PLANT RESEARCH INTERNATIONAL
WAGENINGEN UR

Risico-beoordelingen onkruiden in biologische land-bouw (2)

Rapportage over resultaten project Bio 3 in 2005
LNV-DWK programma 397V

Marleen Riemens, Jacques Davies, Marieke van Zeeland, Rommie van der Weide, Jeroen Wijnker, Roel Groeneveld & Corné Kempenaar





Nota 371

PLANT RESEARCH INTERNATIONAL
WAGENINGEN UR

Risico-beoordelingen onkruiden in biologische landbouw (2)

Rapportage over resultaten project Bio 3 in 2005
LNV-DWK programma 397V

Marleen Riemens[1], Jacques Davies[1], Marieke van Zeeland[2], Rommie van der Weide[2], Jeroen Wijnker[3], Roel Groeneveld[1] & Corné Kempenaar[1]

[1] Plant Research International
[2] Praktijkonderzoek Plant & Omgeving - AGV
[3] Praktijkonderzoek Plant & Omgeving - B&B

Plant Research International B.V., Wageningen
december 2005 Nota 371

© 2005 Wageningen, Plant Research International B.V.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.plant@wur.nl
Internet : www.plant.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1. Inleiding 1

2. Risico's van ziekten en plagen door mechanische onkruidbestrijding 3

2.1 Inleiding 3
2.2 Enquête 3
2.3 Resultaten enquête 4
2.3.1 Bodemsoort en voornaamste gewassen 5
2.3.2 Kan machinaal mechanische onkruidbestrijding ziekte aantasting in gewassen stimuleren? 8
2.3.3 Gewas/ziekte combinaties met verhoogd risico 9
2.3.4 Is risico op kans op ziekte aantasting voldoende reden om onkruid niet mechanisch te bestrijden? 11
2.3.5 Bewerkingen die in geval van een verhoogd risico vermeden worden 11
2.3.6 Moment waarop bewerkingen vermeden worden en de aanwezigheid van een ziekte of plaag 12
2.3.7 De bijdrage van mechanische onkruidbestrijding aan ziekte en/of plaagbestrijding 12

3. Import van onkruidzaden op biologische bedrijven vanuit bermen en natuurterreinen 15

3.1 Modelbeschrijving: SEEDDIS 15
3.1.1 Principe basismodel 15
3.1.2 Aanpassingen en aanvullingen op het basismodel 15
3.1.3 Simulatieberekening afgelegde afstand en plaatsbepaling zaden 16
3.1.4 Mogelijkheden tot gebruik 16
3.1.5 Mogelijkheden tot verbeteren van het model 17
3.1.6 Inputfiles 18
3.1.7 Outputfiles 20
3.2 Voorbeelden van risico-berekeningen met het model op basis van beschikbare literatuurgegevens 23
3.2.1 Voorbeeld 1: Risico van inwaaiende *Chenopodium album* zaden van planten aan of op de rand van een perceel 23
3.2.2 Voorbeeld 2: Risico van inwaaiende *Taraxacum officinale* zaden van planten aan of op de rand van een perceel 26

4. Samenvatting & conclusies 29

Literatuur 31

Bijlage I. Deelnemende bedrijven 3 pp.

Bijlage II. Zaadverspreidingsmodel 28 pp.

Bijlage III. *Chenopodium album* input 3 pp.

Bijlage IV. *Taraxacum officinale* input 3 pp.

1. Inleiding

Het huidige landbouwbeleid van de Nederlandse overheid is gericht op het stimuleren van de biologische landbouw. Alhoewel het areaal biologische landbouw in Nederland de laatste jaren toegenomen is, blijft de toename achter bij de beleidsmatig gewenste groei (LNV, 2000). Verschillende factoren spelen hierbij een rol, met verschillen tussen sectoren (Almasi *et al.*, 2000). De gesignaleerde factoren hebben betrekking op een ongunstige marktvraag of marktstructuur, dan wel hebben te maken met technische, bedrijfseconomische of maatschappelijke knelpunten.

Voor open teelten (vooral akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt en bollenteelt) geldt dat angst voor veronkruiding een belangrijke drempel is voor omschakeling naar biologische landbouw (De Koeijer *et al.*, 2002). Onkruiden worden in biologische teelten voornamelijk bestreden door veelvuldige inzet van machines (eg, schoffel, vingerwieder e.d.) en menskracht (handmatig onkruidverwijderen). De kosten hiervan zijn relatief hoog ten opzichte van de totale teeltkosten en in vergelijking met de kosten in geïntegreerde landbouw. Het is geen uitzondering dat (een deel van een) biologische teelt mislukt omdat het onkruid niet voldoende bestreden kon worden. Bij veronkruiding van een teelt neemt de onkruiddruk in de opvolgende teelt toe, waardoor in opvolgende jaren meer inspanningen geleverd moeten worden om het onkruid te bestrijden. Onkruidbeheersing kan hierdoor zelfs uit de hand lopen. Daarnaast, veelvuldige inzet van mechanische onkruidbestrijding kan nadelige effecten hebben op de bodemstructuur of het gewas.

In het drie jarige project BIO3, een onderdeel van het LNV-onderzoeksprogramma DLO-PO 397-V, wordt ingegaan op risico's aangaande onkruiden en veronkruiding in biologische landbouw, in het bijzonder voor akkerbouw, vollegrondsgroente- en bollenteelt. In de voorafgaande jaren is een aantal risico's m.b.t. onkruiden in biologische landbouw nader bestudeerd en is er getracht deze te kwantificeren, met als doel ze minder belemmerend te laten zijn voor biologische landbouw in het algemeen, en innovaties binnen biologische landbouw in het bijzonder. In deze jaren zijn vier cases bestudeerd (Kempenaar, Bleeker *et al.*, 2004).:

1. Mogelijk nadelige effecten van mechanische onkruidbestrijding op ontwikkeling ziekten en plagen in gewassen.
2. Mogelijk nadelige effect van mechanische onkruidbestrijding op structuurbederf van de bodem.
3. Veronkruiding in uien en peen in relatie tot weer e.a. factoren.
4. Import van onkruidzaden op biologische bedrijven vanuit bermen en natuurterreinen.

De cases 2 en 3 zijn in 2004 afgerond. Aan de bestudering van de cases 1 en 4 is in 2005 een gevolg gegeven. In dit rapport worden de resultaten van dat vervolgonderzoek beschreven.

2. Risico's van ziekten en plagen door mechanische onkruidbestrijding

Marleen Riemens[1)], Marieke van Zeeland[2)], Jeroen Wijnker[3)], Roel Groeneveld[1)] & Rommie van der Weide[2)]

[1)] Plant Research International
[2)] PPO-AGV
[3)] PPO-Bollen en Bomen

2.1 Inleiding

In deze case wordt ingegaan op een indirect effect van mechanische onkruidbestrijding, de kans op ziekten of plagen als gevolg van mechanische bestrijding. Tijdens de eerste twee jaren van het project is een overzicht gegeven van literatuurgegevens en expert judgement. Met dit overzicht is getracht zicht te krijgen op het risico van ziekten en plagen in het algemeen en het risico op infecties met *Botrytis* sp. na beschadiging als gevolg van mechanische onkruidbestrijding in het bijzonder. *Botrytis* werd door de experts genoemd als mogelijk risicovolle ziekte en is om die reden uitgelicht.

Tijdens die fase van het onderzoek zijn geen aanwijzingen gevonden in proefveldgegevens die aantonen dat de inzet van mechanische onkruidbestrijding de kans op schade aan het gewas door ziekten of plagen vergroot, ondanks het feit dat in een aantal proeven wel degelijk diverse ziekten optraden in prei, sla en aardbei. In algemene zin kan dan ook gesteld worden dat het risico rondom ziekten en plagen als gevolg van mechanische onkruidbestrijding te hoog ingeschat wordt. Het is echter niet uit te sluiten dat in bepaalde situaties deze risico's wel realistisch zijn. Een degelijke risicoschatting moet gebaseerd zijn op kennis van de epidemiologie van de betreffende ziekte en de voorkomende timing en omstandigheden van de mechanische onkruidbestrijding.

In dit onderdeel van de case is middels een enquête de risicobeleving van de telers ten aanzien van ziekten en plagen geïnventariseerd. Door na te gaan waar de ondernemers risico's ervaren, bij welke infecties en door na te gaan of ze hier ook daadwerkelijk naar handelen door bijvoorbeeld geen mechanische onkruidbestrijding toe te passen wanneer dit eigenlijk wel gewenst is, zal de communicatie over deze belemmerende risico's efficiënter en doeltreffender kunnen verlopen.

2.2 Enquête

De enquête is gehouden in de periode april-mei 2005. De volgende vragen werden de deelnemers telefonisch gesteld:

1. Kan volgens u machinaal mechanische onkruidbestrijding ziekte aantasting in gewassen stimuleren?
   Ja → ga naar vraag 2
   Nee → ga naar vraag 7

2. In welke gewas ziekte combinaties vindt u dit een risico?

3. Is dit ook een reden om niet mechanisch onkruid te bestrijden in deze gewassen?
   Ja → naar vraag 4
   Nee → naar vraag 6

4. Welke onkruidbestrijdingsmethode wordt dan niet toegepast in deze gewassen?

5. In welke omstandigheden wordt deze methode dan niet toegepast?

6. Maakt het voor de genoemde gewas ziekte combinaties uit of de ziekte/plaag al in het gewas voorkomt?

7. A. Bent u eventueel bereid om in bepaalde stukken van een perceel wel mechanisch te wieden en in andere niet, zodat wij daar waarnemingen in kunnen doen?
   Ja/nee, omdat…….

   B. Indien ja, bent u daar ook toe bereid als er een ziekte in het gewas voorkomt?
   Ja/nee, omdat…….

8. A. Denkt u dat er ziekte/plaag situaties zijn waar de mechanische onkruidbestrijding de aantasting kan verminderen?
   Ja → naar 8b
   Nee → naar 9

   B. Kunt u daar ook voorbeelden van noemen?

9. A. Welke grondsoort heeft u op uw bedrijf? Kruis aan:
   - ☐ Zware klei (lutum > 35%)
   - ☐ Lichte klei (lutum 25 - 35 %)
   - ☐ Zware Zavel (lutum 17 - 25%)
   - ☐ Lichte zavel (lutum 8 - 17%)
   - ☐ Zand (lutum< 8%)
   - ☐ Veen (organische stof > 35%)

   B. Organische stof gehalte:
   - ☐ Zeer Humusrijk (15 - 35%)
   - ☐ Humusrijk (8 - 15%)
   - ☐ Zeer humeus (5 - 8%)
   - ☐ Matig humeus (3 - 5%)
   - ☐ Matig humusarm (1,5 - 3%)
   - ☐ Humusarm (0 - 1,5%)

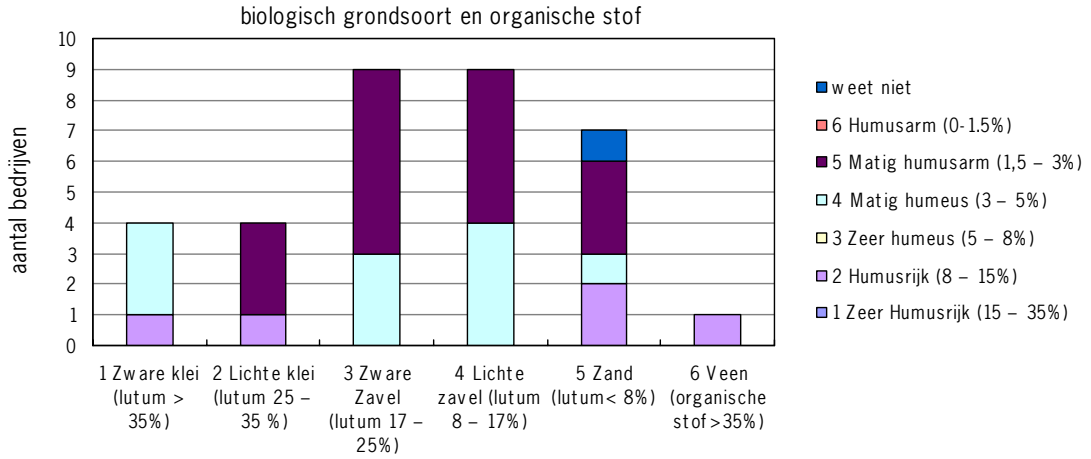
10. Wat zijn uw voornaamste gewassen?
    A ……
    B ……
    C ……
    D ……
    E ……

2.3 Resultaten enquête

In totaal namen er 37 biologische ondernemers en 45 gangbare ondernemers deel aan de enquête. Omdat de scheiding tussen gangbaar en geïntegreerd in de praktijk erg vaag is geworden en de geïntegreerde teeltwijze inmiddels gangbaar genoemd kan worden, hebben we alle niet biologische telers onder het kopje gangbaar geschaard. Per groep werden ook 5 bollentelers geïnterviewd, dat wil zeggen dat 5 van de 37 biologische en 5 van de 45 gangbare telers bollentelers waren. Voor een overzicht van de deelnemende bedrijven, zie Bijlage I. De biologische en gangbare telers die in de bollensector werkzaam zijn, worden apart besproken omdat de geteelde gewassen sterk afwijken van de gewassen in de overige sectoren.

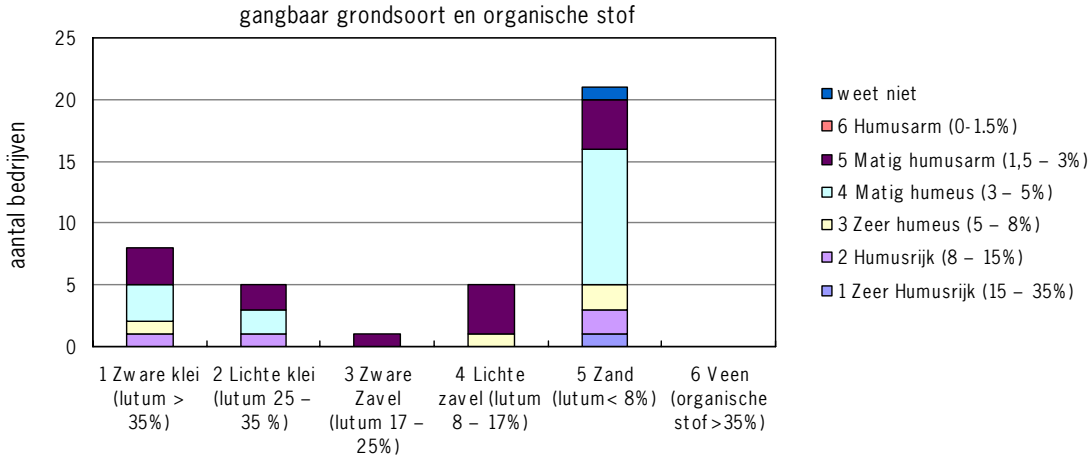
2.3.1 Bodemsoort en voornaamste gewassen

De meeste bedrijven waarvan de biologische ondernemers voor dit onderzoek geïnterviewd zijn, hadden een matig humusarme zavelgrond (Figuur 1).



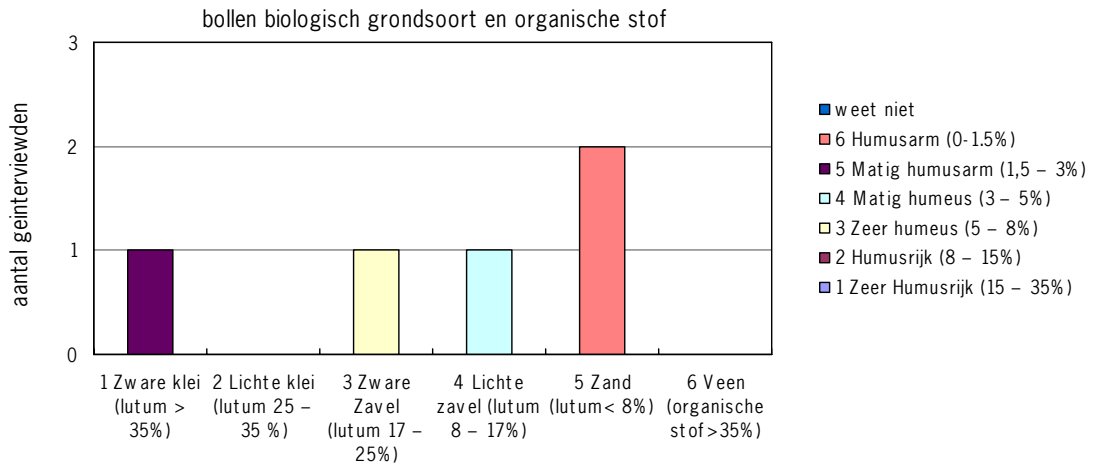
Figuur 1. Aantal geïnterviewde biologische bedrijven en de bodemsamenstelling.

De meeste bedrijven waarvan de gangbare ondernemers die voor dit onderzoek geïnterviewd zijn, hadden een matig humeuze zandgrond (Figuur 2).

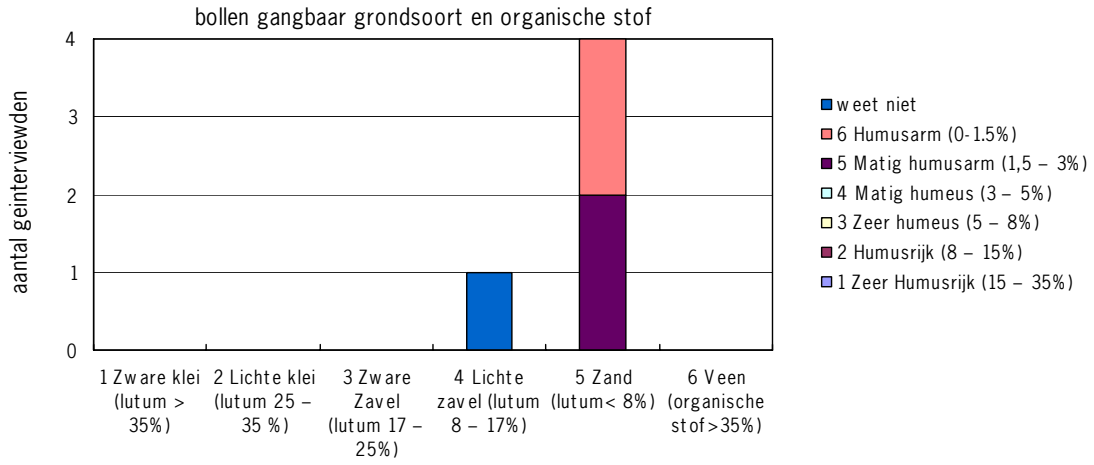


Figuur 2. Aantal geïnterviewde gangbare bedrijven en de bodemsamenstelling.

De grondsoort en het organisch gehalte van de biologische en gangbare bollentelers staan vermeld in respectievelijk Figuur 3 en Figuur 4.



Figuur 3. Aantal biologische bollentelers per grondsoort.



Figuur 4. Aantal gangbare bollentelers per grondsoort.

We vroegen de telers hun 5 voornaamste gewassen te noemen. Een overzicht van de antwoorden staat vermeld in Tabel 1. Aardappel, suikerbiet, kool, ui en prei bleken de voornaamste gewassen te zijn.

Tabel 1. Voornaamste gewassen per teeltsysteem.

voornaamste gewassen	biologisch	gangbaar	totaal
aardappelen	21	30	51
suikerbiet	6	23	29
kool (rode, bloem, koolraap)	14	12	26
uien	12	13	25
prei	6	8	14
winterpeen	7	4	11
wintertarwe	0	9	9
peen	7	1	8
zomertarwe	6	2	8
knolselderij	4	3	7
spinazie	4	3	7
witlof	4	3	7
asperge	3	3	6
bonen	5	1	6
maïs	4	2	6
pompoen	6	0	6
aardbei	0	5	5
graan	3	2	5
sla	0	5	5
gras/klaver	4	0	4
boomteelt	0	3	3
courgettes	2	1	3
erwten	3	0	3
zomergerst	1	2	3
andijvie	0	2	2
graszaad	0	2	2
rode biet	2	0	2
sjalot	1	1	2
spruiten	1	1	2
tulp	1	1	2
artisjok	1	0	1
augurk	1	0	1
bieslook	1	0	1
bleekselderij	1	0	1
brouwgerst	0	1	1
cichorei	1	0	1
engels raaij	0	1	1
gerst	1	0	1
ijsbergsla	1	0	1
lelie	0	1	1
luzerne	0	1	1
paksoi	0	1	1
pastinaak	1	0	1
rabarber	0	1	1
spelt	1	0	1
spitskool	1	0	1
suikermaïs	1	0	1
triticale	1	0	1
valeriaan	1	0	1
veldsla	1	0	1
venkel	1	0	1
wortelpeterselie	1	0	1

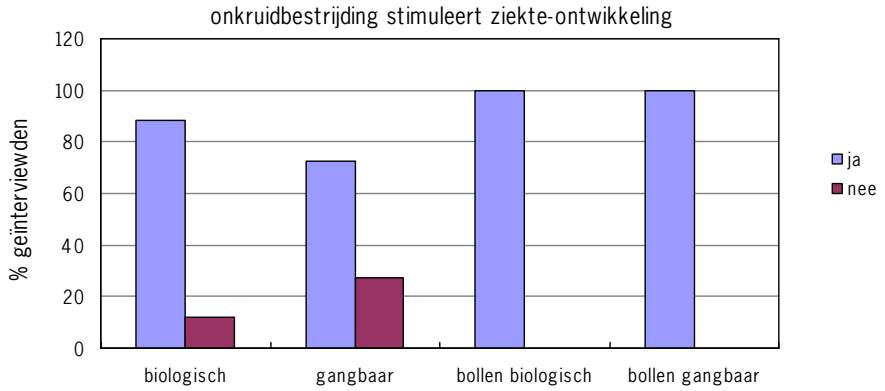
We vroegen ook de bollentelers hun 5 voornaamste gewassen te noemen. Een overzicht van de antwoorden staat vermeld in Tabel 1. Tulp, narcis, crocus, lelie, dahlia en hyacinth bleken de voornaamste gewassen te zijn. Wat opvallend is is dat de biologische telers een gevarieerder bouwplan hebben dan de gangbare ondernemers (Tabel 2).

Tabel 2. Voornaamste gewassen in de bollensector per systeem.

voornaamste gewassen	biologisch	gangbaar	totaal
tulp	5	5	10
narcis	1	2	3
crocus	1	2	3
hyacinth	0	2	2
lelie	1	2	3
dahlia	1	1	2
aardappel	0	1	1
tarwe	1	0	1
groente	1	0	1
muscari	1	0	1
sjalot	1	0	1
gras	1	0	1
boerenkool	1	0	1

2.3.2 Kan machinaal mechanische onkruidbestrijding ziekte aantasting in gewassen stimuleren?

De meeste biologische en ook gangbare telers antwoordden op deze vraag bevestigend en hebben dus wel het vermoeden dat een mechanische onkruidbewerking of een bewerking in het algemeen voor een verhoogde ziekte aantasting kan zorgen (Figuur 5). Alle biologische telers die aangaven dat machinaal mechanische onkruidbestrijding ziekte kan veroorzaken illustreerden dit met een of meerdere voorbeelden van gewas/ziekte combinaties waarvoor zij mechanisch onkruid bestrijden een risico vinden. Dit gold ook voor de meerderheid van de gangbare telers, slechts twee konden geen voorbeeld geven.
Ook alle biologische en gangbare bollentelers hebben het idee dat onkruidbestrijding ziekte ontwikkeling kan stimuleren. Op de vraag een voorbeeld van een gewas/ziekte combinatie te noemen ter illustratie, konden drie van de 5 biologische en vier van de 5 gangbare bollentelers een voorbeeld noemen.



Figuur 5. *Percentage ondernemers dat machinaal mechanische onkruidbestrijding een risico vindt ten aanzien van de ontwikkeling van ziekten en plagen.*

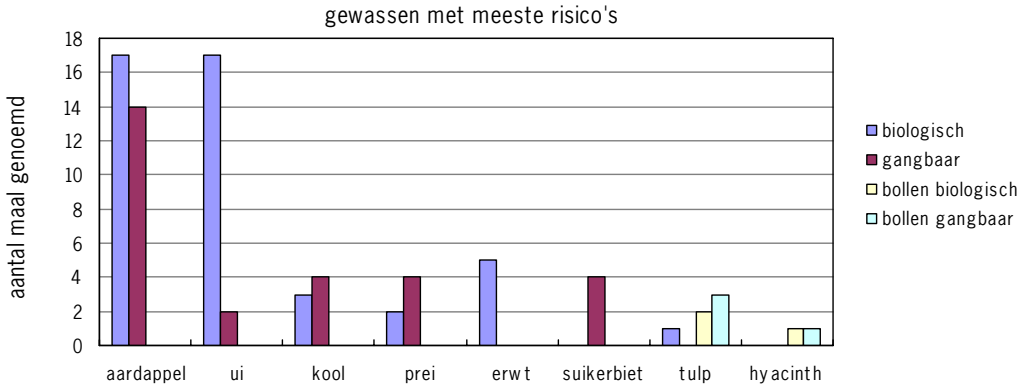
2.3.3 Gewas/ziekte combinaties met verhoogd risico

Zowel de biologische als de gangbare ondernemers zien de kans op een aantasting met *Phytophthora infestans* in aardappel als een groot risico van mechanische onkruidbestrijding. In beide groepen wordt deze combinatie het meest genoemd. Meeldauw in ui wordt door de biologische telers als een groot risico ervaren en wordt 10 maal genoemd, bij de gangbare telers speelt dit minder en wordt deze combinatie 3 maal genoemd. *Botrytis* aantasting in tulp wordt door de bollentelers gezien als een risico van mechanische bewerkingen (Tabel 3). In deze tabel worden met schimmelziekten algemeen en gewassen algemeen schimmelziekten of gewassen bedoeld die door de ondernemers niet nader benoemd zijn. Dit zelfde geldt voor de bacterieziekten. Overige gewas/ziekte combinaties werden door slechts 1 teler genoemd, voorbeelden hiervan zijn: spint in kleine kersenboompjes, *Xanthomonas* in aardbei, koolvlieg in kool, peenvlieg in peen, *Verticillium* in aardappel, knolvoet (*Plasmodiophora brassicae*) in kool, *Pseudomonas* in prei, alternaria in peen en kool, witte roest in kool, *Sclerotinia* in tuinkers en erwt, *Fusarium* in prei, virusziekten in ui, suikerbiet en aardappel, niet nader gedefinieerde schimmelziekten in knolselderij, granen, aardappel, tuinkers en meeldauw in tarwe.

Tabel 3. *Risico volle gewas/ziekte combinaties in relatie tot mechanische onkruidbestrijding. Per gewas/ziekte combinatie staat vermeld hoe vaak een combinatie door biologische dan wel gangbare ondernemers genoemd werd.*

			bollen	
gewas/ziekte combinatie	biologisch	gangbaar	biologisch	gangbaar
aardappel/*Phytophthora*	20	11	0	0
ui/meeldauw	10	3	0	0
erwt/schimmelziekten algemeen	4	0	0	0
gewassen algemeen/schimmelziekten algemeen	2	1	0	0
prei/bladvlekkenziekte	0	3	0	0
granen/schimmelziekten algemeen	0	2	0	0
suikerbiet/schimmelziekten algemeen	0	2	0	0
aardappel/bacterieziekten	0	1	0	0
tarwe/meeldauw	2	0	0	0
tulp/*Botrytis*	2	0	2	3
hyacinth/bacterieziekten	0	0	1	1
Overig	15	11	0	0
Totaal aantal keer dat een combinatie genoemd werd	55	34	3	4

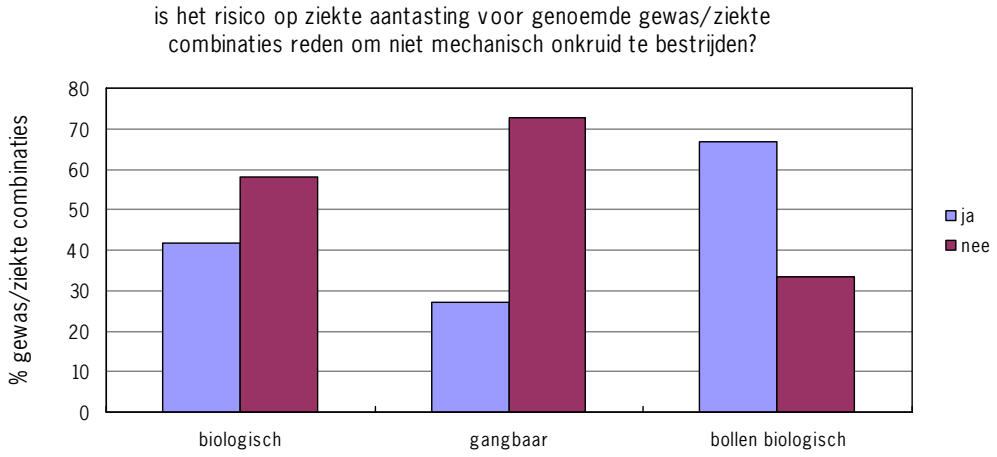
Door zowel de gangbare als de biologische boeren wordt aardappel gezien als het meest risicovolle gewas met betrekking tot het stimuleren van ziekten door mechanische onkruidbestrijding. Vervolgens worden ui en erwt als risicovoller gezien door de biologische dan door de gangbare ondernemers. Mechanische onkruidbestrijding in kool, prei en suikerbiet wordt echter weer door de gangbare telers als risicovoller ervaren.
Door zowel gangbare als biologische bollentelers worden tulp en hyacinth genoemd (Figuur 6).



Figuur 6. *Aantal maal dat een gewas als risicovol tav het stimuleren van ziekten door mechanische onkruidbestrijding.*

2.3.4 Is risico op kans op ziekte aantasting voldoende reden om onkruid niet mechanisch te bestrijden?

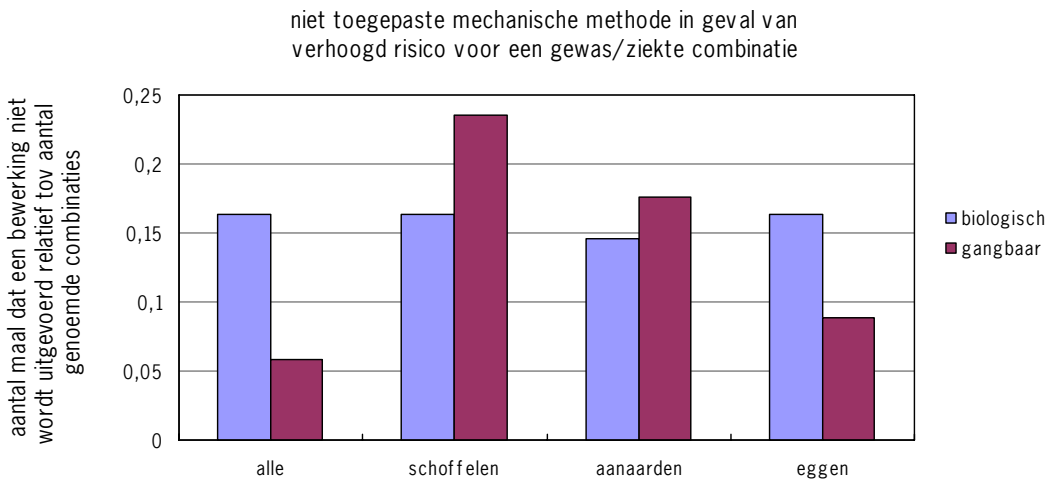
Voor het merendeel van de gewas/ziekte combinaties waarvoor de gangbare en biologische telers een verhoogd risico op ziekten als gevolg van mechanische onkruidbestrijding ervaren, is het risico op een ziekte aantasting geen reden om mechanische onkruidbestrijding niet uit te voeren (Figuur 7). De gangbare bollentelers gaven aan dat dit voor hun situatie geen relevante vraag is, aangezien ze de onkruiden niet mechanisch verwijderen. De biologische bollentelers gaven vaker aan om deze reden in de genoemde combinaties niet mechanisch onkruid te bestrijden, maar zoals uit Tabel 3 blijkt, wordt er maar drie maal door deze ondernemers een risicovolle situatie genoemd.



Figuur 7. Percentage gewas/ziekte combinaties dat genoemd werd als te risicovol om onkruid mechanisch te bestrijden.

2.3.5 Bewerkingen die in geval van een verhoogd risico vermeden worden

Van de 55 genoemde risicovolle gewas/ziekte combinaties in biologische teelten wordt er in 35 gevallen een mechanische bewerking niet uitgevoerd. Van de 34 combinaties in een gangbare teelt wordt er in 19 gevallen een mechanische onkruidbeheersingsbewerking niet uitgevoerd. In Figuur 8 staat vermeld om welke bewerkingen het gaat. Biologische telers zijn eerder geneigd geen enkele bewerking meer uit te voeren dan de gangbare telers; in iets meer dan 15% van de risicovolle gevallen gaven ze aan alle mechanische onkruidbewerkingen te vermijden, tegenover iets meer dan 5% in gangbare teelten. Schoffelen en aanaarden wordt relatief vaker in gangbare teelten vermeden terwijl in biologische teelten weer minder wordt geëgd.



Figuur 8. Bewerkingen die in een geval van een verhoogd risico niet uitgevoerd worden.

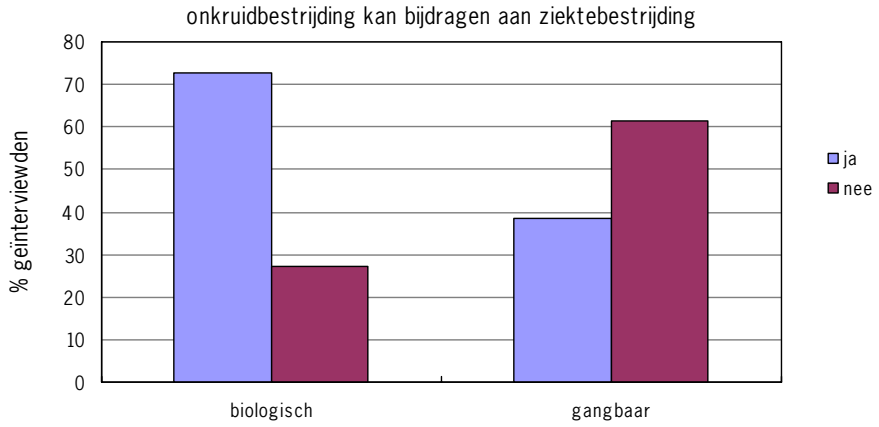
Telers gaven aan dat dit wel per gewas kan verschillen; in aardappel wordt zowel in gangbare als in biologische teelten niet meer aangeaard of in het geheel geen mechanische onkruidbestrijding meer uitgevoerd zodra er *Phytophothora* infecties aanwezig zijn. Wat verder opvalt is dat 3 biologische ondernemers ook zeggen op dat moment niet meer te willen eggen terwijl dit voor gangbare telers geen rol speelt. Dit heeft natuurlijk alles te maken met het feit dat er in gangbare aardappel niet geëgd wordt.

2.3.6 Moment waarop bewerkingen vermeden worden en de aanwezigheid van een ziekte of plaag

Over het algemeen geldt dat bewerkingen niet meer uitgevoerd worden als planten zodanig groeien dat plantrijen elkaar raken, en het gewas dicht begint te groeien. Ook in gewassen met groot loof, een nat blad of een vochtige bodem past men liever geen bewerkingen toe, omdat ziekten in deze omstandigheden te veel voordeel krijgen. Deze redenen werden bij alle type bewerkingen genoemd en in alle gewassen en golden voor alle ziekten.
In de aanwezigheid van een ziekte of plaag worden er geen bewerkingen uitgevoerd.

2.3.7 De bijdrage van mechanische onkruidbestrijding aan ziekte en/of plaagbestrijding

Meer dan 70% van de biologische telers denkt dat mechanische onkruidbestrijding kan bijdragen aan de bestrijding van ziekten en of plagen. Bij gangbare telers liggen de verhoudingen anders; minder dan 40 % denkt dat mechanische bestrijding van onkruiden een bijdrage kan leveren aan de bestrijding van schadelijke organismen (Figuur 9). Geen van de bollentelers verwacht een positief effect .

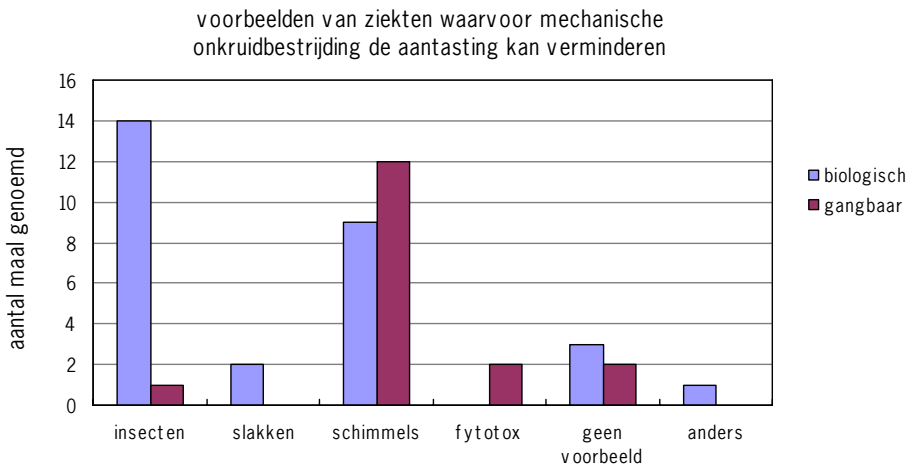


Figuur 9. *Percentage geïnterviewden dat denkt dat mechanische onkruidbestrijding een positieve uitwerking kan hebben op de ziektebestrijding.*

De belangrijkste gedachtengangen van de ondernemers (zowel gangbaar als biologisch) die verwachten dat onkruidbestrijding kan bijdragen aan ziekte en/of plaagbestrijding staan hieronder vermeld;

- Door onkruidbestrijding vindt er geen groei van mos plaats, waardoor het gewas beter opdroogt en ziekten geen of minder kans krijgen.
- Door verandering van de bodemstructuur, deze wordt fijner, vinden minder organismen schuilplaatsen.
- Bewerkingen zoals schoffelen of het klappen van loof zorgen voor meer lucht in het gewas, waardoor schimmels minder kans krijgen.
- Door bewerking verandert de bodemstructuur zodanig dat eitjes van o.a. peen- en uivlieg uitdrogen,
- Door onkruiden te bestrijden kan het aantal potentiële waardplanten verminderd worden en wordt het aantal ziekten en plagen vanzelf minder.
- Door onkruiden te bestrijden blijft het gewas opener, waardoor er minder vocht in het gewas aanwezig is en ziekten, met name schimmels, minder kans krijgen.
- Door bewerking komt er lucht in de bodem, waardoor deze droger en minder vatbaar voor ziekten wordt.

Opvallend bij de voorbeelden die genoemd worden is dat biologische ondernemers de bestrijding van insecten vaak noemen, terwijl maar 1 gangbare ondernemer daar positieve effecten van mechanische onkruidbestrijding verwacht. De gangbare telers verwachten echter iets vaker positieve effecten op schimmelinfecties (Figuur 10).



Figuur 10. *Aantal maal dat een groep organismen genoemd werd als groep waarop mechanische onkruidbestrijding een voor de ondernemer positief effect kan hebben.*

De specifieke ziekten en plagen die genoemd zijn, staan vermeld in Tabel 4. Met name op de bestrijding van koolvlieg en schimmelziekten door meer lucht in het gewas te brengen en minder onkruiden als waard, wordt mechanische onkruidbestrijding verwacht een positief effect te hebben.

Tabel 4. *Ziekten en plagen die volgens ondernemers door mechanische onkruidbestrijding gereduceerd kunnen worden.*

genoemde ziekten en plagen die door mechanische onkruidbestrijding gereduceerd kunnen worden	biologisch	gangbaar
koolvlieg	8	0
schimmels, door meer lucht in gewas en/of minder onkruiden die ruimte opeisen of als waard kunnen dienen	5	6
wortelvlieg	3	0
geen voorbeeld	3	2
Slacken	2	0
bodemschimmels	2	1
coloradokever in aardappel	1	0
rupsen in kool	1	0
geen groei van mos waardoor het gewas beter opdroogt en ziekten geen kans krijgen	1	0
bremia in ijsbergsla	1	0
koolmotje	1	0
schimmelziekten die van uit de onderste bladeren verspreiden	1	0
Sclerotinia	1	1
smet (Botrytis, bladgewassen)	0	2
Fytotox	0	2
Alternaria in paksoi	0	1
uienvlieg	0	1
bladvlekkenziekte in prei (*Phytophthora porri*)	0	1

3. Import van onkruidzaden op biologische bedrijven vanuit bermen en natuurterreinen

Jacques Davies & Marleen Riemens

Plant Research International

Inleiding

In 2004 is gestart met de bouw van een simulatiemodel dat verspreiding van onkruidzaden kan berekenen op basis van een windroos gekoppeld aan het model van Schippers *et al.* (1993). In 2005 is dit model uitgebreid en aangepast zodat het mogelijk is de populatiedynamiek van verspreidde zaden in de zaadbank te kunnen volgen. De resultaten van die werkzaamheden staan beschreven in dit hoofdstuk.

3.1 Modelbeschrijving: SEEDDIS

Met het zaadverspreidingsmodel SEEDDIS is het mogelijk de door de wind veroorzaakte zaadverspreiding van één of meerdere onkruidplanten te simuleren. Van elk zaadje wordt de richting en afstand berekend t.o.v. de zaadbron. Dit model bestaat uit een basismodel (Seedtrip) waaraan verschillende uitbreidingen en een matrixpopulatiemodel zijn toegevoegd.
Door de veldsituatie qua ligging en doelgebied in een x,y-assenstelsel te positioneren kan worden nagegaan welke en hoeveel zaden in dat doelgebied terecht komen.
In vervolg hierop wordt berekend wat het effect van de ingewaaide zaden op het aantal zaden in de zaadbank in de komende 12 jaar is.

3.1.1 Principe basismodel

Het model is gebaseerd op het model Seedtrip van Jongejans en Schippers (1998). In dit model wordt van elk afzonderlijk zaad de vlucht, de tijdsduur en de afstand gesimuleerd. In de simulatieberekening worden windsnelheid, windprofiel, windturbulentie en terreingesteldheid inbegrepen, en wordt ook de verticale beweging van de zaden tijdens de verspreiding meegenomen. Voor deze verticale beweging wordt een zaadspecifieke parameter ingevoerd: de terminale valsnelheid. Deze laatste, gedefinieerd als de eindsnelheid van een vallend zaadje in stilstaande lucht, is door Jongejans en Schipper voor een aantal zaden experimenteel bepaald en gepubliceerd.
Door een groot aantal simulaties (= groot zaadaantal) te verrichten wordt een beeld verkregen van de zaadverspreiding van een individuele onkruidplant, een zgn. zaadschaduwdiagram. Hieruit kan de waarschijnlijkheid worden opgemaakt welke afstand een bepaald percentage zaden aflegt.

3.1.2 Aanpassingen en aanvullingen op het basismodel

Om het model voor risicobeheersing van zaadverspreidende onkruidplanten in te kunnen zetten zijn aan het model de volgende gebruiksmogelijkheden toegevoegd:

- Er kan met in totaal 3 zaadbronnen, gepositioneerd op verschillende posities ten opzichte van een veld (=doelgebied), gewerkt worden.
- Er kan een doelgebied (gebied waar zaden terecht kunnen komen) opgedeeld in sectoren van 1 m^2 aangegeven worden.

- Er kan een windrichting t.o.v. het veld ingevoerd worden middels een windroos met 16 windrichtingen en 'windstil'.
- Per zaadbron kan bepaald worden welke hoeveelheid zaden in de afzonderlijke sectoren van een veld terecht komen, dit kan ook voor het totaal aantal zaden van de bronnen.
- Er kan bepaald worden wat de invloed is van de in een veld ingewaaide zaden op de hoeveelheid zaden in de zaadbank van het veld per m^2 de volgende 12 jaren, via een matrixpopulatiemodel (Den Hollander).

De veldsituatie waarvoor de zaadverspreiding gesimuleerd wordt dient in een simulatieschema, bestaande uit een x,y-assenstelsel, gepositioneerd te worden.
De positie van bronnen (onkruidplanten) en de hoekpunten van het rechthoekig doelgebied worden elk weergegeven met x,y-coördinaten. De bronnen kunnen zich zowel buiten als binnen het doelgebied bevinden. Het doelgebied is verdeeld in sectoren, waarbij elke sector een unieke plaatscombinatie kent, bestaande uit x-kolom- en y-regel-nummer.
Mede voor de plaatsbepaling is het noodzakelijk een windroos in het simulatieschema te plaatsen. De positie van het veld ten opzichte van het noorden moet bepaald worden en vervolgens overgenomen en aangepast aan de gesimuleerde situatie. De afzonderlijke windrichtingen in het simulatieschema worden hiervan afgeleid (het model werkt met radialen).
De windrichtingen worden opgegeven in een zogenaamde windfrequentietabel . Naast de windrichtingen wordt hier tevens de relatieve tijdsduur van de windrichting opgegeven, in procentfracties t.o.v. de periode (dag, week, maand) waarin de verspreiding plaatsvindt. Het totaal van die procentfracties dient 1.00 te zijn.

3.1.3 Simulatieberekening afgelegde afstand en plaatsbepaling zaden

De afgelegde afstand van een afzonderlijk zaadje wordt berekend met behulp van het modelonderdeel Seedtrip.
De richting van een bewegend zaadje wordt bepaald door de in de frequentietabel aangegeven windrichting(en). De in deze tabel aangegeven windrichting resulteert in een bewegingsresultante tegenovergesteld aan de aangegeven windrichting van de zaadbron af. Er wordt geen rekening gehouden met verandering van windrichting tijdens de vlucht van een zaadje.
In de vaakvoorkomende optie dat de verspreiding van een aantal zaden in één simulatierun bepaald moet worden, wordt de hoeveelheid zaden per windrichting tevens bepaald door de procentfracties die per windrichting zijn opgegeven. Het gevolg hiervan is dat bij gebruik van meerdere windrichtingen via de windfrequentietabel het aantal zaden per windrichting gerelateerd is aan de procentfractie. Een vast aantal zaden per windrichting is mogelijk door de procentfracties te berekenen aan de hand van het totaal aantal zaden en aantal windrichtingen.
Uit de afgelegde afstand, de windrichting en de positie van de bron kan voor elk afzonderlijk zaadje de x,y-positie worden uitgerekend. Een sorteermodule in het programma houdt bij of het zaadje in het doelgebied terechtkomt én in welke sector (x-kolom,y-regel) van dat doelgebied.
Na sortering wordt per sector berekend hoe het aantal zaden in de zaadbank in de tijd verandert. Daartoe worden de rekenregels uit een aangepast populatiemodel van den Hollander (1998) toegepast, waarbij zaadspecifieke populatieparameters worden gebruikt. Het model berekent de populatiedynamiek van de ingewaaide zaden voor de volgende 12 jaar uit. Het is toe te passen voor die zaden die verspreid worden in combinatie met dezelfde of één ander soort zaad die zich reeds in de zaadbank van het doelgebied bevinden.

3.1.4 Mogelijkheden tot gebruik

Hieronder worden enkele voorbeelden gegeven:

- 3 bronnen op verschillende plaatsen rondom doelgebied of in doelgebied
- verschillend aantal zaden per bron
- verschillende startpositie (hoogte) zaden per bron
- 1/2/3 verschillende soorten onkruidplanten/zaden (met zaadspecifieke valsnelheid)

- 3 bronnen op dezelfde positie
- verschillende windsnelheid per bron
- verschillend aantal zaden per bron
- verschillende hoogtes van het omringende gewas

Voor simulaties met verschillende windrichtingsfrequenties dient telkens de windfrequentietabel aangepast te worden gevolgd door een nieuwe run.
Een simulatie met minder dan 3 bronnen kan ingesteld worden door hoeveelheid zaden van bronnen 3 en/of 2 op nul te stellen.

3.1.5 Mogelijkheden tot verbeteren van het model

In het algemeen kan een simulatiemodel gebruikt worden om de consequenties te kunnen voorzien als de omstandigheden in een situatie zich wijzigen. Het type model en de mogelijkheden om de omstandigheden (parameters) in te voeren zijn mede bepalend voor de kwaliteit van de resultaten en de benadering van de werkelijke gevolgen.
In het verspreidingsmodel SEEDDIS wordt verondersteld dat de zaadverspreiding in een bepaalde periode per windrichting evenredig verloopt met de windrichtingfrequentie in die periode. Dit houdt in dat voor een langere periode van zaadverspreiding de betrouwbaarheid minder wordt. Het invoeren van zaadaantal of zaadaantalfractie per windrichting per periode is nog geen optie.
In het model wordt tevens geen rekening gehouden met de factor beschutting. Bebouwing en natuurlijke hindernissen hebben als windvangers uiteindelijk een belangrijke invloed op windrichting en windprofiel van de omgeving of schermen onkruidplanten af.
In het onderdeel voor de berekening van de zaadpopulatiedynamiek in de zaadbank wordt de onderlinge onkruidplantconcurrentie met een plantdichtheidsfunctie benaderd. Specifieke concurrentie op parameters als licht en voeding worden hierin tevens verondersteld. Factoren die van invloed zijn op zaden aan de oppervlakte, bijv. vraat, zijn niet opgenomen.
Behalve de voorgenoemde mogelijke verbeteringen kan het model voor de praktijk toegepast worden als er tevens een gevoeligheidsanalyse en een validatie met het model uitgevoerd kan worden. Hiervoor moeten eerst beschikbare datasets verzameld en samengesteld worden.

3.1.6 Inputfiles

Door de uitbreiding van het Seedtrip model zijn er meerdere parameter-inputfiles ontstaan:

INPUTW1.dat, INPUTW2.dat, INPUTW3: de files met parameters voor respectievelijk onkruidplant 1, 2 en 3.

Inputfile INPUTW1.dat

```
  30.0     XSOURC1   [-]     x-coordinate source1
  22.0     YSOURC1   [-]     y-coordinate source1
   0       ACCEL     [-]     acceleration option
  -0.226   VT        [m/s]   terminal velocity of this seed
 400.      SIM       [-]     number of seedflightsimulations per source
   4.0     WXH       [m/s]   measured windspeed at height 10 m
   0.      XINI      [m]     initial seed position horizontal direction
   0.2     ZINI      [m]     initial seed position vertical direction
   0.4     ZV        [m]     vegetation height
```

INWIND.dat: file met parameters voor de fracties windrichtingen in een frequentietabel, de windkompashoek en de coördinaten van het rechthoekig doelgebied.

Inputfile INWIND.dat

```
   0.000     frN         [-]     all fractions of winddirections
   0.000     frNNO       [-]
   0.000     frNO        [-]     totall sum should be 1.0
   0.000     frONO       [-]
   0.000     frO         [-]
   0.000     frOZO       [-]
   0.000     frZO        [-]
   0.000     frZZO       [-]
   0.000     frZ         [-]
   0.000     frZZW       [-]
   0.000     frZW        [-]
   0.000     frWZW       [-]
   1.000     frW         [-]
   0.000     frWNW       [-]
   0.000     frNW        [-]
   0.000     frNNW       [-]
   0.000     frSIL       [-]

   315.00    COMPDEG     [degrees]  angle of NorthDirection in field
                                    with Y-axis

   25.0      XAFIELD     [-]        x-coordinate A
   25.0      YAFIELD     [-]        y-coordinate A
   75.0      XBFIELD     [-]                     B
   25.0      YBFIELD     [-]                     B
   75.0      XCFIELD     [-]                     C
  100.0      YCFIELD     [-]                     C
   25.0      XDFIELD     [-]                     D
  100.0      YDFIELD     [-]                     D
```

Popupar.dat: de inputfile met parameters voor populatie-model-berekeningen van de zaadbank, voor inkomende zaden van een soort waarvan reeds zaden in de zaadbank van het doelgebied aanwezig zijn of waarvan de zaden van één andere soort zich reeds in de zaadbank van het doelgebied bevinden.

Inputfile Popupar.dat

```
 0.1       MORT1      [-]        fraction mortality incoming seeds
 0.6       GERM1      [-]              germination and emerging
 0.0       KILL1      [-]              killrate or weedcontrol
1000.      PPP1       [#pp]      seedproduction per plant
10000.     MAXP1      [#m2]      maximum seedproduction plant

4100.      SINI2      [#m2]      number of seeds in seedbank
 0.1       MORT2      [-]        fraction mortality seeds seedbank
 0.6       GERM2      [-]              germination and emerging
 0.0       KILL2      [-]              killrate or weedcontrol
1000.      PPP2       [#pp]      seedproduction per plant
10000.     MAXP2      [#m2]      maximum seedproduction per plant
```

3.1.7 Outputfiles

AllSeedsData1.out, AllSeedsData2.out, AllSeedsData3.out:
In deze output files worden per zaadje de berekende data zoals de afstand [m] en plaats van alle zaden per onkruidplant weergegeven. Winddir geeft de windrichting aan. In onderstaand voorbeeld zijn 400 zaden van onkruidplant nr. 3 verspreid door een westelijke wind

```
 all seeds from source3
 simnr  distance winddir     x-cor     y-cor
     1    2.7524   W       31.9662   23.9261
     2    0.0119   W       30.0085   22.0084
     3    0.1027   W       30.0787   22.0660
     4    0.9246   W       30.6841   22.6219
     ....................................
     ....................................
   397    0.0421   W       30.0312   22.0282
   398    0.0652   W       30.0424   22.0494
   399    0.0267   W       30.0171   22.0205
   400    0.0815   W       30.0594   22.0558
```

FieldSeed1.out, FieldSeed2.out, FieldSeed3.out
Deze outputfiles bevatten voor respectievelijk zaadbron 1, 2 en 3 de data van zaden die het doelgebied hebben bereikt; xcol en yrow geven aan in welke sector ze zijn beland en 'seeds' geeft het cumulatieve aantal zaden aan in de betreffende sector. Uit onderstaande blijkt dat van de 400 verspreide zaden er 27 in het doelgebied zijn terechtgekomen. Het grootste aantal zaden belandde in sector (34,26).

```
seeds from source3 coming in outlined xcol-yrow-field
fiseed simnr  distance winddir     x-cor     y-cor  xcol  yrow  seeds
     1    19   29.6975   W       51.4656   42.5225    52    43      1
     2    31   28.9657   W       51.9103   40.9459    52    41      1
     3    40    7.0699   W       34.9240   27.0732    35    28      1
     ..........................................................
     6    82   15.6571   W       41.5334   32.5890    42    33      1
     ..........................................................
    20   270   37.0601   W       53.6917   50.4983    54    51      1
    21   278    5.1291   W       33.2626   25.9577    34    26      4
    22   287    4.2583   W       32.8068   25.2023    33    26      3
    23   301   12.0570   W       39.2920   29.6831    40    30      1
    24   302   23.0014   W       45.5117   38.9839    46    39      1
    25   358   10.6179   W       37.5188   29.4972    38    30      1
    26   365    6.7095   W       34.8274   26.6598    35    27      2
    27   377   17.0191   W       41.6742   34.3840    42    35      1
```

Sectors1.out, Sectors2.out, Sectors3.out
In deze outputfiles zijn de sectorgegevens van het doelgebied gesorteerd met per sector het aantal ingekomen zaden afkomstig van 1 zaadbron.

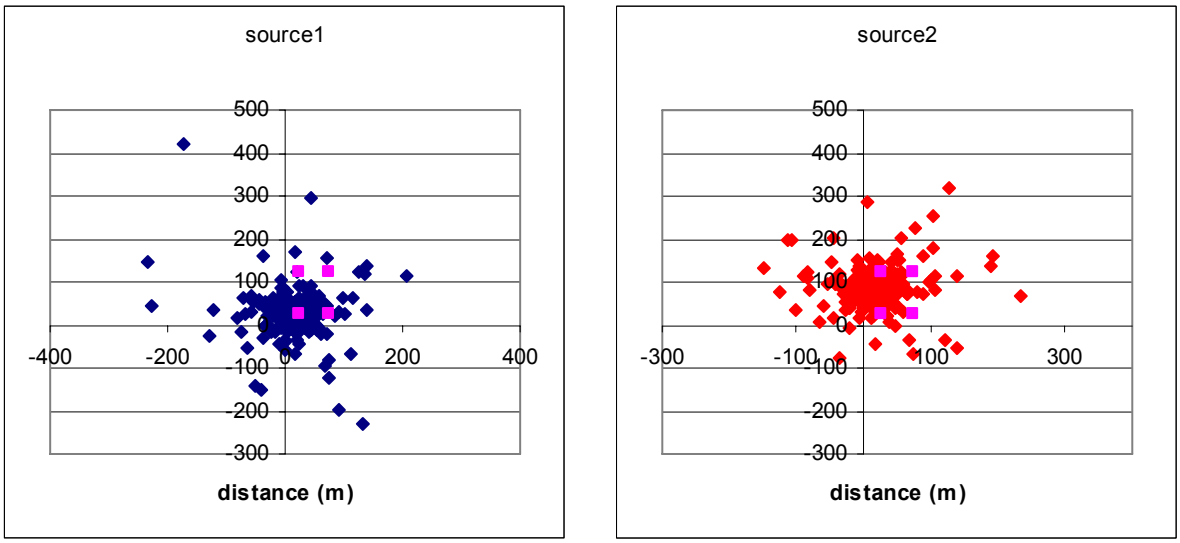
```
total number of seeds from source3 in sectors in field
  xcol  yrow  seednr-cum
    33    26     3
    34    26     4
    34    27     1
    ..............
    52    41     1
    52    43     1
    54    51     1
```

Population.out
In deze outputfile staan de resultaten van de zaadpopulatiesimulaties per sector in het doelgebied vermeld. Weergegeven staan de inkomende zaden per afzonderlijke onkruidplant (s1,s2,s3) per sector, het totaal aantal inkomende zaden (wtot), het totaal zaden in de zaadbank (sbank) per sector per m^2, en het aantal zaden voor de volgende jaren. De eerste regel bevat de aantallen zaden in de zaadbank zonder inkomende zaden.
In onderstaand voorbeeld komen in totaal 6 zaden in sector (34,26) terecht, waarvan er 2 van zaadbron 2 en 4 van zaadbron 3 afkomstig zijn. Het effect van deze 6 zaden op de zaadbank in de 3 daaropvolgende jaren wordt daarachter weergegeven als het aantal zaden per m^2.

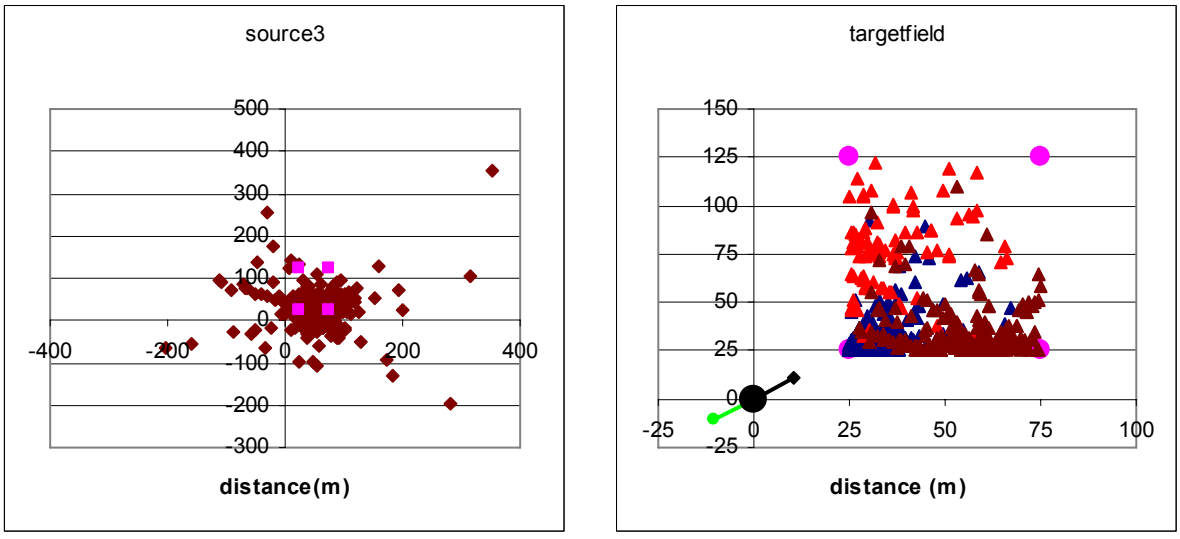
```
summery seeds coming from three sources in field-sectors and
totalized added to seednumber in seedbank and followed with calculations for
seedpopulation in seedbank the next 12 years
 x-sec y-sec    s1    s2    s3  wtot   sbank      1      2       3
     0     0     0     0     0     0   4100.  11190.  13342.  13990.
    33    26     0     2     3     5   4105.  11191.  13342.  13990.
    34    26     0     2     4     6   4106.  11191.  13343.  13990.
    34    27     0     0     1     1   4101.  11190.  13342.  13990.
    35    26     0     1     0     1   4101.  11190.  13342.  13990.
    ..........................................................................................
    ..........................................................................................
```

Output in excell

De data wordt naar excell getransporteerd waar de verspreiding van het aantal zaden per bron ten opzichte van het veld grafisch wordt weergegeven. Hieronder staat een voorbeeld van deze output weergegeven. Figuur 11 geeft de verspreiding van de zaden van plant 1 en 2 weer, Figuur 12 geeft de verspreiding van zaden van plant 3 weer (links) en een overzicht van het totale verspreidde aantal zaden door alle drie de bronnen die uiteindelijk in het veld terechtkomen (rechts).



Figuur 11. De zaadverspreiding van twee willekeurige planten. De roze punten geven de hoekpunten van een hypothetisch veld weer. Op de x- en y-as staat de afgelegde afstand in m.



Figuur 12. De zaadverspreiding van de derde plant (links). Het totale aantal zaden dat in het veld terechtkomt van alle drie de planten met de windroos in de oorsprong van het assenstelsel (rechts). De roze punten geven de hoekpunten van een hypothetisch veld weer. Op de x- en y-as staat de afgelegde afstand in m.

3.2 Voorbeelden van risico-berekeningen met het model op basis van beschikbare literatuurgegevens

In dit hoofdstuk wordt voor twee onkruidsoorten, melganzevoet en paardebloem, de verspreiding van zaden van drie planten bij een willekeurige windsnelheid en -sterkte weergegeven. Er is onderscheid gemaakt tussen planten die op de rand van een perceel staan en planten die op een halve meter afstand van het perceel staan. De zaden van paardebloem en melganzevoet hebben hetzelfde gewicht (0.78 mg), maar een andere morfologie; paardebloem-zaden hebben een pluim en zijn daardoor beter geschikt voor windverspreiding dan de gladde ronde zaden van melganzevoet (Jongejans ,1998). Gegevens betreffende de populatiedynamiek van de onkruidsoorten zijn afkomstig uit de literatuur. De overige gegevens zijn willekeurig gekozen en betreffen geen bestaande situatie. De berekeningen in dit hoofdstuk dienen ter illustratie van een mogelijke toepassing van het model tijdens de bepaling van een risico van import van onkruidzaden op biologische bedrijven vanuit bermen of natuurterreinen.

3.2.1 Voorbeeld 1: Risico van inwaaiende *Chenopodium album* zaden van planten aan of op de rand van een perceel

Input

De volgende gegevens betreffende de populatiedynamiek van de zaadbank en zaadproductie van melganzevoet (*Chenopodium album*) zijn uit de literatuur gehaald en als input gebruikt voor het model:

Valsnelheid van melganzevoet zaad	(VT):	-2.71 [m/s] (Jongejans, 1998)
Mortaliteit van zaden	(MORT1 en MORT2):	0.497 [-]
Aandeel kiemende en opkomende zaden	(GERM1 en GERM2):	0.082 [-] (Mohler & Galford, 1997)
Onkruidbestrijding	(KILL1 en KILL2):	0.99 [-]
Zaadproductie per plant	(PPP1):	69245 [#pp]
Maximum zaadproductie	(MAXP1en MAXP2):	100 000 [#m2] (Grundy, Mead *et al.*, 2004)

Overige input:

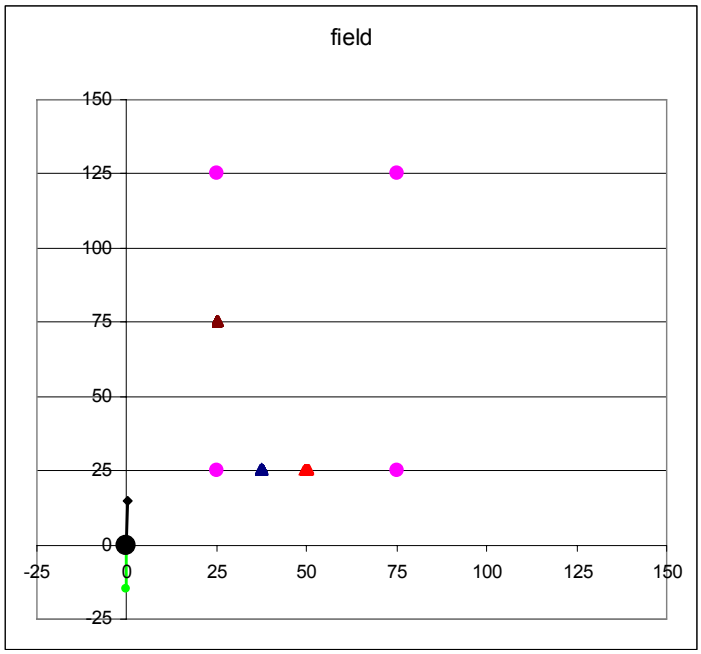
- 3 planten die op de rand van een veld van 50 X 100 m staan, of
- 3 planten die op 1 m afstand van de rand van een veld van 50 x 100 m staan,
- Een plant verspreid 1000 zaden per dag,
- De berekening vindt plaats voor een periode van 1 dag,
- De windsnelheid is gedurende de hele dag constant (4 m/s),
- De vegetatiehoogte in het veld is 0.15 m,
- De zaden bevinden zich allen op een hoogte van 0.50m op de plant, recht boven de stengel.

Voor de exacte inputfiles zie Bijlage III.

Resultaten

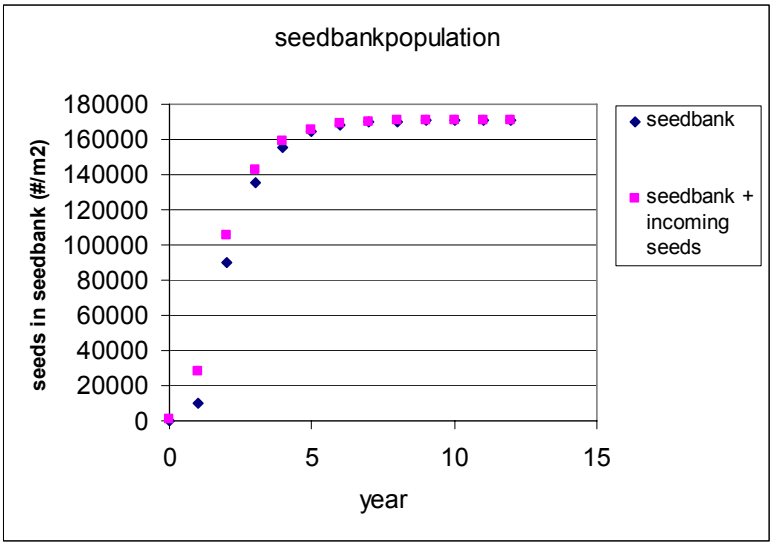
3 planten op de rand van een perceel

Van de 1000 zaden die door elke plant verspreid werden, kwamen er van plant 1, 2 en 3 respectievelijk 937, 934 en 488 in het doelgebied terecht. Al deze zaden kwamen in een cirkel met een straal van 1 m rond de plant terecht (Figuur 13).



Figuur 13. *De zaden die door de drie planten op de rand van het perceel verspreid werden en in het perceel terechtkomen. De roze punten geven de grenzen van het perceel weer. De afstanden op de assen zijn in meters. In de oorsprong staat de positie van de windroos weergegeven.*

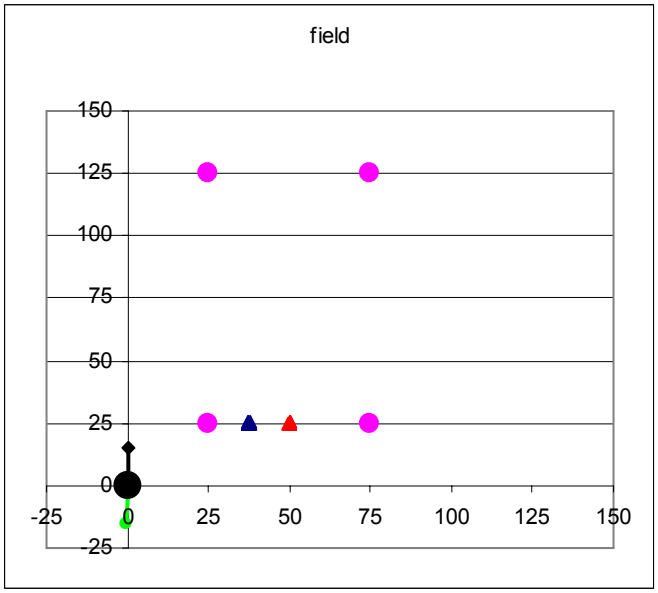
Het effect van deze ingewaaide zaden op de omvang van de zaadbank van deze soort, er van uitgaande dat de initiële zaadbank omvang 200 zaden per m^2 bedroeg, is op de lange termijn te verwaarlozen. (Figuur 14).



Figuur 14. *Het aantal zaden in de zaadbank van het gehele perceel (#/m2) voor de situatie dat er geen zaden inwaaien (seedbank) en de situatie dat er wel zaden inwaaien (seedbank+incoming seeds).*

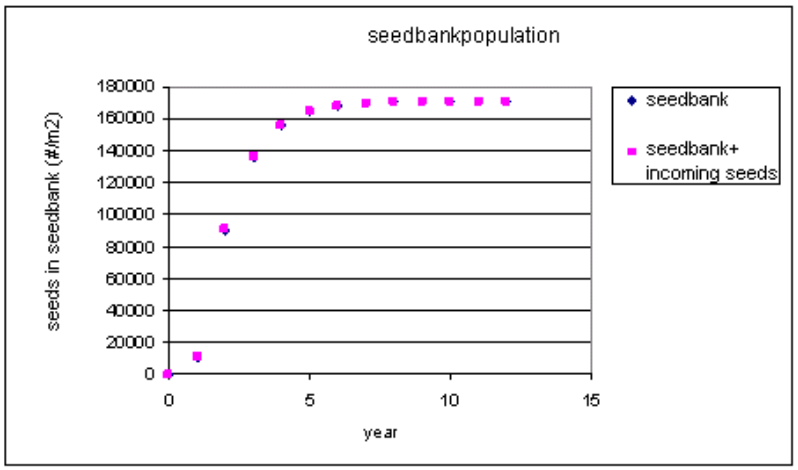
3 planten op 1 m afstand van de rand van een perceel

Van de 1000 zaden die door elke plant verspreid werden, kwamen er van plant 1, 2 en 3 respectievelijk 14, 11 en 0 in het doelgebied terecht. Al deze zaden kwamen in een cirkel met een straal van 1 m rond de plant terecht (Figuur 15).



Figuur 15. *De zaden die door de drie planten op de rand van het perceel verspreid werden en in het perceel terechtkomen. De roze punten geven de grenzen van het perceel weer. De afstanden op de assen zijn in meters. In de oorsprong staat de positie van de windroos weergegeven.*

Het effect van deze ingewaaide zaden op de omvang van de zaadbank van deze soort, er van uitgaande dat de initiële zaadbank omvang 200 zaden per m^2 bedroeg, is op de lange termijn te verwaarlozen (Figuur 16).



Figuur 16. Het aantal zaden in de zaadbank van het gehele perceel (#/m2) voor de situatie dat er geen zaden inwaaien (seedbank) en de situatie dat er wel zaden inwaaien (seedbank+incoming seeds).

3.2.2 Voorbeeld 2: Risico van inwaaiende *Taraxacum officinale* zaden van planten aan of op de rand van een perceel

Input

De volgende gegevens betreffende de populatiedynamiek van de zaadbank en zaadproductie van paardebloem (*Taraxacum officinale*) zijn uit de literatuur gehaald en als input gebruikt voor het model:

Valsnelheid van melganzevoet zaad	(VT):	-0.43 [m/s] (Jongejans, 1998)
Mortaliteit van inkomende zaden	(MORT1):	0.15 [-]
Mortaliteit van zaden in zaadbank	(MORT2):	0.11 [-]
Aandeel kiemende en opkomende zaden	(GERM1 en GERM2):	0.0058[-]
Onkruidbestrijding	(KILL1 en KILL2):	0.87 [-]
Zaadproductie per plant	(PPP1):	23436 [#pp]
Maximum zaadproductie	(MAXP1en MAXP2):	60000 [#m2] (Stewart-Wade, Neumann *et al.*, 2002)

Overige input:

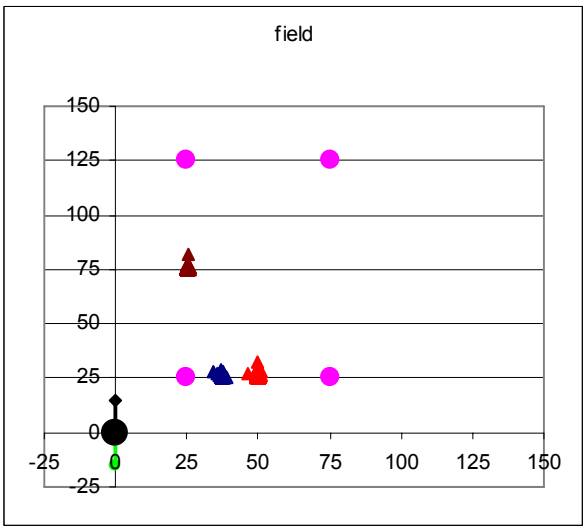
- 3 planten die op de rand van een veld van 50 X 100 m staan, of
- 3 planten die op 1 m afstand van de rand van een veld van 50 x 100 m staan.
- Een plant verspreidt 1000 zaden per dag.
- De berekening vindt plaats voor een periode van 1 dag.
- De windsnelheid is gedurende de hele dag constant (4 m/s).
- De vegetatiehoogte in het veld is 0.15 m.
- De zaden bevinden zich alle op een hoogte van 0.05 m op de plant, recht boven de stengel.

Voor de exacte inputfiles zie Bijlage III.

Resultaten

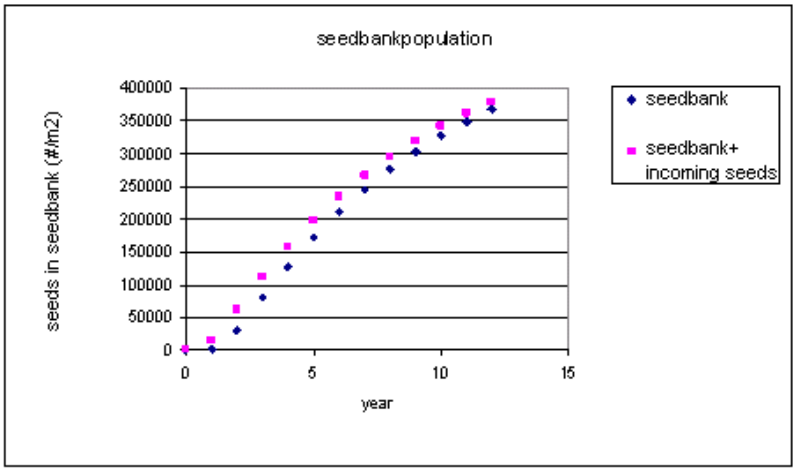
3 planten op de rand van een perceel

Van de 1000 zaden die door elke plant verspreid werden, kwamen er van plant 1, 2 en 3 respectievelijk 931, 938 en 484 in het doelgebied terecht. Bijna al deze zaden kwamen in een cirkel met een straal van 2 m rond de plant terecht (Figuur 17).



Figuur 17. *De zaden die door de drie planten op de rand van het perceel verspreid werden en in het perceel terechtkomen. De roze punten geven de grenzen van het perceel weer. De afstanden op de assen zijn in meters. In de oorsprong staat de positie van de windroos weergegeven.*

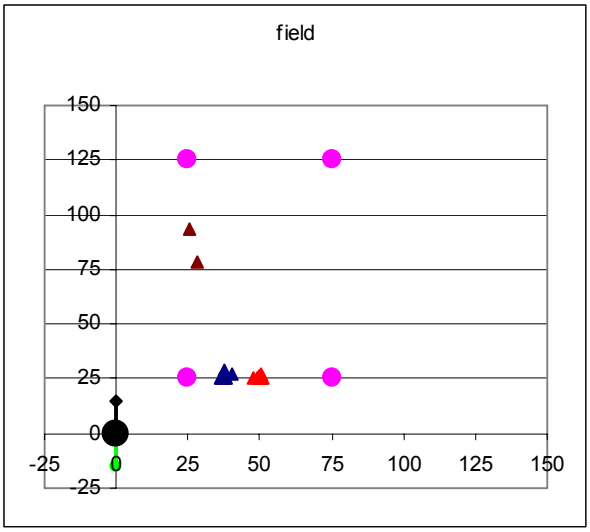
Het effect van deze ingewaaide zaden op de omvang van de zaadbank van deze soort, er van uitgaande dat de initiële zaadbank omvang 158 zaden per m^2 bedroeg, is op de lange termijn te verwaarlozen (Figuur 18).



Figuur 18. *Het aantal zaden in de zaadbank van het gehele perceel (#/m2) voor de situatie dat er geen zaden inwaaien (seedbank) en de situatie dat er wel zaden inwaaien (seedbank+incoming seeds).*

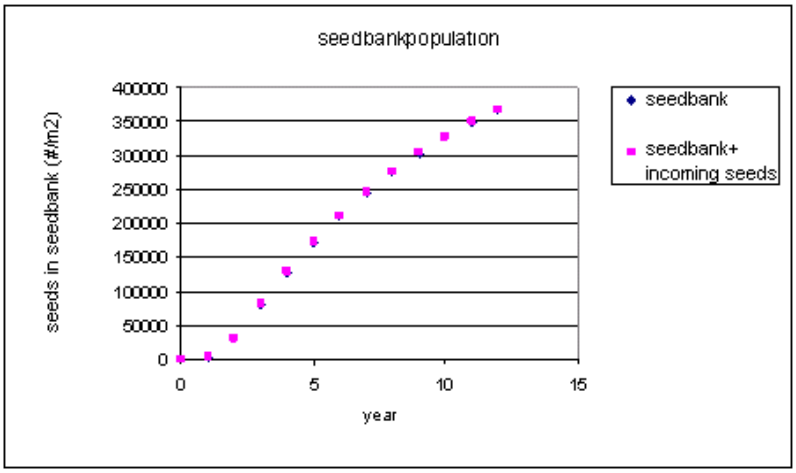
3 planten op 1 m afstand van de rand van een perceel

Van de 1000 zaden die door elke plant verspreid werden, kwamen er van plant 1, 2 en 3 respectievelijk 17, 23 en 2 in het doelgebied terecht. Bijna al deze zaden kwamen in een cirkel met een straal van 2 m rond de plant terecht (Figuur 19).



Figuur 19. *De zaden die door de drie planten op de rand van het perceel verspreid werden en in het perceel terechtkomen. De roze punten geven de grenzen van het perceel weer. De afstanden op de assen zijn in meters. In de oorsprong staat de positie van de windroos weergegeven.*

Het effect van deze ingewaaide zaden op de omvang van de zaadbank van deze soort, er van uitgaande dat de initiële zaadbank omvang 158 zaden per m^2 bedroeg, is op de lange termijn te verwaarlozen (Figuur 20).



Figuur 20. *Het aantal zaden in de zaadbank van het gehele perceel (#/m2) voor de situatie dat er geen zaden inwaaien (seedbank) en de situatie dat er wel zaden inwaaien (seedbank+incoming seeds).*

4. Samenvatting & conclusies

Risico's van ziekten en plagen door mechanische onkruidbestrijding

Tijdens het onderzoek in 2003 en 2004 is geconcludeerd dat:

- er geen studies bekend zijn waarin verhoogde aantasting door schimmels en bacteriën of aantallen plaagorganismen zijn waargenomen als direct gevolg van mechanische beschadiging.
- Het is niet in algemene zin te stellen dat er een grotere kans op ziekten en plagen is ten gevolge van mechanische onkruidbestrijding. Het feit dat er geen studies bekend zijn, geeft aan dat de kans dat de infectiedruk verhoogd wordt door machinaal mechanische onkruidbestrijding gering is.
- De nu algemeen heersende inschattingen van het risico voor ziekten en plagen als gevolg van mechanische onkruidbeheersing zijn zeer waarschijnlijk te hoog. De daadwerkelijke risico's dienen per gewas en schadeverwekker afgewogen te worden.
- Een aantal ziekteverwekkers als Botrytis treden pas op nadat alle mechanische onkruidbestrijding reeds is uitgevoerd.
- Voor een goede ontwikkeling van de meeste schimmel- als ook bacterieziekten zijn vochtige omstandigheden van belang, mechanische onkruidbestrijding wordt juist uitgevoerd onder droge omstandigheden. Wel is het zo dat verwondingen aan plantmateriaal wel degelijk een invalshoek vormen voor Botrytis sp. (Köhl, Molhoek *et al.*, 1991; Mayer, Staples *et al.*, 2001) en onder bepaalde (vochtige) omstandigheden voor een verhoogde infectie kunnen zorgen. Indirecte penetratie via necrotisch weefsel, zoals bijvoorbeeld oud wondweefsel, is niet uit te sluiten. De wondjes die gemaakt worden met mechanische onkruidbestrijding zijn echter zeer klein en zullen naar verwachting, zeker in verhouding tot alle andere teeltmaatregelen waarbij het perceel betreden en het gewas licht beschadigd wordt, geen (grote) bijdrage leveren aan een verhoogde infectie (expert judgement) (Kempenaar, Bleeker *et al.*, 2004).

Uit het in dit rapport beschreven vervolgonderzoek is gebleken dat:

Ondanks het feit dat er in de literatuur en volgens experts geen aantoonbaar verhoogde kans op de ontwikkeling van ziekten of plagen bestaat wanneer onkruiden mechanisch bestreden worden, denkt meer dan 80% van de biologische en meer dan 70% van de gangbare ondernemers dat mechanische onkruidbestrijding ziekte-ontwikkeling kan stimuleren. Van de ondervraagde bollentelers was dit zelfs 100%.

Risico's worden vooral ervaren in aardappel, ui en erwt door de biologische ondernemers en in aardappel, ui en prei door de gangbare telers. Bollentelers, zowel gangbaar als biologisch, verwachten de meeste problemen in tulp en hyacinth. De meeste gewas-ziekte combinaties die als meest risicovol worden ervaren door alle ondernemers zijn aardappel-*Phytophthora infestans*, ui-meeldauw. Daarnaast vinden de gangbare ondernemers prei-bladvlekkenziekte en de biologische ondernemers erwt-schimmelziekten risicovolle combinaties.

Meer dan 60% van de bollentelers zal in de door hen als risicovol ervaren situaties geen mechanische onkruidbestrijding toepassen, hoewel de onkruidsituatie daar wel om vraagt. Van de gangbare ondernemers past 28% mechanische onkruidbestrijding dan niet toe, van de biologische 42%. Dit is natuurlijk niet zo vreemd, aangezien biologische telers geen (chemische) correctiemiddelen tot hun beschikking hebben en de gangbare ondernemers dit in een aantal gevallen wel hebben.

Specifieke situaties die kunnen bijdragen aan een verhoogd risico volgens de ondervraagde ondernemers waren: het elkaar raken van plantrijen, gewassen met groot loof, nat blad of een vochtige bodem en een dichtgegroeid gewas.

Er worden ook positieve effecten op de bestrijding van ziekten en of plagen verwacht: 70% van de biologische en 40% van de gangbare ondernemers verwacht dat mechanische onkruidbestrijding kan bijdragen aan de bestrijding van bepaalde ziekten en of plagen. Een mogelijke verklaring voor dit verschil in verwachting tussen biologische en gangbare ondernemers is het volgende. Wanneer een ziekte of een plaag een gewas aantast, heeft deze op

biologische bedrijven meer kans om hoge dichtheden te bereiken dan op een gangbaar bedrijf (weer als gevolg van beschikbare bestrijdingsmethoden). Hierdoor zullen, indien er positieve effecten optreden van mechanische bewerkingen, deze eerder op biologische bedrijven duidelijk zichtbaar zijn dan op gangbare. De biologische ondernemers verwachten deze effecten vooral bij de bestrijding van insecten, gangbare ondernemers met name bij de bestrijding van schimmels.

Import van zaden op biologische bedrijven vanuit bermen en natuurterreinen

In 2004 is gestart met de bouw van een simulatiemodel dat verspreiding van onkruidzaden kan berekenen op basis van een windroos gekoppeld aan het model van Schippers *et al.* (1993). In 2005 is dit model uitgebreid en aangepast zodat het mogelijk is de populatiedynamiek van verspreidde zaden in de zaadbank te kunnen volgen.
De volgende gebruiksmogelijkheden zijn toegevoegd:

- Uitbreiding naar drie zaadbronnen.
- Uitbreiding met een perceel waarop de zaden in zullen waaien.
  het perceel is op te delen in sectoren van 1 m2.
- uitbreiding met een invoer van windrichting t.o.v. het perceel middels een windroos met 16 windrichtingen en ‘windstil’.
- uitbreiding met een matrixpopulatiemodel waarmee de invloed van de ingevoerde zaden op de hoeveelheid zaden in de zaadbank van een perceel bepaald kan worden voor de volgende 12 jaren.

Voor er sprake kan zijn van toepassing in de praktijk zal er een gevoeligheidsanalyse en validatie met het model uitgevoerd moeten worden.

Literatuur

Grundy, A.C. & A. Mead *et al.*, 2004.
'Seed production of *Chenopodium album* in competition with field vegetables.' Weed Research 44: 271-281.

Jongejans, E., 1998.
Seed dispersal by wind in herbaceous species. Theoretische productie ecologie. Wageningen, Landbouwuniversiteit Wageningen. Msc: 44.

Kempenaar, C. & P. Bleeker *et al.*, 2004.
Risico-beoordelingen onkruiden in biologische landbouw. Wageningen, Plant Research International: 64.

Mohler, C.L. & A.E. Galford, 1997.
'Weed seedling emergence and seed survival: separating the effects of seed position and soil modification by tillage.' Weed Research 37: 147-155.

Stewart-Wade, S.M. & S. Neumann *et al.*, 2002.
'The biology of Canadian weeds. 117. *Taraxacum officinale* G.H. Weber ex Wiggers.' Canadian Journal of Plant Science 82(4): 825-853.

Bijlage I.
Deelnemende bedrijven

Biologisch

Naam	Plaats
1. Andries Siepel	Wageningen
2. Scholtenszathe BIOPRO	Berger Compascuum
3. MTS Keizers	Sevenum
4. Quist	IJzendijke
5. Vader	Oude Tonge
6. Kuiper	Hensbroek
7. Wagter	De steeg
8. Duijnhouwer	Deventer
9. Reus	Groeningen
10.	Rijnsatenwoude
11. Frijns	Reijmerstok
12. De Ruijter	Meerlo
13. Rienks	Biddinghuizen
14. Huijts	Voerendaal
15. Gerbranda State	Pietersbierum
16. Rozendaal	Strijen
17. Van Hootegem	Kruiningen
18. Hidding	Orvelte
19. Van Gaalen (Biostee)	Zuid-Beijerland
20. Visser	Zud-Beijerland
21. Van Beek	Zevenbergen
22. Wiersma	Leermens
23. Van den Dries	Dronten
24. Van Vilsteren	Marknesse
25. Van Dis	Oude Molen
26. Donker	Middenmeer
27. Timmers	Engwierum
28. Postema	Wieringerwerf
29. Monsma (B.V. Explotatie NZ27)	Zeewolde
30. Smeenk	Wehl
31. Bakker	Munnekezijl
32. Haveman	Ommen
33. Buining	Ter Appelkanaal
34. Sweere	Marknesse

Gangbaar

Naam	Plaats
35. Hoek	Zeewolde
36. Rennen	Zeewolde
37. Erkelens	Zeylerveld
38. Reinders	Klijndijk
39. Hoenderken	Taarloo
40. Kleuskens	Meterik
41. Lakwijk	Woensdrecht
42. Kouwenberg	Beek en Donk
43. Van Dinther	Mortel
44. Doeleman	Nieuwerkerk
45. Botman	Oostwoud
46. Van der Burgt	Gemert
47. Berghuis	Kloosterburen
48. Houwing	Eexterveen
49. Swinkels	Horst
50. Van Boekel	Haps
51. Hendriks	Wanroij
52. Ruiter	Nieuwe Niedorp
53. Verdonk	Wervershoof
54. Van der Heijden	Kruisland
55. Sweep	Prinsenbeek
56. Pertijs	Ettenleur
57. Muller	Emmeloord
58. Luykx	Breda
59. Wigchering	Borgercompagnie
60. Schutter	Munnekezijl
61. Knook	Tollebeek
62. Raedts	Sevenum
63. Franken	Breda
64. Van den Heuvel	Bant
65. Tielen	America
66. Broers	Wervershoof
67. Buiks	Rijsbergen
68. Jensma	Hallum
69. Aerts	Meerlo
70. Luysterberg	Heerle
71. Reitsma	Blije
72. Lucassen	Sevenum
73. V.d. Berg	Rijsbergen
74. Broersen	Andijk

Bollentelers

Gangbaar

Naam	Plaats
75. Klugt	St. Maartensbrug
76. Maters	Anna Paulowna
77. Smit	't Zand
78. Van Saase	De Zilk
79. Groot-Koerkamp	Rutten

Biologisch

Naam	
80. Hermes	Wieringerwerf
81. Hoogeveen	Hillegom
82. Posthuma	Wieringerwerf
83. Timmerman	Benningbroek
84. PPO De Noord	St. Maartensbrug

Bijlage II.
Zaadverspreidingsmodel

Fortran listing zaadverspreidingsmodel BIO3

```
PROGRAM BIO3model

   IMPLICIT NONE

   INTEGER WNRS1,XCOL,YROW
   REAL XBORL,XBORR,YBORD,YBORU
   INTEGER,DIMENSION(250,250)::SECTTOT,SECT1,SECT2,SECT3
   SAVE SECT1,SECT2,SECT3

   CALL SeedtripW1 (WNRS1,XBORL,YBORD,XBORR,YBORU,SECT1)
   CALL SeedtripW2 (WNRS1,SECT2)
   CALL SeedtripW3 (WNRS1,SECT3)

   CALL seedpopdynamics (XBORL,XBORR,YBORD,YBORU,XCOL,YROW,SECT1,SECT2,SECT3)

END PROGRAM BIO3model


SUBROUTINE SeedtripW1 (WNRS1,XBORL,YBORD,XBORR,YBORU,SECT1)
   IMPLICIT NONE
! explanation of the variables
! ACCEL   = acceleration option (1 = yes, 0 = no)                  [-]
! AX      = acceleration in X direction                            [m s-2]
! AZ      = acceleration in Z direction                            [m s-2]
! D       = zero plane displacement                                [m]
! DELT    = timestep                                               [s]
! FILENAME= name of file with terminal velocity data               [-]
! FINTIM  = time at which the simulation is stopped anyway         [s]
! GRAV    = gravitation acceleration                               [m s-2]
! GAUSS   = Gaussian perturbation                                  [m]
! GASDEV  = Gaussian deviates function (Press et al., 1986, page 203)
! H       = height at which wind speed is measured                 [m]
! IDUM    = random number                                          [-]
! K       = air resistance                                         [m-1]
! KARMAN  = von Karman constant                                    [-]
! NUL     = zero                                                   [-]
! PLAF    = height of the windtunnel (0. means no upper limitation) [m]
! PRINTER = time interval between outputs                          [s]
! PRTIME  = printer clock                                          [s]
! RAN1    = random number generator
! S       = logarithmic part of the wind profile formula           [-]
! SIM     = number of seedsimulations per seedsource               [-]
! TIME    = seed flight clock                                      [s]
```

```
! TOP     = maximum height during a flight                    [m]
! USTAR   = friction velocity                                 [m s-1]
! VT      = terminal velocity of seed                         [m s-1]
! VX      = horizontal velocity of seed                       [m s-1]
! VZ      = vertical velocity of seed                         [m s-1]
! WX      = windprofile
! WXH     = measured windspeed at height H                    [m s-1]
! WSPE    = measured windspeed at height H                    [m s-1]
! X       = seed position in horizontal direction             [m]
! XINI    = initial seed position in horizontal direction     [m]
! Z       = seed position in vertical direction               [m]
! ZINI    = initial seed position in vertical direction       [m]
! ZV      = vegetation height                                 [m]
! Z0      = roughness length                                  [m]

!**
! WRX     = random number
! XCOR    = x-coordinate for individual seed
! YCOR    = y-coordinate for individual seed
! COMPDEG = rightturned angle between compas-North with Y-axis    [degrees]
! COMPRAD = rightturned angle between compas-North with Y-axis    [rad]
! XDIS    = horizontal distance parallel X-axis covered by seed   [m]
! YDIS    = horizontal distance parallel Y-axis covered by seed   [m]
! XSOURCn = x-coordinate seedsource-nr. n
! YSOURCn = y-coordinate seedsource-nr. n
! WAPO    = winddirection included with winddirectiondispersion  [rad]
! KIP     = lekker, random number involving winddirectiondispersion
! WDIRfr  = fraction winddirection from windfrequention-data
! WDIRRAD = angle between winddirection with X-axis              [rad]
! SIMWDIR = simulations per winddirection
! WNR     = winddirection number-index
! NEXTWNR = next winddirection number-index
! WNRS1   = first winddirection (number-index) used in simulation
! WDIR    = name of winddirection
! nrWDIR  = number of seed-simulationflights for this winddirection
!**
! XnFIELD = x-coordinate corner n of field
! YnFIELD = y-coordinate corner n of field
! XBORL   = left border of field parallel Y-axis
! XBORR   = right border of field parallel Y-axis
! YBORD   = down border of field parallel X-axis
! YBORU   = upper border of field parallel X-axis
! FISEEDn = number of seeds coming in field from source n
! SECTn   = array with field sectors for seeds coming from source n
! XCOL    = x-number of sector in field
! NRXCOL  = number of sectors along down border of field
! XSECTL  = x-number of the most left sector in field
! YROW    = y-number of sector in field
! NRYROW  = number of sectors along left border of field
! YSECTD  = y-number of the most down sector in field
```

```
!declaration of variables
!Seedtrip-part
    REAL D,DELT,FINTIM,H,KARMAN,NUL,PLAF,PRINTER,SIM,WSPE
    REAL PRTIME,S,TIME,TOP,USTAR,WXH,Z0,ZINI,XINI,GAUSS,ZV,RAN1,GASDEV
    REAL*8 AX,AZ,GRAV,K,VT,VX,WX,VZ,X,Z
    INTEGER ACCEL,IDUM,I,J

!Winddirection-part
    REAL WRX,XCOR,YCOR,COMPDEG,COMPRAD, XDIS, YDIS,XSOURC1,YSOURC1,WAPO,KIP
    REAL, DIMENSION(20)::WDIRfr,WDIRRAD,SIMWDIR
    INTEGER WNR,NEXTWNR,R,WNRS1
    DIMENSION WDIR(20)
    CHARACTER(LEN=5):: WDIR
    INTEGER, DIMENSION(20)::nrWDIR

!Fieldsite-part
    REAL XAFIELD,XBFIELD,XCFIELD,XDFIELD
    REAL YAFIELD,YBFIELD,YCFIELD,YDFIELD
    REAL XBORL,XBORR,YBORD,YBORU
    INTEGER FISEED1

    INTEGER,DIMENSION(250,250)::SECT1
    INTEGER XCOL,VALX,N,NRXCOL,XSECTL
    INTEGER YROW,VALY,T,NRYROW,YSECTD

    REAL,DIMENSION(250,250)::XAVE1
    REAL,DIMENSION(250,250)::XSECT1

    INTEGER,DIMENSION(250,250)::WNRSECT1


!Read input-wind-freq-file from Winddirection-part
! ..and the field-site-parameters
    OPEN (UNIT=9,FILE='INWIND.DAT',STATUS='OLD')

    DO R=1,17
    READ(9,*) WDIRfr(R)
    END DO

    READ(9,*) COMPDEG

    READ(9,*) XAFIELD
    READ(9,*) YAFIELD
    READ(9,*) XBFIELD
    READ(9,*) YBFIELD
    READ(9,*) XCFIELD
    READ(9,*) YCFIELD
    READ(9,*) XDFIELD
    READ(9,*) YDFIELD

    CLOSE (UNIT=9)
```

```
! read instruction file SEEDTRIP-Part
    OPEN (UNIT=10,FILE='INPUTW1.DAT',STATUS='OLD')

    READ(10,*) XSOURC1
    READ(10,*) YSOURC1
    READ(10,*) ACCEL
    READ(10,*) VT
    READ(10,*) SIM
    READ(10,*) WXH
    READ(10,*) XINI
    READ(10,*) ZINI
    READ(10,*) ZV

    CLOSE (UNIT=10)

! read seed for random number generator
    OPEN (UNIT=7,FILE='IDUM.DAT', STATUS='OLD')
    READ (7,*) IDUM
    CLOSE (UNIT=7)

! open output file SEEDTRIP-part, this was the default SEEDTRIP-outputfile
!   OPEN (UNIT=11,FILE='SEEDTRIP1.OUT', STATUS='NEW')

! open output file,seednr.in field,seedflightnr,distance,winddirection,x,y-coordinate
! x,y-sectornr. and total of seeds in sector
    OPEN (UNIT=12,FILE='FIELDSEED1.OUT',STATUS='REPLACE')
    WRITE (12,*)'seeds from source1 coming in outlined xcol-yrow-field'
    WRITE (12,'(A6,A6,A10,A8,A10,A10,3A6)')'fiseed1','simnr','distance','winddir','x-              cor','y-
cor','xcol','yrow','seeds'




! open outputfile with all seedflightsimulations and resultsdata
    OPEN (UNIT=14,FILE='ALLSeedsDATA1.OUT',STATUS ='REPLACE')
    WRITE (14,*)'all seeds from source1'
    WRITE (14,'(A6,A10,A8,A10,A10)')'simnr','distance','winddir','x-cor','y-cor'

! model constants
    DELT    =   0.01
    FINTIM  =1000.
    GRAV    =  -9.81
    H       =  10.0
    KARMAN  =   0.41
    PLAF    =   0.
    PRINTER =   0.01
```

```
! definition initial values Winddirection-part
    WDIR(1) ="N"
    WDIR(2) ="NNO"
    WDIR(3) ="NO"
    WDIR(4) ="ONO"
    WDIR(5) ="O"
    WDIR(6) ="OZO"
    WDIR(7) ="ZO"
    WDIR(8) ="ZZO"
    WDIR(9) ="Z"
    WDIR(10)="ZZW"
    WDIR(11)="ZW"
    WDIR(12)="WZW"
    WDIR(13)="W"
    WDIR(14)="WNW"
    WDIR(15)="NW"
    WDIR(16)="NNW"
    WDIR(17)="SIL"

    WDIRRAD(1)  =-1.57
    WDIRRAD(2)  =-1.965
    WDIRRAD(3)  =-2.36
    WDIRRAD(4)  =-2.75
    WDIRRAD(5)  =-3.14
    WDIRRAD(6)  =-3.535
    WDIRRAD(7)  =-3.93
    WDIRRAD(8)  =-4.32
    WDIRRAD(9)  =-4.71
    WDIRRAD(10) =-5.105
    WDIRRAD(11) =-5.50
    WDIRRAD(12) =-2.75
    WDIRRAD(13) = 0.
    WDIRRAD(14) =-0.395
    WDIRRAD(15) =-0.79
    WDIRRAD(16) =-1.18

!field initial data and borders
    FISEED1=0
    XBORL=MIN(XAFIELD,XBFIELD,XCFIELD,XDFIELD)
    XBORR=MAX(XAFIELD,XBFIELD,XCFIELD,XDFIELD)
    YBORU=MAX(YAFIELD,YBFIELD,YCFIELD,XDFIELD)
    YBORD=MIN(YAFIELD,YBFIELD,YCFIELD,XDFIELD)

    NRXCOL=XBORR-XBORL
    XSECTL=XBORL
    NRYROW=YBORU-YBORD
    YSECTD=YBORD
```

```
!definition initial values SEEDTRIP-Part
    WSPE=WXH

    NUL=0.
    AZ=0.
    VZ=0.
    AX=0.
    VX=0.
    X=XINI
    Z=ZINI
    D=10**(0.9793*LOG10(ZV)-0.1536)
    Z0=10**(0.997*LOG10(ZV)-0.883)

! number of seedflightsimulations per windirection
    DO WNR=1,17
    SIMWDIR(WNR)=SIM*WDIRfr(WNR)
    nrWDIR(WNR)=0
    END DO

!for different calculations of winddirections use.....
    CALL RANDOM_SEED()
!! ... otherwise disable this blue statement

    CALL RANDOM_NUMBER(WRX)
    WNR=INT(17*WRX+1)
    WNRS1=WNR

! number of simulations per seedsource
! is equal to the number of seeds which will leave the weedplant
! for each seed its flight will be simulated, distance will be calculated
! and x,y-coordinates determined.

    DO  I=1,SIM

33      IF (nrWDIR(WNR)<SIMWDIR(WNR))THEN
        nrWDIR(WNR)=nrWDIR(WNR)+1
        CALL RANDOM_NUMBER(KIP)

!       windangle dispersion 10 degrees = 0.1975 rad
!       WAPO=((WDIRRAD(WNR) + 0.1975) - (WDIRRAD(WNR)-0.1975))*KIP + (WDIRRAD(WNR)-          0.1975)

!       windangle dispersion 5 degrees = 0,0988 rad
        WAPO=((WDIRRAD(WNR) + 0.0988) - (WDIRRAD(WNR)-0.0988))*KIP + (WDIRRAD(WNR)-                0.0988)

          ELSE IF (nrWDIR(WNR)>=SIMWDIR(WNR))THEN
        WNR=WNR+1
          IF (WNR==18) THEN
          WNR=1
          ENDIF
          GOTO 33
          ENDIF
```

```
!SEEDTRIP-part in case of wind-silence
      IF (WNR.EQ.17)THEN
      WXH=0.226
        ELSE
        WXH=WSPE
        ENDIF

!continuing Seedtrip-part
      USTAR=KARMAN*WXH/(LOG10((H-D)/Z0))
        PRINT *,I
        TIME=0.
        PRTIME=0.
        AX=0.
        AZ=0.
        VX=0.
        VZ=0.
        X=XINI
        Z=ZINI
        TOP=ZINI
        K=-GRAV/(VT**2)

! simulation loop

        DO WHILE (TIME.LE.FINTIM .AND. Z.GT.0.)

! windprofiles at height Z

        S=MAX(.15,(Z-D)/Z0)
        WX=MAX(0.,((USTAR/KARMAN)*LOG10(S)))

! time steps

        TIME=TIME+DELT
        PRTIME=PRTIME+DELT

! calculation of velocity without or with acceleration

        IF (ACCEL.EQ.0) THEN
        VX=WX
        VZ=VT
        ELSE
        AX=K*(WX-VX)*((VZ)**2.+(WX-VX)**2.)**.5
        VX=VX+AX*DELT

        AZ=GRAV+K*(-VZ)*((VZ)**2.+(WX-VX)**2.)**.5
        VZ=VZ+AZ*DELT
        ENDIF
```

```
! calculation of position with Gaussian perturbation
! X is the distance from source (m)

        X=X+VX*DELT
        GAUSS=((2*KARMAN*USTAR*Z*DELT)**.5)*GASDEV(IDUM)
        Z=Z+VZ*DELT+GAUSS

! maximum height (of windtunnel)

        IF (PLAF.GT.NUL.AND.Z.GT.PLAF) THEN
        Z=PLAF
        END IF
        TOP=MAX(Z,TOP)

! end simulation-loop individual seed
    END DO

!goniometric calculations to x,y-coordinates
      COMPRAD = COMPDEG * 3.1416/180

      IF (WNR.EQ.17)THEN
        XDIS=0.
        YDIS=0.
        ELSE

      XDIS=X*COS(WAPO-COMPRAD)
      YDIS=X*SIN(WAPO-COMPRAD)
        ENDIF
        XCOR=XDIS+XSOURC1
        YCOR=YDIS+YSOURC1

! write all seedflightnrs,distance,winddirection,x-coordinate,y-coordinate
      WRITE (14,'(I6,F10.4,A8,F10.4,F10.4)')I,X,WDIR(WNR),XCOR,YCOR

! Seed-selection icf fieldsitedata
      IF((XCOR>=XBORL.AND.XCOR<=XBORR).AND.(YCOR>=YBORD.AND.YCOR<=YBORU))THEN
        FISEED1=FISEED1+1

      VALX=0
        DO N=1,NRXCOL
      IF (XCOR>=XSECTL.AND.XCOR<(XSECTL+1))THEN
      XCOL=XSECTL+1
      VALX=1
        XSECTL=XBORL
        ELSE
      XSECTL=XSECTL+1
      ENDIF
      IF (VALX.EQ.1) EXIT
      END DO
      VALY=0
        DO T=1,NRYROW
      IF (YCOR>=YSECTD.AND.YCOR<(YSECTD+1))THEN
      YROW=YSECTD+1
```

```
          VALY=1
          YSECTD=YBORD
          ELSE
        YSECTD=YSECTD+1
        ENDIF
        IF (VALY.EQ.1) EXIT
        END DO

          SECT1(XCOL,YROW)=SECT1(XCOL,YROW)+1
        IF (SECT1(XCOL,YROW)==1) WNRSECT1(XCOL,YROW)=WNR
        IF (SECT1(XCOL,YROW)>0) THEN
          XSECT1(XCOL,YROW)=XSECT1(XCOL,YROW)+X
          XAVE1(XCOL,YROW)=XSECT1(XCOL,YROW)/SECT1(XCOL,YROW)
          ELSE
          ENDIF


! write nr.in field,seedflightnr,distance,winddirect,x- and y-coordinate
WRITE(12,'(I6,I6,F10.4,A8,F10.4,F10.4,3I6)')FISEED1,I,X,WDIR(WNR),                XCOR,YCOR,XCOL,&
YROW,SECT1(XCOL,YROW)

        ENDIF

!end calculations simulation seedsflights
    END DO
!total numbers seeds per winddirection

    OPEN (UNIT=16,FILE='SECTORS1.OUT',STATUS='REPLACE')
    WRITE (16,*)'total number of seeds from source1 in sectors in field'
    WRITE (16,'(2A6,A10,A12,A6)')'xcol','yrow','av-dist','seednr-cum','wind'
    XCOL=XBORL+1
    YROW=YBORD+1

    DO XCOL=XBORL+1,XBORR
    DO YROW=YBORD+1,YBORU

    IF (SECT1(XCOL,YROW)>0)THEN
    WNR=WNRSECT1(XCOL,YROW)
    WRITE (16,'(2I6,F10.2,I6,A15)')XCOL,YROW,XAVE1(XCOL,YROW),&
    SECT1(XCOL,YROW),WDIR(WNR)
    ELSE
    ENDIF
    END DO
    YROW=YBORD+1
    END DO

    CLOSE (UNIT=12)
    CLOSE (UNIT=14)
    CLOSE (UNIT=16)
```

```
! save new seed for random number generator
    OPEN (UNIT=7,FILE='IDUM.DAT', STATUS='UNKNOWN')
    IDUM=INT(10000*(RAN1(IDUM)))
    WRITE (7,*) IDUM,' :'
    CLOSE (UNIT=7)

CALL Fieldsite(COMPRAD,XAFIELD,YAFIELD,XBFIELD,YBFIELD,     XCFIELD,YCFIELD,XDFIELD,YDFIELD)

!10-06
    END SUBROUTINE SeedtripW1


! Gaussian deviates function (Press et al., 1986, page 203)

    FUNCTION GASDEV(IDUM)
    REAL FAC,GASDEV,GSET,R,V1,V2
    INTEGER ISET

    DATA ISET /0/
    IF (ISET.EQ.0) THEN
1   V1=2.*RAN1(IDUM)-1.
    V2=2.*RAN1(IDUM)-1.
    R=V1**2+V2**2
    IF (R.GE.1.) GO TO 1
    FAC=SQRT(-2.*LOG(R)/R)
    GSET=V1*FAC
    GASDEV=V2*FAC
    ISET=1
    ELSE
    GASDEV=GSET
    ISET=0
    ENDIF

    END FUNCTION GASDEV

! random number generator function (Press et al., 1986, page 196)

    FUNCTION RAN1(IDUM)
    REAL RAN1,RM1,RM2
    INTEGER IA1,IA2,IA3,IC1,IC2,IC3,IDUM,IFF,IX1,IX2,IX3,J,M1,M2,M3

    DIMENSION R(97)
    PARAMETER (M1=259200,IA1=7141,IC1=54773,RM1=1./M1)
    PARAMETER (M2=134456,IA2=8121,IC2=28411,RM2=1./M2)
    PARAMETER (M3=243000,IA3=4561,IC3=51349)
    DATA IFF /0/
    IF (IDUM.LT.0.OR.IFF.EQ.0) THEN
    IFF=1
    IX1=MOD(IC1-IDUM,M1)
    IX1=MOD(IA1*IX1+IC1,M1)
    IX2=MOD(IX1,M2)
    IX1=MOD(IA1*IX1+IC1,M1)
    IX3=MOD(IX1,M3)
```

```
      DO 11 J=1,97
      IX1=MOD(IA1*IX1+IC1,M1)
      IX2=MOD(IA2*IX2+IC2,M2)
      R(J)=(FLOAT(IX1)+FLOAT(IX2)*RM2)*RM1
   11 CONTINUE
      IDUM=1
      ENDIF
      IX1=MOD(IA1*IX1+IC1,M1)
      IX2=MOD(IA2*IX2+IC2,M2)
      IX3=MOD(IA3*IX3+IC3,M3)
      J=1+(97*IX3)/M3
      IF (J.GT.97.OR.J.LT.1) PAUSE
      RAN1=R(J)
      R(J)=(FLOAT(IX1)+FLOAT(IX2)*RM2)*RM1

      END FUNCTION RAN1

   SUBROUTINE SeedtripW2 (WNRS1,SECT2)
      IMPLICIT NONE

   ! declaration of variables
   !Seedtrip-part
      REAL D,DELT,FINTIM,H,KARMAN,NUL,PLAF,PRINTER,SIM,WSPE
      REAL PRTIME,S,TIME,TOP,USTAR,WXH,Z0,ZINI,XINI,GAUSS,ZV,RAN1,GASDEV
      REAL*8 AX,AZ,GRAV,K,VT,VX,WX,VZ,X,Z
      INTEGER ACCEL,IDUM,I,J

   !Winddirection-part
      REAL WRX,XCOR,YCOR,COMPDEG,COMPRAD, XDIS, YDIS,XSOURC2,YSOURC2,WAPO,KIP
      REAL, DIMENSION(20)::WDIRfr,WDIRRAD,SIMWDIR
      INTEGER WNR,NEXTWNR,R,WNRS1
      DIMENSION WDIR(20)
      CHARACTER(LEN=5):: WDIR
      INTEGER, DIMENSION(20)::nrWDIR

   !Fieldsite-part
      REAL XAFIELD,XBFIELD,XCFIELD,XDFIELD
      REAL YAFIELD,YBFIELD,YCFIELD,YDFIELD
      REAL XBORL,XBORR,YBORD,YBORU
      INTEGER FISEED2

      INTEGER,DIMENSION(250,250)::SECT2
      INTEGER XCOL,VALX,N,NRXCOL,XSECTL
      INTEGER YROW,VALY,T,NRYROW,YSECTD

      REAL,DIMENSION(250,250)::XAVE2
      REAL,DIMENSION(250,250)::XSECT2

      INTEGER,DIMENSION(250,250)::WNRSECT2

   !read input-wind-freq-file from Winddirection-part
   ! ..and the field-site-parameters
      OPEN (UNIT=9,FILE='INWIND.DAT',STATUS='OLD')
```

```
    DO R=1,17
    READ(9,*) WDIRfr(R)
    END DO

    READ(9,*) COMPDEG

    READ(9,*) XAFIELD
    READ(9,*) YAFIELD
    READ(9,*) XBFIELD
    READ(9,*) YBFIELD
    READ(9,*) XCFIELD
    READ(9,*) YCFIELD
    READ(9,*) XDFIELD
    READ(9,*) YDFIELD

    CLOSE (UNIT=9)

! read instruction file SEEDTRIP-Part
    OPEN (UNIT=20,FILE='INPUTW2.DAT',STATUS='OLD')

    READ(20,*) XSOURC2
    READ(20,*) YSOURC2
    READ(20,*) ACCEL
    READ(20,*) VT
    READ(20,*) SIM
    READ(20,*) WXH
    READ(20,*) XINI
    READ(20,*) ZINI
    READ(20,*) ZV

    CLOSE (UNIT=20)

! read seed for random number generator
    OPEN (UNIT=7,FILE='IDUM.DAT', STATUS='OLD')
    READ (7,*) IDUM
    CLOSE (UNIT=7)

! open output file,seednr.in field,seedflightnr,distance,winddirection,x-coordinate,y-coordinate
    OPEN (UNIT=22,FILE='FIELDSEED2.OUT',STATUS='REPLACE')
    WRITE (22,*)'seeds from source2 coming in outlined xcol-yrow-field'
    WRITE (22,'(A6,A6,A10,A8,A10,A10,3A6)')'fiseed2','simnr','distance','winddir','x-              cor','y-
cor','xcol','yrow','seeds'

! open outputfile with all seedflightsimulations and resultsdata
    OPEN (UNIT=24,FILE='ALLSeedsDATA2.OUT',STATUS ='REPLACE')
    WRITE (24,*)'all seeds from source2'
    WRITE (24,'(A6,A10,A8,A10,A10)')'simnr','distance','winddir','x-cor','y-cor'
! model constants
    DELT    =   0.01
    FINTIM  =1000.
    GRAV    =  -9.81
    H       =  10.0
```

```
    KARMAN  =   0.41
    PLAF    =   0.
    PRINTER =   0.01

! definition initial values Winddirection-part
    WDIR(1) ="N"
    WDIR(2) ="NNO"
    WDIR(3) ="NO"
    WDIR(4) ="ONO"
    WDIR(5) ="O"
    WDIR(6) ="OZO"
    WDIR(7) ="ZO"
    WDIR(8) ="ZZO"
    WDIR(9) ="Z"
    WDIR(10)="ZZW"
    WDIR(11)="ZW"
    WDIR(12)="WZW"
    WDIR(13)="W"
    WDIR(14)="WNW"
    WDIR(15)="NW"
    WDIR(16)="NNW"
    WDIR(17)="SIL"

    WDIRRAD(1)  =-1.57
    WDIRRAD(2)  =-1.965
    WDIRRAD(3)  =-2.36
    WDIRRAD(4)  =-2.75
    WDIRRAD(5)  =-3.14
    WDIRRAD(6)  =-3.535
    WDIRRAD(7)  =-3.93
    WDIRRAD(8)  =-4.32
    WDIRRAD(9)  =-4.71
    WDIRRAD(10) =-5.105
    WDIRRAD(11) =-5.50
    WDIRRAD(12) =-2.75
    WDIRRAD(13) = 0.
    WDIRRAD(14) =-0.395
    WDIRRAD(15) =-0.79
    WDIRRAD(16) =-1.18

! field initial data and borders
    FISEED2=0
    XBORL=MIN(XAFIELD,XBFIELD,XCFIELD,XDFIELD)
    XBORR=MAX(XAFIELD,XBFIELD,XCFIELD,XDFIELD)
    YBORU=MAX(YAFIELD,YBFIELD,YCFIELD,XDFIELD)
    YBORD=MIN(YAFIELD,YBFIELD,YCFIELD,XDFIELD)

    NRXCOL=XBORR-XBORL
    XSECTL=XBORL

    NRYROW=YBORU-YBORD
    YSECTD=YBORD
```

```
! definition initial values SEEDTRIP-Part
! addition
    WSPE=WXH

    NUL=0.
    AZ=0.
    VZ=0.
    AX=0.
    VX=0.
    X=XINI
    Z=ZINI
    D=10**(0.9793*LOG10(ZV)-0.1536)
    Z0=10**(0.997*LOG10(ZV)-0.883)

!number of seedflightsimulations per winddirection
    DO WNR=1,17
    SIMWDIR(WNR)=SIM*WDIRfr(WNR)
    nrWDIR(WNR)=0
    END DO

!start with same winddirection like source 1
    WNR=WNRS1

! number of simulations per seedsource
! is equal to the number of seeds which will leave the weedplant
! for each seed its flight will be simulated, distance will be calculated
! and x,y-coordinates determined.

    DO  I=1,SIM

33      IF (nrWDIR(WNR)<SIMWDIR(WNR))THEN
        nrWDIR(WNR)=nrWDIR(WNR)+1
          CALL RANDOM_NUMBER(KIP)

! windangle dispersion 10 degrees =0.1975 rad
!       WAPO=((WDIRRAD(WNR) + 0.1975) - (WDIRRAD(WNR)-0.1975))*KIP +
       (WDIRRAD(WNR)- 0.1975)


! windangle dispersion 5 degrees =0.0988 rad
WAPO=((WDIRRAD(WNR) + 0.0988) - (WDIRRAD(WNR)-0.0988))*KIP + (WDIRRAD(WNR)-        0.0988)

          ELSE IF (nrWDIR(WNR)>=SIMWDIR(WNR))THEN
        WNR=WNR+1
        IF (WNR==18) THEN
          WNR=1
          ENDIF
          GOTO 33
          ENDIF
```

```
!SEEDTRIP-part in case of wind-silence
      IF (WNR.EQ.17)THEN
      WXH=0.226
        ELSE
        WXH=WSPE
        ENDIF



!continuing Seedtrip-part
      USTAR=KARMAN*WXH/(LOG10((H-D)/Z0))
        PRINT *,I
        TIME=0.
        PRTIME=0.
        AX=0.
        AZ=0.
        VX=0.
        VZ=0.
        X=XINI
        Z=ZINI
        TOP=ZINI
        K=-GRAV/(VT**2)

! simulation loop

        DO WHILE (TIME.LE.FINTIM .AND. Z.GT.0.)

! windprofiles at height Z

        S=MAX(.15,(Z-D)/Z0)
        WX=MAX(0.,((USTAR/KARMAN)*LOG10(S)))

! time steps

        TIME=TIME+DELT
        PRTIME=PRTIME+DELT

! calculation of velocity without or with acceleration

        IF (ACCEL.EQ.0) THEN
        VX=WX
        VZ=VT
        ELSE
        AX=K*(WX-VX)*((VZ)**2.+(WX-VX)**2.)**.5
        VX=VX+AX*DELT

        AZ=GRAV+K*(-VZ)*((VZ)**2.+(WX-VX)**2.)**.5
        VZ=VZ+AZ*DELT
        ENDIF


! calculation of position with Gaussian perturbation
```

```
! X is the distance from source (m)

        X=X+VX*DELT
        GAUSS=((2*KARMAN*USTAR*Z*DELT)**.5)*GASDEV(IDUM)
        Z=Z+VZ*DELT+GAUSS

! maximum height (of windtunnel)

        IF (PLAF.GT.NUL.AND.Z.GT.PLAF) THEN
        Z=PLAF
        END IF
        TOP=MAX(Z,TOP)

! end simulation loop individual seed
    END DO



! goniometric calculations to x,y-coordinates

    COMPRAD = COMPDEG * 3.1416/180

    IF (WNR.EQ.17)THEN
    XDIS=0.
    YDIS=0.
    ELSE

    XDIS=X*COS(WAPO-COMPRAD)
    YDIS=X*SIN(WAPO-COMPRAD)
    ENDIF
    XCOR=XDIS+XSOURC2
    YCOR=YDIS+YSOURC2

!write all seedflightnrs,distance,winddirection,x-coordinate,y-coordinate
    WRITE (24,'(I6,F10.4,A8,F10.4,F10.4)')I,X,WDIR(WNR),XCOR,YCOR

! Seed-selection icf fieldsitedata
    IF((XCOR>=XBORL.AND.XCOR<=XBORR).AND.(YCOR>=YBORD.AND.YCOR<=YBORU))THEN
    FISEED2=FISEED2+1

    VALX=0
    DO N=1,NRXCOL
    IF (XCOR>=XSECTL.AND.XCOR<(XSECTL+1))THEN
    XCOL=XSECTL+1
    VALX=1
    XSECTL=XBORL
    ELSE
    XSECTL=XSECTL+1
    ENDIF
    IF (VALX.EQ.1) EXIT
    END DO

    VALY=0
```

```
    DO T=1,NRYROW
    IF (YCOR>=YSECTD.AND.YCOR<(YSECTD+1))THEN
    YROW=YSECTD+1
    VALY=1
    YSECTD=YBORD
    ELSE
    YSECTD=YSECTD+1
    ENDIF
    IF (VALY.EQ.1) EXIT
    END DO

    SECT2(XCOL,YROW)=SECT2(XCOL,YROW)+1
    IF (SECT2(XCOL,YROW)==1) WNRSECT2(XCOL,YROW)=WNR
    IF (SECT2(XCOL,YROW)>0)THEN
    XSECT2(XCOL,YROW)=XSECT2(XCOL,YROW)+X
    XAVE2(XCOL,YROW)=XSECT2(XCOL,YROW)/SECT2(XCOL,YROW)
    ELSE
    ENDIF

! write nr.in field,seedflightnr,distance,winddirect,x- and y-coordinate
! ...and x-colomnnr.sector, y-rownr.sector, seeds coming in sector x,y
    WRITE (22,'(I6,I6,F10.4,A8,F10.4,F10.4,3I6)')FISEED2,I,X,WDIR(WNR),XCOR,
          YCOR,XCOL,YROW,SECT2(XCOL,YROW)

    ENDIF

! end calculations simulation seedflight individual seeds
    END DO

! write the sectors with the number of incoming seeds
    OPEN (UNIT=26,FILE='SECTORS2.OUT',STATUS='REPLACE')
    WRITE (26,*)'total number of seeds from source2 in sectors in field'
    WRITE (26,'(2A6,A10,A12,A6)')'xcol','yrow','av-dist','seednr-cum','wind'

    XCOL=XBORL+1
    YROW=YBORD+1

    DO XCOL=XBORL+1,XBORR
    DO YROW=YBORD+1,YBORU

    IF (SECT2(XCOL,YROW)>0)THEN
    WNR=WNRSECT2(XCOL,YROW)
    WRITE (26,'(2I6,F10.2,I6,A15)')XCOL,YROW,XAVE2(XCOL,YROW),&
    SECT2(XCOL,YROW),WDIR(WNR)
    ELSE
    ENDIF
    END DO
    YROW=YBORD+1
    END DO
```

```
! close output files,

    CLOSE (UNIT=22)

    CLOSE (UNIT=24)

    CLOSE (UNIT=26)

! save new seed for random number generator
    OPEN (UNIT=7,FILE='IDUM.DAT', STATUS='UNKNOWN')
    IDUM=INT(10000*(RAN1(IDUM)))
    WRITE (7,*) IDUM,' :'
    CLOSE (UNIT=7)

!10-06
    END SUBROUTINE SeedtripW2



SUBROUTINE SeedtripW3 (WNRS1,SECT3)
    IMPLICIT NONE

!declaration of variables
!Seedtrip-part
    REAL D,DELT,FINTIM,H,KARMAN,NUL,PLAF,PRINTER,SIM,WSPE
    REAL PRTIME,S,TIME,TOP,USTAR,WXH,Z0,ZINI,XINI,GAUSS,ZV,RAN1,GASDEV
    REAL*8 AX,AZ,GRAV,K,VT,VX,WX,VZ,X,Z
    INTEGER ACCEL,IDUM,I,J


!Winddirection-part
    REAL WRX,XCOR,YCOR,COMPDEG,COMPRAD, XDIS, YDIS,XSOURC3,YSOURC3,WAPO,KIP
    REAL, DIMENSION(20)::WDIRfr,WDIRRAD,SIMWDIR
    INTEGER WNR,NEXTWNR,R,WNRS1
    DIMENSION WDIR(20)
    CHARACTER(LEN=5):: WDIR
    INTEGER, DIMENSION(20)::nrWDIR

!Fieldsite-part
    REAL XAFIELD,XBFIELD,XCFIELD,XDFIELD
    REAL YAFIELD,YBFIELD,YCFIELD,YDFIELD
    REAL XBORL,XBORR,YBORD,YBORU
    INTEGER FISEED3

    INTEGER,DIMENSION(250,250)::SECT3
    INTEGER XCOL,VALX,N,NRXCOL,XSECTL
    INTEGER YROW,VALY,T,NRYROW,YSECTD

    REAL,DIMENSION(250,250)::XAVE3
    REAL,DIMENSION(250,250)::XSECT3

    INTEGER,DIMENSION(250,250)::WNRSECT3
```

```
!read input-wind-freq-file from Winddirection-part
! ..and the field-site-parameters
    OPEN (UNIT=9,FILE='INWIND.DAT',STATUS='OLD')

    DO R=1,17
    READ(9,*) WDIRfr(R)
    END DO

    READ(9,*) COMPDEG

    READ(9,*) XAFIELD
    READ(9,*) YAFIELD
    READ(9,*) XBFIELD
    READ(9,*) YBFIELD
    READ(9,*) XCFIELD
    READ(9,*) YCFIELD
    READ(9,*) XDFIELD
    READ(9,*) YDFIELD

    CLOSE (UNIT=9)

! read instruction file SEEDTRIP-Part
    OPEN (UNIT=30,FILE='INPUTW3.DAT',STATUS='OLD')

    READ(30,*) XSOURC3
    READ(30,*) YSOURC3
    READ(30,*) ACCEL
    READ(30,*) VT
    READ(30,*) SIM
    READ(30,*) WXH
    READ(30,*) XINI
    READ(30,*) ZINI
    READ(30,*) ZV

    CLOSE (UNIT=30)



! read seed for random number generator
    OPEN (UNIT=7,FILE='IDUM.DAT', STATUS='OLD')
    READ (7,*) IDUM
    CLOSE (UNIT=7)



! open output file,seednr.in field,seedflightnr,distance,winddirection,
  x-coordinate,y-coordinate
    OPEN (UNIT=32,FILE='FIELDSEED3.OUT',STATUS='REPLACE')
    WRITE (32,*)'seeds from source3 coming in outlined xcol-yrow-field'
    WRITE (32,'(A6,A6,A10,A8,A10,A10,3A6)')'fiseed1','simnr','distance',
          'winddir','x-cor','y-cor','xcol','yrow','seeds'
```

```
! open outputfile with all seedflightsimulations and resultsdata
    OPEN (UNIT=34,FILE='ALLSeedsDATA3.OUT',STATUS ='REPLACE')
    WRITE (34,*)'all seeds from source3'
    WRITE (34,'(A6,A10,A8,A10,A10)')'simnr','distance','winddir','x-cor','y-cor'

! model constants
    DELT    =   0.01
    FINTIM  =1000.
    GRAV    =  -9.81
    H       =  10.0
    KARMAN  =   0.41
    PLAF    =   0.
    PRINTER =   0.01

! definition initial values Winddirection-part
    WDIR(1) ="N"
    WDIR(2) ="NNO"
    WDIR(3) ="NO"
    WDIR(4) ="ONO"
    WDIR(5) ="O"
    WDIR(6) ="OZO"
    WDIR(7) ="ZO"
    WDIR(8) ="ZZO"
    WDIR(9) ="Z"
    WDIR(10)="ZZW"
    WDIR(11)="ZW"
    WDIR(12)="WZW"
    WDIR(13)="W"
    WDIR(14)="WNW"
    WDIR(15)="NW"
    WDIR(16)="NNW"
    WDIR(17)="SIL"

    WDIRRAD(1)  =-1.57
    WDIRRAD(2)  =-1.965
    WDIRRAD(3)  =-2.36
    WDIRRAD(4)  =-2.75
    WDIRRAD(5)  =-3.14
    WDIRRAD(6)  =-3.535
    WDIRRAD(7)  =-3.93
    WDIRRAD(8)  =-4.32
    WDIRRAD(9)  =-4.71
    WDIRRAD(10) =-5.105
    WDIRRAD(11) =-5.50
    WDIRRAD(12) =-2.75
    WDIRRAD(13) = 0.
    WDIRRAD(14) =-0.395
    WDIRRAD(15) =-0.79
    WDIRRAD(16) =-1.18
```

```
!field initial data and borders
    FISEED3=0
    XBORL=MIN(XAFIELD,XBFIELD,XCFIELD,XDFIELD)
    XBORR=MAX(XAFIELD,XBFIELD,XCFIELD,XDFIELD)
    YBORU=MAX(YAFIELD,YBFIELD,YCFIELD,XDFIELD)
    YBORD=MIN(YAFIELD,YBFIELD,YCFIELD,XDFIELD)

    NRXCOL=XBORR-XBORL
    XSECTL=XBORL

    NRYROW=YBORU-YBORD
    YSECTD=YBORD

! definition initial values SEEDTRIP-Part
! addition
    WSPE=WXH

    NUL=0.
    AZ=0.
    VZ=0.
    AX=0.
    VX=0.
    X=XINI
    Z=ZINI
    D=10**(0.9793*LOG10(ZV)-0.1536)
    Z0=10**(0.997*LOG10(ZV)-0.883)

!number of seedflightsimulations per winddirection
    DO WNR=1,17
    SIMWDIR(WNR)=SIM*WDIRfr(WNR)
    nrWDIR(WNR)=0
    END DO

!start with same winddirection like source1
    WNR=WNRS1

! number of simulations per seedsource
! is equal to the number of seeds which will leave the weedplant
! for each seed its flight will be simulated, distance will be calculated
! and x,y-coordinates determined.
    DO  I=1,SIM

33  IF (nrWDIR(WNR)<SIMWDIR(WNR))THEN
    nrWDIR(WNR)=nrWDIR(WNR)+1
    CALL RANDOM_NUMBER(KIP)

! windangle dispersion 10 degrees =0.1975 rad
!   WAPO=((WDIRRAD(WNR) + 0.1975) - (WDIRRAD(WNR)-0.1975))*KIP +
        (WDIRRAD(WNR)-    0.1975)
!windangle dispersion  5 degrees =0.0988 rad
    WAPO=((WDIRRAD(WNR) + 0.0988) - (WDIRRAD(WNR)-0.0988))*KIP +
        (WDIRRAD(WNR)-0.0988)
```

```
    ELSE IF (nrWDIR(WNR)>=SIMWDIR(WNR)) THEN
    WNR=WNR+1
    IF (WNR==18) THEN
    WNR=1
    ENDIF
    GOTO 33
    ENDIF

!SEEDTRIP-part in case of wind-silence
    IF (WNR.EQ.17)THEN
    WXH=0.226
    ELSE
    WXH=WSPE
    ENDIF

!continuing Seedtrip-part
    USTAR=KARMAN*WXH/(LOG10((H-D)/Z0))
    PRINT *,I
    TIME=0.
    PRTIME=0.
    AX=0.
    AZ=0.
    VX=0.
    VZ=0.
    X=XINI
    Z=ZINI
    TOP=ZINI
    K=-GRAV/(VT**2)

! simulation loop

    DO WHILE (TIME.LE.FINTIM .AND. Z.GT.0.)

! windprofiles at height Z

    S=MAX(.15,(Z-D)/Z0)
    WX=MAX(0.,((USTAR/KARMAN)*LOG10(S)))

! time steps
    TIME=TIME+DELT
    PRTIME=PRTIME+DELT
```

```
! calculation of velocity without or with acceleration

    IF (ACCEL.EQ.0) THEN
    VX=WX
    VZ=VT
    ELSE
    AX=K*(WX-VX)*((VZ)**2.+(WX-VX)**2.)**.5
    VX=VX+AX*DELT

    AZ=GRAV+K*(-VZ)*((VZ)**2.+(WX-VX)**2.)**.5
    VZ=VZ+AZ*DELT
    ENDIF

! calculation of position with Gaussian perturbation
! X is the distance from source (m)

    X=X+VX*DELT
    GAUSS=((2*KARMAN*USTAR*Z*DELT)**.5)*GASDEV(IDUM)
    Z=Z+VZ*DELT+GAUSS

! maximum height (of windtunnel)

    IF (PLAF.GT.NUL.AND.Z.GT.PLAF) THEN
    Z=PLAF
    END IF
    TOP=MAX(Z,TOP)
! end simulation loop individual seed
    END DO

! goniometric calculations to x,y-coordinates
    COMPRAD = COMPDEG * 3.1416/180
    IF (WNR.EQ.17)THEN
    XDIS=0.
    YDIS=0.
    ELSE

    XDIS=X*COS(WAPO-COMPRAD)
    YDIS=X*SIN(WAPO-COMPRAD)
    ENDIF
    XCOR=XDIS+XSOURC3
    YCOR=YDIS+YSOURC3

!JD write all seedflightnrs,distance,winddirection,x-coordinate,y-coordinate
    WRITE (34,'(I6,F10.4,A8,F10.4,F10.4)')I,X,WDIR(WNR),XCOR,YCOR
```

```
! Seed-selection icf fieldsitedata
    IF((XCOR>=XBORL.AND.XCOR<=XBORR).AND.(YCOR>=YBORD.AND.YCOR<=YBORU))THEN
    FISEED3=FISEED3+1

    VALX=0
    DO N=1,NRXCOL
    IF (XCOR>=XSECTL.AND.XCOR<(XSECTL+1))THEN
    XCOL=XSECTL+1
    VALX=1
    XSECTL=XBORL
    ELSE
    XSECTL=XSECTL+1
    ENDIF
    IF (VALX.EQ.1) EXIT
    END DO

    VALY=0
    DO T=1,NRYROW
    IF (YCOR>=YSECTD.AND.YCOR<(YSECTD+1))THEN
    YROW=YSECTD+1
    VALY=1
    YSECTD=YBORD
    ELSE
    YSECTD=YSECTD+1
    ENDIF
    IF (VALY.EQ.1) EXIT
    END DO

    SECT3(XCOL,YROW)=SECT3(XCOL,YROW)+1
    IF (SECT3(XCOL,YROW)==1) WNRSECT3(XCOL,YROW)=WNR
    IF (SECT3(XCOL,YROW)>0) THEN
    XSECT3(XCOL,YROW)=XSECT3(XCOL,YROW)+X
    XAVE3(XCOL,YROW)= XSECT3(XCOL,YROW)/SECT3(XCOL,YROW)
    ELSE
    ENDIF

! JD write nr.in field,seedflightnr,distance,winddirect,x- and y-coordinate
! ...and x-colomnnr.sector, y-rownr.sector, seeds coming in sector x,y
    WRITE (32,'(I6,I6,F10.4,A8,F10.4,F10.4,3I6)')FISEED3,I,X,WDIR(WNR),
          XCOR,YCOR,XCOL,YROW,SECT3(XCOL,YROW)

    ENDIF

! end calculations simulation seedflight individual seeds
    END DO
```

```
! write the sectors with the number of incoming seeds
    OPEN (UNIT=36,FILE='SECTORS3.OUT',STATUS='REPLACE')
    WRITE (36,*)'total number of seeds from source3 in sectors in field'
    WRITE (36,'(2A6,A10,A12,A6)')'xcol','yrow','av-dist','seednr-cum','wind'
    XCOL=XBORL+1
    YROW=YBORD+1

    DO XCOL=XBORL+1,XBORR
    DO YROW=YBORD+1,YBORU

    IF (SECT3(XCOL,YROW)>0)THEN
    WNR=WNRSECT3(XCOL,YROW)
    WRITE (36,'(2I6,F10.2,I6,A15)')XCOL,YROW,XAVE3(XCOL,YROW),&
    SECT3(XCOL,YROW),WDIR(WNR)
    ELSE
    ENDIF
    END DO
    YROW=YBORD+1
    END DO

! close output files,

    CLOSE (UNIT=32)

    CLOSE (UNIT=34)

    CLOSE (UNIT=36)


! save new seed for random number generator
    OPEN (UNIT=7,FILE='IDUM.DAT', STATUS='UNKNOWN')
    IDUM=INT(10000*(RAN1(IDUM)))
    WRITE (7,*) IDUM,' :'
    CLOSE (UNIT=7)

    END SUBROUTINE SeedtripW3

SUBROUTINE Fieldsite (COMPRAD,XAFIELD,YAFIELD,XBFIELD,YBFIELD,XCFIELD,
                      YCFIELD,XDFIELD,YDFIELD)
     IMPLICIT NONE
     REAL X1COMPASS,Y1COMPASS,X2COMPASS,Y2COMPASS
     REAL XLENGTH,YLENGTH,COMPRAD
     REAL XAFIELD,YAFIELD,XBFIELD,YBFIELD,XCFIELD,YCFIELD,XDFIELD,YDFIELD
     Character(LEN=6):: ZOT
     ZOT="      "
     X1COMPASS = 0.
     Y1COMPASS = 0.

     XLENGTH = 15.* SIN(COMPRAD)
     YLENGTH = 15.* COS(COMPRAD)

     X2COMPASS = X1COMPASS + XLENGTH
     Y2COMPASS = Y1COMPASS + YLENGTH
```

```
      OPEN (UNIT=4,FILE='DRAWSITE.OUT',STATUS='REPLACE')
      WRITE (4,'(4A10)')'x-com','y-com','x-corn','y-corn'
      WRITE (4,'(F10.4,F10.4,F10.4,F10.4)')X1COMPASS,Y1COMPASS,XAFIELD,YAFIELD
      WRITE (4,'(F10.4,F10.4,F10.4,F10.4)')X2COMPASS,Y2COMPASS,XBFIELD,YBFIELD
      WRITE (4,'(A10,A10,F10.4,F10.4)')ZOT,ZOT,XCFIELD,YCFIELD
      WRITE (4,'(A10,A10,F10.4,F10.4)')ZOT,ZOT,XDFIELD,YDFIELD
      CLOSE (UNIT=4)

      END SUBROUTINE Fieldsite


SUBROUTINE Seedpopdynamics (XBORL,XBORR,YBORD,YBORU,XCOL,YROW,SECT1,SECT2,SECT3)

!seedpopulation dynamics, according model N.den Hollander (1999)

!   MORT  =  fraction mortality by natural causes
!   GERM  =  fraction germinating and emerging
!   KILL  =  fraction seedlings killed by weedcontrol
!   PPP   =  maximum number of seeds per plant at low plantdensity
!   MAXP  =  maximum number of produced seeds per m2 at high(er) plantdensities
!   SINI1 =  number of incoming seeds per sector
!   SINI2 =  startnumber of seeds in seedbank
!   ST    =  new number of seeds survived+produced next year

      implicit none
      REAL MORT1,GERM1,KILL1,PPP1,MAXP1,SINI1,ST1
      REAL REST1,TOTP1
      REAL SINI2,MORT2,GERM2,KILL2,PPP2,MAXP2,ST2
      REAL REST2,TOTP2
      REAL SBANK,SBANKI,SBANKTOT
      REAL, DIMENSION(12)::SBANKY,SBANKQ
      SAVE SBANKY,SBANKQ
      INTEGER G,n,XDUM

!Fieldsite-part

      REAL XBORL,XBORR,YBORD,YBORU
      INTEGER,SAVE,DIMENSION(250,250)::SECTTOT
      INTEGER,DIMENSION(250,250)::SECT1,SECT2,SECT3
      INTEGER XCOL,YROW

      OPEN(UNIT=54,FILE='POPUPAR.DAT',STATUS='OLD')

!parameters incoming seeds
!     READ(54,*)SINI1 ! replaced by incoming seeds
      READ(54,*)MORT1
      READ(54,*)GERM1
      READ(54,*)KILL1
      READ(54,*)PPP1
      READ(54,*)MAXP1
```

```
!parameters seeds in seedbank
    READ(54,*)SINI2
    READ(54,*)MORT2
    READ(54,*)GERM2
    READ(54,*)KILL2
    READ(54,*)PPP2
    READ(54,*)MAXP2

    CLOSE(UNIT=54)

    SBANKI=SINI2

    OPEN (UNIT=50,FILE='population.OUT',STATUS='REPLACE')
    WRITE (50,*)'summery seeds coming from three sources in field-sectors
          and totalized'
    WRITE (50,*)'added to seednumber in seedbank and followed with calculations for'
    WRITE (50,*)'seedpopulation in seedbank the next 12 years'


!situation for no incoming seeds, just for seedbank
    XDUM=0
    SINI1=0.

    DO N=1,12

    REST2= (1.-GERM2-MORT2)*SINI2
    TOTP2= (PPP2*(1.-KILL2)*GERM2*SINI2)&
          /(1.+(PPP2/MAXP2)*(1.-KILL2)*(GERM2*SINI2)+&
              (PPP1/MAXP1)*(1.-KILL1)*GERM1*SINI1)
    ST2=REST2+TOTP2
    SBANKQ(N)=ST2
    SINI2=ST2

    END DO

    WRITE (50,'(A5,A8,4A6,A9,2A7,10A9)')'x-sec','y-sec',' s1',' s2',
         's3',' wtot','sbank','1','2','3',&
          '4','5','6','7','8','9','10','11','12'
    WRITE (50,'(6I6,13F9.0)')XDUM,XDUM,XDUM,XDUM,XDUM,XDUM,SBANKI,SBANKQ
!situation for incoming seeds
    XCOL=XBORL+1
    YROW=YBORD+1

    DO XCOL=XBORL+1,XBORR
    DO YROW=YBORD+1,YBORU
    SECTTOT(XCOL,YROW)=SECT1(XCOL,YROW)+SECT2(XCOL,YROW)+SECT3(XCOL,YROW)
    IF (SECTTOT(XCOL,YROW)>0)THEN

! incoming seeds
    SINI1= SECTTOT(XCOL,YROW)
    SINI2= SBANKI
```

```
    DO G=1,12

    REST1= (1.-GERM1-MORT1)*SINI1
    TOTP1= (PPP1*(1.-KILL1)*GERM1*SINI1)&
              /(1.+(PPP1/MAXP1)*(1.-KILL1)*(GERM1*SINI1)+&
           (PPP2/MAXP2)*(1.-KILL2)*GERM2*SINI2)
    ST1=REST1+TOTP1

! seeds already in seedbank
    REST2= (1.-GERM2-MORT2)*SINI2
    TOTP2= (PPP2*(1.-KILL2)*GERM2*SINI2)&
          /(1.+(PPP2/MAXP2)*(1.-KILL2)*(GERM2*SINI2)+&
            (PPP1/MAXP1)*(1.-KILL1)*GERM1*SINI1)
    ST2=REST2+TOTP2

    SBANKTOT=ST1+ST2
    SBANKY(G)=SBANKTOT

    SINI1=ST1
    SINI2=ST2

    END DO

    SINI1= SECTTOT(XCOL,YROW)
    SINI2=SBANKI

    WRITE (50,'(6I6,13F9.0)')XCOL,YROW,SECT1(XCOL,YROW),SECT2(XCOL,YROW),&
             SECT3(XCOL,YROW),SECTTOT(XCOL,YROW),SBANKI+SECTTOT(XCOL,YROW),
           SBANKY(1),SBANKY(2),& SBANKY(3),SBANKY(4),SBANKY(5),SBANKY(6),
           SBANKY(7),SBANKY(8),& SBANKY(9),SBANKY(10),SBANKY(11),SBANKY(12)
    ELSE
    ENDIF
    END DO
    YROW=YBORD+1
    END DO
    CLOSE(UNIT=50)

    END SUBROUTINE Seedpopdynamics
```

Bijlage III.
Chenopodium album input

3 planten op de rand van een perceel

Input melganzevoetplant 1

```
37.5   XSOURC1    [-]     x-coordinate source1
25.0   YSOURC1    [-]     y-coordinate source1
0      ACCEL      [-]     acceleration option (1 = yes, 0 = no)
-2.71  VT         [m/s]   terminal velocity of this seed
1000   SIM        [-]     number of seedflightsimulations per source
4.0    WXH        [m/s]   measured windspeed at height H (4.0 default)
0      XINI       [m]     initial seed position in horizontal direction
0.5    ZINI       [m]     initial seed position in vertical direction
0.15   ZV         [m]     vegetation height
```

Input melganzevoetplant 2

```
50.0   XSOURC2    [-]      x-coordinate source2
25.0   YSOURC2    [-]      y-coordinate source2
0      ACCEL      [-]      acceleration option (1 = yes, 0 = no)
-2.71  VT         [m/s]    terminal velocity of this seed
1000   SIM        [-]      number of seedflightsimulations per source
4.0    WXH        [m/s]    measured windspeed at height H (4.0 default)
0.     XINI       [m]      initial seed position in horizontal direction
0.5    ZINI       [m]      initial seed position in vertical direction
0.15   ZV         [m]      vegetation height
```

Input melganzevoetplant 3

```
25.0   XSOURC2    [-]      x-coordinate source2
75.0   YSOURC2    [-]      y-coordinate source2
0      ACCEL      [-]      acceleration option (1 = yes, 0 = no)
-2.71  VT         [m/s]    terminal velocity of this seed
1000   SIM        [-]      number of seedflightsimulations per source
4.0    WXH        [m/s]    measured windspeed at height H (4.0 default)
0.     XINI       [m]      initial seed position in horizontal direction
0.5    ZINI       [m]      initial seed position in vertical direction
0.15   ZV         [m]      vegetation height
```

3 planten op 1 m afstand van de rand van een perceel

Input melganzevoetplant 1

```
37.5   XSOURC1    [-]     x-coordinate source1
24.0   YSOURC1    [-]     y-coordinate source1
0      ACCEL      [-]     acceleration option (1 = yes, 0 = no)
-2.71  VT         [m/s]   terminal velocity of this seed
1000   SIM        [-]     number of seedflightsimulations per source
4.0    WXH        [m/s]   measured windspeed at height H (4.0 default)
0      XINI       [m]     initial seed position in horizontal direction
0.5    ZINI       [m]     initial seed position in vertical direction
0.15   ZV         [m]     vegetation height
```

Input melganzevoetplant 2

```
50.0   XSOURC2    [-]      x-coordinate source2
24.0   YSOURC2    [-]      y-coordinate source2
0      ACCEL      [-]      acceleration option (1 = yes, 0 = no)
-2.71  VT         [m/s]    terminal velocity of this seed
1000   SIM        [-]      number of seedflightsimulations per source
4.0    WXH        [m/s]    measured windspeed at height H (4.0 default)
0.     XINI       [m]      initial seed position in horizontal direction
0.5    ZINI       [m]      initial seed position in vertical direction
0.15   ZV         [m]      vegetation height
```

Input melganzevoetplant 3

```
24.0   XSOURC2    [-]      x-coordinate source2
75.0   YSOURC2    [-]      y-coordinate source2
0      ACCEL      [-]      acceleration option (1 = yes, 0 = no)
-2.71  VT         [m/s]    terminal velocity of this seed
1000   SIM        [-]      number of seedflightsimulations per source
4.0    WXH        [m/s]    measured windspeed at height H (4.0 default)
0.     XINI       [m]      initial seed position in horizontal direction
0.5    ZINI       [m]      initial seed position in vertical direction
0.15   ZV         [m]      vegetation height
```

Overige input

Input windroos

```
0.000      frN       [-]          all fractions of winddirections
0.000      frNNO     [-]
0.000      frNO      [-]          totall sum should be 1.0
0.000      frONO     [-]
0.03125    frO       [-]
0.03125    frOZO     [-]
0.0625     frZO      [-]
0.125      frZZO     [-]
0.500      frZ       [-]
0.125      frZZW     [-]
0.0625     frZW      [-]
0.03125    frWZW     [-]
0.03125    frW       [-]
0.000      frWNW     [-]
0.000      frNW      [-]
0.000      frNNW     [-]
0.000      frSIL     [-]

0.60     COMPDEG   [degrees]    angle of NorthCompassDirection with
                                Y-axis
```

Input veldeigenschappen

```
  25.0      XAFIELD   [-]          x-coordinate A
  25.0      YAFIELD   [-]          y-coordinate A
  75.0      XBFIELD   [-]                       B
  25.0      YBFIELD   [-]                       B
  75.0      XCFIELD   [-]                       C
 125.0      YCFIELD   [-]                       C
  25.0      XDFIELD   [-]                       D
 125.0      YDFIELD   [-]                       D
```

Input populatiedynamiek melganzevoet

```
0.497  MORT1  [-]    fraction mortality incoming seeds
0.082  GERM1  [-]    germination and emerging
0.99   KILL1  [-]    killrate or weedcontrol
69245  PPP1   [#pp]  seedproduction per plant
100000 MAXP1  [#m2]  maximum seedproduction per m2

200    SINI2  [#m2]  number of seeds in seedbank
0.497  MORT2  [-]    fraction mortality seeds in seedbank
0.082  GERM2  [-]    germination and emerging
0.99   KILL2  [-]    killrate or weedcontrol
69245  PPP2   [#pp]  seedproduction per plant
100000.MAXP2  [#m2]  maximum seedproduction per m2
```

Bijlage IV.
Taraxacum officinale input

3 planten op de rand van een perceel

Input paardebloemplant 1

```
37.5    XSOURC1     [-]     x-coordinate source1
24.0    YSOURC1     [-]     y-coordinate source1
0       ACCEL       [-]     acceleration option (1 = yes, 0 = no)
-0.43   VT          [m/s]   terminal velocity of this seed
1000    SIM         [-]     number of seedflightsimulations per source
4.0     WXH         [m/s]   measured windspeed at height H (4.0 default)
0       XINI        [m]     initial seed position in horizontal direction
0.10    ZINI        [m]     initial seed position in vertical direction
0.05    ZV          [m]     vegetation height
```

Input paardebloemplant 2

```
50.0    XSOURC2     [-]      x-coordinate source2
24.0    YSOURC2     [-]      y-coordinate source2
0       ACCEL       [-]      acceleration option (1 = yes, 0 = no)
-0.43   VT          [m/s]    terminal velocity of this seed
1000    SIM         [-]      number of seedflightsimulations per source
4.0     WXH         [m/s]    measured windspeed at height H (4.0 default)
0.      XINI        [m]      initial seed position in horizontal direction
0.10    ZINI        [m]      initial seed position in vertical direction
0.05    ZV          [m]      vegetation height
```

Input paardebloemplant 3

```
24.0    XSOURC2     [-]      x-coordinate source2
75.0    YSOURC2     [-]      y-coordinate source2
0       ACCEL       [-]      acceleration option (1 = yes, 0 = no)
-0.43   VT          [m/s]    terminal velocity of this seed
1000    SIM         [-]      number of seedflightsimulations per source
4.0     WXH         [m/s]    measured windspeed at height H (4.0 default)
0.      XINI        [m]      initial seed position in horizontal direction
010     ZINI        [m]      initial seed position in vertical direction
0.05    ZV          [m]      vegetation height
```

3 planten op 1 m afstand van de rand van een perceel

Input paardebloemplant 1

```
37.5   XSOURC1    [-]     x-coordinate source1
24.0   YSOURC1    [-]     y-coordinate source1
0      ACCEL      [-]     acceleration option (1 = yes, 0 = no)
-0.43  VT         [m/s]   terminal velocity of this seed
1000   SIM        [-]     number of seedflightsimulations per source
4.0    WXH        [m/s]   measured windspeed at height H (4.0 default)
0      XINI       [m]     initial seed position in horizontal direction
0.10   ZINI       [m]     initial seed position in vertical direction
0.05   ZV         [m]     vegetation height
```

Input paardebloemplant 2

```
50.0   XSOURC2    [-]      x-coordinate source2
24.0   YSOURC2    [-]      y-coordinate source2
0      ACCEL      [-]      acceleration option (1 = yes, 0 = no)
-0.43  VT         [m/s]    terminal velocity of this seed
1000   SIM        [-]      number of seedflightsimulations per source
4.0    WXH        [m/s]    measured windspeed at height H (4.0 default)
0.     XINI       [m]      initial seed position in horizontal direction
0.10   ZINI       [m]      initial seed position in vertical direction
0.05   ZV         [m]      vegetation height
```

Input paardebloemplant 3

```
24.0   XSOURC2    [-]      x-coordinate source2
75.0   YSOURC2    [-]      y-coordinate source2
0      ACCEL      [-]      acceleration option (1 = yes, 0 = no)
-0.43  VT         [m/s]    terminal velocity of this seed
1000   SIM        [-]      number of seedflightsimulations per source
4.0    WXH        [m/s]    measured windspeed at height H (4.0 default)
0.     XINI       [m]      initial seed position in horizontal direction
0.10   ZINI       [m]      initial seed position in vertical direction
0.05   ZV         [m]      vegetation height
```

Overige input

Input windroos

```
0.000      frN       [-]          all fractions of winddirections
0.000      frNNO     [-]
0.000      frNO      [-]          totall sum should be 1.0
0.000      frONO     [-]
0.03125    frO       [-]
0.03125    frOZO     [-]
0.0625     frZO      [-]
0.125      frZZO     [-]
0.500      frZ       [-]
0.125      frZZW     [-]
0.0625     frZW      [-]
0.03125    frWZW     [-]
0.03125    frW       [-]
0.000      frWNW     [-]
0.000      frNW      [-]
0.000      frNNW     [-]
0.000      frSIL     [-]

0.60     COMPDEG   [degrees]    angle of NorthCompassDirection with
                                Y-axis
```

Input veldeigenschappen

```
  25.0      XAFIELD   [-]          x-coordinate A
  25.0      YAFIELD   [-]          y-coordinate A
  75.0      XBFIELD   [-]                        B
  25.0      YBFIELD   [-]                        B
  75.0      XCFIELD   [-]                        C
 125.0      YCFIELD   [-]                        C
  25.0      XDFIELD   [-]                        D
 125.0      YDFIELD   [-]                        D
```

Input populatiedynamiek paardebloem

```
0.11   MORT1  [-]    fraction mortality incoming seeds
0.0058 GERM1  [-]    germination and emerging
0.87   KILL1  [-]    killrate or weedcontrol
23436  PPP1   [#pp]  seedproduction per plant
60000  MAXP1  [#m2]  maximum seedproduction per m2

158    SINI2  [#m2]  number of seeds in seedbank
0.11   MORT2  [-]    fraction mortality seeds in seedbank
0.0058 GERM2  [-]    germination and emerging
0.87   KILL2  [-]    killrate or weedcontrol
23436  PPP2   [#pp]  seedproduction per plant
60000. MAXP2  [#m2]  maximum seedproduction per m2
```