

**Vermindering verbruik chemische
gewasbeschermingsmiddelen bij
bestrijding van emelten en
rouwvliegglarven op grasland**



Colofon

Uitgever:

Praktijkonderzoek Rundvee,
Schapen en Paarden (PR)
Runderweg 6, NL-8219 PK Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info@pr.agro.nl.
Internet <http://www.agro.nl/pr/>

Redactie:

Sectie Voorlichtingszaken PR

Niets uit dit rapport mag zonder overleg
met het Praktijkonderzoek
worden overgenomen
Nadruk verboden © PR-Lelystad

ISSN 0169-3689

Eerste druk 2000/oplage 150

Dit rapport is verkrijgbaar door storting
van f 25,- op Rabobank nr. 11.25.54.989
van het Praktijkonderzoek PR te Lelystad
met vermelding van: Rapport nr. 186

Referaat

Vermindering verbruik chemische gewasbeschermings-
middelen bij de bestrijding van emelten en rouwlieglarven
op grasland. A. van den Pol-Dasselaar, H.J. Vlug, G. André,
C. v/d Wel, J. Hesselink, A.P. Wouters (PR-rapport 186)/
Trefw.: Emelten, rouwvliegglarven, grasland,
gewasbeschermingsmiddelen, zodekwaliteit,
graslandopbrengst, schadedrempels



**plantenziektenkundige
dienst**



Vermindering verbruik chemische gewasbeschermingsmiddelen bij bestrijding van emelten en rouwvliegglarven op grasland

A. van den Pol-Dasselaar,
H.J. Vlug,
G. André,
C. van der Wel,
J. Hesselink,
A.P. Wouters

Voorwoord

In het Meerjaren Plan Gewasbescherming (MJP-G) is voor de verschillende sectoren in de landbouw een plan van aanpak gepresenteerd met als doel het verminderen van de afhankelijkheid, het verbruik en de emissie naar het milieu van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Volgens het Sector Werkplan Veehouderij bedroeg het verbruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen in gras en voedergewassen ca. 1,18 miljoen kg werkzame stof per jaar in de referentieperiode 1984-1988. Op grasland is het verbruik per hectare relatief laag maar in absolute hoeveelheden relatief hoog gezien het grote areaal. Ongeveer 60% van het totale verbruik van herbiciden vond plaats op grasland en van de insecticiden werd bijna 70% gebruikt op grasland; de rest in maïs. In het Sectorplan Veehouderij van het MJP-G is voor het grasland een reductie van het verbruik van herbiciden en insecticiden voorzien van respectievelijk 25 en 10% in het jaar 2000.

Het gebruik van insecticiden op grasland hangt nauw samen met de bestrijding van emelten en rouwvlieglarven. De doelstellingen van het MJP-G waren voor het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden aanleiding om het onderzoek naar de schade door emelten, dat begin 1990 in samenwerking met het IPO-DLO was opgestart, te intensiveren. Eveneens werd het onderzoek naar alternatieven voor het gebruik van herbiciden op grasland voor bestrijding van kweek, muur, etc. geïntensiveerd. In het kader van het Meerjaren Plan Gewasbescherming en medegefinancierd door het Landbouwschap is in 1995 een onderzoeksproject gestart met als doel het ontwikkelen van een waarschuwingssysteem voor emelten en rouwvlieglarven en het ontwikkelen van alternatieven voor het gebruik van herbiciden op grasland. In dit rapport is het onderzoek met betrekking tot emelten en rouwvlieglarven beschreven.

Aan het onderzoek naar emelten en rouwvlieglarven hebben meegewerkt de Plantenziektenkundige Dienst (J. Hesselink, H. Hendriks), het DLO-Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (H. Vlug en B. Kortenhoff) en het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (A. van den Pol-van Dasselaar, G. André, C. van der Wel en A.P. Wouters). De resultaten van het onderzoek zijn samengevat in dit rapport. We hopen dat deze resultaten zullen bijdragen aan een meer gericht en bedrijfseconomisch verantwoord bestrijdingsadvies voor emelten en rouwvlieglarven en aan het verder verminderen van het verbruik van insecticiden op grasland.

ir. W. Luten
Hoofd Afdeling Weidebouw

Samenvatting

In het kader van het Meerjaren Plan Gewasbescherming is door PR, PD en IPO-DLO onderzoek uitgevoerd naar het verminderen van het verbruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen op grasland met behoud van een goede zodekwaliteit en grasproductie. In dit rapport worden de onderzoeksresultaten met betrekking tot het verbruik van insecticiden beschreven. Op grasland worden met name emelten en rouwvlieglarven bestreden. Het rapport richt zich vooral op schade door emelten. De gevonden aantallen rouwvlieglarven in de proeven waren te klein om gericht onderzoek naar te doen. Bovendien bleek het pleksgewijs voorkomen van rouwvlieglarven onvoldoende voor het vaststellen van de schaderelatie.

Karakteristieken van emelten

Emelten (larven van de langpootmug) zijn een belangrijke plaag in grasland in N.W. Europa. De belangrijkste soorten die in Nederland voorkomen zijn *Tipula paludosa* en *T. oleracea*. *T. paludosa* heeft één generatie per jaar en legt zijn eieren vanaf het eind van augustus tot begin oktober. De larvale stadia zijn te vinden vanaf half september tot juni van het volgende jaar. Uit proeven is gebleken dat ze zich voeden met bovengronds plantenmateriaal dat bladgroen bevat, in tegenstelling tot wat algemeen gedacht wordt met graswortels. Emelten kunnen temperaturen van -10 °C overleven (mogelijk ook lagere temperaturen). Schade door emelten kan bestaan uit opbrengstvermindering en verslechtering van de zodekwaliteit.

In Nederland worden momenteel schadedrempels voor chemische bestrijding gehanteerd van 150 emelten/m² in het najaar en 100/m² in het voorjaar. Het is niet duidelijk geworden waar deze waarden op gebaseerd zijn. Biologische bestrijding met Bti is momenteel nog geen economisch haalbare optie voor de praktijk.

Populatieverloop van emelten

In de periode 1991-1998 kon geen relatie gelegd worden tussen het populatieverloop en weersomstandigheden in augustus tijdens de eileg en de larvale periode gedurende de winter. Er was sprake van jaren met hoge aantallen emelten ("emeltenjaren"), met een tussenperiode van 5 à 7 jaar. De natuurlijke afname van de emeltenpopulatie gedurende de winter was gemiddeld 40%. Voorspellingen van het aantal emelten in het voorjaar op basis van het aantal emelten in het najaar waren onbetrouwbaar door grote variatie in natuurlijke sterfte van emelten gedurende de winterperiode.

Veldproeven voor vaststellen van schadedrempel

In de periode 1991-1998 zijn diverse veldproeven uitgevoerd om de schadedrempel van emelten vast te stellen. De schadedrempel is gedefinieerd als die populatiegrootte, waarbij het verlies door schade gelijk is aan de kosten van de bestrijding die nodig is om die schade te voorkomen. Het gaat hier dus om een economische schadedrempel.

Door chemische bestrijding volgens het advies nam de emeltenpopulatie met 90-100% af. Bij toepassing van de helft van de adviesdosering werd in de proeven voldoende bestrijding van emelten verkregen (80-90%). Emeltenbestrijding met insecticiden gaf ongeacht het aantal emelten, dus ook bij lage aantallen, een significant positief effect op de droge stofopbrengst van de eerste snede. De oorzaak hiervan is onbekend. Emeltenbestrijding had geen significant effect op de droge stofopbrengst van de tweede en latere sneden. In de proeven is overigens nooit visuele schade veroorzaakt door emelten geconstateerd. Ook kon geen effect van emelten of van bestrijding van emelten op de zodekwaliteit worden aangetoond. Mogelijk zal de zodekwaliteit bij hoge aantallen emelten (meer dan 500 m²) verslechteren. Deze hoge aantallen kwamen in ons onderzoek echter slechts sporadisch voor.

Analyses per proef gaven een niet éénduidig beeld van het effect van bestrijding van emelten. De relatie tussen het aantal emelten en de droge stofopbrengst was in het algemeen slecht. De betrouwbaarheid van de relatie tussen aantal emelten en opbrengstderving was afhankelijk van de periode tussen bemonstering en opbrengstbepaling. Dit hangt samen met de grote variatie in natuurlijke sterfte van emelten na bemonstering. De relatie tussen het aantal emelten en opbrengstderving was het meest betrouwbaar bij bemonstering in april. Door middel van proeven op praktijkpercelen met grote aantallen emelten werd geprobeerd de relatie tussen schade en aantal emelten te verduidelijken, maar ook hier bleken de relaties vaak onduidelijk te zijn.

Model

Om betrouwbare uitspraken te kunnen doen over schadedrempels is een model ontwikkeld, dat gebaseerd is op de resultaten van alle veldproeven. De uitkomsten laten zien dat voor iedere 100 emelten, die *in april* per m² aanwezig zijn, de droge stofopbrengst van de eerste snede *gemiddeld* met 190 kg droge stof/ha daalt. Opvallend was dat een chemische bestrijding als zodanig een significant positief effect op de droge stofopbrengst van de eerste snede gaf. Dit effect varieerde van 130 tot 150 kg extra droge stof per ha, onafhankelijk van het aantal emelten.

Bestrijdingsadvies

Omdat er vóór de winter nog nauwelijks schade aan het gras optreedt en het niet bekend is hoeveel emelten de winter zullen overleven, zou een voorjaarsbemonstering te prefereren zijn. Momenteel is er echter geen bestrijdingsmiddel tegen emelten op grasland in het voorjaar toegestaan.

Met behulp van de modelresultaten zijn schadedrempels bepaald. Bij bestrijding in *november/december* ligt de schadedrempel bij het huidige prijspeil op *gemiddeld* 300 emelten per m². Bij meer dan 300 emelten per m² kan bestrijding lonend zijn. Er is echter sprake van een groot aantal onzekerheden, met name door de (niet te voorspellen) variatie in natuurlijke sterfte van emelten. Door het traject waarin de kosten ongeveer gelijk zijn aan de verwachte meeropbrengsten ruimer te nemen en de beslissing tot bestrijding in dit traject af te laten hangen van de bedrijfsomstandigheden, kan hieraan tegemoet gekomen worden. Op een bedrijf met een slechte ruwvoerpositie zal bestrijding sneller uit kunnen dan op een bedrijf met een goede ruwvoerpositie. Als het prijspeil verandert, kan met een eenvoudige berekening een nieuwe economische schadedrempel bepaald worden. In de onderzoeksperiode heeft zich geen situatie voorgedaan met vorstschade op grasland. Het is te verwachten dat bij een zeer open zode als gevolg van vorstschade de schadedrempel lager is.

Te overwegen valt om op diverse plaatsen, verspreid over Nederland (bijvoorbeeld de proefbedrijven van het PR) reeds in november te beginnen met bemonstering van percelen op emelten, zodat afhankelijk van de uitslag een advies voor bemonstering kan worden gegeven.

Bij de huidige schadedrempels kost emeltenbestrijding meer dan het oplevert. Door gebruik te maken van de nieuwe economische schadedrempels zal het verbruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen dalen.

Summary

Within the framework of the Multi-year Crop Protection Plan, PR, PD and IPO-DLO have carried out research to reduce the use of pesticides on grassland without adverse effects on sward quality or grass production. This report describes the results with respect to insecticides. Insecticides are mainly used to control leatherjackets and bibionid larvae. The report concentrates on damage caused by leatherjackets since the number of bibionid larvae found was too low. Furthermore, the patchy distribution of bibionid larvae made it impossible to establish a relationship between damage and numbers present.

Characteristics of leatherjackets

Leatherjackets (larvae of tipulids) are a major pest of grassland in N.W. Europe. Important species in the Netherlands are *Tipula paludosa* and *T. oleracea*. *T. paludosa* has one generation per year. Oviposition takes place between the end of August and the beginning of October. The larvae can be found from the second half of September until June of the next year. Studies have shown that they feed on the surface on plant material containing chlorophyll rather than grass roots, which latter was commonly presumed. Leatherjackets can survive at temperatures of -10 °C (possibly even at lower temperatures). Damage by leatherjackets may consist of a yield reduction and deterioration of sward quality.

Current threshold values in the Netherlands are 150 leatherjackets/m² in late autumn and 100/m² in spring. The basis of these thresholds is not clear. The use of the organic product Bti to control leatherjackets is not economically viable yet.

Population dynamics of leatherjackets

During the study (1991 to 1998) no relation could be found between population dynamics and weather conditions in August, when eggs are laid, or in the winter. On the average 'leatherjacket years' (years when the population of leatherjackets was large) occurred every 5 to 7 years. The population of leatherjackets decreased by about 40% during the winter. Predictions of the number of leatherjackets in spring, based on the number present in the autumn, were unreliable due to the large variation in decline of leatherjacket populations during the winter.

Field experiments to determine the threshold value

Between 1991 and 1998 field experiments were carried out to determine the threshold value of leatherjackets. The threshold value was defined as the population at which expected damage equals the cost of control, i.e. an economic threshold value.

The leatherjacket population declined by 90-100% when applying the recommended dose of insecticide. The leatherjacket population also declined (80-90%) when half of the recommended dose was applied. The use of insecticides led to a significant increase in the dry matter yield of the first cut, irrespective of the size of the leatherjacket population. The cause is unknown. The dry matter yield of the second and subsequent cuts was not significantly affected when insecticides were used to control leatherjackets. During the experiments visual damage by leatherjackets never occurred nor could a long-term effect of presence of leatherjackets or their control to sward quality be shown. A reduction of sward quality might be possible at large numbers of leatherjackets (more than 500 m²). However, these numbers were not often found in our experiments.

Analyses of individual experiments gave an unclear impression of the effect of leatherjacket control. Generally there was a poor relation between the number of leatherjackets and the dry matter yield. The reliability of the relation between the number of leatherjackets and the yield reduction was dependent on the length of the period between sampling and yield determination. The relation was most reliable when samples were taken in April. An attempt was made to clarify the relation between damage and the number of leatherjackets by means of experiments on plots with large numbers of leatherjackets, but the relation often remained unclear.

Modelling

Based on the results of all the experiments, a threshold value model was developed. The results demonstrate that, on the average, the first cut decreases by 190 kg dry matter / hectare for every 100 leatherjackets present per m² in April. The use of insecticides has a significantly positive effect on the dry matter yield of the first cut, varying from 130 to 150 kg extra dry matter per hectare, independent of the number of leatherjackets.

Advise for control

Sampling in spring is preferable since hardly any damage is done before and during the winter. This is dependent on the surviving of leatherjackets during the winter. The use of insecticides to control leatherjackets, however, is prohibited in spring.

Threshold values have been determined using the results of the model. For control in late autumn the threshold value is *on average* 300 leatherjackets per m², at the present price level. In situations of more than 300 leatherjackets per m², control can be profitable. However, there are a large number of uncertainties, mainly due to the (unpredictable) variation in the natural death of leatherjackets. Lengthening the period during which the costs of control are approximately equal to the expected financial benefits (and allowing the decision of control to be determined by the conditions on the farm) can accommodate this. The main criterion will be the need for extra grass on a farm. If the price level changes, a new economic threshold value can easily be determined. During the research period no frost damage occurred to the grassland. Probably in situations of very open swards due to frost damage the threshold value will be lower.

It would be preferably to start sampling for leatherjackets in November at different places spread across the Netherlands (e.g. the PR experimental farms). Results can be used to advise farmers whether to sample their fields.

At the current threshold values the costs of leatherjacket control exceed the benefits. When the new economic threshold values are applied, the use of insecticides will be reduced.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1 Inleiding en probleemstelling	1
2 Overzicht bestaande kennis emelten en rouwvlieglarven in grasland	3
2.1 Emelten	3
2.2 Rouwvliegen	8
3 Materiaal en methoden	10
3.1 Monitoring emeltenpopulatie op praktijkpercelen	10
3.2 Veldproeven	10
3.2.1 Proefopzet	10
3.2.2 Waarnemingen en statistische analyse	11
4 Resultaten en discussie	12
4.1 Populatieverloop	12
4.1.1 Monitoring emeltenpopulatie op praktijkpercelen	12
4.1.2 Monitoring emeltenpopulatie in meerjarige veldproeven	12
4.1.3 Invloed van weersomstandigheden	13
4.2 Veldproeven	13
4.2.1 Proeven op proefbedrijven	13
4.2.2 Eénjarige proeven op praktijkpercelen	16
4.2.3 Proeven met betrekking tot maatregelen op het gebied van graslandgebruik	17
4.3 Schadedrempel	18
5 Model schadedrempel	19
5.1 Modelbeschrijving	19
5.2 Resultaten	20
5.2.1 Parameters	20
5.2.2 Schadedrempel	21
5.2.3 Gevoeligheidsanalyse	22
6 Bestrijdingsadvies	24
6.1 Rouwvlieglarven	24
6.2 Emelten	24
6.2.1 Huidig advies	24
6.2.2 Voorstel tot een nieuw bestrijdingsadvies	24
7 Conclusies en aanbevelingen	26
Literatuur	28
BIJLAGE 1 List of tables and figures	31

1 Inleiding en probleemstelling

In het Meerjaren Plan Gewasbescherming (MJP-G) is voor de verschillende sectoren in de landbouw een plan van aanpak gepresenteerd met als doel het verminderen van de afhankelijkheid, het verbruik en de emissie naar het milieu van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Volgens het Sector Werkplan Veehouderij bedroeg het verbruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen in gras en voedergewassen ca. 1,18 miljoen kg werkzame stof per jaar in de referentieperiode 1984-1988. Herbiciden maakten naar schatting ruim 84% uit van het totale verbruik en insecticiden circa 16%. Ongeveer 60% van het totale verbruik van herbiciden vond plaats op grasland en van de insecticiden werd bijna 70% gebruikt op grasland; de rest in maïs. Volgens de schatting van het MJP-G wordt jaarlijks gemiddeld 172.500 ha (circa 16% van het grasland) gespoten tegen emelten. In het Sectorplan Veehouderij van het MJP-G wordt voor grasland een reductie van het verbruik van herbiciden en insecticiden voorzien van respectievelijk 25 en 10% in het jaar 2000. Het CBS heeft in 1995 in een steekproef 10.000 bedrijven met grasland benaderd over het verbruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen. Hieruit bleek dat op grasland 144.000 kg actieve stof werd gebruikt. Slechts 5,3% hiervan bestond uit insecticiden, voornamelijk chloorpyrifos. Ruim 94% van de insecticiden werd ingezet tegen emelten, de andere 6% tegen larven van de rouwvlieg en ritnaalden. In 1995 werd dus nog maar 6% van de hoeveelheid insecticiden uit de referentieperiode van het MJP-G gebruikt (CBS, 1998). Het gaat hier echter slechts om gegevens van één jaar.

Het verbruik van herbiciden op grasland vindt vooral plaats bij en na herinzaai/doorzaai. De noodzaak tot herinzaai/doorzaai kan worden verminderd door het behoud van een goede zodekwaliteit. De laatste jaren is in het onderzoek veel aandacht besteed aan factoren die de zodekwaliteit negatief kunnen beïnvloeden, zoals bodemverdichting, vorstschade en emeltenschade. De schadedrempel van emelten is gedefinieerd als die populatiegrootte emelten, waarbij het verlies door schade gelijk is aan de kosten van de bestrijding die nodig is om die schade te voorkomen. In de NRLO Verkennende Studie Ziekten en Plagen in Cultuurgrasland (Lammers, 1993) is aan onderzoek naar emelten de hoogste prioriteit gegeven. De reden daarvoor is het verbruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen, de opbrengstderving en de negatieve invloed op de zodekwaliteit en daarmee op de frequentie van herinzaai/doorzaai. Verder is er onvoldoende duidelijkheid over het verband tussen het aantal emelten in het najaar en het aantal in het voorjaar en over de relatie tussen aantal emelten en schade. De schadedrempels die bij de advisering aan de veehouders worden gehanteerd (150 en 100 emelten per m² in respectievelijk het najaar en voorjaar) zijn niet onderbouwd door onderzoeksresultaten. Een voorkeur voor bestrijding in het najaar is ingegeven door het risico van vogelsterfte bij bestrijding van emelten in het voorjaar. Behalve emelten worden ook rouwvlieglarven bestreden met chemische gewasbeschermingsmiddelen. Aandacht voor rouwvlieglarven is gewenst aangezien de laatste jaren steeds zwaardere aantastingen zijn geconstateerd (Werkgroep Veehouderij, 1990).

Naar aanleiding van bovengenoemde punten is door het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), het DLO-Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO-DLO) en de Plantenziektenkundige Dienst (PD) onderzoek uitgevoerd in de periode juli 1995 tot juli 1998. Dit onderzoek werd voor een deel gefinancierd door het Landbouwschap in het kader van het Sectorplan Veehouderij van het Meerjarenplan Gewasbescherming. Het PR verrichtte onderzoek naar het ontwikkelen van alternatieven voor het gebruik van herbiciden tegen veronkruiding. De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven door van der Wel & Wouters (1998). Hiernaast deden het PR en het IPO-DLO onderzoek naar de schade door emelten en rouwvlieglarven en naar mogelijkheden voor het ontwikkelen van een waarschuwingssysteem voor de bestrijding. De PD participeerde in dit onderzoek door middel van een survey op praktijkbedrijven. De resultaten van dit onderzoek met betrekking tot het verbruik van insecticiden worden in dit rapport beschreven.

De algemene doelstelling van het onderzoek was het verminderen van het verbruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen op grasland met behoud van een goede zodekwaliteit en grasproductie door:

- het ontwikkelen van een betrouwbaar waarschuwingssysteem voor bestrijding van emelten in grasland (incl. schadedrempels) en maatregelen om emeltenschade te voorkomen;
- het vaststellen van schadedrempels voor rouwvlieglarven.

De onderzoeksvragen richten zich met name op het vaststellen van factoren van invloed op het populatieverloop en de ecologie van emelten en op het vaststellen van schadedrempels. Onderzoek naar

schade door emelten en rouwvlieglarven aan grasland was al deels opgestart, maar is in het project voortgezet en geïntensiveerd.

De specifieke projectdoelen waren:

- het voortzetten van de door PD in samenwerking met IKC-Veehouderij uitgevoerde bemonstering van praktijkpercelen op emelten om de periodiciteit in het voorkomen van emelten en het verband tussen aantallen en visuele schade te bepalen;
- het vaststellen van de relatie tussen natuurlijke sterfte van emelten tijdens de winterperiode en omgevingsfactoren, met name weersomstandigheden;
- het bepalen van schadedrempels door het vaststellen van de relaties tussen aantallen emelten op verschillende tijdstippen tijdens het winterseizoen en schade in de vorm van opbrengstderving en verslechtering van de zodekwaliteit;
- het ontwikkelen van een waarschuwingssysteem voor de bestrijding van emelten, gebaseerd op de uitkomsten van bovengenoemde projectdoelen;
- het vaststellen van schadedrempels en het ontwikkelen van een waarschuwingssysteem voor rouwvlieglarven. Dit projectdoel is belemmerd door het feit dat het aantal gevonden rouwvlieglarven te klein was om gericht onderzoek naar te doen en er geen schade als gevolg van rouwvlieglarven is geconstateerd.

In dit samenvattende rapport is het onderzoek met betrekking tot emelten en rouwvlieglarven beschreven. Het rapport richt zich met name op schade door emelten. Bij het onderzoek naar emeltenschade is ook het probleem van schade door rouwvlieglarven meegenomen. In het algemeen werden in de proeven echter te kleine aantallen rouwvlieglarven gevonden om gericht onderzoek naar te doen. Er is ook geen schade als gevolg van rouwvlieglarven geconstateerd. De indeling van het rapport is als volgt: in hoofdstuk 2 wordt een overzicht van de bestaande kennis gegeven. In de hoofdstukken 3 en 4 worden materiaal en methoden, resultaten en discussie van veldproeven gegeven. In hoofdstuk 5 wordt een simulatiemodel gepresenteerd dat is gebaseerd op de resultaten uit de veldproeven. Hoofdstuk 6 beschrijft het huidige bestrijdingsadvies en geeft aanbevelingen voor een nieuw advies. De veldproeven en het simulatiemodel zijn uitgebreid beschreven door Van den Pol-van Dasselaar et al. (1999a, b en c). In hoofdstuk 7 tenslotte worden algemene conclusies en aanbevelingen weergegeven.

2 Overzicht bestaande kennis emelten en rouwvlieglarven in grasland

2.1 Emelten

Voorkomen en schade

Reeds lang zijn emelten (larven van de langpootmug) bestudeerd als schadelijke organismen in grasland in de ruimste zin van het woord, met name in weidegebieden. In de 20-er jaren was het vooral De Jong (1923, 1925) die in Nederland een studie maakte van emelten die schadelijk optraden in grasland. In de ons aangrenzende gebieden was het vooral Maercks (1941, 1953) die studie maakte van de emeltensituatie in Duitsland, vooral met betrekking tot klimaatgegevens.

In het N.W.-Europese grasland komen voornamelijk twee soorten langpootmuggen voor: *Tipula paludosa* Meigen en *T. oleracea* L. *T. paludosa* is ook bekend uit het N.W. van de Verenigde Staten waar de soort waarschijnlijk werd ingevoerd in 1955 (Wilkinson & Maccarthy, 1967; Jackson & Campbell, 1975). Verder worden *T. subcunctans* Alexander (= *T. czizeki* De Jong), *Lunaticipula vernalis* Meigen en *Nephrotoma maculata* (Meigen) (= *Pales maculata*) genoemd als incidenteel schadelijk optredende *Tipulidae*.

Schade door emelten wordt vermeld aan vele gewassen, vooral van grasland (weiland, sportvelden en openbaar groen), maar ook van bieten-zaailingen, wintertarwe en diverse vollegrondsgroenten. *T. paludosa* wordt gewoonlijk beschouwd als de meest algemene soort, terwijl *T. subcunctans*, *L. vernalis* en *N. maculata* een minder belangrijke rol spelen (De Jong, 1925; Lauenstein, 1986). *T. subcunctans* wordt vermeld uit het N.W. deel van Duitsland, vooral van de wat vochtiger graslanden (Lauenstein, 1986).

T. oleracea en *T. subcunctans* kunnen niet als larve worden onderscheiden van *T. paludosa*. Uit uitgekweekt materiaal van landelijke veldproeven bleek dat *T. paludosa* verreweg de algemeenste soort is, terwijl in een klein aantal gevallen *T. oleracea* en *N. maculata* werden gevonden. *T. subcunctans* werd nooit waargenomen.

Ecologie

T. paludosa en *T. oleracea* komen voor in diverse habitats. *T. paludosa* kan talrijk zijn op droge zandgrond. Richter (1955) stelt dat *T. paludosa* vooral een soort is die een voorkeur heeft voor natte weilanden maar op droge grond ook voorkomt. Richter vond op plaatsen die langere tijd onder water hadden gestaan slechts weinig emelten (8/m²) in vergelijking met aangrenzende gebieden met 258/m². Vlugs (niet gepubliceerd) vond op ondergelopen uiterwaarden van de Rijn geen verschillen tussen de drooggebleven en ondergelopen plaatsen. Maercks (1951) geeft aan dat emelten als plaag vooral optreden in vochtige weidegebieden. De wijfjes hebben daarbij een voorkeur voor een dicht grasbestand. In jonge percelen gras worden in het algemeen nauwelijks emelten gevonden, de eerste emelten zijn in een grasbestand van drie of vier jaar te vinden (Vlugs, niet gepubliceerd). Freeman (1968) vond *T. paludosa* en *T. oleracea* op natte heide, op grasland echter alleen *T. paludosa*. Beide soorten zijn zeer nauw verwant. Morfologische verschillen van de adulten zijn voldoende om ze te onderscheiden, maar de larven zijn zowel morfologisch als ook met elektroforese-technieken niet te onderscheiden. Hier is sprake van nauw verwante soorten ("sibling species") die geen merkbare ecologische barrière hebben. Ze verschillen grotendeels niet in vliegtijd en hebben geen opvallende verschillen in habitatkeuze. Weliswaar heeft *T. oleracea* twee generaties per jaar (bivoltien) en *T. paludosa* slechts één (univoltien), maar in augustus en september vliegen beide soorten gezamenlijk. Freeman (1968) geeft aan dat wanneer intraspecifieke verschillen in habitatkeuze niet aanwezig zijn, er toch verschillen moeten zijn in microhabitat, die in het veld als mozaïek voorkomen. Kleine verschillen in een perceel zoals aanwezig bodemvocht, niveauverschillen of diversiteit in microklimaat kunnen verschillen in microhabitat veroorzaken. Zoals op veel plaatsen in de literatuur wordt aangegeven, zou *T. oleracea* een lichte voorkeur hebben voor nattere habitats, terwijl *T. paludosa* een drogere situatie verkiest. In een droog najaar en een droge winter kan *T. oleracea* in het nadeel zijn ten opzichte van *T. paludosa*. Competitie voor voedsel kan in de ecologie van beide soorten geen rol spelen, omdat grasland voldoende voedsel biedt (Freeman, 1967). *T. paludosa* legt zijn eieren vanaf het eind van augustus tot in het begin van oktober. De larvale stadia zijn te vinden vanaf half september tot juni van het volgende jaar. Gedurende de winter zijn het tweede en derde stadium te vinden zonder dat de larven in winterdiapauze gaan. Het vierde stadium is te vinden tot eind juli. *T. oleracea* heeft twee generaties per jaar met een vlucht in mei en opnieuw vanaf eind juli tot midden augustus. De emelten van deze soort zijn evenals die van *T. paludosa* gedurende de

winter actief. De univoltine soort *T. subcunctans* vliegt in oktober en overwintert als ei. In Nederland is deze soort gebonden aan vochtige weilanden op natte veengrond (De Jong, 1925). *T. paludosa* komt op alle grondsoorten talrijk voor en lijkt geen voorkeur te hebben (Maercks, 1941 en 1951). Maercks geeft voor *T. subcunctans* en *N. maculata* een voorkeur voor sterk humeuze gronden en veengrond op.

Morfologie

De adulten van de belangrijkste soorten kunnen worden onderscheiden aan een aantal morfologische kenmerken:

T. paludosa: Deze soort wordt gekenmerkt door 14 antenne-segmenten in beide sexen. De ogen staan aan de onderzijde wijd uit elkaar. Vleugels van het wijfje altijd korter dan het achterlijf. Hypopygium van de mannelijke genitaliën met een rij sterke haren aan de top. De eieren van *T. paludosa* hebben geen filament (Hemmingsen, 1952).

T. oleracea: Antennen met 13 segmenten in beide sexen. Ogen aan de onderzijde door een smalle strip gescheiden. Vleugels van het wijfje even lang als het achterlijf. Hypopygium van de mannelijke genitaliën onbehaard aan de top. Eieren met filament.

T. subcunctans: Antennen van beide sexen met 13 segmenten. Ogen aan de onderzijde wijd uit elkaar staand. Vleugels van het wijfje even lang als het achterlijf. Hypopygium van de mannelijke genitaliën behaard, de lob knotsvormig en voorzien van korte stekels. Eieren met filament.

N. maculata: Deze soort is gemakkelijk te herkennen aan de geel-zwarte tekening.

De larven van *T. paludosa* zijn morfologisch niet te onderscheiden van die van *T. oleracea* en *T. subcunctans* (Theowald, 1984). Humphreys et al. (1993) vonden met behulp van iso-electric focusing (een elektroforese-techniek) verschillen tussen de larven. Later onderzoek van De Raay, Vlug & Wiegers (niet gepubliceerd) naar deze methode gaf teleurstellende resultaten. *T. subcunctans* is in dit onderzoek niet meegenomen, omdat deze soort gedurende de onderzoeksjaren niet werd aangetroffen. *N. maculata* bleek in het laatste onderzoeksjaar (1997) de dominante soort op een weideperceel in Zuidelijk Flevoland.

Biologie

Eileg

Langpootmuggen leggen hun eieren soms in kleine porties, soms individueel af. Weersomstandigheden tijdens de eileg spelen hierbij waarschijnlijk een belangrijke rol, mogelijk ook veldomstandigheden. Wijfjes die nog alle eieren bij zich hebben zijn zwaar en vliegen moeilijk, terwijl vrijwel uitgelegde wijfjes goed en ver kunnen vliegen. Windtunnelexperimenten van Vlug (niet gepubliceerd) konden echter geen effect van wind aantonen. Als weersomstandigheden en perceelssituatie geen invloed hebben, zou dit een verklaring kunnen zijn van de vaak grote verschillen in emeltenpopulaties tussen nabij gelegen percelen. Hemmingsen (1952, 1976) beschrijft de eilegbiologie van diverse soorten *Tipulidae* in samenhang met de morfologie van de ovipositor. Hij vond dat de grootte van de eieren binnen de soort niet varieert en stelt vast dat grotere vrouwelijke individuen meer eieren kunnen produceren. Barnes (1937) vond een variatie in eileg van 0-500 eieren per vrouwtje met de hoogste frequentie bij 251-300 eieren. De vrouwtjes leggen hun eieren vrijwel onmiddellijk nadat ze zijn uitgekomen en gepaard hebben (Rennie, 1916; Sellke, 1936). Eieren worden in of op het oppervlak van de bodem tussen het gras gelegd en komen na ongeveer 15 dagen uit (Rennie, 1917).

Larvale stadia

T. paludosa heeft evenals de overige voorkomende soorten vier larvale stadia. Lam & Webster (1972) geven een overzicht van de larvale stadia van *T. paludosa*. Na metingen aan het kopkapsel komen ze tot de conclusie dat er vier duidelijke stadia zijn te onderscheiden. De lengte-breedte verhoudingen van de kaken geven een constant kenmerk voor de verschillende stadia. De stadia zijn te onderscheiden door de afstand te meten tussen de basis van de antennen. Het eerste larvale stadium is gekenmerkt door ringen van lange stijve haren aan weerszijden van laterale papillen (Rennie, 1917). Vlug (niet gepubliceerd) vermoedt op basis van eigen waarnemingen dat deze haren een drijfvermogen aan de kleine emelten geven tijdens natte weersomstandigheden. Ze blijven daardoor met het laatste achterlijfsegment boven drijven zodat de ademhalingsopeningen aan het wateroppervlak blijven. Het eerste larvestadium duurt twee tot vier weken. Na vervelling naar het tweede stadium verdwijnen de haarringen. In het vierde larvale stadium zijn

verschillen waar te nemen tussen de sexen. Op dat moment zijn de gonaden in de mannetjes en de ontwikkeling van de ovaria in de vrouwtjes waar te nemen, terwijl de achterste ademhalingsopeningen (stigmata) bij de vrouwelijke emelten groter zijn. Exemplaren met stigmata met een diameter van 0,7 mm of meer bleken vrouwtjes te zijn (Blackshaw & Moore, 1984).

Groei van de emelten

Laughlin (1967) bestudeerde de groei van emelten in het veld. Hij vond een aanzienlijke variatie in maat en gewicht tussen verschillende jaren, maar niet tussen verschillende locaties. Hij stelt dat het popgewicht van de vrouwtjes gecorreleerd is met het aantal eieren dat zich in de ovaria ontwikkelt ("fecundity"). Omdat het popgewicht een gevolg is van de groei van de larve is deze groei van invloed op de eileg en de grootte van de volgende generatie. Gedurende 1991 en 1992 werd een populatie emelten nauwkeurig gevolgd door een monstername per 2 weken (Vlug, 1999). Hoewel de populatie na mei sterk afnam was de biomassa/m² hoger dan het vroege voorjaar. De schade wordt in deze periode sterk gecompenseerd door de grasgroei, terwijl de vraat van de grote emelten in juli en augustus afneemt. De volgroeide emelten zijn dan in het prepupale stadium waarbij nauwelijks meer gevreten wordt. De toename van de groei vanaf februari tot eind mei doet vermoeden dat op dat moment de vraat intensiever is. Verwacht mag worden dat schade juist in deze periode op kan treden.

Vraatgedrag

De kleine emelten vreten "minerend" aan de oppervlakte van plantendelen. Uit proeven is gebleken dat ze zich voeden met bovengronds plantenmateriaal dat bladgroen bevat. Op ondergeploegd land wat veel groen bladmateriaal bevat kunnen emelten overleven. Op een dieet van uitsluitend wortelmateriaal werd geen overleving gevonden (Vlug, 1990; Vlug & Harrewijn, 1994). Dit geldt ook voor de latere stadia, in tegenstelling tot wat algemeen verondersteld wordt. Emelten leven grotendeels ondergronds in holletjes maar komen 's nachts boven de grond om te vreten. De plantendelen worden afgebeten en meegetrokken in het holletje (Vlug, niet gepubliceerd). Bij oudere emelten is een kaal afgegrasd plekje te vinden rond dit hol. Rennie (1917) vond in laboratoriumproeven dat emelten zich tot volwassen mug konden ontwikkelen zonder levend plantenweefsel. Bij dissectie van het maag-darmkanaal vond hij dood organisch materiaal. Dit bevestigt een experiment van Vlug met *T. oleracea* (niet gepubliceerd) waarbij emelten overleefden en goed groeiden op uitsluitend humeuze potgrond. Rennie vond tevens dat van ontkiemend graan voornamelijk bovengrondse delen werden gevreten.

Vlug (1999) onderzocht het vraatgedrag van emelten met behulp van zes bakken waarvan elk beplant met 200 grasplanten in het tweebladstadium. In de helft van de bakken werden 30 emelten (*T. oleracea*) in het tweede en derde stadium geplaatst. Wekelijks werden de kiemplanten geteld. Verschillen in aantal kiemplanten werden significant na vijf weken. Na zeven weken was het aantal kiemplanten in de onbehandelde bakken (geen emelten) teruggelopen naar 77%, in de behandelde naar 49%.

Voedselpreferentie

De Jong (1923) nam emelten waar die zich met de stengels van klaver hadden gevoed, er lagen veel losse blaadjes tussen het gras. Als er voldoende geschikte dicotyle onkruiden tussen het gras aanwezig zijn (klaver, muur) zouden de emelten zich daarmee kunnen voeden en ontstaat er mogelijk geen schade aan het grasland (Vlug, 1999).

Invloed van fysische factoren en omgevingsfactoren

Veel auteurs maken melding van vriestolerantie van emelten. Diverse malen wordt melding gemaakt van emelten die in het bodemsubstraat ingevroren waren om vervolgens na ontdooien zonder merkbare schade verder te leven. In onderzoek van Vlug (niet gepubliceerd) werd dit ook herhaaldelijk waargenomen. Na vorstperioden onder droge condities kunnen emeltenpopulaties echter sterk gereduceerd zijn (Vlug, 1988). Gehrken & Southon (1992) hebben de invloed van vorst op emelten bestudeerd. Uit hun studies bleek dat emelten temperaturen van -10 °C kunnen overleven. Onderzoek door Todd & Block (1995) toonde eveneens vriestolerantie aan bij *Tipulidae*. Freeman (1967) vond een grotere gevoeligheid voor vorst bij *T. paludosa* dan bij in het bos verzamelde soorten. Hij maakte geen vergelijking met *T. oleracea*. Emelten zijn in het algemeen in het derde en vierde stadium weinig gevoelig voor uitdroging. Freeman vond tussen *T. oleracea* en *T. paludosa* geen betrouwbaar verschil in uitdroging aan de lucht bij 20 °C en een relatieve vochtigheid van 60%. Door Vlug (niet gepubliceerd) werden uiterwaarden bemonsterd die

gedurende lange tijd onder water hadden gestaan. Er bleken nauwelijks verschillen voor en na inundatie te bestaan. Amerikaans onderzoek heeft uitgewezen dat water, dat door de wind in beweging wordt gezet, voldoende zuurstof bevat om de emelten van *T. paludosa* te laten overleven. Vlug (1999) bestudeerde de invloed van inundatie in een proef met zes bekeerglazen, elk met 25 emelten (derde stadium) van *T. oleracea* uit de kweek. De glazen werden gevuld met leidingwater waarna er drie werden belucht met behulp van een aquariumpomp. Na 7 à 8 dagen waren de verschillen al duidelijk. Na 18 dagen waren in de met lucht behandelde glazen nog gemiddeld 15 emelten in leven, terwijl de niet beluchte groep gedecimeerd was. Er is in de literatuur slechts sporadisch iets opgemerkt over de invloed van omgevingsfactoren op eileg van langpootmuggen. Vlug (niet gepubliceerd) vond geen invloed van bosranden en boomrijen op eileg door langpootmuggen.

Monitoring

In de literatuur worden diverse methoden genoemd om emelten op te sporen en een schatting te kunnen maken van de populatie. Milne et al. (1958) vergeleken de "hot water process method" met de "St. Ives method" (gedeeltelijk gebaseerd op de ODCB-behandeling; ODCB=orthochloorbenzeen). Zij kwamen tot de conclusie dat de "St. Ives method" een hogere betrouwbaarheid geeft. ODCB-behandeling van de grond drijft emelten naar boven zodat deze kunnen worden geteld. Deze methode is door Shaw et al. (1974) vergeleken met de methode van "heat extraction". Droogte-extractie met behulp van warmtebronnen boven de monsters bleek een betrouwbaarder resultaat te geven en minder arbeidsintensief te zijn. Deze methode vraagt wel meer tijd, maar de monsters kunnen op een later tijdstip worden verwerkt. Menting (1982) paste een techniek toe met zout water. Deze techniek bestaat eruit dat plastic buizen gedeeltelijk in de grond worden gedreven en gevuld met een zoutoplossing (1 kg zout in 5 l water). De emelten komen na verloop van tijd boven drijven en kunnen worden geteld. Vlug & Paul (1986) verbeterden de methode van Menting. Bij de methode van Vlug & Paul worden grondmonsters genomen (20 steken per perceel) met behulp van een roestvrij stalen boor met een diameter van 10 cm. De monsters worden verzameld in bakken met een zoutoplossing (pekelpad; 1 kg zout in 5 l water). Na ongeveer een half uur zijn alle emelten aan de oppervlakte. De oppervlakte van de bak wordt afgeschept met een zeef. De inhoud van de zeef wordt in schoon water gelegegd. De aanvankelijk in het zout bovendrijvende emelten zakken door het verschil in soortelijk gewicht naar beneden terwijl de meeste gradelen boven blijven drijven. Deze worden vervolgens gedecanteerd. Vlug (1999) onderzocht de betrouwbaarheid van deze zoutwatermethode. Hij testte de methode bij een concentratie zout van 1 kg op 5 liter water met een temperatuur van 14 °C op het moment waarop de emelten in het veld in het derde en vierde stadium waren. Na 5 minuten was meer dan 50% van de emelten boven, na 15 minuten ruim 90%. Na 25 minuten waren vrijwel alle emelten boven. Na 30 minuten werden de monsters handmatig nagezocht op achtergebleven emelten. De in de praktijk gehanteerde methode om na 20 à 30 minuten te tellen lijkt hiermee gerechtvaardigd.

Vlug (1999) vergeleek twee bemonsteringstechnieken op twee verschillende percelen van het Wageningse "Binnenveld". Op het ene perceel werd een compacte vierkante meter uitgestoken en verdeeld in 100 stukken. Op het tweede perceel werden 100 "ad random" monsters gestoken van elk 100 cm². De monsters zijn individueel beoordeeld op het aantal emelten. Er werden geen extreme verschillen gevonden tussen de verschillende bemonsteringstechnieken. De voorkeur gaat om begrijpelijke redenen uit naar de "ad random" gestoken monsters.

Over het algemeen worden populaties van insecten gemeten aan de adulten. Waarnemingen aan de vlucht van *Tipulidae* zijn voornamelijk gedaan met behulp van lichtvangsten. Theowald (1956) kwam tot de conclusie dat de vrouwtjes van *T. oleracea* en *T. paludosa* meer door kunstlicht aangetrokken worden dan de mannetjes. Gele vangbakken voorzien van water met een druppel uitvloeier werden in 1985 in onderzoek gebruikt om de vlucht van de langpootmuggen vast te stellen (Vlug, niet gepubliceerd). De resultaten gaven aan dat gele vangbakken effectief gebruikt kunnen worden om gegevens over de vlucht van langpootmuggen te verkrijgen. Blackshaw (1987) geeft aan dat het volgen van de vlucht en het voorspellen van het aantal emelten in het najaar aan de hand van gevangen aantallen langpootmuggen mogelijk is. In Nederland is geen onderzoek gedaan naar de voorspellende waarde van vangsten van adulten. Freeman (1968) beschrijft een kwantitatieve methode om adulten te vangen met een sleepnet.

Populatiedynamiek

Maercks (1953) merkt op dat *T. paludosa* in NW-Duitsland eens in de drie jaar schade veroorzaakt met dichtheden tussen 100 en 200 larven per m². Deze tussenperioden waren niet altijd constant. Als verklaring noemt hij vooral de weersgesteldheid in augustus/september. Veel neerslag in die periode geeft een betere overlevingskans voor eieren en larven. Een milde winter met weinig vorstdagen maar veel neerslag geeft eveneens een verhoogde overlevingskans. Op deze regel zijn echter ook uitzonderingen, zodat een prognose twijfelachtig is. Maercks (1953) vond na een plotselinge afname van de populatie in 1939/40 een sterke toename van de populatie van *T. subcunctans* (*T. czizeki*). De gemiddelde situatie in de weilanden was zeer nat met een daaropvolgende zeer strenge winter. Maercks geeft aan dat weersinvloeden van belang kunnen zijn, maar niet altijd verklarend zijn. De Jong (1923) verklaart het teruggelopen aantal emelten in 1921 door de extreme droogte in de herfst van 1920. Op enkele zeer lage en natte terreinen waren de aantallen niet verminderd. Maercks (1941) vond na het ontdooien van de natte bovenlaag na een lange vorstperiode veel dode emelten. Vlуг (1988) vond een relatie tussen de afname van de populatie en de door vorst uitgedroogde bovengrond, terwijl tijdens een vorstperiode met een sneeuwdek en natte bovenlaag geen sprake was van een afname van de populatie. Volgens Vlуг (1988) en Loeffijn & de Bree (1996) kan er geen uitspraak worden gedaan over de te verwachten voorjaarspopulatie aan de hand van najaarstellingen door de niet te voorspellen wintersterfte.

Hahn (1978), Maercks (1953), Milne et al. (1965) en Ricou (1967) berichten over sterke schommelingen in de populatie. In de verschillende gebieden lopen deze schommelingen echter niet synchroon, zodat ze niet gecorreleerd kunnen worden aan een algemeen geldend klimaat voor Noord West Europa. In Nederland worden globaal eens in de zeven jaar "emeltenjaren" gevonden (onderzoek van PR/IPO-DLO, 1992-1998 en IPO-DLO, 1985-1998). White vond voor de Britse eilanden perioden van vijf jaar. Maercks stelt vast dat eens in de drie jaar "emeltenjaren" optreden. Cyclische perioden van drie tot vier jaar zijn ook gevonden door Lange (1964). In het Weser-Ems gebied vond Lauenstein (1986) aantallen van meer dan 300 emelten per m² in de jaren 1955, 1962, 1966, 1976, 1983 en 1984, waarbij het opvalt dat de aanloop naar de piek geleidelijk verloopt en het jaar na de piek gekenmerkt wordt door een sterke reductie van de aantallen emelten. In de meeste gevallen is er gedurende het winterseizoen bemonsterd.

Milne et al. (1965) trachtten de dramatische populatieteruggang in 1955 en 1959 te verklaren aan de hand van veldproeven. Zij vonden geen invloed van droogte op de eerste stadium larven, echter wel op de overleving van de eieren als de neerslag 50% beneden normaal komt in augustus/september. Zij noemen dit als mogelijke oorzaak voor de "population crashes". Campbell (1975) vermeldt de gevoeligheid van eieren en van het eerste larvestadium van *T. paludosa* voor droogte in september in de staat Washington. In Nederland vonden Loeffijn & de Bree (1996) een "emeltenjaar" in 1990. De daarop volgende afname van de populatie wordt door hen niet als dramatisch gekenmerkt. Het jaar 1984/1985 werd gekenmerkt door veel schademeldingen, waarbij hoge aantallen emelten werden aangetroffen (Kortenhoff, pers. meded.). Vlуг & Paul (1986) vonden in 1985 in hun veldproeven eveneens grote aantallen emelten, zonder dat er echter sprake was van zichtbare schade. Aangenomen mag worden dat de schommelingen in de populatie zoals aangegeven in de literatuur voornamelijk worden veroorzaakt door *T. paludosa* en *T. oleracea*. In het door Den Hollander (1975) onderzochte gebied rond Amsterdam werden in 1974 vijf maal zoveel adulten van *T. oleracea* waargenomen als in 1973, terwijl de populatie van *T. paludosa* gelijk bleef. Of de als ei overwinterende *T. subcunctans* in aanmerking komt als veroorzaker van de schommelingen is niet duidelijk. Biotische factoren, zoals de parasiet *Siphona geniculata* (de Geer) uit de orde van de *Diptera* en het voorkomen van het Tipula Iridescent Virus (TIV), hebben invloed op de populatiedichtheid, vooral na een periode van hoge populatiedichtheden. Mogelijk bestaat er geen echte cycliciteit, echter wel perioden met echte "emeltenjaren" afgewisseld met jaren van lage dichtheden. Een direct aanwijsbare oorzaak kan niet worden gevonden.

Schadedrempel

Over het algemeen zijn verwijzingen naar een schadedrempel in de literatuur schaars. Hahn (1978) noemt voor Oost Duitsland totale kaalvraat van weiden in 1970/1971; bij kaalvraat zijn aantallen van 1000 larven/m² geen zeldzaamheid. Hij noemt een schadedrempel van 100/m² voor oudere weidegronden. In Nederland worden momenteel normen aangehouden van 150 emelten/m² in het najaar en 100/m² in het voorjaar. Het is niet duidelijk gebleken waar deze normen op gebaseerd zijn. In Schotland en Ierland worden lagere schadedrempels gehanteerd dan in Nederland. Blackshaw & Newbold (pers. meded.) noemen een bestrijdingsdrempel van 60 tot 80 emelten per m². Voor N.W.-Duitsland geldt een

'economische' schadedrempel van 300/m² in het najaar en 100/m² in het voorjaar (Lauenstein, 1986). Het is echter niet duidelijk of hier een economische schadedrempel of een bestrijdingsdrempel wordt bedoeld.

Natuurlijke vijanden

Vogels zoals spreeuwen zijn tijdens het broedseizoen sterk afhankelijk van emelten. Kluijver (1931) maakt melding van emelten als belangrijkste prooi voor spreeuwen tijdens hun voortplantingstijd. Kraaien zijn belangrijke predatoren, maar kunnen in percelen met hoge aantallen emelten grote schade aan de zode toebrengen door hun "plukactiviteit". Vlug (niet gepubliceerd) nam grote schade waar op een perceel in N.O.-Nederland. Kraaien hadden hier de zode geheel losgeplukt. Na de plukactiviteit van de kraaien werden nog 1200 emelten/m² vastgesteld. Muizen, spitsmuizen en mollen zijn eveneens predatoren van emelten maar spelen geen rol bij de bestrijding. Over het algemeen zijn deze dieren ongewenst in grasland. Pollet & Desender (1985) en Chapman (1994) vonden bij hun onderzoek aan loopkevers de soort *Pterostichus melanarius* als predator van emelten, terwijl Sergeeva & Gryuntal (1988) vooral *Pterostichus oblongopunctatus* een belangrijke predator van emelten achtten. In de darminhoud van emelten worden herhaaldelijk eencellige organismen aangetroffen die echter geen pathogene rol schijnen te hebben. Bij hoge populatiedichtheden van emelten komt het Tipulid Iridescens Virus (TIV) vaak voor.

Bestrijding

Chemisch

Op dit moment is chemische bestrijding in het najaar toegestaan met 2 liter parathion per ha (0,5 kg A.I.). Het gebruik van 1,5 liter Dursban vloeibaar/ha (chloorpyrifos; 0,72 kg A.I.) in het voorjaar is op grasland niet meer toegestaan in 2000. Vlug & Van der Wel (1993) hebben aangetoond dat grote populaties emelten in het najaar met succes bestreden kunnen worden met 1 liter parathion per ha.

Cultuurmaatregelen

Maercks (1951) geeft aan dat rollen een verbetering van de zodekwaliteit geeft, waardoor het gras de emeltenschade mogelijk kan compenseren.

Biologisch

Smits et al. (1993) hebben effecten van een bestrijding met BTI (*Bacillus thuringiensis*) onderzocht. Een dosering van 45l/ha met Skeetal en Vectobac (commerciële Bti-producten) gaf bij veldproeven op gazongras een sterke reductie van de populatie van gemiddeld 700 emelten (eerste stadium) naar < 150/m². Bestrijding moet echter plaatsvinden als de larven nog erg klein zijn, dus in een heel vroeg stadium. Uit bioassays bleek een verminderd effect naarmate de emelten ouder waren. Bij bestrijding in een vroeg stadium is de noodzaak van bestrijding echter niet te bepalen, omdat het aantal larven niet betrouwbaar genoeg bemonsterd kan worden. Zowel het gewenste tijdstip van bestrijden als hoeveelheid middel zijn voor de praktijk dan ook economisch niet haalbaar. Lam & Webster (1972) vonden geringe effecten van een bestrijding met *Bacillus thuringiensis*. Carter (1978) onderzocht bestrijding van emelten met TIV. Hij vond een verhoogde infectie van 1-17%.

2.2 Rouwvlieglarven

Voorkomen en schade

Rouwvliegen behoren tot de diptere familie *Bibionidae*. De meest voorkomende beschadiger van grasland is *Dilophus febrilis* (L.). De adulten vliegen in mei en nogmaals in augustus. Er lijkt sprake van twee generaties maar Blackshaw houdt het op één generatie met twee cohorts van uitkomen (Vlug, pers. med.). De larven komen geclusterd voor, vaak in groepen van 80 tot 100 exemplaren. Ze vreten bovengronds aan de wortelhals. De volgroeide larven verspreiden zich alvorens te gaan verpoppen. De poppen zitten aan het grondoppervlak, met de kop omhoog. De uitkomende wijfjes leggen na paring de eitjes in één keer af en sterven daarna ter plaatse. Een niet gepubliceerd rapport van D'Arcy-Burt & Blackshaw uit 1985 geeft een

literatuuroverzicht en beschrijft de schade aan diverse landbouwgewassen. Rouwvlieglarven treden sporadisch schadelijk op in grasland. In de zeventiger en begin tachtiger jaren waren in Nederland diverse schadegevallen bekend, vaak percelen die geheel aangetast waren. Later zijn geen gevallen van aanzienlijke schade door rouwvlieglarven meer bekend geworden. Schade bestaat uit het afvreten van de wortelhals door de larven, waardoor het bovengrondse deel van de zode volledig los komt te liggen. Bij schade was vaak sprake van perceelsgewijze aantasting. Dit wekt de indruk dat schade samenhangt met de conditie van het perceel. D'Arcy-Burt & Blackshaw gaven aan dat schade is geconstateerd wanneer het gewas onder stress staat en een hoog gehalte aan organisch materiaal op de bovengrond aanwezig is. Zij stellen echter dat de positieve rol van rouwvlieglarven bij het proces van afbraak van organisch materiaal in de bovengrond belangrijker is dan de schade die incidenteel wordt aangericht. De adulten spelen een grote rol bij het overbrengen van pollen (bestuiving) van allerlei bloeiende planten en in boomgaarden. Secundaire schade kan ontstaan door predatie van vogels die hierbij het gewas losplukken.

Bemonstering van de larven

Of in een bepaald perceel rouwvlieglarven een probleem kunnen gaan vormen is moeilijk te voorspellen. Het is namelijk niet mogelijk om betrouwbaar de populatiegrootte te bepalen vanwege het patroonsgewijze voorkomen van de larven. Rouwvlieglarven werden in ons onderzoek met dezelfde methode bemonsterd als emelten, de betrouwbaarheid van deze bemonsteringsmethode is echter veel kleiner voor rouwvlieglarven dan voor emelten. Interpretatie van gevonden aantallen is (nog) niet mogelijk omdat niet bekend is of een monster is gestoken in het midden van een cluster larven of aan de rand. De clustergrootte is variabel (30-100 larven per cluster) en tijdgebonden. Volgroeide larven verlaten het cluster zodat een verspreiding in de tijd plaats vindt. Een mogelijk alternatief voor bemonstering van de larven is het uitvoeren van aanwezigheidsfrequentie door middel van grid-bemonstering. Vlug (niet gepubliceerd) heeft hier onderzoek naar gedaan, maar kon door afwezigheid van rouwvlieglarven in het proefperceel geen conclusies trekken. Rouwvlieglarven komen vaak sterk perceelsgewijs voor, soms tot exact de afrastering van een perceel.

Bemonstering van de vlucht

D'Arcy-Burt & Blackshaw (1987) hebben de effecten van diverse vallen bestudeerd. Zij gebruikten vangbakken met water en plakvallen waarbij bleek dat geel de meest effectieve kleur was. In Nederland is onderzoek gedaan naar de vangsten met 12 meter hoge zuigvallen, zoals door de NAK gebruikt worden voor onderzoek aan bladluisvluchten. De hierin gevonden aantallen konden niet worden gecorreleerd aan de schade in de nabije omgeving, ondanks hoge aantallen. Door Vlug (1982) werd een zeldzaam geval van gynandromorfie (zowel mannelijke als vrouwelijke kenmerken) uit deze vallen verzameld. Van de 40.000 getelde rouwvliegen bleken twee gynandromorf te zijn.

Bestrijding

Momenteel vindt chemische bestrijding van rouwvlieglarven plaats zodra schade is geconstateerd. De chemische bestrijding is moeilijk, omdat de middelen werken via huidcontact en de larven door hun levenswijze slecht bereikbaar zijn voor de middelen. Een preventieve toepassing wordt niet aanbevolen omdat schadegevallen slechts sporadisch optreden.

3 Materiaal en methoden

3.1 Monitoring emeltenpopulatie op praktijkpercelen

Eén van de projectdoelen was het voortzetten van de door PD in samenwerking met IKC-Veehouderij uitgevoerde bemonstering van praktijkpercelen op emelten om de periodiciteit in het voorkomen van emelten en het verband tussen aantallen en visuele schade te bepalen. Tot het jaar 1987 is per regio een jaarlijkse bemonstering op emelten uitgevoerd door het CAD-Gewasbescherming in samenwerking met de regionale Consulentschappen voor de Rundveehouderij (1 bemonsteringsperceel per 1000 ha). Op basis van deze inventarisatie werd een gericht bestrijdingsadvies c.q. waarschuwing aan de veehouder gegeven. Vanaf 1988 is het aantal emelten op een groot aantal plaatsen in Nederland door de PD bepaald. In de periode 1988-1991 was het doel van de bemonsteringen om het aantal emelten in de herfst te bepalen zodat, indien nodig, een waarschuwing kon worden gegeven om in de herfst te spuiten en zo schade in het voorjaar te voorkomen. Uit de resultaten van de bemonsteringen in 1989/1990 en 1990/1991 was een behoorlijke afname van het aantal emelten gedurende de winter gebleken. Bovendien was er geen duidelijke relatie tussen het aantal emelten in de herfst en schade in het voorjaar. Daarom is in het seizoen 1991/1992 geen grote landelijke bemonstering meer uitgevoerd, maar is gezocht naar een honderdtal percelen met in de herfst meer dan 150 emelten per m² om de afname in het aantal emelten en de relatie tussen het aantal emelten en zichtbare schade in het voorjaar te bepalen. Er werd zoveel mogelijk geselecteerd uit percelen waarvan bekend was dat er in het verleden grote aantallen emelten voorkwamen. De bemonstering beperkte zich tot een zevental PD-districten (Boskoop, Emmeloord, Exloo, Groningen, Horst, Roosendaal en Tiel). Percelen werden zowel in de herfst als in het voorjaar bemonsterd. Vanaf seizoen 1995/1996 werden alleen de percelen waar in de herfst meer dan 150 emelten per m² voorkwamen in het voorjaar opnieuw bemonsterd. Vanaf seizoen 1992/1993 is voor alle bemonsterde percelen het percentage kale grond visueel vastgesteld om schade vast te stellen.

3.2 Veldproeven

3.2.1 Proefopzet

In de periode 1991-1998 zijn diverse veldproeven uitgevoerd om de schadedrempel voor bestrijding van emelten vast te stellen (van den Pol-van Dasselaar et al., 1999a en b). De schadedrempel is gedefinieerd als die populatiegrootte, waarbij het verlies door schade gelijk is aan de kosten van de bestrijding die nodig is om die schade te voorkomen. Het gaat hier dus om een economische schadedrempel. In de veldproeven is getracht door een gerichte bestrijding de opbrengstderiving bij verschillende aantallen emelten vast te stellen. Bij bestrijding in het najaar werd in het algemeen parathion gebruikt en bij bestrijding in het voorjaar chloorpyrifos (Dursban vloeibaar). In de proeven is ook het aantal aanwezige rouwvlieglarven bepaald. De proeven kunnen opgesplitst worden in vier groepen (allen maaiproeven):

Meerjarige proeven op proefbedrijven:

- 1991/1992 - 1997/1998, zand, proefbedrijf Bosma Zathe en
- 1992/1993 - 1997/1998, zand, proefbedrijf Bosma Zathe en
- 1991/1992 - 1997/1998, zand, proefbedrijf Aver Heino: gewarde blokkenproeven met zes herhalingen en vier behandelingen (geen bestrijding en bestrijding met drie doseringen). De bestrijding werd meestal in het najaar uitgevoerd.

Eénjarige proeven op proefbedrijven:

- 1991/1992, zand, proefbedrijf Cranendonck: gewarde blokkenproef met zes herhalingen en vier behandelingen (geen bestrijding van emelten, bestrijding met drie doseringen in december).
- 1995/1996, veen, proefbedrijf Zegveld: twee gewarde blokkenproeven met zes herhalingen en drie behandelingen (geen bestrijding van emelten, bestrijding in februari en bestrijding in maart).
- 1994/1995, zand, proefbedrijf Cranendonck: gewarde blokkenproef met vier herhalingen en drie behandelingen (geen bestrijding van emelten, bestrijding in januari en bestrijding in maart).

Proeven op praktijkpercelen:

- 1997, tien praktijkpercelen verspreid over Nederland met grote aantallen emelten: zes herhalingen en twee behandelingen (geen bestrijding van emelten, bestrijding in het voorjaar).
- 1997, praktijkperceel met groot aantal emelten: zes herhalingen en drie behandelingen (geen bestrijding van emelten, bestrijding in februari en bestrijding in maart).
- 1998, zeven praktijkpercelen verspreid over Nederland met grote aantallen emelten: zes herhalingen en twee behandelingen (geen bestrijding van emelten, bestrijding in het voorjaar).

Proeven met betrekking tot maatregelen op het gebied van graslandgebruik:

- Effect van graslengte op eiafzetting door langpootmuggen
 - 1993/1994, zand, proefbedrijf Bosma Zathe en
 - 1994/1995, zand, proefbedrijf Cranendonck: gewarde blokkenproef met vier herhalingen en drie behandelingen. Door middel van variatie in maaibeheer werden verschillen in graslengte aangebracht (7 cm - 21 cm) in de periode van eiafzetting door langpootmuggen (half augustus-begin oktober).
- Effect van stikstofbemesting op schade door emelten.
 - 1995/1996, zand, proefbedrijf Cranendonck en
 - 1995/1996 - 1996/1997, zand, proefbedrijf Bosma Zathe: factoriële proef met drie tot zes herhalingen. De te onderzoeken factoren waren bemestingsniveau (0, 200 en 400 kg N per ha per jaar) en emeltenbestrijding (geen bestrijding, bestrijding op twee tijdstippen in het voorjaar).

3.2.2 Waarnemingen en statistische analyse

Met uitzondering van de proeven op praktijkpercelen zijn alle veldjes drie tot vier maal per winterseizoen bemonsterd op het aantal aanwezige emelten. De eerste bemonstering vond plaats vòòr de aanleg van behandelingen, de andere bemonsteringen na de aanleg van de behandelingen. De proeven op praktijkpercelen zijn twee maal bemonsterd op het aantal aanwezige emelten: voor en na de aanleg van de behandeling. Bemonstering gebeurde door bij bodemtemperaturen hoger dan 5 °C per veldje 18-20 steken van 7-8 cm diep te nemen met een speciale monsterboor. Deze werden minimaal een half uur onder water gezet in een bak met zout water (1 kg zout op 5 liter water). Het zoute water zorgde er voor dat de emelten uit de grond kropen en op het water gingen drijven. Alles wat bovenin dreef werd met een zeef afgeschept en in een emmer met schoon leidingwater gedaan. Het mee afgeschepte gras bleef bovenin de emmers drijven, terwijl de emelten in het zoete water naar beneden zakten en geteld konden worden. Het gras werd gecontroleerd op achterblijvende emelten. Omdat in het algemeen emelten pas in november/december groot genoeg zijn om te tellen, werden bemonstering en bestrijding op zijn vroegst eind november/begin december uitgevoerd.

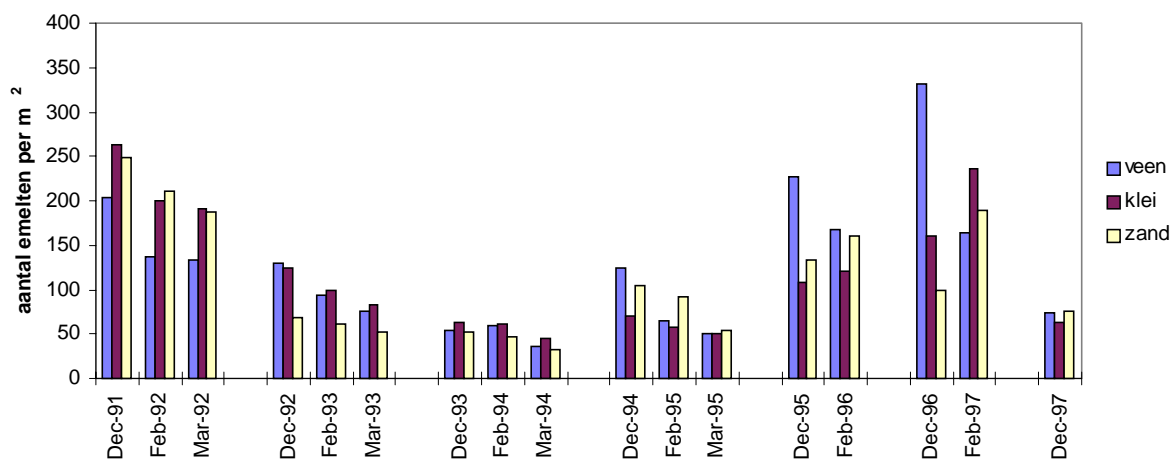
De droge stofopbrengst van de eerste snede is bij alle proeven bepaald door middel van het uitmaaien van stroken met een proefveldmaaier (Haldrup). Daarnaast is bij een aantal proeven ook de droge stofopbrengst van latere sneden bepaald. Verder is in een aantal proeven, met name in de meerjarige proeven, de zodekwaliteit bepaald door middel van veldkartering. Zowel de totale bezettingsgraad als de bezetting door individuele plantensoorten is hierbij visueel bepaald. Om een getalsmatig beeld te krijgen van de zodedichtheid op de proefvelden werden metingen gedaan volgens de methode van Neuteboom et al. (1992) (punt-plantafstanden). Verder zijn in december 1994 de gewichten van emelten uit de bemonsteringen van de proeven op Bosma Zathe en Heino bepaald. Over het algemeen wordt bij de populatieberekening uitgegaan van het aantal emelten/m², zowel de kleine als de grotere emelten worden hier gezamenlijk in betrokken. Het gemiddeld gewicht van de emelten, vermenigvuldigd met het aantal/m², geeft mogelijk een beter beeld van de potentiële schade die op een bepaald tijdstip verwacht mag worden. Statistische analyses zijn uitgevoerd met behulp van Genstat (Genstat 5 Committee, 1993). Er zijn variantie-analyses uitgevoerd voor aantal emelten, droge stofopbrengst en bezettingsgraad, met als factoren blok en behandeling ($P=0.05$). Ook zijn regressie-analyses uitgevoerd met droge stofopbrengst en bezettingsgraad als afhankelijke variabele en aantal emelten op verschillende tijdstippen als onafhankelijke variabele ($P=0.05$).

4 Resultaten en discussie

4.1 Populatieverloop

4.1.1 Monitoring emeltenpopulatie op praktijkpercelen

Vanaf het seizoen 1991/1992 zijn voor ruim 100 dezelfde percelen op veen, klei en zand elk jaar in het najaar en één of twee keer in het voorjaar het aantal emelten bepaald (Figuur 1). Gedurende de winter neemt de emeltenpopulatie in het algemeen aanzienlijk af. De percelen waren gekozen om hun hoge aantallen emelten. Duidelijk zichtbaar is een golfbeweging in de tijd met kleine aantallen emelten in met name het seizoen 1993/1994. De verschillen tussen de grondsoorten waren relatief gering. Merk op dat het aantal percelen op veengrond erg klein is. De periode tussen de "emeltenjaren", waarin relatief hoge aantallen emelten werden gevonden, was vier tot vijf jaar. Het verschijnsel "emeltenjaren" is reeds door meerdere onderzoekers gevonden (zie hoofdstuk 2). Het optreden van een cyclisch verloop in de populatie kan gebruikt worden bij de opzet van een waarschuwingssysteem voor emelten, omdat het aantal emelten in een bepaald jaar een indicatie geeft van het aantal emelten in een daaropvolgend jaar. Het blijft echter noodzakelijk om het aantal emelten te bemonsteren, omdat de ruimtelijke variatie groot is.

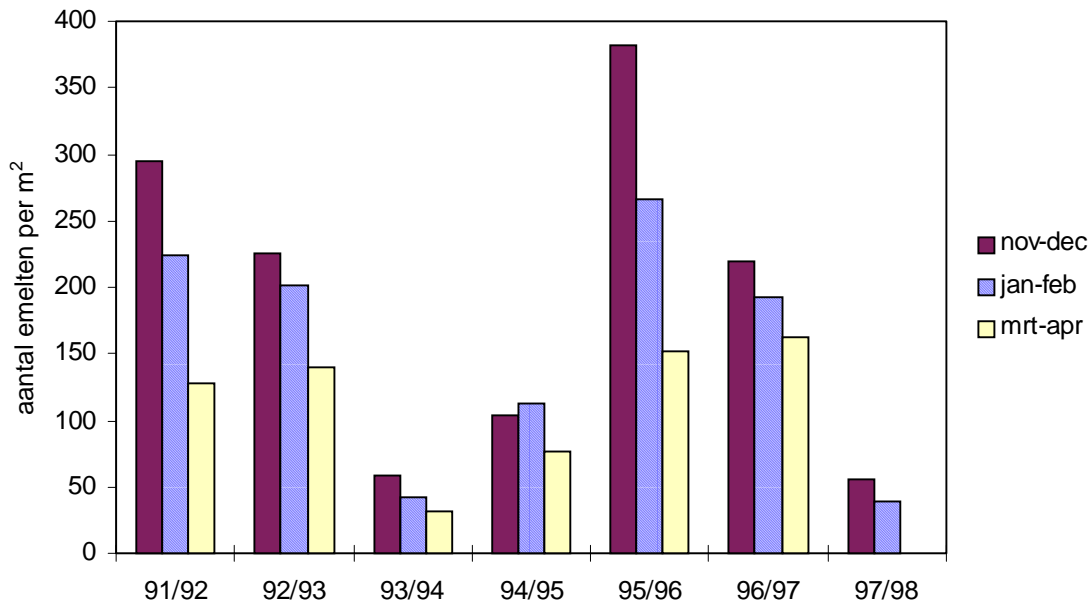


Figuur 1 Aantal emelten op veen ($n=8$), klei ($n=56$) en zand ($n=49$)

4.1.2 Monitoring emeltenpopulatie in meerjarige veldproeven

Het natuurlijke verloop in de emeltenpopulatie op de meerjarige proefvelden is weergegeven in Figuur 2. De laagste aantallen emelten werden gevonden in de jaren 93/94 en 94/95. Het verloop in de tijd is vergelijkbaar met het verloop op praktijkpercelen (Figuur 1).

Er was sprake van een significant positief verband tussen het aantal emelten in het najaar en het aantal emelten in het daaropvolgende voorjaar ($P=0,05$). Het percentage verklaarde variantie (32%) was echter erg laag. Dit betekent dat voorspellingen van het aantal emelten in het voorjaar op basis van het aantal emelten in het najaar onbetrouwbaar zijn.



Figuur 2 Natuurlijk populatieverloop van emelten op meerjarige proefvelden op zandgrond (geen bestrijding)

4.1.3 Invloed van weersomstandigheden

Er is gekeken naar de invloed van het weer (temperatuur en neerslag) in augustus op de grootte van de populatie op praktijkpercelen en op de meerjarige proefvelden (Vlug, 1999). Er is gekozen voor augustus omdat het idee leeft dat de aanvangsdichtheid gevoelig is voor droogte tijdens de eileg en tijdens het 1^e larvale stadium. Het bleek dat de temperatuur gedurende de zeven onderzoeksjaren niet of nauwelijks boven het meerjarig gemiddelde vastgesteld door het KNMI uitkwam. De neerslag wisselde sterk en kon niet worden gecorreleerd aan de populatie van emelten. Na de droge augustusmaand in 1991 was de populatie weliswaar meer dan gehalveerd, maar de droge augustus van 1995 had geen invloed op de populatie. Na de natte augustus in 1992 liep de populatie met bijna de helft terug. De algemeen gehoorde mening dat onder droge omstandigheden meer eieren sterven kon dan ook niet aangetoond worden. Mogelijk daalt de overlevingskans van de eieren en van de larven in het eerste stadium wel in een droge periode, maar spelen ook andere factoren een rol. In het algemeen wordt aangenomen dat kale vorst een sterk reducerend effect op het aantal emelten heeft. Langdurige kale vorst is echter tijdens onze proefperiode niet voorgekomen.

4.2 Veldproeven

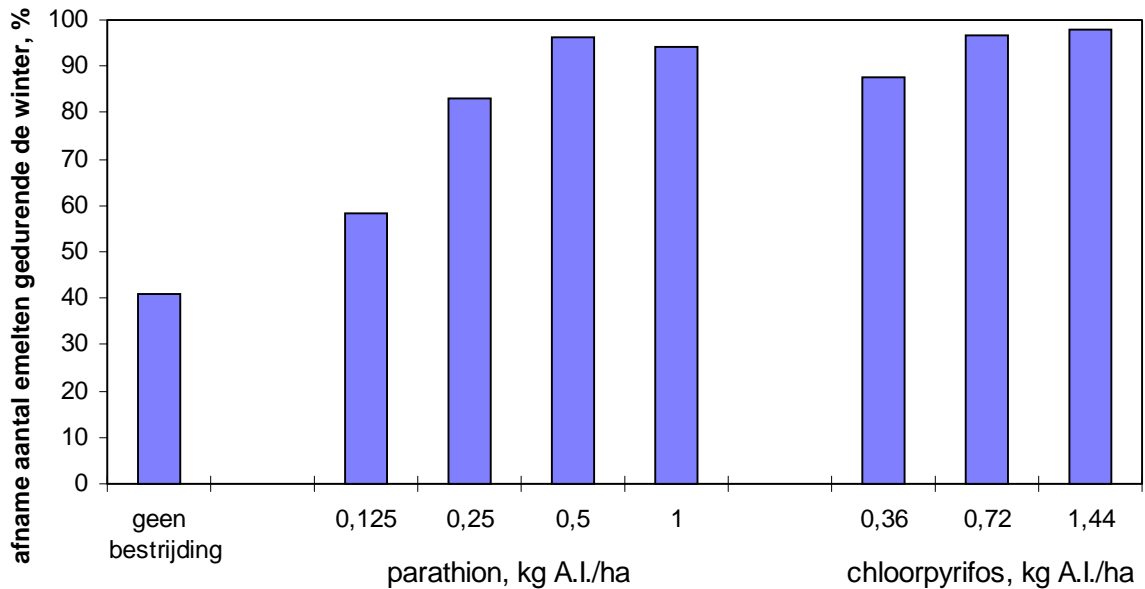
4.2.1 Proeven op proefbedrijven

Effect van bestrijding op het aantal emelten

Op basis van de verschillende veldproeven kan het effect van bestrijding op het aantal emelten worden weergegeven (

Figuur 3). Uit deze figuur blijkt dat de gemiddelde natuurlijke afname van de emeltenpopulatie gedurende de winter 40% was. De afname door bestrijding was afhankelijk van type middel en dosering. Gedurende de proefperiode werd in de praktijk bij bestrijding in het najaar een dosering van 2 liter parathion per ha geadviseerd (0,5 kg A.I.) en bij bestrijding in het voorjaar 1,5 liter Dursban per ha (0,72 kg A.I.; chloorpyrifos). Vlug & Van der Wel (1993) toonden aan dat een halve dosering parathion voldoende bestrijding van emelten geeft. Dit is ook zichtbaar in

Figuur 3.

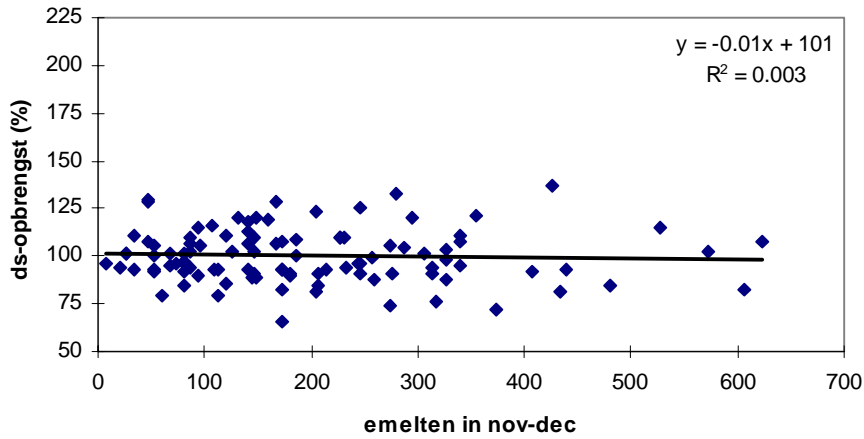


Figuur 3 Effect van bestrijding op het aantal emelten (% afname gedurende de winter), gebaseerd op meerjarige proefvelden in de periode 1991-1998

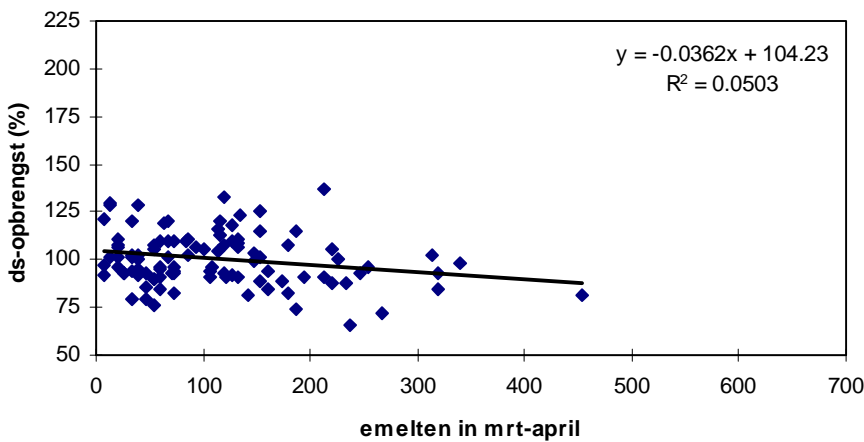
Aantal emelten en droge stofopbrengst

Emeltenbestrijding had een significant effect op de droge stofopbrengst van de eerste snede. Gemiddeld was de droge stofopbrengst in situaties met bestrijding zo'n 10% hoger dan in situaties zonder bestrijding. Het effect op de tweede en latere sneden was niet significant. Als het aantal emelten in de meerjarige veldproeven uitgezet wordt tegen de droge stofopbrengst van de eerste snede, blijkt er een trend te zijn dat bij grote aantallen emelten de droge stofopbrengst van de eerste snede lager is dan bij kleine aantallen emelten (

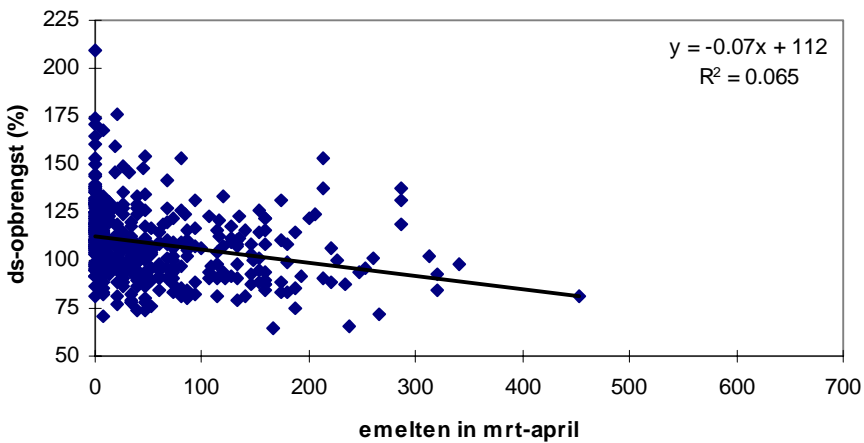
Figuur 4) (effect van aantal emelten). Hiernaast valt de grote variatie in droge stofopbrengst op, die wordt veroorzaakt door het effect van bestrijding.



4a



4b



4c

Figuur 4 Relatie tussen droge stofopbrengst van de eerste snede (% , t.o.v. gemiddelde droge stofopbrengst bij geen bestrijding) en aantal emelten (per m²) in a) november-december, b) maart-april en c) maart-april. In

Figuur 4a en

Figuur 4b zijn alleen data van behandelingen zonder bestrijding opgenomen (effect van aantal emelten), in

Figuur 4c zijn data van alle behandelingen opgenomen (combinatie van effect van aantal emelten en effect van bestrijding)

Aantal emelten en zodekwaliteit

Opvallend is dat in onze veldproeven nooit visuele schade is geconstateerd. Mogelijke effecten van emelten op zodekwaliteit zullen het duidelijkst naar voren komen in meerjarige proeven. Gedurende de proefperiode van de meerjarige proeven veranderde de botanische samenstelling. De grootste veranderingen traden op bij Engels raaigras (Lp) en ruw beemdgras (Pt). Bij zowel de behandelingen met als zonder emeltenbestrijding nam de bezetting door Engels raaigras af gedurende de proefperiode, en de bezetting door ruw beemdgras toe. Zonder bestrijding van emelten was de afname van Engels raaigras en de toename van ruw beemdgras echter groter dan met bestrijding. Hiervoor is geen verklaring te geven. Het effect trad slechts bij één van de drie meerjarige proefvelden op. De verschillen ontstonden in één bepaald jaar en bleven gedurende de volgende jaren gehandhaafd. De verschillen waren niet gerelateerd aan het aantal emelten. Mogelijk wordt door emeltenbestrijding de zodekwaliteit beter gehandhaafd. In het algemeen waren de relaties tussen het aantal emelten en de zodekwaliteit slecht. Metingen van punt-plant afstanden lieten nauwelijks verschillen zien tussen de behandelingen. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat er geen schade te meten is aan de zodedichtheid. Opgemerkt moet echter worden dat de punt-plant afstanden gemeten zijn aan alle grassoorten en niet aan één soort. De conclusie is juist als emelten geen voorkeur hebben voor een bepaalde grassoort, het is niet juist als ze een sterke voorkeur hebben voor één grassoort. Bij de monitoring van de emeltenpopulatie op praktijkpercelen (4.1.1) is de zodekwaliteit vastgesteld middels een visuele beoordeling van het percentage kale grond. Er kon echter geen relatie gevonden worden tussen het aantal emelten en de zodekwaliteit.

De veldproeven in dit onderzoek zijn uitgevoerd gedurende jaren met weinig vorstschade. Het is echter bekend dat in jaren met strenge winters, bijvoorbeeld in de jaren '80, veel emeltenschade is gerapporteerd. Mogelijk richten emelten bij vorst relatief meer schade aan. Het is echter ook mogelijk dat in het verleden schade aan de grasmat ten onrechte is toegeschreven aan emelten, terwijl dit bijvoorbeeld werd veroorzaakt door uitwintering of door een combinatie van uitwintering en emeltenschade. Mogelijk zal de zodekwaliteit bij hoge aantallen emelten (meer dan 500/m²) verslechteren. Deze hoge aantallen werden in ons onderzoek echter slechts sporadisch waargenomen. Pogingen om emelten in kasproeven uit te zetten om daarmee gericht onderzoek naar schade in de vorm van vermindering van zodekwaliteit te doen zijn helaas niet gelukt.

Mogelijk zouden de verschillen in gewichten van emelten bij twee proefvelden verklaard kunnen worden door verschillen in zodekwaliteit. Emelten op proefbedrijf Bosma Zathe bleken zwaarder dan op proefbedrijf Aver Heino. Het gemiddelde gewicht in Heino was 0,085 gr en in Bosma Zathe 0,135 gr. Ook was het aandeel emelten boven 0,20 gram in Bosma Zathe beduidend groter dan in Heino.

De vaak slechte relatie tussen aantal emelten en schade in de vorm van opbrengstvermindering en/of verslechtering van de zodekwaliteit zou mogelijk veroorzaakt kunnen worden door verschillen in zodekwaliteit in najaar en winter. De kans op schade in de vorm van opbrengstderving is bij een slechte zodekwaliteit groter. Emelten zijn gevoelig voor droogte en dus zouden de overlevingskansen van emelten in de winter mogelijk lager zijn bij kort gras dan bij lang gras. Door bloten aan het eind van het seizoen wordt de kans op uitdrogen vergroot. In onze proeven werd geen effect gevonden van dergelijke verschillen in schade door emelten in het voorjaar, maar dit hangt mogelijk samen met geringe aantallen emelten en een relatief zachte winter.

4.2.2 Eénjarige proeven op praktijkpercelen

Bij de proeven met grote aantallen emelten (> 150 emelten/m² in februari/maart) op praktijkpercelen was bestrijding van emelten in alle gevallen effectief ($P < 0.05$). Bij driekwart van de proeven had bestrijding een significant hogere droge stofopbrengst van de eerste snede tot gevolg (Tabel 1). Op geen enkel perceel was sprake van zichtbare schade. De relatie tussen het aantal emelten en de droge stofopbrengst was in het algemeen slecht.

Tabel 1 Aantal emelten in februari/maart en in april (per m²) en droge stofopbrengst van de eerste snede (ton droge stof per ha) op praktijkpercelen met hoge aantallen emelten bij geen bestrijding en bij bestrijding met chloorpyrifos. Verschillende letters bij hetzelfde perceel geven significante verschillen tussen de behandelingen aan (P=0,05)

Jaar	Grondsoort	Aantal emelten feb-mrt	Aantal emelten april		Droge stofopbrengst eerste snede	
			zonder bestrijding	Zonder bestrijding	met bestrijding	met bestrijding
1997	zand	218	149	3,4 b	4,0 a	
		268	146	3,2 b	3,6 a	
		174	94	3,0 b	3,4 a	
	klei	426	37	2,7	3,0	
		181	76	2,9 b	3,2 a	
		369	82	2,5	3,0	
		498	349	3,6	3,7	
		123	98	2,8 b	3,0 a	
		792	322	1,6 b	2,9 a	
	veen	542	354	2,4 b	3,0 a	
		306	240	2,1 b	2,4 a	
1998	zand	-	123	3,5	4,3	
	klei	361	321	3,0 b	3,3 a	
		265	239	2,5 b	2,6 a	
		435	239	2,8 b	3,1 a	
		302	144	3,1 b	4,0 a	
		377	301	2,4 b	2,9 a	
318	220	3,9	4,0			

4.2.3 Proeven met betrekking tot maatregelen op het gebied van graslandgebruik

Effect van graslengte op eiafzetting door langpootmuggen.

Effecten van graslengte tijdens eiafzetting van langpootmuggen op het aantal emelten konden niet worden aangetoond. In de eerste proef werden wel significant meer langpootmuggen op objecten met langer gras aangetroffen, maar dit resulteerde niet in een significant groter aantal emelten. Het aantal emelten was in deze proef overigens laag (30-50 emelten/m² in december). In de tweede proef was een grotere variatie in graslengte aanwezig dan in de eerste proef; tevens was het aantal emelten hoger (200-250 emelten/m² in december). Ook in deze proef was echter geen significant verschil in aantal emelten tussen objecten met verschillende graslengtes.

Het is niet bekend welke omstandigheden optimaal zijn voor eiafzetting door langpootmuggen, al wordt vaak gesuggereerd dat langpootmuggen bij voorkeur hun eieren in lang gras afzetten. Vanuit de praktijk hoor je regelmatig dat op 'ruig land' veel emelten gevonden kunnen worden. Langpootmuggen zouden bij voorkeur hun eieren in lang gras af zetten. Theoretisch is een dergelijke voorkeur te verklaren uit het microklimaat dat in plekken met lang gras aanwezig is. In een plek met lang gras kan de luchtvochtigheid vlak boven de bodem hoger zijn dan in het omringende, kortere gras. De hogere luchtvochtigheid kan een positieve invloed hebben op de ontwikkeling van de larven, omdat te droge lucht uitdroging tot gevolg kan hebben. Het gebrek aan significante verschillen in aantal emelten tussen behandelingen met verschillende graslengtes in onze proeven kan betekenen dat de muggen geen duidelijke voorkeur hebben gehad of niet in staat zijn geweest ideale omstandigheden te selecteren. Deze proef dient echter herhaald te worden in

situaties met hoge aantallen emelten om met zekerheid vast te kunnen stellen of er sprake is van een effect van graslengte op eiafzetting door langpootmuggen.

Effect van stikstofbemesting op schade door emelten

Schade door emelten zou kunnen worden gecompenseerd door een hoge stikstofbemesting (hogere groeisnelheid gras). In onze proeven konden echter geen effecten van stikstofbemesting op schade door emelten worden aangetoond. Bij alle stikstofniveaus had het aantal emelten in het voorjaar (maart/april) een significant effect op de droge stofopbrengst van de eerste snede.

4.3 Schadedrempel

Mogelijke schade door emelten bestaat uit opbrengstvermindering van gras en verslechtering van de zodekwaliteit. Uit dit rapport blijkt dat door bestrijding van emelten opbrengstvermindering kan worden voorkomen. Er waren onvoldoende gegevens over het effect van bestrijding op de zodekwaliteit. Opvallend was dat er nooit visuele schade werd geconstateerd.

Zowel een bespuiting in het najaar als in het voorjaar reduceert het aantal aanwezige emelten drastisch (Figuur 3). Ook bij bespuiting met slechts de helft van de geadviseerde dosering is de afname in het aantal emelten aanzienlijk. In een klein aantal gevallen nam het aantal emelten toe gedurende de winter, hetgeen in principe niet mogelijk is. Migratie van emelten van omliggende veldjes is praktisch uitgesloten, omdat op de afscheiding tussen de veldjes een brede strook grond werd zwartgehouden. Dit betekent dat de bemonsteringsmethode waarschijnlijk niet sluitend is. In het najaar wordt mogelijk een aantal emelten over het hoofd gezien, omdat ze nog te klein zijn.

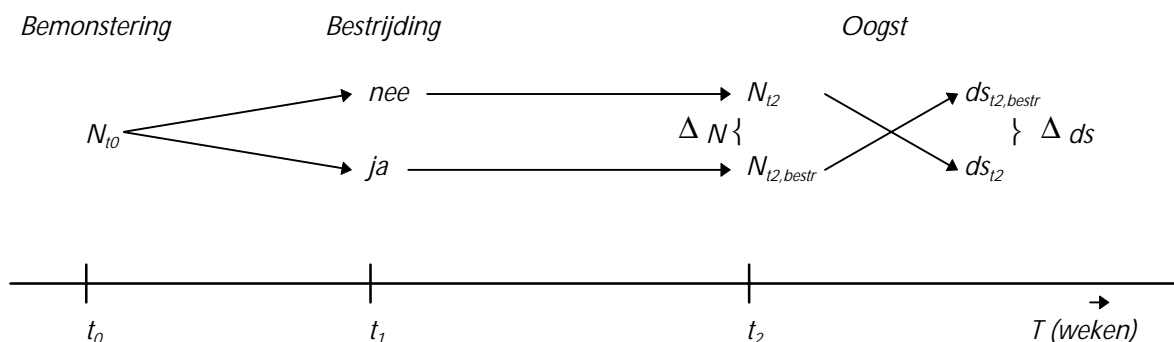
Analyses per proef gaven een niet éénduidig beeld van het effect van bestrijding van emelten. Bij alle proeven, zowel éénjarige als meerjarige, was er sprake van significante relaties tussen behandeling enerzijds en aantal emelten, droge stofopbrengst en zodekwaliteit anderzijds. Door bespuiting met parathion of chloorpyrifos nam het aantal emelten af, en de droge stofopbrengst toe. Dit werd mede veroorzaakt door het feit dat de bestrijding op zich een positief effect op de droge stofopbrengst had. De relatie tussen het aantal emelten en de droge stofopbrengst bleek vrij slecht te zijn (zie bijvoorbeeld Figuur 4). Dit bevestigt het beeld dat ook in andere proeven gevonden is. Door middel van proeven op praktijkpercelen met grote aantallen emelten werd geprobeerd de relatie tussen schade en aantal emelten te verduidelijken, maar ook hier bleken de relaties vaak onduidelijk te zijn. De slechte relatie tussen het aantal emelten enerzijds en de droge stofopbrengst en zodekwaliteit anderzijds maakt het moeilijk om betrouwbare uitspraken over schadedrempels te doen op grond van de afzonderlijke proeven.

5 Model schadedrempel

5.1 Modelbeschrijving

In de veldproeven is nagegaan wat het effect van verschillende bestrijdingsmethoden op het aantal emelten is en daarmee samenhangend het effect op de droge stofopbrengst. Het uiteindelijke doel van dit onderzoek was het vaststellen van schadedrempels. Analyses per proef gaven echter een niet eenduidig beeld van het effect van de behandelingen. Bovendien bleek bestrijding op zich in veel gevallen een positief effect te hebben op de opbrengst. Om betrouwbare uitspraken te kunnen doen over schadedrempels is een model ontwikkeld (model schadedrempel; van den Pol-van Dasselaar et al., 1999c) met behulp van een analyse van de hiervoor beschreven veldproeven. Het bestaat uit twee deelmodellen: een model dat de afname van de emeltenpopulatie gedurende de winter en het voorjaar als gevolg van natuurlijke sterfte en bestrijding beschrijft, en een model dat het effect van het aantal emelten en van bestrijding op de droge stofopbrengst van de eerste snede beschrijft. Het aantal emelten was niet significant van invloed op de droge stofopbrengst van de tweede en latere sneden. In het model wordt gerekend met verschillende bestrijdingsmiddelen en doseringen. In dit rapport worden uitsluitend de resultaten vermeld van de behandelingen die gedurende de proefperiode in de praktijk geadviseerd werden: 2 liter parathion per ha (0,5 kg A.I.) bij bestrijding van emelten in het najaar en 1,5 liter Dursban per ha (0,72 kg A.I.; chloorpyrifos) bij bestrijding in het voorjaar.

Bij het model schadedrempel (Figuur 5) wordt uitgegaan van een bemonstering van het aantal emelten op tijdstip t_0 , waarna op tijdstip t_1 (welke overigens gelijk kan zijn aan t_0) besloten wordt om al dan niet tot bestrijding over te gaan. Bestrijding en natuurlijke sterfte beïnvloeden het aantal overgebleven emelten op tijdstip t_2 (deelmodel aantal emelten). Het aantal overgebleven emelten op tijdstip t_2 (in het voorjaar) is van invloed op de droge stofopbrengst van de eerste snede (deelmodel droge stofopbrengst).



Figuur 5 Schematisch overzicht van het gehele model

De analyse van beide deelmodellen is uitgevoerd met behulp van REML (residual maximum likelihood) (Genstat 5 Committee, 1993) op loggetransformeerde aantallen emelten. De afname van het aantal emelten als gevolg van bestrijding wordt geschat door:

$$\Delta N = N_{t_2} - N_{t_2, bestr} = e^{c + \beta_N(t_2 - t_0)} \{1 - e^{\gamma_N(t_2 - t_1)}\} \quad [1]$$

met:

- N aantal emelten (per m^2);
- t tijd (weken);
- c $\ln(N_{t_0} + 1)$ met N_{t_0} is aantal emelten bij bemonstering op t_0 ;
- β_N natuurlijke sterfte van emelten (per week), inclusief locatie- en jaareffecten;
- γ_N effect van bestrijding op aantal emelten (per week, max. 10 weken), inclusief locatie- en jaareffecten.

De meeropbrengst als gevolg van emeltenbestrijding wordt geschat door:

$$\Delta ds = ds_{t_2, \text{bestr}} - ds_{t_2} = \gamma_Y - \beta_Y \Delta N \quad [2]$$

met:

- ds droge stofopbrengst van de eerste snede (kg ds/ha);
- t tijd (weken);
- γ_Y effect van bestrijding op droge stofopbrengst (kg ds/ha);
- β_Y schade (kg ds/ha per overgebleven emelt in het voorjaar/m²);
- N aantal overgebleven emelten in het voorjaar (per m²).

Bij berekening met behulp van het model kunnen fouten ontstaan als gevolg van bemonsteringsfouten, random effecten en fouten in schattingen van parameters. De invloed van deze fouten is nagegaan met behulp van een gevoeligheidsanalyse.

5.2 Resultaten

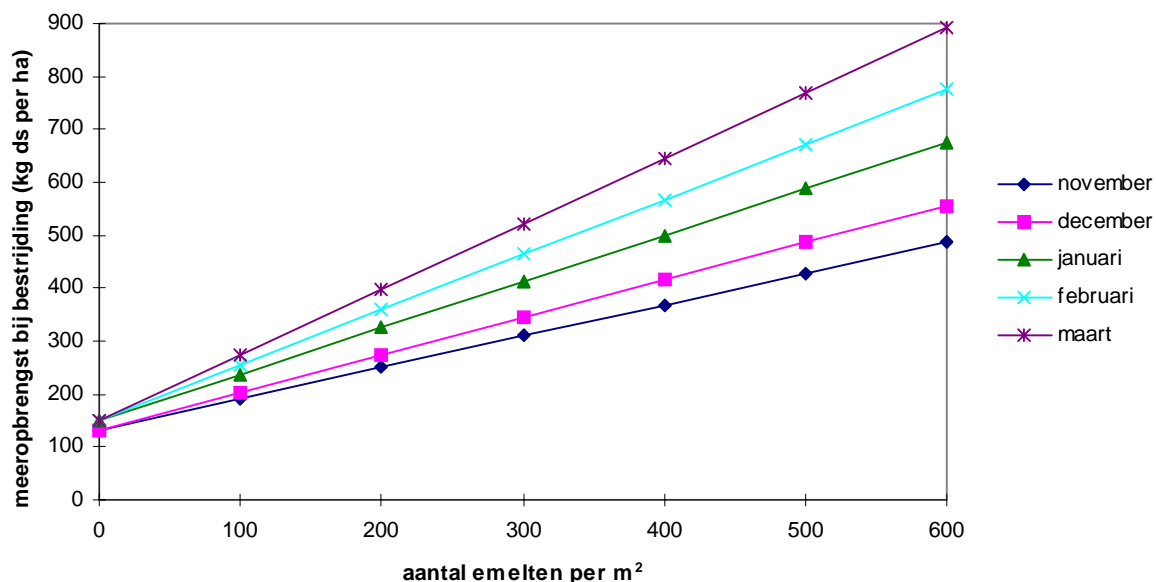
5.2.1 Parameters

Met behulp van het model schadedrempel zijn de gegevens uit alle proeven gezamenlijk geanalyseerd. Parameterschattingen en bijbehorende standaardafwijkingen zijn weergegeven in Tabel 2. De uitkomsten van het onderzoek laten zien dat voor iedere 100 emelten, die *in het voorjaar* per m² aanwezig zijn, de droge stofopbrengst van de eerste snede *gemiddeld* met 190 kg droge stof/ha daalt (Tabel 2). Hiernaast heeft de bestrijding als zodanig een significant positief effect op de droge stofopbrengst van de eerste snede, variërend van 130 tot 150 kg extra droge stof per ha bij bestrijding, onafhankelijk van het aantal emelten. Het uiteindelijke model van het effect van het overgebleven aantal emelten op de droge stofopbrengst is eenvoudig en goed verklaarbaar wat betreft de schade, die lineair toeneemt met het aantal overgebleven emelten. Minder goed verklaarbaar is het additieve effect van bestrijding. Gedacht kan worden aan een indirect effect, bijv. vernietiging van ander bodemleven dat negatief van invloed is op de grasgroei in de eerste snede. Een toename in droge stofproductie bij gebruik van bestrijdingsmiddelen is wel vaker gesignaleerd (Lammers, 1993).

Tabel 2 Schattingen van parameters uit het model schadedrempel (s.e. = standaardfout)

Parameter	Omschrijving	schatting	s.e.
Deelmodel aantal emelten:			
β_N	• Natuurlijke sterfte (per week)	-0,044	0,012
γ_N	• Effect van bestrijding (per week) met: -1,5 liter Dursban per ha (0,72 kg A.I. chloorpyrifos)	-0,60	0,07
	-2 liter parathion per ha (0,5 kg A.I.)	-0,33	0,06
Deelmodel droge stofopbrengst:			
β_Y	• Schade (kg ds/ha per emelt/m ²)	-1,86	0,30
γ_Y	• Effect van bestrijding (kg ds/ha) met: -1,5 liter Dursban per ha (0,72 kg A.I. chloorpyrifos)	149	64
	-2 liter parathion per ha (0,5 kg A.I.)	132	117

Met behulp van de modelresultaten is de relatie tussen het aantal emelten en de verwachte meeropbrengst aan droge stof bij bestrijding af te leiden (Figuur 6). Deze relatie is afhankelijk van het tijdstip van bemonstering van emelten.



Figuur 6 Relatie tussen het aantal emelten bij bemonstering in november, december, januari, februari en maart en de verwachte meeropbrengst aan droge stof in de eerste snede bij emeltenbestrijding (volgens het advies: in het najaar met 2,0 l parathion/ha (0,5 kg A.I.), in het voorjaar met 1,5 l Dursban/ha (0,72 kg A.I. chloorpyrifos); het gebruik van chloorpyrifos op grasland is in 2000 niet meer toegestaan)

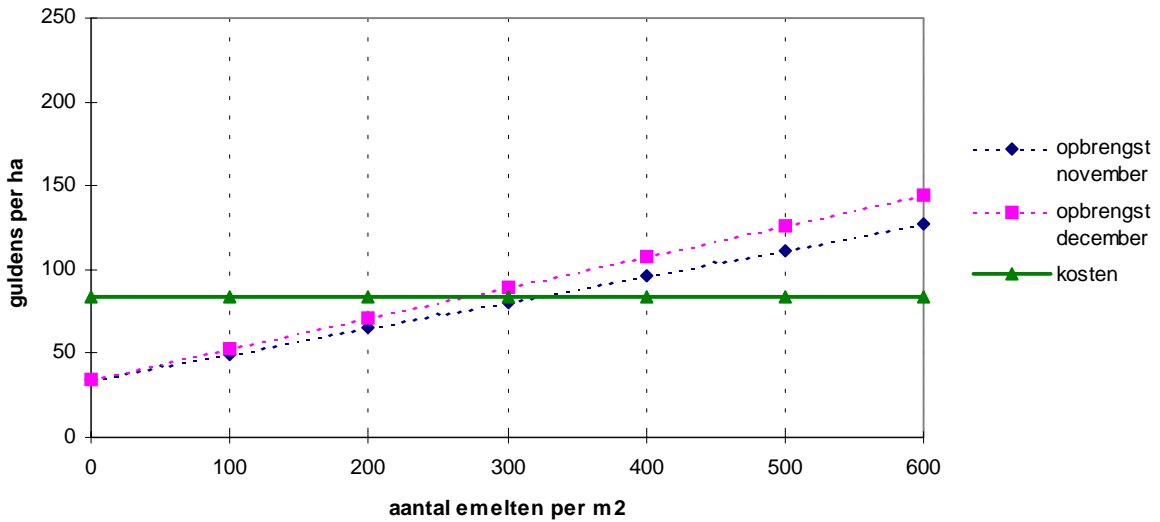
5.2.2 Schadedrempel

De schadedrempel voor emeltenbestrijding is gedefinieerd als het punt waarbij emeltenbestrijding net zo veel kost als opbrengt. De kosten van emeltenbestrijding (KWIN-V, 1998; DLV, 1998) bestaan uit bespuiting door de loonwerker (f61,- per ha) en bestrijdingsmiddel. Er is gerekend met gebruik van parathion in het najaar (2 liter per ha, dit is gelijk aan f22,- per ha) en gebruik van chloorpyrifos in het voorjaar (1,5 l Dursban per ha, dit is gelijk aan f84,- per ha). Het gebruik van chloorpyrifos op grasland is in 2000 echter niet meer toegestaan. Ook de bemonstering zelf kost geld, dit is echter niet meegenomen.

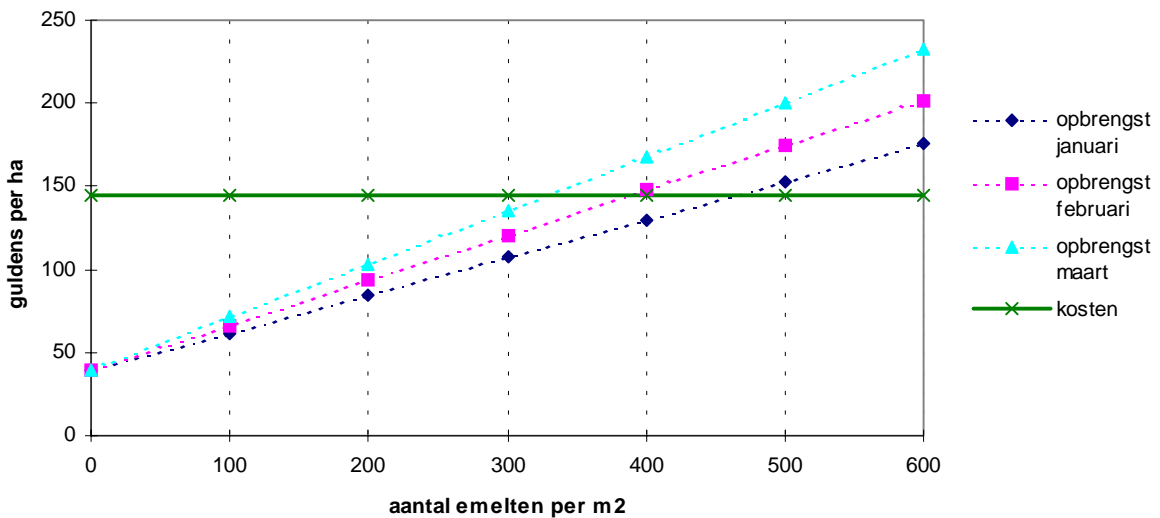
De opbrengst van emeltenbestrijding bestaat uit meeropbrengst aan gras in de eerste snede (Figuur 6). Deze meeropbrengst is gewaardeerd op f260,- per ton droge stof (KWIN-V, 1998). Emelten zijn niet van invloed op de opbrengst van latere sneden.

Kosten en opbrengsten bij emeltenbestrijding worden weergegeven in Figuur 7 (bemonstering in het najaar) en Figuur 8 (bemonstering in het voorjaar). De opbrengsten worden weergegeven door stippellijnen en bestaan uit schade die voorkomen kan worden door bestrijding. In het najaar is de helling minder steil, omdat per gevonden emelt minder schade kan worden voorkomen (een aantal emelten zou in de winter evengoed gestorven zijn). De kosten van bestrijding zijn in het voorjaar hoger dan in het najaar, omdat chloorpyrifos duurder is dan parathion. Zowel in het voorjaar als in het najaar zijn de kosten van bestrijding ongeveer gelijk aan de verwachte opbrengsten bij 300-400 emelten per m². Daarbij moet rekening gehouden worden met een behoorlijke spreiding in verband met een aantal onzekerheden die van te voren moeilijk te voorspellen zijn, zoals het verloop van natuurlijke sterfte na bemonstering. Wel is duidelijk dat

bij de huidige schadedrempels (150 in het najaar, 100 in het voorjaar) bestrijding van emelten meer kost dan het oplevert.



Figuur 7 Effect van emeltenbestrijding met 2 liter parathion per ha in het najaar: kosten en verwachte financiële opbrengsten (in guldens per ha) bij diverse aantallen emelten per m² in november en december op basis van modelberekeningen



Figuur 8 Effect van emeltenbestrijding met 1,5 liter chloorpyrifos in het voorjaar: kosten en verwachte financiële opbrengsten (in guldens per ha) bij diverse aantallen emelten per m² in januari, februari en maart op basis van modelberekeningen; het gebruik van chloorpyrifos op grasland is in 2000 niet meer toegestaan

5.2.3 Gevoeligheidsanalyse

Met behulp van Figuur 7 en Figuur 8 zijn eenvoudig schadedrempels te bepalen. Er zit echter een addertje onder het gras. Deze figuren zijn gebaseerd op modeluitkomsten, welke slechts schattingen van de werkelijkheid zijn met bijbehorende fouten. Bij berekeningen met behulp van het model kunnen fouten ontstaan als gevolg van bemonsteringsfouten, random effecten en fouten in schattingen van parameters.

Door nauwkeurig te bemonsteren, kunnen waarnemingsfouten bij bemonstering zoveel mogelijk vermeden worden. Er ontstaan echter ook bemonsteringsfouten als gevolg van heterogeniteit in het veld. Uit onze proeven bleek dat de waarnemingsfout relatief klein is en de heterogeniteit in het veld groot.

Een gevoeligheidsanalyse geeft aan wat het effect van variatie in een bepaalde parameter op de uitkomst van het model is. Bijvoorbeeld, als de natuurlijke sterfte hoger is dan geschat, dan zou de schadedrempel hoger moeten liggen. Er zijn drie situaties doorgerekend (Tabel 3):

1. Bemonstering van het aantal emelten in het najaar (november), waarna eventueel bestrijding met parathion plaatsvindt (2 l/ha); de schadedrempel is berekend op 315 emelten per m²;
2. Bemonstering van het aantal emelten in het voorjaar (februari), waarna eventueel bestrijding met chloorpyrifos plaatsvindt (1,5 l Dursban/ha); de schadedrempel is berekend op 390 emelten per m².
3. Bemonstering van het aantal emelten in het voorjaar (maart), waarna eventueel bestrijding met chloorpyrifos plaatsvindt (1,5 l Dursban/ha); de schadedrempel is berekend op 329 emelten per m².

Voor deze drie situaties is voor het 95%-betrouwbaarheidsinterval (gemiddelde waarde $\pm 1,96 * s.e.$) de minimale en maximale schadedrempel bepaald. Tabel 3 geeft een beeld van het betrouwbaarheidsinterval van de berekende schadedrempel. Het blijkt dat met name onzekerheden in schattingen van natuurlijke sterfte van emelten van invloed zijn op de betrouwbaarheid van de schadedrempel. Bij bestrijding in het najaar is de onzekerheid groter dan bij bestrijding in het voorjaar. Dit betekent dat voorjaarsbemonstering de voorkeur verdient. Het gebruik van chloorpyrifos op grasland is in 2000 echter niet meer toegestaan. Bij bemonstering in het najaar zijn de kosten van bestrijding ongeveer gelijk aan de verwachte meeropbrengsten bij 300 emelten per m² (Figuur 7). Omdat de variabiliteit van de uitkomsten van het model groot is (Tabel 3), moeten de resultaten met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.

Tabel 3 Gevoeligheidsanalyse voor drie situaties (zie tekst) (min.=minimaal, max.=maximaal)

	1. parathion, november		2. chloorpyrifos februari		3. chloorpyrifos maart	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
<u>Bemonsteringsfouten</u>	243	409	301	506	254	426
<u>Fouten als gevolg van random effecten</u>						
β_N , natuurlijke sterfte van emelten	44	2245	140	1084	162	667
γ_N , emeltensterfte door bestrijding	304	∞	389	423	326	375
<u>Fouten in schattingen van parameters</u>						
β_N , natuurlijke sterfte van emelten	172	577	285	534	265	409
γ_N , emeltensterfte door bestrijding	307	348	390	394	327	335
β_Y , schade door emelten (droge stofopbrengst)	239	463	296	573	249	483
γ_Y , effect bestrijding op droge stofopbrengst	0	704	270	510	228	430

6 Bestrijdingsadvies

6.1 Rouwvlieglarven

Rouwvlieglarven komen in het algemeen pleksgewijs voor. In de proeven beschreven in dit rapport werden geen of weinig rouwvlieglarven gevonden. Ook is er geen schade door rouwvlieglarven geconstateerd. Dit betekent dat het niet mogelijk was gericht onderzoek naar rouwvlieglarven te doen. Het pleksgewijs voorkomen van rouwvlieglarven belemmert bovendien de ontwikkeling van een goede bemonsteringsmethode en een goed waarschuwingssysteem.

In de praktijk wordt momenteel geadviseerd rouwvlieglarven te bestrijden op het moment dat zich schade voordoet in de vorm van open plekken. Op grond van het onderzoek uit dit rapport is het niet mogelijk een verbetering van het advies te geven. Bestrijding op het moment dat zich schade voordoet, is het best mogelijke advies.

6.2 Emelten

6.2.1 Huidig advies

Inhoud van het huidige advies

Volgens het huidige advies dient het aantal emelten in het najaar bepaald te worden. Dit kan door bij bodemtemperaturen hoger dan 5 °C per perceel 20 steken van 8 cm diep te nemen met bijvoorbeeld een blikje, en deze een half uur in een pekelbad te zetten (1 kg zout op 5 liter water) en vervolgens te tellen. Volgens het advies moeten emelten bestreden worden als er in het najaar meer dan 150, of in het voorjaar meer dan 100 per m² aanwezig zijn.

Nadelen van het huidige advies

Uit het onderzoek blijkt dat eventuele schade afhangt van het aantal emelten in het voorjaar. Nu doet zich het probleem voor, dat door najaarsbemonstering geen betrouwbare voorspelling gedaan kan worden van het aantal emelten in het voorjaar. Dit komt doordat de emeltensterfte in de winter erg variabel is. Omdat er vóór de winter nog nauwelijks schade aan het gras optreedt en het niet bekend is hoeveel emelten de winter zullen doorstaan zou een voorjaarsbemonstering te prefereren zijn. Momenteel is er echter geen bestrijdingsmiddel voor emelten op grasland in het voorjaar toegestaan. Een ander nadeel van het huidige advies is, dat het niet duidelijk is waar de schadedrempels die daarin genoemd worden op gebaseerd zijn. Verder is het voor een economische afweging tussen wel of niet bestrijden noodzakelijk uit te gaan van recente gegevens.

6.2.2 Voorstel tot een nieuw bestrijdingsadvies

Bemonstering

Emelten moeten in het najaar bemonsterd worden. Er zijn immers geen middelen meer toegelaten voor bestrijding van emelten op grasland in het voorjaar. Als de conditie van het grasland slecht is, kan de meeste schade door emelten optreden, dus bemonstering van deze percelen is het meest nuttig.

Schadedrempel

Bij bestrijding *in november/december* ligt de schadedrempel op *gemiddeld* 300 emelten per m² (Figuur 7). Bij meer dan 300 emelten per m² kan bestrijding lonend zijn. De schadedrempel is gebaseerd op huidige doseringen en prijspeil:

- Bespuiting door loonwerker: f61,- per ha;
- Bestrijdingsmiddel in het najaar; 2 liter parathion per ha: f22,- per ha;
- Meeropbrengst aan gras in de eerste snede: f260,- per ton droge stof.

Veranderingen in het prijspeil zijn van invloed op de economische schadedrempel. Het effect van zulke veranderingen is eenvoudig te bepalen met behulp van Figuur 6 en Figuur 7.

Bij de schadedrempel moeten enige kanttekeningen gemaakt worden. Er is sprake van een groot aantal onzekerheden (zie bijvoorbeeld Tabel 3), met name door de (niet te voorspellen) variatie in natuurlijke sterfte van emelten. Door het traject waarin de kosten ongeveer gelijk zijn aan de verwachte meeropbrengsten ruimer te nemen en de beslissing tot bestrijding in dit traject af te laten hangen van de bedrijfsomstandigheden, kan hieraan tegemoet gekomen worden. Op een bedrijf met een slechte ruwvoerpositie zal bestrijding sneller uit kunnen dan op een bedrijf met een goede ruwvoerpositie.

Waarschuwingssysteem

Te overwegen valt om op diverse plaatsen, verspreid over Nederland (bijvoorbeeld de proefbedrijven van het PR) reeds in november te beginnen met bemonstering van percelen op emelten, zodat afhankelijk van de uitslag een advies voor bemonstering kan worden gegeven. Bij een waarschuwingssysteem moet men alert blijven op bijzondere omstandigheden, zoals strenge winters. Een zorgvuldige afweging tussen mogelijke schade door emelten, kosten van bestrijdingsmiddelen, en de noodzaak tot vermindering van gebruik van bestrijdingsmiddelen is en blijft belangrijk.

7 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden nieuwe gezichtspunten uit het literatuuronderzoek en uit ons onderzoek opgesomd:

Karakteristieken van emelten

- Emelten voeden zich met bovengronds plantenmateriaal dat bladgroen bevat, in tegenstelling tot met graswortels wat algemeen gedacht wordt.
- Emelten kunnen temperaturen van -10 °C overleven (mogelijk ook lagere temperaturen).
- Er is geen invloed van bosranden en boomrijen op eileg door langpootmuggen.
- Biologische bestrijding van emelten met Bti is momenteel nog geen economisch haalbare optie voor de praktijk.

Populatieverloop

- Er is sprake van "emeltenjaren" met een tussenperiode van 4 à 5 jaar.
- In de periode 1991-1998 kon geen relatie gelegd worden tussen het populatieverloop en weersomstandigheden in augustus tijdens eileg en gedurende de winter.
- Effecten van graslengte tijdens eiafzetting van langpootmuggen op het aantal emelten werden in veldproeven niet aangetoond.
- Gemiddeld over de jaren 1991-1998 was de natuurlijke afname van de emeltenpopulatie gedurende de winter 40%.
- Voorspellingen van het aantal emelten in het voorjaar op basis van het aantal emelten in het najaar zijn onbetrouwbaar door grote variatie in natuurlijke sterfte van emelten gedurende de winterperiode.

Schade in de vorm van opbrengstderving - resultaten van veldproeven

- Door chemische bestrijding volgens het advies nam de emeltenpopulatie met 90-100% af.
- Bij toepassing van de helft van de adviesdosering bestrijdingsmiddelen werd in de proeven voldoende bestrijding van emelten verkregen (80-90%).
- Emeltenbestrijding met insecticiden heeft ongeacht het aantal emelten een significant positief effect op de droge stofopbrengst van de eerste snede. De oorzaak hiervan is onbekend.
- Emeltenbestrijding heeft geen significant effect op de droge stofopbrengst van de tweede en latere sneden.
- Bij grote aantallen emelten is de droge stofopbrengst van de eerste snede lager dan bij kleine aantallen emelten. Er is echter sprake van een grote variatie. De relatie tussen het aantal emelten en de droge stofopbrengst is in het algemeen slecht. Dit hangt mogelijk samen met de grote variatie in natuurlijke sterfte van emelten na bemonstering. De betrouwbaarheid van de relatie tussen het aantal emelten en opbrengstderving is afhankelijk van de periode tussen bemonstering en opbrengstbepaling. De relatie tussen het aantal emelten en opbrengstderving was het meest betrouwbaar bij bemonstering in april.
- Effecten van het niveau van stikstofbemesting op schade door emelten konden in veldproeven niet worden aangetoond.

Schade in de vorm van vermindering van zodekwaliteit - resultaten van veldproeven

- In de periode 1991-1998 is in veldproeven geen visuele schade veroorzaakt door emelten waargenomen.
- In de veldproeven kon geen effect van emelten of van bestrijding van emelten op de zodekwaliteit worden aangetoond.
- Mogelijk zal de zodekwaliteit bij hoge aantallen emelten (meer dan 500 m²) verslechteren. Deze hoge aantallen werden in ons onderzoek echter slechts sporadisch waargenomen.

Modellering

- Resultaten van een model, gebaseerd op de proefresultaten, laten zien dat voor iedere 100 emelten, die in april per m² aanwezig zijn, de droge stofopbrengst van de eerste snede gemiddeld met 190 kg droge stof/ha daalt.

- Modelresultaten laten zien dat bestrijding als zodanig een significant positief effect heeft op de droge stofopbrengst van de eerste snede, variërend van 130 tot 150 kg droge stof per ha bij bestrijding, onafhankelijk van het aantal emelten.

Bestrijdingsadvies

- In het huidige advies wordt een najaarsbemonstering geadviseerd. Omdat er vóór de winter nog nauwelijks schade aan het gras optreedt en het niet te voorspellen is hoeveel emelten de winter zullen doorstaan zou een voorjaarsbemonstering te prefereren zijn. Momenteel is er echter geen bestrijdingsmiddel voor emelten op grasland in het voorjaar toegelaten.
- Bij de huidige schadedrempels kost emeltenbestrijding meer dan het oplevert. Door gebruik te maken van de nieuwe economische schadedrempel in het najaar zal het verbruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen dalen.
- Bij bestrijding *in november/december* ligt de schadedrempel bij het huidige prijspeil op *gemiddeld* 300 emelten per m².
- Er is echter sprake van een groot aantal onzekerheden, met name door de (niet te voorspellen) variatie in sterfte van emelten tussen het tijdstip van bemonsteren en oogst van de eerste snede (o.a. predatie door vogels). Door het traject waarin de kosten ongeveer gelijk zijn aan de verwachte meeropbrengsten ruimer te nemen en de beslissing tot bestrijding in dit traject af te laten hangen van de bedrijfsomstandigheden, kan hieraan tegemoet gekomen worden. Op een bedrijf met een slechte ruwvoerpositie zal bestrijding sneller uit kunnen dan op een bedrijf met een goede ruwvoerpositie. Bij een zeer slechte zodekwaliteit (bijv. door uitwintering van gras) ligt de schadedrempel waarschijnlijk lager.
- Als het prijspeil verandert, kan met een eenvoudige berekening een nieuwe economische schadedrempel bepaald worden.
- Te overwegen valt om op diverse plaatsen, verspreid over Nederland (bijvoorbeeld de proefbedrijven van het PR) reeds in november te beginnen met bemonstering van percelen op emelten, zodat afhankelijk van de uitslag een advies voor bemonstering kan worden gegeven.

Literatuur

- Barnes, H.F. (1937) Methods of investigating the bionomics of the common crane-fly, *Tipula paludosa* Meigen, together with some results. *Ann. Biol.* 24, 356-369.
- Blackshaw R.P. (1987) The use of water traps for crane-fly monitoring: an assessment of operator efficiency. *Ann. Appl. Biol.* 110 (2), 239-245.
- Blackshaw, R.P. & J.P. Moore (1984) Morphological determination of leatherjacket (*Tipula paludosa*) instars (*Diptera, Tipulidae*). *Rec. Agric. Res.* 32, 87-89.
- Campbell, R.L. (1975) Insecticidal control of European crane fly in Washington. *J. Econ. Entomol.* 68, 386-388.
- Carter, J.B. (1978) Field trials with *Tipula iridescens* virus against *Tipula* spp., larvae in grassland. *Entomophaga* 23, 169-174.
- CBS (1998) Gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen op grasland, 1995. LNM-reeks 9801. Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Chapman, P.A. (1994) Control of leatherjackets by natural enemies: the potential role of the ground beetle *Pterostichus melanarius*. *Proc. Brighton Crop conf., Pest and diseases*, November 1994, 933-934.
- D'Arcy-Burt, S. & R.P. Blackshaw (1985) Bibionids (*Diptera: Bibionidae*) in agricultural land: a review of damage, benefits, natural enemies and control. Unpublished report dept. of Agric. Zool., Queens Univ. Belfast. 32 pp.
- D'Arcy-Burt, S. & R.P. Blackshaw (1987) Effects of trap design on catches of grassland Bibionidae (*Diptera: Nematocera*). *Bull. Ent. Res.* 77, 309-315.
- DLV (1998) DLV Gewasbescherming in de akkerbouw en veehouderij 1998.
- Freeman, B.E. (1967) Studies on the ecology of larval Tulinæ (*Diptera, Tipulidae*). *J. anim. Ecology* 36, 123-146.
- Freeman, B.E. (1968) Studies on the ecology of adult *Tipulidae* (*Diptera*) in Southern England. *J. anim. Ecol.* 37, 339-362.
- Gehrken, U. & T.E. Southon (1992) Supercooling in a freeze-tolerant crane-fly larva, *Tipula* sp. *J. Insect physiol.* 38, 131-137.
- Genstat 5 Committee (1993) Genstat 5 Release 3 Reference Manual. Clarendon Press, Oxford.
- Hahn, E. (1978) Einige bemerkungen zum Auftreten und zur Schädlichkeit der Wiesenschnaken (*Tipulidae*) im Grasland. *Nachr.blatt Pflanzensch. DDR* 32, 16-17.
- Hemmingsen, A.M. (1952) The oviposition of some crane-fly species (*Tipulidae*) from different types of localities. *Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren* 114, 365-430.
- Hemmingsen, A.M. (1976) Crane-fly studies. *Ent. Meddr.* 44, 129-156.
- Hollander, J. den (1975) The growth of larvae of *Tipula oleracea* Linnaeus. *Tijdschr. Ent.* 118, 67-82.
- Humphreys, I.C., R.P. Blackshaw, R.M. Stewart & C. Coll (1993). Differentiation between larvae of *Tipula paludosa* and *Tipula oleracea* (*Diptera: Tipulidae*) using isoelectric focusing, and their occurrence in grassland in Northern Britain. *Ann. Appl. Biol.* 122, 1-8.
- Jackson & Campbell (1975) Biology of the European crane-fly *Tipula paludosa* in Western Washington. Pullman: [S.N.], Technical Bull. Coll. agric. Res. Centre, Washington State Univ. 81.
- Jong, W.H. de (1923) Over emelten (vervolg). *Tijdschr. Plantenz.* 29, 33-57.
- Jong, W.R. de (1925) Een studie over emelten en hare bestrijding. *Versl. Med. Plantenziektenkundige Dienst* 42, 107pp.
- Kluijver, H.N. (1933) Bijdrage tot de biologie en ecologie van den spreeuw (*Sturnus vulgaris* L.) gedurende zijn voortplantingstijd. *Versl. Med. Planteziektenkundige Dienst* 69, 1-152.
- KWIN-V (1998) Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1998-1999. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR).
- Lam, A.B.Q. & J.M. Webster (1972) Morphological characteristics for differentiating larval instars of leatherjackets, *Tipula paludosa* (*Diptera: Tipulidae*). *Can. Ent.* 104, 899-902.
- Lammers G. (1993) Verkennende studie ziekten en plagen in cultuurgrasland. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR).
- Lange, B. von (1955) Anleitung zur *Tipula*-Bekämpfung. *Landwirtsch. Weser-Ems* 11, 1-8.
- Lange, B. von (1964) Über den Einfluss des Winters 1962/63 auf die Gradation von *Tipula paludosa* Meig. *Pflanzschts Nachr.*, Bayer 1964, 1-24.

- Lauenstein, G. (1986) Tipuliden als Grünlandschädlinge - Biologie und Bekämpfung. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 73, 385-431.
- Laughlin, R. (1967) Biology of *Tipula* oleracea: growth of the larva in the field. Entomol. Exp. Appl. 10, 52-68.
- Lieffijn, H. & J. de Bree (1996) Population development of crane flies. Survey on the population development of crane flies. Gewasbescherming 27, 43-46.
- Maercks, H. (1941) Das Schadaufreten der Wiesenschnakenlarven (Tipuliden) in Abhängigkeit von Klima, Witterung und Boden. Arb. physiol. angew. Entomol. Berlin Dahlem 8, 261-275.
- Maercks, H. (1951) Lebensweise und Bekämpfung der Wiesenschnaken. Flugblatt Biol. Bundesanst. Braunsch. C17 (1), 1-8.
- Maercks, H. (1953) Über den Massenwechsel von *Tipula paludosa* Meig. in den Jahren 1918-1953 und seine Abhängigkeit von der Witterung. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 5, 177-181.
- Menting (1982) Emelten opsporen is een eenvoudige klus. De Boerderij 68, 32-33.
- Milne, A., R.E. Coggins & R. Laughlin (1958) The determination of numbers of leatherjackets in sample turves. J. anim. Ecol. 27, 125-145.
- Milne, A., R. Laughlin & R.E. Coggins (1965) The 1955 and 1959 population crashes in the leatherjacket, *Tipula paludosa* Meigen, in Northumberland. J. anim. Ecol. 34, 529-544.
- Neuteboom, J.H., E.A. Lantinga & E.N. van Loo (1992) The use of frequency estimates in studying sward structure. Grass and Forage Science 47, 358-365.
- Pollet, M. & K. Desender (1985) Adult and larval feeding ecology in *Pterostichus melanarius* Ill. (Coleoptera, Carabidae). Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent; 50 (2b), 581-594.
- Rennie, J. (1916) On the biological and economic significance of *Tipula paludosa* Meigen. Part 1. Ann. Appl. Biol. 2, 235-240.
- Rennie, J. (1917) On the biology and economic significance of *Tipula paludosa* Meigen. Part 2. Hatching, growth and habits of the larvae. Ann. Appl. Biol. 3, 116-137.
- Richter, W. (1955) Pflanzensoziologische Untersuchungen zur ökologie von Grünlandschädlingen. Zeitschr. Acker u Pflzbau 99, 31-478.
- Ricou, G. (1967) L'Alimentation des larves de tipules (*Tipula paludosa* Meig.). Nutrit. Aliment. 21, 199-215.
- Sellke, K. (1936) Biologische und morphologische Studien an schädlichen Wiesenschnaken (Tipuliden). Z. wiss. Zool. (A) 148, 465-555.
- Sergeeva, T.K. & Gryuntal' S. Yu. (1988) Seasonal dynamics of feeding of *Pterostichus oblongopunctatus* (Coleoptera, Carabidae). Zoologicheskii Zhurnal 67 (4), 548-556.
- Shaw, M.W., P. Blasdale & R.M. Allan (1974). A comparison between the ODCB technique and heat extraction of soil cores for estimating leatherjacket populations. Pl. Path. 23, 60-66.
- Smits et al. (1993)
- Smits, P.H. & H.J. Vlug (1990). Control of tipulid larvae with *Bacillus thuringiensis* var. israelensis. Proceedings and abstracts, Vth International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control, Adelaide, Australia, 20-24 August 1990.
- Theowald, Br. (1956) de Nederlandse *Tipulidae* Ill. Ent. Ber. Amst. 16, 157-159.
- Theowald, Br. (1984) Die Entwicklungsstadien der *Tipuliden* (*Diptera*, *Nematocera*) insbesondere der West-Palaearktischen Arten. Tijdschr. Ent. 100 (2)
- Todd, C.M. & W. Block (1995) A comparison of the cold hardiness attributes in larvae of four species of *Diptera*. Crto-letters 16, 137-146.
- Van den Pol-van Dasselaar A., C. van der Wel & A.P. Wouters (1999a) Schade door emelten aan grasland. I. Meerjarig onderzoek. Intern Rapport PR.
- Van den Pol-van Dasselaar A., C. van der Wel & A.P. Wouters (1999b) Schade door emelten aan grasland. II. Eén en tweejarig onderzoek. Intern Rapport PR.
- Van den Pol-van Dasselaar A., G. André, C. van der Wel & A.P. Wouters (1999c) Schade door emelten aan grasland. III. Schadedrempels. Intern Rapport PR.
- Van der Wel C. & A.P. Wouters (1998) Alternatieven gebruik herbiciden in grasland. Intern Rapport PR.
- Vlug, H.J. (1982) Een geval van gynandromorfie bij *Dilophus febrilis* (Linnaeus) (*Diptera*: *Bibionidae*). Ent. Ber. Amst. 42, 102-103.
- Vlug, H.J. (1988) Ambiguity of leatherjacketcontrol in unpredictable winters. Proc. 18th International Congress of Entomology, Vancouver 1988, 405.

- Vlug, H.J. (1990) Feeding behaviour of Tipulid larvae on grass. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 55, 545-547.
- Vlug, H.J. (1999) Ecologie van emelten in grasland. Intern Rapport IPO-DLO, Wageningen.
- Vlug, H.J. & P. Harrewijn (1994). Analysis of gut contents and feeding behavior of tipulid larvae (*Diptera: Tipulidae*) using a new root-staining technique. J. Econ. Entomol. 87, 101-102.
- Vlug, H.J. & C. van der Wel (1993) Nieuwe inzichten in de bestrijding van emelten in grasland (*Diptera, Tipulidae*). Gewasbescherming 24, 109-111.
- Vlug, H.J. & H. Paul (1986) Sampling of leatherjackets. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 51, 939-942
- Werkgroep Veehouderij, 1990. Rapportage.
- Wilkinson, A.T.S. & H.R. Maccarthy (1967) The marsh crane fly, *Tipula paludosa* Mg., a new pest in British Columbia (*Diptera: Tipulidae*). J. Entomol. Soc. Brit. Columbia 64, 29-34.

Bijlage 1 - list of tables

Figure 1. The number of leatherjackets on peat (n=8), clay (n=56) and sand (n=49).

Figure 2. Natural changes in the population of leatherjackets on long-term plots on sandy soils (without control).

Figure 3. The effect of control on leatherjacket numbers (% of decrease during winter), based on long-term plots in the period 1991-1998.

Figure 4. Relation between the dry matter yield of the first cut (% in relation to the average dry matter yield without control) and the number of leatherjackets (per m²) in a) November-December, b) March-April and c) March-April. Figures 4a and 4b depict data of treatments without control (the effect of the number of leatherjackets). Figure 4c includes data of all treatments (a combination of the effect of leatherjacket numbers and the effect of control).

Figure 5. Schematic diagram of the whole model.

Figure 6. Relation between the number of leatherjackets when sampled in November, December, January, February and March and the expected increase in dry matter yield of the first cut when leatherjackets are controlled (according to the advise: in autumn using 2.0l parathion/ha (0.5 kg A.I.), in spring using 1.5l Dursban/ha (0.72 kg A.I. chlorpyrifos); the use of chlorpyrifos on grassland is no longer permitted in 2000.

Figure 7. The effect of leatherjacket control using 2.0 l parathion per hectare in the autumn: the costs and expected financial benefits (in Dfl. per hectare) at different numbers of leatherjackets per m² in November and December, based on model calculations.

Figure 8. The effect of leatherjacket control using 1.5 l chlorpyrifos in the spring: the costs and expected financial benefits (in Dfl. per hectare) at different numbers of leatherjackets per m² in January, February and March, based on model calculations. The use of chlorpyrifos on grassland is no longer permitted in 2000.

Table 1. Number of leatherjackets in February / March and in April (per m²) and the dry matter yield of the first cut (1000kg dry matter per hectare) on plots with large numbers of leatherjackets both with and without control using chlorpyrifos. Different letters by the same plot demonstrate significant differences between the treatments (P=0.05).

Table 2. Estimates of parameters of the threshold value model (s.e. = standard error).

Table 3. Sensitivity analysis for three situations (see text) (min = minimum, max = maximum).