Resultaten

3.1 Beheer is niets doen

3.1.1 Onzekerheidsanalyse

De onzekerheid van de modelvoorspellingen voor het hele model bij 'beheer is niets doen' wordt gegeven in Tabel 3. De onzekerheden zijn groot, echter dit wordt vooral veroorzaakt door het effect van al dan niet plaatsvinden van successie. Als er successie plaatsvindt is de biomassa in de bomen hoog, anders zeer laag. Feitelijk valt hieruit dus weinig te zeggen over de modelonzekerheid.

Tabel 3. Onzekerheidsanalyse voor 22 belangrijke uitvoerparameters van SUMO2 voor beheer is niets doen.

Variate	Naam	Mean	Sd	Median	Nval
biomtot	Totale biomassa	35.08	21.45	31.81	584
biomk	Biomassa grassen en kruiden	6.88	8.15	0.00	584
biomd	Biomassa dwergstruiken	0.08	0.40	0.00	584
bioms	Biomassa struiken	0.27	0.06	0.27	584
biomb1	Biomassa boomsoort 1	0.33	2.26	0.11	584
biomb2	Biomassa boomsoort 2	27.52	27.77	30.90	584
lk	Lengte grassen en kruiden	0.79	0.73	0.18	584
ld	Lengte dwergstruiken	0.17	0.01	0.17	584
ls	Lengte struiken	0.15	0.38	0.03	584
lb1	Lengte boomsoort 1	1.65	3.49	0.73	584
lb2	Lengte boomsoort 2	10.55	9.60	18.06	584
Ngehkb	N-gehalte blad grassen en kruiden	2.63	0.43	2.50	584
Ngehdb	N-gehalte blad dwergstruiken	2.62	0.37	2.62	584
Ngehsb	N-gehalte blad struiken	3.22	0.49	2.91	584
Ngehb1b	N-gehalte blad boomsoort 1	4.08	0.69	4.00	584
Ngehb2b	N-gehalte blad boomsoort 2	4.08	0.69	4.00	584
strooiselw	Dode wortels	4.32	1.23	4.29	584
strooiselh	Dood hout	0.43	0.37	0.34	584
strooiselb	Dood blad	4.51	1.38	4.48	584
Ngeh_str_w	N-gehalte dode wortels	2.07	0.52	2.08	584
Ngeh_str_h	N-gehalte dood hout	1.15	0.92	0.53	584
Ngeh_str_b	N-gehalte dood blad	2.14	0.58	2.16	584

3.1.2 Gevoeligheidsanalyse

Voor alle resultaten geldt dat de Toppercentages verklaarde variantie wordt gegeven. Voor alle relaties is een niet-lineair verband aangenomen (in Genstat: Runcertainty [print=uncertainty; curve=spline]). De gevoeligheidsanalyse laat zien dat voor totale biomassa 61,5% variantie verklaard kan worden. Dit is minder dan het gewenste percentage van ruim boven de 90%. Dit resultaat is echter exemplarisch voor alle uitkomsten. Uitgebreid onderzoek heeft echter niet tot een beter resultaat geleid (voor de resultaten per parameter zie Bijlage 3).

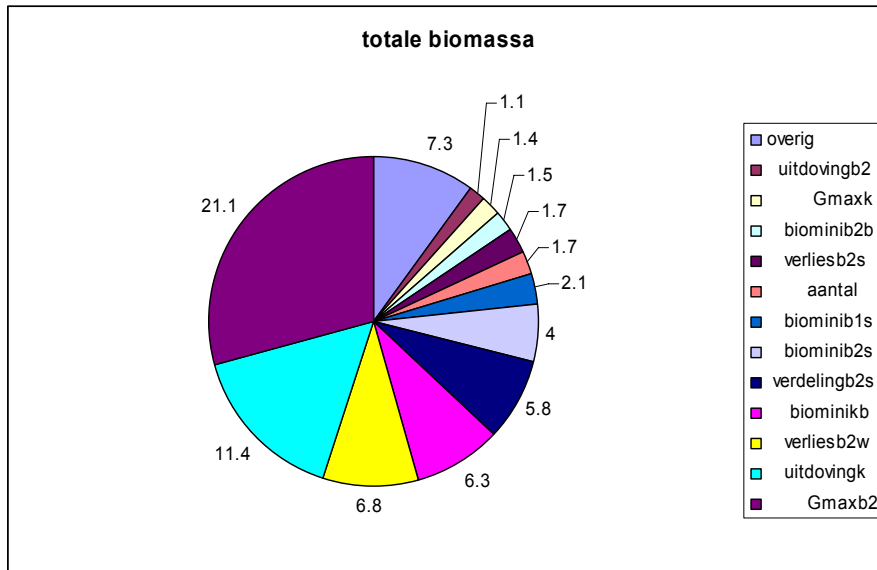


Fig. 1 Percentages verklaarde variantie voor de parameters voor de SUMO uitvoer totale biomassa. Percentages verklaarde variantie hoger dan 1% worden afzonderlijk weergegeven (totaal 72%).

De totale biomassa is het gevoeligst voor de maximale groeisnelheid voor de boom die dominant aanwezig is (Gmaxb2), en voor de lichtonderscheppingsfactor van de kruiden (uitdovingk, zie fig. 1). Daarnaast spelen de sterfte van wortels van de dominante boom (verliesb2w), de initiële bladbiomassa van de kruiden en de verdelingsfactor van de tak/stam van de dominante boomsoort (verdelingb2s) een belangrijke rol.

De totale biomassa voor de kruiden en grassen is het gevoeligst voor de lichtinterceptiefactor voor de kruiden en grassen (uitdovingk), de maximale groeisnelheid van de kruiden en grassen, de initiële biomassa voor blad van de kruiden en grassen, de initiële biomasse voor tak/stam voor boomsoort 2 en de maximale groeisnelheid voor boomsoort 2 (fig. 2).

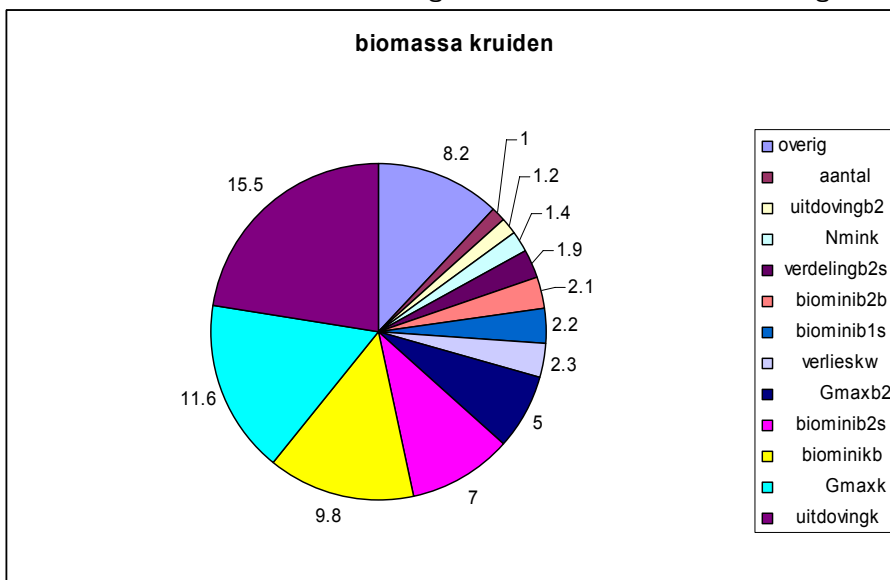


Fig. 2. Percentages verklaarde variantie voor de parameters voor de SUMO uitvoer biomassa van de kruiden. Percentages verklaarde variantie hoger dan 1% worden afzonderlijk weergegeven (totaal 69%).

De totale biomassa voor dwergstruiken is vrijwel geheel afhankelijk van het aantal grazers (51% van de totaal 54%). De totale biomassa voor struiken wordt voornamelijk verklaard door het verlies van tak/stam biomassa door sterfte, het aantal grazers, de initiële hoeveelheid biomassa voor tak/stam en de sterfte van wortels (fig. 3).

De totale biomassa voor boomsoort 1 wordt vooral bepaald door de stikstofbeschikbaarheid en de initiële hoeveelheid blad van boomsoort 2 (fig 4.).

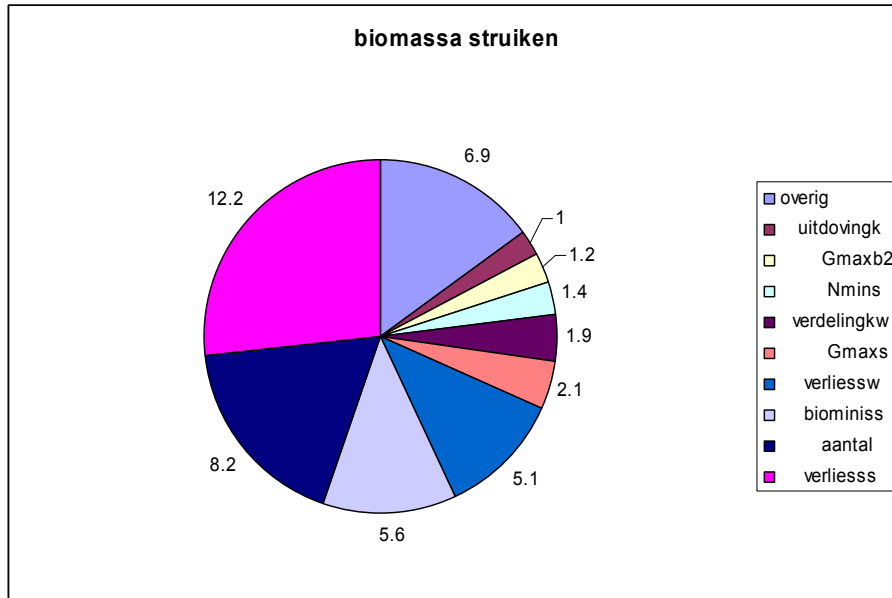


Fig 3. Percentages verklaarde variantie voor de parameters voor de SUMO uitvoer biomassa van de struiken. Percentages verklaarde variantie hoger dan 1% worden afzonderlijk weergegeven (totaal 46%).

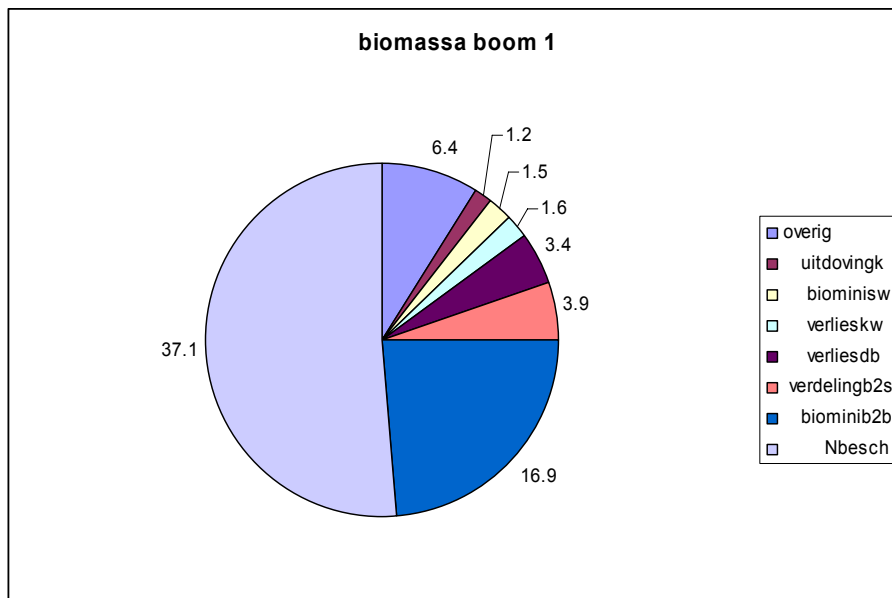


Fig 4. Percentages verklaarde variantie voor de parameters voor de SUMO uitvoer biomassa van boomsoort 1. Percentages verklaarde variantie hoger dan 1% worden afzonderlijk weergegeven (totaal 71%). De spline is uitgevoerd met vier vrijheidsgraden.

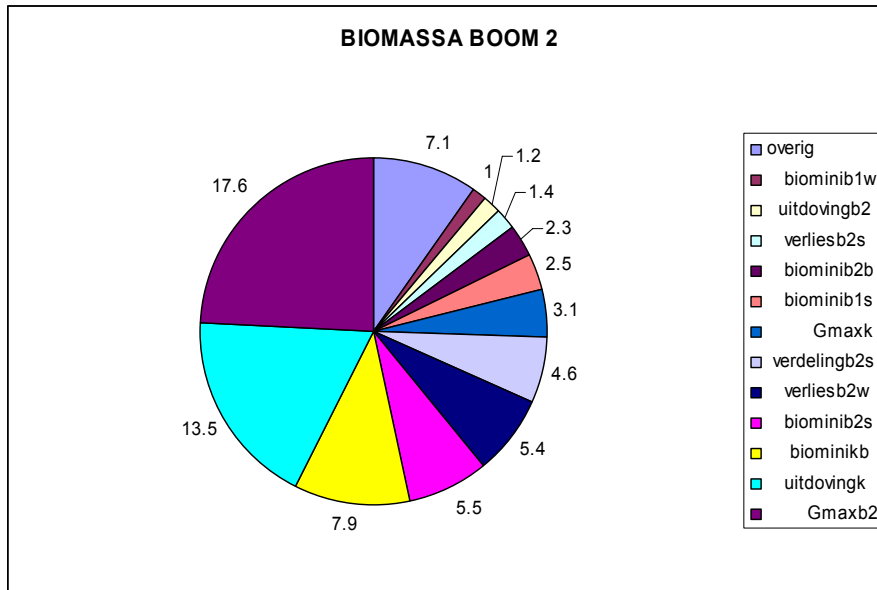


Fig 5. Percentages verklaarde variantie voor de parameters voor de SUMO uitvoer biomassa van boomsoort 2. Percentages verklaarde variantie hoger dan 1% worden afzonderlijk weergegeven (totaal 73%).

De totale biomassa voor boomsoort 2 wordt bepaald door de maximale groeisnelheid van de grassen en kruiden, de verdeling van de hoeveelheid biomassa over tak/stam voor boomsoort 2, de verliesfactor van de wortels voor boomsoort, de initiële biomassa's tak/stam voor boomsoort 2 en blad van kruiden en grassen, de lichtinterceptie efficiëntie voor kruiden en grassen en de maximale groeisnelheid voor boomsoort 2 (fig. 5).

Overall valt op dat de biomassa's van de verschillende functionele typen (bij geen beheer) van verschillende factoren afhankelijk zijn. De grassen en kruiden en boomsoort 2 hebben dezelfde factoren, beide zijn ook de sterkste concurrenten, of er is een grasland met kruiden en grassen, of er is een bos met voornamelijk boomsoort 2.

De gevoeligheidsanalyse voor het N-gehalte in blad laat zien dat die voor alle functionele typen bijna geheel af hangt van de verdeling van N over de organen en het maximum N-gehalte.

3.2 Beheer is maaien

3.2.1 Onzekerheidsanalyse

De onzekerheid in de modeluitkomsten voor eenmaal maaien per jaar zijn kleiner dan bij geen beheer, maar nog steeds groot (Tabel 4). Dit wordt veroorzaakt doordat ook de invoer (N-beschikbaarheid) is gevarieerd. Hierdoor reflecteert de onzekerheid vooral ook de variatie tussen de verschillende gridcellen en niet de onzekerheid in de modeluitkomsten. Naar verwachting zal dit (een stuk) lager zijn. De onzekerheid in de lengtes van de functionele typen behalve de kruiden en grassen is nul, omdat de lengte voor die typen na maaien op een standaard waarde worden gezet.

Tabel 4. Onzekerheidsanalyse voor 22 belangrijke uitvoerparameters van SUMO2 bij beheer is eenmaal per jaar maaien.

Variate	Naam	Mean	Sd	Median	Nval
iomtot	Totale biomassa	13.260	4.362	13.440	1090
biomk	Biomassa grassen en kruiden	13.180	4.363	13.370	1090
biomd	Biomassa dwergstruiken	0.001	0.000	0.001	1090
bioms	Biomassa struiken	0.061	0.015	0.058	1090
biomb1	Biomassa boomsoort 1	0.007	0.002	0.006	1090
biomb2	Biomassa boomsoort 2	0.007	0.002	0.006	1090
lk	Lengte grassen en kruiden	1.319	0.433	1.340	1090
ld	Lengte dwergstruiken	0.170	0.000	0.170	1090
ls	Lengte struiken	0.130	0.000	0.130	1090
lb1	Lengte boomsoort 1	0.160	0.000	0.160	1090
lb2	Lengte boomsoort 2	0.150	0.000	0.150	1090
Ngehkb	N-gehalte blad grassen en kruiden	2.762	0.558	2.670	1090
Ngehdb	N-gehalte blad dwergstruiken	2.614	0.579	2.500	1090
Ngehsb	N-gehalte blad struiken	1.926	0.213	1.860	1090
Ngehb1b	N-gehalte blad boomsoort 1	3.715	0.499	3.630	1090
Ngehb2b	N-gehalte blad boomsoort 2	3.714	0.498	3.630	1090
strooiselw	Dode wortels	4.169	1.395	4.225	1090
strooiselh	Dood hout	0.073	0.022	0.080	1090
strooiselb	Dood blad	0.643	0.192	0.640	1090
Ngeh_str_w	N-gehalte dode wortels	1.650	0.343	1.605	1090
Ngeh_str_h	N-gehalte dood hout	2.316	0.489	2.270	1090
Ngeh_str_b	N-gehalte dood blad	1.657	0.335	1.600	1090

3.2.2 Gevoeligheidsanalyse

De totale biomassa bij eenmaal per jaar maaien wordt voor het overgrote deel bepaald door maximum groeisnelheid van de kruiden en grassen (fig. 6). Dit is niet zo verrassend omdat alle andere functionele typen door het beheer worden onderdrukt.

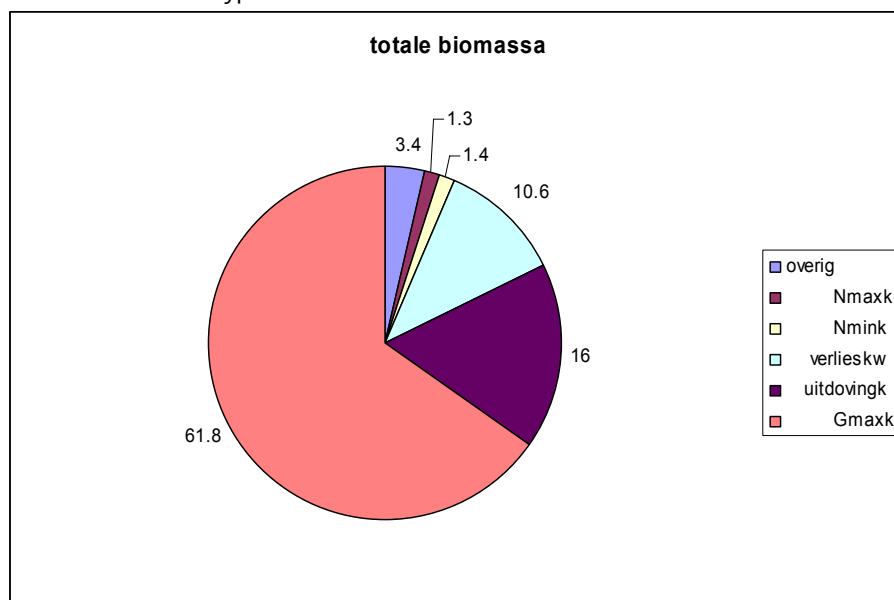


Fig 6. Percentages verklaarde variantie voor de parameters voor de SUMO uitvoer totale biomassa. Percentages verklaarde variantie hoger dan 1% worden afzonderlijk weergegeven (totaal 95%).

Ook nog van invloed zijn het maximum N-gehalte en de fractie wortels die elk jaar dood gaat, beide voor kruiden en grassen. De gevoeligheidsanalyse van de biomassa voor de kruiden en grassen ziet er (logischerwijs) vrijwel hetzelfde uit. De gevoeligheid van de overige typen is niet verder onderzocht. Het N-gehalte in het blad van de kruiden en grassen wordt voor bijna de helft bepaald door het maximum N-gehalte en voor de andere helft door de verdeling van de biomassa over de organen.

De overige resultaten zijn vanwege tijdgebrek niet geanalyseerd, maar wel beschikbaar.

4 Discussie

In de analyse is er voor gekozen om de invoer van SUMO, de hoeveelheid beschikbare stikstof uit SMART2, ook te laten variëren. Dit heeft als voordeel dat in gevoeligheidsanalyse kan worden gekeken in hoeverre het invloed heeft op de biomassa en N-gehalten. Belangrijk nadeel is echter dat de onzekerheid in de modeluitkomst, bijvoorbeeld biomassa, niet te bepalen is. De onzekerheid geeft dan ook de invloed van de verschillende stikstofbeschikbaarheden weer. Dat laatste is in de praktijk een verschil tussen gridcellen. Om een goede onzekerheid vast te stellen dient een aparte analyse uitgevoerd te worden met een vast stikstofaanbod. Verder blijkt ook het al dan niet optreden van successie (bij beheer niets doen) veel invloed te hebben; ook hierom zou een punt moeten worden gemodelleerd met steeds hetzelfde vegetatietype als uitkomst.

De gevoeligheidsanalyse laat zien dat de verschillende functionele typen afhankelijk zijn van verschillende parameters. Dit maakt dat er niet direct gekozen kan worden om bepaalde parameters beter te schatten ten opzichte van andere om het model te verbeteren. Belangrijk blijken vaak de maximale groeisnelheid, de verdeling van de biomassa, het maximum N-gehalte en de lichtinterceptie. Daarnaast is ook de initiële biomassa van belang, waar het om soms subtiele verschillen lijkt te gaan die het verschil in successie uit maken.

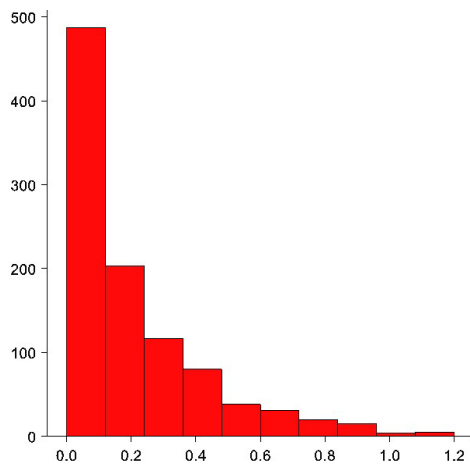
In de onzekerheidsanalyse is slechts een beperkte hoeveelheid parameters van SUMO meegenomen. Getracht is om de belangrijkste parameters te selecteren, dat wil zeggen die parameters die de meeste invloed uitoefenen op het eindresultaat. Hierdoor kan het zijn dat de onzekerheid in de uitkomst onderschat wordt, doordat er parameters zijn die niet zijn meegenomen, maar wel grote invloed hebben op de uitkomst. De kans hierop wordt echter klein geacht. Het onderzoek geeft ook aan dat een volledige onzekerheid- en gevoeligheidsanalyse zeer veel tijd gaat kosten voor een model als SUMO2. Een alternatief kan zijn om gebruik te maken van Bayesian kalibratie, waarbij het model gekalibreerd wordt, maar ook informatie wordt verkregen over de onzekerheid en gevoeligheid van het model.

Literatuur

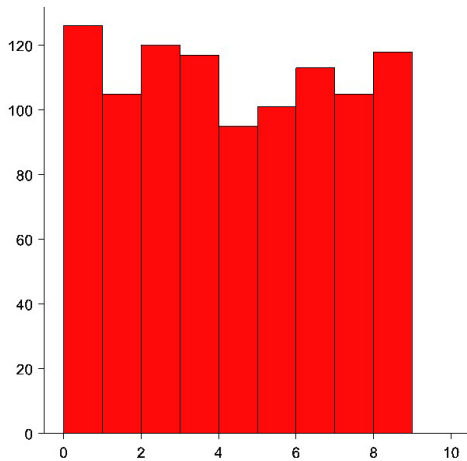
- Kooistra, L., Clevers, J., Schaepman, M., van Dobben, H., Sykora, K., Holtland, J., Batelaan, O., Debruyn, W., Bogaert, J., Schmidt, A., Clement, J., Bloemmen, M., Mucher, C.A., van den Hoof, C., de Bruin, S., Stuiver, J., Zurita, R., Malenovsky, Z., Wenting, P., Mengesha, T., van Oort, P.A.J., Liras Laita, E., Wamelink, W., Schaepman-Strub, G., Hung, L.Q., Verbeiren, B., Bertels, L., & Sterckx, S. (2005). *Linking Biochemical and Biophysical Variables Derived from Imaging Spectrometers to Ecological Models - The HyEco'04 Group Shoot*. In 4th Workshop on Imaging Spectroscopy (eds B. Zagajewski, M. Sobczak & W. Prochnicki), Vol. 1, pp. 61. EARSeL, Warsaw.
- Kros, J. (2002). *Evaluation of biogeochemical models at local and regional scale*. PhD thesis. Alterra Scientific Contributions 7. Alterra, Wageningen.
- Latour, J.B.I., Staritsky, G., Alkemade, J.R.M. & Wiertz, J. (1997). *De Natuurplanner: decision support systeem natuur en milieu versie 1.1*. Rapport RIVM 711901019. RIVM, Bilthoven.
- Schaepman, M.E., Wamelink, G.W.W., van Dobben, H., Gloor, M., Schaepman-Strub, G., Kooistra, L., Schmidt, A., & Berendse, F. (2005). *Regional Scale Ecosystem Modeling for Vegetation Scenario Development - Demonstrated in a River Floodplain (The Netherlands) using Imaging Spectroscopy*. In 9th International Symposium on Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing (ISPMRS) (eds S. Liang, J. Liu, X. Li, R. Liu & M.E. Schaepman), Vol. XXXVI, pp. 667-670. ISPRS, Beijing (Cn).
- Schouwenberg, E.P.A.G., Houweling, H., Jansen, M.J.W., Kros, J. & Mol-Dijkstra, J.P. (2000). *Uncertainty propagation in model chains: a case study in nature conservancy*. Alterra rapport 1, Alterra Wageningen. 90 pp.
- Wamelink, G.W.W., J.P. Mol-Dijkstra, H.F. van Dobben, J. Kros & F. Berendse (2000). Eerste fase van de ontwikkeling van het SUCcessie MOdel SUMO 1; Verbetering van de vegetatiemodellering in de Natuurplanner. Rapport 45, Alterra Wageningen. 84 pp
- Wamelink, G.W.W., Dobben, H.F. van & Berendse, F. (In prep). *Vegetation succession as affected by decreasing nitrogen deposition, soil characteristics and site management: a modelling approach*. Submitted to Forest Ecology and Management)

Bijlage 1 Verdelingen van de parameterwaarden gebruikt voor de gevoeligheids- en onzekerheidsanalyse

De verdelingen worden gegeven per parameter en indien van toepassing per orgaan en functioneel type. De verdelingen zijn gebruikt voor trekken van parameterwaarden voor de analyses. Alle verdelingen zijn gebaseerd op 1000 trekkingen.

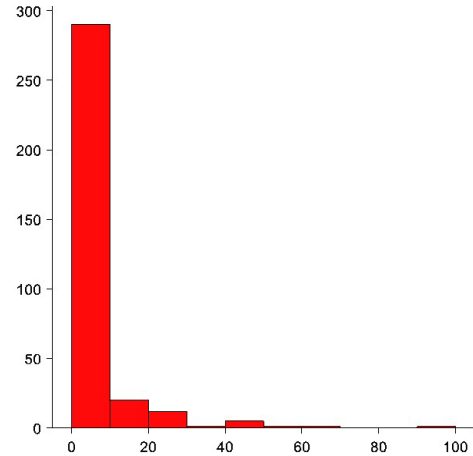


Verdeling voor het aantal grazers per hectare.

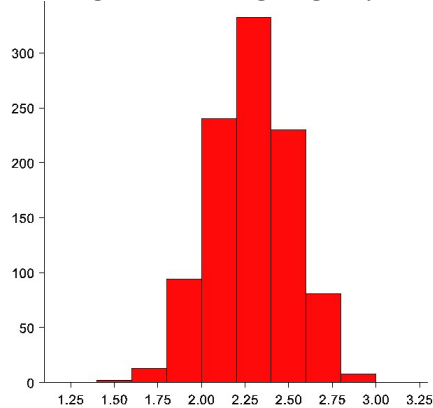


Verdeling voor het beheer. De nummers geven de beheervormen zoals gemodelleerd in SUMO2.

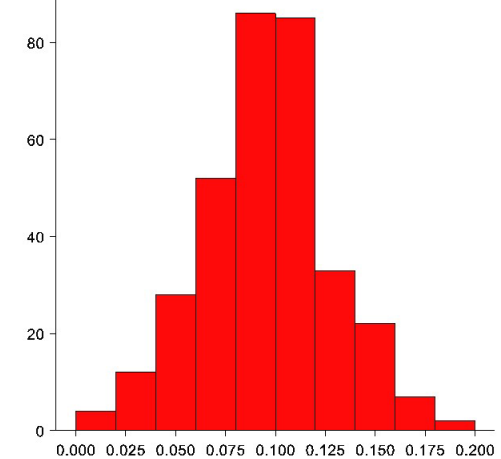
Initiële biomassa voor alle organen en functionele typen met uitzondering van blad en wortel voor het functionele type grassen en kruiden. →

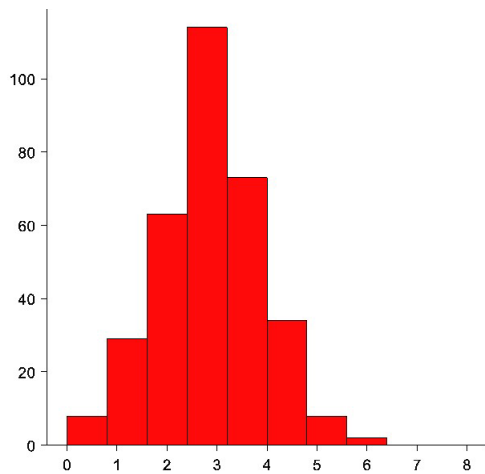


Verdeling voor bemesting in kg/ha/j.

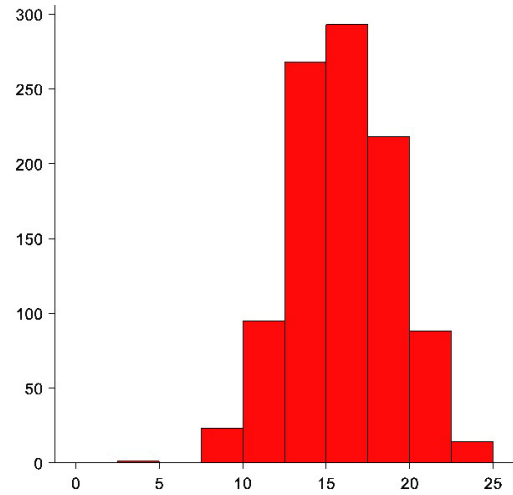


Verdeling voor de hoeveelheid biomassa gegeten door een rund in ton/ha/j.

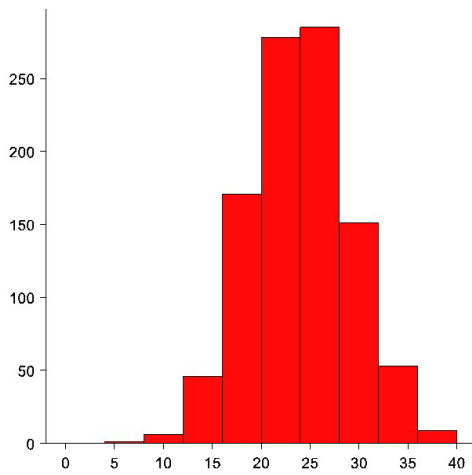




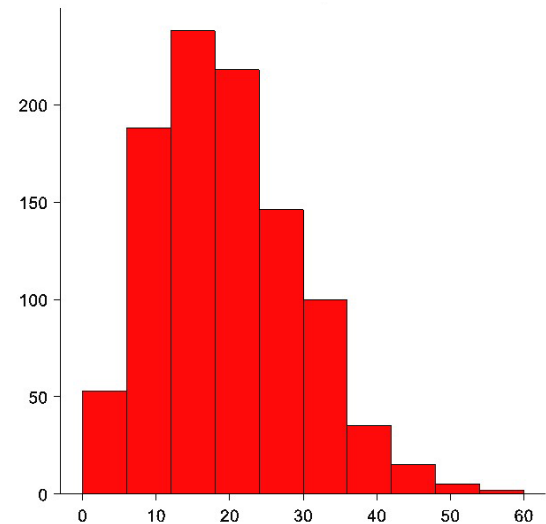
Initiële biomassa voor blad en wortel voor het functionele type grassen en kruiden.



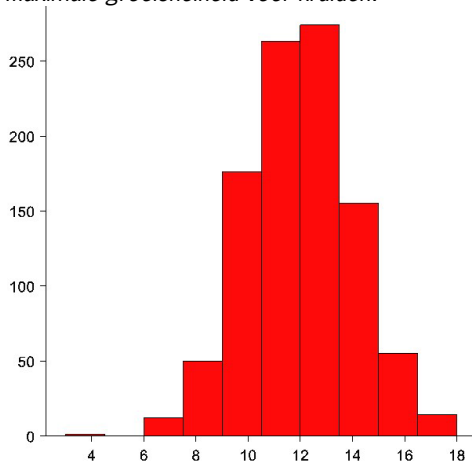
Maximale groeisnelheid voor struiken en bomen



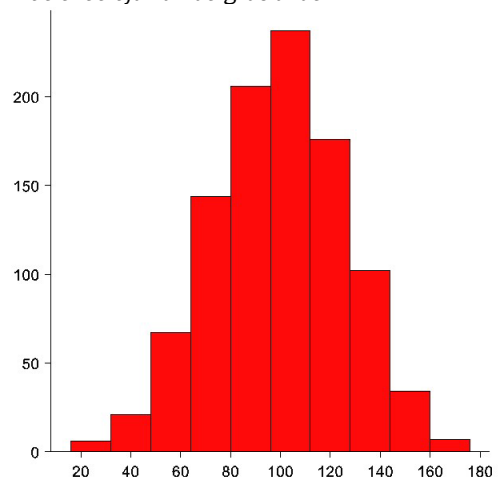
Maximale groeisnelheid voor kruiden.



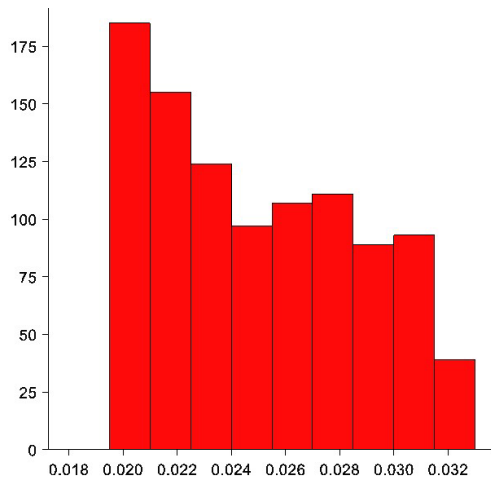
Initiële leeftijd van de graslanden.



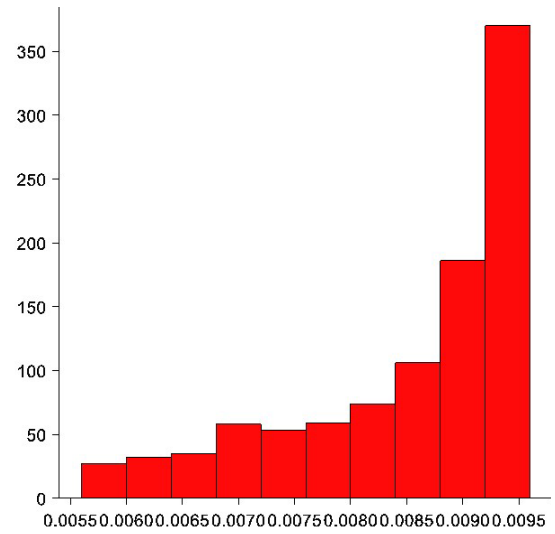
Maximale groeisnelheid voor dwergstruiken



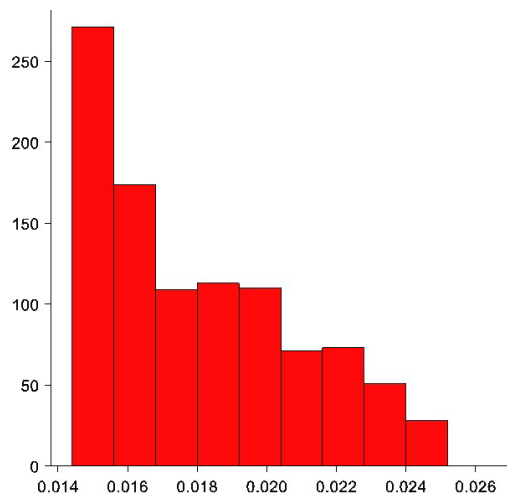
Stikstofbeschikbaarheid als komende uit SMART2. De onzekerheid reflecteert de variatie in de jaar tot jaar verschillen in stikstofbeschikbaarheid alsook de ruimtelijke variatie.



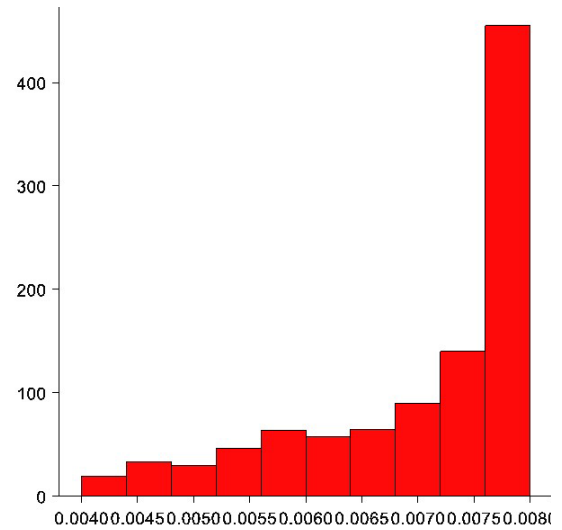
Het maximum N-gehalte voor kruiden en grassen.



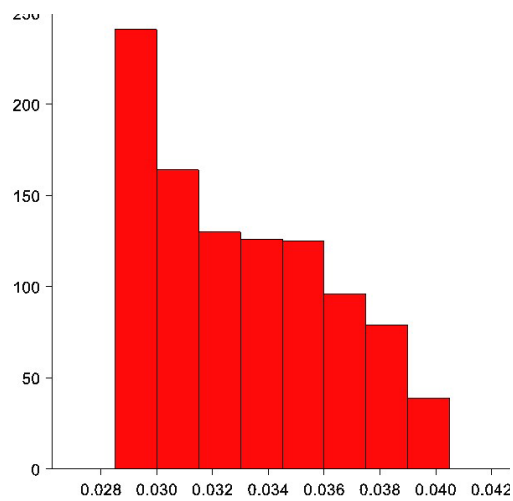
Minimum N-gehalte voor kruiden en grassen.



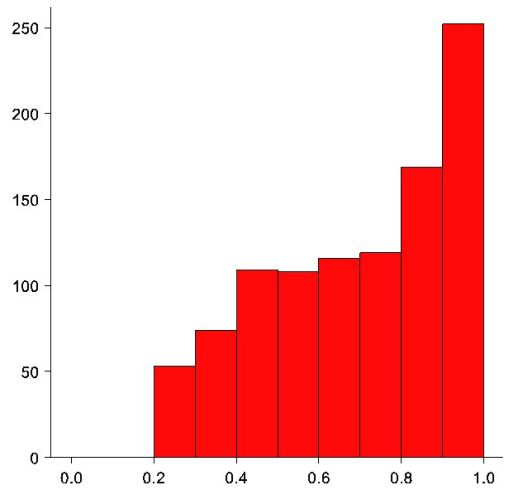
Het maximum N-gehalte voor dwergstruiken.



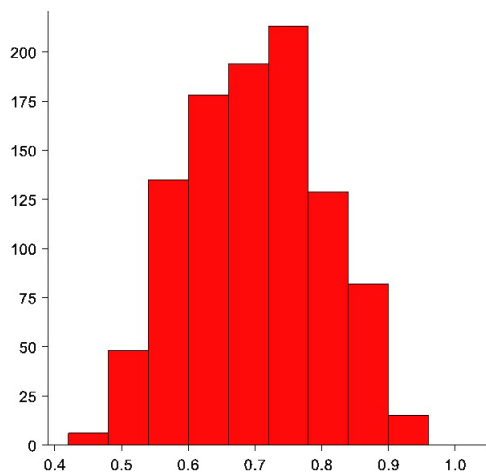
Minimum N-gehalte voor struiken en bomen.



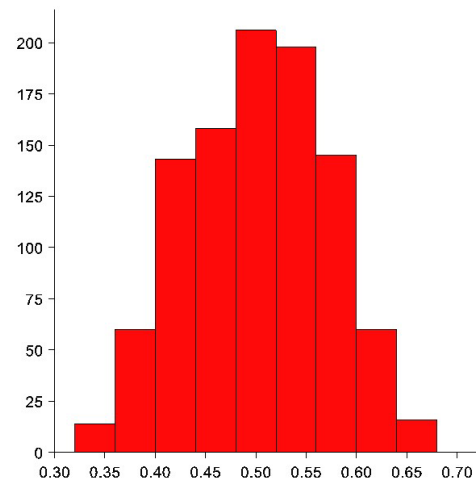
Het maximum N-gehalte voor struiken en bomen



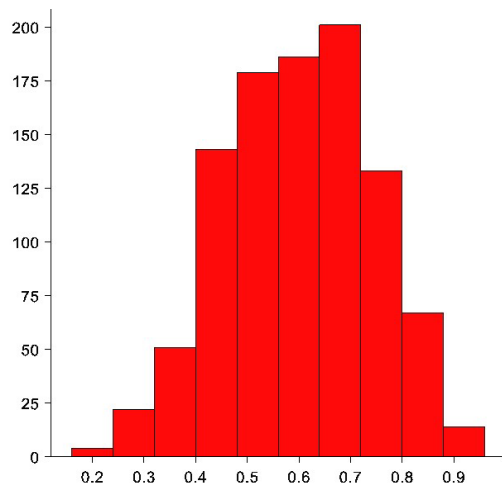
Factor voor lichtonderschepping voor kruiden en grassen.



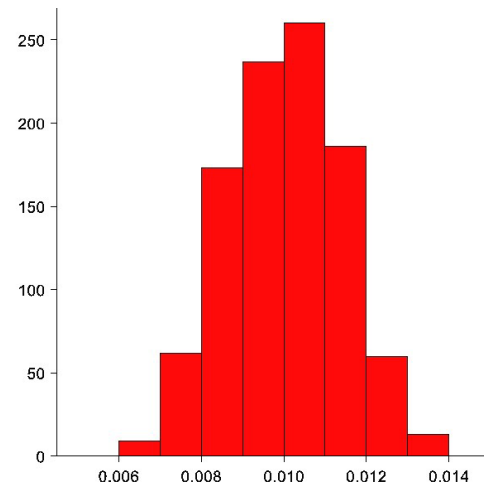
Factor voor lichtonderschepping voor dwergstruiken.



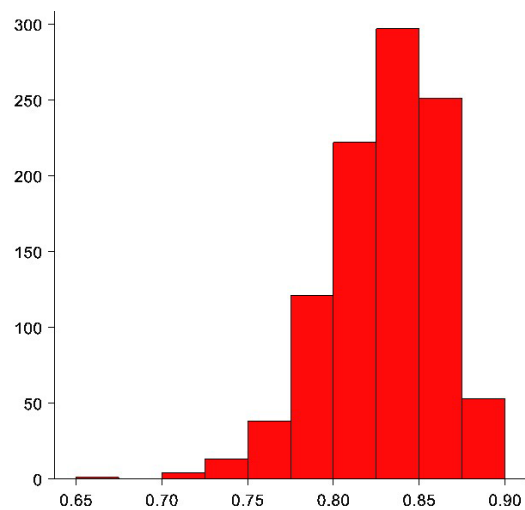
Verdelingsfactor voor biomassa voor bladbiomassa van kruiden en grassen en struiken.



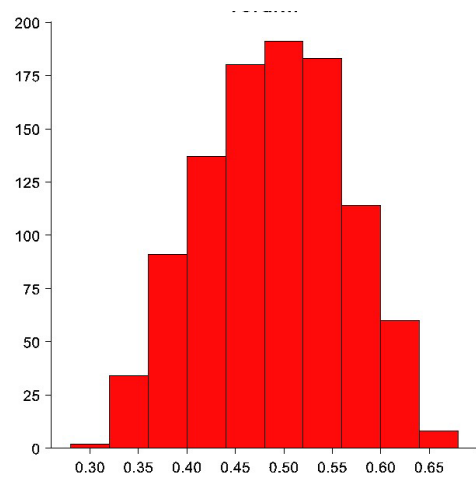
Factor voor lichtonderschepping voor struiken.



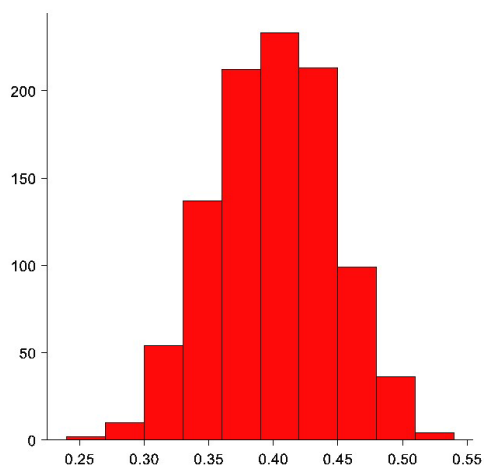
Verdelingsfactor voor biomassa voor tak/stam van kruiden en grassen.



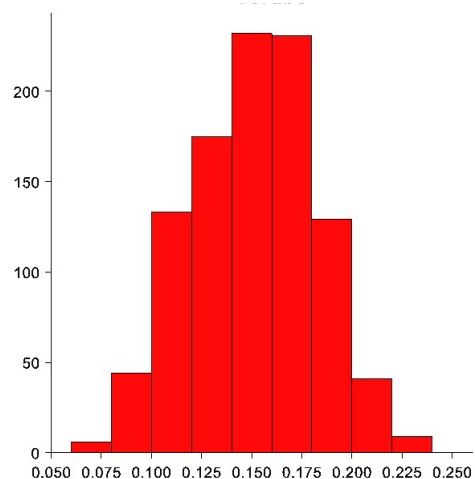
Factor voor lichtonderschepping voor bomen.



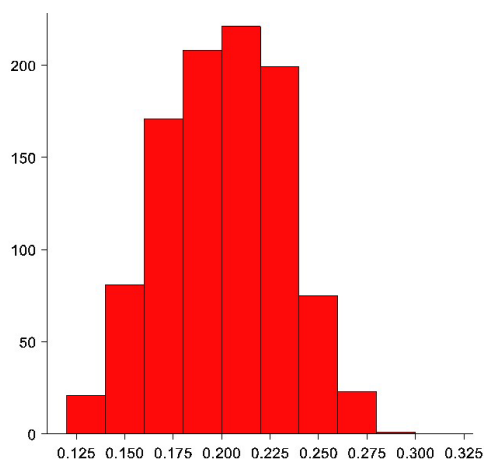
Verdelingsfactor van biomassa voor wortel van kruiden en grassen.



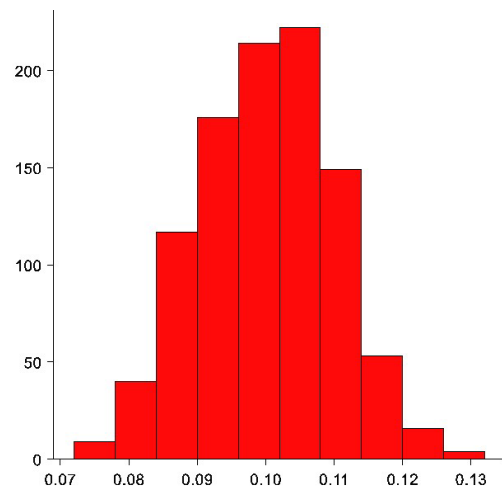
Verdelingsfactor van biomassa voor wortels van dwergstruiken, struiken en bomen en voor blad van dwergstruiken.



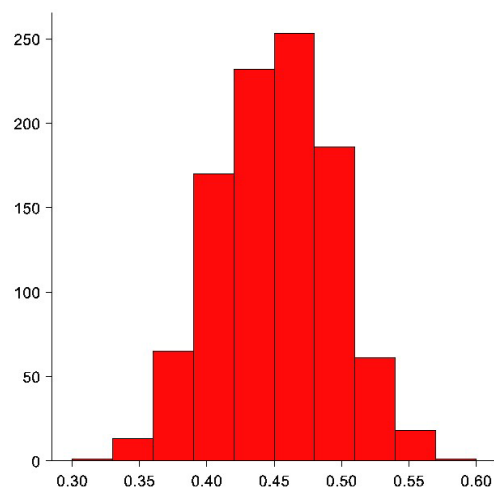
Verdelingsfactor voor biomassa voor tak/stam van bomen.



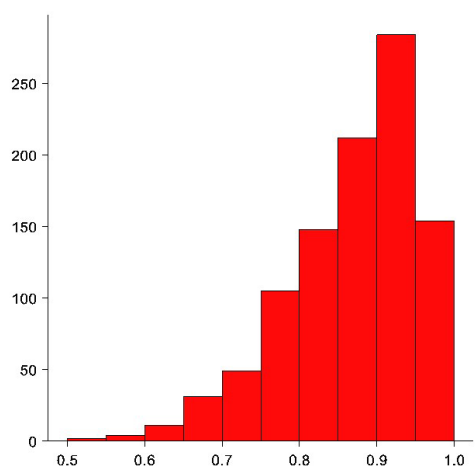
Verdelingsfactor voor biomassa voor tak/stam van dwergstruiken.



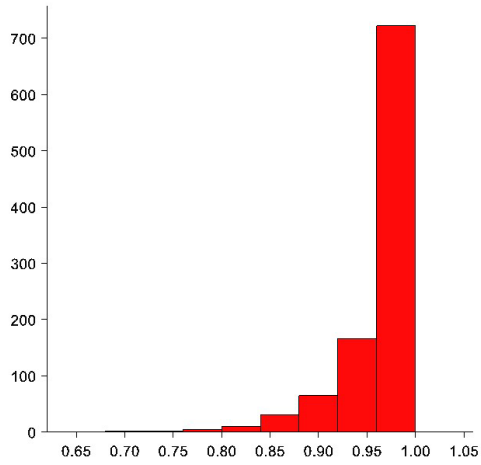
Verdelingsfactor voor biomassa voor tak/stam van struiken.



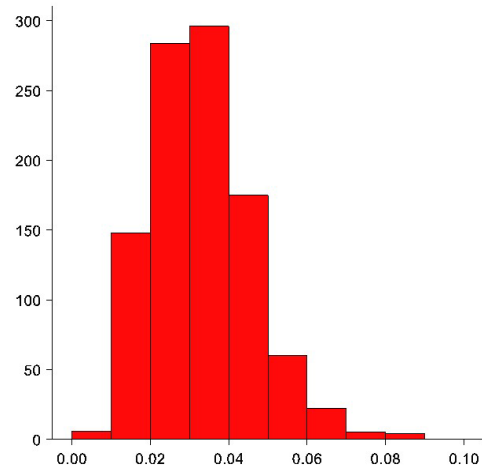
Verdelingsfactor voor biomassa voor blad van bomen.



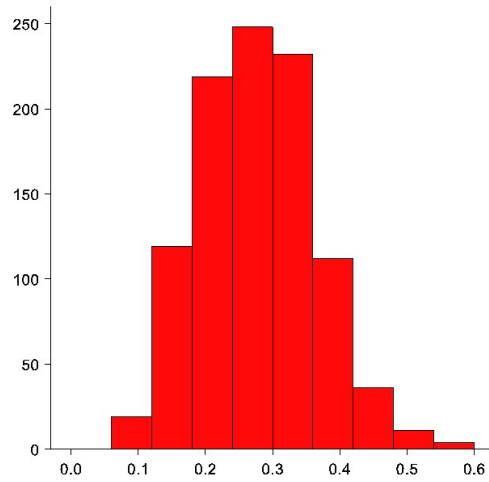
Verliesfactor voor blad van grassen en kruiden.



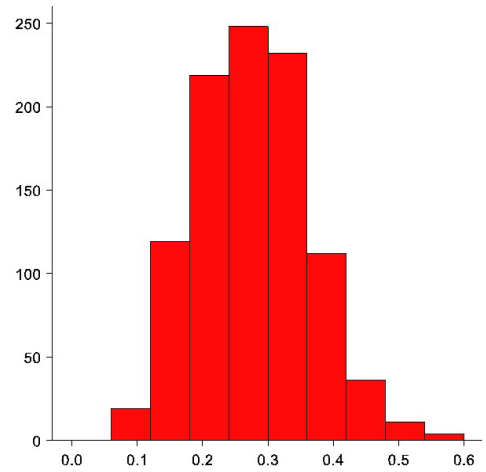
Verliesfactor voor tak/stam van grassen en kruiden.



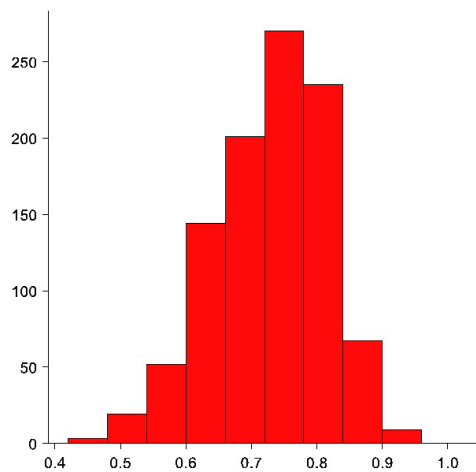
Verliesfactor voor tak/stam van struiken.



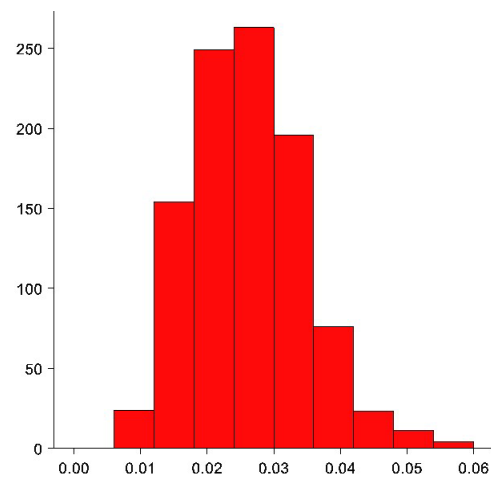
Verliesfactor voor tak/stam van dwergstruiken.



Verliesfactor voor wortel van struiken en bomen.



Verliesfactor voor wortels van dwergstruiken.



Verliesfactor voor tak/stam van bomen.

Bijlage 2 Genstat programma voor de trekking van de parameterwaarden

```
%CD 'D:/aawieger/successiemodule/gevoeligheidsanalyse/genstat'
IMPORT 'sumovar.xls'
scalar k; valu=71
scalar n; valu=20000
variate [nvalu=n] uni[1...k], var[1...k]
gunitcube [nval=n] uni

FOR I= 1...k
  text tdistr ; val=distr$I[]
  text methoden ; val=method$I[]
  print I, tdistr, mean$I[],methoden
  EDCON [dist=#tdistr; mean=mean$I[]; var=variance$I[];\
        method=#methoden; \
        prop=!(q05$I[],q95$I[]);quant=!(Genlow$I[],Genupp$I[]);\
        lower=lower$I[]; upper=upper$I[]] \
        cumpr=uni[I];devi=var[I]
ENDFOR

Calc verdelingk=var[19]+var[24]
Calc var[29]=1-verdelingk

Calc verdelingd=var[20]+var[25]
Calc var[30]=1-verdelingd

Calc verdelings=var[21]+var[26]
Calc var[31]=1-verdelings

Calc verdelingb1=var[22]+var[27]
Calc var[32]=1-verdelingb1

Calc verdelingb2=var[23]+var[28]
Calc var[33]=1-verdelingb2

rename pointer=var; variable

variate [nvalu=n; valu=1...n] runnr
\print runnr, var[]

export [outfile = 'sumovarout.xls'] runnr, var[]

CORRELATE [PRINT=correlations; CORRELATIONS=_correl] var[]
FSPREADSHEET _correl

DESCRIBE [SELECTION=nobs,nmv,mean,median,min,max,q1,q3,var] var[]
FOR _dlist = var[]
PRINT [CHANNEL=_tmpstxt; SQUASH=yes; IP=*"Histogram for',!p(_dlist); FIELD=1;
JUSTIFICATION=left
DHISTOGRAM [WINDOW=1; KEY=0; TITLE=_tmpstxt] _dlist
ENDFOR
```


Bijlage 3 Onzekerheidsanalyse resultaten voor de totale biomassa zonder beheer

**** Uncertainty analysis ****

Response variate: biomtot
 Number of units: 584
 Mean: 35.08
 Variance: 460.1
 R2-adjusted: 61.5

Bottom and top uncertainty contributions based on smoothing spline fit

input	bottom%	top%	Sumdf
biominikw	0.0	0.0	2
biominidw	0.0	0.0	2
biominisw	0.0	0.6	2
biominiblw	0.0	0.9	2
biominib2w	0.1	0.0	2
biominiks	0.0	0.0	2
biominids	0.0	0.8	2
biominiss	0.1	0.0	2
biominib1s	1.7	2.1	2
biominib2s	3.2	4.0	2
biominikb	6.2	6.3	2
biominidb	0.1	0.6	2
biominisb	0.0	0.0	2
biominib1b	0.2	0.3	2
biominib2b	0.5	1.5	2
verdelingkw	0.0	0.0	2
verdelingdw	0.0	0.5	2
verdelingsw	0.0	0.4	2
verdelingblw	0.0	0.0	2
verdelingb2w	0.0	0.9	2
verdelingks	0.0	0.0	2
verdelingds	0.0	0.0	2
verdelingss	0.0	0.0	2
verdelingbls	0.0	0.0	2
verdelingb2s	6.0	5.8	2
verlieskw	0.1	0.2	2
verliesdw	0.0	0.0	2
verliessw	0.0	0.0	2
verliesblw	0.0	0.0	2
verliesb2w	3.4	6.8	2
verliesks	0.0	0.1	2
verliesds	0.0	0.2	2
verliesss	0.1	0.1	2
verliesbls	0.2	0.0	2
verliesb2s	2.0	1.7	2
verlieskb	0.2	0.0	2
verliesdb	0.0	0.0	2
verliessb	0.0	0.0	2
verliesblb	0.0	0.0	2
verliesb2b	0.1	0.0	2
uitdovingk	8.6	11.4	2
uitdovingd	0.0	0.0	2
uitdovings	0.0	0.0	2
uitdovingbl	0.0	0.0	2

uitdovingb2	0.9	1.1	2
Nmink	0.1	0.1	2
Nmind	0.0	0.0	2
Nmins	0.0	0.2	2
Nminb1	0.1	0.0	2
Nminb2	0.4	0.5	2
Nmaxk	0.0	0.1	2
Nmaxd	0.2	0.0	2
Nmaxs	0.3	0.2	2
Nmaxb1	0.0	0.0	2
Nmaxb2	0.2	0.3	2
Gmaxk	0.2	1.4	2
Gmaxd	0.0	0.0	2
Gmaxs	0.0	0.0	2
Gmaxb1	0.0	0.0	2
Gmaxb2	19.2	21.1	2
Nbesch	0.0	0.0	2
aantal	2.1	1.7	2
leeftijd	0.0	0.0	2
eten	0.1	0.3	2

biomassa kruiden

Response variate: biomk
Number of units: 584
Mean: 6.883
Variance: 66.39
R2-adjusted: 60.1

Bottom and top uncertainty contributions based on smoothing spline fit

input	bottom%	top%	Sumdf
biominikw	0.5	0.0	2
biominidw	0.0	0.2	2
biominisw	0.0	0.0	2
biominiblw	0.0	0.8	2
biominib2w	0.3	0.0	2
biominiks	0.0	0.0	2
biominids	0.0	0.4	2
biominiss	0.4	0.1	2
biominib1s	2.1	2.2	2
biominib2s	8.5	7.0	2
biominikb	9.7	9.8	2
biominidb	0.0	0.0	2
biominisb	0.0	0.0	2
biominib1b	0.4	0.3	2
biominib2b	0.6	2.1	2
verdelingkw	0.1	0.0	2
verdelingdw	0.0	0.2	2
verdelingsw	0.1	0.2	2
verdelingblw	0.0	0.0	2
verdelingb2w	0.1	0.6	2
verdelingks	0.0	0.2	2
verdelingds	0.0	0.0	2
verdelingss	0.0	0.0	2
verdelingb1s	0.0	0.0	2
verdelingb2s	1.2	1.9	2
verlieskw	0.6	2.3	2
verliesdw	0.0	0.0	2
verliesw	0.1	0.0	2
verliesblw	0.1	0.1	2
verliesb2w	0.0	0.9	2

verliesks	0.0	0.0	2
verliesds	0.0	0.0	2
verliesss	0.1	0.1	2
verliesbls	0.0	0.0	2
verliesb2s	0.4	0.3	2
verlieskb	0.6	0.7	2
verliesdb	0.0	0.0	2
verliesb	0.0	0.0	2
verliesblb	0.0	0.0	2
verliesb2b	0.0	0.0	2
uitdovingk	14.2	15.5	2
uitdovingd	0.0	0.0	2
uitdovings	0.0	0.0	2
uitdovingb1	0.1	0.9	2
uitdovingb2	0.6	1.2	2
Nmink	0.7	1.4	2
Nmind	0.0	0.0	2
Nmins	0.0	0.0	2
Nminb1	0.1	0.0	2
Nminb2	0.0	0.4	2
Nmaxk	0.1	0.9	2
Nmaxd	0.0	0.0	2
Nmaxs	0.3	0.0	2
Nmaxb1	0.0	0.0	2
Nmaxb2	0.0	0.0	2
Gmaxk	7.1	11.6	2
Gmaxd	0.0	0.3	2
Gmaxs	0.0	0.0	2
Gmaxb1	0.0	0.0	2
Gmaxb2	2.9	5.0	2
Nbesch	0.1	0.0	2
aantal	2.2	1.0	2
leeftijd	0.0	0.0	2
eten	0.0	0.6	2

Wot-onderzoek

Verschenen documenten vanaf 2006 in de reeks Werkdocumenten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Werkdocumenten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, te Wageningen. T 0317 – 47 78 44; F 0317 – 41 90 00; E info.wnm@wur.nl

De werkdocumenten zijn ook te downloaden via de Wot-website www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

2006

- 21 *Rienks, W.A., I. Terluin & P.H. Vereijken.* Towards sustainable agriculture and rural areas in Europe. An assessment of four EU regions
- 22 *Knegt, B. de, H.W.B. Bredenoord, J. Wiertz & M.E. Sanders.* Monitoringsgegevens voor het natuurbeheer anno 2005. Ecologische effectiviteit regelingen natuurbeheer: Achtergrondrapport 1
- 23 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-001 – Monitor- en Evaluatiesysteem Agenda Vitaal Platteland
- 24 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek Natuurplanbureaufunctie
- 25 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-385 - Milieuplanbureaufunctie
- 26 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-394 – Natuurplanbureaufunctie
- 27 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04 - Kennisbasis
- 28 *Verboom, J., R. Pouwels, J. Wiertz & M. Vonk.* Strategisch Plan LARCH. Van strategische visie naar plan van aanpak
- 29 *Velthof, G.L. en J.J.M. van Grinsven (eds.)* Inzet van modellen voor evaluatie van de meststoffenwet. Advies van de CDM-werkgroep Harmonisatie modellen
- 30 *Hinssen, M.A.G., R. van Oostenbrugge & K.M. Sollart.* Draaiboek Natuurbalans. Herzien versie
- 31 *Swaay, C.A.M. van, V. Mensing & M.F. Wallis de Vries.* Hotspots dagvlinder biodiversiteit
- 32 *Goossen, C.M. & F. Langers.* Recreatie en groen in en om de stad. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 33 *Turnhout, Chr. Van, W.-B. Loos, R.P.B. Foppen & M.J.S.M. Reijnen.* Hotspots van biodiversiteit in Nederland op basis van broedvogelgegevens
- 34 *Didderen, K en P.F.M. Verdonschot.* Graadmeter Natuurwaarde aquatisch. Typen, indicatoren en monitoring van regionale wateren
- 35 *Wamelink, G.W.W., G.J Reinds, J.P. Mo-Dijkstra, J. Kros, H.J. Wieggers.* Verbeteringen voor de Natuurplanner
- 36 *Groeneveld, R.A. & R.A.M. Schrijver.* FIONA 1.0; Technical description
- 37 *Luesink, H.H., M.J.C. de Bode, P.W.G. Groot Koerkamp, H. Klinker, H.A.C. Verkerk & O. Oenema.* Protocol voor monitoring landelijke mestmarkt onder een stelsel van gebruiksnormen
- 38 *Bakker-Verdurmen, M.R.L., J.W. Eimers, M.A.G. Hinssen-Haenen, T.J. van der Zwaag-van Hoorn.* Handboek secretariaat WOT Natuur & Milieu
- 39 *Pleijte, M. & M.A.H.J. van Bavel.* Europees en gebiedsgericht beleid: natuur tussen hamer en aambeeld? Een verkennend onderzoek naar de relatie tussen Europees en gebiedsgericht beleid
- 40 *Kramer, H., G.W. Hazeu & J. Clement.* Basiskaart Natuur 2004; vervaardiging van een landsdekkend basisbestand terrestrische natuur in Nederland
- 41 *Koomen, A.J.M., W. Nieuwenhuizen, J. Roos-Klein Lankhorst, D.J. Brus & P.F.G. Vereijken.* Monitoring landschap; gebruik van steekproeven en landsdekkende bestanden
- 42 *Selnes, T.A., M.A.H.J. van Bavel & T. van Rheenen.* Governance of biodiversity
- 43 *Vries, S. de. (2007)* Veranderende landschappen en hun beleving
- 44 *Broekmeijer, M.E.A. & F.H. Kistenkas.* Bouwen en natuur: Europese natuurwaarden op het ruimtelijk ordeningspoot. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 45 *Sollart, K.M. & F.J.P. van den Bosch.* De provincies aan het werk; Praktijkervaringen van provincies met natuur- en landschapsbeleid in de periode 1990-2005. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 46 *Sollart, K.M. & R. de Niet met bijdragen van M.M.M. Overbeek.* Natuur en mens. Achtergronddocument bij de Natuurbalans 2006

2007

- 47 *Ten Berge, H.F.M., A.M. van Dam, B.H. Janssen & G.L. Velthof.* Mestbeleid en bodemvruchtbaarheid in de Duin- en Bollenstreek; Advies van de CDM-werkgroep Mestbeleid en Bodemvruchtbaarheid in de Duin- en Bollenstreek
- 48 *Kruit, J. & I.E. Salverda.* Spiegeltje, spiegeltje aan de muur, valt er iets te leren van een andere planningscultuur?
- 49 *Rijk, P.J., E.J. Bos & E.S. van Leeuwen.* Nieuwe activiteiten in het landelijk gebied. Een verkennende studie naar natuur en landschap als vestigingsfactor
- 50 *Ligthart, S.S.H.* Natuurbeleid met kwaliteit. Het Milieu- en Natuurplanbureau en natuurbeleidsevaluatie in de periode 1998-2006
- 51 *Kennismarkt 22 maart 2007; van onderbouwend onderzoek Wageningen UR naar producten MNP in 27 posters*
- 52 *Kuindersma, W., R.I. van Dam & J. Vreke.* Sturen op niveau. Perversies tussen nationaal natuurbeleid en besluitvorming op gebiedsniveau.
53. *Reijnen, M.J.S.M.* Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. National Capital Index version 2.0
53. *Windig, J.J., M.G.P. van Veller & S.J. Hiemstra.* Indicatoren voor 'Convention on Biodiversity 2010'. Biodiversiteit Nederlandse landbouwhuisdieren en gewassen
53. *Melman, Th.C.P. & J.P.M. Willemsen.* Indicatoren for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Coverage protected areas.
53. *Weijden, W.J. van der, R. Leewis & P. Bol.* Indicatoren voor 'Convention on Biodiversity 2010'. Indicatoren

- voor het invasieproces van exotische organismen in Nederland
53. *Nijhof, B.S.J., C.C. Vos & A.J. van Strien*. Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Influence of climate change on biodiversity.
- 7a
53. *Moraal, L.G.* Indicatoren voor 'Convention on Biodiversity 2010'. Effecten van klimaatverandering op insectenplagen bij bomen.
- 7b
53. *Fey-Hofstede, F.E. & H.W.G. Meesters*. Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Exploration of the usefulness of the Marine Trophic Index (MTI) as an indicator for sustainability of marine fisheries in the Dutch part of the North Sea.
- 8
53. *Reijnen, M.J.S.M.* Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Connectivity/fragmentation of ecosystems: spatial conditions for sustainable biodiversity
- 9
53. *Gaaff, A. & R.W. Verburg*. Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010' Government expenditure on land acquisition and nature development for the National Ecological Network (EHS) and expenditure for international biodiversity projects
- 11
53. *Elands, B.H.M. & C.S.A. van Koppen*. Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Public awareness and participation
- 12
54. *Broekmeyer, M.E.A. & E.P.A.G. Schouwenberg & M.E. Sanders & R. Pouwels*. Synergie Ecologische Hoofdstructuur en Natura 2000-gebieden. Wat stuurt het beheer?
- 54
55. *Bosch, F.J.P. van den*. Draagvlak voor het Natura 2000 gebiedenbeleid. Onder relevante betrokkenen op regionaal niveau
- 55
56. *Jong, J.J. & M.N. van Wijk, I.M. Bouwma*. Beheerskosten van Natura 2000 gebieden
- 56
57. *Pouwels, R. & M.J.S.M. Reijnen & M. van Adrichem & H. Kuipers*. Ruimtelijke condities voor VHR-soorten
- 57
58. *Bouwma, I.M.* Quickscan Natura 2000 en Programma Beheer.
- 58
59. *Schouwenberg, E.P.A.G.* Huidige en toekomstige stikstofbelasting op Natura 2000 gebieden
- 59
60. *Hoogeveen, M.* Herberekening Ammoniak 1998 (werktitel)
- 60
61. *Jaarrapportage 2006*. WOT-04-001 – ME-AVP
- 61
62. *Jaarrapportage 2006*. WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 62
63. *Jaarrapportage 2006*. WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 63
64. *Jaarrapportage 2006*. WOT-04-385 – Milieuplanbureaufunctie
- 64
65. *Jaarrapportage 2006*. WOT-04-394 – Natuurplanbureaufunctie
- 65
66. *Brasser E.A., M.F. van de Kerkhof, A.M.E. Groot, L. Bos-Gorter, M.H. Borgstein, H. Leneman* Verslag van de Dialogen over Duurzame Landbouw in 2006
- 66
67. *Hinssen, P.J.W.* Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. Werkplan 2007
- 67
68. *Nieuwenhuizen, W. & J. Roos Klein Lankhorst*. Landschap in Natuurbalans 2006; Landschap in verandering tussen 1990 en 2005; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006.
- 68
69. *Geelen, J. & H. Leneman*. Belangstelling, motieven en knelpunten van natuuraanleg door grondeigenaren. Uitkomsten van een marktonderzoek.
- 69
70. *Didderen, K., P.F.M. Verdonschot, M. Bleeker*. Basiskaart Natuur aquatisch. Deel 1: Beleidskaarten en prototype
- 70
71. *Boesten, J.J.T.I, A. Tiktak & R.C. van Leerdam*. Manual of PEARLNEQ v4
- 71
72. *Grashof-Bokdam, C.J., J. Frissel, H.A.M. Meeuwssen & M.J.S.M. Reijnen*. Aanpassing graadmeter natuurwaarde voor het agrarisch gebied
- 72
73. *Bosch, F.J.P. van den*. Functionele agrobiodiversiteit. Inventarisatie van nut, noodzaak en haalbaarheid van het ontwikkelen van een indicator voor het MNP
- 73
74. *Kistenkas, F.H. en M.E.A. Broekmeyer*. Natuur, landschap en de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht
- 74
75. *Luttik, J., F.R. Veeneklaas, J. Vreke, T.A. de Boer, L.M. van den Berg & P. Luttik*. Investeren in landschapskwaliteit; De toekomstige vraag naar landschappen om in te wonen, te werken en te ontspannen
- 75
76. *Vreke, J.* Evaluatie van natuurbeleidsprocessen
- 76
77. *Apeldoorn, R.C. van*, Working with biodiversity goals in European directives. A comparison of the implementation of the Birds and Habitats Directives and the Water Framework Directive in the Netherlands, Belgium, France and Germany
- 77
78. *Hinssen, P.J.W.* Werkprogramma 2008; Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (WOT-04). Onderdeel Planbureaufuncties Natuur en Milieu.
- 78
79. *Custers, M.H.G.* Betekenissen van Landschap in onderzoek voor het Milieu- en Natuurplanbureau; een bibliografisch overzicht
- 79
80. *Vreke, J., J.L.M. Donders, B.H.M. Elands, C.M. Goossen, F. Langers, R. de Niet & S. de Vries*. Natuur en landschap voor mensen Achtergronddocument bij Natuurbalans 2007
- 80
81. *Bakel, P.J.T. van, T. Kroon, J.G. Kroes, J. Hoogewoud, R. Pastoors, H.Th.L. Massop, D.J.J. Walvoort*. Reparatie Hydrologie voor STONE 2.1. Beschrijving reparatie-acties, analyse resultaten en beoordeling plausibiliteit.
- 81
- 2008**
82. *Kistenkas, F.H. & W. Kuindersma (2008)*. Jurisprudentie-monitor natuur 2005-2007; Rechtsontwikkelingen Natura 2000 en Ecologische Hoofdstructuur
- 82
83. *Berg, F. van den, P.I. Adriaanse, J. A. te Roller, V.C. Vulto & J.G. Groenwold (2008)*. SWASH Manual 2.1; User's Guide version 2
- 83
84. *Smits, M.J., M.J. Bogaardt, D. Eaton, P. Roza & T. Selnes (2008)*. Programma Beheer en vergelijkbare regelingen in het buitenland (een quick-scan)
- 84
85. *Dijk, T.A. van, J.J.M. Driessen, P.A.I. Ehler, P.H. Hotsma, M.H.M.M. Montforts, S.F. Plessius & O. Oenema (2008)*. Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet; versie 1.0
- 85
86. *Goossen, C.M., H.A.M. Meeuwssen, G.J. Franke & M.C. Kuyper, 2007*. Verkenning Europese versie van de website www.daarmoetikzijn.nl.
- 86
92. *Jaarrapportage 2007*. WOT-04-001 – Koepel
- 92
93. *Jaarrapportage 2007*. WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 93
94. *Jaarrapportage 2007*. WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 94
95. *Jaarrapportage 2007*. WOT-04-005 – M-AVP
- 95
96. *Jaarrapportage 2007*. WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 96
97. *Jaarrapportage 2007*. WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 97
98. *Wamelink, G.W.W.* Gevoeligheids- en onzekerheids-analyse van SUMO
- 98