

## De gezondheid van de zomereik in relatie tot aantasting door insecten

JSN=748951

F. Leffef, Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen

Bij het landelijk vitaliteitsonderzoek van het Staatsbosbeheer in 1983 en 1984 werd vastgesteld dat ca 43 % van de zomereik een verminderde vitaliteit had en dat er plaatselijk sterfte optrad. Bovendien bleek dat bladvreterij door insecten regelmatig voorkwam. Tussen de bladvreterij, de vitaliteit en de sterfte bestond geen verband. Omdat de waarnemingen van het landelijk onderzoek echter plaatsvonden van half juli tot en met half september, was het niet duidelijk of de bladvreterij recent was of een nog zichtbaar restant van een eerder in het jaar opgetreden heviger vreterij. Daarom werd in 1985 in het kader van het landelijk vitaliteitsonderzoek gestart met een diepgaander onderzoek naar de invloed van het optreden van insecten op de gezondheidstoestand van de zomereik. Van dit nog lopende onderzoek worden hier de resultaten tot en met 1987 besproken.

### Opzet en uitvoering van het onderzoek

#### Veldonderzoek

Om na te zien hoe zich de waarnemingsperiode van het landelijk vitaliteitsonderzoek aantastingen door insecten voordoen, die de vitaliteit in deze periode negatief beïnvloeden, wordt veldonderzoek verricht in een aantal opstanden van zomereik die ook bij het landelijk onderzoek zijn betrokken. In 1985 werden daartoe 39 opstanden uitgezocht. De keuze was niet willekeurig maar beruiste op het aantal niet vitale opstanden in 1984 en beperkte zich tot een aantal provincies omdat er in genoemd jaar regionaal opmerkelijke verschillen waren in vitaliteit. Uit het entomologisch onderzoek in 1985 bleek echter dat deze verschillen een gevolg waren van een verschillende interpretatie van de waarnemingscriteria. Daarom werd in 1986 besloten dat er een landelijk beeld verkregen moest worden. Het leek echter zinvol opstanden die in 1985 werden onderzocht als onderzoeksobject te behouden. Vanaf 1986 werden 34 opstanden onderzocht; 24 daarvan werden reeds in 1985 onderzocht. De opstanden liggen verspreid in Nederland (fig. 1) en het aantal per provincie werd gewogen aan de totale oppervlakte opgaand eikenbos per provincie.

Per opstand worden bij 25 heersende en medeheersende bomen waarnemingen verricht met betrekking tot

insektenaantasting en vitaliteit. De insektenaantastingen worden waargenomen volgens normen van de vakgroep Ziekten en Plagen van "De Dorschkamp". De vitaliteitswaarnemingen geschieden volgens normen van het landelijk vitaliteitsonderzoek van het Staatsbosbeheer (Anonymus, 1984).

Tijdens het veldonderzoek in 1985 en 1986 werd de indruk verkregen dat de geringe vitaliteit mogelijk samenhangt met bodemeigenschappen. De opstanden werden daarom in 1987 bodemkundig onderzocht door de afdeling Bosontwikkeling van het Staatsbosbeheer.

### Onderzoek naar het schadelijk optreden van insecten vóór 1985

Naar aanleiding van de resultaten van het veldonderzoek in 1985 wordt met betrekking tot twee schadelijke insectesoorten (zie onder Resultaten: veldonderzoek) onderzocht 1. de mate van optreden van ons land voor



Figuur 1. De ligging van de onderzoeksopstanden van het veldonderzoek sinds 1986.

## Studiekring: de eik I

1985, 2. de relatie tussen het optreden en de vitaliteit en 3. de oorzaak van het optreden. Bij dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- de registratie sinds 1946 van het jaarlijks optreden van insecten in bomen en struiken in ons land, door de vakgroep Ziekten en Plagen van "De Dorschkamp";
- historisch onderzoek in 14 opstanden van het entomologisch onderzoek, onder andere door jaarringanalytisch onderzoek (De Kort; Rijksherbarium Leiden); De resultaten van dit onderzoek waren bij het schrijven van dit artikel nog niet beschikbaar.

- onderzoek naar de relatie tussen het optreden van de insecten en het klimaat;
- literatuuronderzoek met betrekking tot de relatie tussen het optreden van insecten en de vitaliteit van loofbomen.

## Resultaten

### Veldonderzoek

In het voorjaar van 1985 en 1987 deden zich in de meeste opstanden hevige aantastingen voor van bladvreterende insecten. In 1986 waren deze aantastingen minder hevig (tabel 1). De insecten die het meest voorkwamen waren de kleine wintervlinder (*Operophtera brumata* L.) en de groene eikebladroller (*Tortrix viridana* L.) In 1985 en 1986 traden in de meeste opstanden beide soorten op; de kleine wintervlinder was echter in de meerderheid. In 1987 kwamen zij landelijk evenveel

Tabel 1 Frequentieverdeling (%) van de onderzochte opstanden naar de aantasting door bladeterende insecten in het voorjaar van 1985, 1986 en 1987.

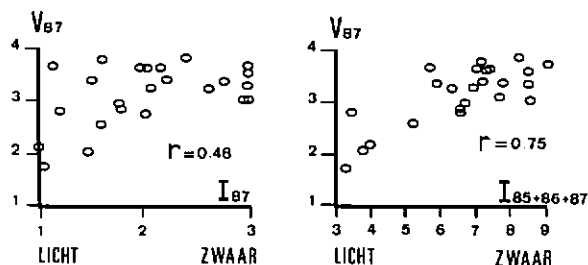
jaar	aantastingsgraad*			aantal opstanden
	licht	matig	zwaar	
1985	12,9	17,9	69,2	39
1986	23,5	44,1	32,4	34
1987	23,6	38,2	38,2	34

\* licht = 0 - 29% bladverlies  
 matig = 30 - 49% bladverlies  
 zwaar = 50% of meer bladverlies

Tabel 2 Frequentieverdeling (%) van de vitaliteit in augustus-september van 1985, 1986 en 1987.

jaar	vitaliteitsklasse*				aantal opstanden
	1	2	3	4	
1985	12,5	4,2	8,3	75,0	39
1986	0	11,8	50,0	38,2	34
1987	0	5,9	32,3	61,8	34

\* 1 = vitaal; 2 = minder vitaal  
 3 = weinig vitaal; 4 = niet vitaal



V: 1. VITAAL 2. MINDER VITAAL 3. WEINIG VITAAL 4. NIET VITAAL

Figuur 2 Het verband tussen de vitaliteit in 1987 (V) en de voorjaarsbladvreterij (I).

voor; de groene eikebladroller echter meer in het noorden van het land en de kleine wintervlinder meer in het zuiden.

Hoewel de zomereik vanaf juni opnieuw kan uitlopen bleef herstel van de bladbezetting na de bladvreterij in 1985 tot en met 1987 nagenoeg uit. In 1985 was dit gedeeltelijk het gevolg van het feit dat het nieuw gevormde blad aangetast werd door meeldauw. Tabel 2 geeft een overzicht van de vitaliteit.

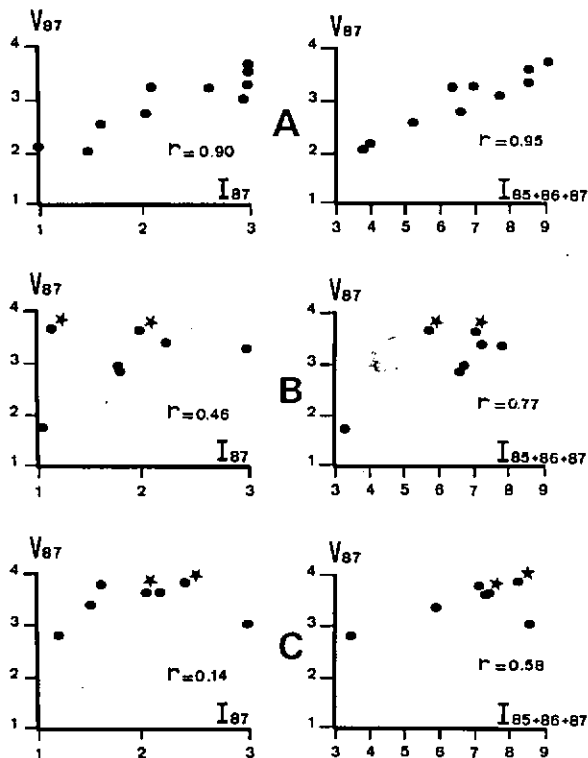
Om vast te stellen in welke mate de geringe vitaliteit samenhangt met de bladvreterij werd de vitaliteit in 1987 respectievelijk vergeleken met de bladvreterij in 1987, de som van de vreterij in 1986 en 1987, en de som van de vreterij in 1985 tot en met 1987. Uit deze analyse blijkt dat het verband tussen de geringe vitaliteit en de bladvreterij positief is en toeneemt in de genoemde reeks. Figuur 2 geeft de uitersten.

Wanneer bij deze analyse de bodemeigenschappen van de opstanden worden betrokken blijkt het verband tussen de vitaliteit en de bladvreterij te verschillen al naar gelang de bodemhydrologie. Daarbij werd de volgende indeling gebruikt:

*droge bodem* - de bewortelde diepte is kleiner dan de gemiddelde hoogste grondwaterstand, de wortels hebben daardoor nooit contact met het grondwater; gering vochtleverend vermogen van het profiel;

*vochtige bodem* - de bewortelde diepte is groter dan de gemiddelde hoogste grondwaterstand en kleiner dan de gemiddelde laagste grondwaterstand, de wortels hebben contact met het grondwater in tijden met normale regenval; voldoende vochtleverend vermogen van het profiel, alleen bij langdurige droogte treedt in sommige opstanden watertekort op;

*natte bodem* - de bewortelde diepte is gelijk aan de gemiddelde laagste grondwaterstand, de wortels hebben onder normale omstandigheden altijd contact met het grondwater.



Figuur 3. Het verband tussen de vitaliteit in 1987 (V) en de voorjaarsbladvreterij (I) voor opstanden op droge (A), vochtige (B) en natte (C) bodems.

● ★ = opvallende sterfte in 1985.

Voor elk van deze bodemgroepen geldt dat het verband tussen de geringe vitaliteit in 1987 en de bladvreterij positief is en toeneemt wanneer eerstgenoemde achtereenvolgens in verband wordt gebracht met de bladvreterij in 1987, de som van de vretelij in 1986 en 1987, en de som van de vretelij in 1985 tot en met 1987 (fig. 3). Deze toename wordt groter in de reeks droog, vochtig en nat (het verschil tussen de r-waarde van de rechter en linker kolom in figuur 3 is voor droge, vochtige en natte bodems respectievelijk 0,05, 0,31 en 0,44). Naarmate de bodem natter is wordt de vitaliteit in 1987 dus meer verklaard door de bladvreterij in de voorgaande jaren.

Uit figuur 3 volgt tevens dat het verband tussen de vitaliteit in 1987 en de som van de bladvreterij in 1985 tot en met 1987 hoog is voor de droge bodems, en afneemt in de reeks droog, vochtig en nat.

In 1987 ging in twee opstanden op een droge bodem en in vijf opstanden op een natte bodem een waarnemingsboom dood. Hoewel deze bomen in elk onderzoeksjaar bijna volledig worden kaal gevreten was hun vitaliteit in het voorjaar van 1985 al zeer slecht. In 1985 en in 1986 trad geen sterfte op. In twee van de genoemde opstanden op een natte bodem werd bij de aanvang van

het onderzoek in 1985 een opmerkelijk aantal dode bomen aangetroffen; naar schatting bedroeg de sterfte 8%. Dit geldt tevens voor twee opstanden op vochtige bodems (figuur 3). Het is niet bekend wanneer deze bomen zijn gestorven. In een van de tien opstanden die in 1986 aan het onderzoek werden toegevoegd is in 1987 een waarnemingsboom gestorven; dit was op een droge bodem.

### Het schadelijk optreden van bladetende insecten vóór 1985

#### Het optreden van bladetende insecten vóór 1985

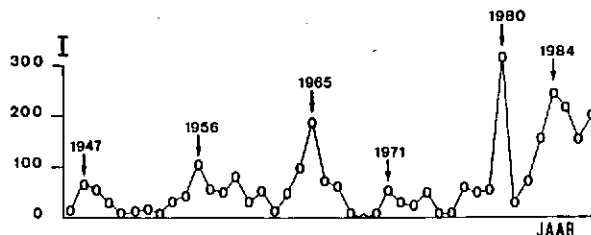
Volgens de jaarlijkse registratie door "De Dorschkamp" van het optreden van insecten in bomen en struiken in ons land fluctueert het aantal meldingen van bladvreterij in de zomerik sinds 1946 met een stijgende trend (figuur 4). Omdat de meldingen niet gebaseerd zijn op een waarnemingsstelsel kan niet met zekerheid worden gesteld dat zij de werkelijkheid reflecteren. De insecten die de vretelij veroorzaken zijn in afnemende volgorde van voorkomen: de groene eikebladroller, de kleine wintervlinder en de grote wintervlinder (*Erannis defoliaria* Cl.).

Uit figuur 4 blijkt dat het jaarlijks aantal meldingen in 1983 en 1984 ongeveer overeenkomt met het aantal in de jaren daarna. Wanneer we dit combineren met de bevindingen van het veldonderzoek dan is het niet onwaarschijnlijk dat de hevige bladvreterij al sinds 1983 landelijk op grote schaal voorkwam.

### De oorzaak van het optreden van de groene eikebladroller en de kleine wintervlinder

Dat het ontstaan van plagen mogelijk verband houdt met de dagelijkse temperatuur volgde uit een analyse van de statistische plaaggegevens via de gemiddelde maandelijkse temperatuur. Daarbij bleek dat hevige plaagjaren direct of een tot twee jaar later volgen op een koude winter (tabel 3).

Een andere aanwijzing dat de dagelijkse temperatuur een rol speelt bij het ontstaan van plagen volgde uit de literatuur. De rupsen van de groene eikebladroller en de



Figuur 4 Het aantal meldingen van bladvreterij (I) gedurende de laatste 42 jaar.

Tabel 3 Het optreden van hevige plaagjaren na koude winters.

plaa jaar	1947	1956	1965	1971	1980	1984	1987
winter	46/47	55/56	62/63	69/70	78/79	81/82	85/86
verschil in jaren	0	0	2	1	1	2	1

kleine wintervlinder komen in het voorjaar uit het ei. Volgens diverse onderzoekers (Varley et al., 1974; Witkowski, 1975) is de overlevingskans van de rupsen, en daarmee de kans op een plaag, sterk afhankelijk van het samenvallen van het moment dat de eieren uitkomen met het moment dat de eik uitloopt; de mate waarin dit gebeurt is afhankelijk van de temperatuur. De onderzoekers geven hiervoor de volgende verklaring. De jonge rupsjes kunnen alleen een knop binnendringen die zich geopend heeft. Bovendien kunnen ze slechts een beperkt aantal dagen zonder voedsel leven. Relatief eerder uitkomen leidt dus tot sterfte. Omdat de jonge rupsjes alleen kleine blaadjes (lengte kleiner dan ca 1 cm) eten, leidt relatief later uitkomen eveneens tot sterfte. Dat deze synchronisatie jaarlijks niet even succesvol voor de rupsjes verloopt is het gevolg van het verschil in temperatuurafhankelijkheid van de embryonale ontwikkelingsnelheid van rupsen en bladeren. Daarbij spelen tevens individuele verschillen een rol. De mate waarin synchronisatie optreedt, en daarmee de plaagkans, is dus afhankelijk van de dagelijkse temperatuur. De kans op een plaag is het grootst als de rupsen en bladeren in dezelfde periode verschijnen en deze periode kort is.

Om de fluctuatie en de stijgende trend te verklaren uit de dagelijkse temperatuur is het nodig de relatie tussen de dagelijkse temperatuur en de embryonale ontwikkelingsnelheid van rupsen en bladeren wiskundig te formuleren. Omdat dit met de bestaande kennis niet mogelijk was (Embree, 1970; Samarin 1968) werden

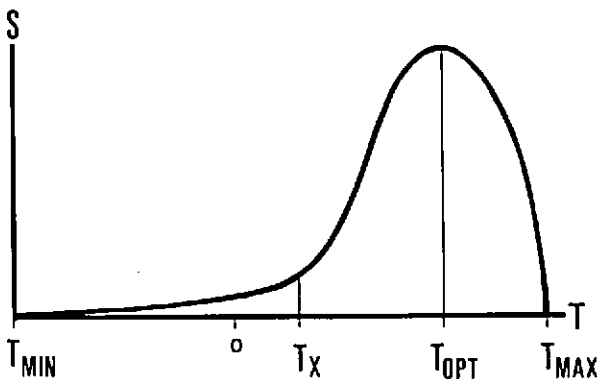
indicatieve experimenten uitgevoerd met eieren van de kleine wintervlinder. Het doel daarvan was fundamentele aspecten te vinden met betrekking tot de relatie tussen ontwikkelingsnelheid en temperatuur, die een wiskundige formulering mogelijk maken. Dergelijke aspecten werden gevonden en op basis daarvan werd een wiskundig model hypothetisch geformuleerd. De geldigheid van dit model werd bewezen voor de groene eikebladroller. Voor de kleine wintervlinder en de zome-reik dient de geldigheid nog aangetoond te worden. Samengevat luidt het model als volgt:

Als op een willekeurig moment tijdens de embryonale ontwikkeling de relatie vastgesteld wordt tussen de ontwikkelingsnelheid  $S$  (= ontwikkelingsduur<sup>-1</sup>) en de temperatuur, dan is deze relatie exponentieel en gekenmerkt door (fig. 5):

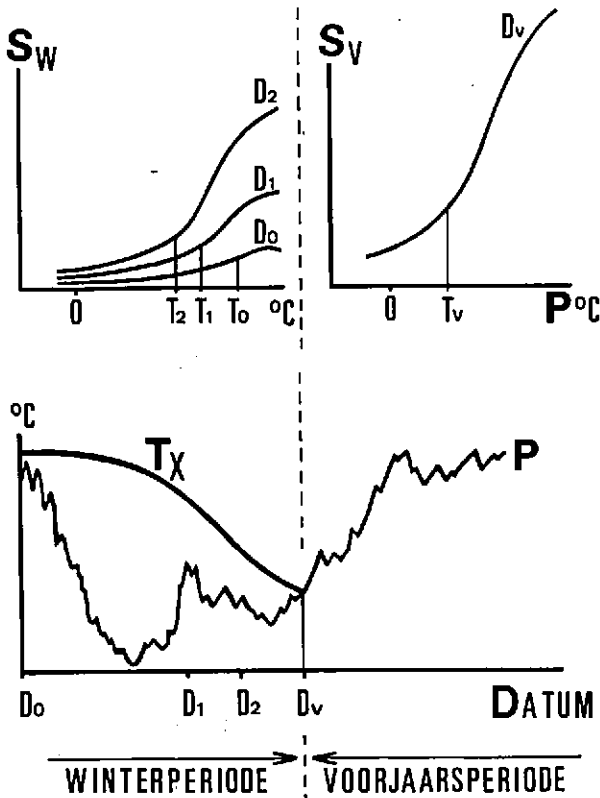
- een minimum temperatuur  $T_{min}$ , een optimum temperatuur  $T_{opt}$  en een maximum temperatuur  $T_{max}$  waarvoor geldt  $T_{min} < T_{opt} < T_{max}$ , en  $S = 0$  voor  $T_{min}$  en  $T_{max}$ , en  $S$  is maximaal voor  $T_{opt}$ .
- een versnellingstemperatuur  $T_x$  die ligt tussen  $T_{min}$  en  $T_{opt}$ .

Half november (fig. 6: tijdstip  $D_0$ ) is  $S$  zeer laag, en is de dagelijkse temperatuur  $P$  lager dan  $T_x$  en hoger dan  $T_{min}$ . Omdat de dagelijkse temperatuur hoger is dan  $T_{min}$  vindt embryonale ontwikkeling plaats. Daardoor neemt  $S$  toe waarbij  $T_x$  daalt (fig. 6: respectievelijk tijdstip  $D_0, D_1, D_2...$  enz.). Zolang de dagelijkse temperatuur lager is dan  $T_x$  treedt geen versnelling van de ontwikkelingsnelheid op. Dit betekent dat de dagelijkse temperatuur binnen ruime trajecten van de gemiddelde maandelijks temperatuur kan fluctueren zonder de toename van  $S$  en de daling van  $T_x$  te beïnvloeden. Daardoor zijn deze veranderingen dan alleen afhankelijk van genetische eigenschappen van de soort in kwestie en kunnen wiskundig geformuleerd worden als functie van soortspecifieke constanten en de datum. Dit noemen we de winterperiode.

Naarmate de winterperiode voorbijgaat stijgt de dagelijkse temperatuur en vanaf de dag  $D_v$  (fig. 6: onder) dat zij blijvend hoger is dan  $T_x$  wordt de ontwikkelingsnelheid afhankelijk van de fluctuatie van de dagelijkse temperatuur volgens de relatie  $S_v = f(P)$  die op de bewuste dag werd bereikt. Dit noemen we de voorjaarsperiode (fig. 6). Daarvan laat de begindatum  $D_v$  zich jaarlijks



Figuur 5 Het verband tussen de embryonale ontwikkelingsnelheid  $S$  en de temperatuur  $T$  op een willekeurig moment tijdens die ontwikkeling (verklaring in de tekst).



Figuur 6 Het verband tussen het tijdstip van het uitkomen van de eieren van de groene eikebladroller en de temperatuur in winter en voorjaar (verklaring in de tekst).

vaststellen uit het snijpunt van de dalende  $T_x$  en de stijgende dagelijkse temperatuur. Door vervolgens  $D_v$  in te vullen in de toenemende  $S_w$ , uit de winterperiode, wordt  $S_v$  verkregen.

De datum waarop de embryonale ontwikkeling is voltooid wordt berekend door in de voorjaarsperiode de dagelijkse temperaturen hoger dan  $T_r$  te sommeren tot  $W$ ;  $T_r$  en  $W$  volgen uit de relatie  $S_v = f(P)$ .

Bij het bewijzen van dit model voor de groene eikebladroller werden de volgende verschijnselen geconstateerd:

- in de winterperiode wordt de toename van  $S_w$ , en de daling van  $T_x$ , alleen beïnvloed als de temperatuur gedurende tenminste een maand gemiddeld lager is dan  $-0^\circ\text{C}$ . In dat geval treedt een vertraging op. Deze is groter naarmate de temperatuur lager is en is voor elke temperatuur na een maand maximaal.
- als de maandelijkse temperatuur in de winterperiode gemiddeld hoger is dan  $-0^\circ\text{C}$  komen eieren, die  $p$  dagen in legdatum verschillen, uit met een verschil van  $\frac{1}{2}p$  dagen. Is de temperatuur in de winterperiode gedurende een maand gemiddeld lager dan  $-0^\circ\text{C}$ , dan komen ei-

eren die  $p$  dagen in legdatum verschillen op dezelfde dag uit. Na een koude winter is de kans dat de populatie in een kortere periode uitkomt derhalve groter. Eerder werd gesteld dat de plaagkans dan groter is.

Beide verschijnselen sluiten aan bij het feit dat het statistisch verband tussen het optreden van plagen en koude winters alleen werd gevonden indien de gemiddelde temperatuur van de koudste maand als maat voor de winterkou werd genomen.

Op grond van het voorgaande wordt verondersteld dat de kans op een plaag groter is na een koude winter omdat de winterkou het verschil in temperatuurafhankelijkheid van soorten en individuen kleiner maakt.

### Gegevens in de literatuur over de invloed van de bladvreterij op de vitaliteit

Het aantal gegevens in de literatuur over het verband tussen bladvreterij en de vitaliteit van loofbomen is gering. Volgens deze gegevens heeft met name voorjaarsbladvreterij invloed op de bladbezetting en de chemische bladsamenstelling; bovendien kan sterfte optreden.

#### de bladbezetting

Cradwell (1974) constateerde bij zomereik een afname van de lengtegroei van de scheuten van ca 50% direct na een volledige voorjaarsontbladering. Bovendien was in het daarop volgende voorjaar het aantal uitlopende knoppen met 58% verminderd.

Na een eenmalige bladvreterij van 30% door de groene eikebladroller verminderde volgens Carlisle et al. (1966) bij wintereik in de herfst het aantal bladeren per ha met 15,3%, de gemiddelde oppervlakte van een blad met 8%, en het totale bladoppervlak per ha met 21,7%. Heichel en Turner (1976) vonden bij *Quercus rubra* en *Acer rubrum* eveneens dat de nieuw gevormde bladeren na voorjaarsontbladering kleiner waren en geringer in aantal. De vermindering van het totale bladoppervlak was na 100, 75 en 50% ontbladering respectievelijk 71, 56 en 49% bij *Q. rubra* en 72, 67 en 47% bij *A. rubrum*. Na ontbladering van 100% in drie achtereenvolgende jaren nam het totale bladoppervlak verder af. Opmerkelijk was echter dat bij herhaalde ontbladering van 75 en 50% het totale bladoppervlak in het derde jaar toenam ten opzichte van bomen die niet ontbladerd waren. Volgens de genoemde auteurs neemt als gevolg van de afname van het assimilerend oppervlak na bladvreterij, ook de houtproductie af. Zij schatten deze afname op 40%.

#### De chemische bladsamenstelling

Na de eenmalige bladvreterij van 30% bij wintereik in het onderzoek van Carlisle et al. (1966) nam het gemid-

## Studiekring: de eik I

delde droge gewicht per blad af met 11.5%. Shaw (1974) stelde na ontbladering een afname vast van K en P. Volgens Heichel en Turner (1976) bevatten bladeren van *Q. rubra* en *A. rubrum* na drie jaar herhaalde ontbladering minder sucrose, fructose en zetmeel. Het gehalte aan N werd niet beïnvloed.

### sterfte

Volgens Shaw (1974) trad bij zaailingen van wintereik na twee jaar herhaalde kaalvraat een sterfte op tot 50%. Na vier jaar herhaalde vraat was de sterfte groter. Heichel en Turner (1976) constateerde bij *Q. rubra* en *A. rubrum* na drie jaar herhaalde kaalvraat het afsterven van takken. Volgens Nichols (1968) wordt sterfte bij *Q. rubra* voorafgegaan door voorjaarsbladvreterij en minder vaak door vorst. In het algemeen was een vreterij van 60-100% in twee achtereenvolgende jaren nodig om de sterfte op gang te brengen. Embree (1967) vermeldt dat 50% van de takken en twijgen tot een diameter van 3 cm stierf bij *Q. rubra* na een cumulatieve vreterij van 290% in 6 jaar. Bij 300% vreterij nam de sterfte van bomen in de leeftijdsklasse 30-50 jaar toe tot 15%; bij 400% was de sterfte 40%.

### Discussie

Uit de resultaten van het veldonderzoek blijkt dat zich in de jaren 1985 tot en met 1987 veel bladvreterij heeft voorgedaan door de kleine wintervlinder en de groene eikebladroller. Uit statistische gegevens blijkt dat hevige bladvreterij waarschijnlijk ook al in 1983 en 1984 is opgetreden.

Bij de opstanden op een droge bodem is het verband tussen de geringe vitaliteit in 1987 en de bladvreterij positief en sterk. Het maakt weinig verschil of we deze vitaliteit vergelijken met de bladvreterij in 1987 of met de som van de bladvreterij in de afgelopen jaren. Het negatieve effect van herhaalde bladvreterij is hier waarschijnlijk gering. Naarmate de bodem natter is wordt het verband tussen de geringe vitaliteit in 1987 en de bladvreterij zwakker. Opvallend is echter dat in de reeks droge, vochtige en natte bodem de geringe vitaliteit in 1987 meer samenhangt met de bladvreterij in voorgaande jaren; bovendien neemt in deze reeks de sterfte toe. Hieruit kan worden geconcludeerd dat herhaalde bladvreterij waarschijnlijk wel een rol speelt op de vochtige en natte bodems; de geringe vitaliteit kan derhalve samenhangen met de bladvreterij van 1983 en 1984. Tevens kan worden geconcludeerd dat de geringe vitaliteit verband houdt met de bodemhydrologie.

De causaliteit van de correlatieve verbanden tussen vitaliteit, bladvreterij en bodemhydrologie is niet bekend.

Uit de literatuur blijkt weliswaar dat bladvreterij een negatieve invloed kan hebben op de vitaliteit, maar of deze invloed primair is, is nog een vraag.

Wat betreft de bodemhydrologie kan een aantal factoren worden genoemd die misschien een rol spelen:

- de verschijnselen van vitaliteitsvermindering die Young (1965) in 1958 in Engeland bij zomereik vaststelde komen sterk overeen met de verschijnselen die nu in ons land worden waargenomen. Young bracht de vitaliteitsvermindering in verband met de hevige droogte van 1955 die werd gevolgd door bladvreterij en aantasting door meeldauw. Ook in ons land lijkt het begin van de vitaliteitsvermindering samen te vallen met droogte (zomer 1983) en bladvreterij (1983 en 1984).
- naarmate de wortels meer in het water staan op het moment dat bladvreterij plaatsvindt is de kans misschien groter dat er storingen in de wortels optreden (zuurstoftekort). Deze factor kan met name in het extreem natte voorjaar van 1983 een rol hebben gespeeld.
- het feit dat de vitaliteit slechter is naarmate de bodem natter is kan duiden op een negatieve invloed van een slechte kwaliteit van het grondwater.

De statistische gegevens over het optreden van bladvreterij in ons land wijzen op de mogelijkheid dat de bladvreterij sinds 1946 is toegenomen. Ook in Duitsland wordt van een toename gesproken (Matwijow, 1987). Men kan zich dienaangaande afvragen of de geringe vitaliteit mede een gevolg is van een toename van de bladvreterij, of omgekeerd. Volgens Nuorteva et al. (1987) nam de hevigheid van de bladvreterij door de groene eikebladroller toe naarmate de opstanden dicht bij een ijzerfabriek stonden. De vreterij was positief gecorreleerd met de hoeveelheid aluminium en cadmium in het blad. Orlov (1980) kweekte rupsen van de groene eikebladroller op zomereik van verschillende vitaliteit en constateerde een grotere sterfte en een afname van het popgewicht van de vrouwelijke poppen bij minder vitale bomen. Mankovska (1978), die rupsen van de grote wintervlinder kweekte met bladeren die geplukt waren in de nabijheid van een aluminium fabriek, vond in de rupsen 1,5 maal zoveel lood en cadmium als normaal; alle rupsen stierven.

Neuvonen en Suomela (1987) kweekten rupsen van de grote wintervlinder op berken die het jaar tevoren blootgesteld waren aan kunstmatige zure regen (pH 3-4); de rupsen vertoonden een normale groei. Uit deze literatuur blijkt dat de invloed van de vitaliteit op de bladvreterij door een groter aantal factoren wordt bepaald dan bij de betreffende onderzoeken in beschouwing werd genomen. De verschijnselen die Nuorteva et al. (1987) waarnamen kunnen bijvoorbeeld veroorzaakt zijn door een genetisch verschil tussen de eiken wat betreft het uit-

looptijdstip; de synchronisatie kan in de opstanden dichterbij de fabriek daardoor beter zijn geweest. Indien er in de minder vitale bomen bij het onderzoek van Orlov (1980) in voorgaande jaren bladvreterij is opgetreden, met als gevolg een vermindering van de voedingswaarde van het daarna gevormde blad (zie chemische bladsamenstelling), dan kunnen de verschijnselen die hij constateerde daarmee worden verklaard. Deze literatuur geeft dus geen aanleiding om de oorzaak van de fluctuatie en een eventuele toename van de bladvreterij te zoeken in de verminderde vitaliteit.

## Literatuur

- Anonymus, 1984. De vitaliteit van het Nederlandse bos in 1984. Verslag van het landelijk onderzoek naar de vitaliteit van het Nederlandse bos. Rapport Staatsbosbeheer 1984-26. Afdeling Bosontwikkeling. Utrecht.
- Carlisle, A., A. H. F. Brown en E. J. White, 1966. Litter fall, leaf production and the effects of defoliation by *Tortrix viridana* in a sessile oak (*Quercus petraea*) woodland. *Journal of Ecology* 54(1): 65-85.
- Embree, D. G., 1967. Effects of the winter moth *Operophtera brumata* L. on the growth and mortality of red oak in Nova Scotia. *Forest Science* 13(3): 295-299.
- Embree, D. G., 1970. The diurnal and seasonal pattern of hatching of winter moth eggs. *Canadian Entomologist* 102(6): 759-768.
- Gradwell, G. R., 1974. The effect of defoliators on tree growth. In: Morris, M. G en F. H. Perring (eds) *The British Oak*. Classey. London: 182-193.
- Heichel, G. H. en N. C. Turner, 1976. Phenology and leaf growth of defoliated hardwood trees. In: Anderson, J. F. en H. K. Kaya (eds) *Perspectives in Forest Entomology*. Academic Press. New York: 31-40.
- Mankovska, B., 1978. The contents of lead and cadmium in developmental stages of some forest insects from area polluted by an aluminium plant. *Biologia (Bratislava)* 33(11): 899-904.
- Matwijow, K., 1987. Immer mehr Eichen wird das Laub abgefressen. *Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung* 140(28): 70.
- Neuvonen, S. en J. Suomela, 1987. Experimental studies on the effects of acid rain on the insect resistance of trees and on litter decomposition. *Aquilo Series Botanica* 25(1): 103-109.
- Nichols, J. O., 1968. Oak mortality in Pennsylvania. *Journal of Forestry* 66: 681-694.
- Nuorteva, P., Z. Witkowski en S. L. Nuorteva, 1987. Chronic damage by *Tortrix viridana* related to the content of iron, aluminium, zinc, cadmium and mercury in oak leaves in Niepolomice Forest Poland. *Anales Entomologici Fennici* 53(1): 36-38.
- Orlov, V. A. 1980. Correlation between pupal weight of the green oak tortrices *Tortrix viridana* and the physiological condition of oak tree *Quercus robur* from which they feed. *Ekologiya* 10(5): 105-107.
- Samarin, V. F., 1968. A sum of effective temperatures of spring development of *Tortrix viridana* embryo. *Vestnik Zoologii (Kiev)* 2(4): 56-58.
- Shaw, M. W., 1974. The reproductive characteristics of oak. In: Morris, M. G. en F. H. Perring (eds) *The British Oak*. Classey. London: 162-181.
- Varley, G. C., G. R. Gradwell en M. P. Hassel, 1974. Insect population ecology. Blackwell Scientific Publications. Oxford: pp 212.
- Witkowski, Z., 1975. Environmental regulation of the population size of the oak leaf roller moth in the Niepolomice Forest Poland. *Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences. - Series des Sciences. Series des Sciences Biologique* 23(8): 513-519.
- Young, C. W. T., 1965. Death of Pedunculate Oak and Variations in Annual Radial Increments Related to Climate. *Forestry Commission. Forest Record No 55: pp 15.*