Preventie van vogelschade bij fruitbedrijven

Veldtoets met de Firefly bakenkaart op bedrijven met Conference peren

Loes van den Bremer en Caspar Hallmann

SOVON-onderzoeksrapport 2011/19
Deze rapportage is samengesteld in
opdracht van het Faunafonds

COLOFON

© SOVON Vogelonderzoek Nederland
Natuurplaza (gebouw Mercator 3)
Toernooiveld 1
Postbus 6521
6503 GA Nijmegen

Telefoon: (024) 7410410
Email: advies@sovon.nl
Homepage: www.sovon.nl

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Faunafonds.

Wijze van citeren: Van den Bremer L. & Hallmann C. 2011. Preventie van vogelschade bij fruitbedrijven; veldtoets met de Firefly bakenkaart op bedrijven met Conference peren. SOVON-onderzoeksrapport 2011/19. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van SOVON en/of de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Dankwoord 4

Samenvatting 5

1. Inleiding 6
   1.1 Achtergrond 6
   1.2 Onderzoeksvragen 6
   1.3 Leeswijzer 6

2. Methode 7
   2.1 Bepaling steekproefgrootte 7
   2.2 Proefopzet 7
   2.3 Werking Firefly bakenkaart 8
   2.4 Veldwerk 9
   2.5 Dataverwerking en analyse 10

3. Resultaten 12
   3.1 Beschrijving van de schadegegevens 12
   3.2 Effect Firefly 15

4. Conclusies en discussie 19

5. Aanbevelingen 21

Literatuur 22

Bijlage 1. Schatting van de steekproefgrootte 23
Bijlage 2. Ligging plots per bedrijf 28

Dankwoord

J. de Jager, Vogelaar Fruitcultures, Houtekamer Fruit, de heer Sinke, L.J.P. Goud, de heer Barendregt, A. Wisse, S. Kloosterman, M. Slabbekoorn, Schipper, J.J.C. Sterrenberg, Oskam Neerijnen B.V., J.G. Haarlem, M. Snijder, J.D.G. Baauw, C.J. van Leeuwen, Fruitteeltbedrijf Timmerman, H.C. Blijderveen, P. Floor en C.W. van Ossenbruggen worden hartelijk bedankt voor het ter beschikking stellen van een deel van hun bedrijf in 2010 en 2011 voor de veldproef met de Firefly's.

Maarten Ariëns van Foreest Groen Consult assisteerde bij het veldwerk en gaf daarnaast advies omtrent het gebruik en de plaatsing van de Firefly's. Vanuit SOVON leverden Vincent de Boer, Maartje Liefting en Frank Majoor een bijdrage aan het veldwerk. Wolf Teunissen leverde vanuit SOVON commentaar op een eerdere versie van dit rapport. Het project is namens het Faunafonds begeleid door Frans van Bommel.

Samenvatting

Het totale bedrag aan uitgekeerde tegemoetkomingen voor schade aan fruit door vogels in Nederland is het laatste decennium enorm toegenomen. In 2010 werd bijna 1,5 miljoen euro als schadevergoeding uitgekeerd, terwijl de vergoeding in 2005 *ca.* 400.000 euro bedroeg.Er lijkt dus sprake te zijn van een toenemend probleem in de fruitteelt en daarom is er behoefte aan maatregelen die tot een effectieve vermindering van de schade door vogels aan rijpend fruit kunnen leiden. In 2009 is in opdracht van het Faunafonds een pilot uitgevoerd waarin is onderzocht of de Firefly bakenkaart een verminderend effect heeft op schade veroorzaakt door vogels aan rijpende Conference peren. Naar aanleiding van de veelbelovende resultaten van deze pilot heeft in 2010 en 2011 een grootschalige veldproef met de Firefly plaatsgevonden bij 20 bedrijven in Zeeland en de Betuwe. In deze veldproef is onderzocht in hoeverre de Firefly een significant verminderd effect op schade veroorzaakt door vogels aan rijpende Conference peren heeft en of de positionering van de Firefly daarbij nog een rol speelt.

Binnen elk bedrijf zijn in de boomgaard drie plots van gelijke grootte (*ca*. 25 x 75 meter) langs de windsingel gemarkeerd. Elk plot kreeg een aparte behandeling: (1) Firefly's geconcentreerd langs de windsingel, (2) Firefly's gelijkmatig verdeeld over het plot en (3) geen Firefly's (controle). Voor zowel behandeling 1 als 2 werden 9 Firefly's gebruikt. De behandelingen zijn random over de plots verdeeld. Het tweede jaar heeft elk plot een andere behandeling dan het voorgaande jaar gekregen om zo eventuele systematische invloeden van de plots aselect over de verschillende behandelingen te verdelen. De plots zijn één keer vlak voor de oogst bezocht om de schade vast te stellen. Bij de 20 bedrijven zijn in 2010 en 2011 in totaal 3570 bomen gecontroleerd op aangepikte peren.

Gemiddeld over de 20 bedrijven was er in de plots met Firefly's significant minder schade veroorzaakt door kleine zangvogels dan in de plots zonder Firefly's. In de plots waarbij de Firefly's geconcentreerd langs de windsingel hingen was significant minder schade aanwezig dan in de plots waar de Firefly verspreid waren opgehangen. In de plots met Firefly's verspreid was gemiddeld 31 procent minder schade dan in de controleplots. Plots met Firefly's geconcentreerd langs de windsingelhadden gemiddeld 50 procent minder schade in vergelijking met de controleplots. De hoeveelheid schade veroorzaakt door zangvogels neemt toe naarmate de afstand tot de Firefly toeneemt. Zowel in 2010 als 2011 werd de meerderheid van de schade (ca. 95%) veroorzaakt door kleine zangvogels. Bij de schade veroorzaakt door kraaiachtigen is geen schadeverminderend effect van de Firefly vastgesteld.

In deze proef zijn slechts twee varianten in positionering van de Firefly's gebruikt. Het is duidelijk dat gemiddeld genomen de Firefly een schadeverminderend effect heeft, maar bij welke opstelling het optimum in de schadebeperking wordt bereikt is onbekend. Daarnaast is niet bekend in hoeverre zangvogels zijn uitgeweken naar delen van de boomgaard waar geen Firefly's hingen. Indien dat het geval is, dan is het schadeverminderend effect van de Firefly mogelijk overschat.

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Het totale bedrag aan uitgekeerde tegemoetkomingen voor schade aan fruit door vogels in Nederland is het laatste decennium enorm toegenomen. In 2010 is € 1.430.987,- tegemoet gekomen aan schade door zangvogels, een toename van meer dan 350 procent ten opzichte van 2005 (Faunafonds Jaarverslag 2010). Ook elders in Europa is schade door vogels aan rijpende peren met zekerheid vastgesteld. De omvang van het probleem verschilt echter tussen landen, jaren en locaties en wordt minder goed gevolgd en vastgelegd dan in Nederland (Van den Bremer 2009). Onderzoek van het NIOO wijst uit dat de schade zich concentreert bij de zoetere fruitrassen zoals de Conference peer en dat de meest waarschijnlijke veroorzakers mezen zijn (Kool- en Pimpelmees) (Dulos & Visser 2006). Met name in de directe nabijheid van de windsingel wordt schade ondervonden (Dulos & Visser 2006, Van den Bremer 2009). Het merendeel van de fruittelers maakt gebruik van één of meer preventieve middelen ter voorkoming van de schade. Hierbij kan gedacht worden aan akoestische middelen zoals knalapparaten en visuele middelen zoals vlaggen, linten en ballonnen. Veel van deze middelen hebben echter geen vermindering van de schade tot gevolg. Er is behoefte aan maatregelen die tot een effectieve vermindering van de schade door vogels aan rijpend fruit kunnen leiden.

Om vogels opmerkzaam te maken op gevaarlijke situaties zoals hoogspanningslijnen is de Firefly ontwikkeld.Allengs is ontdekt dat deze originele toepassing allang niet meer de enige is (www.vogelwering.eu). Onbekend was echter of de Firefly ook een afschrikkend effect op vogels in boomgaarden kon hebben. Dit is in eerste instantie verkend in 2009 door bij vijf bedrijven in de Betuwe plots met Firefly's uit te rusten en deze te vergelijken met plots zonder Firefly's (Van den Bremer *et al.* 2009). De resultaten van deze pilot suggereerden dat de Firefly een redelijk tot zeer sterk verminderend effect kan hebben op de hoeveelheid schade die zangvogels aan fruitkunnen verrichten. Tevens bleek dat bomenrijen dicht bij de windsingel aanmerkelijk meer schade ondervonden dan rijen verder verwijderd van de windsingel, zoals al eerder was vastgesteld door Dulos & Visser (2006) en Van den Bremer (2009). De resultaten indiceerden dus dat er een verschil in schade is tussen plots met en zonder Firefly's, maar de steekproefgrootte is uiteraard te klein om dit statistisch te onderbouwen. Daarvoor moet een grootschalige veldproef worden opgezet. Dit rapport beschrijft de resultaten van deze veldproef waarmee kan worden vastgesteld of de Firefly daadwerkelijk een verminderend effect op schade veroorzaakt door vogels heeft.

1.2 Onderzoeksvragen

Het Faunafonds wil graag de resultaten uit het eerder door SOVON uitgevoerde pilot-experiment met de Firefly bakenkaart op een grotere schaal toetsen. Er kunnen twee onderzoeksvragen worden onderscheiden, waarbij de eerste vooralsnog de belangrijkste is:

1) Heeft de Firefly bakenkaart een significant verminderend effect op schade veroorzaakt door vogels aan rijpende Conference peren?
2) Heeft de positionering van de Firefly binnen de boomgaard een effect op de vermindering van schade veroorzaakt door vogels aan rijpende Conference peren?

1.3 Leeswijzer

Na een beschrijving van de gevolgde werkwijze (hoofdstuk 2) worden in hoofdstuk 3 de resultaten van het experiment beschreven. In hoofdstuk 4 worden de bevindingen bediscussieerd en worden conclusies getrokken. Tot slot worden in hoofdstuk 5 een aantal aanbevelingen gegeven.

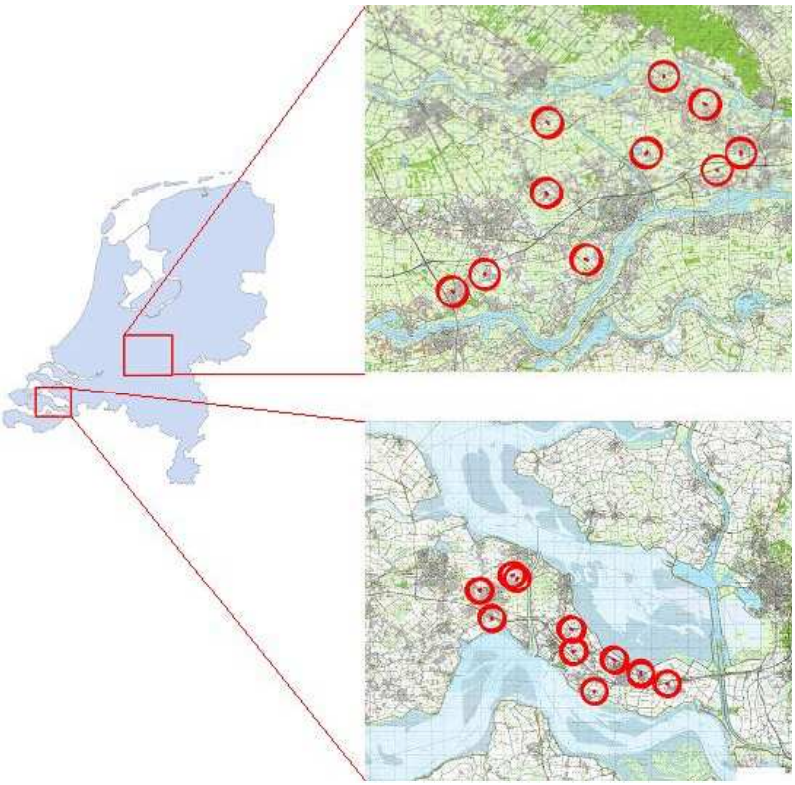
2. Methode

2.1 Bepaling steekproefgrootte

De steekproef van bedrijven is zo gekozen dat een reëel relevant verschil in schade tussen plots met en zonder Firefly met een bepaalde betrouwbaarheid kan worden aangetoond. Daarvoor is op basis van de data uit de pilot een poweranalyse uitgevoerd om het minimaal benodigde aantal bedrijven te bepalen. Resultaat hiervan is dat met minimaal 20 bedrijven en 30 gecontroleerde bomen per plot verschillen tussen behandelingen met 95 procent betrouwbaarheid zijn vast te stellen. Deze aantallen zijn bij de opzet van de proef gehanteerd. Voor de volledige beschrijving van de poweranalyse wordt verwezen naar bijlage 1.

2.2 Proefopzet

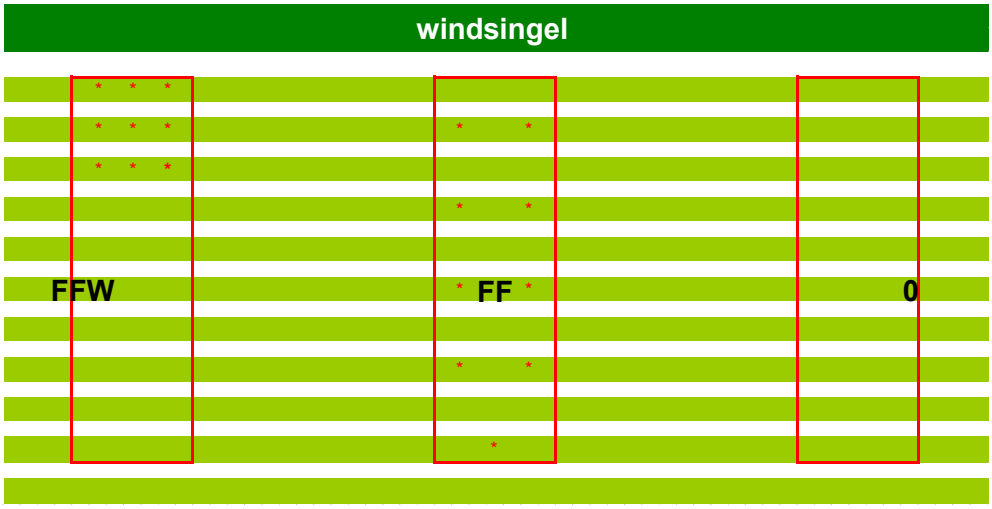
De proefopzet is grotendeels vergelijkbaar met die uit de verkennende pilot in 2009. Binnen Nederland zijn in twee regio's (Zeeland en de Betuwe) 20 bedrijven geselecteerd (figuur 1). De bedrijven voldoen aan de volgende eisen: (1) ze hebben de afgelopen jaren schade aan rijpend fruit door vogels geleden, (2) ze kweken Conference Peren en (3) er is een windsingel aanwezig. De proef is meerjarig (2010 en 2011) uitgevoerd om te voorkomen dat toevallige jaareffecten tot verkeerde adviezen kunnen leiden.



Figuur 1. Ligging van de twintig bedrijven in de Betuwe en Zeeland.

Binnen elke fruitkwekerij zijn in de boomgaard drie plots van gelijke grootte gemarkeerd (figuur 2). Alle plots (*ca.* 25 x 75 meter) liggen langs de windsingel. De korte kant van de plots is langs de windsingel geplaatst om de kans te vergroten dat alle drie de plots langs de windsingel konden worden gepositioneerd met voldoende onderlinge afstand. De markering moest – ook voor de teler – duidelijk herkenbaar zijn, maar niet van invloed op de eigenschappen van het plot (b.v. alleen hoekpunten markeren onderaan fruitboom met gekleurd lint). De vorm van de boomgaard bepaalde de ruimtelijke verdeling van de plots. Indien mogelijk werd een buffer van minimaal 100 meter tussen de plots aangehouden (zie bijlage 2 voor de ligging van de plots). Elk plot krijgt een aparte behandeling: (1) Firefly's geconcentreerd langs de windsingel, (2) Firefly's gelijkmatig verdeeld over het plot en (3) geen Firefly's (controle). Voor zowel behandeling 1 als 2 worden 9 Firefly's gebruikt. Bij behandeling 1 zullen deze dus dichter bij elkaar hangen, geconcentreerd langs de windsingel (onderlinge afstand 5-7,5 meter, afhankelijk van de rijafstand). In de plots met de Firefly's gelijkmatig verdeeld over het plot wordt een afstand van 15 meter tussen de Firefly's aangehouden, waarbij de eerste Firefly 15 meter van de windsingel hangt. De behandelingen zijn random over de plots verdeeld. Het tweede jaar heeft

elk plot een andere behandeling dan het voorgaande jaar gekregen om zo eventuele systematische invloeden van de plots aselect over de verschillende behandelingen te verdelen. Reeds in de bedrijven aanwezige mitigerende maatregelen (b.v. zinglinten, knalapparaat, ballonnen etc.) zijn zoveel mogelijk verwijderd. Op deze manier kon uitsluitend het effect van de Firefly onderzocht worden. In enkele gevallen was dit echter niet mogelijk doordat bijvoorbeeld een knalapparaat in een perceel van een aanliggend bedrijf werd gebruikt. Het effect hiervan zal echter gelijk zijn op alle drie de plots waardoor er geen effect op het verschil tussen behandelingen te verwachten is. Bij aanwezigheid van overige elementen, naast de windsingel, die mogelijk een effect hebben op de aanwezigheid van schade wordt getracht de plots zoveel mogelijk op gelijke afstand hiervan te situeren. Hierbij kan worden gedacht aan bebouwing of bos.
00



Figuur 2. Schematische weergave van de ligging van de plots binnen een bedrijf. Alle plots liggen op dezelfde positie t.o.v. de windsingel. Er worden drie behandelingen toegepast: (FFW) Firefly's (rode kruisjes) geconcentreerd langs de windsingel, (FF) Firefly's gelijkmatig verdeelt over het plot en (0) geen Firefly's (controle). Bij elk bedrijf wordt een identieke opzet aangehouden..

2.3 Werking Firefly bakenkaart

De Firefly is ontwikkeld door biologen op basis van onderzoeksresultaten van Cornell University (Ithaca, New York, USA). Dit onderzoek toont aan dat vogels in twee verschillende golflengte-gebieden waarnemen, zowel in het voor mensen zichtbare 560 nm gebied als in het 360 nm UV gebied. De Firefly past deze beide golflengtengebieden toe. De bakenkaart is aan de bovenzijde voorzien van twee retroreflecterende stickers. Dit materiaal reflecteert daglicht en UV licht. De speciale stickers reflecteren niet alleen het licht maar verspreiden het ook. Hierdoor ontstaat een sprankelend effect dat tot op 250 meter afstand zichtbaar is. De vogels worden door de reflectie en de beweging alert gemaakt op een object en kunnen tijdig een andere richting kiezen. Doordat ook het UV licht wordt gereflecteerd werkt de Firefly bakenkaart ook onder bewolkte en mistige omstandigheden. UV licht dringt ongehinderd door bewolking en mist heen. Aan de onderzijde van de kaart zijn twee fluorescerende stickers bevestigd. Deze lichten in de nacht op en zenden zichtbaar een UV licht uit. De combinatie van dag- en nachtreflectie maakt dat de Firefly 24 uur per dag voor vogels zichtbaar is. Doordat de bakenkaart roteert valt deze nog meer op (www.vogelwering.eu, M. Ariëns pers. med.). De kaart is oorspronkelijk ontwikkeld om te voorkomen dat vogels tegen hoogspanningslijnen aanvliegen. Hij is echter ook toepasbaar voor diverse andere doelen, zoals boven windmolens, het tegengaan van nestelen op gebouwen en ter voorkoming van schade aan fruitgewassen. Voor deze toepassingen zijn de FireFly's tot nu toe slechts op beperkte schaal getest.

2.4 Veldwerk

De Firefly's zijn *ca.* drie tot vier weken voor de oogst van de peren in de boomgaarden aangebracht en met behulp van tonkinstokken en bindbuis in de bomen bevestigd, zodat deze ruim boven de boomgaard uitsteken (zie foto 1). De plots zijn één keer vlak voor de oogst bezocht om de schade vast te stellen. Hiervoor is gekozen omdatuit de pilot is gebleken dat het schadebeperkende effect van de Firefly in drie verschillende controlerondes voorafgaand aan de oogst even groot was. Omdat de schade wel toenam naarmate de controleronde dichter bij de oogstdatum lag is gekozen voor een controle kort voor de oogstdatum waardoor het maximale effect van de Firefly's kan worden vastgesteld (Van den Bremer *et al.* 2009). De data van de tellingen waren daarmee grotendeels afhankelijk van de uiteindelijke oogstdatum, waarover nauw contact werd onderhouden met de teler (tabel 1).
Het beschadigde fruit is geteld middels een door erkende taxateurs als gangbaar aangemerkte methode. Per plot zijn 30 bomen volledig gecontroleerd op aangepikt fruit, waarbij het zwaartepunt langs de windsingel lag (15 bomen gecontroleerd in de eerste 25 procent van het plot vanaf de windsingel, 15 bomen in de overige 75 procent van het plot).
Bij de registratie van de schade is onderscheid gemaakt in schade mogelijk veroorzaakt door kleine zangvogels (foto 3) en kraaiachtigen (foto 4). Schade met een klein oppervlak zal waarschijnlijk door een kleine zangvogel zijn veroorzaakt, schade met een groter oppervlak met zekerheid door een kraaiachtige. Alleen verse (minder dan een week oud) aangetaste peren die nog aan de boom hangen zijn geregistreerd. Beschadigd fruit dat onder bomen ligt wordt niet meegenomen omdat in veel gevallen de schadeveroorzaker niet meer te achterhalen is en het fruit reeds verder door insecten, konijnen, reeën of hazen is aangevreten. Na de oogst zijn de Firefly's weer uit de boomgaard verwijderd.
Ondanks het nauwe contact dat met de telers is onderhouden over het moment van oogsten was in 2011 het plot met Firefly's bij bedrijf Kapelle 1 reeds geoogst voor de fruitschade door ons kon worden vastgesteld.

Om een beeld te krijgen hoeveel peren er in het plot aanwezig waren is per jaar per plot één boom volledig geteld op het aantal peren. Per plot zijn de afstand tussen de windsingel en de eerste rij, de afstand tussen rijen en de afstand tussen bomen gemeten.

Tabel 1. Data van de bevestiging van de Firefly's, de controle en het totaal aantal hangdagen van de Firefly's bij de verschillende bedrijven..

	2010			2011		
	datum bevestiging	**datum controle**	**aantal hangdagen**	**datum bevestiging**	**datum controle**	**aantal hangdagen**
1 Rilland	12-aug	13-sep	32	23-jul	18-aug	26
2 Krabbendijke 1	12-aug	6-sep	25	23-jul	18-aug	26
3 Krabbendijke 2	12-aug	6-sep	25	23-jul	23-aug	31
4 Oostdijk	13-aug	6-sep	24	23-jul	18-aug	26
5 Waarde	12-aug	13-sep	32	23-jul	18-aug	26
6 Kruiningen	13-aug	8-sep	26	23-jul	23-aug	31
7 Kapelle 1	13-aug	13-sep	31	23-jul	23-aug	31
8 Kapelle 2	13-aug	13-sep	31	23-jul	23-aug	31
9 Kapelle 3	13-aug	8-sep	26	23-jul	18-aug	26
10 Kapelle 4	13-aug	8-sep	26	23-jul	23-aug	31
11 Waardenburg	17-aug	3-sep	17	26-jul	19-aug	24
12 Neerijnen	17-aug	10-sep	24	26-jul	19-aug	24
13 Echteld	17-aug	15-sep	29	26-jul	19-aug	24
14 Tiel	17-aug	3-sep	17	26-jul	19-aug	24
15 Rijswijk	17-aug	10-sep	24	26-jul	22-aug	27
16 Zoelen	17-aug	10-sep	24	26-jul	22-aug	27
17 Ijzendoorn	18-aug	15-sep	28	26-jul	19-aug	24
18 Lienden 1	18-aug	10-sep	23	26-jul	24-aug	29
19 Lienden 2	18-aug	15-sep	28	26-jul	22-aug	27
20 Ingen	18-aug	10-sep	23	26-jul	22-aug	27

Foto 3. Schade die waarschijnlijk veroorzaakt is door een kleine zangvogel (foto: L. van den Bremer).

Foto 4. Schade die waarschijnlijk veroorzaakt is door een kraaiachtige. De snavelafdrukken zijn duidelijk zichtbaar (foto: L. van den Bremer).

00

2.5 Dataverwerking en analyse

- *Dataverwerking*

De schadegegevens zijn gedigitaliseerd in excel. De posities van de op schade gecontroleerde bomen en de Firefly's zijn gedigitaliseerd in Arcview. Met behulp van GIS software is de afstand van elke gecontroleerde boom naar de dichtstbijzijnde Firefly berekend. Ook de afstand tussen elke gecontroleerde boom en de windsingel is berekend.

- *Analyse*

Effect van behandeling

Om te toetsen of er een significant effect van de behandelingen op het gemiddeld aantal aangepikte peren is, zijn de gegevens geanalyseerd met behulp van mixed generalized lineair models (*GLMM*) in R (Bates&Meachler 2010; R Development Core Team 2010). Er wordt een Poisson-verdeling van de afhankelijke variabele gebruikt, met een loglineaire relatie tot de onafhankelijke variabelen. Een Poisson-verdeling lijkt hierbij de meest geschikte verdeling aangezien het telgegevens betreft die uit hele getallen bestaan en niet negatief kunnen zijn. Mixed models zijn gebruikt omdat binnen een bedrijf het optreden van schade tussen de behandelingen niet onafhankelijk is. Daarnaast wordt hiermee ook gecorrigeerd voor mogelijke verschillen tussen bedrijven zoals ouderdom van de boomgaard of verschillen in omgevingsvariabelen die mogelijk een effect hebben op de hoeveelheid schade.

In eerste instantie is het aantal aangepikte peren per boom gemodelleerd als een functie van behandelingstype (3 klassen: Controle (C), Firefly's verspreid (FF) en Firefly's langs de windsingel (FFW)). Bedrijf (n=20) wordt als 'random factor' meegenomen om rekening te houden met een potentiële correlatie tussen het aantal aangepikte peren per boom binnen elk bedrijf. Voor de variabele behandeling wordt een random effect opgenomen. Hiermee worden eventuele systematische verschillen in de effecten van de behandelingen tussen de bedrijven expliciet gemodelleerd.

Er waren onderling grote verschillen tussen de hoeveelheid schade die de bedrijven ondervonden. Om het effect van mogelijke uitbijters te onderzoeken is de analyse 20 keer herhaald waarbij telkens één van de bedrijven werd weggelaten. Uit de resultaten van deze exercitie blijkt dat het effect van de Firefly op de schade consistent blijft, met andere woorden er is geen bedrijf waardoor het effect veranderd. Alleen de resultaten van het volledige model worden besproken.

Naast de hoeveelheid schade waren er tussen bedrijven ook grote verschillen tussen de hoeveelheid peren die aan de bomen hingen, wat zeer waarschijnlijk samenhangt met de ouderdom van de bomen. Om te onderzoeken of de hoeveelheid peren per plot mogelijk van invloed was op de resultaten is de analyse herhaald waarbij het aantal peren dat steekproefsgewijs geteld is in elk bedrijf als offset is meegenomen. Dit leverde geen verbetering of verandering van het model op en leidde dus niet tot andere resultaten.

Effect van afstand tot Firefly en afstand tot windsingel

Omdat het effect van de Firefly op schade zou kunnen afnemen met een toenemende afstand van de fruitboom ten opzichte van de Firefly is een tweede model opgesteld. Het effect van de afstand is onderzocht met behulp van een GLMM, waarbij het aantal aangepikte peren als afhankelijke variabele is opgenomen en afstand tussen gecontroleerde boom en dichtstbijzijnde Firefly de verklarende variabele.

Uit eerder onderzoek (Dulos&Visser 2006, Van den Bremer *et al.* 2009) is gebleken dat bomen dicht bij de windsingel meer kans op schade hebben dan bomen verder weg van de windsingel. Omwille van dit effect is de afstand van elke gecontroleerde boom tot de windsingel tevens als onafhankelijke variabele toegevoegd aan het model. Hierbij is ook de interactie tussen de twee variabelen meegenomen om eventuele effecten te kwantificeren.

3. Resultaten

3.1 Beschrijving van de schadegegevens

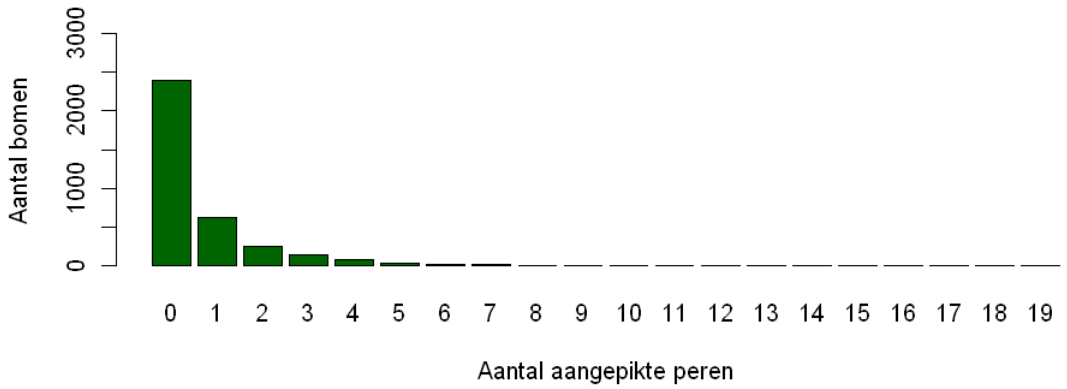
Algemeen
Bij de 20 bedrijven zijn in 2010 en 2011 in totaal 3570 bomen gecontroleerd. Aan 1178 bomen (33 procent) zijn 2499 aangepikte peren geteld (tabel 2). Bij 67 procent van de gecontroleerde bomen is geen schade aangetroffen (figuur 3). Het maximum aantal aangepikte peren per boom betrof 19. Dit was bij twee bomen het geval. In 2010 werden in totaal meer beschadigde peren geteld dan in 2011, respectievelijk 1419 en 1080 aangepikte peren. Per individueel bedrijf ging dit niet altijd op. In beide jaren lag het gemiddeld aantal aangepikte peren per boom hoger in de controle plots dan in de plots met Firefly's (tabel 3). In de controleplots varieert het aandeel aangepikte peren per boom tussen de 0,1 en 3,1 procent.

Tabel 2. Overzicht van de aantallen getelde aangepikte peren in de plots bij de verschillende bedrijven per jaar, met tussen haakjes het aantal bomen met aangepikte peren.

	2010			2011		
	0	**FF**	**FFW**	**0**	**FF**	**FFW**
1 Rilland	48 (24)	25 (16)	35 (23)	28 (13)	13 (7)	5 (5)
2 Krabbendijke 1	13 (10)	9 (6)	3 (3)	19 (9)	8 (7)	6 (4)
3 Krabbendijke 2	22 (11)	23 (9)	8 (5)	16 (9)	11 (7)	5 (4)
4 Oostdijk	31 (12)	2 (2)	13 (10)	12 (12)	11 (9)	0 (0)
5 Waarde	27 (14)	28 (12)	29 (19)	17 (10)	15 (7)	4 (3)
6 Kruiningen	6 (6)	19 (9)	8 (4)	34 (17)	17 (11)	14 (11)
7 Kapelle 1	14 (8)	7 (5)	10 (8)	11 (8)	- (-)	3 (3)
8 Kapelle 2	11 (10)	40 (12)	30 (19)	46 (14)	14 (6)	9 (6)
9 Kapelle 3	21 (10)	11 (9)	17 (13)	1 (1)	0 (0)	11 (8)
10 Kapelle 4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7 (6)	5 (5)	0 (0)
11 Waardenburg	4 (4)	2 (2)	1 (1)	4 (3)	4 (4)	3 (3)
12 Neerijnen	35 (13)	30 (11)	37 (18)	19 (7)	31 (11)	3 (2)
13 Echteld	6 (5)	8 (4)	0 (0)	4 (2)	2 (2)	1 (1)
14 Tiel	19 (12)	7 (6)	10 (7)	56 (19)	40 (20)	15 (10)
15 Rijswijk	36 (20)	33 (16)	73 (19)	32 (17)	18 (15)	11 (8)
16 Zoelen	53 (19)	27 (15)	23 (14)	8 (6)	7 (6)	9 (8)
17 Ijzendoorn	60 (26)	36 (16)	30 (18)	11 (7)	13 (10)	2 (1)
18 Lienden 1	35 (10)	14 (7)	26 (11)	8 (6)	2 (2)	7 (7)
19 Lienden 2	56 (25)	55 (23)	53 (24)	166 (28)	83 (28)	96 (29)
20 Ingen	42 (14)	52 (12)	46 (23)	34 (10)	18 (9)	31 (11)
Totaal	**539 (253)**	**428 (192)**	**452 (239)**	**533 (204)**	**312 (166)**	**235 (124)**

Tabel 3. Gemiddeld aantal aangepikte peren per gecontroleerde boom opgesplitst per behandeling, vogelgroep en totaal.

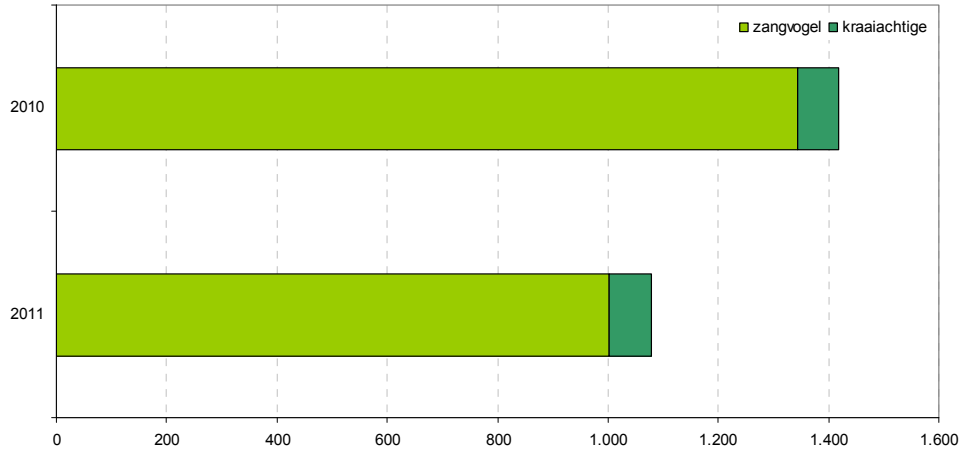
	Zangvogels		**Kraaiachtigen**		**Totaal**	
behandeling	2010	2011	2010	2011	2010	2011
0	0,88	0,81	0,02	0,08	0,90	0,89
FF	0,70	0,52	0,01	0,03	0,71	0,55
FFW	0,66	0,37	0,09	0,02	0,75	0,39



Figuur 3. Frequentieverdeling van het totale aantal aangepikte peren per boom (zowel kleine zangvogels als kraaiachtigen).

Schadeveroorzaker

Zowel in 2010 als 2011 werd het grootste gedeelte van de schade veroorzaakt door kleine zangvogels, respectievelijk 95 en 93 procent (figuur 4). In 2010 was het gemiddeld aantal aangepikte peren voor kraaiachtigen het hoogst in het plot met Firefly's langs de windsingel (tabel 3). Dit hoge aantal werd veroorzaakt door één bedrijf in Rijswijk (nr. 15) waar in de rijen het verst van de windsingel, grenzend aan een akker, zeer veel schade door kraaiachtigen was. In deze rijen was in bijna alle bomen schade aanwezig (zie foto 5 en 6).

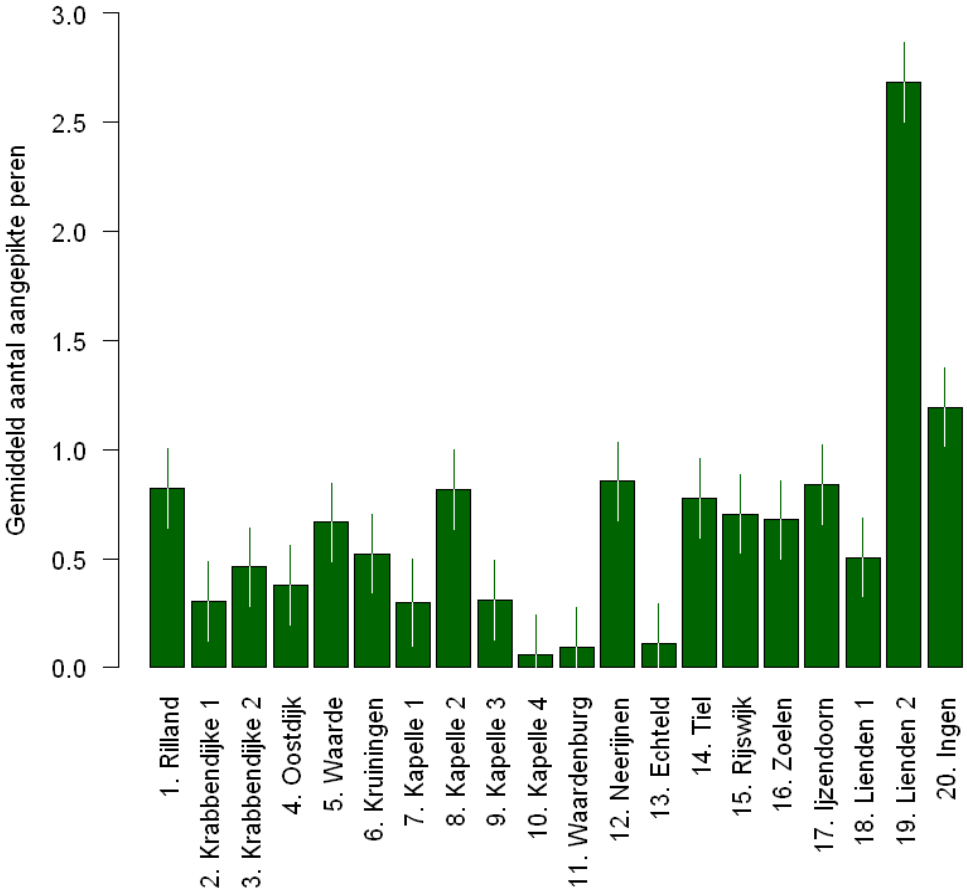


Figuur 4. Totaal aantal aangepikte peren per jaar met onderscheid tussen zangvogels en kraaiachtigen..

Foto 5 en 6. Schade door kraaiachtigen bij het bedrijf in Rijswijk (nr. 15), (foto's: L. van den Bremer).

Verschillen tussen bedrijven

De hoeveelheid schade verschilde in enkele gevallen sterk tussen bedrijven (figuur 5 en tabel 2). Zo waren er enkele bedrijven waar in beide jaren nagenoeg geen schade werd geconstateerd (Kapelle 4, Waardenburg en Echteld). Bij Zoelen en Lienden 1 was in 2011 nagenoeg geen schade aanwezig in vergelijking met 2010. Lienden 2 was in beide jaren het bedrijf met de meeste schade, met in 2011 het maximum aantal getelde aangepikte peren per plot van 166 in het controleplot.



Figuur 5.Gemiddeld aantal aangepikte peren per gecontroleerde boom per bedrijf met 95% betrouwbaarheidsinterval.

3.2 Effect Firefly

Effect van behandeling

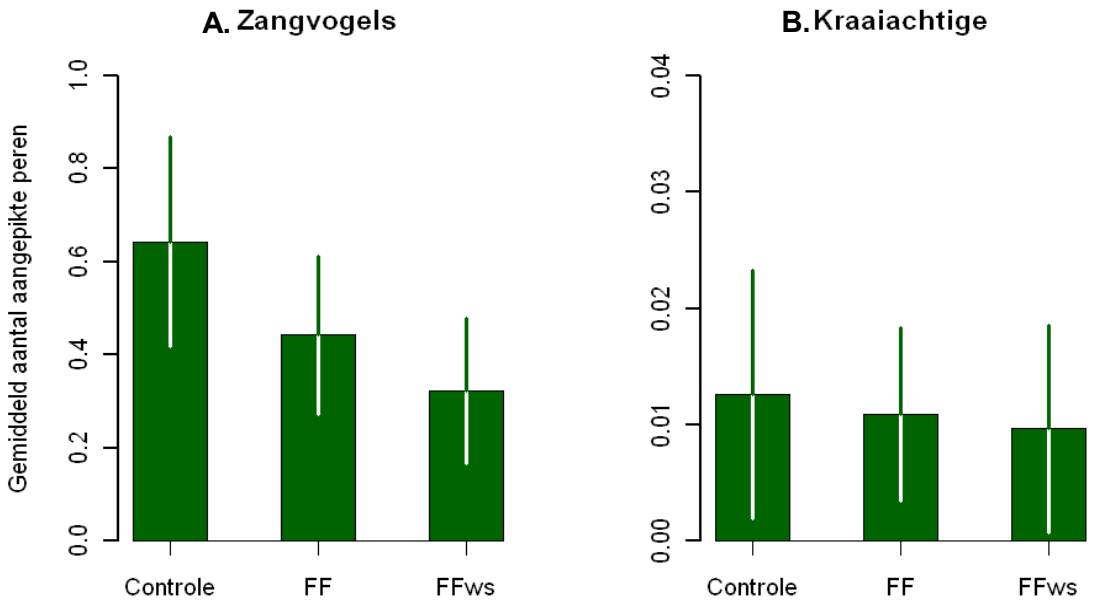
Er is een significant verschil in de hoeveelheid aangepikte peren veroorzaakt door kleine zangvogels tussen de behandelingen (χ^2=25,45, p<0,001). Er was minder schade in de plots met Firefly's (zowel verspreid als langs de windsingel) in vergelijking met het onbehandelde plot. Daarbij was de schade in de plots met Firefly's geconcentreerd langs de windsingel significant lager dan in de plots met de Firefly's verspreid over de boomgaard (χ^2=6,1532, p<0,013, figuur 6A). Bijbehorende coëfficiënten van het volledige model worden weergegeven in tabel 4a. Het lineare verband wordt gegeven volgens de volgende formule:

$$Ln(y)=-0,44093 - 0,37384*FF - 0,69153*FFW$$

Waarbij :

y = aantal aangepikte peren
FF = 1 als plot behandeling is FF, 0 als anders
FFW =1 als plot behandeling FFW, 0 als anders

In de plots met Firefly's verspreid was gemiddeld 31 procent minder schade dan in de controleplots. Plots met Firefly's geconcentreerd langs de windsingel hadden maar liefst gemiddeld 50 procent minder schade ten opzichte van de controleplots.
Ook bij het aantal aangepikte peren door kraaiachtigen is minder schade in de plots met Firefly's zichtbaar, maar het verschil is niet significant (χ^2= 0,21, p=0,89, figuur 6B, tabel 4b).



Figuur 6. Gemiddeld aantal aangepikte peren per behandeling met 95%-betrouwbaarheidsintervallen voor zangvogels (A) en kraaiachtigen (B).

Tabel 4. Modelschattingen van het effect van type behandeling (Controle, FF en FFW) op het aantal aangepikte peren door kleine zangvogels (A) en kraaiachtigen (B).

	A. Zangvogels				B. Kraaiachtige			
Behandeling	**Coef.**	**Std. Fout**	**Z-waarde**	**P-waarde**	**Coef.**	**Std. Fout**	**Z-waarde**	**P-waarde**
Controle	-0.44093	0.17916	-2.461	0.0139	-43.737	0.4322	-10.12	<2e-16
FF	-0.37384	0.07965	-4.694	2.68E-06	-0.1447	0.5308	-0.273	0.785
FFW	-0.69153	0.11056	-6.255	3.98E-10	-0.2654	0.4309	-0.616	0.538

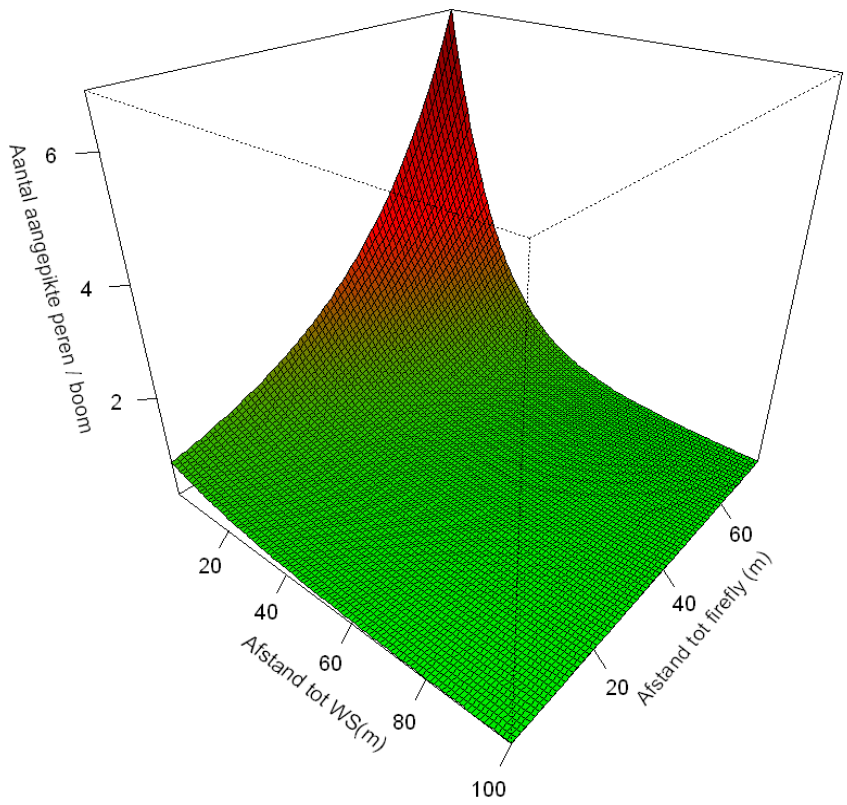
Effect van afstand tot Firefly en afstand tot windsingel

In deze analyse is uitsluitend met de kleine zangvogeldata gewerkt aangezien alleen bij deze groep een significant effect van de Firefly werd aangetoond (zie hierboven). Het aantal aangepikte peren per gecontroleerde boom neemt significant af naarmate de afstand tot de dichtstbijzijnde Firefly kleiner wordt (χ^2=46,05, p<0,001). Wanneer de afstand tussen gecontroleerde boom en windsingel wordt toegevoegd aan het model dan blijft deze relatie bestaan, wederom significant (χ^2=29,38, p<0,001). In het volledige model is de interactie tussen de twee variabelen tevens significant (χ^2=3,99, p=0,045), maar de invloed van afstand tot Firefly en windsingel veranderen hierdoor niet. Bijbehorende coefficienten van dit model worden weergegeven in tabel 5.

Tabel 5. Modelschattingen van het effect van 'afstand tussen gecontroleerde boom en windsingel', 'afstand tussen gecontroleerde boom en Firefly' op de hoeveelheid aangepikte peren door zangvogels.

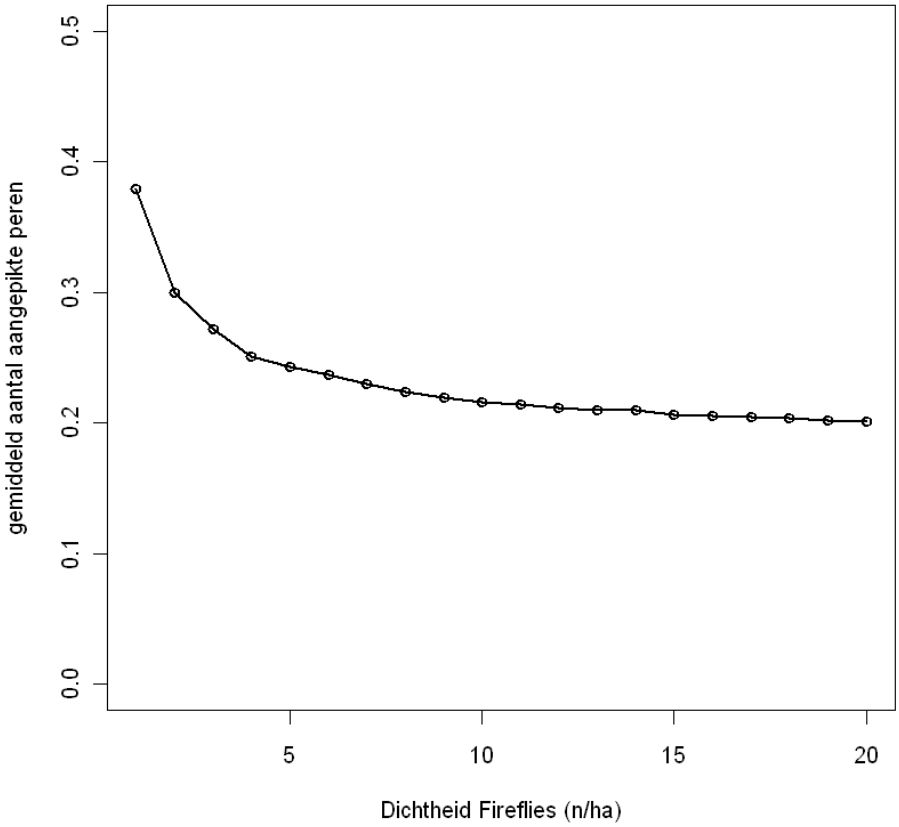
	Zangvogels			
	Coef.	**Std. Fout**	**Z-waarde**	**P-waarde**
(Intercept)	-0,3351	0,2251	-1,489	0,1365
Afstand tot windsingel	-3,8437	0,315	-12,204	2,00E-16
Afstand tot Firefly	3,0884	0,6866	4,498	6,85E-06
Interactie	-2,8981	1,477	-1,962	0,0497

In figuur 7 is de relatie tussen het aantal aangepikte peren per gecontroleerde boom, de afstand tussen gecontroleerde boom en de windsingel en de afstand tussen gecontroleerde boom en de dichtstbijzijnde Firefly weergegeven. Zoals verwacht neemt de schade af naarmate de afstand tot de windsingel toeneemt. Dichtbij de windsingel is meer schade waardoor ook het effect van de Firefly beter zichtbaar is. De schade neemt toe naarmate de afstand tot de Firefly toeneemt.



Figuur 7. Relatie tussen het aantal aangepikte peren per gecontroleerde boom en de afstand tot de windsingel (WS) en de afstand tot de dichtstbijzijnde Firefly.

Met behulp van het volledige model (tabel 5) is het mogelijk om een zeer simplistische inschatting te maken van de effectiviteit van het inzetten van Firefly's. Hiervoor is gekeken naar wat de relatie is tussen de dichtheid aan Firefly's (aantal/ha) en de gemiddeld waargenomen schade (aantal aangepikte peren per boom)(fig. 8). Hierbij is de invloed van de windsingel constant gehouden (deze is gesteld op 37,5 meter tijdens voorspelling) en zijn de Firefly's systematisch in een grid geplaatst. Deze figuur laat zien dat het mogelijk is om te benaderen wanneer het optimum van het aantal benodigde Firefly's voor schadevermindering bereikt is. Enerzijds kan hiermee dus worden ingeschat bij welke dichtheid aan Firefly's je de schade beperkt en anderzijds kun je hiermee onderzoeken of de inzet van Firefly's ook kosteneffectief is. In de praktijk is het echter veel ingewikkelder. Afstand tot windsingel, aantal aanwezige vogels, omgevingsvariabelen en dergelijke zijn van invloed op het ontstaan van schade. Afhankelijk van die variabelen kan een ander optimum worden bereikt bij de plaatsing van Firefly's. Het voerde in het kader van dit onderzoek echter te ver om een dergelijke analyse uit te voeren.
Daarnaast weten we niet in hoeverre de vogels tijdens de proef zijn uitgeweken naar de delen van de boomgaard direct naast de proefvlakken waar geen Firefly's hingen. Indien dat het geval is, is het schadeverminderend effect van de Firefly mogelijk overschat.



Figuur 8. Dichtheid aan Firefly's (n/ha) uitgezet tegen het gemiddeld aantal aangepikte peren volgens het volledige model in tabel 5.

4. Conclusies en discussie

Doel van het onderzoek was vaststellen of de Firefly bakenkaart een significante bijdrage kan leveren aan het verminderen van schade door vogels aan rijpende Conference peren. Daarnaast is in het onderzoek ook het effect van de positionering van de Firefly binnen de boomgaard op schade door vogels bepaald. Op basis van dit experiment bij twintig bedrijven in de Betuwe en Zeeland in 2010 en 2011 kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Gemiddeld over de twintig bedrijven werd er in plots met Firefly's significant minder schade veroorzaakt door kleine zangvogels dan in plots zonder Firefly's.
- In plots met Firefly's geconcentreerd langs de windsingel werd significant minder schade geconstateerd dan in plots waar Firefly's verspreid waren opgehangen.
- Zowel in 2010 als 2011 werd de schade vooral veroorzaakt door kleine zangvogels (ca. 95%).
- De hoeveelheid schade veroorzaakt door kleine zangvogels neemt toe naarmate de afstand tot de Firefly toeneemt.

Methode
Voor een zuivere vergelijking tussen plots met en zonder Firefly's binnen een bedrijf moesten alle drie de plots idealiter langs dezelfde windsingel liggen. Bij zeven van de twintig bedrijven was dit niet mogelijk omdat de afstand tussen de plots in dat geval te klein zou worden. Bij deze zeven bedrijven zijn de plots op zo vergelijkbaar mogelijke posities binnen het bedrijf gepositioneerd, maar wel langs verschillende windsingels. Door de behandeling van de plots in beide jaren te rouleren is er gecorrigeerd voor een mogelijk effect van de positie van de plots binnen de boomgaard op de hoeveelheid schade. Naast de positionering van de plots werd er voor een zuivere vergelijking gestreefd naar het vermijden van het gebruik van andere preventieve middelen dan de Firefly. Binnen de bedrijven was dit geen probleem, maar in enkele gevallen werd in een nabijgelegen bedrijf gebruik gemaakt van een knalapparaat als preventief middel. Het effect hiervan zal echter gelijk zijn op alle drie de plots waardoor er geen effect op het verschil tussen behandelingen te verwachten is.

Verschillen tussen bedrijven
De schade aan fruitbomen door kleine zangvogels kan sterk verschillen tussen bedrijven. Eerder onderzoek toonde aan dat een toename van loofbos en bebouwing in de nabije omgeving van de boomgaard tot een toename in de hoeveelheid schade leidt (Van den Bremer 2009). Naast de windsingel kunnen omgevingsfactoren zoals bosschages, houtwallen en bebouwing dus van invloed zijn op de dichtheid van zangvogels en daarmee op de kans van het ontstaan van schade. Naast verschillen in omgevingsvariabelen tussen bedrijven kan dit ook al op een kleinere schaal tussen plots binnen bedrijven spelen. Om de variatie tussen plots binnen bedrijven te beperken is zoveel mogelijk getracht de drie plots binnen een bedrijf op dezelfde manier te positioneren ten opzichte van deze variabelen. Dit was niet in alle gevallen even goed mogelijk met als gevolg mogelijke variatie in schade tussen plots. Zo kan het zijn dat een plot met Firefly's dichter bij een bos lag dan een controleplot. Net als bij de methodische aspecten is hiervoor gecorrigeerd door de behandeling van de plots in de beide jaren te rouleren.

Opstelling en gebruik Firefly's
In deze proef zijn slechts twee varianten in positionering van de Firefly's gebruikt. Hieruit is gebleken dat plaatsing direct langs de windsingel leidt tot de grootste schadevermindering. Er zijn echter nog vele variaties mogelijk met betrekking tot de onderlinge afstand van de Firefly's, het moment dat ze worden opgehangen en de positie ten opzichte van de windsingel. Het is duidelijk dat gemiddeld genomen de Firefly een schadeverminderend effect heeft, maar bij welke opstelling het optimum in schadebeperking wordt bereikt is onbekend. Wat moeilijker in te schatten is, is in hoeverre de afwezigheid van de Firefly's in de nabije omgeving een effect heeft gehad op de schadevermindering. Vogels hadden de mogelijkheid om tijdens de proef uit te wijken naar delen in de boomgaard waar geen Firefly's hingen. Het is onduidelijk in hoeverre vogels percelen mijden die volledig zijn uitgerust

met Firefly's. Daarmee is onduidelijk of de gevonden resultaten zo maar kunnen worden door vertaald naar het totale bedrijf. Kortom, vragen als: 'Wijken vogels uit naar aangrenzende delen van een perceel waar geen Firefly's hangen, waardoor de schade daar hoger is dan in de controleplots?', of 'Treedt een zelfde schadevermindering op als geconstateerd in de plots indien het totale bedrijf wordt voorzien van Firefly's?' Het antwoord op die vragen is uiteraard van belang voor de acceptatie van de onderzochte maatregel door telers.

5. Aanbevelingen

- Afstand tot windsingel, aantal aanwezige vogels, omgevingsvariabelen en dergelijke zijn van invloed op het ontstaan van schade. Afhankelijk van die variabelen kan een ander optimum worden bereikt bij de plaatsing van Firefly's. Het voerde in het kader van dit onderzoek echter te ver om nu uit te voeren en/of te onderzoeken. Het is echter wel mogelijk om met behulp van de in dit onderzoek verzamelde gegevens een nauwkeurigere voorspelling te maken van die ideale opstelling van Firefly's. Daarbij kan gedacht worden aan variaties in dichtheid aan Firefly's en verschillen in positionering. Het zal echter nog steeds gebaseerd zijn op gemiddelden waarbij geen rekening wordt gehouden met mogelijke verschillen in schade tussen bedrijven veroorzaakt door omgeving en dichtheid aan vogels.

- Het is voor telers van belang om een afweging te kunnen maken tussen enerzijds de investering in het preventieve middel en anderzijds de winst die het zal opleveren door een mogelijke afname van de schade. Met behulp van een kosten-baten analyse kan worden onderzocht in hoeverre het investeren in Firefly's de moeite waard is. Het exacte schadeverminderend effect van de Firefly per bedrijf zal lastiger te voorspellen zijn aangezien de schadevermindering per bedrijf sterk kan verschillen. Hierbij spelen omgevingsfactoren waarschijnlijk een belangrijke rol.

- Het is onbekend in hoeverre zangvogels zijn uitgeweken naar delen van de boomgaard naast de plots waar geen Firefly's hingen. Mogelijk is het schadeverminderend effect van de Firefly op bedrijfsniveau hierdoor overschat. Ook is niet duidelijk in hoeverre zangvogels percelen mijden die in hun geheel zijn uitgerust met Firefly's. Voor de acceptatie van het gebruik van Firefly's door telers is het wel belangrijk hier meer zicht op te krijgen.

Literatuur

BATES D. & MAECHLER M. 2010. lme4: Linear mixed-effects models using using S4 classes. R package version 0.999375-37. http://CRAN.R-project.org/package=lme4

DULOS A.C. & VISSER M.E. 2006. Schade door mezen aan fruit? NIOO-rapport. Heteren.

VAN DEN BREMER L., DE BOER P. & KLAASSEN O. 2009. Preventie van vogelschade bij fruitbedrijven. Verkennende veldtoets met de Firefly Bird Diverter op bedrijven met Conference peren. SOVON-onderzoeksrapport 2009/14. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

VAN DEN BREMER L. 2009. Schade door zangvogels aan rijpend fruit; analyse risicofactoren op basis van schadegegevens. SOVON-onderzoeksrapport 2009/09. Beek-Ubbergen.

Faunafonds Jaarverslag 2010

R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Bijlage 1. Schatting van de steekproefgrootte

1. Inleiding

De steekproef van bedrijven moet zo gekozen worden dat er met grote betrouwbaarheid een significant verschil wordt gevonden als er een reëel relevant verschil aanwezig is. Op basis van de data uit de pilot (Van den Bremer *et al.* 2009) is een poweranalyse uitgevoerd om het minimaal benodigde aantal bedrijven te bepalen. Daarnaast is onderzocht hoeveel bomen er per plot moeten worden gecontroleerd.

2. Methode en materiaal

Voor een omschrijving van de verzameling van de gegevens wordt verwezen naar Van den Bremer *et al*. (2009). De gegevens kunnen op minstens twee manieren worden geanalyseerd: 1) gebruik maken van de rauwe gegevens (aantal beschadigde peren per boom) en 2) gebruik maken van de geaggregeerde gegevens (totaal aantal beschadigde peren per plot). Elke benadering heeft zijn voor en nadelen die hierna besproken worden.

1) Bij een analyse met de rauwe gegevens wordt de onderliggende variatie in gegevens optimaal gebruikt. Nadeel is dat het aantal beschadigde peren per boom in een bepaald plot niet als onafhankelijk van elkaar beschouwd kan worden. Hiervoor moet gecorrigeerd worden dmv het toepassen van random/mixed-effects modellen.
2) Bij gebruik van de geaggregeerde gegevens is het "onafhankelijkheids" probleem niet aanwezig en kunnen er simpelere analyse methodes gebruikt worden (bv loglinear analysis). Nadeel hiervan is dat er weinig vrijheidsgraden over blijven (8 voor 5 bedrijven) en de nulwaarnemingen (nul beschadigde peren per boom) in het geheel buiten beschouwing worden gelaten. Vooral de laatste reden is hier van belang omdat immers een nulwaarneming net zo veel informatie kan geven als een positieve (aantal beschadigde peren>0) waarneming.

Omdat de statistische keuze op dit moment nog niet is vastgelegd, worden in de huidige poging tot steekproefgrootteschatting beide vormen van gegevens gebruikt. Schatting van de steekproefgrootte wordt benaderd op twee manieren :

1) Parametrische Simulaties gebaseerd op een mixed poisson generalized linear model met de rauwe gegevens (aantal peren per boom).
2) Bootstrap simulaties gebaseerd op een generalized linear model met poisson of negatief binomiale verdeling met de geaggregeerde gegevens (totaal aantal beschadigde peren /plot).

De drie simulatie methodes worden hieronder kort beschreven. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van het statistisch software programma R-gui (R Development Core Team 2009).

Let op: Bij het gebruik van de rauwe gegevens wordt alleen de laatste controle gebruikt. Er wordt er van uit gegaan dat de eerste twee controles weinig bijdragen aan het schatten van het effect van Firefly op fruitschade. Het effect van Firefly is immers constant over de drie (soms vier controles), enkel het aantal beschadigde peren per boom neemt toe met de tijd.

<u>1. Parametrische simulaties</u>
Een mixed generalized linear model met een poisson verdeling en log transformatie van de afhankelijke variabele wordt gebruikt om de pilot gegevens te bewerken. Een poisson verdeling lijkt een betere optie dan een normale verdeling omdat de gegevens uit hele getallen bestaan en niet negatief kunnen zijn. Het bedrijf (n=5) wordt als "random factor" behandeld om voor een potentiële correlatie tussen het aantal beschadigde peren/boom voor elk bedrijf te corrigeren.
Vanuit de resultaten (effect grootte) van dit model worden nieuwe datasets gesimuleerd waarbij het aantal bomen/plot en aantal bedrijven kunnen variëren. Nieuwe datasets worden gesimuleerd onder

een '2-factorial design' waarbij het aantal bomen per plot tussen de 2 en 17 (in stappen van 3) kunnen variëren (4-34 per bedrijf), en het aantal bedrijven tussen de 5 en 25 (in stappen van 5). Deze stapsgewijze benadering zorgt voor een relatieve beperking van het aantal simulaties die nodig zijn om de steekproefgrootte te schatten.
Voor elke combinatie van aantal bomen/plot en aantal bedrijven worden 1000 datasets gesimuleerd. De gehele procedure wordt drie keer herhaald waarbij de variatie binnen de plots vergroot word met respectievelijk factor 1½ , factor 2 en factor 4. Om effectief de variatie te vergroten binnen de plots wordt ipv de poisson de negatief binomiale distributie gebruikt.
Elke nieuwe dataset wordt herberekend met hetzelfde model, en bij elke simulatie wordt de significantie waarde van het 'Firefly' effect genoteerd (onder een significantie niveau van 95%). Voor elke combinatie van aantal bedrijven en aantal bomen/plot (= 1000 datasets) word het percentage genoteerd van de simulaties waarbij verwerping van de nulhypothese (H0: geen effect van Firefly op aantal beschadigde peren per boom) heeft plaats gevonden.
Gebaseerd op deze percentages ("power") kunnen we een inschatting maken van de benodigde steekproefgrootte. Als laatste, worden de bevonden resultaten met behulp van een simpel logistisch regressie model herbewerkt om zo ook de schatting te extrapoleren naar de ontbrekende combinaties van aantal bomen per plot en aantal bedrijven (bv 7 bedrijven ipv 5 of 10).

2. Bootstrap simulaties
De procedure is vergelijkbaar met parametrische simulaties. Echter, in plaats van het simuleren van nieuwe datasets worden er willekeurige steekproeven van bomen genomen (met terug leggen) van elke van de 10 unieke plots. Ook worden er willekeurig bedrijven gekozen. Het aantal bedrijven kan in de simulaties ook meer dan het originele aantal zijn. In dit soort gevallen ($n_{bedrijven}>5$) worden dezelfde bedrijven meerdere keren gebruikt (maar met verschillende boomsamenstellingen). Deze procedure wordt 1000 keer herhaald voor verschillende combinaties van aantal bomen/plot en aantal bedrijven.

3. Resultaten

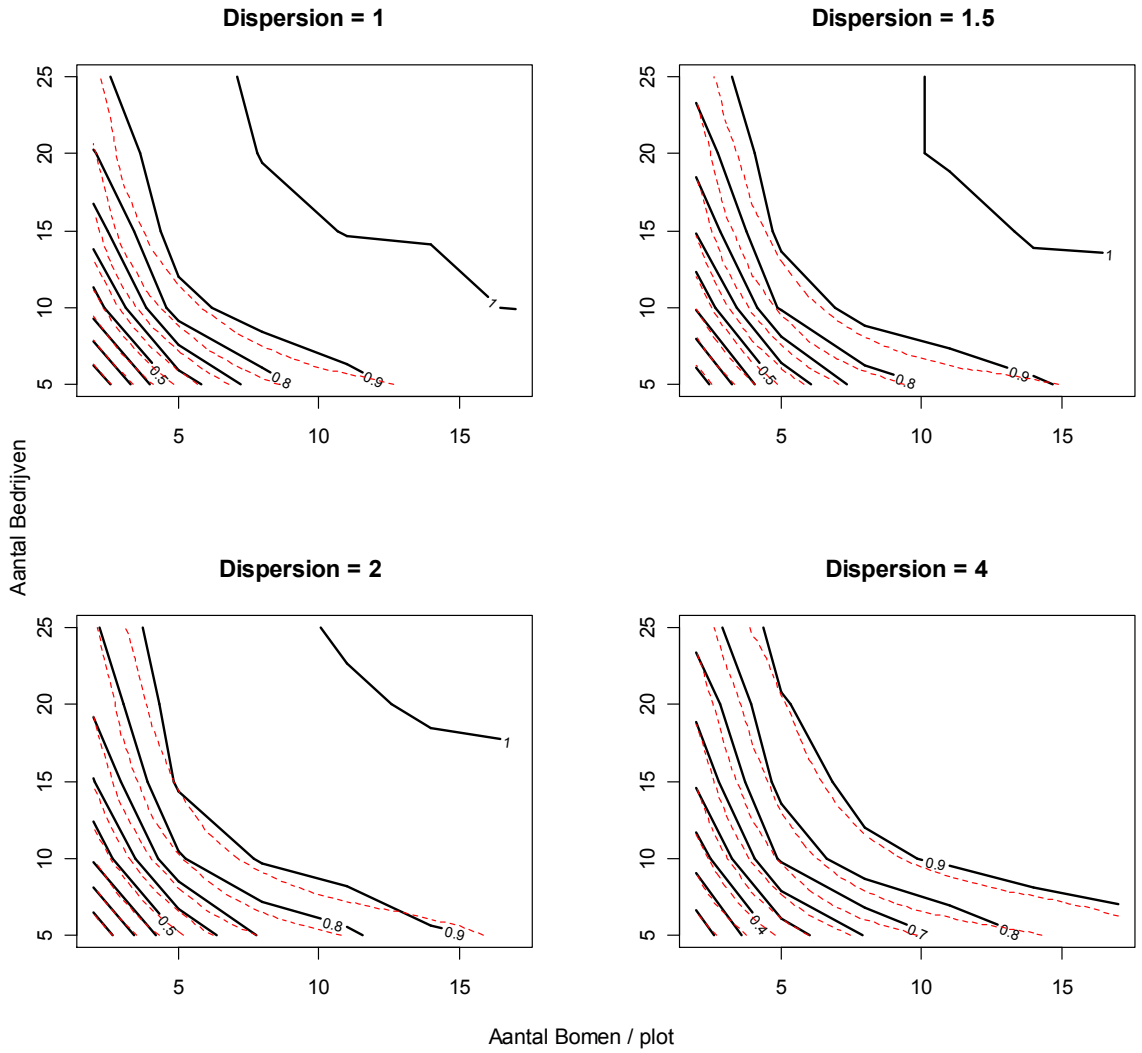
Effect Firefly op basis van pilot
Er is een duidelijk effect van Firefly Bird Diverter op het gemiddeld aantal aangetaste peren per boom (data van laatste controle in elk bedrijf). In plots zonder Firefly bedroeg het gemiddelde aantal beschadigde peren/boom 0.494 terwijl dit in plots met Firefly 0.175 bedroeg. Dit verschil van bijna factor 3 is zeer significant (x^2=56.131, p<0.0001; AIC_{null}= 747.54, AIC_{model}= 693.41; model gebruikt: Generalized Linear Poisson Mixed model, met random intercept voor elk bedrijf).
Het totale aantal beschadigde peren per boom gemiddeld over de bedrijven in plots met en zonder Firefly bedroeg respectievelijk 12.4 en 35. Een simpel ANOVA model laat zien dat het verschil in het natuurlijke logaritme van het gemiddeld totaal aantal peren niet significant is (F=3.1719, p=0.113, df=8). Mogelijk is de replicatie (5 bedrijven) te gering om het verschil met zekerheid vast te stellen.

Resultaten van simulaties

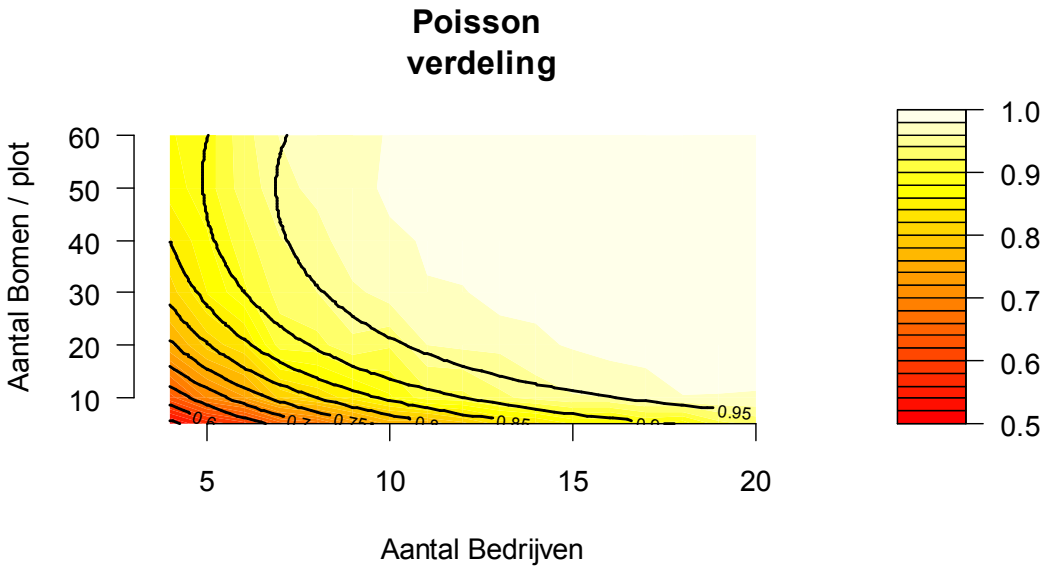
1. Parametrische simulaties
Er zijn 1000 simulaties gedaan voor elke combinatie van aantal bomen/plot, aantal bedrijven en grootte van variatie (variatie in het aantal beschadigde peren per boom = dispersion). De resultaten zijn opgenomen in figuur 1. De kans dat de nulhypothese (geen effect van Firefly op gemiddeld aantal aangetasten peren/boom) verworpen wordt gebaseerd op het verschil in de pilot gegevens, neemt toe met het aantal bomen per plot (x-as), aantal bedrijven (y-as) en neemt af met hogere variatie binnen de plots (figuur 1, dispersion = 1, 1.5, 2 en 4). Let op, variatie tussen de bedrijven heeft geen effect (resultaten niet opgenomen). Dus gebaseerd op de rauwe data en een mixed poisson GLM als statistische analyse methode, kan met >90% zekerheid worden vastgesteld dat het verschil significantis voor > 15 bomen per plot en voor >20 bedrijven.

2. Bootstrap simulaties

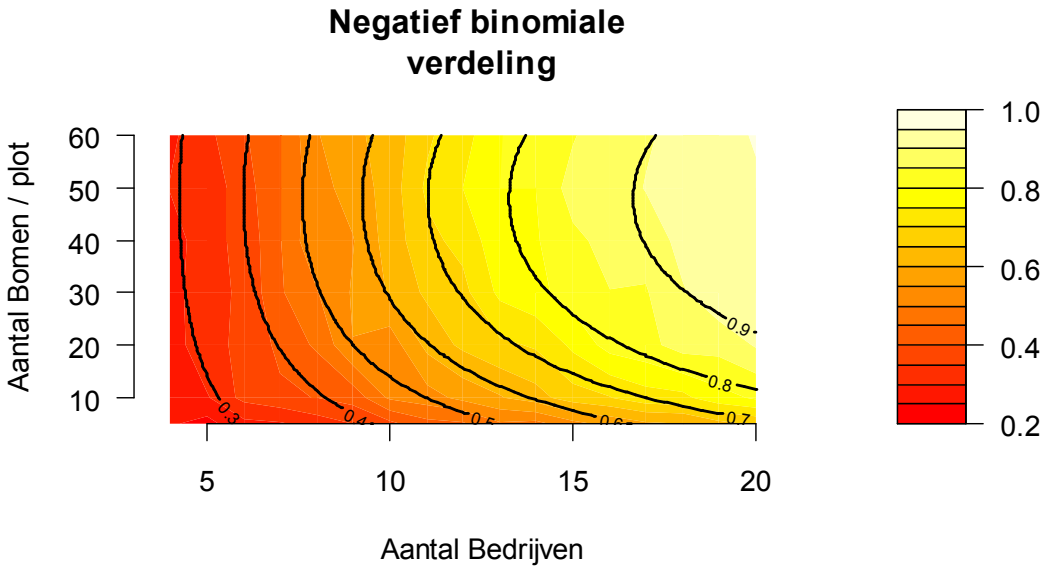
Als men het totaal aantal beschadigde peren als afhankelijke variabele neemt, is het verschil statistisch vast te stellen vanaf 20 bedrijven en 30 bomen / plot voor een negatief binomiaal model (figuur 3). Een poisson model is minder conservatief en laat zien dat vanaf 10 bedrijven met 30 bomen/plot al >90% power verkregen kan worden (figuur 2).



Figuur 1. Contourplots van de benodigde steekproefgrootte op basis van de parametrische simulatie voor de gegeven dispersie.



Figuur 2. Contourplot van de benodigde steekproefgrootte op basis van bootstrapsimulaties onder veronderstelling van een Poisson verdeling.



Figuur 3. Contourplot van de benodigde steekproefgrootte op basis van bootstrapsimulaties onder veronderstelling van een negatief binomiale verdeling.

4. Discussie en conclusies

De geaggregeerde vorm van gegevens is per definitie (en dat blijkt ook) minder "powerfull". Het heeft dus de sterke voorkeur om altijd de rauwe data te gebruiken. De power verschilt tussen de methodieken.

Aangezien de natuurlijke variatie op het moment van de poweranalyse niet bekend was is gekozen voor de meest conservatieve benadering. Het resultaat van de parametrische simulatie wordt in dit geval aangehouden omdat deze methode niet geconditioneerd is op de bestaande data van de pilot. Dit betreft de simulatie onder veronderstelling van een vrij grote dispersiefactor (4 keer de verwachte variatie onder een Poisson verdeling). Op basis van deze poweranalyse kan worden gesteld dat met

een steekproefgrootte van twintig bedrijven en 30 gecontroleerde bomen per plot met meer dan 95 procent zekerheid een effect kan worden aangetoond

Literatuur

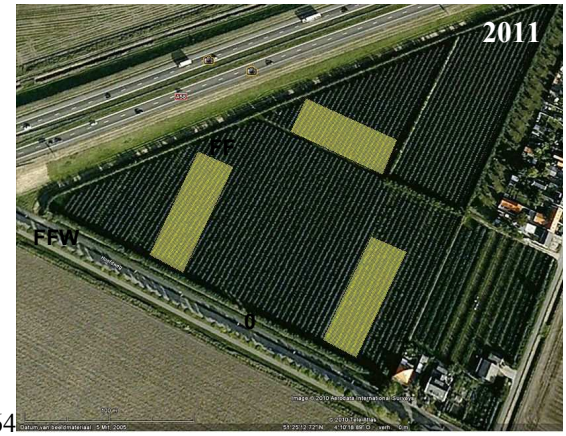
VAN DEN BREMER, L., DE BOER, P. EN KLAASSEN, O. 2009. Preventie van vogelschade bij fruitbedrijven. Verkennende veldtoets met de Firefly Bird Diverter op bedrijven met Conference peren. SOVON-onderzoeksrapport 2009/14. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2009. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Bijlage 2. Ligging plots per bedrijf

De ligging van de plots binnen de boomgaarden is met gele vlakken aangegeven. Er zijn drie behandelingen: FF = Firefly's verspreid over plot, FFW = Firefly's geconcentreerd langs windsingel en 0 = controle.

1. Rilland



FFW

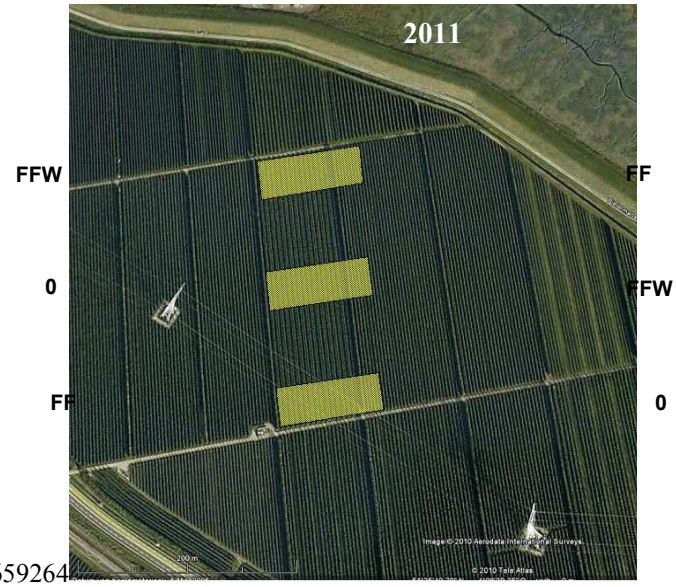
0

FF

00251659264

© *GoogleEarth*

2. Krabbendijke 1



0251659264025165926 4

© *GoogleEarth*

3. Krabbendijke 2

0

FF

02516592640251659264

© *GoogleEarth*

4. Krabbendijke 3

02516592640251659264

© *GoogleEarth*

5. Waarde

0251659264025165926 4

© *GoogleEarth*

6. Kruiningen

FF

0

FF

0251659264025165926402516592640251659264

© *GoogleEarth*

7. Kapelle 1

0

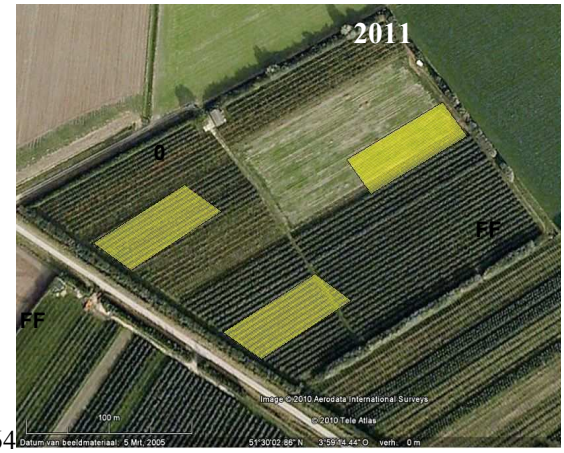
0

FFW

0251659264025165926 4

© *GoogleEarth*

8. Kapelle 2



FFW

FFW

0

0251659264025165926 4

© GoogleEarth

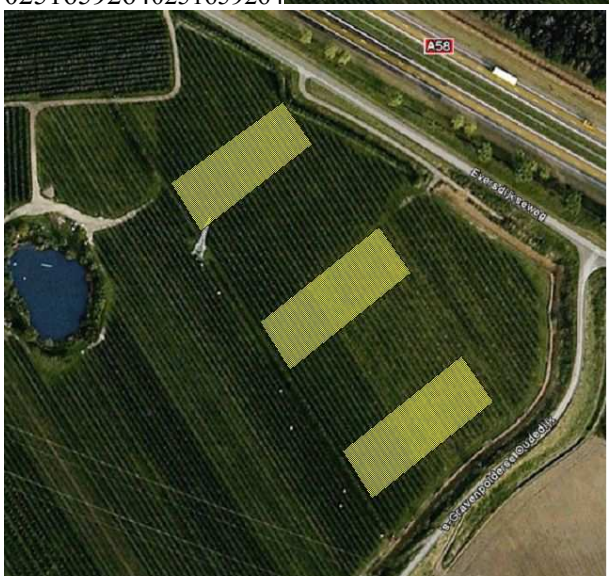
9. Kapelle 3

FFW

FFW

FF

02516592640251659264



© *GoogleEarth*

10. Kapelle 4

02516592640251659264

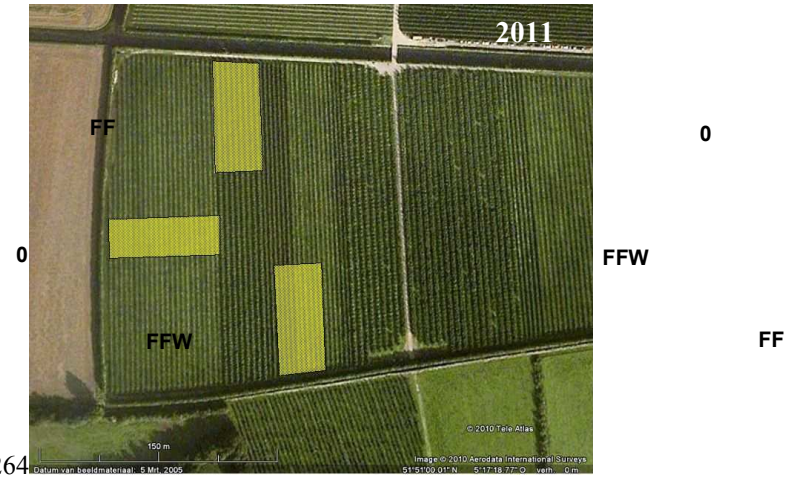
© *GoogleEarth*

11. Waardenburg

02516592640251659264

© *GoogleEarth*

12. Neerijnen



00251659264

© *GoogleEarth*

13. Echteld

0251659264025165926 40

© *GoogleEarth*

14. Tiel

00

© *GoogleEarth*

15. Rijswijk

© *GoogleEarth*

16. Zoelen

0251674624025167462 4

17. Ijzendoorn

02516756480251675648

© *GoogleEarth*

18. Lienden 1

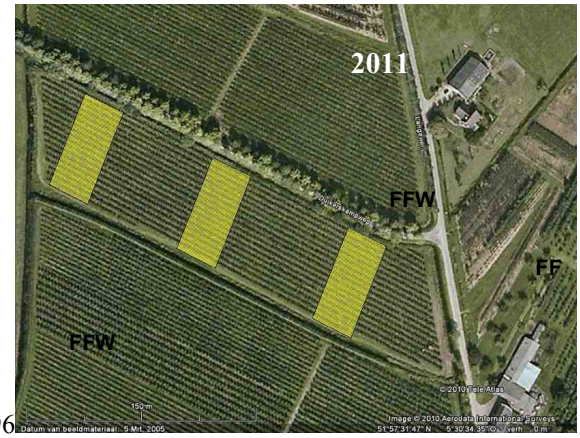
02516766720251676672

© *GoogleEarth*

19. Lienden 2

FF

0



0

0251677696025167769 6

© *GoogleEarth*

20. Ingen

02516787200251678720

© *GoogleEarth*