

De nonvlinder (*Lymantria monacha* L.) in 1984 en 1985; plaag, bestrijding en onderzoek

The nun moth in 1984 and 1985; outbreak, control and research

P. Grijpma¹⁾; P. A. F. M. Reijbroek²⁾; P. A. W. M. Raaymakers²⁾; J. M. Vlak³⁾

Inleiding

Na 1908 heeft het 70 jaar geduurd, voordat de nonvlinder (*Lymantria monacha* L.) zich in Nederland weer tot een plaag kon ontwikkelen (Doom, 1979). In 1978 viel in Ugchelen een opstand van 3 ha lariks aan de plaag ten offer, terwijl in 1980 in Reusel enkele ha grovedennen en fijnspar werden aangetast (Schuring, 1981). In 1984 werden nabij Budel in een gebied van ca. 500 ha grovedennen grote concentraties nonvlinders aangehouden, terwijl in 1985 in de omgeving van Luyksgestel 370 ha grovedennenbos in meer of mindere mate werden kaalgevreten (fig. 1). Ook elders werden in 1985 nog enkele kleinere haarden met zware vraat waargenomen, onder andere in Vessem (5 ha), Maarheeze (15 ha) en in België, bij Lommel (5 ha). Daarnaast werd in enkele gebieden, lichte vraat waargenomen, zoals in Limburg (tegenover restaurant de Wildenberg aan de snelweg Weert-Eindhoven) en in het Leenderbos (ca. 600 ha). Ongetwijfeld bevonden de in 1985 gesignaleerde plagen zich in 1984 ook al in de opbouwfase. Doordat zij echter pas later ontdekt werden, kwam het in deze gebieden wel tot grote vraatschade, terwijl in de Weeter- en Budelbergen de plaaghaard in mei 1985 afdoende met Dimilin WP25 (300g/ha) werd bestreden (Grijpma, 1985). De omvang van de "nonvlinderexplosies" die in deze jaren en in het recente verleden ook in een aantal andere Europese landen zoals Denemarken en Polen voorkwamen, gaf aanleiding tot een samenvatting van de huidige kennis van dit insect en de maatregelen die in plaagsituaties genomen kunnen worden.

Eén van de belangrijkste overwegingen hierbij is, dat het noodzakelijk is om het populatieverloop te volgen en op basis van de dichtheid te besluiten om al of niet bestrijdingsmaatregelen te nemen. Dit principe staat bekend als geleide bestrijding.

Summary

*High density populations of the nun moth were recorded in 1984 and 1985 on respectively 500 and 400 ha of mainly Scots pine near Budel and Luyksgestel, in the province of Noord-Brabant, the Netherlands. The pest population near Budel was successfully controlled in May 1985 by air spraying Dimilin 25WP at the rate of 300g/ha. In the summer of 1985, the uncontrolled outbreak in Luyksgestel caused complete defoliation of 46 ha of *Pinus sylvestris* and moderate to light defoliation of another 345 ha. *P. nigra* var. *corsicana* stands appeared to be resistant to attack whereas *P. strobus* stands were also defoliated. Both epidemics seemed to have started in reforestations on poor sandy soils. High summer temperature in 1983 and 1984 preceded by a cool spring may have triggered the outbreaks. Methods to establish the critical population density and considerations for its control are given. Research should focus on the possibility of using pheromones and microbials in an integrated system as well as separately.*

Biologie

Hieronder volgen in kort bestek de belangrijkste biologische gegevens van de nonvlinder. Uitgebreidere informatie en literatuur worden onder andere door Doom (1979) en Wellenstein (1978) aangegeven.

De nonvlinder is polyfaag en heeft één generatie per jaar; de overwintering vindt plaats als embryo in het ei op de stam. In het voorjaar (eind april-mei) komen de eieren uit; een eihoopje bevat doorgaans 120-180 eieren. De jonge rupsen blijven meestal enige dagen in de onmiddellijke omgeving van de eihoopjes aanwezig voor zij naar de toppen van de bomen kruipen en daar hun vraat aan het jonge uitlopende lot beginnen. Bij naaldhout wordt vaak al spoedig overgegaan op de oudere naaldjaargangen waardoor de laatste scheut nog ten dele gespaard wordt. Door de slordige vreetgewoonten van de rupsen is de grond onder de aange-taste bomen bezaaid met stukken naald of blad.

¹⁾ Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen.

²⁾ Ingenieursbureau "De Groene Ruimte", Wageningen.

³⁾ Laboratorium voor Virologie, LH, Wageningen.

Fig. 1 Overzicht van het aantastingsgebied in het Luyksgestelse na de inventarisatie van augustus 1985.
Fig. 1 Location of the outbreak area near Luyksgestel after the survey of August 1985.

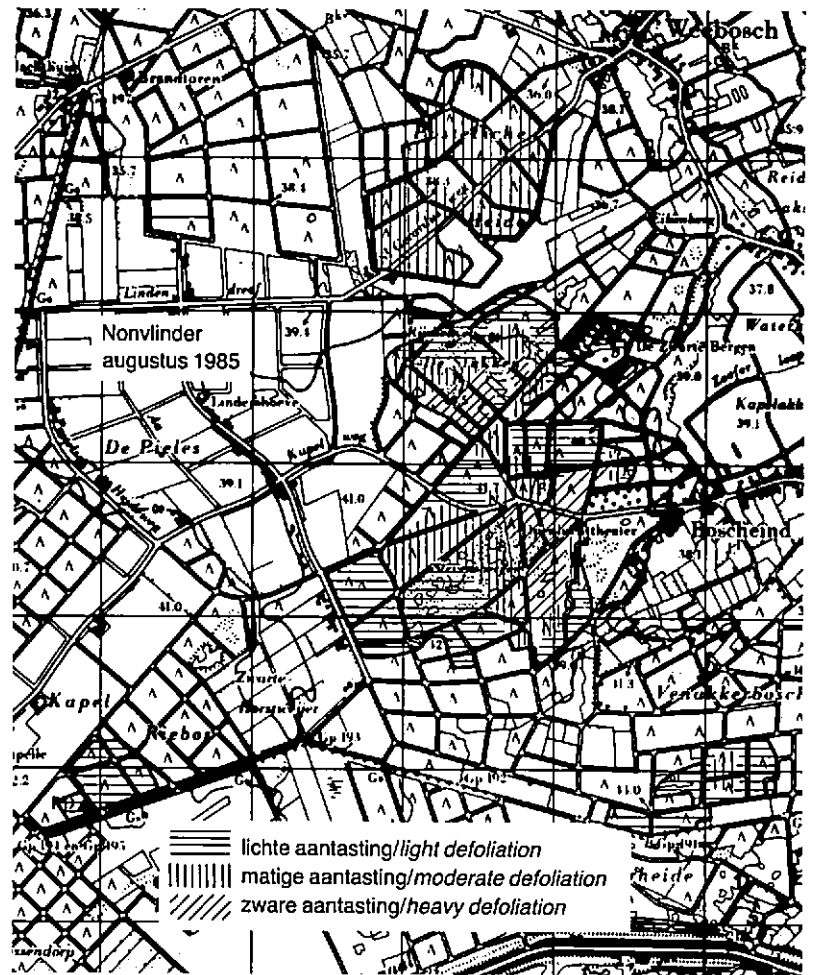


Fig. 2 Een kaal gevreten opstand van *Pinus strobus* bij Luyksgestel.
*Fig. 2 A completely defoliated stand of *Pinus strobus* near Luyksgestel.*

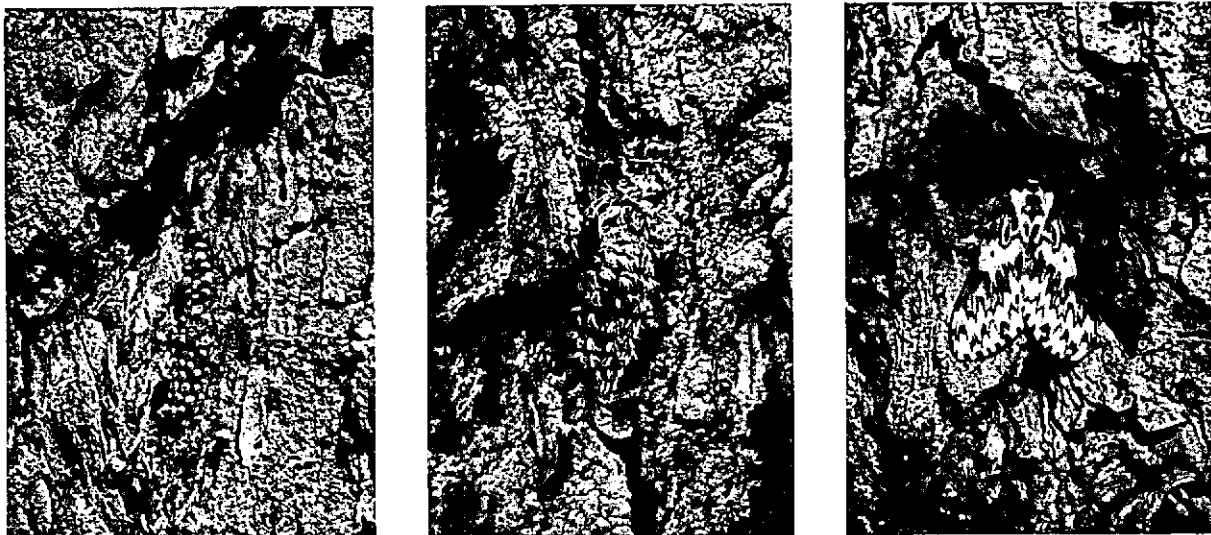


Fig. 3 Eihoopje, pop en een vrouwelijk exemplaar van de nonvlinder (de vleugelranden vormen een gelijkbenige driehoek).
 Fig. 3 Eggmass, pupa and adult female of the nun moth (wing edges form an isosceles triangle).

De rupsen doorlopen 5-7 stadia; de mannelijke rupsen verpoppen zich in het 5e of 6e stadium; de vrouwelijke in het 6e of 7e, steeds echter één stadium meer dan de mannelijke rupsen. Bij hoge populatiedichtheden kunnen de rupsen zich passief of actief verplaatsen. Jonge rupsen (relatief zeer lange haren) laten zich bij voedselgebrek of verstoring aan een spinseldraad zakken en vervolgens door de wind meevoeren. Oudere rupsen kunnen al kruipend andere voedselplanten bereiken waarbij zelfs zandwegen worden overgestoken. Als voedselplant bestaat een voorkeur voor *Picea*, *Pinus*, *Larix*, *Abies* en *Fagus*. Ook de douglas wordt niet versmaad. Corsicaanse den werd in de Weerter- en in Budelerbergen duidelijk in veel mindere mate aangetast dan de groveden; *Taxus*, *Thuja*, *Prunus serotina*, *Fraxinus*, *Robinia*, *Aesculus* en *Alnus* worden in de literatuur ook genoemd als boomsoorten die resistent zouden zijn (Wellenstein, 1978).

Na 7 tot 10 weken (afhankelijk van geslacht en temperatuurverloop) verpoppen de rupsen, waarbij zij zich met enkele spinseldraden aan stammen of takken hechten (fig. 3). De vlinders verschijnen 8-14 dagen later; zij voeden zich niet en leven 10-14 dagen. Mannetjesvlinders kunnen gemakkelijk van vrouwtjes onderscheiden worden omdat zij langgekamde antennes bezitten terwijl de poten boven de voetleden sterk behaard zijn. Op de stam zittend, vormen de vleugelranden een gelijkzijdige driehoek. Vrouwelijke vlinders bezitten zeer kortgekamde sprieten en hebben vrijwel onbehaarde poten. Op de stam zittend, vormen de vleugelranden een gelijkzijdige driehoek (fig. 3). In het begin van de vlindervlucht die tijdens een plaag, 24-36 dagen (midden juli tot eind augustus) kan duren, overwegen de mannetjes. De grootste vliegactiviteit heeft

tussen 22.00 en 3.00 uur 's morgens plaats. Overdag vliegen bij verstoring voornamelijk de mannetjes op. De mannetjes worden door een sexlofstof van de vrouwtjes aangetrokken waarna de paring plaatsvindt. Eén mannetje kan 2 tot 3, maximaal 4 vrouwtjes bevruchten. De eieren worden vooral tussen de schorsplaten van het onderste deel van de stammen van naaldhout afgezet, waarbij geen voorkeur voor bepaalde windrichtingen bestaat.

Plaagstatus

Samen met de letterzetter (*Ips typographus* L.) behoort de nonvlinder tot de meest schadelijke Europese bosinsekten: 600 tot 1000 rupsen kunnen een boom kaalvreten. Hoewel de nonvlinder ook loofhout aantast, komen plagen vrijwel alleen op naaldhout voor. Vooral fijnspar, groveden en lariks worden aangetast. De oorzaak hiervan moet gezocht worden in de betere geborgenheid van de eihoopjes tussen de schorsspleten en de hogere temperaturen die in deze naaldbossen (vooral op zandige bodems) worden bereikt. Ook heeft loofhout een groter herstellingsvermogen (St. Janslot). In de afgelopen eeuw zijn vele hectaren naaldbos door de nonvlinder vernietigd. De sterfte is vooral een gevolg van naaldverlies waardoor oververhitting van het cambium optreedt. De meest recente plaag in Polen (1978-1984) wordt de grootste nonvlinderplaag van de eeuw genoemd (tabel 1). Ondanks een grootscheepse bestrijding werden hier meer dan 2 miljoen ha naaldbossen (70% groveden, 7% fijnspar, overige soorten 23%) aangetast. Dichtheden van 10.000 tot 20.000 rupsen per boom waren geen uitzondering (Schönherr, 1985).

Tabel 1 Oppervlakte bos, die tijdens de nonvlinderplaag in Polen werden behandeld met bestrijdingsmiddelen (Burzynski en Sliwa, 1984).

Table 1 Forest areas which were chemically treated during the nun moth outbreak in Poland (Burzynski and Sliwa, 1984).

1978: 20.000 ha	1981: 1.730.000 ha	1984: 140.000 ha
1979: 180.000 ha	1982: 2.300.000 ha	
1980: 500.000 ha	1983: 1.400.000 ha	

Hoewel deze plaag, na het hoogtepunt in 1982 in Polen sprongsgewijs afnam, sloeg hij in 1983 over naar de naaldhoutbossen in het Oost-Duitse grensgebied waar in 1984, 135.000 ha werd aangetast (Schönherr, 1985). Ook in West-Duitsland vormde de nonvlinder in 1984 en 1985 in de bosgebieden rond Hannover een plaag, waarbij meer dan 900 ha groveden, fijnspar en lariks werden aangetast (W. Altentkirch, pers. med.). Voor de plagen van de nonvlinder die eerder in Nederland optraden wordt verwezen naar de gegevens die Doom (1979) vermeldt.

Plaagontwikkeling

De aanzet tot nonvlinderplagen wordt in eerste instantie aan abiotische factoren geweten (Wellenstein, 1978). Een laat en plotseling inzettend voorjaar bevordert het gelijktijdig uitlopen van de jonge loten en het uitkomen van de eirupsjes, waardoor de mortaliteit afneemt. Daarnaast vermindert een warme en droge zomer vooral de sterfte onder de vrouwelijke rupsen (de larvale ontwikkeling van deze rupsen duurt langer, waardoor zij onder normale omstandigheden een grotere sterftkans hebben dan mannelijke rupsen). Hierdoor kan de sexratio, die normaliter 20-30% ♀♀ tegen 80-70% ♂♂ bedraagt, verschuiven naar 50-80% ♀♀ tegen 50-20% ♂♂ wat vergaande gevolgen heeft voor de hoeveelheid eieren die afgezet kunnen worden. Fecunditeit en fertiliteit blijken ook gerelateerd te zijn aan de kwantiteit en kwaliteit van het voedselaanbod, dat in de homogene fijnspar- en grovedennebossen doorgaans in voldoende mate voorhanden is.

Bejer (1985) meldt dat in Denemarken de nonvlinderplagen meestal lijken te ontstaan in arme zandgrondbebouwingen en dat zij geïnduceerd worden door 3 tot 4 warme zomers voorafgegaan door koude voorjaren. Ook in Nederland, Duitsland en Polen bevinden de plaaghaarden zich doorgaans in bossen gevestigd op armere zandgronden. Zowel in Luyksgestel als in de Weerter- en Budelerbergen lijkt het centrum van de haard in een stuifzandbebouwing te liggen.

In beginsel zou ook aan een samenhang van het optreden van nonvlinderplagen met luchtverontreiniging kunnen worden gedacht. Een veranderd microklimaat (hogere temperatuur, meer licht, lagere luchtvochtigheid) als gevolg van naaldverlies in de kronen in door

luchtverontreiniging aangetaste bossen, zou wellicht de populatietoename bevorderen. Waarschijnlijk lijkt dit echter niet. In 1870, 1877 en 1878 werden in Nederland al nonvlinderplagen gesignaleerd op De Imbosch (bij Dieren), Otterlo en de Harskamp, terwijl de plaag in Ugchelen in 1978 pas weer voor het eerst na 70 jaar was opgetreden. Eerder lijkt daarom een mogelijk verband te bestaan tussen de warme zomermaanden in 1983 en 1984 (beide voorafgegaan door een koel voorjaar) en de huidige nonvlinderplaag in Nederland.

Als een nonvlinderplaag op zijn beloop wordt gelaten, duurt zij volgens Wellenstein (1978) in grovedennebossen doorgaans 4 jaar (3 jaar toename, 1 jaar afname van de populatie) terwijl in fijnsparbossen de duur 7 jaar kan zijn (5 jaar toename, 2 jaar afname van de populatie). Het betreft hier uitgestrekte plagen die zich door de hoge populatiedichtheid, niettegenstaande negatieve milieufactoren, een aantal jaren kunnen handhaven. Uit eigen ervaring is bekend dat zeer kleine plaaghaarden, zoals in Ugchelen (1978) en Reusel (1980) van het ene op het andere jaar kunnen verdwijnen. De ineenstorting van een plaag kan verschillende oorzaken hebben: als gevolg van weersomstandigheden kan een desynchronisatie tussen het uitlopen van de scheuten en het uitkomen van de eieren optreden. Daarnaast zullen bij voedselgebrek (slordige vraat) juist weer de vrouwelijke rupsen omkomen, als gevolg waarvan de reproductie weer afneemt. In het algemeen zal een omslag naar ongunstige weersfactoren de larvale ontwikkeling verlengen waardoor de kans op parasitering door andere insecten zoals sluipwespen (onder andere *Apanteles solitarius* L. en *Meteorus versicolor* Wesm.), sluipvliegen (*Parasitigena segregata* Rond.) of predatie door roofkevers (o.a. *Calosoma sycophanta* L.) toeneemt. Ook veel vogels (o.a. mezen, koekoek, vlaamse gaai) en vlermuizen dragen tot de instorting van een plaag bij. Een zeer belangrijke factor is ook het kernpolyedervirus dat de rupsen van de nonvlinder doodt. Wellenstein (1978) citeert enige auteurs die melden dat dit virus latent in alle stadia van de nonvlinder aanwezig is en door de vrouwtjesvlinder via het ei wordt doorgegeven aan de volgende generatie. Een virusepidemie zou echter pas tot stand komen wanneer de rupsen voldoende verzwakt zijn. Tussen de voedingstoestand en de populatiedichtheid van de rupsen enerzijds en het optreden van het virus anderzijds zou een duidelijke positieve samenhang bestaan.

Prognose voor het optreden van plagen

Om te kunnen voorspellen of in een bosgebied waar de nonvlinder wordt gesignaleerd een plaag op zal treden, dient een overzicht verkregen te worden van zowel de grootte van de aangetaste oppervlakte bos als

Tabel 2 Kritische aantallen voor de nonvlinder op groveden van de IVe boniteit. Voor fijnspar moeten deze aantallen gehalveerd worden (Brinkman, 1982).
 Table 2 Critical numbers for the nun moth on Scots pine of the IVth site quality. The numbers should be halved for Norway spruce (Brinkmann, 1982).

leeftijd opstand	aantal vlinders op 3 m stam	aantal eieren op 8 m stam	aantal rupsen in de kroon	
			1e en 2e stadium	3e stadium
20 jr.	5	200	150	100
21-40 jr.	15	500	400	300
60 jr.	30	750	650	400
80 jr.	45	900	850	500
100 jr.	65	1000	1000	600

de dichtheid van de insecten. Daartoe dienen tellingen verricht te worden. Met nadruk dient vermeld te worden dat niet alleen de aangetaste, maar zeer beslist ook de omringende bossen geïnventariseerd moeten worden.

Ten behoeve hiervan werden in Duitsland en Polen "kritische aantallen" vastgesteld die betrekking hebben op de aantallen eieren, rupsen of vlinders die op de stammen geteld worden (tabel 2). In de praktijk is gebleken dat bij aanwezigheid van deze aantallen kaalvraat optreedt.

Om vast te kunnen stellen of een plaag op zal treden of zich zal uitbreiden, kunnen vlinders, eieren, rupsen, poppen of pophulzen geteld worden. Elk van deze methoden heeft voor- en nadelen.

Vlindertellingen: voordeel van deze methode is dat de vlinders vrij gemakkelijk op de stam te tellen zijn en op geslacht kunnen worden onderscheiden. Tabel 2 geeft dat geslachtelijk onderscheid niet; Wellenstein (1978) neemt als kritische vlinderaantallen in fijnsparbossen van respectievelijk 40, 80 en 120 jaar alleen het aantal vrouwelijke vlinders per stam tot 3 m hoogte (respectievelijk 12, 18, 27 ♀♀). Nadeel van deze methode is dat de vlinders gespreid in de tijd uitkomen en men daarom de telling eigenlijk gedurende de hele vluchtperiode om de drie dagen uit moet voeren. Vlindertellingen bieden wanneer zij in de vluchtperiode worden uitgevoerd, wel een goede mogelijkheid om te bepalen in welke percelen meer nauwkeurige tellingen (van andere stadia) verricht zullen moeten worden. Onder normale omstandigheden komt slechts één vlindeerpaartje per ha voor.

Het gebruik van lokstofvallen voor de prognose van nonvlinderplagen heeft tot nu toe nog geen eenduidige resultaten afgeworpen. Soms worden grote aantallen mannetjesvlinders gevangen terwijl er maar zeer geringe aantallen eihoopjes aanwezig zijn (W. Altenkirch, pers. med.). Vermoedelijke oorzaken hiervoor kunnen zijn een grote actieradius van de lokstofval of een verschuiving in de sexverhouding. In Tjechoslowakije neemt men aan dat een plaag verwacht kan worden wanneer gedurende de vluchtperiode meer dan 100 ♂♂ per val worden gevangen (Wellenstein, 1978).

Eitellingen: het grote voordeel van eitellingen is wel dat een zeer lange periode (september-april) beschikbaar is voor de uitvoering ervan. Nadelig is echter dat de eieren zeer moeilijk te vinden zijn, terwijl bovendien nader onderzoek gewenst zou zijn om te bepalen welk percentage van de eieren bevrucht is c.q. resulteert in een eirupsje. In de deelstaat Neder-Saksen beperkt men de eitellingen tot een 5-tal representatieve bomen per perceel. Deze bomen worden op borsthoogte over circa 30 tot 40 cm van hun schors ontdaan; waarna in het laboratorium de verzamelde schors op eihoopjes wordt onderzocht. Indien het aantal eieren meer dan 1000/m² schors bedraagt wordt een plaag verwacht (W. Altenkirch, pers. med.).

Rupstellingen: hiervoor komt eigenlijk alleen het eirupsstadium in aanmerking. Voor de telling van oudere rupsen die zich verspreid over de hele boom bevinden, zouden bomen geveld moeten worden. Daarnaast is de telling van oudere rupsen zeer arbeidsintensief. Het nadeel van de telling van eirupsen is dat zij alleen doelmatig is zolang de rupsjes in "spiegels" bijeen zitten in de omgeving van de eihoopjes. Deze periode kan, afhankelijk van de temperatuur, van enkele dagen tot enkele weken variëren. Het draaiboek voor een eventuele bestrijding zal dan al klaar moeten liggen. Om het tijdstip van uitkomen van de eirupsen na te gaan, kunnen enkele tientallen eihoopjes worden verzameld en als "monitors" worden gebruikt. Bij de plaag in Weerter- en Budelerbergen werden eirupstellingen uitgevoerd; de rupsen bleven toen ca. 4 weken op de stammen zitten als gevolg van het koude weer (Grijpma, 1985). De door Altenkirch gemelde methode voor eitellingen verdient echter zeker nadere aandacht vanwege het grote tijdsvoordeel.

Pop- of pophulstellingen: ook dit is een arbeidsintensieve methode waarvoor een aantal bomen geveld zou moeten worden. De telling is minder efficiënt omdat de poppen op geslacht zouden moeten worden onderscheiden teneinde het aantal vrouwtjes te bepalen. Daarnaast vindt de verpoping gespreid in de tijd plaats en is de duur van het popstadium ook vrij kort (10-14 dagen). Een ander bezwaar is dat poppen ge-

parasiteerd kunnen zijn, zodat zij uitgekweekt zouden moeten worden. De telling van de pophulzen heeft het bezwaar dat moeilijk onderscheid gemaakt kan worden tussen pophulzen van het huidige en voorgaande jaar.

Ons inziens dient aan eitellingen de voorkeur te worden gegeven. Er dient echter nagegaan te worden in welke mate de eieren ook daadwerkelijk in eirupsen resulteren. Vlinder- en pop tellingen kunnen een snelle indicatie geven in welke gebieden eitellingen verricht moeten worden.

Bij een snelle steekproef die in november 1985 in een zeer licht aangetaste grovedenne-opstand bij Luyksgestel werd uitgevoerd bleken meer dan 600 eitjes per boom aanwezig te zijn. Ondanks de slechte weersomstandigheden in 1985 moet daarom dit jaar met intensivering en uitbreiding van de plaag rekening worden gehouden.

Overwegingen omtrent bestrijding

Uitgaande van de resultaten kan op basis van kritieke waarden al of niet een plaag worden verwacht. Naast de plaagomvang is er nog een aantal aspecten dat van belang is bij het nemen van een besluit om al dan niet tot bestrijding over te gaan.

1 *Verstoring van het biologisch evenwicht*

Zowel het bestrijden als het nalaten daarvan, veroorzaakt een ingrijpende verstoring van de fauna in het bos. Als niet bestreden wordt, is de kans groot dat bij een aanhoudende plaag het plaatselijk aanwezige bosecosysteem gedurende een langere periode verdwijnt omdat het bos afsterft. De slordige vraat en vraatzuchtigheid van nonvlinderrupsen biedt ook in een eenjarige aantasting, andere blad- of naaldvretende insecten en hun parasieten- en predatorencomplex weinig kans om te overleven. Een effectieve bestrijding met een selectief chemisch middel doodt alle blad- en naaldvreters maar houdt althans het bosmilieu en een deel van de overige ecosysteemcomponenten in stand, zodat bijvoorbeeld de functie van het bos als schuil- en leefplaats voor een belangrijk deel van de flora en fauna behouden blijft. Een belangrijk facet bij de beoordeling van dit aspect is ook de frequentie van de plaag. Het bij herhaling optreden van insectenplagen in een bosgebied duidt op een onjuiste boomsoort- of herkomstkeuze dan wel op onjuiste beheersmaatregelen. Bestrijding zou dan "dweilen met de kraan open" worden. Dit is bij nonvlinderplagen in Nederland tot nu toe echter zeker niet het geval geweest: de laatste grote nonvlinderepidemie trad 70 jaar geleden op.

2 *De omvang van de plaag en de mogelijkheden tot uitbreiding*

Het ligt voor de hand dat de grootte van het aangetaste bosoppervlak van directe invloed is op de beslissing of al dan niet een bestrijding plaats moet vinden. Bij grootschalige aantastingen bestaat de tendens dat zij zich, ook onder minder gunstige omstandigheden, enkele jaren kunnen handhaven of uitbreiden. Belangrijke aspecten voor de uitbreiding van plagen zijn onder meer de oppervlakte aaneengesloten bosgebied, gelijkjarigheid, eenvormigheid van groeiplaats en gebruikte boomsoorten. Deze factoren zijn er in Polen voor een belangrijk deel de oorzaak van geweest dat de plaag zich zo desastreus kon uitbreiden. Voor Nederland gelden deze factoren in veel mindere mate. Wel zal elke nonvlinderaantasting hier nauwlettend gevolgd moeten worden, ook omdat het insect loofbomen aan kan tasten die dan een brugfunctie kunnen vervullen. Het vliegvermogen van vrouwtjesvlinders wordt doorgaans gering geacht (100 m en dan pas wanneer 70% van de eitjes zijn afgezet) maar daar staat tegenover dat de jonge larfjes zich met zweefharen door de wind kunnen laten transporteren. Ook mensen en voertuigen kunnen de verspreiding van rupsen veroorzaken.

3 *Vitaliteit en herstellingsvermogen van de houtsoorten*

Bij de beslissing al dan niet te bestrijden zullen zowel de vitaliteit als het herstellingsvermogen van het bos in aanmerking genomen moeten worden. Hoewel er een samenhang tussen beide factoren bestaat kunnen zij toch van elkaar onderscheiden worden: bij gelijke vitaliteit is het herstellingsvermogen van loofhoutsoorten groter dan dat van naaldhout. Terwijl vitaliteit gekoppeld is aan groeiomstandigheden (bodemmineralen, vochtvoorziening, dunningsregime) is het herstellingsvermogen afhankelijk van genetische eigenschappen (aantal slapende knoppen, groeiritm, tijdstip van uitlopen, St. Janslot). Daarnaast geldt echter dat naarmate de bomen vitaler zijn, zij zich beter kunnen herstellen.

4 *Maatschappelijke functies van het bos*

Al eerder werd gewezen op de functie van het bos als schuil- en leefplaats voor fauna en flora. Daarnaast heeft het bos echter recreatieve (vakantie- en dagrecreatie) en produktieve functies die bij omvangrijke plagen verloren kunnen gaan. De plaag in Budelbergen concentreerde zich vooral in de bossen van een oefenterrein van het Ministerie van Defensie, die weer een

andere functie vervullen, namelijk voorzien in camouflage en terreinomstandigheden voor militaire oefeningen.

5 Bestrijdingsmethode en -middel

Ook de methode van bestrijden en het toe te passen bestrijdingsmiddel zullen in de overwegingen betrokken moeten worden omdat zij gevolgen kunnen hebben voor mens en dier in het betrokken gebied.

Bestrijding

In oudere bosopstanden is een bestrijding met behulp van vliegtuigen eigenlijk de enige bruikbare methode (andere methoden zoals het gebruik van lokstofvallen en verwarringstechnieken bevinden zich hier nog in een experimenteel stadium). In Nederland is bestrijding vanuit vliegtuigen niet toegestaan, tenzij een ontheffing van het Ministerie van Landbouw en Visserij is verkregen. Aangezien er geen toelatingen voor de nonvlinderbestrijding bestaan dient eveneens voor elk te gebruiken middel een ontheffing bij genoemd Ministerie aangevraagd te worden.

Bij de keuze van het te gebruiken middel dient een aantal aspecten te worden betrokken, zoals:

- selectiviteit: het ideale bestrijdingsmiddel is soortspecifiek, dat wil zeggen: het doodt alleen het te bestrijden insect.
- persistentie: een bestrijdingsmiddel moet zo min mogelijk residuwerking hebben en dus snel afgebroken worden op plaatsen waar het insect niet bestreden wordt.
- effectiviteit: de bespuiting moet resulteren in een voldoende afname van de aantasting, zodat geen schade meer ontstaat.

Bespuitingen kunnen uitgevoerd worden met verschillende middelen:

Chemische bestrijdingsmiddelen

Binnen het brede scala van effectieve pesticiden komt slechts een klein deel in aanmerking voor de hier beoogde toepassing. Zo is bijvoorbeeld het contactinsecticide Lindaan ongeschikt vanwege het zeer brede werkingspectrum en de grote persistentie in de bodem.

Eén van de minder milieu-schadelijke en effectieve chemische insecticiden is, voor zover thans bekend, diflubenzuron (Dimilin). Aan dit selectieve insecticide is, en wordt, nog veel onderzoek verricht. Het is een chitine-synthese remmer waarvan effecten alleen bij geleedpotigen zijn te verwachten. Effecten op vogels, zoogdieren, vissen, wormen en slakken zijn niet bekend (Apperson en Schaefer, 1978; Ali en Mulla, 1978;

Bocsor en Moore, 1975; de Reede, 1981). Het middel werkt in eerste instantie via de maag en moet dus met het voedsel worden opgenomen. Toch kan er bij bepaalde insecten wel sprake zijn van contactwerking, zowel op eieren, als op larven (Van Frankhuysen en Meinsma, 1978). De werking van Dimilin op diptere en hymenoptere larvale parasieten lijkt, tenminste ten dele, samen te hangen met het ontwikkelingsstadium waarin de parasiet- en gastheerlarve zich bevinden op het moment van de bespuiting. Scheltes (1984) geeft een overzicht van een groot aantal onderzoeken waarin Dimilin geen, dan wel soms een negatief effect had op de parasieten. Bij bijen bleken in laboratorium- en praktijkproeven geen of zeer geringe effecten op te treden (Barker e.a. 1977, 1978; Bäum, 1982).

Hoewel dit insecticide snel (1-5 dagen) na de toepassing in water en bosbodem wordt afgebroken (Nimmoo e.a., 1984) heeft het het voordeel dat het op blad en naalden tenminste vier weken werkzaam blijft, waardoor een tweede bespuiting, tegen rupsen die later uit de eieren komen, meestal achterwege kan blijven. Bij een juiste dosering en toepassing op het juiste tijdstip blijkt het middel zeer effectief te zijn: tussen 90 en 100% van de rupsen wordt doorgaans gedood.

Biologische bestrijdingsmiddelen

Bij de biologische bestrijding dient in de eerste plaats gedacht te worden aan bacterie- en viruspreparaten. Van de bacteriepreparaten zijn de diverse stammen van *Bacillus thuringiensis* (Bt) het meest bekend. Er zijn echter verschillende factoren die de werkzaamheid ervan beïnvloeden. Een hoge temperatuur zou de toxische werking van de bacterie in vatbare insecten versnellen en resulteren in een snellere doding (Morris, 1982). In Nederland, waar de temperaturen op het bestrijdingstijdstip (midden mei) veelal onder de 20 °C liggen, zal het effect van een bestrijding zich waarschijnlijk over een langere periode uitstreken, waardoor toch nog aanzienlijke schade aan bomen op kan treden. Bestrijdingen van de salijnvlinder (*Leucoma salicis* L.) in Oostelijk Flevoland met een Bt-preparaat leverde wisselende resultaten (Wouters en Vis, 1971; Schotveld en Wigbels, 1975).

Een andere factor die de werkzaamheid van Bt-preparaten kan beïnvloeden is de antibacteriële werking van stoffen van bladeren of naalden van de boomsoort zelf. Morris (1982) toonde aan dat een groot aantal cyclische en acyclische monoterpenen uit coniferennaalden een sterk remmende werking heeft op de productie van sporen en kristallen van *B. thuringiensis* var. *galleriae*.

Een van de belangrijkste factoren die de efficiëntie van Bt-preparaten kan belemmeren is echter de inactivering als gevolg van ultraviolette straling. Men zoekt

tegenwoordig naar chemische afscherfstoffen die het Bt-sporecomplex hiervan afschermen.

In het algemeen wordt geconcludeerd dat de snelheid van doding van Bt-preparaten in vergelijking met chemische insecticiden gering is, maar dat het effect langer merkbaar blijft; in loofbossen is de snelheid van doding groter dan in naaldbossen (Morris, 1982).

Van de vertraagde werking bij Lymantriden is (vooral nog) ook sprake bij het gebruik van kernpolyedervirussen. Virusepidemieën treden ook onder natuurlijke omstandigheden zowel bij nonvlinder- als plakkerplagen op. Meestal gebeurt dit echter pas nadat de plagen een aantal jaren voortgewoed hebben. Door het virus reeds in een vroeg stadium in de insectenpopulatie te brengen kan de plaagduur worden bekort. Cunningham (1982) geeft een overzicht van een groot aantal veldexperimenten waarin viruspreparaten tegen bosinsekten, waaronder de nonvlinder, werden ingezet. De algemene tendens van de resultaten (zie o.a. Altenkirch, 1985, in druk; Wollam, e.a., 1978; Zethner, 1976; Glowacka-Pilot, 1983) is dat ondanks significante verschillen tussen behandelde en niet-behandelde percelen, er in het eerste jaar van de bespuiting toch vaak gehele of gedeeltelijke ontbladering optreedt.

Een groot voordeel van het gebruik van virussen tegen insectenplagen is echter dat zij zeer specifiek zijn (in tegenstelling tot *Bacillus thuringiensis*) en meestal op één soort of binnen een familie op maar enkele soorten werken. Kernpolyedervirussen van de Lymantriden: *Lymantria dispar* en *Orgyia antiqua* blijken alleen op de eigen soort te werken terwijl het *L. monacha* virus ook infectieus is in *L. dispar* en het virus van *Leucoma salicis* werkt op alle getoetste Lymantriden alsmede *Euproctis chrysorrhoea* (Skatulla, 1985).

Ook bij de toepassing van virussen heeft de boomsoort invloed op de resultaten van de bestrijding: bij larkis werd eerder effect verkregen dan bij groveden (Morris, 1982) en bij grove den eerder dan bij fijnspar (Altenkirch, 1985).

Een ontwikkeling die mogelijk betere perspectieven biedt bij de toepassing van deze biologische bestrijdingsmethode is de toevoeging van een sublethale dosis *Bacillus thuringiensis* aan de virusoplossing (Glowacka-Pilot, 1984; Schönherr en Ketterer, 1979). In Neder-Saksen wordt hier momenteel mee geëxperimenteerd; de sublethale dosis Bt zou de nonvlinder-rupsen niet doden maar wel gevoeliger maken voor het virus waardoor een geringe vraatschade wordt verwacht. De specificiteit van de bestrijding zou gehandhaafd blijven (W. Altenkirch, pers. med.).

Onderzoek

De beperkte specificiteit van chemische bestrijdingsmiddelen, de opbouw van resistente insectenpopulaties en de onbekendheid van de lange termijn effecten worden als een groot nadeel ervaren. De ontwikkeling van de bestrijdingsmethode voor de nonvlinder en andere Lymantriidae zoals de plakker, de satijnvlinder en de bastaardsatijnvlinder, dient zich daarom in eerste instantie te richten op het gebruik van lokstoffen en virussen, welke beide in zeer hoge mate specifiek zijn.

Lokstoffen: het gebruik van lokstoffen in bestrijdingsmethoden heeft de beste mogelijkheden wanneer zij toegepast worden tijdens de opbouwfase van plagen. Uit verschillende onderzoeken, onder andere bij de bestrijding van de letterzetterplaag in Noorwegen (Bakke en Strand, 1981) en de plakker in de VS (Schwalbe, e.a., 1983) blijkt dat bij relatief lage populatiedichtheden en kleine haarden de beste resultaten worden verkregen. Als over grotere oppervlakten bos eenmaal kaalvraat is opgetreden (en dat is helaas het moment waarop meestal plagen ontdekt worden) zijn deze veel moeilijker met behulp van lokstoffen te stuiten. Het gebruik van monitorvallen voor de registratie van hoge populatiedichtheden en de daaraan verbonden plaagprognose (Daterman et al, 1980) zijn daarom onderwerpen die de aandacht verdienen. Als bestrijdingsmethode biedt toepassing van de verwarvingstechniek (het inunderen van het bos met lokstoffen, waardoor de localisering van vrouwtjesvinders door mannetjes wordt verhinderd) waarschijnlijk betere perspectieven dan de massavangsten met lokstofvallen (zie ook De Groene Ruimte, 1985). Ook hier geldt echter dat het effect groter is naarmate de plaagomvang geringer (Altenkirch, 1985).

Kernpolyedervirussen: het onderzoek naar toepassingsmogelijkheden van deze virussen voor plaagbestrijding in de Nederlandse bossen is kortgeleden op gang gekomen. In een samenwerkingsverband tussen de Vakgroep Virologie, de Hoofdafdeling Maatschappelijke Technologie TNO en "De Dorschkamp" worden de mogelijkheden nagegaan van een bestrijdingsmethode tegen de satijnvlinder waarbij met virus besmette, open lokstofvallen gebruikt zouden kunnen worden om het virus reeds tijdens de opbouwfase van de plaag in voldoende mate in de insectenpopulatie te brengen (Grijpma e.a., 1985). In dit onderzoek, waarin nog vele hindernissen (kweekmethode voor rupsen, virusproductie, lokstofidentificatie- en synthese) zullen moeten worden genomen, werden reeds opmerkelijke verschil-

len in virulentie tussen een kernpolyedervirus van Poolse en Joegoslavische herkomst geconstateerd (Laméris e.a., 1985). Aangezien deze bestrijdingsmethode mogelijk ook voor andere Lymantriden kan worden toegepast (plagen van de plakker en bastaardsa-tijnvlinder komen in Nederland met regelmaat voor) verdient het aanbeveling deze strategie tijdens de non-vlinderplaaag verder te ontwikkelen.

Daarnaast zou in 1986 al een eerste proefbespuiting met het kernpolyedervirus en een sublethale dosis *Bacillus thuringiensis* plaats kunnen vinden. De ontwikkeling van een efficiënte kweekmethode voor de nonvlinder bijvoorbeeld op voedingsbodems is hierbij essentieel om via de larven de benodigde hoeveelheid virus te verkrijgen en de virulentie van diverse virusstammen voor rupsen te bepalen.

Overige onderzoeksonderwerpen: er is in Nederland zeer weinig bekend over de natuurlijke vijanden van de nonvlinder. Het verdient daarom aanbeveling een inventarisatie uit te voeren van de soorten en de frequentie daarvan tijdens de verschillende stadia van de nonvlinder. Ook zou de relatie tussen het optreden van nonvlinderplagen, klimaat en standplaats nader onderzoek wettigen.

Dankzegging

De dank van de auteurs gaat uit naar ir. G. Bikker, Staatsbosbeheer Provincie Noord-Brabant voor de berichtgeving over de non-vlinderplaaag rond Luyksgestel en het ter beschikking stellen van een kaart van het plaaggebied (fig. 1).

Literatuur

- Ali, A.; Mulla, M. S. 1978. Effects of chironomid larvicides and diflubenzuron on non-target invertebrates in residential-recreational lakes. *Journal of Environmental Ecology* 7: 21-27.
- Altenkirch, W. 1985. Versuche zur biologischen Bekämpfung der Nonne (*Lymantria monacha* L.) mit Hilfe der Konfusions-Technik. *Forst- und Holzwirt* 4: 102-104.
- Altenkirch, W.; Huber, J.; Krieg, A. 1985 of 1986. Versuche zur biologischen Bekämpfung der Nonne (*Lymantria monacha* L.) *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*; ter publikatie ingezonden.
- Apperson, C. S.; Schaefer, C. H. 1978. Effects of diflubenzuron on *Chaoborus astictopus* and non-target organisms and persistence of diflubenzuron in lentic habitats. *Journal of Economic Entomology* 71: 521-527.
- Bäum, W. 1982. Freilanduntersuchungen zur Wirkung des Entwicklungshemmers Dimilin auf Honigbiene, *Apis mellifera*. *Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz, Umweltschutz* 55: 97-101.
- Bakke, A.; Strand, L. 1981. (Pheromones and traps as part of an integrated control of the spruce bark beetle). Norwegian Forest Research Institute Report no. 5/81, 39 pp.
- Barker, R. J.; Faber, S. 1977. Effects of diflubenzuron fed to

- caged honey bees. *Environmental Entomology* 6 (1): 167-168.
- Barker, F. J.; Waller, G. D. 1978. Effects of diflubenzuron wettable powder on caged honey bee colonies. *Environmental Entomology* 3 (4): 534-535.
- Bejer, B. 1985. Nun moth (*Lymantria monacha* L.) outbreaks in Denmark and their association with site factors and climate. In: Site characteristics and population dynamics of lepidopteran and hymenopteran forest pests. Research and Development Paper, Forestry Commission, UK. No. 135: 21-26.
- Bocsor, G. G.; Moore, R. B. 1975. The effects of Dimilin on a stream macroinvertebrate community. In: Evaluation of Dimilin against the gypsy moth and effects on non-target organisms. Report USDA Forest Service, Upper Darby, Pa. USA.
- Brinkmann, G. 1982. Die Bekämpfung der Massenvermehrung vor *Lymantria monacha* L. in Polen. *Allgemeine Forstzeitung* 3: 82-83.
- Burzynski, J.; Sliwa, E. 1984. The threat to Polish forests by *Lymantria monacha* L. between 1978-1984 and on ways of combatting it by Dimilin in particular. In: Proceedings of the Dimilin Forestry Seminar. Ed. Duphar B.V., Weesp, Holland. p. 30-32.
- Daterman, G. E.; Livingstone, R. L.; Wenz, J. H. 1979. How to use pheromone traps to determine outbreak potential. USDA Agricultural Handbook no. 546: Douglas-fir tussock moth Handbook. 11 p.
- Doom, D. 1979. De nonvlinder (*Lymantria monacha* L.) na 70 jaar opnieuw schadelijk in Nederland. *Nederlands Bosbouw tijdschrift* 51 (2): 33-37.
- Glowacka-Pilot, B. 1983. (Control of *Lymantria monacha* in Scots pine stands with nuclear polyhedrosis virus). *Prace Instytutu Badawczego Lesnictwa* no. 616/620: 55-65.
- Glowacka-Pilot, B. 1984. (Possibilities of control of the nun moth caterpillars with the use of micro-organisms) *Sylvan* 128 (3): 57-63.
- Groene Ruimte, De. 1985. Onderzoeksvoorstel inzake de nonvlinderplaaag in Luyksgestel. Intern rapport Gemeente Luyksgestel. 11 pp.
- Grijpma, P.; Persoons, C.; Peters, D.; Vlak, J. M. 1985. Biological control of the satin moth with pheromones and baculoviruses. Rapport "De Dorschkamp" nr. 392. 18 pp.
- Grijpma, P. 1985. De nonvlinderbestrijding in de Weerter- en Budelerbergen (1985). *Nederlands Bosbouw tijdschrift* 57 (10/11): 363-366. Bericht Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 112.
- Jensen, T. S. 1983. Registration and control of the nun moth *Lymantria monacha* L. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeinen und angewandte Entomologie* 4 (3/1): 146-149.
- Laméris, A. M. C.; Ziemnicka, J.; Peters, D.; Grijpma, P.; Vlak, J. M. 1985. Potential of baculoviruses for control of the satin moth, *Leucoma salicis* L. (Lepidoptera: Lymantriidae). *Mededelingen van de Faculteit van Landbouwwetenschappen, Gent* (in druk).
- Morris, O. N. 1982. Bacteria as pesticides: forest applications. In: *Microbial and viral pesticides*. E. Kurstak (ed.) Marcel Dekker Inc. New York p. 239-287.
- Nimmo, W. B.; Gijswijt, M. J.; Willems, A. G. M. 1984. Environmental aspects of Dimilin; application on forestry. In:

- Proceedings of the Dimilin Forestry Seminar. Duphar BV, Weesp, (Holland) p. 51-65.
- Reede, de, H. R. 1981. A field study on the possible impact of the insecticide Diflubenzuron on insectivorous birds. *Agro-Ecosystems* 7: 327-342.
- Scheltes, P. 1984. Dimilin, a useful compound in integrated pest management in forests. In: Proceedings of the Dimilin Forestry Seminar Duphar BV, Weesp (Holland). p. 84-95.
- Schönherr, J. 1985. Nun moth outbreak in Poland 1978-1984. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 99: 73-76.
- Schönherr, J.; Ketterer, R. 1979. Zur Frage der kombinierten Anwendung von Polyedervirus und *Bacillus thuringiensis* bei der Nonne, *Lymantria monacha* L. (Lepidoptera). *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 86: 483-488.
- Schotveld, A.; Wigbels, V. 1975. Bestrijding van de satijnvlinder in Oostelijk Flevoland met Tribactur. *Populier* 12 (4): 77-78.
- Schuring, W. 1981. Aantastingen door insekten en mijten op bomen en struiken in 1980. *Nederlands Bosbouw tijdschrift* 53 (6): 173-183.
- Schwalbe, C. P.; Paszek, E. C.; Bierl-Leonhardt, B. A.; Plimmer, R. J. 1983. Disruption of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) mating with Disparlure. *Journal of Economic Entomology* 76 (4): 841-844.
- Skatulla U. 1985. Untersuchungen zur Wirkung eines Kernpolyeder Virus aus *Leucoma salicis* (Lep., Lymantriidae) auf einige Lymantriden-Arten. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz* 58 (3): 41-47.
- Wellenstein, G. 1978. *Lymantria monacha* L., Nonnenspinner, Nonne. In: *Die Forstschädlinge Europas III* (Schwenke, ed.) pp. 349-368.
- Wollam, J. D.; Yendoll, W. G.; Lewis, F. B. 1978. Evaluation of aerially applied nuclear polyhedrosis virus for suppression of the gypsy moth, *Lymantria dispar* L. U.S. Forest Service Research Paper NE-396.
- Wouters, L.; Vis, J. 1971. Ervaring met de toepassing van weinig giftige middelen bij de bestrijding van rupsen van de satijnvlinder *Stilpnotia salicis* in populiere-opstanden in Oostelijk Flevoland. *Populier*.
- Zethner, O. 1976. Control experiments on the nun moth *Lymantria monacha* by nuclear polyhedrosis virus in Danish coniferous forests. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 81: 192-207.