



ALTEERRA

WAGENINGEN UR

Beheersing van de iepziekte in bossen met een natuurdoelstelling

Deel 2: waarnemingen en resultaten over het jaar 2005

J. Kopinga



Alterra-rapport 1462, ISSN 1566-7197



Beheersing van de iepziekte in bossen met een natuurdoelstelling

Deel 2: waarnemingen en resultaten over het jaar 2005

Beheersing van de iepziekte in bossen met een natuurdoelstelling

Deel 2: waarnemingen en resultaten over het jaar 2005

J. Kopinga

Alterra-rapport 1462

Alterra, Wageningen, 2007

REFERAAT

Kopinga, J., 2006. *Beheersing van de iepziekte in bossen met een natuurdoelstelling – Deel 2: waarnemingen en resultaten over het jaar 2005*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1462. 32 blz.; 11 tab.; 23 ref.

Om de stobben van gevelde iepen snel te laten afsterven om opslag vanuit de stobbe en de wortels te voorkomen worden in de reguliere iepziektebestrijding doorgaans nog chemische middelen gebruikt. Dit wordt vanuit het oogpunt van milieuzorg steeds minder wenselijk geacht. Vorming van opslag kan worden tegengegaan door bomen te ringen waardoor ze geleidelijk afsterven omdat het transport van energierijke stoffen naar de wortels en stamvoet dan wordt verhinderd. Voor de Veldiep (*Ulmus minor*) zijn over de effectiviteit van deze methode geen gegevens bekend. In 2003 is een proef gestart om hierin meer inzicht te krijgen. Deze vond plaats in enkele gemengde loofboomopstanden met ca 5% veldiep (*Ulmus minor*) in het Lauwersmeergebied. De resultaten na het eerste groeiseizoen gaven nog onvoldoende bruikbare gegevens. In 2005 zijn de waarnemingen voortgezet. Op basis hiervan kan echter ook nog geen voorspelling worden gedaan over uiteindelijk te verwachten effecten: een substantieel aantal van de geringde bomen was nog in leven en een substantieel aantal van de gevelde bomen had tot dusver geen opslag gevormd. Ook was van sommige bomen het in 2004 gevormde opslag inmiddels afgestorven.

In 2005 is tevens gekeken naar het voorkomen van uitvlieggaten van de Iepenspintkever (*Scolytus multistriatus*) op de stammen van de gevelde en de geringde bomen, om te bezien in hoeverre de behandelingstijdstippen invloed hebben op de geschiktheid van de boom als broedboom. Hierbij bleek dat de iepenspintkevers een uitgesproken voorkeur hadden voor bomen die in het voorjaar waren geveld en geheel niet voor bomen die in de winterperiode waren geveld.

Trefwoorden: Bosomvorming, iepziekte, iepenspintkever, *Scolytus multistriatus*, ringen, bastringen, kevervluchten, mergstraalcallus, houtstraalcallus, veldiep, *Ulmus minor*.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice

© 2007 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Opzet en uitvoering van het onderzoek	13
2.1 Opzet en uitvoering	13
2.2 Waarnemingen aan de bomen	13
3 Resultaten	15
3.1 Sterfte van bomen en achteruitgang van de vitaliteit	15
3.1.1 Bespreking van de resultaten	16
4 Vorming van uitlopers uit wortels, stobbe en stam	17
4.1 Wortels	17
4.2 Stobbe	17
4.3 Stam	18
4.4 Bespreking van de resultaten	19
5 Vorming van houtstraalcallus	21
5.1 Bespreking van de resultaten	21
6 Broedbomen	23
6.1 Bespreking van de resultaten	23
7 Discussie	25
7.1 Sterfte als gevolg van het ringen van bomen	25
7.2 Vorming van opslag uit de stobbe	26
7.3 Wortelopslag	26
7.4 Broedbomen	27
8 Conclusies	29
Literatuur	31

Woord vooraf

Dit rapport is een verslag van een tweede reeks waarnemingen van een onderzoek dat in 2003 is opgezet in het kader van DWK programma 381, Functievervulling natuur, bos en landschap – thema 3, beheer bos en natuur. Het is een vervolg op een eerder verschenen rapport: Kopinga, J. 2006. Beheersing van de iepenziekte in bossen met een natuurdoelstelling – verslag van een onderzoek, uitgevoerd in het Lauwersmeergebied (Alterra rapport 1323).

In 2005 is het voortgezet in het kader van het DK programma van het ministerie van LNV, Beheer Bos, Natuur en Landschap, Cluster Ecologische Hoofdstructuur (BO-02), thema Beheer Droge EHS (BO-02-003). De voortzetting was mogelijk dankzij een bijdrage van het ministerie van LNV aan de activiteiten van de in 2005 opgerichte Stichting Iepenwacht Fryslân.

De waarnemingen aan de bomen zijn uitgevoerd door Cees Niemeijer en Cees van den Berg (beiden van Alterra). Meerdere mensen hebben een inbreng gegeven in de vorm van inhoudelijke vakdiscussies.

De auteur wil hierbij een ieder hartelijk danken voor zijn of haar bijdrage.

Samenvatting

In het najaar van 2003/2004 is een proef gestart om te achterhalen in hoeverre door het ringen van iepen kan worden voorkomen dat zich na het afsterven van de bomen nieuwe bomen ontwikkelen uit opslag vanuit de wortels en de stamvoet van de bomen. Dit verschijnsel treedt vaak op bij het vellen van iepen en bemoeilijkt het permanent verwijderen van deze boomsoort uit beplantingen met iep. In de winter van 2003/2004 en het voorjaar en de zomer van 2004 werden ca. 30 jarige iepen geringd of geveld. Aan het einde van 2004 had een groot gedeelte van de bomen nog niet of onvoldoende gereageerd op de behandelingen en zijn de waarnemingen in 2005 voortgezet. Ook aan het einde van 2005 bleek dat veel van de geringde bomen nog niet waren afgestorven. De in de winter 2003/2004 geringde groep bomen vertoonde de meeste uitval (18% van het aantal bomen), gevolgd door successievelijk de voorjaarsbehandeling 2004 (9%) en de zomerbehandeling 2004 (3%).

Evenals in 2004 had zich, ook aan het einde van 2005, nog geen wortelopslag van betekenis ontwikkeld. De gemiddelde lengte en hoeveelheid uitlopers vanuit de stamvoet (stobbenopslag) van zowel de gevelde als de geringde bomen was in 2005 ten opzichte van 2004 alleen significant groter in de groep bomen die in de zomer van 2004 zijn geringd. In alle behandelingen, maar vooral in die van de gevelde bomen trad ook sterfte op van opslag dat zich in eerste instantie in 2004 had gevormd. Dit wijst erop dat het aandeel bomen dat nog levend opslag heeft in de loop der tijd nog kan afnemen, wat in de lijn ligt met de literatuurgegevens van andere boomsoorten.

Er kwamen opvallende verschillen naar voren in het aantal uitvlieggaten van de iepenspintkever op de stammen van de gevelde bomen. Zowel bij de groep controlebomen (geen behandeling) als bij de in de winter 2003/2004 gevelde bomen waren geen uitvlieggaten aanwezig. De bomen die in het voorjaar van 2004 waren geveld vertoonden daarentegen het grootste aantal uitvlieggaten. Geringde bomen namen hierin een intermediaire positie, ongeacht het tijdstip van ringen. Dit wijst erop dat geringde bomen nog over een geruime periode aantrekkelijk kunnen zijn als broedboom terwijl bomen die reeds lang voor het broedseizoen worden geveld voor de vrouwtjeskevers minder aantrekkelijk zijn om in te broeden dan de meer recent gevelde c.q. afgestorven bomen. In het kort wordt ingegaan op de betekenis van deze bevindingen voor de uitvoering van de iepziektebestrijding voor de praktijk.

1 Inleiding

Bij de traditionele wijze van de bestrijding van de iepziekte worden vaak chemische stobbebehandelingsmiddelen gebruikt met het doel om de stobbe snel te laten afsterven en daarmee de vorming van worteluitlopers en stobbenopslag na het vellen van de bomen te voorkomen. In bossen met een natuurdoelstelling, waarin men tevens probeert om in het kader van de bestrijding van de iepziekte het aandeel iepen terug te brengen, is het gebruik van chemische middelen ongewenst.

Een alternatief zou zijn om de bomen geleidelijk te laten afsterven door ze te ringen waardoor het transport van koolhydraten naar de wortels en stamvoet wordt geblokkeerd en daardoor de vorming van opslag wordt verhinderd. Omdat met deze methode tot dusver bij de iep geen ervaringen bekend zijn is vanaf 2003 een praktijkonderzoek ingezet waarbij iepen op verschillende tijdstippen in het jaar werden geveld of geringd. Dit onderzoek vond plaats in het Lauwersmeergebied, in gemengde ca. 30 jaar oude loofboomopstanden met ca. 5% Veldiep (*Ulmus minor*).

Omdat aan het einde van de onderzoeksperiode (eind 2004) bleek dat de bomen nog onvoldoende op de behandelingen hadden gereageerd om conclusies te kunnen trekken over de te verwachten effecten, zijn de waarnemingen in 2005 voortgezet. De bevindingen daarvan zijn weergegeven in dit verslag.

Bij het al dan niet geleidelijk rooien van iepen op enigszins substantiële schaal speelt de vraag in hoeverre de afstervende bomen als broedboom de populatiegrootte van iepenspintkevers (*Scolytus multistriatus*) kunnen bevorderen en daarmee kunnen bijdragen aan de infectiedruk c.q. verspreiding van de iepziekte. Afgezien van de relevante van deze vraag ten aanzien van de inrichting en instandhouding van een zgn. bufferzone (zie het eerste rapport) is het wellicht interessant om te weten in welke periode de verschillende behandelingen het grootse aantal geschikte broedbomen opleveren. Deze vraag is eveneens meegenomen in de waarnemingen over 2005 en de bevindingen en de conclusies die eraan zouden kunnen worden verbonden zijn eveneens in dit verslag gerapporteerd.

2 Opzet en uitvoering van het onderzoek

2.1 Opzet en uitvoering

De opzet van het onderzoek c.q. de proef is reeds in zijn geheel beschreven in het de eerste rapport van dit onderzoek (Kopinga, 2006) en is hieronder in enigszins verkorte vorm weergegeven.

Het onderzoek is uitgevoerd in gemengde, ca. 30 jaar oude loofbossen met een aandeel van gemiddeld ca. 5% aan veldiep (*Ulmus minor*). Deze bossen waren gelegen binnen een gebied tussen de RD - coördinaten $x = 210,0 - 211,5$ km en $y = 599,0 - 600,0$ km en ruim 30 jaar oud. Het aandeel van de iepen dat ziekteverschijnselen vertoonde varieerde van 0 tot 8% van het totale aantal aanwezige iepen. Verspreid over deze opstanden werden ruim 300 gezonde bomen geselecteerd en via loting ingedeeld in 7 behandelingsgroepen:

1. Controle (geen behandeling)
2. Ringen in de winter (wanneer de bomen geheel in winterrust zijn)
3. Ringen in het voorjaar (wanneer de bomen net het blad hebben ontwikkeld)
4. Ringen in de zomer (wanneer de bomen reeds enige tijd volop in blad staan)
5. Vellen in de winter
6. Vellen in het voorjaar
7. Vellen in de zomer

Behandeling 2 en 5 werden uitgevoerd in week 51 van 2003, behandeling 3 en 6 in week 22 van 2004 en behandeling 4 en 7 in week 29 van 2004.

Bij het vellen van de bomen werden de bomen op de conventionele wijze, direct boven het maaiveld, afgezaagd en bleven ter plekke liggen.

Bij het ringen van de bomen werd rondom de stamvoet op 1 à 2 dm hoogte met behulp van een motorzaag een ondiepe kerf tot ca. een centimeter diep in het hout gezaagd en vervolgens werd daarboven de bast rondom de stam over een breedte van ca 1 dm met de schilshop geheel verwijderd.

2.2 Waarnemingen aan de bomen

De waarnemingen bestonden uit:

- metingen van de stamdiameter en diktegroei van de bomen op 1,3 m hoogte boven maaiveld met behulp van een meetband;
- opnames van de conditie van de bomen;
- opnames van de mate van wortelopslag, opslag uit de stamvoet (stobbe of stronk);
- opnames van de vorming van zgn. waterlot op de stam vanaf enige dm boven de geringde zone (bij de bomen in de controlegroep vanaf 3 dm boven maaiveld);

De conditie van de bomen is bepaald aan de hand van een visuele beoordeling. Daarbij is aan iedere boom een vitaliteitscijfer toegekend op basis van bladkleur en bladbezetting volgens een waardering volgens een dalende schaal 1: 'zeer vitaal', via 2: 'vitaal' en 3: 'minder vitaal' en 4: 'weinig vitaal'.

De waarnemingen in 2005 zijn uitgevoerd op 10 oktober. Hierbij werden, evenals in 2004, opgenomen:

- de conditie (en sterfte) van de bomen;
- de vorming van wortelopslag, stobbenuitlopers en stamschot ('waterlot');
- de overgroeiing door zgn. oppervlakte- of mergstraalcallus van de geringde strook. Dit bleek namelijk als bijkomend effect reeds in 2004 te zijn opgetreden.

De lichtinval werd vastgesteld op basis van een schatting van de lichttransmissie c.q. de dichtheid van het bladerdek verticaal boven de waarnemingspunten.

Als extra waarneming werden de proefbomen in 2005 tevens geïnspecteerd op het aantal en de aanwezigheid van uitvlieggaten in de bast die qua vorm en afmetingen en het vraatgangenpatroon onder de bast met redelijke zekerheid konden worden toegeschreven aan de iepenspintkever. Zowel van de staande als gevelde bomen is het stamstuk tussen 0 en 2 meter boven maaiveld beoordeeld, bij de gevelde bomen is tevens gelet op de aanwezigheid van uitvlieggaten op hoger gelegen gedeeltes van stam en takken. De gevonden aantallen per boom zijn uitgedrukt als aantallen per 2 meter stamlengte.

3 Resultaten

3.1 Sterfte van bomen en achteruitgang van de vitaliteit

Het aantal afgestorven bomen op 10 oktober 2005 per behandeling is weergegeven in Tabel 1 en de gemiddelde bijgroei van de stamdiameter (= aanwas) is weergegeven in Tabel 2. De teruggang van de vitaliteit van de bomen ten opzicht van 2004 is weergegeven in Tabel 3.

Tabel 1. Aantal in 2005 afgestorven bomen.

Behandeling	N-bomen	N-dood	% van het totaal
Controle	43	2	4,7
Ringen-winter	44	8	18,2
Ringen-voorjaar	44	4	9,1
Ringen-zomer	39	1	2,6

Toelichting: één boom in de groep 'Ringen-zomer' (oorspronkelijk aantal: 40) is komen te vervallen, omdat deze in het proefveld niet meer kon worden teruggevonden c.q. geïdentificeerd.

Twee bomen in de controlegroep vertoonden reeds aan het einde van 2004 eerste symptomen van aantasting door de iepziekte (kenmerkende takverwelking) en zijn als gevolg daarvan in 2005 afgestorven.

Tabel 2. Gemiddelde bijgroei van de stamdiameter (= aanwas) gedurende het groeiseizoen van 2004, 2005 en de twee groeiseizoenen gezamenlijk. STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde.

Periode	Behandeling	N	Aanwas (mm)	STDV
2003-2004	Controle	43	5.51	5.31
	Ringen-winter	44	6.30	4.90
	Ringen-voorjaar	44	6.61	5.13
	Ringen-zomer	40	5.23	3.79
2004-2005	Controle	42	4.21	4.67
	Ringen-winter	43	4.49	6.28
	Ringen-voorjaar	44	5.55	5.70
	Ringen-zomer	39	5.44	5.84
2003-2005	Controle	42	9.86	7.01
	Ringen-winter	43	10.81	9.17
	Ringen-voorjaar	44	11.77	8.65
	Ringen-zomer	39	10.64	7.83

Tabel 3. Verandering van de gemiddelde vitaliteit van de bomen per behandelingsgroep in 2005 ten opzichte van 2004. Sig.-W is de statistische significantie voor het verschil tussen de gemiddelden (uitgedrukt als p-waarde), getoetst volgens Wilcoxon. STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde.

Behandeling	Eind 2004	STDV	Eind 2005	STDV	N-bomen	Sig.-W
Controle	1.93	0.65	2.02	0.57	41	0.390
Ringen-winter	2.29	0.67	2.92	0.84	35	0.000
Ringen-voorjaar	2.33	1.00	3.03	0.83	40	0.001
Ringen-zomer	2.21	0.81	2.97	0.79	38	0.000

3.1.1 Bespreking van de resultaten

Volgens verwachting zijn uit de groep bomen die als eerste zijn geringd in verhouding tot de later uitgevoerde behandelingen de meeste exemplaren afgestorven.

De in de winter geringde groep bomen vertoonde de meeste uitval (18% van het aantal bomen na twee groeiseizoenen), gevolgd door successievelijk de voorjaarsbehandeling (9% na de duur van één zomerperiode met aansluitend een groeiseizoen) en de zomerbehandeling (3% na de duur van een nazomerperiode met aansluitend een groeiseizoen).

De gemiddelde vitaliteit van de bomen is in alle drie de ringbehandelingen significant lager dan de vitaliteit in 2004 terwijl die van de controlegroep min of meer gelijk is gebleven. Dit wijst erop dat door het ringen de bomen weliswaar niet snel afsterven, maar dat er kennelijk tóch een afstervingsproces in werking is gezet. Ook in 2005 heeft dit echter nog niet geleid tot een significante daling van de stambijgroei.

4 Vorming van uitlopers uit wortels, stobbe en stam

4.1 Wortels

De vorming van worteluitlopers was aan het einde van het groeiseizoen van 2005 in alle behandelingen nihil. Incidenteel aanwezige wortelopslag dat in 2004 nog was waargenomen was afgestorven dan wel verdwenen.

4.2 Stobbe

Het aantal bomen met levende opslag uit de stobbe na het groeiseizoen van 2004 en na het groeiseizoen van 2005 en na beide groeiseizoenen is weergegeven in Tabel 4. Het aantal uitlopers op de stobben van de bomen met opslag in zowel 2004 als 2005 aan het einde van het groeiseizoen van 2004 en dat van 2005 is weergegeven in Tabel 5. De lengte van de uitlopers op de stobben van de bomen met opslag in zowel 2004 als 2005 aan het einde van het groeiseizoen van 2004 en dat van 2005 is weergegeven in Tabel 6.

Tabel 4. Het aantal bomen met levende opslag uit de stobbe na het groeiseizoen van 2004 en na het groeiseizoen van 2005 en in beide groeiseizoenen.

Behandeling	Eind 2004	Eind 2005	Beide jaren	N-bomen totaal
Controle	3	2	2	43
Ringen-winter	36	30	25	44
Vellen-winter	37	32	29	43
Ringen-voorjaar	29	32	25	44
Vellen-voorjaar	37	33	29	44
Ringen-zomer	17	29	13	40
Vellen-zomer	14	25	12	42

Tabel 5. Gemiddeld aantal uitlopers op de stobben van de bomen met opslag in zowel 2004 als 2005 aan het einde van het groeiseizoen van 2004 en dat van 2005. Sig.-T en Sig.-W zijn de statistische significanties voor het verschil tussen de gemiddelden (uitgedrukt als p-waarde), getoetst volgens resp. de toetsen van Student en Wilcoxon. STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde.

Behandeling	Eind 2004	STDV	Eind 2005	STDV	N-bomen	Sig.-T	Sig.-W
Controle	7.0	4.2	7.0	4.2	2	n.v.t.	n.v.t.
Ringen-winter	12.7	10.9	17.5	22.3	25	0.242	0.260
Vellen-winter	33.7	23.1	32.3	29.1	29	0.825	0.971
Ringen-voorjaar	12.6	10.4	23.5	18.2	25	0.015	0.007
Vellen-voorjaar	25.8	20.0	26.6	27.3	29	0.848	0.839
Ringen-zomer	8.3	6.2	16.2	13.5	13	0.053	0.027
Vellen-zomer	8.1	5.9	25.0	16.9	12	0.006	0.013

Tabel 6. Gemiddelde lengte van de uitlopers op de stobben van de bomen met opslag in zowel 2004 als 2005 aan het einde van het groeiseizoen van 2004 en dat van 2005. Sig.-T en Sig.-W zijn de statistische significanties voor het verschil tussen de gemiddelden (uitgedrukt als p-waarde), getoetst volgens resp. de toetsen van Student en Wilcoxon. STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde.

Behandeling	Eind 2004	STDV	Eind 2005	STDV	N	T-toets	Wilcoxon
Controle	10.0	0.0	15.0	7.1	2	n.v.t.	n.v.t.
Ringen-winter	22.0	14.0	25.0	15.0	25	0.155	0.180
Vellen-winter	24.3	11.9	27.4	17.7	29	0.354	0.253
Ringen-voorjaar	16.2	9.9	17.8	7.5	25	0.457	0.428
Vellen-voorjaar	16.0	7.4	26.9	17.5	29	0.006	0.005
Ringen-zomer	8.5	3.2	16.2	8.5	13	0.016	0.010
Vellen-zomer	8.3	4.4	20.8	11.2	12	0.010	0.014

4.3 Stam

Het aantal bomen met levend stamschot na het groeiseizoen van 2004 en na het groeiseizoen van 2005 en na beide groeiseizoenen is weergegeven in Tabel 7. Het aantal uitlopers op de stammen van de bomen met stamschot in zowel 2004 als 2005 aan het einde van het groeiseizoen van 2004 en dat van 2005 is weergegeven in Tabel 8. De lengte van de uitlopers op de stammen van de bomen met stamschot in zowel 2004 als 2005 aan het einde van het groeiseizoen van 2004 en dat van 2005 is weergegeven in Tabel 9.

Tabel 7. Het aantal bomen met levend stamschot na het groeiseizoen van 2004 en na het groeiseizoen van 2005 en in beide groeiseizoenen.

Behandeling	Eind 2004	Eind 2005	Beide jaren	N-bomen totaal
Controle	12	18	11	43
Ringen-winter	19	10	8	44
Ringen-voorjaar	9	11	3	44
Ringen-zomer	12	13	9	40

Tabel 8. Gemiddeld aantal uitlopers op de stammen van de bomen met stamschot, aan het einde van het groeiseizoen van 2004 en dat van 2005. STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde.

Behandeling	Eind 2004	STDV	Eind 2005	STDV	N-bomen
Controle	6.2	5.9	15.3	17.6	11
Ringen-winter	5.6	6.5	15.8	26.4	8
Ringen-voorjaar	2.3	0.6	8.3	2.9	3
Ringen-zomer	7.3	5.9	11.7	8.8	9

Tabel 9. Gemiddelde lengte van de uitlopers op de stammen van de bomen met stamschot aan het einde van het groeiseizoen van 2004 en dat van 2005. STDV is de standaardafwijking van het gemiddelde.

Behandeling	Eind 2004	STDV	Eind 2005	STDV	N-bomen
Controle	21.4	11.6	21.4	10.3	11
Ringen-winter	16.4	12.0	19.4	14.7	8
Ringen-voorjaar	11.3	8.1	20.0	10.0	3
Ringen-zomer	21.1	17.6	23.9	12.7	9

4.4 Bespreking van de resultaten

In de behandelingen ‘Ringen-winter’, ‘Vellen-winter’ en ‘Vellen-voorjaar’ is het aantal bomen met levend stobbenopslag in 2005 minder dan in 2004. Dit wijst er op dat een eerste reactie op de behandeling (namelijk de vorming van stobbe-uitlopers) nog niet alles zegt over de verdere levensvatbaarheid van de opslag omdat nadien alsnog sterfte kan optreden.

Daarnaast blijkt ook dat er in alle behandelingen bomen zijn waarbij de in 2004 gevormde opslag in 2005 is afgestorven én bomen waarbij zich in 2005 alsnog opslag heeft ontwikkeld. Omdat er ook in de groepen gevelde bomen zowel sterfte als nieuwvorming van opslag plaatsvindt, komt een consistente invloed van het ringen op de regeneratie van de bomen ook na het groeiseizoen van 2005 nog onvoldoende naar voren.

Het verschil tussen 2004 en 2005 in de behandelingen ‘Ringen-zomer’, ‘Vellen-zomer’ zal vooral te maken met het gegeven dat de bomen enige tijd nodig hebben om te reageren (met een eerste vorming van opslag) en dat de resterende tijd in het groeiseizoen van 2004 daarvoor nog te kort was en dat de eerste reactie op het ringen of vellen dan ook nog gedeeltelijk plaatsvond in het groeiseizoen van 2005. Dit komt ook tot uitdrukking in de toename van zowel het gemiddelde aantal uitlopers als de gemiddelde lengte van de opslag gedurende het groeiseizoen van 2005. Deze is voor de behandelingen ‘ringen-zomer’ en ‘vellen-zomer’ significant verschillend van 2004 en voor de behandelingen ‘ringen-winter’ en ‘vellen-winter’ niet. Dit ‘naijleffect’ komt bij de behandeling ‘ringen-voorjaar’ alleen tot uitdrukking in het gemiddeld aantal stobbe-uitlopers, maar niet in de gemiddelde lengte ervan en bij de behandeling ‘vellen-voorjaar’ is dit juist omgekeerd het geval. Hiervoor kan vooralsnog geen verklaring worden gegeven.

Bij alle de bomen die zowel in 2004 als 2005 stobbe-uitlopers hadden gevormd is er een positieve en ook significante over-all correlatie tussen de hoeveelheid invallend licht per boom en zowel het gemiddelde aantal als de gemiddelde lengte van de uitlopers. (toetsen: Pearson, $p=0,05$ en Spearman, $p=0,05$). Dit geldt in mindere mate ook voor de correlatie tussen de lichtinval en de gemiddelde bijgroei van de uitlopers. Voor de toename van het gemiddelde aantal uitlopers per stobbe is er een positieve correlatie met de mate van lichtinval, maar deze is niet significant.

Voor wat betreft de invloed van de mate van lichtinval was er alleen een positieve correlatie tussen de hoeveelheid licht en de toename van het gemiddeld aantal en de lengte van de stobbe-uitlopers per boom. Deze was echter alleen significant

(bij $p=0,05$) voor de toename van het gemiddeld aantal bij de behandelingen 'Ringenvoorjaar' en 'Vellen-zomer'.

Er was geen all-over correlatie tussen de vitaliteit van de bomen en de toename van het gemiddeld en de lengte van de stobbe-uitlopers.

Tussen de behandelingen onderling zijn bij de bomen met nog levend opslag in beide jaren, verder geen significante verschillen in de toename van het gemiddeld aantal stobbe-uitlopers en de gemiddelde lengte van de uitlopers (toetsen: Duncan's LSD, $p=0,05$ en Kruskal-Wallis, $p=0,05$).

Het aantal bomen met stamschot toegenomen in de controlegroep en de behandelingen 'ringen-voorjaar' en 'ringen-zomer'. Alleen in de groep 'ringen-winter' nam het aantal bomen met levend stamschot af. Overigens stierf in alle behandelingen bij sommige bomen het stamschot af, het meest in de behnadleing 'ringen-winter', gevolgd door successievelijk de behandelingen 'ringen-voorjaar' en 'ringen-zomer'. De sterfte van het stamschot van één boom uit de controlegroep kan wellicht worden toegeschreven aan de waargenomen aantasting door de iepziekte.

Opmerkelijk is dat het gemiddeld aantal stamscheuten over alle behandelingen in 2005 beduidend meer is dan in 2004, terwijl de gemiddelde lengte naar verhouding minder is toegenomen (en bij de groep controlebomen zelf gelijk is gebleven). Dit zou wellicht kunnen worden toegeschreven aan een veranderde lichtinval door vrijstelling als gevolg van het vellen van in de buurt staande iepen. De correlatie tussen de toename van de hoeveelheid stamschot en de lichtinval was 0,46 (Spearman's R) bij $p = 0,01$ en $N = 31$. Wellicht kan ook een extra voorziening c.q. stuwing van koolhydraten in de bast een rol hebben gespeeld. De gemiddelde toename van het aantal stamscheuten was in de behandeling 'ringen-winter' (10,1), gevolgd door de controlegroep (9,1), de behandeling 'ringen-voorjaar' (6,0) en 'ringen-zomer' (4,3). Het geringe aantal bomen met stamschot in de behandeling 'ringen-voorjaar' beperkt echter de statistische onderbouwing van het verschil van het laatste met de overige.

5 Vorming van houtstraalcallus

Het aantal bomen dat in 2004 of in 2005 of in beide jaren houtstraalcallusweefsel had is weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10. Aantal bomen met houtstraalcallus na het groeiseizoen van 2004 en na het groeiseizoen van 2005 en na beide groeiseizoenen.

Behandeling	Eind 2005	Eind 2004	Beide jaren
Ringen-winter	23	23	18
Ringen-voorjaar	20	18	9
Ringen-zomer	17	3	2

5.1 Bespreking van de resultaten

In 2005 is het aantal bomen waar zich na het ringen houtstraalcallus heeft gevormd in de behandelingen ‘ringen-winter’ en ‘ringen-voorjaar’ min of meer gelijk gebleven, maar in de behandeling ‘ringen-zomer’ significant toegenomen. Dit ligt echter in de lijn der verwachtingen omdat de vorming van houtstraalcallus pas na enige tijd op gang komt c.q. pas na enige tijd uiterlijk zichtbaar is, afhankelijk van de periode in het jaar en overige factoren (vocht, straling) die de uitdroging van het houtoppervlakte na het ringen beïnvloeden.

Wat echter opvalt is dat er van alle behandelingstijdstippen, ook die van de winter 2003/2004, nog geringde bomen zijn die pas in 2005 zichtbaar houtstraalcallus hebben gevormd. Het aantal ‘nieuwkomers’ dat nog niet in 2004 maar wél in 2005 zichtbaar houtstraalcallus heeft gevormd is voor de winter- voorjaars- en zomer-behandeling van 2004 respectievelijk 5, 11, en 15.

Het aantal bomen dat in 2004 nog wél callus heeft gevormd, maar in 2005 niet meer is respectievelijk 5, 9 en 1. Hierbij kon echter niet worden vastgesteld wat de invloed is geweest van het verwijderen van het callus dat in de loop van 2004 is ontstaan, aan het einde van het groeiseizoen van 2004. Ook mag niet worden uitgesloten dat er (daarnaast) nog aanwezig callusweefsel door andere oorzaken (o.a. uitdroging of een onvoldoende voorziening van koolhydraten) is afgestorven.

Van de groep bomen met houtstraalcallus is de gemiddelde bedekkingsgraad van het blootliggende houtoppervlak alsmede het percentage aansluiting van het callus met de bast aan de onder- en bovenzijde van het geringde stamgedeelte bij de ‘ringen-winter’ behandeling in zowel 2004 als 2005 significant toegenomen (T-toets, $p=0,05$ en Wilcoxon, $p = 0,05$), ondanks het verwijderen van het in 2004 ontstane callus. Bij de ‘ringen-zomer’ behandeling is er weliswaar een afname, maar deze is niet significant. De waarnemingen van de ‘ringen-zomer’ behandeling ’ betreffen slechts twee bomen en op basis daarvan kunnen verder geen statistisch onderbouwde uitspraken worden gedaan.

6 Broedbomen

Het aantal bomen met uitvlieggaten per behandeling, alsmede het aantal uitvlieggaten per boom per behandeling zijn weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11. Gemiddeld aantal uitvlieggaten per boom (tweede kolom), het aantal bomen met uitvlieggaten (4^e kolom) en het percentage bomen met uitvlieggaten van het totaal aantal bomen per behandeling (resp. 6^e en 5^e kolom) in 2005. STDV is de standaard van het gemiddelde van het gemiddelde aantal uitvlieggaten er boom.

Behandeling	N-gemiddeld	STDV	N-bomen	N-bomen totaal	% totaal
Controle	0.0	0	0	43	0.0
Ringen-winter	18.8	11.1	4	44	9.1
Vellen-winter	0.0	0.0	0	43	0.0
Ringen-voorjaar	37.3	54.4	3	44	6.8
Vellen-voorjaar	37.9	24.4	13	41	31.7
Ringen-zomer	13.8	7.5	4	39	10.3
Vellen-zomer	36.8	25.7	11	42	26.2

6.1 Bespreking van de resultaten

Onder de 35 bomen met uitvlieggaten bevonden zich 24 geveldde bomen en 11 geringde bomen, waaronder 3 bomen die in de loop van 2005 zijn afgestorven. Er is geen significante correlatie tussen het gemiddelde aantal uitvlieggaten per boom en het vitaliteitscijfer en ook niet met het gemiddeld aantal uitvlieggaten per boom en de gemiddelde oorspronkelijke stamomtrek.

Wél was er een zeer significante positieve correlatie $R = 5,4$ (Spearman) met $p = 0,001$ en $N = 35$ tussen de lichtinval en het gemiddeld aantal uitvlieggaten per boom. Dit zou kunnen worden verklaard dat bomen op open plaatsen kennelijk eerder worden opgemerkt door de iepenspintkever of dat meer lichtinval invloed zou kunnen hebben op het broedsucces. De literatuur geeft hierover echter nauwelijks enige informatie.

Zowel op de controlebomen als op de bomen die in de winter waren geveld werden geen uitvlieggaten waargenomen. Dit ligt in de lijn met de wetenschap dat kevers een voorkeur hebben voor broedbomen die weliswaar verzwakt zijn, maar nog wel voldoende vers zijn (o.a. Buchel & Cornelissen, 2000).

7 Discussie

7.1 Sterfte als gevolg van het ringen van bomen

Het blijkt dat ook na het tweede groeiseizoen van behandeling een substantieel aandeel van de geringe bomen nog niet is afgestorven. De weergegeven getallen dienen dan ook te worden beschouwd als ‘tussenstanden’ en op basis hiervan kan nog geen uitspraak worden gedaan over de effecten van het ringen over langere termijn.

Een bijkomende onvoorspelbaarheid is dat een aantal bomen het ringen wellicht kan overleven door de snelheid en mate waarin er vanuit het mergstraalcallus een aansluiting kan worden gevormd tussen het bastweefsel boven en onder de ring waardoor neerwaartse transport van koolhydraten kan plaatsvinden en op den duur de situatie van voor het ringen kan worden hersteld.

Met name het feit dat een aantal de bomen die in de winter van 2003/2004 zijn behandeld na een jaar nog in staat zijn om zichtbaar houtstraalcallus te vormen is eigenlijk verassend. Wanneer men uitgaat van het gangbare wondafgrendelingsproces in bomen zouden de in de buitenste houtlaag aanwezige levende parenchymcellen in de verkleurde houtzone inmiddels moeten zijn afgestorven. Het is echter niet uitgesloten dat de houtverkleuring c.q. de wondafgrendelingsreactie zich heeft beperkt tot slechts enige groeiringen dikte. Deze mogelijkheid bleek althans bij eerder uitgevoerd onderzoek naar wondreactie van iepen op injecties en implantaties (Peters, 1985). Hierdoor zou er op grotere diepte in het hout nog enige tijd lang (meer dan een groeiseizoen) voldoende latente callusvormende parenchymcellen aanwezig kunnen zijn. Het patroon en de aard van houtverkleuring zijn in het kader van dit onderzoek echter niet nader onderzocht en hierover kan verder geen uitspraak worden gedaan.

Los gezien van de ontwikkeling in 2005 van het mergstraalcallus dat reeds in 2004 aanwezig was, is de nieuwvorming van callus op de bomen pas in 2005 nog steeds substantieel en niet verwaarloosbaar. Dit geldt vooral wanneer zou blijken dat de vorming van houtstraalcallus op het geringde houtoppervlak een substantiële positieve invloed heeft op de overleving van de boom. Voor de praktijk betekent dit dan namelijk dat om het uiteindelijk gewenste effect te bereiken er in ieder geval langer dan één jaar nazorg moet worden gepleegd waarbij het gevormde callus opnieuw wordt verwijderd.

In dit verband betekent het vermogen van de iep om houtstraalcallus te vormen hoe dan ook een beperking voor de praktische toepasbaarheid van het ringen bij het omvormen van een bos. Wanneer het resultaat zal afhangen van de frequentie waarmee men naderhand wederom het nieuw gevormde callusweefsel moet verwijderen dan heeft dat extra logistieke en financiële gevolgen met het daaraan verhoogde risico ten aanzien van de continuïteit van de uitvoering.

7.2 Vorming van opslag uit de stobbe

Er blijkt dat er met uitzondering van de controlegroep bomen in alle behandelingen bomen zijn waarbij de in 2004 gevormde opslag in 2005 is afgestorven én bomen waarbij zich in 2005 alsnog opslag heeft ontwikkeld. Omdat er ook in de groepen gevelde bomen zowel sterfte als nieuwvorming van opslag plaatsvindt, komt een consistente invloed van het ringen op de regeneratie van de bomen ook na het groeiseizoen van 2005 nog onvoldoende naar voren. Ook komt nog niet duidelijk naar voren of het vellen in de winterrust periode een hogere mate van opslag geeft dan het vellen in de bomen in het groeiseizoen, zoals is beschreven door onder andere Kays & Canham (1991), Golden (1999) en Kays et al. (1988).

Voor wat betreft de vorming van opslag uit de stobbe blijkt dat er in 2005 zowel nieuwvorming als afsterving van in 2004 gevormd opslag waarneembaar was.

Voor de gevelde bomen zou dit zou kunnen worden toegeschreven aan vochtconcurrentie van de resterende bomen, maar ook met beschaduwing. Over dit laatste, in relatie tot de intensiteit van dunningen is in de literatuur al het één en ander bekend van andere boomsoorten dan de iep (o.a. Dey & Jensen, 2002.; Sonoyama, et al.1997; Gardner & Helmig, 1997; Meadows & Goelz, 2002; Mc Gee & Bivens, 1984).

Afgaande op de ervaringen van o.a. Lockhart et al. (2002), Li-JingWen, et al. (2005), Yeo & Lee (2006), Waring & O' Hara (2005) en Cole (1983), moet er in ieder geval rekening mee worden gehouden dat er in de loop der tijd meer sterfte zal optreden, ondermeer vanwege een toename van de beschaduwing wanneer de kronen van de resterende bomen de opengevallen gaten weer opvullen.

Dit zou voor de praktijk kunnen betekenen dat dunning van iepen in een bosverband wel eens minder problemen met hergroei geven dan aanvankelijk werd verondersteld en de eventuele problemen zich wellicht beperken tot alleen de randbomen. Dit kan een interessant gegeven zijn voor het vaststellen c.q. bijstellen van een omvormingsplan, maar de gegevens van het onderzoek tot dusver laten niet toe om daarover nu al een uitspraak te doen.

7.3 Wortelopslag

Voor wat betreft de vorming van wortelopslag kunnen ook nog geen uitspraken worden gedaan over de eventuele effect van de behandelingen op langere termijn. Dit heeft tevens te maken met de vraag in hoeverre beschaduwing van wortelopslag van invloed is op de verdere ontwikkeling tot boom. Van de veldiep zijn hiervan geen gegevens bekend. Wél is bekend dat *Ulmus pumila var. arborea* in staat is om via wortelopslag nieuwe bomen te vormen (Bespalov & Oskina, 1995). Het gaat dan echter om kaalkap van bomen in windsingels waar beschaduwing dus nauwelijks een belemmering vormt. Van *Ulmus rubra* wordt door Davis et al. (1998) aangegeven dat in bosverband (waar beschaduwing dus wél een rol zal spelen) 1 tot 9 jaar oud wortelopslag zich zelden ontwikkelt tot grote bomen.

7.4 Broedbomen

Zowel op de controlebomen als op de bomen die in de winter waren geveld werden geen uitvlieggaten waargenomen. Vooral dit laatste is een interessant aspect omdat het aangeeft dat de kevers in het zoeken naar broedbomen kennelijk een voorkeur hebben voor relatief vers afgestorven bomen of bomen die om andere redenen (o.a. snoei) stoffen in de lucht verspreiden die de kevers aantrekken. Dit komt overeen met bevindingen uit onderzoek elders (o.a. Byers, et.al, 1989).

Hieruit mag echter niet zondermeer worden afgeleid dat bomen die op een eerder tijdstip zijn geveld niet meer geschikt zouden zijn als broedboom. Iepenstammen kunnen namelijk nog twee jaar na vellen geschikt als broedboom (o.a. Gibbs et. al., 1977, 1994). De vraag is dan of en hoe de kevers hun voorkeur gaan wijzigen wanneer het aanbod aan vers afgestorven bomen afneemt. Enerzijds zou het de kevers kunnen dwingen om zich verder in de omgeving te gaan verspreiden (Östrand & Anderbrant, 2003), anderzijds kunnen de kevers minder kieskeurig worden en alsnog de eerder geveldde, maar nog voldoende geschikte potentiële broedbomen gaan opzoeken. Hierbij speelt uiteraard ook nog de vraag in hoeverre de eventuele groei van de keverpopulatie op zich al een bepalende invloed gaat krijgen op de keuze. Dit is nog onvoldoende duidelijk, maar los daarvan opent één en ander perspectieven voor de beheersing van de iepziekte gedurende de periode waarin het bos wordt omgevormd.

Door te zorgen voor een voldoende aanbod van afstervende maar overigens niet iepzieke bomen gedurende het groeiseizoen kan een substantieel gedeelte van de overige bomen in de vroege winter worden geveld zonder dat die in het daarop volgende groeiseizoen als broedboom gaan fungeren.

De prioriteit van de keuze voor de in de winter te vellen bomen kan dan worden gelegd bij de individuen waar in het voorafgaande groeiseizoen al de eerste tekenen van aantasting door de iepziekte zijn waargenomen en waarvan in verband met de iepziekte moet worden voorkomen dat ze als broedboom gaan dienen.

Bij de wens van de beheerder om ook een aandeel stand dood hout in het bos aanwezig te laten zijn kan ervoor worden gekozen om de bomen niet te vellen, maar ze te ringen. Dit in dit geval moet dat dan gebeuren door verwijdering van de gehele spinhoutring tot op het kernhout. Verwijdering van alleen de bast heeft naar inmiddels is gebleken namelijk geen snelle afsterving van de bomen tot gevolg en er kan zelfs herstel van de boom optreden vanwege de neiging tot de vorming van houtstraalcallus.

Deze benadering gaat weliswaar voorbij aan de problematiek waarop de opzet van het onderzoek is gebaseerd, namelijk regeneratie van de bomen uit stobbe- en wortelopslag. Maar de ontwikkeling van dit probleem blijkt zich inmiddels beduidend minder, en ook minder snel, te ontwikkelen dan aanvankelijk werd verondersteld. Bovendien zal de problematiek m.b.t. regeneratie van bomen na velling uitbundige vorming van opslag naar verwachting vooral, zo niet uitsluitend beperkt blijven tot randbomen met een voldoende mate van instraling door licht. Het ringen van de bomen (dat naar verwachting nog steeds een negatief effect zal hebben op de mate waarin opslag wordt gevormd) zou zich dan kunnen concentreren op alleen de

randbomen. Een voordeel van randbomen is dat deze bomen ook gemakkelijker door broedboom zoekende kevers van buiten de beplanting worden opgemerkt, hetgeen de effectiviteit de bomen als vangstam voor de wat wijdere omgeving nog verhoogt (Byers, 1996; Anderbrant & Schlyter, 1987).

Met het oog op de eventuele verspreiding van de ziekte via de iepenspintkever heeft het ringen van bomen ten opzichte van het vellen minder betekenis, omdat ze eveneens gedurende een vol groeiseizoen een aanbod aan geschikte broedbomen vormen. Voor het op termijn omvormen van een bos met een zekere mate van staand dood hout, zonder dat er spontane verjonging van iep uit wortel en stobbenopslag ontstaat lijkt het ringen in biologisch opzicht nog steeds een verantwoorde methode. In verband met de vorming van houtstraalcallus over het geringd stamgedeelte zullen hier echter eerder arbeidsorganisatorische overwegingen bepalend c.q. doorslaggevend zijn om het uit te voeren.

Wanneer het om het even is of het hout staand of dood is, kunnen in een bossituatie de bomen echter ook worden geveld, maar dan bij voorkeur in de late herfst of de vroege winter.

8 Conclusies

Het blijkt dat het afsterven van veldiepen nadat de stam is geringd door het verwijderen van een strook bast aanmerkelijk meer dan één groeiseizoen in beslag neemt. In hoeverre in de loop der tijd het sterftecijfer nog zal toenemen kan pas worden vastgesteld nadat de proef nog enige jaren wordt gevolgd.

Een belangrijk aspect voor de toepassing van de methode in de praktijk is de mate waarin de veldiep in staat is om houtstraalcallus te vormen waarmee de onderbroken baststroom naar de wortels toe kan worden hersteld. Dit is per individu verschillen, maar duidelijk is dat een éénmalige behandeling niet in alle gevallen zal volstaan om een definitief effect te bereiken. Het is nog niet aan te geven in hoeverre dit van invloed is op de praktische uitvoerbaarheid (organisatorisch, financieel) van de methode bij bosomvorming.

De mate waarin veldiepen in gemengd bosverband, na incidentele velling wortelopslag ontwikkelen lijkt te worden overschat. Het is echter niet uitgesloten dat het aan de randen van een bos, als gevolg van een gunstiger lichtinval wel een probleem kan gaan vormen. Dit valt in de duur van de proef tot dusver nog niet aan te geven.

Het ringen lijkt enige invloed te hebben op de gemiddelde lengte en hoeveelheid uitlopers vanuit de stamvoet (stobbenopslag) ten opzichte van het vellen van de bomen. Het aandeel bomen dat nog levend opslag heeft kan in de loop der tijd echter nog afnemen, waardoor in dit stadium nog geen uitspraak kan worden gedaan over het voordeel van ringen boven dat van vellen van bomen wanneer het gaat om het tegengaan van regeneratie.

Omdat de bomen na het ringen langzaam afsterven vormen ze gedurende een vol groeiseizoen een aanbod aan geschikte broedbomen. Met het oog op de eventuele verspreiding van de ziekte via de iepenspintkever heeft het ringen van bomen ten opzichte van het vellen dan ook minder betekenis.

Het blijkt dat kevers bomen die in het voorjaar zijn geveld als broedboom preferen, gevolgd door bomen die in de zomer zijn geveld. Wanneer deze aanwezig zijn, of wanneer er (tevens) geringde bomen aanwezig zijn, blijken bomen die in de winter zijn geveld weinig aantrekkelijk te zijn als broedboom. Dit gegeven kan worden gebruikt bij de omvormingsstrategie. Door te zorgen voor voldoende aanwezigheid van kwijnende c.q. afstervende bomen (bijvoorbeeld door ze te ringen) gedurende het groeiseizoen die als zgn. vangstammen fungeren kan een substantieel gedeelte van de overige bomen, ongeacht de vraag of ze wel of niet door de iepziekte zijn aangetast, in de vroege winter of het late najaar worden geveld zonder dat ze in het daarop volgende groeiseizoen als broedboom gaan fungeren. Het verdient sterk de aanbeveling om daarbij als vangstam bomen te kiezen die niet reeds door de iepziekte zijn aangetast.

Literatuur

- Anderbrant, O. & F. Schlyter, 1987. Ecology of the Dutch elm disease vectors *Scolytus laevis* and *Scolytus multistriatus* (Coleoptera: Scolytidae) in southern Sweden. *Journal of Applied Ecology* 24(2) 539-550.
- Bespalov, V.P. & N.V. Oskina, 1995. Regeneration of *Ulmus pumila* var. *arborea* by root suckers in arid conditions. *Lesovedenie* 1995 (2): 60-69.
- Buchel, A.S. & B.J.C. Cornelissen, 2000. Dutch Elm Disease: An interactive approach. CD-Rom. Universiteit van Amsterdam / BioMedia, Amsterdam
- Byers, J.A., 1996. An encounter rate model of bark beetle populations searching at random for susceptible host trees. *Ecological modeling* 91: 57-66.
- Byers, J.A., O. Anderbrant & J. Löfqvist, 1989. effective attraction radius: A method for comparing species attractants and determining densities of flying insects. *Journal of Chemical Ecology* 15: 749-765.
- Cole, W.C., 1983. Redwood Sprout Growth Three Decades after Thinning. *Journal of Forestry*, March 1983: 148-150, 157.
- Davis, R.W., R.L. Larimore & J.E. Ebinger, 1998. The occurrence of slippery elm (*Ulmus rubra* Muhl.) root sprouts in forest understories in east-central Illinois. *Transactions of the Illinois State Academy of Science* 91 (1/2): 13-17.
- Dey, D.C. & R.G. Jensen, 2002. Stump sprouting potential of oaks in Missouri Ozark forests managed by even and uneven aged silviculture. General Technical Report North Central Research Station, USDA Forest Service. NC-227:102-113.
- Gardiner, E.S. & L.M. Helmig, 1997. Development of water oak stump sprouts under a partial overstory. *New Forests* 14 (1): 55-62.
- Gibbs, J.N., D.A. Burdekin & C.M. Brasier, 1977. Dutch Elm Disease. *Forest Record* 1977 (115): 12p.
- Gibbs, J., C. Brasier & J. Webber, 1995. Dutch Elm Disease in Britain. Research Information Note. Forestry Authority Research Division. 1994 (252): 8p.
- Golden, M.S., 1999. Factors affecting sprouting success in a bottomland mixed hardwood forest. General Technical Report Southern Research Station. USDA Forest Service (SRS-30): 157-161.

- Kays, J.S., D.W. Smith, S.M. Zedaker & R.E. Kreh, 1988. Factors affecting natural regeneration of Piedmont hardwoods. *Southern Journal of Applied Forestry* 12 (2): 98-102.
- Kays, J.S. & C.D. Canham, 1991. Effects of time and frequency of cutting on hardwood root reserves and sprout growth. *Forest Science* 37 (2): 524-539.
- Kopinga, J., 2006. Beheersing van de iepenziekte in bossen met een natuurdoelstelling – Verslag van een onderzoek, uitgevoerd in het Lauwersmeergebied. Alterra-rapport 1323, Alterra Wageningen UR. 47p.
- Li-JingWen, Nie-ShaoQuan & An-BinHe, 2005. Stump sprouting of the main broad-leaved tree species of secondary forest in eastern area of Northeast China. *Scientia Silvae Sinicae*. 41(6): 72-77.
- Lockhart, B.R, J.L. Chambers & C. Warren, 2002. Stump Sprouting 2 years after thinning in a cherrybark oak plantation. P. 39-394 in Kenneth. W., ed. 2002. Proceedings of the eleventh biennial southern silvicultural research conference. Gen Tech. Rep. SRS-48. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 622 p.
- McGee, C.E. & D.L. Bivens, 1984. A billion overtopped white oak – assets or liabilities? *Southern Journal of Applied Forestry* 8 (4): 216-220.
- Meadows, J.S. & J.C.G. Goelz, 2002. Four year effects of thinning on growth and epicormic branching in a red oak - sweet gum stand on a minor streambottom site in West-Central Alabama.
- Östrand, F & O. Anderbrant, 2003. From where are insects recruited? A new model to interpret catches of attractive traps. *Agricultural and Forest Entomology* 5: 163-171.
- Peters, R., 1985. Microscopische analyse van de wondreactie van Veldiepen (*Ulmus carpinifolia* GLED.) bij implantatie en injectie. Doctoraalscriptie Vakgroep Plantencytologie en –morfologie, Landbouwhogeschool Wageningen. 28p.
- Sonoyama, N., N. Watanabe, O. Watanabe, S.I. Niwa & Y Kubota, 1997. Ecological significance of sprouting traits of cool temperate tree species in a northern mixed forest – Population dynamics of sprout species. *Japanese Journal of Ecology* 47 (1): 21-29.
- Waring, K.M. & K.L. O'Hara, 2005. Ten-Year Growth and Epicormic Sprouting Response of Western Larch to Pruning in Western Larch to Pruning in Western Montana. *Western Journal of Applied Forestry* 20 (4): 228-232.
- Yeo, U.S. & D.K. Lee. Early regeneration of *Fraxinus rhynchophylla* in the understory of *Larix kaemferi* stands in response to thinning. *Forestry* 79(2): 167-176.