Pier Verdonschot

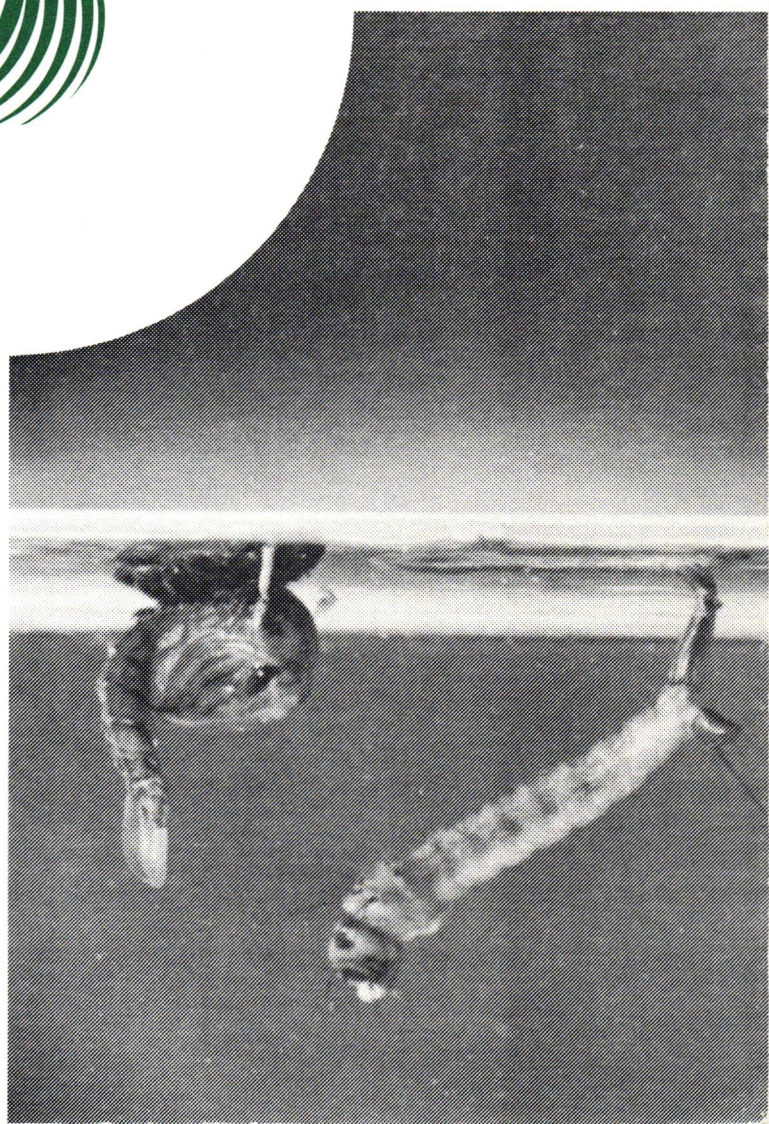
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek

Steekmuggen in Zuidwest-Friesland

De verspreiding van steekmuggen *(Culicidae)* in en nabij de Starnuman Bossen

Tj. H. van den Hoek & P.F.M. Verdonschot

ibn-dlo



IBN-rapport 358
ISSN: 0928-6888

Steekmuggen in Zuidwest-Friesland

De verspreiding van steekmuggen *(Culicidae)* in en nabij de Starnuman Bossen

Tj. H. van den Hoek & P.F.M. Verdonschot

IBN-rapport 358

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO)
Wageningen

ISSN: 0928-6888
1998

INHOUD

VOORWOORD 4

1. INLEIDING 5
   1.1 Inleiding 5
   1.2 Factoren tot plaagvorming 8
   1.3 Gebiedsbeschrijving 9

2. DOEL 11

3. MATERIAAL EN METHODEN 12
   3.1 Inleiding 12
   3.2 Wekelijkse monitoring 12
   3.3 Gegevensverwerking 15

4. RESULTATEN 16
   4.1 Weersgesteldheid 16
   4.2 Het greppelmilieu 18
   4.3 Steekmuglarven en -poppen 20
   4.4 Volwassen steekmuggen 25
   4.5 Waargenomen overlast van bewoners 26
   4.6 Autecologie van aangetroffen soorten 27

5. DISCUSSIE32
   5.1 Relatie steekmuglarven/-poppen en het greppelmilieu 32
   5.2 Het optreden van adulte steekmuggen 33

6. CONCLUSIE & AANBEVELINGEN 34

7. SAMENVATTING 36

8. LITERATUUR 38

BIJLAGEN

Voorwoord

De direct aanwonenden van de Starnuman Bossen in Ruigahuizen (gemeente Gaasterlân Sleat) ondervinden jaarlijks overlast van steekmuggen. De Starnuman Bossen zijn vrij homogeen van opbouw. Het betreft intensief begreppelde eikehakhoutbossen. In de winter van 1994 / 1995 is de waterhuishouding van dit gebied gewijzigd. Deze ingrepen moeten er toe leiden dat er meer gebiedseigen water wordt vastgehouden. De omwonenden vermoeden dat de gewijzigde waterhuishouding een negatieve invloed hebben op de overlast van steekmuggen. In 1994 / 1995 was er veel overlast van steekmuggen.
In het najaar van 1995 is tijdens een bespreking van het Staatsbosbeheer met omwonenden toegezegd een onderzoek te laten uitvoeren door het IBN-DLO Aquatische Ecologie. Dit heeft geleid tot de formulering van een aantal onderzoeksvragen die moeten leiden tot inzichten in de oorzaken en omvang van de overlast en mogelijke oplossingen.

Om deze vragen te kunnen beantwoorden heeft het IBN onderzoek uitgevoerd naar de verspreiding van steekmuggen in en rondom de Starnuman Bossen.

Het onderzoek is gefinancierd door en uitgevoerd in opdracht van het Staatsbosbeheer regio Friesland-Zuid.

1. Inleiding

1.1 Inleiding

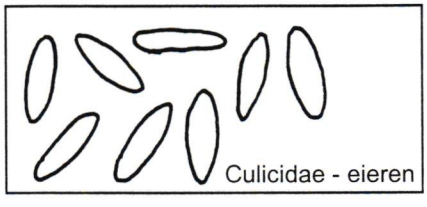
De familie van de *Culicidae* (steekmuggen) komt over de gehele wereld met ongeveer 3000 soorten voor (WHO, 1967). In geheel Europa komen 92 soorten steekmuggen voor, ongeveer 3.5 % van het totale soortenbestand (Illies 1978), in Midden-Europa circa 45 soorten (Fritz & Heimer 1981) en in Nederland minimaal 26 soorten (Mol 1984).

Classificatie (Mohrig 1969)

Klasse	Arthropoda (geleedpotigen)			
	Insecta (insekten)			
Orde	Diptera (muggen en vliegen)			
Suborde	Nematocera (muggen)			
Familie	Culicidae (steekmuggen)			
Subfamilie		Anophelini	Culicini	
Genus		Anopheles	Aedes	
			Culex	
			Culiseta	
subgenus				Culiseta
				Culicella
			Coquillettidia	

Steekmuggen ontlenen hun naam aan het feit dat vrouwelijke steekmuggen dieren steken om bloed te zuigen. Het bloed is nodig voor de rijping van de eieren (Marshall 1938, Natvig 1948, Peus 1951a, Mohrig 1969). Bij het steken wordt een speeksel-secreet in de huid gebracht. De reactie hierop is wisselend (geen tot oedeem).

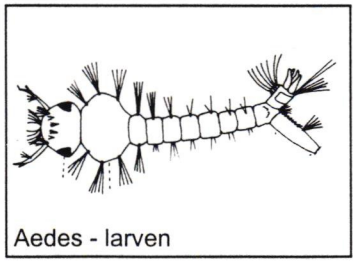
Levenscyclus
De levenscyclus van een steekmug wordt gekenmerkt door een zogenaamde volkomen gedaantewisseling (metamorfose). Het insekt (larve) dat uit het ei komt verschilt morfologisch en fysiologisch volledig van het volwassen dier van de soort. Om het volwassen stadium te bereiken is een ruststadium nodig (pop), gedurende welke de omvorming plaats vindt. De levenscyclus van steekmuggen omvat een aquatische en een terrestrische fase. Steekmuglarven en -poppen leven vrij zwemmend in de waterkolom. De adulten vliegen en leven terrestrisch. Voor de eieren is dat per groep verschillend.


Culicidae - eieren

Eieren
De eieren worden op het wateroppervlak afgezet; of als drijvende vlotjes (genera *Coquillettidia, Culiseta* (subgenus *Culiseta*), *Culex*) of afzonderlijk (genus *Anopheles*). De eieren kunnen ook semi-aquatisch of terrestrisch worden afgezet in modder, strooisel of op vochtige bodem (genus *Aedes*, *Culiseta* (subgenus *Culicella*)). De vrouwelijke adulten kunnen, afhankelijk van de soort, maximaal drie tot vier ei-ontwikkelingscycli voltooien. Het aantal eieren varieert per legsel van enkele tot circa 300, afhankelijk van de soort, de grootte van de vrouwelijke adulten en de hoeveelheid bloedvoeding.

De eieren komen uit als ze gedurende voldoende tijd, meestal enkele dagen, in contact zijn geweest met water (Marshall 1938). Direct na het leggen van de eieren zijn de eieren eerst wit, maar verkleuren in ongeveer 40 minuten tot zwart. De eerste zes tot acht dagen na ovipositie zijn de eieren, afgezet op een vochtige bodem, gevoelig voor verdroging (Mohrig 1969). Daarna doorstaan deze tot op zekere hoogte droogte (Service 1971a). Deze eieren kunnen in rust (diapauze) gaan (Service 1971a). Dit gebeurt bij univoltiene (soorten met slechts één levenscyclus per jaar) soorten reeds in de zomer en duurt tot aan het volgend voorjaar. De plurivoltiene soorten (soorten met meerdere levenscycli per jaar) hebben synchrone generaties daar het water vaak over grotere oppervlakken gelijktijdig stijgt (stijgende waterstand, neerslagrijke periode). Hierdoor begint de ei-ontwikkeling gelijktijdig en wordt de populatie gesynchroniseerd. Het eistadium van de drijvend afgezette eieren duurt daardoor ook slechts enkele dagen. Afhankelijk van de klimatologische omstandigheden kan het eistadium van op vochtige bodem afgezette eieren variëren van enkele weken tot enkele jaren (Mohrig 1969, Kriegerowski 1980).

Larven


Aedes - larven

De larven zijn zeer tolerant voor variaties in de chemische samenstelling van het water. De belangrijke milieufactoren zijn pH (zuurgraad), saliniteit en concentraties van organische stoffen (Clements 1963, Mohrig 1969). Een ijslaag belemmert de larven niet omdat ze bij koude hun lichaamsfuncties minimaliseren. De larven van steekmuggen doorlopen vier stadia, elk eindigend met een vervelling. De duur van het larvale stadium is afhankelijk van de soort, de temperatuur, de hoeveelheid water en de hoeveelheid aanwezig voedsel in het habitat (Peus 1951a, Ameen & Iversen 1978). Onder gunstige omstandigheden kan de larvale ontwikkeling in twee tot drie weken zijn afgerond. De larven zijn zwaarder dan water (Peus 1951a) en moeten daarom actief naar het wateroppervlak bewegen om adem te halen. Bij verstoring laten ze zich in het water zakken. Omdat ze afhankelijk zijn van luchtademhaling worden ze niet door lage zuurstofgehalten beïnvloed. In het eerste stadium is de larve wel gevoelig daar dan huidademhaling wordt toegepast. Vanaf het tweede stadium ademen de larven (en poppen) door middel van een ademhoorntje aan het wateroppervlak, met uitzondering van *Coquillettidia*, die zuurstof onttrekt aan de luchtkanalen van waterplanten (Mohrig 1969, Peus 1951a). De voeding van de larven bestaat uit micro-organismen, afgestorven plantenresten of algen (Kriegerowski 1980, Fritz & Heimer 1981).

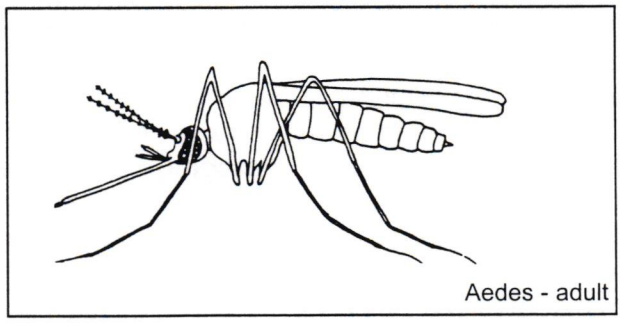
Poppen

Aedes - poppen

De verpopping volgt bij voldoende hoge temperatuur nadat de vierde stadium larven zijn volgroeid. De poppen zijn lichter dan water waardoor ze meestal tegen het wateroppervlak hangen en daar atmosferische lucht ademen met behulp van ademhoorntjes op de thorax, met uitzondering van *Coquillettidia sp.* die zuurstof onttrekt aan luchtkanalen van waterplanten. Bij verstoring vluchten ze actief (in tegenstelling tot de larven) naar diepere waterlagen; na korte tijd verschijnen de poppen echter weer aan het wateroppervlak (Peus 1951a) De duur van het popstadium varieert van drie tot vijf, het kan verlengd worden tot 10-21 dagen als gevolg van lage temperaturen dagen (Wesenberg-Lund 1920/21, Marshall 1938).De poppen voeden zich niet.

Adulten

De adulten ontpoppen aan het wateroppervlak uit de opengebarsten pophuid. Dit duurt 7 tot 8 minuten. Een voorwaarde hierbij is een onbeweeglijk wateroppervlak (geen golfslag). De adulten (zowel mannetje als vrouwtje) voeden zich met nectar, vooral om in koudere perioden te overleven (Wesenberg-Lund 1920/21, Natvig 1948). Als het geslachtsapparaat in het vrouwtje voldoende is ontwikkeld (na 2-3 weken) is ze rijp voor paring. Het vrouwtje paart één tot meerdere malen, veelal in de directe omgeving van het larvale habitat (Marshall 1938, Clements 1963). Na de paring sterven de mannetjes (Peus 1951a). Mannetjes hebben daardoor een kortere levensduur dan vrouwtjes (Wesenburg-Lund 1943). Vrouwtjes zijn meestal actief in de schemering en de nacht, in open en bedekt terrein (Service 1971b, Franke 1981). Bepalende factoren voor deze activiteit zijn lichtsterkte, temperatuur en luchtvochtigheid (Dix 1972b, Franke 1981). De steekactiviteit is vooral hoog op dagen met een hoge luchtvochtigheid, een hoge temperatuur en (min of meer) lage luchtdruk (Wesenberg-Lund 1920/21). Pas twee tot drie weken na de emergentie (en de paring) wordt bloed gezogen. Het bloed is nodig voor de ontwikkeling van de eitjes. Vrouwtjes benaderen hun gastheer na visuele waarneming. Andere zintuigen spelen pas een rol op het moment dat de adulten in de directe omgeving van een gastheer zijn. Een combinatie van visuele stimuli met andere prikkels zoals geur, warmte en vocht verhogen het bloedzuiggedrag (Hocking 1971). De attractiviteit van de mens wordt naast lichaamstemperatuur en geurstoffen ook bepaald door het uitgademde kooldioxide en de kleuren van de kleding (Voorhoeve 1969).



Aedes - adult

Habitat

Ecologisch geldt in het algemeen dat culiciden zich in kleine, stilstaande ondiepe wateren ontwikkelen. Door onder andere luchtademhaling zijn culiciden aangepast aan een grote dynamiek van milieuvariabelen (bijvoorbeeld temperatuurswisseling, uitdroging, organische verontreiniging, wisselend zuurstofgehalte) in tegenstelling tot veel potentiële predatoren. Culiciden zijn daardoor typisch voor storingsmilieus. Dit betekent dat culiciden in het algemeen een lage concurrentiekracht bezitten. Een ander kenmerk van culiciden is de mogelijkheid tot een snelle en massale ontwikkeling in afwezigheid van predatoren.

Typische habitats zijn sloten, greppels, poelen, moerassen, tonnen en met water gevulde boomgaten (Service 1971a). De watermassa is in de regel beperkt, de temperatuur bereikt snel hoge waarden die de larvale ontwikkeling versnellen, zodat onder gunstige omstandigheden verschillende generaties per jaar kunnen optreden (Peus 1975). De larven en poppen zijn zeer gevoelig voor stroming (Fritz & Heimer 1981).

De adulten zoeken overdag bij voorkeur donkere plaatsen op, andere belangrijke factoren zijn niet te hoge temperatuur, hoge luchtvochtigheid, een geslotenheid van het landschap (windluwte) en nabij de larvale habitats.

Plaagvorming
Veel habitats van steekmuglarven zijn ongeschikt voor kolonisatie door (potentiële) predatoren (rovers) als gevolg van de zeer wisselende milieu-omstandigheden. Steekmugpopulaties kunnen daar tot grote dichtheden uitgroeien.Dichtheden van meer dan 50.000 larven per vierkante meter zijn naar schatting mogelijk (Kriegerowski 1980). Naar schatting kunnen circa 113.000.000 eieren per 0,4 hectare moerasland worden afgezet. In het algemeen is de sterfte tijdens de aquatische stadia hoog. Opdrogen van het habitat is hiervan de belangrijkste oorzaak.
De weersomstandigheden in een jaar in samenhang met de locale terreingesteldheid bepalen in hoeverre een steekmugplaag kan ontstaan. Daarbij wordt aangenomen dat de oorspronkelijke populatie enkele jaren nodig heeft om uit te groeien tot een plaagvormende populatie. Dit geldt in het bijzonder voor de soorten die hun eieren semi-aquatisch of terrestrisch afzetten. In natte zomers blijven adulten langer leven, zodat voorjaarssoorten ook nog in de zomer worden aangetroffen (Wesenberg-Lund, 1920/21). Afhankelijk van de weersomstandigheden en van de soort varieert het aantal generaties in een jaar van één tot meer. De watermassa van het larvale habitat is in de regel beperkend (opdroging). De temperatuur bereikt snel hoge waarden in ondiepe wateren die de groei van de larven versnellen zodat meerdere generaties achter elkaar snel tot ontwikkeling kunnen komen (Peus 1975). In de gematigde zone zijn de *Aedes*-soorten de belangrijkste plaagvormende steekmuggen (Mohrig 1969, Service 1971a).
Om te begrijpen hoe een steekmugplaag ontstaat is kennis nodig omtrent de relatie tussen het milieu en de ecologie van de veroorzakende soort(en) en wel van elk stadium: ei, larf, pop en adult. Voor de vorming van een *Aedes*-plaag is onder andere van belang op welke hoogte de eieren zijn afgezet. Een hogere waterstand leidt tot eiafzetting op een hoger niveau. Dit heeft tot gevolg dat in droge jaren de eieren door het water niet worden bereikt.
Het voorkomen van eventuele opeenvolgende *Aedes*-generaties is afhankelijk van tussentijdse wisselingen in de waterstand. Het aantal wisselingen en de mate daarvan (is afhankelijk van de hoeveelheid en verdeling van de neerslag) bepalen, afhankelijk van de soort, het aantal generaties. In het algemeen blijkt dat de eerste (voorjaarsgeneratie de hoogste dichtheden oplevert hetgeen samenhangt met de hydrologisch natte situatie in het voorjaar, die doorgaans aanzienlijk van de drogere zomersituatie verschilt.
De aanwezigheid van predatoren in een permanent water of een permanent water in verbinding met een relatief klein tijdelijk water voorkomt een overmatige toename van de steekmugpopulatie (Havelka 1978). Predatoren zijn vissen, amfibieën, waterinsekten (rovers als kevers, libellen en wantsen) en vogels (b.v. de witte kwikstaart). Roofvliegen prederen op emergerende adulten, spinnen op adulten (Service 1973).

1.2 Factoren tot plaagvorming

Als vertegenwoordigers uit de familie Culicidae (steekmuggen) zich massaal ontwikkelen kunnen deze plaatselijk overlast veroorzaken. Voor een massale ontwikkeling van steekmuggen zijn een aantal randvoorwaarden nodig:

1. *Een geschikt leefmilieu.*
   Voor plaagvormende steekmugpopulaties kan onderscheid worden gemaakt in het leefmilieu van:

a) Huissteekmuggen:
De larven leven in kleine waterpartijen met sterke fluctuaties in milieuomstandigheden. Voorbeelden zijn sterk organische belaste wateren of wateren met een korte bestaansduur zoals regenwaterplassen. De volwassen dieren zetten hun eieren af op het wateroppervlak van dergelijke wateren.

b) Veensteekmuggen:
De larven leven in temporaire moeras/dras-situaties met een relatief lange inundatieperiode aangezien tijdelijk droogvallend substraat als ovipositielocatie (plaats waar het volwassen vrouwtje haar eieren afzet) fungeert. Deze situatie kan het gevolg zijn van:
- een weinig doorlatende ondergrond, eventueel in combinatie met een geaccidenteerd terrein waardoor regenwater stagneert, of
- een meer doorlatende of 'lekkende' ondergrond in combinatie met een tijdelijk hogere grondwaterstand.

De volwassen dieren van beide groepen van soorten zijn eveneens afhankelijk van de vegetatiestructuur (schuilmogelijkheden).

2. *Een geringe predatordichtheid.*
Predatoren ontbreken meestal in geïsoleerde moeras/dras-gebieden situaties die niet in verbinding staan met permanent oppervlaktewater en ook op plaatsen waar het milieu sterk wisselt.

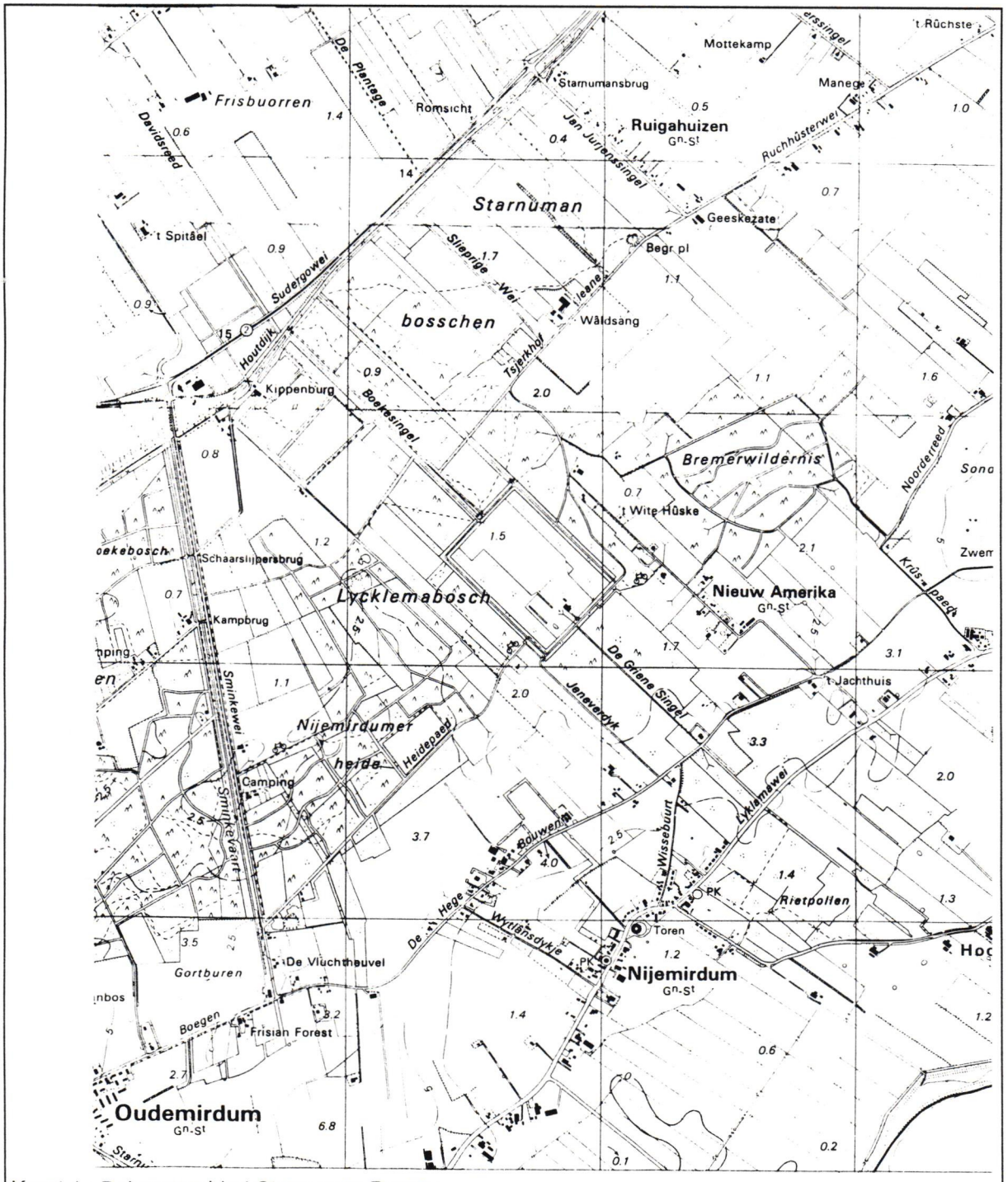
3. *Een voldoende groot voedselaanbod voor de larven.*
Het aanbod kan bestaan uit dierlijke micro-organismen, algen en plantenresten. Bij enige eutrofiëring zal het voedselaanbod hoger zijn.

4. *Geschikte klimatologische omstandigheden.*
Een voorbeeld is een wisseling in neerslag waarbij tijdelijk waterplassen worden gevormd. Verder is de ontwikkeling van eieren en larven mede afhankelijk van de temperatuur afhankelijk.

1.3 Gebiedsbeschrijving

De Starnuman Bossen (107 ha - zie kaart 1) worden gekenmerkt door de aanwezigheid van een dicht greppelstelsel. Deze greppels zijn in de negentiende eeuw diep ingegraven (circa 80-120 cm) om de eikehakhoutproductie te bevorderen. De tussen de greppels gelegen terreinen (rabatten) zijn hierbij circa 30-40 cm opgehoogd bij een gemiddelde breedte van 5-8 m. De grondwaterstand in het gebied vertoont grote verschillen. De gemiddeld laagste grondwaterstand ligt tussen 50 cm en meer dan 160 cm beneden maaiveld. De gemiddeld hoogste grondwaterstand wisselt per locatie van minder dan 40 cm tot meer dan 80 cm beneden maaiveld (van der Veen & van Horssen 1992). Gezien de samenstelling van de bovenste bodemlaag (dekzand) volgt de waterstand in de greppels de wisselingen in het grondwater. Hierdoor kunnen de greppels worden beschouwd als temporaire wateren, die een potentieel leefgebied vormen voor de ontwikkeling van steekmuggen. De ingrepen in de waterhuishouding hebben plaatsgevonden in het voorjaar van 1994. Hierbij is de watervoering van de Starnuman Bossen losgekoppeld van de watervoering in de omliggende gebieden.

Om dit te bewerkstelligen is langs de noordzijde van de Starnuman Bossen een watergang gegraven om de afwatering van de omliggende gebieden te waarborgen. De afwaterende greppels van het gebied zijn alle afgesloten en is aan de noordoost-rand een overloop op 0,0 m NAP geconstrueerd. In de winter van 1994 / 1995 zijn de ingrepen in werking getreden.
In het noordelijk deel van de Starnuman Bossen wordt het gebiedseigen water zoveel mogelijk vastgehouden. Hierdoor moet er een ontwikkeling van levensgemeen-schappen plaatsvinden van de gradiënt open water en eikenbos in oligotroof milieu. Het zuidelijk deel is aangemerkt als bosreservaat, waarbij zich levengemeenschappen moeten ontwikkelen van oud eikenbos (Beheersplan Gaasterlân 1991).



Kaart 1 : Beheersgebied Starnuman Bossen

2. Doel

Het doel van het onderzoek is het opsporen van de oorzaak van de steekmug-genoverlast in de directe omgeving van de Starnuman Bossen en het aangeven van mogelijke beheersmaatregelen. Meer specifiek staan de volgende vragen centraal:

1. Welke specifieke factoren geven in de Starnuman Bossen aanleiding tot massale ontwikkeling van steekmuggen?
2. In hoeverre is deze overlast een gevolg is van wijzigingen in de waterhuishouding?
3. Welke beheersmaatregelen kunnen het probleem verkleinen dan wel oplossen?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden dienen de in hoofdstuk 2 genoemde 4 randvoorwaarden voor steekmugontwikkeling in het gebied te worden onderzocht. Om de omvang van de overlast in beeld te brengen is het eveneens noodzakelijk de 'natuurlijke' dichtheid van steekmuggen in een vergelijkbaar gebied, waar geen wijzigingen in de waterhuishouding zijn opgetreden, te meten.
Om bovenstaande vragen van de beheerder van het gebied te kunnen beantwoorden zijn een aantal onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Welke soorten steekmuggen veroorzaken de overlast en wat is de autecologie van deze soorten?
2. Wat is de verspreiding van de larven van de aangetroffen soorten in de Starnuman Bossen?
3. Wat zijn de natuurlijke aantallen steekmuggen, gemeten in een vergelijkbaar bos met een ongewijzigde waterhuishouding?
4. Hoe ziet het habitat van de larven (in het bijzonder de broedplaats) eruit? Met broedplaatsen worden die plaatsen bedoeld waar steekmuglarven in verhoogde aantallen voorkomen? Voor het beschrijven van het habitat worden de factoren hydrologie (met name het temporair en open water in relatie tot klimaat/weer), hydrochemie, terreinaccidentatie en -begroeiing in relatie tot het voorkomen van larvale en pupale steekmuggen en overige macrofauna in de Starnuman Bossen vastgesteld.
5. Welke beheersmaatregelen kunnen worden genomen om overlast te voorkomen dan wel te verminderen met andere woorden om een 'natuurlijk' achtergrondsniveau in aantallen steekmuggen te verkrijgen en te handhaven?

3. Materiaal en methoden

3.1 Inleiding

Uit de randvoorwaarden voor het massaal optreden van steekmuggen is een aantal te onderzoeken factoren afgeleid;

- de populatiedynamiek van de steekmuggen; uitgedrukt in het aantalsverloop gedurende het jaar van steekmuglarven, -poppen en adulten in de Starnuman Bossen en een vergelijkbaar hydrologisch ongewijzigd eikehakhoutbos.
- de terreingesteldheid; uitgedrukt in accidentatie en vegetatiestructuur,
- de hydrologie; uitgedrukt in mate van natheid, waterstandswisseling, en waterdiepte,
- de hydrochemie; uitgedrukt in de parameters pH en EGV,
- de weersgesteldheid.

Door deze factoren, bij voorkeur gebiedsdekkend gedurende een jaar, te meten kan een beeld worden verkregen van de relatie tussen de milieuomstandigheden, het oppervlak en de aard van temporaire wateren en de aantallen larvale en volwassen steekmuggen. Op basis hiervan kan worden aangegeven aan welke randvoorwaarden het gebied moet voldoen om een zo laag ('natuurlijk') mogelijke achtergrondpopulatie van steekmuggen te verkrijgen. Daarnaast kan in het kader van beheer aangegeven worden wat vanuit de abiotiek mogelijk is ten aanzien van de keuzen om terreingedeelten nat, droog of anderszins in te richten.
Een combinatie van een systematisch gebiedsdekkend onderzoek en een wekelijkse monitoring zou het probleem effectief in beeld brengen. Deze aanpak was binnen de beschikbare middelen niet te realiseren. Daarom is het onderzoek in eerste instantie als verkennend onderzoek opgezet in de vorm van een wekelijkse monitoring op enkele locaties en is het aantal handelingen geminimaliseerd.

3.2 Wekelijkse monitoring

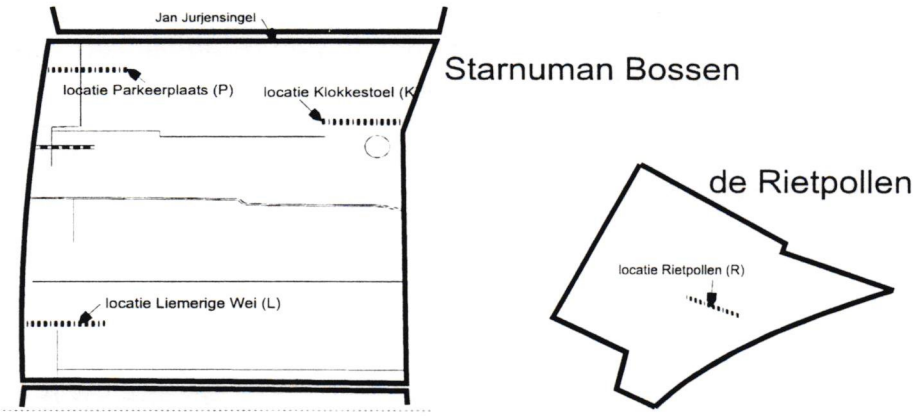
3.2.1 Steekmuglarven/-poppen en hun milieu

- Locaties:
  Op basis van een verkennend terreinbezoek zijn vier locaties geselecteerd voor wekelijkse monitoring, die representatief worden geacht voor de aanwezige variatie in abiotische (hydrologie, hydrochemie, accidentatie, e.d.) en biotische (vegetatiestructuur, overige macrofauna, e.d.) omstandigheden in de greppels. De geselecteerde greppels zijn relatief lang watervoerend (ongeveer tot eind mei of langer). Eén locatie functioneert als referentiesituatie en is in de Rietpollen gelegen. Dit is een bosperceel met een overeenkomstig beheer, structuur en watervoering als de Starnuman bossen, behalve dat hier geen veranderingen in de waterhuishouding hebben plaats gevonden. Op de locaties zijn merktekens aangebracht voor de exacte plekken.
  De locaties zijn (zie ook kaart 2):
  ⇒ Parkeerplaats (=P) (115 m) een greppel in de noordwesthoek van het gebied nabij de Starnumansbrug, de greppel is loodrecht op de westelijke bosrand gelegen;

⇒ Klokkestoel (=K) (100 m) een greppel gelegen in het laagste deel van het gebied, 40 meter ten noorden van de klokkestoel bij de begraafplaats, de greppel ligt loodrecht op de oostelijke bosrand / Kerkhoflaan;

⇒ Liemerige Wei (=L) (55 m) een greppel gelegen in het midden van de westelijke bosrand en is de relatief hoogst gelegen locatie van de de geselecteerde locaties - deze locatie kan als een vergelijking fungeren omdat door een hogere ligging in het terrein de waterhuishoudkundige ingrepen minder invloed hebben;

⇒ Rietpollen (=R) (112 m) deze greppel heeft een centrale ligging in het gebied en is aan de zuidoostzijde verbonden met een watergang;



Kaart 2 : Bemonsteringslocaties larven/poppen

- Weersgesteldheid:
  Per meetdag is de weersgesteldheid beschreven op de bemonsteringslocaties van adulten. Hiertoe zijn de parameters bewolking, windsnelheid, neerslagfrequentie en neerslaghoeveelheid geklassificeerd (zie bijlage 2) en is de betreffende klasse genoteerd. Tevens zijn m.b.v een thermometer en een hygrometer respectievelijk de luchttemperatuur en de luchtvochtigheid opgenomen. De cijfers zijn overgenomen uit het MNOV Bulletin 'Maandoverzicht neerslag en verdamping in Nederland, De Bilt, 66e jaargang nrs 1-12. De neerslaggegevens zijn afkomstig van het KNMI station 'Oude Mirdum, de verdampingsgegevens zijn volgens de referentie gewasverdamping (Makkink) van het KNMI-station te Leeuwarden.

- Waterstanden:
  Op de monitorlocaties zijn op de diepste plekken peilschalen geplaatst, die wekelijks zijn afgelezen.

- Meting en kartering van de lengte watervoerend traject en waterdiepte:
  Steeds is de lengte opgemeten waarover de greppel watervoerend is. De waterdiepte is wekelijks opgenomen over het meettraject in de greppel.

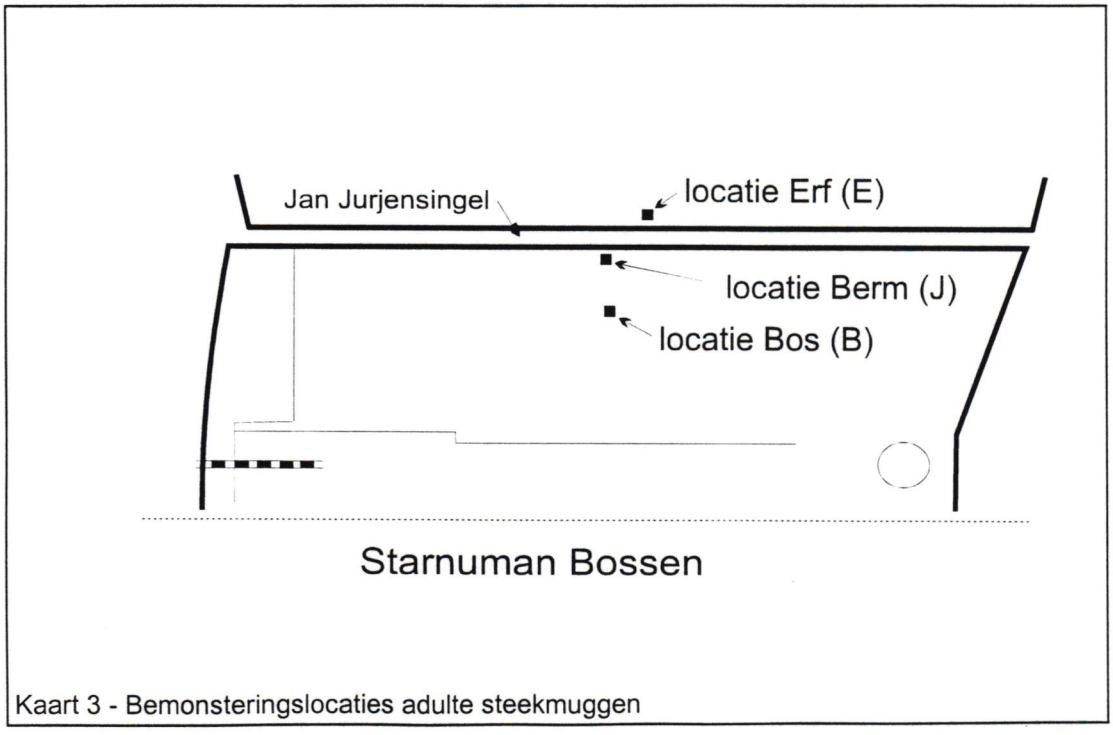
- Steekmuglarven en -poppen:
  Het verzamelen van steekmuggen is uitgevoerd volgens de methoden beschreven in bijlage 1. De aantallen larven en poppen zijn per schep (met een appelmoeszeef) bepaald. De bemonstering is uitgevoerd vanaf week 11 tot en met week 39.

- Milieuvariabelen:
  Op iedere locatie zijn van het water opgenomen de watertemperatuur (°C), de luchtvochtigheid, de pH en het EGV (de beide laatste maandelijks).

Alle verkregen meetwaarden zijn op een veldformulier genoteerd. Bij afwijkingen van de handleiding (bijlage I) is dit vermeld.

3.2.2 Volwassen steekmuggen

- Locaties (zie kaart 3):
  Op de volgende locaties zijn volwassen steekmuggen bemonsterd:
  ⇒ Erf (=E) in een greppel tussen de bebouwing (Ruigahuizen - Jan Jurjensingel 2) ten noorden van de Jan Jurjensingel;
  ⇒ Berm (=J) is een relatief open randzone tussen de bebouwing en het bos met een maaibeheer, zuidelijk gelegen van de Jan Jurjenssingel;
  ⇒ Bos (=B) een plek ± 50 m in het bosreservaat.



Kaart 3 - Bemonsteringslocaties adulte steekmuggen

- Bemonstering volwassen steekmuggen:

Het verzamelen van volwassen dieren is uitgevoerd volgens de 'human bait' techniek gedurende de vliegperioden (circa 10 weken in voorjaar en eventueel circa 8 weken in zomer). De methode is beschreven in bijlage II.

3.3 Gegevensverwerking

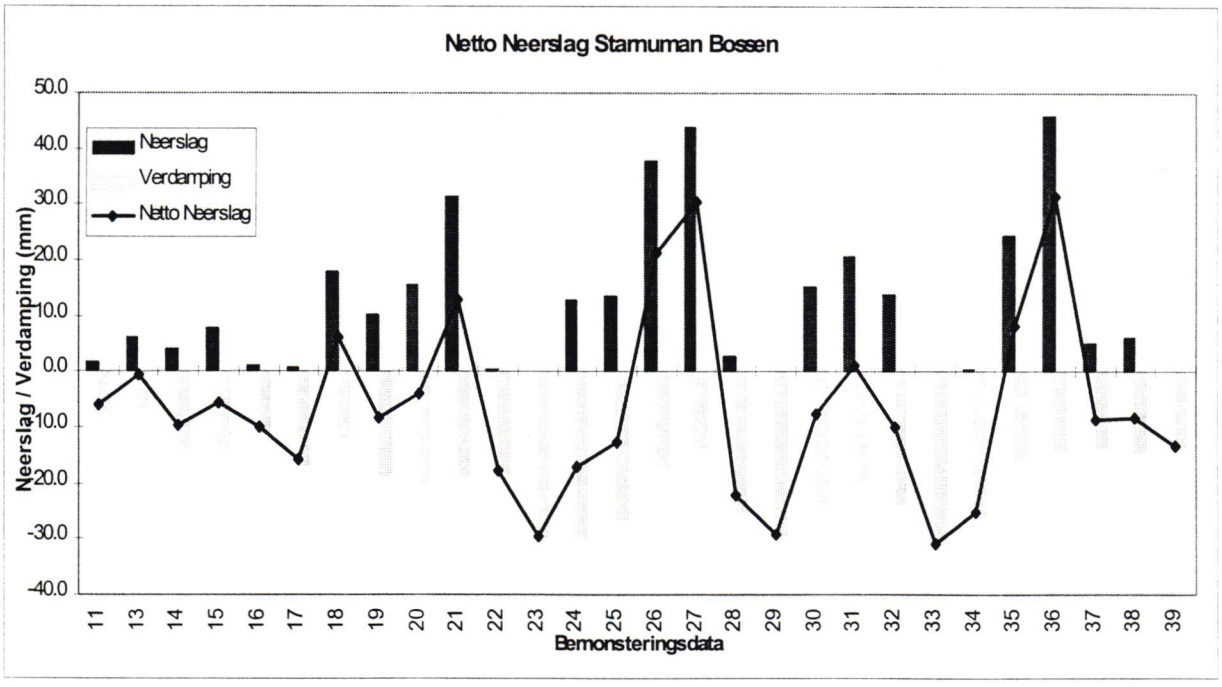
Het tijdens het monitoren verzamelde materiaal is m.b.v. grafische opties uit het programma EXCEL bewerkt. De verschillende gemeten parameters zijn tegen de tijd (weeknummer) uitgezet. In deze patroonanalyse fungeerde tijd steeds als x-as.
Het verzamelde biologische materiaal is, voor zover mogelijk, tot op soortsniveau gedetermineerd. Hierbij zijn larven, poppen en adulten apart verwerkt en geteld. Bij de larven is onderscheid naar stadium gemaakt. Alleen vierde stadium larven zijn tot op soortsniveau gedetermineerd.
Ook het biologische materiaal is op patroon in de tijd (x-as als weeknummer) geanalyseerd.

4. RESULTATEN

4.1 Weersgesteldheid

4.1.1 Neerslag en verdamping

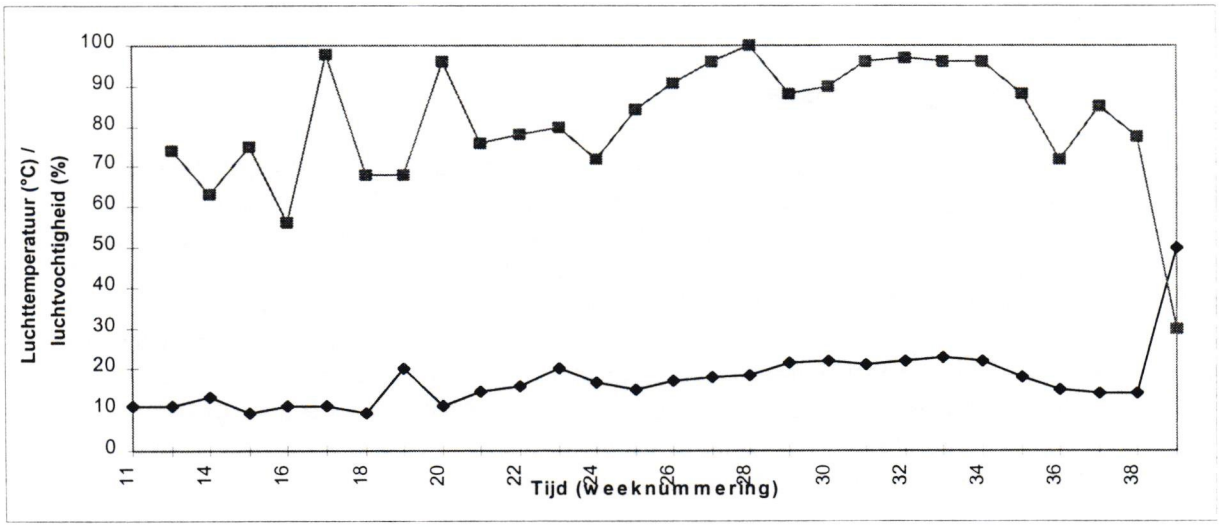
Het neerslagtekort in de zomer van 1997 is gemiddeld (174 mm). Neerslag viel in de perioden van week 19-22, 25-28, 31-33 en 36-37 (figuur 1). De natste periode in deze zomer viel in de weken 27-28 en 36-37 met de hoogste neerslag hoeveelheid en de laagste verdamping. Opgemerkt moet worden dat de voorgaande winter relatief een droge winter is geweest en daardoor van invloed op de ontwikkeling van steekmuggen.



Figuur 1: Relatie tussen de neerslag (mm) en verdamping (mm) uitgedrukt in de netto neerslag voor de regio Friesland-Zuid.

4.1.2 Luchttemperatuur en luchtvochtigheid

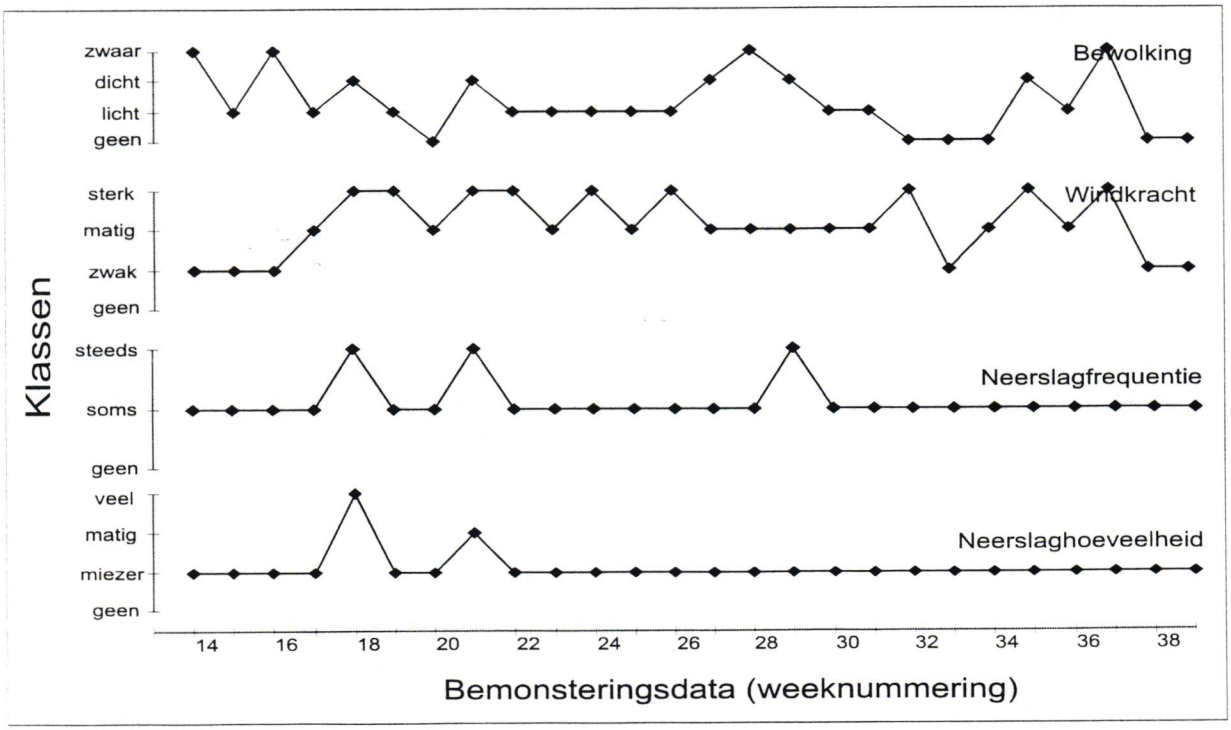
De luchttemperatuur neemt na een kleine daling in week 16 geleidelijk toe tot week 35 (circa 10 °C) met uitschieters in week 20 en 24. Na week 35 daalt de temperatuur geleidelijk. De luchtvochtigheid vertoont grote schommelingen in de periode tot week 23. Lage waarden komen voor in week 15, 17, 19 en 20. Ook week 26 en 37 zijn relatief droog. In figuur 2 zijn de gemiddelden van de meetwaarden afkomstig van de locaties voor adulte steekmuggen weergegeven.



Figuur 2: Gemiddelde luchttemperatuur (°C) en luchtvochtigheid (%) gemeten op de bemonsteringslocaties voor adulte steekmuggen.

4.1.3 Locale weersgesteldheid

De parameters bewolking, windsnelheid, neerslagfrequentie en neerslaghoeveelheid zijn in figuur 3 weergegeven. Alleen in de weken 18 en 21 regende het af en toe tijdens het verzamelen van adulten. Hierdoor kan het aantal gevangen adulten op betreffende data lager zijn. Onbewolkte dagen betroffen week 20, 32, 33, 34 en 38. De wind was steeds zwak tot matig behalve in week 14, 15, 16 33 en 38. Op deze data was er geen wind.



4.2 Het greppelmilieu

4.2.1 Zuurgraad en geleidingsvermogen

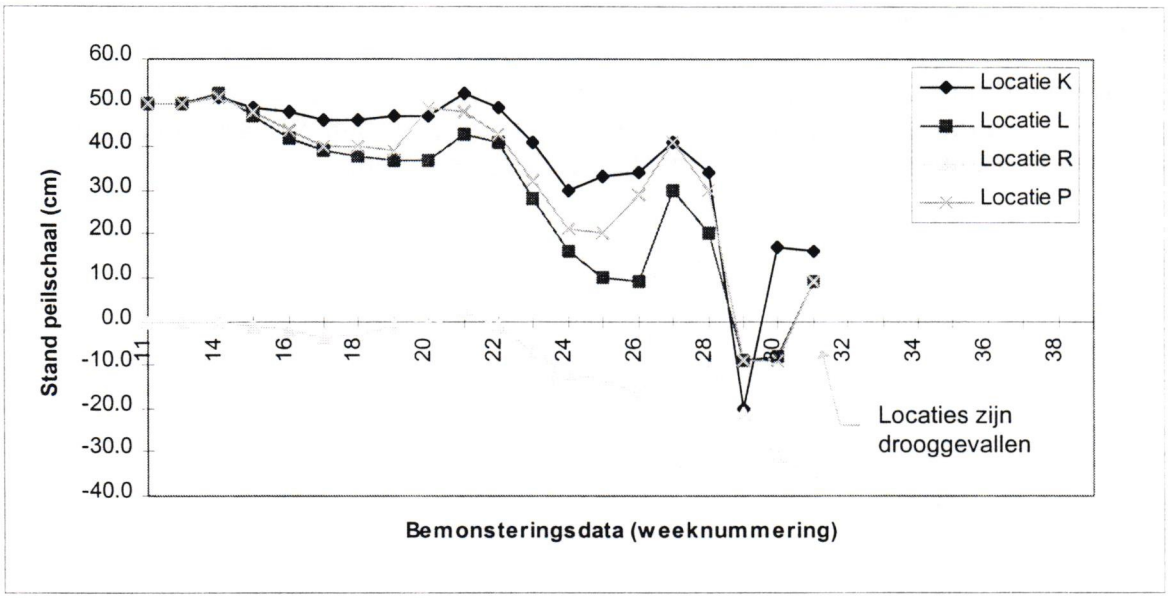
Tabel 1 geeft een overzicht van de zuurgraad en het geleidingsvermogen gemeten op de vier bemonsteringslocaties voor larven. Het geleidingsvermogen neemt af in de tijd. De waarden zijn normaal voor matig ionenrijke wateren. Toch blijken de waarden voor de zuurgraad laag. De Klokkestoel is zwak zuur, de overige locaties kunnen als zuur worden aangemerkt. Hier is de invloed van verzuurde neerslag groot. Het geleidingsvermogen van de referentielocatie (Rietpollen) is vergelijkbaar met die van de locaties in de Starnuman Bossen. De zuurgraad is vergelijkbaar met de locaties Liemerige Wei en Parkeerplaats. In augustus is in de Rietpollen de zuurgraad gestegen tot zwak zuur terwijl het geleidingsvermogen is gedaald. Mogelijk als gevolg van een vergrote invloed van minder zuur regenwater.

Tabel 1. Het geleidingsvermogen en de zuurgraad op de vier bemonsterings-locaties voor steekmuglarven.

Datum	09-04-97		28-05-97		06-08-97		14-01-98	
Parameter	EGV	pH	EGV	pH	EGV	pH	EGV	pH
Locatie:								
Klokkestoel (K)	249	5.2	240	5.5	-	-	365	3,86
Liemerige Wei (L)	319	3.6	247	3.6	-	-	358	4,61
Parkeerplaats (P)	265	3.9	238	4.2	-	-	413	3,60
Rietpollen (R)	305	4.2	229	4.2	200	5.5	219	4,11

4.2.2 Waterpeil

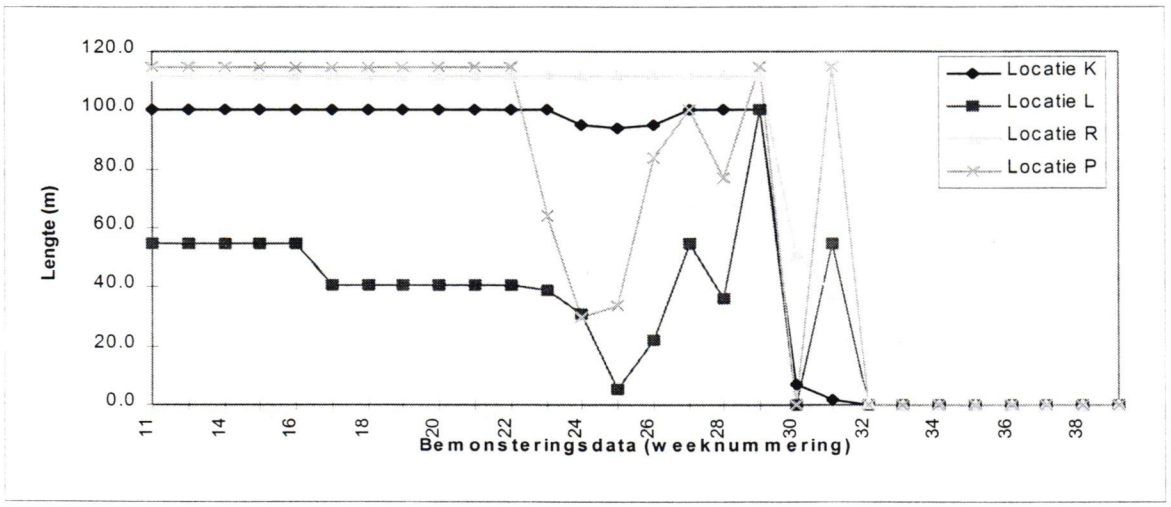
Het peil van de drie locaties in de Starnuman Bossen volgt elkaar redelijk (figuur 4). Tussen week 11 en week 16 is het gelijk. Daarna daalt het peil het sterkst in de Liemerige Wei, minder bij de Parkeerplaats en het minst bij de Klokkestoel. Het patroon, de lichte stijging in week 22 en in week 28 is op alle drie de locaties zichtbaar. Na week 29 daalt het peil op alle locaties tot nul of daaronder om vervolgens in week 31-32 weer toe te nemen. Op de referentielocatie is het peil veel lager. Het patroon is echter vergelijkbaar met de overige locaties.



Figuur 4 : Gemeten waterhoogte (peilschaal) in de greppels

4.2.3 Watervoerend traject

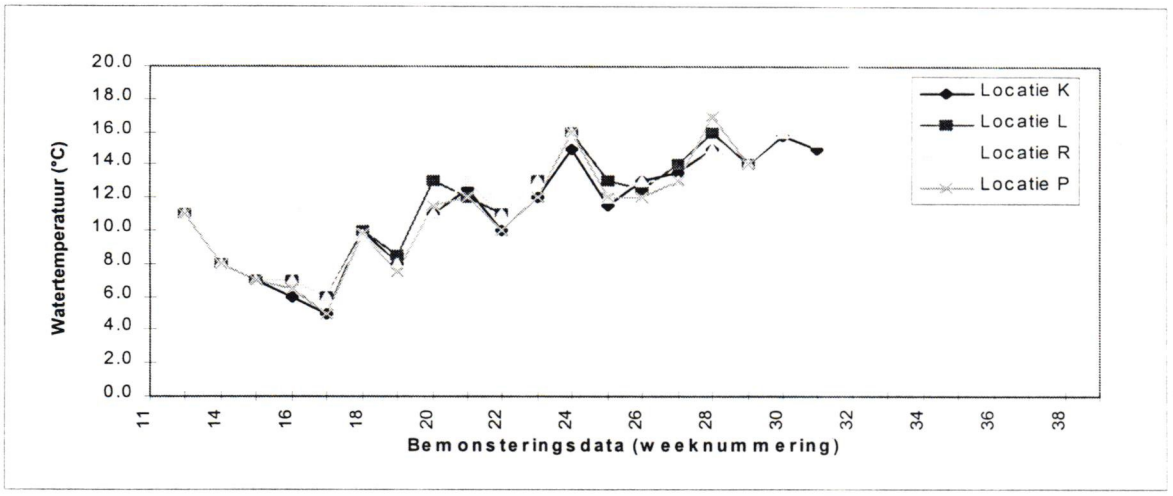
De lengte van het watervoerend traject in de bemonsterde greppels blijft tot week 23 op alle locaties gelijk behalve op de Liemerige Wei waar een verkorting in week 17 te zien is (figuur 5). Nabij de Parkeerplaats droogt het traject snel in tussen week 22 tot week 25 om vervolgens weer toe te nemen. De Liemerige Wei vertoont een veel geringere indroging. De Klokkestoel en de Rietpollen ondergaan geen wijziging tot week 30, waarna de Klokkestoel, de Liemerige Wei en de Parkeerplaats droogvallen en de Rietpollen verder indroogt. Na een vernatting in week 31 zijn vanaf week 32 alle locaties over het gehele traject droog.



Figuur 5: Lengte van het watervoerend traject in de greppels

4.2.4 Watertemperatuur

De watertemperatuur volgt op alle vier de locaties hetzelfde patroon (figuur 6). Tot eind april (weeknummer 17) daalt de watertemperatuur van ruim 10 naar circa 5 °C om vervolgens tot in augustus naar circa 15-20 °C op te lopen.



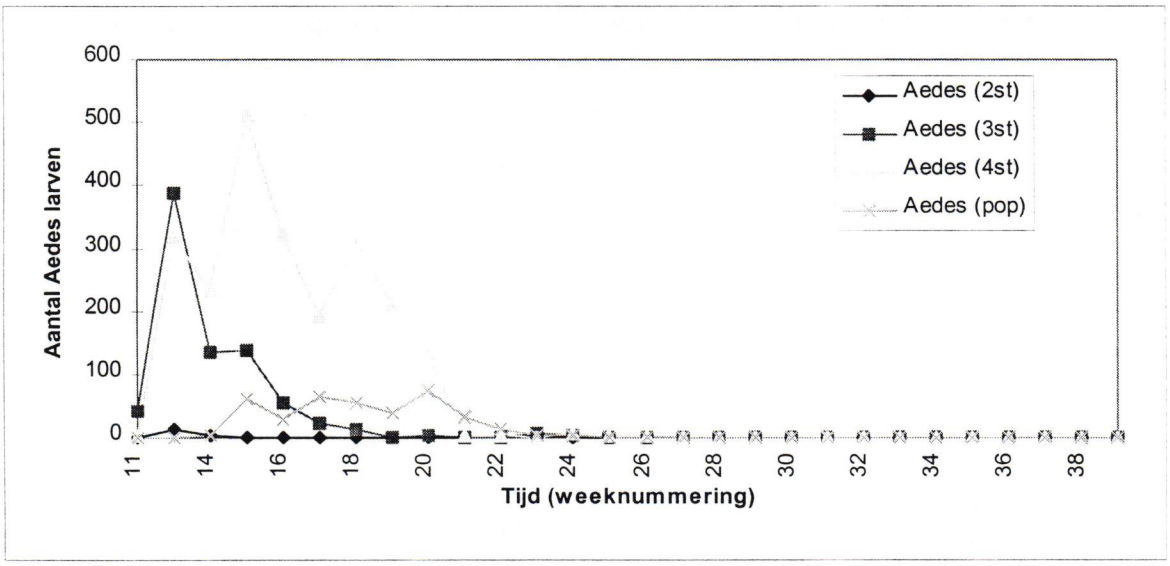
Figuur 6: Watertemperatuur in de greppels

4.3 Steekmuglarven en -poppen

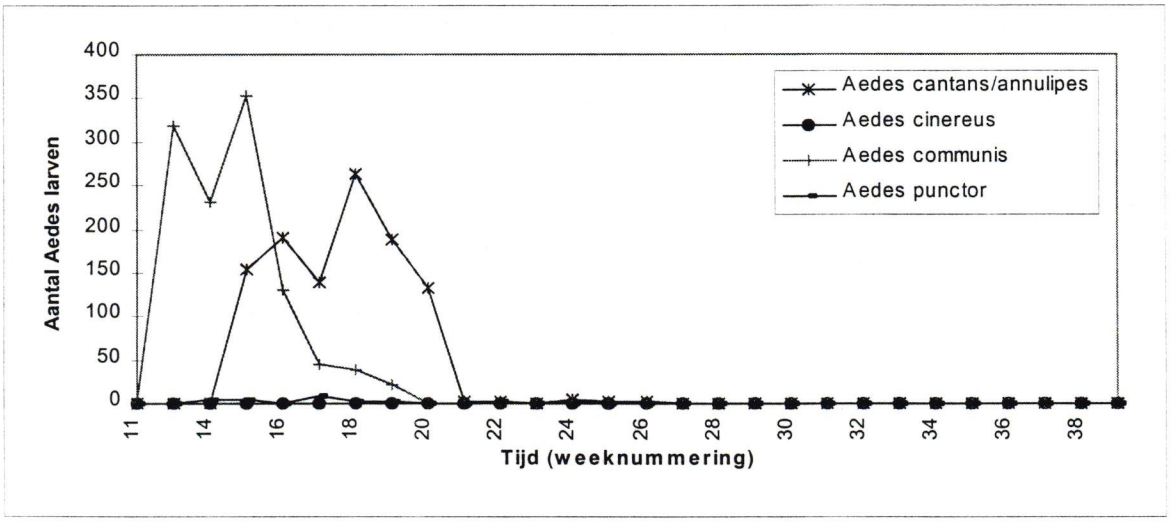
4.3.1 Locatie Klokkestoel (K)

In figuur 7 blijkt dat relatief geen 1ste (niet in de figuur) en weinig 2de stadium larven zijn verzameld. Dit is een gevolg van de wijze van verzamelen (scheppen aan het oppervlak van het water) en de ecologie van deze larven. De jongere stadia van larven van steekmuggen bevinden zich vaak nog op of nabij de bodem. Hun geringe omvang maakt dat vooralsnog een zuurstofopname door de huid voldoende is. Het aantal verzamelde larven in week 11 is nog gering. Vanaf week 13 is het aantal hoger, echter neemt het aantal derde stadium larven vanaf die week ook af. Het aantal vierde stadium larven neemt toe en loopt af tot week 21. Poppen zijn in relatief lage aantallen tussen week 14 en week 22 aanwezig. Door het relatief snel verpoppen van steekmuglarven worden altijd lagere aantallen poppen verzameld.

De vierde stadium larven behoren voor het overgrote deel tot de soorten *Aedes communis* en *A. cantans/annulipes* (figuur 8). Het soortsverloop van vierde stadium larven duidt op een opeenvolging van soorten. Vanaf week 13 tot week 15 domineert *A. communis* de populatie. In week 16 neemt *A. cantans/annulipes* het over en domineert tot en met week 20. *A. punctor* komt tussen week 13 en 24 in geringe aantallen voor. *A. cinereus* ontbreekt.



Figuur 7: Ontwikkeling van larven/poppen op locatie Klokkestoel (K)

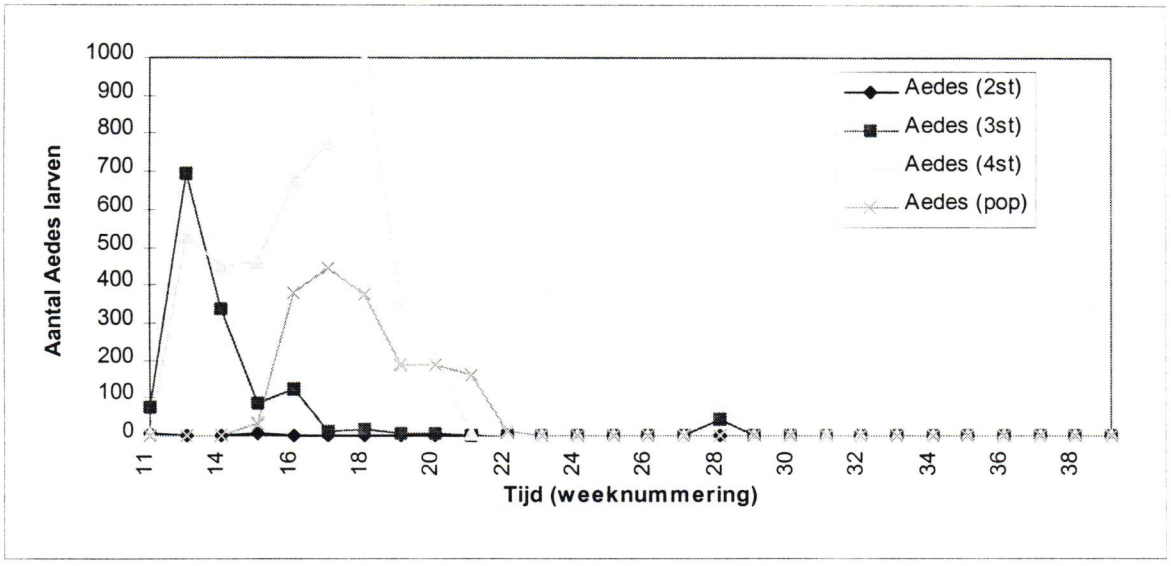


Figuur 8: Soortsverloop van de steekmuggen op locatie Klokkestoel (K)

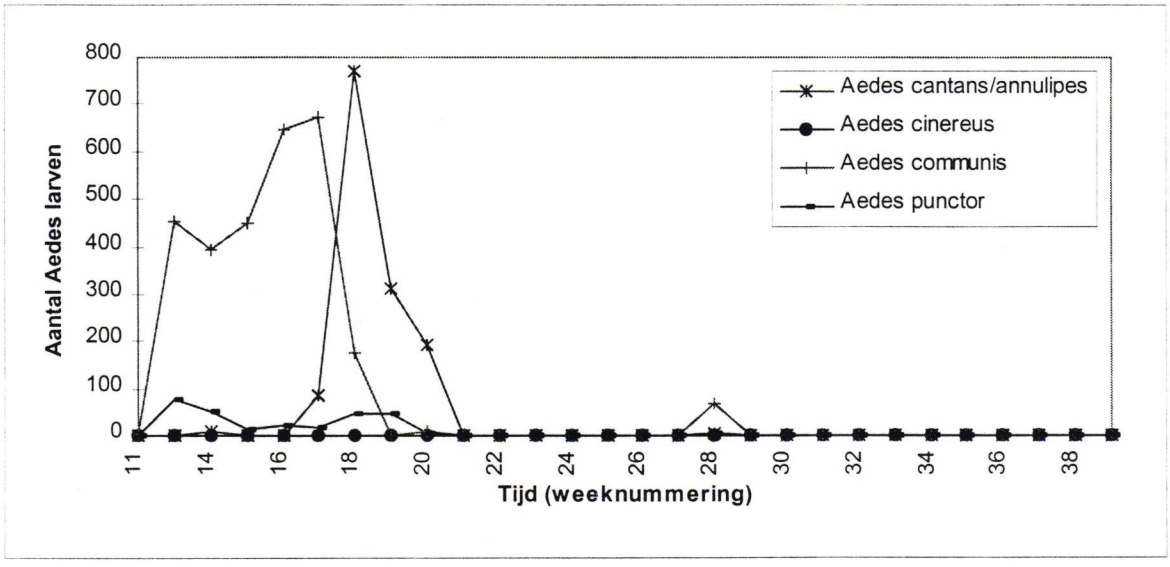
4.3.2 Locatie Liemerige Wei (L)

Het patroon in aantal en opeenvolging van stadia op de locatie Liemerige Wei (figuur 9) is vergelijkbaar met Klokkestoel (figuur 8). Alleen ligt het maximum op deze locatie in week 18. De opeenvolging tussen derde, vierde en pop-stadium is eenduidiger. Er is een kleine opleving van steekmuglarven in week 28.
Ook op de Liemerige Wei zijn *Aedes communis* en *A. cantans/annulipes* de dominante soorten, met in geringe aantallen *A. punctor* en incidenteel *A. cinereus* (figuur 10). A. communis is de vroege voorjaarssoort met een dominantie in week 13-17 terwijl *A. cantans/annulipes* vanaf week 18 tot week 20 domineert.

Tegelijkertijd met *A. communis* is ook *A. punctor* aanwezig. De opleving in week 28 betreft *A. communis*. *A. cinereus* ontbreekt.



Figuur 9: Ontwikkeling van larven/poppen op locatie Liemerige Wei (L)



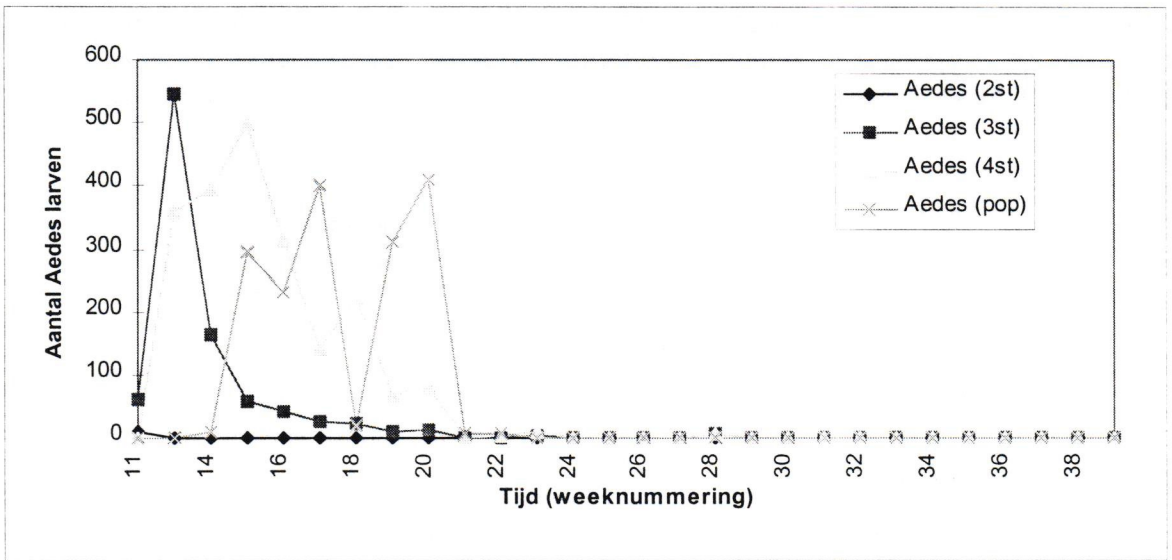
Figuur 10: Soortsverloop van de steekmuggen op locatie Liemerige Wei (L)

4.3.3 Locatie Parkeerplaats (P)

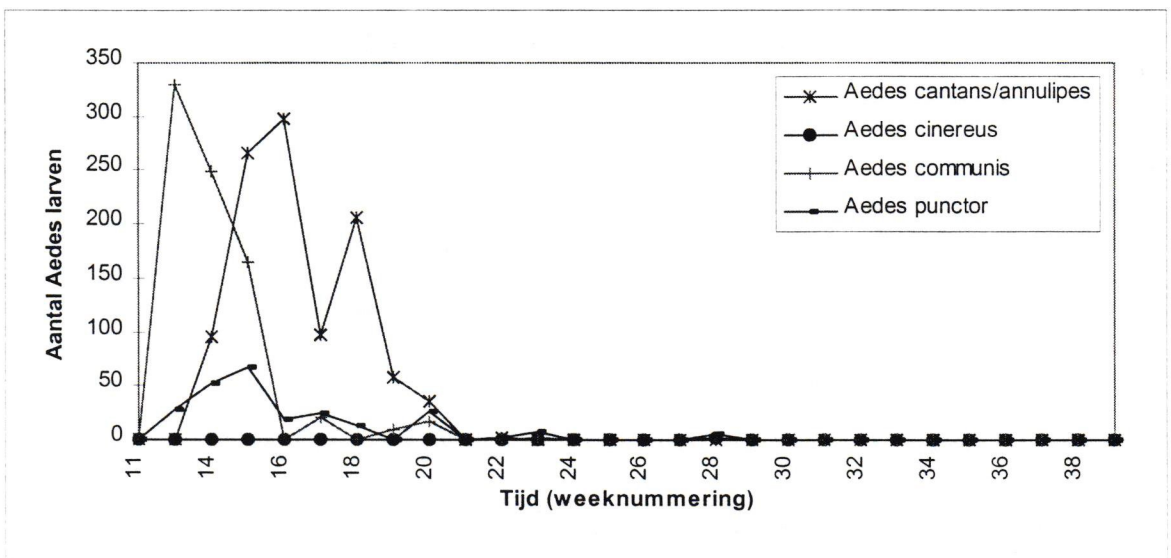
Op deze locatie zijn meer derde stadium larven verzameld (figuur 11). De opeenvolging van derde, vierde en pop-stadium is explicieter met minder overlap dan op beide vorige locaties.

Mogelijk is het dal in aantal poppen in week 18 een gevolg van toeval. Na week 18 zijn de vierde stadium larven en na week 20 ook de poppen bijna volledig verdwenen. Ook hier is een kleine opleving in week 28 waargenomen.

Opnieuw is de opeenvolging van *A. communis* en *A. cantans/annulipes* zichtbaar (figuur 12). De eerste genoemde domineert in week 13 en 14 terwijl de tweede vanaf week 15 dominant is. Ook *A. punctor* bereikt haar top aantal in week 15. Na week 20 zijn de larven verdwenen. *A. cinereus* is slechts éénmaal aangetroffen.



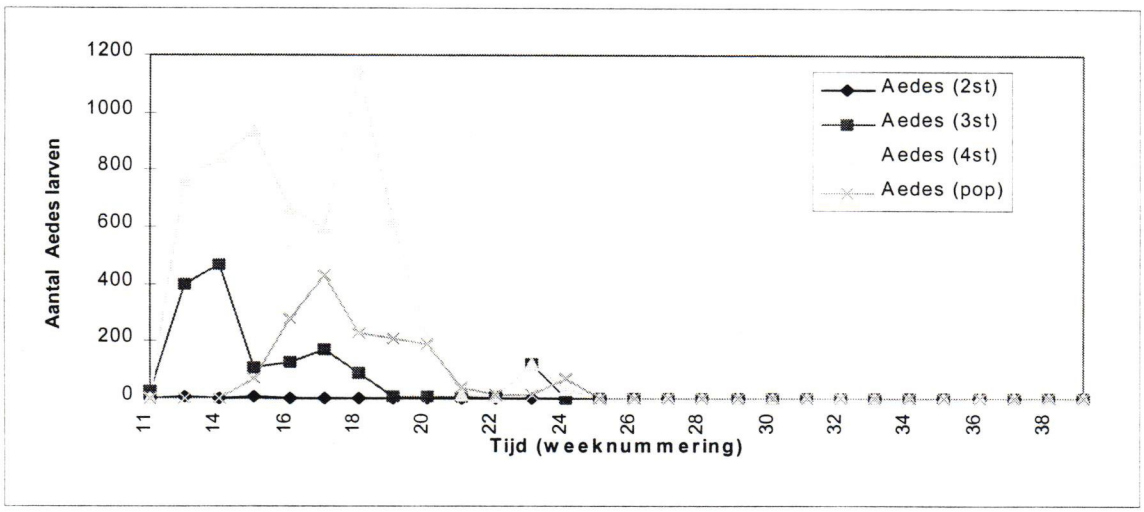
Figuur 11: Ontwikkeling van larven/poppen op locatie Parkeerplaats (P)



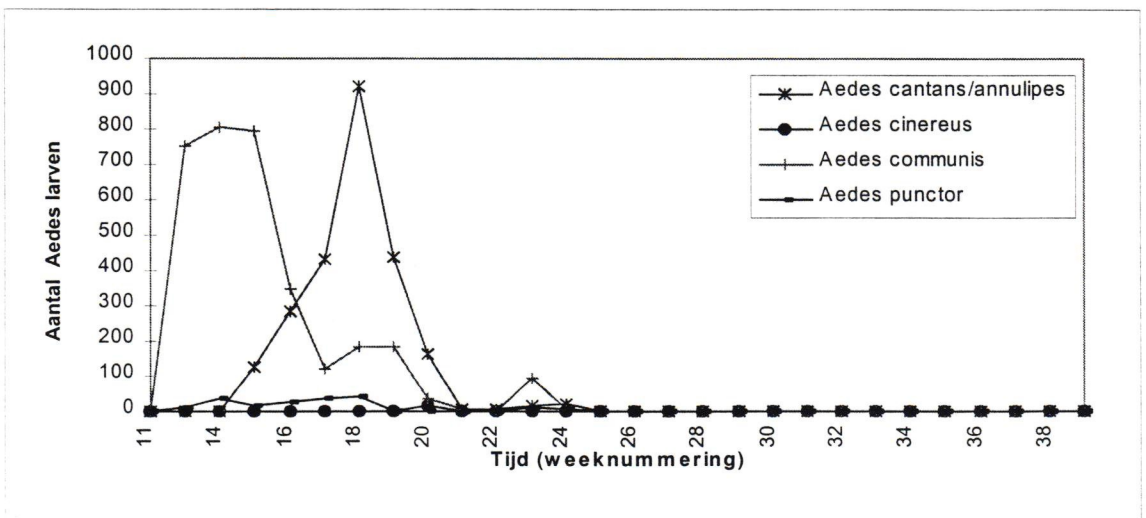
Figuur 12: Soortsverloop van de steekmuggen op locatie Parkeerplaats (P)

4.3.4 *Locatie Rietpollen (R)*

In de Rietpollen lopen derde en vierde stadium larven parallel (figuur 13). Vierde stadium larven zijn echter steeds veel talrijker. Poppen verschijnen vanaf week 15 en blijven tot na week 24 aanwezig. De larven zijn na week 20 grotendeels verdwenen. Let op het dal in vierde stadium larven in de weken 16 en 17. Zoals op de drie andere locaties vormt *A. communis* de dominante, vroege voorjaarspopulatie in de weken 13, 14 en 15 (figuur 14). Vanaf week 17 tot en met week 20 is *A. cantans/annnulipes* dominant. Het gesignaleerde dal in week 16-17 (figuur 14) vormt de overgang tussen beide dominante soorten. Een tweede kleine piek in aantallen van *A. communis* is te zien in week 23. Tegelijkertijd met *A. communis* is ook een klein aandeel van *A. punctor* aanwezig. *A. cinereus* is in week 20 en 23 in lage aantallen aangetroffen.



Figuur 13: Ontwikkeling van larven/poppen op locatie Rietpollen (R)



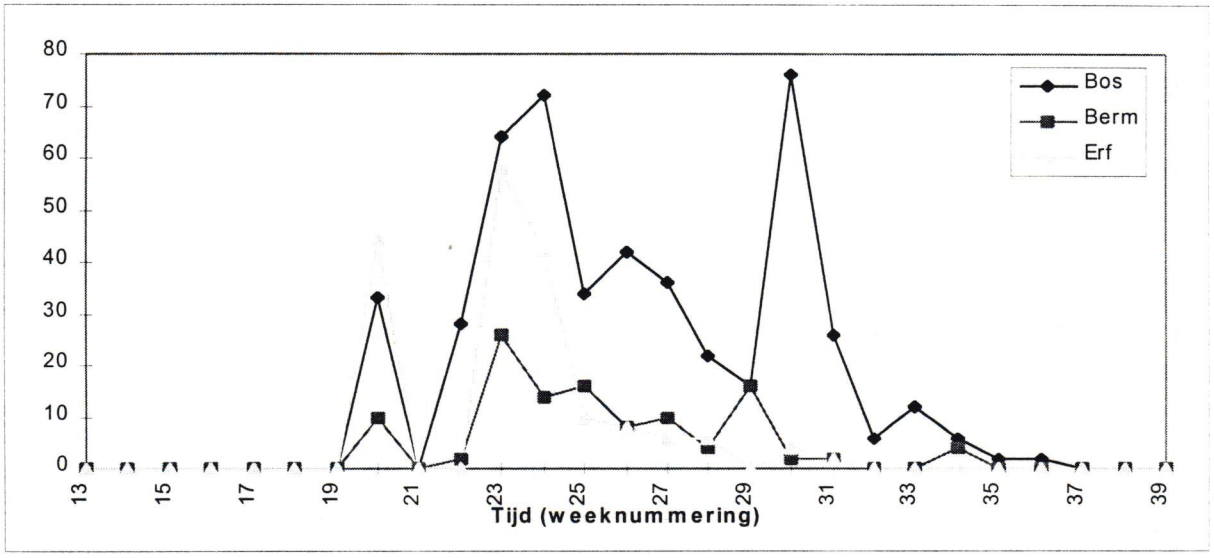
Figuur 14: Soortsverloop van de steekmuggen op locatie Rietpollen (R)

4.3.5 Samenvatting

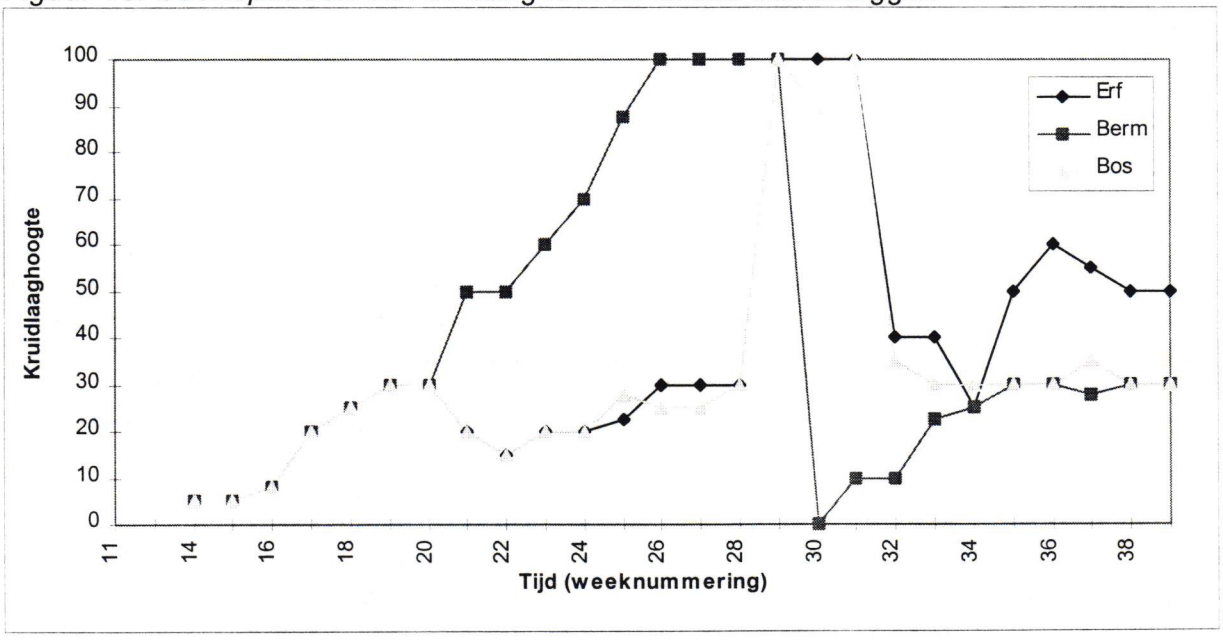
Uit de analyses blijkt dat de derde stadium larven op alle vier de locaties in week 13 de hoogste aantallen bereiken (figuren 7, 9, 11 en 13), behalve in de Rietpollen waar in week 14 het maximum wordt bereikt. De spreiding in aantallen vierde stadium larven is meer gespreid. In Klokkestoel en Parkeerplaats wordt het maximum in week 15 bereikt, in de Rietpollen loopt dit van week 15 tot en met week 18 terwijl in de Liemerige Wei het maximum in week 18 ligt. Alle locaties hebben hogere aantallen in genoemde periode. Gedurende de bemonsteringsperiode is de ontwikkeling van steekmuglarven (zie figuur 17) op de locaties L en R met enkele honderden larven beduidend groter, toch zijn ook de aantallen larven op de locaties P en K voldoende om een grote populatie steekmuggen op te bouwen. Poppen treden op tussen week 15 en week 20 met maxima in week 17 (Liemerige Wei en Rietpollen) en week 20 (Klokkestoel en Parkeerplaats).
Het patroon in de ontwikkeling van soorten (figuren 8, 10, 12 en 14) is redelijk vergelijkbaar. Allereerst ontwikkelt zich *Aedes communis* met hoge aantallen in week 13 tot en met 15-17. Met name in de Liemerige Wei loopt de ontwikkeling het langst door. Hierop volgt vanaf week 15 een talrijke ontwikkeling van *Aedes cantans/annulipes* die doorloopt tot week 18-20. Alleen in de Liemerige Wei komt deze soort pas op in week 18. *Aedes punctor* vergezelt beide genoemde soorten in lage aantallen en treedt van week 13 tot en met week 20-21 op.

4.4 Volwassen steekmuggen

Het aantal verzamelde volwassen steekmuggen is gestandaardiseerd naar vangst per 10 minuten. In figuur 15 zijn de aantallen verzameld op Erf, Berm en Bos uitgezet. De aantalspatronen volgen hetzelfde patroon op alle drie de locaties. Alleen het Bos kent in week 30 een duidelijke uitschieter die niet op beide andere locaties is waargenomen. Na een eerste opleving in week 20 vallen de aantallen in week 21 en 22 sterk terug om in week 23 en 24 de (bijna) hoogste aantallen te bereiken. Tussen week 25 en 37 worden de aantallen (behalve in het Bos) steeds lager.
In het algemeen volgen de aantallen van Erf en Berm elkaar goed behalve in de weken 20, 23 en 24 waarin de aantallen op Erf veel hoger zijn. Mogelijk is hier de snel opgaande kruidlaag (figuur 16; beschutting en hogere luchtvochtigheid) debet aan.
In de weken 19, 22, 23 en 24 zijn er hoge aantallen volwassen steekmuggen op locatie Erf aanwezig. In deze weken zijn klachten van omwonenden gerapporteerd.



Figuur 15: Soortspatroon van de aangetroffen adulte steekmuggen



Figuur 16: Ontwikkeling kruidlaaghoogte gedurende de bemonsteringsperiode.

4.5 Waargenomen overlast van bewoners

Door het Staatsbosbeheer (SSB) van het districht Zuidwest-Friesland is aan de bewoners gevraagd in welke mate men in 1997 overlast had van steekmuggen. Dit is vergeleken met de overlast in de jaren 1994, 1995 en 1996.
In 1994 en 1995 wordt aangegeven dat er meer overlast van muggen was. Een aantal bewoners geeft aan dat er altijd al last wordt ondervonden van steekmuggen en dat de overlast in 1995 niet beduidend anders is dan voorgaande jaren. In 1996 is er nauwelijks overlast.

In 1997 is er door de bewoners overlast gerapporteerd in de weken 19 tot 23. Dit wordt bevestigd door het soortspatroon (figuur 15) waar in de weken 19 tot 23 de hoogste aantallen steekmuggen worden waargenomen (uitgezonderd week 20). Na week 24 worden de steekmuggen nog wel waargenomen, maar ondervinden de bewoners weinig last. In het soortspatroon is er na week 24 op locatie Erf en Berm een geleidelijke afname van het aantal muggen.

4.6 Autecologie van aangetroffen soorten

4.5.1 Waargenomen soorten

Aedes cinereus

Aedes cinereus is een migrerende soort, dat wil zeggen dat het habitat van de adulten niet samenvalt met het voorkomen van de larven. De verspreiding wordt ten dele beperkt door de begrenzing van het bos met het cultuurland (Skierska 1965). Ze komen dus vooral in het bos voor. Verder is een duidelijke migratie waargenomen van individuen gedurende de dag van open naar beschaduwde gebieden (rustplaatsen) (Service 1971b).

Adulten van *A. cinereus* zijn typisch voor (rivier)bossen (Lang 1920, Natvig 1948), struikgewas (Peus 1932), (riet)oevers van grote wateren, graspollen in uitgedroogde poelen (Wesenberg-Lund 1920/21), moerassen en venen (Skierska 1965). In de meer open struik/boom vegetatie heeft *A. cinereus* zijn optimum en is hier in de zomer steeds abundant aanwezig (Mohrig 1969). De soort wordt samen met *A. cantans* en *A. punctor* gevonden (Skierska 1965).
Eieren worden afgezet op laagliggende plekken die in regenperioden onder water komen te staan (Marshall 1938, Voorhoeve 1969). Elk ei wordt apart afgezet op afgevallen blad in bodemdepressies (Wesenberg-Lund 1920/21), in de periode juni-september (Edwards et al 1939). De eieren komen pas in april uit, ook al zijn ze eerder submers (Marshall 1938).
A. cinereus overwintert als ei en prefereert voor een ongestoorde ontwikkeling een koude periode (Mohrig 1969). De helft van de eieren komt ook uit zonder koude-behandeling (Mohrig 1969, Horsfall 1963, Barr 1958) en heeft geen diapauze; ze komen bij kamertemperatuur circa twee weken na oviposition uit (Brust in Wood et al. 1979). Eieren zijn vanaf oktober tot half mei aanwezig (Wesenberg-Lund 1920/21). De vrouwelijke adulten hebben een levensduur van drie tot vier maanden en sterven voor de herfst, de mannelijke echter waarschijnlijk al in juni-juli (Denemarken; Wesenberg-Lund 1920/21). Brummer-Konvenkontio et al. (1971) namen waar dat 50 % van de totale populatie 13 tot 19 dagen na aanvang van de emergentie is uitgevlogen. De opgaven over het aantal generaties per jaar verschillen van één (Wesenberg-Lund 1920/21, Edwards et al. 1939, Marshall 1938, Natvig 1948, Service 1969), tot meerdere malen (Schneider 1913, Eckstein 1920a, Harksen et al. 1976, Barr 1958, Wood et al. 1979, Brummer-Korveenkontio et al. 1971).
De larve van *A. cinereus* kan in verschillende watertypen worden aangetroffen. De belangrijkste sturende factor is permanentie, deze soort heeft een voorkeur voor temporaire wateren (Price in Wood et al. 1979, Havelka 1978), vooral die wateren die

ongeveer de helft van het jaar water bevatten (Mohrig 1969). Door het (meso)thermofiele karakter van *A. cinereus* kunnen geen kortstondige voorjaarspoelen worden bewoond zoals de echte voorjaarssoorten dat wel doen (Skierska 1965, Mohrig 1969). Andere belangrijke limiterende milieufactoren zijn chloride (tot een maximum van 261 mg/l; Harksen et al. 1976), dimensie en zuurgraad. Er is een duidelijke voorkeur van deze soort voor kleine wateren zoals plassen (minder dan 6 m^2 en minder dan 40 cm diep; Brummer-Konvenkontio et al. 1971), sloten, greppels, poelen, rivier- en veenmoerassen, oude veenderijen, slenken in venen, broekland, drassige weiden, open verlandingszones van meren en vijvers en overstromingsgebieden van beken en rivieren (Wesenberg-Lund 1943, Edwards et al. 1939, Mohrig 1969, Wiberg-Larsen 1978, Havelka 1978). Grote permanente wateren worden gemeden (Schneider 1913). *A. cinereus* heeft een duidelijke voorkeur voor zure wateren (licht acidofiel), eventueel met Sphagnum begroeid (Peus 1951, Wiberg-Larsen 1978). Waarden voor de pH varieren van 3.0 tot 8.2 (Mohrig 1969, Zielke 1970, Brummer-Korvenkontio et al. 1971, Dix 1972b, Harksen et al. 1976, Franke 1981).
A. cinereus mijdt kleipoelen met grijs en alkalien water (Brummer-Korvenkontio et al. 1971). De optimumtemperatuur voor de larvale ontwikkeling ligt tussen 24 en 25 °C (Mohrig 1969, Brauer 1972), waarbij de mortaliteit gering is (Mohrig 1969). Een tweede generatie ontwikkelt zich sneller (hogere temperaturen), maar is minder abundant dan de eerste (minder hoge waterstand, lager aantal beschikbare eieren)(Peus 1951b). Het larvestadium wordt in circa twee maanden tot slechts acht tot tien dagen doorlopen, afhankelijk van de temperatuur (Wesenberg-Lund 1920/21). Dichtheid van andere soorten is laag in wateren bewoond door *A. cinereus* (Wojnarowicz 1960). Het verschijnen van de larven verschilt per geografische regio van begin maart tot half mei.

Aedes cantans / annulipes
De adulten hebben een voorkeur voor beschaduwde plekken zoals bos en halfopen terrein (Wesenberg-Lund 1920/21, Harksen et al. 1976, Skierska 1965). De verspreiding wordt beperkt door de begrenzing met cultuurland (barrière) (Skierska 1965). Ook in perioden van grote activiteit verwijderen de vrouwelijke adulten zich nauwelijks van de bosrand, ze komen wel voor op bosweiden (Mohrig 1969). De paring vindt plaats binnen circa een dag na emergentie van vrouwelijke adulten (Service 1977). De eieren worden 10 tot 13 dagen na het bloedmaal (Voorhoeve 1969) vanaf eind juni (Service 1977) tot augustus (Wesenberg -Lund 1920/21), hoog boven het waterniveau (Eckstein 1920a) afgezet tussen gevallen loof en mos (Mohrig 1969). Het aantal eieren varieert, afhankelijk van de grootte van de vrouwelijke adult, van 3 tot 121 (Marshall 1938) met een gemiddelde van 48 per legsel (Voorhoeve 1969) terwijl de aantallen in de opeenvolgende legsels afnemen (Service 1977). In de loop van de zomer worden twee tot vier ei-ontwikkelingscycli voltooid (Service 1977, Mohrig 1969) . De tweede generatie ontwikkelt zich sneller (hogere temperaturen) maar is niet zo abundant dan de eerste (Peus 1951b). De eieren gaan vanaf eind september tot begin januari in diapauze en dit wordt geïnduceerd door een temperatuur-daling, de terminale factor(en) is (zijn) onbekend (Service 1977). Bij 3 tot 4 °C begint de eiontwikkeling (Wiberg-Larsen 1978), Franke 1981) en strekt zich over een lange periode uit (Skierska 1965). Slechts een bepaald deel van de eieren komt uit bij elke keer dat ze onder water komen te staan (Marshall 1938). Eieren, die vroeg in het jaar niet onder water zijn komen te staan, kunnen tot begin september uitkomen, indien ze alsnog onder water komen (Service 1977). Een klein deel van de eieren, die niet onder water komen, behoudt de levenskracht voor 3,5 jaar (Service

1977). *A. cantans* kan dominant en plaagvormend zijn (Peus 1943, Knott 1959, Scherpner 1960, Mohrig 1964, Müller 1965, Zielke 1970, Dix 1972a, Rettich 1983, Harksen et al. 1976). De adulten kunnen meer dan 100 dagen leven en verschijnen vanaf april (Service 1977, Wesenberg-Lund 1920/21).
De larve van *A. cantans* is oligo- tot mesothermofiel (Harksen et al 1976). *A. cantans* voedt zich als larve met algen, schimmels en detritus (plantenresten). In de loop van de larvale ontwikkeling neemt het aandeel van detritus en fungi in de darm toe tot circa 50 % ten opzichte van algen, als gevolg van toename in de voedingsactiviteit op of nabij de bodem. *A. cantans* heeft een voorkeur voor kleine, temporaire, neutrale, chloride-arme wateren in bossen (Mohrig 1969, Service 1977, Ameen & Iversen 1978, Harksen et al. 1976, Natvig 1948, Marshall 1938, Brummer-Korvenkontio et al. 1971, Wojnarowicz 1960, Skierska 1965). Hoewel de larve een voorkeur heeft voor bos, is zij niet aangepast aan een bepaald type biotoop. In alle stilstaande wateren in (gemengd en naald)-bos worden eieren afgezet, zo ook in hoog- en laagveen (slechts kleine populaties), rietvelden, moerassige terreinen, moerassige randen van meren en vijvers en drassige weiden met geïsoleerd struikgewas (Mohrig 1969, Franke 1981, Peus 1951a, Dix 1972b). De larve komt alleen voor in niet-organisch verontreinigd water (Harksen et al. 1976). Het voorkomen van adulten en larven vertoont dezelfde ruimtelijke verdeling (Skierska 1965, Jenkins & Hasset 1951). De pH-tolerantie ligt tussen 4,1 en 7,8 (Mohrig 1969, Harksen et al. 1976). De soort is zouttolerant, tot 4000 mg/l (Mohrig 1964, Brummer-Korvenkontio et al. 1971). Er is een voorkeur voor poelen met een diep centrum waargenomen (Eckstein 1920b, Brummer-Korvenkontio et al. 1971). Er is een evenredig verband tussen ontwikkeling van de larven en temperatuurgemiddelde in stadium 2 tot en met 4 (Wiberg-Larsen 1978). De larven zoeken actief temperaturen nabij het ontwikkelingsoptimum op (bijvoorbeeld warmer water in de oeverzone) (Kirschberg 1958). Wiberg-Larsen (1978) geeft aan dat de ontwikkelingsduur van de larven varieert; stadium 1: 10-16 dagen, 2: 6-15 dagen, 3: 6-15 dagen, 4: 10-25 dagen. De larven zijn vanaf januari waargenomen.

Er zijn aantallen larven gevonden tot 2860 per vierkante decimeter wateroppervlak (Scherpner 1960). Als larvale populaties groot zijn, zijn de adulten kleiner van afmeting en rijpen ook minder eieren als normaal (voedseltekort)(Service 1977). Vanaf het uitgekomen ei tot aan de emergentie is de mortaliteit ongeveer 60 (Wiberg-Larsen 1978) tot 95 % (Lakhani & Service 1974), vooral bij de eerste stadia. De belangrijkste oorzaken zijn niet bekend, zo lijken predatoren onbelangrijk als factor. Het opdrogen van poelen is waarschijnlijk de belangrijkste factor hetgeen voor alle soorten geldt. Er is een larvaal ontwikkelingsoptimum bij 23 °C (Harksen et al. 1976). *A. cantans* heeft één (Wiberg-Larsen 1978, Ameen & Iversen 1978, Service 1969, Marshall 1938, Mohrig 1969, Wesenberg-Lund 1920/21, Skierska 1965) tot twee levenscycli per jaar (Service 1977, Franke 1981, Scherpner 1960). De meerderheid van de larven ontwikkelt zich in het voorjaar (Harksen et al. 1976, Franke 1981, Mohrig 1969), de tweede generatie ontstaat alleen bij voldoende regenval in de zomer.
Het popstadium duurt 11 tot 16 dagen (Wiberg-Larsen 1978). Ondanks niet simultaan uitkomen van de eieren vindt emergentie gelijktijdig plaats (Wiberg-Larsen 1978).

Aedes punctor
A. punctor vliegt vooral in het vroege voorjaar en is met name actief in mei en juni (Peus 1951a, Mohrig 1969, Dix 1972b). De vrouwelijke adulten vliegen alleen in

bedekt terrein (Mohrig 1969), voornamelijk in de namiddag en de avonduren, behalve op winderige en zeer hete dagen(Mohrig 1969). *A. punctor* heeft een voorkeur voor beschaduwde (relatief) koele plekken (Skierska 1965, Harksen et al. 1976, Franke 1981). Er is geen verband tussen het voorkomen van adulten en larven. De adult vliegt aanzienlijke afstanden vanaf het larvale habitat, ook naar bosgebieden in de omgeving of naar open terrein en is dan even abundant op beschaduwde als op zonnige plekken. De verspreiding wordt niet beperkt door cultuurland (Skierska 1965). Omdat de eieren na de oviposition in diapauze gaan en daarna gelijktijdig uitkomen, na een koude inductie, treden korte perioden van massale ontwikkeling op (Haufe & Burgess 1956). Een tweede generatie ontwikkelt zich sneller (hogere temperaturen) dan een eerste generatie, maar is niet zo groot (Peus 1951b). In herfst en winter komt bij gunstige weersgesteldheid een klein deel van de eieren uit (Mohrig 1969). De duur tussen het onder water komen en het uitkomen is vooral afhankelijk van de temperatuur (Marshall 1938). Er is dan ook een evenredig verband tussen de ontwikkeling van de eieren en de gemiddelde temperatuur, mits deze niet boven de optimum ontwikkelingstemperatuur komt op (Haufe & Burgess 1956). Franke (1938) nam waar dat de eerste larven al verschijnen bij circa 3.2 °C. Bij veel regenval in het najaar kunnen eieren uitkomen en als larve op de bodem van het water overwinteren. De verpopping wordt dan vertraagd tot april (Marshall 1938). *A. punctor* treedt vaak massaal op in venen en randgebieden daarvan (dominante acidofiele soort)(Mohrig 1969, Harksen et al. 1976) of in licht zuur tot neutraal water (Dix 1972a). *A. punctor* heeft één generatie (Service 1969, Skierska 1965, Haufe & Burgess 1956, Horsfall 1963, Moncadsky 1951) tot twee generaties per jaar (Peus 1951b, Scherpner 1960, Ockert 1970, Dix 1972b, Franke 1981, Vogel 1940, Mohrig 1969). Bij voldoende regenval treedt een tweede generatie op (Peus 1951, Skierska 1965). Deze zomergeneratie is beduidend kleiner dan de voorjaarsgeneratie door lagere waterstanden en minder eieren (Franke 1981, Dix 1972b).
De larve wordt vooral massaal in venige (bruin), zure, moerassige semi-permanente wateren gevonden maar is niet strikt aan dit biotoop gebonden (Harksen et al. 1976, Franke 1981, Dix 1972a/b, Natvig 1948, Moncadsky 1951, Barr 1958, Siverly & Defoliart 1968, Mohrig 1969, Brummer-Korvenkontio et al. 1971, Marshall 1938, Mohrig 1969, Peus 1929), *A. punctor* is acidofiel, met een pH optimum van 4 (3-7.9) (Mohrig 1969, Dix 1972a). De larven zijn van maart tot november gevonden.

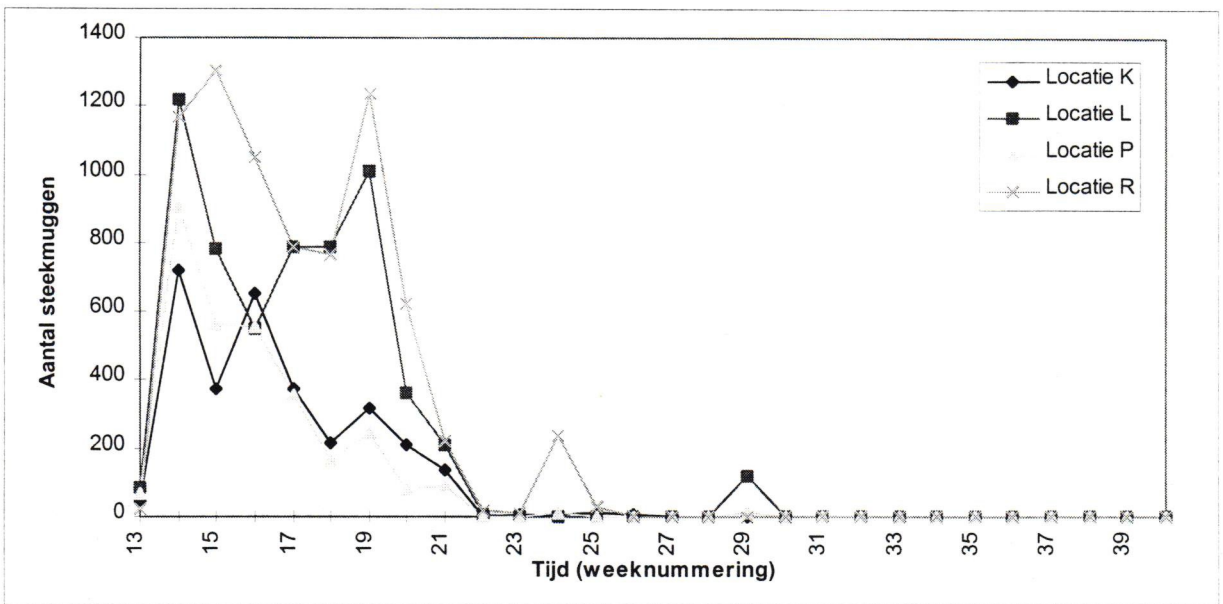
***Aedes communis* (Mohrig 1969, Cranston 1987)**
Aedes communis is een typische bosbewoner. Zowel het verspreidingsgebied van volwassenen en larven wordt door de boszoom begrensd. *A. communis* is een typische voorjaarssoort. *A. communis* zet circa 97 % van de eieren op 35-45 cm boven het diepste deel van een poel af. Eiafzetting vindt niet plaats in het diepste deel, maar op het talud van een poel of greppel, omdat dan de poel/greppel al een grotere hoeveelheid water bevat voordat de larven kunnen uit komen. Het geeft een grotere zekerheid voor de voltooiing van de larvale en pupale ontwikkeling. De larven komen bij circa 5 °C uit en ontwikkelen zich bij 7-8 °C (met hierbij een ontwikkelingstijd van 47 dagen).
Neemt de temperatuur toe tot circa 13-14 °C dan ontwikkelen de larven zich binnen 22 dagen. Boven de 14 °C vertraagt de ontwikkeling zich weer, terwijl bij circa 19-20 °C alle larven sterven. *A. communis* is daarom een koud stenotherme soort met een smalle optimum temperatuurrange (oligothermofiel). *A. communis* heeft één generatie per jaar, zelden worden in de zomer of in het najaar nog populaties aangetroffen. De larven worden in allerlei boswateren gevonden zoals greppels, regenwaterplassen,

moerassige en drassige laagten. Vooral in de zuurdere bospoelen (pH 4.5-6.5) is *A. communis* talrijk. *A. communis* wordt aangemerkt als een acidofiele soort.
De volwassenen verschijnen in april als eerste steekmuggen en blijven aanwezig tot in juli. *A. communis* kan in bosgebieden tot plagen leiden. De volwassenen zijn in avond en ochtend actief. De eieren worden onder het loof afgezet. De larven kunnen reeds in de herfst uitkomen en overwinteren dan. De soort wordt vaak *met A. catapohylla, cantans, punctor, rusticus* en *refiki* aangetroffen (naar Mohrig 1969).

5. DISCUSSIE

5.1 Relatie steekmuglarven/-poppen en het (greppel)milieu

In figuur 17 zijn de totale aantallen steekmuglarven en -poppen op de vier bemonsteringslocaties uitgezet in de tijd. Deze figuur geeft een samenvatting van het optreden van steekmuglarven/-poppen in het onderzoeksgebied. De patronen in deze figuur worden hierna vergeleken met de relevante milieugegevens. De greppels in het bosmilieu hebben een zuur, matig ionenrijk karakter. Dit vormt een geschikte chemische samenstelling voor het voorkomen van verschillende soorten uit het steekmuggeslacht *Aedes* (zie hoofdstuk 1).



Figuur 17: Aantalsverloop Aedes (larven) gedurende de bemonsteringsperiode.

De afnemende watertemperatuur tussen week 13 en 17 heeft geen eenduidig effect op de ontwikkeling van de steekmuglarven. Blijkbaar ondervindt de ontwikkeling van de larven nauwelijks vertraging bij deze lagere temperaturen.
De steekmuglarven blijken hun ontwikkeling te hebben voltooid voordat een duidelijke daling van het peil optreedt. De steekmuggen nemen tussen week 19 en 21 sterk af terwijl de daling van het peil pas na week 22 inzet. Alleen bij de Rietpollen zou de indroging een kleine versnelling van larvale ontwikkeling in week 23 kunnen hebben geïnduceerd.
Het habitat blijkt karakteristiek voor vertegenwoordigers uit het genus *Aedes* (Peus 1975, Service 1971). De neerslag in week 27-28 leidt ook tot een tijdelijke peilsverhoging en de genoemde geringe opleving van aantallen steekmuglarven. Dit betreffen hoogstwaarschijnlijk later uitgekomen eieren (Service 1971). De Rietpollen en Klokkestoel blijven over dezelfde lengte watervoerend tot in week 29. De sterkste indroging treedt op bij de Parkeerplaats en in mindere mate de Liemerige Wei.

De lengte van het watervoerend traject volgt in hoofdlijn het peil op beide laatst genoemde locaties. Echter de ontwikkeling van steekmuggen is reeds voorbij als de trajecten indrogen. Er lijkt geen verband tussen de mate en snelheid van indroging (dynamiek) en de aantallen zich ontwikkelende steekmuggen op de bemonsterde locaties alhoewel de onderlinge verschillen gering zijn.
De neerslag in week 27 en 28 heeft naar alle waarschijnlijkheid in de Liemerige Wei en in geringe mate de Parkeerplaats geleid tot een kleine opleving van de ontwikkeling van steekmuglarven. De aantallen bleven echter zeer laag.

5.2 Het optreden van adulte steekmuggen

Door beschadigingen van veel adulte steekmuggen tijdens het verzamelen, opslaan en transporteren was determinatie tot op soortsniveau meestal onmogelijk. Incidenteel is de soort vastgesteld. Het betrof *Aedes cantans/annulipes, A. punctor* en *A. cinereus*. *A. cantans/annulipes* is op alle drie de locaties verzameld (juni-augustus). *A. punctor* is in Bos en Berm (mei-augustus) verzameld terwijl *A. cinereus* alleen in Berm (juli-augustus) is gevonden. De aantallen zijn echter te laag om hier conclusies voor individuele soorten aan te verbinden. Wel valt op dat de typische en in het vroege voorjaar talrijk aanwezige bosbewoner *A. communis* nooit is aangetroffen. Deze sterke binding aan het bos stemt overeen met waarnemingen uit de literatuur (Skierska 1965, Mohrig 1969, Harksen et al. 1976). De volwassen dieren zijn aan het bos gebonden omdat ze daar beschutting vinden tegen wind en er hogere luchtvochtigheden heersen (Peus 1951). De aangetroffen soorten verplaatsen zich ook niet ver van het habitat van de larven (Skierska 1965).
De aantallen adulten (figuur 15) lijken niet gerelateerd aan de luchttemperatuur en de luchtvochtigheid (figuur 2) zoals gemeten tijdens dit onderzoek. Deze meetresultaten zijn afkomstig van een enkele locatie die mogelijk niet representatief voor het microklimaat in het bos is. De op alle drie de locaties waargenomen daling in aantallen in week 21 en 22 kan een gevolg zijn van de neerslag op de bemonsteringsdag dan wel de regenrijke periode van week 19-22.
De volwassen steekmuggen bereiken hun hoogste dichtheden op de locatie Bos. Aangezien alle vier de soorten bosbewoners zijn en ook meer of mindere mate gebonden zijn aan deze begroeiing is dit zeer verklaarbaar. Ook Erf kent in de weken 19-24 hoge dichtheden. Een verklaring ontbreekt hiervoor. Voor het overige volgen Erf en Berm elkaar in aantallen en zijn deze beduidend lager dan in het bos.
De waargenomen maximum aantallen duiden op mogelijke overlast maar bereiken geen plaag aantallen in vergelijking tot onderzoek in de Engbertsdijksvenen (Verdonschot et al. 1996).
Voor de volwassen dieren is geen onderzoek verricht op de referentielocatie.

6. CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

Het onderzoek heeft uitgewezen dat zich in de greppels van de Starnuman Bossen steekmuggen ontwikkelen. Het betreft soorten die als larven gebonden zijn aan het tijdelijke en zure water in deze greppels. De volwassen individuen van deze soorten kunnen zich echter ook in een klein gebied (enkele honderden meters) buiten de boszoom verspreiden. Het is daardoor mogelijk dat bewoners van huizen pal op de bosrand hinder ondervinden. De exacte omvang van deze hinder is moeilijk op basis van de resultaten van dit onderzoek te bepalen. Omdat de aantallen zich ontwikkelende steekmuggen afhangen van weersontwikkelingen over meerdere jaren, treden hierin grote wisselingen op. Het jaar 1997 is niet als een klimatologisch normaal jaar op te vatten, met name de voorafgaande winter was erg droog. Door een droge winter zal de grondwaterstand in de greppels lager dan normaal zijn. Hierdoor hebben hoger op de oever afgezette eieren zich niet kunnen ontwikkelen. De omvang van de steekmugpopulatie zal zich hierdoor minder massaal hebben kunnen ontwikkelen. De aantallen volwassen steekmuggen bereikten in 1997 dan ook geen plaagdichtheden. Hierbij moet worden aangetekend dat het begrip plaag en daarmee de omvang van de populatie, afhankelijk is van de beleving van de omwonenden. Dit onderzoeksjaar hebben de omwonenden niet als een jaar met overlast, vergelijkbaar met de jaren 1994 en 1995, ervaren.
De onderzochte referentielocatie Rietpollen noch de locatie Liemerige Wei wijken in ontwikkelingspatronen niet af van de andere onderzochte locaties. De locaties Parkeerplaats en Klokkestoel zouden door hun ligging de meeste invloed moeten ondervinden van de ingrepen in de waterhuishouding, toch zijn de waargenomen aantallen steekmuglarven geringer vergeleken met de locaties Rietpollen en Liemerige Wei. Dit is een aanwijzing dat de gewijzigde waterhuishouding in de Starnuman Bossen niet direct aanleiding is voor een wijziging in de ontwikkeling van steekmuggen.

Om tot handhaving van aantallen steekmuggen op dit niveau of zelfs tot verlaging van aantallen te komen zijn de volgende overwegingen van belang. Het betreft oorzaakgerichte maatregelen.
De greppels in het gebied zullen in het voorjaar bij een normaal neerslagpatroon water bevatten (zie de Rietpollen) en daarmee een habitat voor steekmuggen vormen. Een beheer van het waterpeil conform het patroon van 1997 zal ook in de toekomst de kans op plagen reduceren. In extreem natte jaren, waarin de greppels langduriger water bevatten, kan een mogelijke tweede generatie steekmuggen optreden en samen met de eerste generatie voor toenemende overlast zorgen. Onder zulke omstandigheden is een verfijnd beheer van de waterhuishouding een oplossing. Het constant houden van het waterpeil, dus zo min mogelijk waterstandwisselingen, kan er dan zorg voor dragen dat de overlast aan steekmuggen kleiner blijft. Ook een vervroegde verlaging van de waterstand leidt tot een verlaging van de kans op steekmuggen. Juist waterstandsverhogingen in relatief natte jaren geeft eieren van steekmuggen, die in eerdere jaren in hogere delen van het greppeltalud zijn afgezet, de mogelijkheid om uit te komen.
Verlaging van de huidige waterpeil heeft in deze weinig effect, omdat de greppels in het voorjaar altijd water zullen bevatten. Wel kan vervroegde verlaging in natte jaren een snellere droogvalling bewerkstelligen.

Daarnaast kan onderzocht worden in hoeverre hoofdgreppels meer permanent watervoerend gemaakt kunnen worden. Hierbij moet wel voor een gebiedseigen waterkwaliteit worden gewaakt. Is het mogelijk om de tijdelijk waterbevattende greppels te koppelen aan permanente watervoerende greppels, dan neemt de kans op plaagvorming van steekmuggen als gevolg van predatie af.

Alternatief is het dempen van de greppels, hiermee gaat echter ook een cultuurhistorisch element verloren. Ook vergt deze ingreep een grote houtkap omdat het gebied ontoegankelijk is voor grote machines,

Een minder aantrekkelijke, effectgerichte maatregel is het handhaven/aanbrengen van een corridor tussen bos en bewoning. Hiervoor moet echter een strook bos worden gekapt. Naast de ongewenste boskap is ook de benodigde breedte van deze corridor is moeilijk aan te geven.

7. SAMENVATTING

1. *Welke soorten steekmuggen veroorzaken de overlast?*
   De mogelijke overlast wordt veroorzaakt door veensteekmuggen (geslacht *Aedes).* Het betreft in hoofdzaak de soorten *Aedes cantans/annulipes* en mogelijk *A. communis*. De soorten *A. punctor* en *A. cinereus* leveren slechts een geringe bijdrage in de aantallen.

2. *Wat is de autecologie van de aangetroffen soorten, met name van de larven*?
   Voor een volledige beschrijving van de autecologie wordt verwezen naar paragraaf 4.4. De larven van de aangetroffen soorten zijn karakteristiek voor tijdelijke, zure wateren in begroeide terreinen. In de Starnuman Bossen zijn dit de opdrogende greppels. Het betreft voorjaarssoorten, die zich na de winter gelijktijdig in dit habitat ontwikkelen. In de Starnuman Bossen is in dit jaar de ontwikkeling van slechts één generatie waargenomen. De volwassen dieren treden vooral talrijk op van mei tot juli/augustus. De volwassen dieren verspreiden zich, onder geschikte omstandigheden, enkele honderden meters ver buiten het bos. De vrouwtjes zetten hun eieren af tot op de vochtige greppelbodem.

3. *Wat is de verspreiding van de larven van de aangetroffen soorten in de Starnuman Bossen?*
   De larven ontwikkelen zich in de vele greppels in het bos. Het betreft greppels die tijdelijk, in het voorjaar, watervoerend zijn. In 1997 bleek dat de ontwikkeling van de larven voltooid was voordat de greppels droog vielen. Deze larvenontwikkeling treedt in vergelijkbare aantallen in het gehele bos op.

4. *Wat zijn de natuurlijke aantallen steekmuggen, gemeten in een vergelijkbaar bos met een ongewijzigde waterhuishouding, ten opzichte van de aantallen in de Starnuman Bossen?*
   De populatie van steekmuggen die zich ontwikkelen in de referentiesituatie de Rietpollen is betreft het aantal larven (zie § 4.3.4) vergelijkbaar met de locatie Liemerige Wei. Locatie Liemerige Wei ondervindt door de hogere ligging nauwelijks invloed van de ingrepen op de waterhuishouding, waardoor deze locatie als vergelijking kan dienen voor de andere locaties in de Starnuman Bossen. In de vergelijking valt op dat op de locaties Parkeerplaats en Klokkestoel de aantallen steekmuglarven geringer van omvang zijn. Dit is een aanwijzing dat de gewijzigde waterhuishouding niet direct aanleiding is voor een wijziging in de ontwikkeling van steekmuggen.

5. *Hoe ziet het larvale habitat (in het bijzonder de broedplaats) eruit?*
   Het water in de greppels van de Starnuman Bossen is zuur en matig ionenrijk. Het waterpeil en de lengte van het watervoerend traject in de greppels is tijdens dit onderzoeksjaar redelijk constant tot en met week 22, daarna treden waterstandswisselingen op en de droogval is definitief na week 32.

6. *Welke beheersmaatregelen kunnen worden genomen om overlast te voorkomen dan wel te verminderen met andere woorden om een 'natuurlijk' achtergrondsniveau in aantallen steekmuggen te verkrijgen en te handhaven?*
   Oorzaakoplossende beheersmaatregelen dienen zich te richten op de waterhuishouding in de greppels. Het blijkt dat ook greppels in de referentielocatie lang in het voorjaar water bevatten en is daarmee niet anders dan de watervoering in de Starnuman Bossen. Verlaging van het grondwaterpeil is geen oplossing omdat veel greppels door neerslag in het voorjaar voldoende water bevatten voor de ontwikkeling van een steekmugpopulatie. Verhoging van het peil in de greppels of het omvormen van de greppels tot permanente wateren of met permanente wateren in verbinding staande eenheden behoort tot de opties. Alternatief is het dempen van de greppels maar dan gaat ook een zeer belangrijk cultuurhistorisch element verloren en bovendien is er veel houtkap nodig om het gebied toegankelijk te maken voor machines. Een effectgerichte maatregel betreft het handhaven/aanbrengen van een corridor tussen bos en bewoning. Hiervoor moet echter een strook bos worden gekapt.

8. LITERATUUR

Ameen, M. & Iversen, T.M. 1978: Food of Aëdes larvae (Diptera, Culicidae) in a temporary forest pool. Arch. Hydrobiol. 83 (4), 552-564.

Barr, R.A. 1958: The Mosquitoes of Minnesota (Diptera: Culicidae: Culicinae). Tech. Bull. Minn. Agric. Exp. St. 228, 154 p.

Beheersplan Gaasterlân, 1991. Staatsbosbeheer, regio Friesland-Zuid - district Zuidwest-Friesland. Buro Hemmen. Heerenveen, Hemmen, 138p.

Brummer-Korvenkontio, M., Korhonen, P. & Hämeen-Antilla, R. 1971: Ecology and phenology of mosquitoes (Dipt., Culicidae) inhabiting small pools in Finland. Acta Ent. Fenn. 28, 51-73.

Clements, A.N. 1963: The physiology of mosquitoes. The MacMillan Co., New York, 393 p.

Cranston, P.S., Ramsdale C.D., Snow K.R., White G.B. 1987. Adults, larvae and pupae of British mosquitoes (Culicidae) with notes on their ecology and midical importance. F.B.A. Scien. Publ. Nr. 48, 152p.

Dix, V. 1972a: Beiträge zur Stechmückenfauna der Landschaften zwischen Unterharzhochfläche, Unstrutniederung und mittlerer Elbe. Hercynia 9, 69-74.

Dix, V. 1972b: Beiträge zur Stechmückenfauna (Diptera, Culicidae) der Landschaften zwischen Unterharzhochfläche, Unstrutniederung und mittlere Elbe. Hercynia 9, 423-436.

Eckstein, E. 1920: Aus einer Feldstation fur Stechmücken. Zeitschr. angew. Entomol. 6, 338-371.

Edwards, F.W., Oldroyd, H. & Smart, J. 1939: British blood-sucking flies. W. Clows and Sons, London, 201 p.

Franke, J. 1981: Faunistisch-ökolgische Üntersuchingen an Stechmücken (Diptera, Culicidae) des Bezirkes Erfurt unter Besonderer Berücksichtigung der Gattung Aëdes. Hercynia 18 (1), 65-86.

Fritz, H.G. & Heimer, W. 1981: Stechmückenbrutplätze im Naturschutzgebied "Kühkopf-knoblochsauce". Untersuchungen zur Begleitfauna, Möglichkeiten einer Minderung der Stechmückenplage. Natur und Landschaft 56 (3), 80-84.

Harksen, E., Mönke, R. & Schumann, H. 1976: Faunistisch- ökologische Untersuchungen zur Stechmückenfauna Berlins. Dtsche Entomol. Zschr. 23 (4-5), 367-406.

Haufe, W.O. & Burgess, L. 1956: Development of Aëdes (Diptera, Culicidae) at Fort Churchill, Manitoba and prediction of dates of emergence. Ecology 37, 500-519.

Havelka, P. 1978: Rheinschnaken-(Culiciden-)Bekämpfung in rechtsseitigen Rheintal zwischen Karlsruhe und Mannheim im Jahr 1977 Culiciden-Brutplätze. Veröff. Naturschutz Landschaftsplege Bad-Württ. 47/48, 433-441.

Hocking, B. 1971: Blood-sucking behaviour of terrestrial arthropods. Ann. Rev. Entomol. 16, 1-26.

Horsfall, W.R. 1963: Eggs of floodwater mosquitoes (Diptera: Culicidae). Local distribution. Ann. Entomol. Soc. Amer. 56, 426-441.

Illies, J. 1978: Limnofauna Europaea. Fischer Verlag, Stuttgart.

Iversen, F.M. 1971: The ecology of a mosquito population (Aëdes communis) in a temporary pool in a Danish beech wood. Arch. Hydrobiol. 69 (3), 309-332.

Jenkins, D.W. & Hasset, C.C. 1951: Dispersal and Flight Range of Subartic Mosquitoes Marked with Radiophosphorus. Can. J. Zool. 39, 178-187.

Kirschberg, E. 1958: Der frühjahrliche Tempertürgang in Berliner Aëdes-Brutgewässern. Proc. 10th Int. Cong. Ent. 3, 859-866.

Kriegerowski, L. 1980: Die Dezimerung von Stechmücken mit landschaftsgestaltenden Massnahmen am Beispiel eines (West-)Berliner Feuchtgebietes. Natur und Landschaft 55 (7-8), 291-295.

Lakhani, K.H. & Service, M.W. 1974. Estimated mortalities of the immature stages of Aëdes cantans (Mg.) (Diptera, Culicidae) in a natural habitat. Bull. ent. Res 64, 265-276.

Marshall, J.F. 1938 The British Mosquitoes. London, 341 p.

Mohrig, W. 1964: Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Culiciden der Umgebung von Greifswald. Deut. Entomol. Zsch. 11, 327-352.

Mohrig, W. 1969: Die Culiciden Deutschlands. Parasitol. Schr. 18, 260 p.

Moncadsky, A.S. 1951: Culicinae larve of blood sucking mosquitoes in the USSR and neighbouring countries. Natbeh, Moskva.

Müller, P. 1965: Beiträge zur Kenntnis der Culicidenfauna in einigen Erholungsgebieten des Bezirkes Rostock und Frankfurt/Oder. Angew. Parasitol. 5, 90-101.

Natvig, L.R. 1948: Contributions to the knowledge of the Danish and Fennoscandian Mosquitoes Culicini. Norsk Entomol. Tidsskrift, 567p.

Ockert, G. 1970: Beiträge zur Culiciden-Fauna (Diptera-Culicidae) der Landschaffen zwischen Unterharzhochfläche mittlere Elbe und Unstrutniederung. Hercynia 7, 250-267.

Peus, F. 1929: Beiträge zur Faunistik und Ökologie der einheimischen Culiciden. Z. F. Desinfektion 4, 92-98.

Peus, F. 1932: Die Stechmückenplage im Spreewald und die Möglichkeit ihrer Bekämpfung. Gesund. Techn., 133-202.

Peus, F. 1951a: Stechmücken. Die Neue Brehm-Bücherei, 80 p.

Peus, F. 1951b: Die Stechmückenplage und ihre Bekämpfung . Teil 2: Die Aëdes Mücken. Z. hyg. Zoöl. Schädlingsbek. 32, 49-79.

Peus, F. 1975: Die "Rheinschnaken" (Diptera, Culicidae), Arten, Lebensweise, Ökologie, Massenentfaltung, Gegenwehr. Zeitschr. für Angewandte Zoologie 62 (2), 231-242.

Scherpner, Ch. 1960: Zur Ökolgie und Biologie der Stechmücken des Gebietes von Frankfurt am Main (Diptera: Culicidae). Mitt. Zool. Mus. Berlin 36, 49-99.

Service, M.W. 1969: Observations on the ecology of some British mosquitoes. Bull. ent. Res. 59, 161-194.

Service, M.W. 1971a: Conservation and the Control of Biting Flies in Temperate Regions. Biological Cons. 3 (2), 113-122.

Service, M.W. 1971b: The daytime distribution of mosquitoes resting in vegetation. J. Med. Ent. 8 (3), 271-278.

Service, M.W. 1973: Study of the natural predators of Aëdes cantans (Meigen) using the precipitin test. J. Med. Ent. 10 (5): 503-510.

Service, M.W. 1977: Ecological and biological studies on Aëdes cantans (Meig.) (Diptera: Culicidae) in southern England. J. Appl. Ecol. 14, 159-196.

Siverly, R.E. & Defoliart, G.R. 1968: Mosquito studies in northern Wisconsin. Larval studies. Mosq. News 28, 149-154.

Skierska, B. 1965: Ecological studies of the occurrence and distribution of Culicinae fauna in the coastal forest belt. Ekologia Polska 13 (27), 527-571.

Verdonschot P.F.M., Schmidt G., Van Leeuwen P.H.J., Schot J.A., 1988. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen. Rijksinstituut voor Natuurbeheer R.I.N. Rapport 88/31 Leersum, 109p.

Verdonschot P.F.M., Cellarius W., Van den Hoorn M.W., 1996. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 9, monitoring van veensteekmuggen in 1995. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), IBN-Rapport 234, Wageningen,27p.

Vogel, R. 1940: Zur Kenntnis der Stechmücken Würtembergs. Teil 3. Jh. Ver. vaterl. Naturkd. Württ. 96, 97-116.

Voorhoeve, C.G. 1969: Ecology and biology of mosquitoes: report of my practical stage at Monks wood experimental station. L.U. Wageningen, 40p.

Wesenberg-Lund, C. 1920/21: Contributions to the biology of the Danish Culicidae. Kongel. Danske Videnskab. Selsk. Skrifter, Naturvidensk Mathem. Afd. 8, 210 p.

Wesenberg-Lund, C. 1943: Biologie der Süsswasserinsekten. Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag (Kopenhagen) und Verlag. Berlin, Wien.

Wiberg-Larsen, P. 1978: Species composition, succession of instars and mortality among the immature stages of Aëdes spp. inhabiting some Danish forets pools. Arch. Hydrobiol. 84 (2), 180-198.

Williams, C.M. 1967: Third-generation pesticides. Scient. Am. 217, 13-17.

Wojnarowicz, J. 1960: Culicinae larvae of small ponds. Polskie Arch. Hydrobiol. 8, 183-221.

World Health Organization, 1967: Mosquito ecology. W.H.O. Techn. Rep. Ser., 368p.

Zielke, E. 1970: Beobachtungen ber die Zusammensetzung der Stechmücken von Hamburg und Umgebung. Ent. Mittl. 70, 98-120.

BIJLAGEN

Bijlage I. Handleiding monitoren larvale steekmuggen.

1. Larven en poppen

1.1 Waar loop je?

Bij elke locatie wordt de greppel, zo mogelijk langs de noordzijde, gevolgd over de lengte dat deze water bevat. Loop voorzichtig langs de greppel want verstoring (trillingen, schaduwvorming, bewegingen) heeft invloed op de vangst van larven en poppen van steekmuggen.

1.2 Waar schep je larven en poppen en hoe vaak?

Per locatie wordt zo mogelijk op tien punten larven en /of poppen van steekmuggen verzamelt, de tien punten liggen op gelijke afstand van elkaar over de lengte van de greppel / traject. De lengte van het traject wordt bepaald door de lengte dat de greppel watervoerend is. Bij droogvalling in de greppel worden ook de poeltjes bemonsterd.

1.3 Hoe schep je larven en poppen van steekmuggen?

Op elke locatie worden de volgende handelingen verricht en noteer de resultaten op het veldformulier:

- Het bemonsteren van de steekmuggen wordt altijd gedaan met een appelmoeszeef;
- Zet de zeef voorzichtig verticaal in het water (3/4 deel van de zeef onder water) en trek hem in een snelle beweging 20 cm door het water;
- Doe daarna wat water in de witte bak (nog zonder larven en poppen);
- Sla de zeef uit boven de witte bak zodat alle larven en poppen in de bak terecht komen;
- Tel per schep het aantal larven en poppen van steekmuggen in de witte bak en stop ze met een pincet in een potje met alcohol; zijn er meer ± 100 larven en poppen per schep, verzamel dan twee op de tien larven en poppen van steekmuggen, zodanig dat alle variatie in grootte, vorm en kleur meegenomen worden. Noteer het aantal larven en/of poppen wat in het potje is gestopt. Na tien scheppen moeten er meer dan 100 larven en/of poppen in het potje zitten. Als je niet zeker weet of je te maken hebt met larven en poppen van steekmuggen stop deze dan voor de zekerheid mee ook in de alcohol.
- Zet de datum en locatiecode op het etiket en stop dit in het betreffende potje en sluit het potje stevig;

1.4 Wat moet er nog meer gemeten worden?

Naast het scheppen van larven en poppen worden de volgende metingen verricht en de resultaten worden op het veldformulier genoteerd:

- Noteer het peil (cm) aan de hand van de peilschaal;
- Bepaal en noteer de lengte (m) dat de greppel watervoerend is;
- Meet de watertemperatuur (°C) en bepaal de pH en EGV;

Let op: Na elke vangst wordt gecontroleerd of alle gegevens zijn ingevuld. Is het niet mogelijk om bepaalde waarden niet in te vullen dan moet de reden onder het kopje 'bijzonderheden' worden aangegeven.

Veldformulier - monitoring larven en poppen

Locatiecode : ..... **Datum** : .....
Tijdstip : .....

Naam waarnemer : .....

Locatiegegevens :

Lengte watervoerend traject	:	m
Stand peilschaal	:	cm
Watertemperatuur	:	°C
pH	:	
EGV	:	µS/cm

Vangsten larven / poppen :

Schepnummer	*Aantal per schep*	*Aantal in alcohol*
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Bijzonderheden:

Bijlage 2. Handleiding monitoren volwassen steekmuggen.

2. Adulten

2.1 Waar vang je adulte steekmuggen?

De vanglocaties zijn aangegeven met een piketpaaltje die tevens gebruikt wordt als vaste positie om de luchttemperatuur en -vochtigheid te meten. De plekken moeten zoveel mogelijk een overeenkomende vegetatiestruktuur (vegetatietype en -hoogte) hebben.

2.2 Hoe verzamel je adulte steekmuggen?

Het verzamelen van adulte steekmuggen gebeurd door twee personen met behulp van de 'human bait' techniek. Een persoon fungeert steeds als 'lokker' en 'gastheer' terwijl de andere persoon de 'vanger' is. Deze rollen mogen vanwege de onderlinge vergelijkbaarheid van de gegevens niet worden omgewisseld.

- Bij aankomst op de vangplek worden thermo- en hydrometer op 50 cm hoogte vanaf de grond aan het piketpaaltje opgehangen. Voordat begonnen wordt met vangen wordt in een cirkel van ± 5 rond de vangplek de vegetatie rustig bewogen, waardoor de adulte steekmuggen van hun rustplaats opvliegen. De kruidlaag in de cirkel moet zo min mogelijk worden vertrapt.
- De 'lokker' gaat met ontblote armen (mouwen opstropen tot boven de biceps) gehurkt stil zitten om de steekmuggen de gelegenheid te geven aan te vliegen. Wanneer de muggen beginnen aan te vliegen verzamelt de 'vanger' gedurende tien minuten de steekmuggen met behulp van de zuigbuis.
- Na de vangperiode wordt zo min mogelijk ether (ca. drie druppels) aan de vangzijde in de buis toegevoegd, waarna aan beide zijden een duim op de opening wordt gehouden. Op elke mogelijke manier moet worden vermeden dat ether wordt ingeademd, want niet alleen steekmuggen vallen flauw van de ether.
- Inmiddels wordt in het verzendpotje een etiket met daarop datum en locatiecode gestopt tezamen met een klein glazen buisje met watten gedrenkt met twee a drie druppels ether.
- Als de muggen niet meer bewegen worden ze in een vlot tempo overgebracht in het verzendpotje zonder dat de muggen in het kleine glazen buisje vallen.
- Vervolgens worden de luchttemperatuur en -vochtigheid afgelezen en in het monitoringsformulier ingevuld.

Na elke vangst is het noodzakelijk dat de zuigbuis in de open lucht worden 'uitgezwaaid' en bij voorkeur wordt op de volgende vangplek de andere zuigbuis gebruikt.

Veldformulier - monitoring adulten

Locatiecode : ..... **Datum** : .....
Tijdstip : .....

Naam 'vanger' : .....
Naam 'gastheer' : .....

Locatiegegevens :

Luchttemperatuur	:	°C
Luchtvochtigheid	:	%
Aantal gevangen adulte steekmuggen	:	
(ook noteren indien nul)		

Weersomstandigheden :

omcirkel meest juiste	
bewolking	geen - licht - dicht - zwaar
windkracht	geen - zwak - matig - sterk - storm
windrichting	N - NO - O - ZO - ZW - W - NW
neerslag - frequentie	geen - soms - steeds
neerslag - hoeveelheid	geen - miezer - matig - veel - plens

Vegetatiekenmerken :

omschrijving ontwikkeling	
boomlaag - beschaduwing	geen blad - weinig blad - blad
struiklaag - beschaduwing	geen blad - weinig blad - blad
kruidlaag - hoogte	cm

Bijzonderheden :

bij afwijking van handleiding monitoring

Bijlage III. Abiotische en biotische gegevens larven/poppen

Locatie Klokkestoel (K)

Datum	11-3	27-3	2-4	9-4	16-4	23-4	29-4	7-5	13-5	22-5	28-5	4-6	11-6	18-6	25-6	2-7	9-7	16-7	23-7	30-7	6-8	13-8	20-8	27-8	3-9	10-9	17-9	25-9
Aedes sp. (pop)	0	0	4	60	30	64	53	38	72	31	12	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes sp. (2e st)	1	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes sp. (3e st)	43	390	136	139	54	21	14	0	4	0	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes sp. (4e st)	2	318	235	511	321	193	304	211	133	3	4	0	7	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes cantans/annulipes	0	0	0	154	191	139	262	188	133	3	1	0	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes cinereus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes communis	2	318	231	353	131	45	39	20	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes punctor	0	0	4	5	0	9	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal aantal	46	721	380	710	405	278	371	249	209	34	16	10	13	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neerslag (mm)	1.9	6.2	4.1	7.7	1.2	0.8	18.1	10.3	15.7	31.3	0.4	0.0	12.9	13.6	38.0	44.1	2.9	0.1	15.3	20.6	13.8	0.0	0.6	24.4	45.9	5.1	6.1	0.0
Verdamping (mm)	-7.7	-6.7	-13.6	-13.3	-11.3	-16.6	-12.0	-18.5	-19.5	-18.3	-18.0	-29.4	-30.0	-26.4	-16.7	-13.7	-25.1	-29.2	-23.0	-19.5	-23.8	-30.8	-25.9	-16.1	-14.5	-13.8	-14.5	-13.5
Netto neerslag (mm)	-5.8	-0.5	-9.5	-5.6	-10.1	-15.8	6.1	-8.2	-3.8	13.0	-17.6	-29.4	-17.1	-12.8	21.3	30.4	-22.2	-29.1	-7.7	1.1	-10.0	-30.8	-25.3	8.3	31.4	-8.7	-8.4	-13.5
Lengte waterv. traject	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	94	95	100	100	100	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Stand peilschaal	50	50	51	49	48	46	46	47	47	52	49	41	30	33	34	41	34	-20	17	16	-	-	-	-	-	-	-	-
Watertemperatuur	-	11.0	8.0	7.0	6.0	5.0	10.0	8.0	11.0	12.5	10.0	12.0	15.0	11.5	13.0	13.5	15.0	14.0	15.8	15.0	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	-	-	-	5.2	-	-	-	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EGV	-	-	-	249.0	-	-	-	-	-	-	240.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Locatie Liemerige Wei (L)

Datum	11-3	27-3	2-4	9-4	16-4	23-4	29-4	7-5	13-5	22-5	28-5	4-6	11-6	18-6	25-6	2-7	9-7	16-7	23-7	30-7	6-8	13-8	20-8	27-8	3-9	10-9	17-9	25-9
Aedes sp. (pop)	0	0	0	33	380	443	374	185	188	163	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes sp. (2e st)	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes sp. (3e st)	75	693	335	86	121	12	18	4	6	0	1	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes sp. (4e st)	4	527	450	462	670	775	993	358	204	3	0	0	1	0	0	0	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes cantans/annulipes	0	0	7	0	0	86	771	313	191	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes cinereus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes communis	4	452	393	450	648	670	175	0	9	2	0	0	0	0	0	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes punctor	0	75	50	12	22	18	47	45	3	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal aantal	84	1220	785	585	1170	1230	1384	548	398	166	11	0	2	0	0	0	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neerslag (mm)	1.9	6.2	4.1	7.7	1.2	0.8	18.1	10.3	15.7	31.3	0.4	0.0	12.9	13.6	38.0	44.1	2.9	0.1	15.3	20.6	13.8	0.0	0.6	24.4	45.9	5.1	6.1	0.0
Verdamping (mm)	-7.7	-6.7	-13.6	-13.3	-11.3	-16.6	-12.0	-18.5	-19.5	-18.3	-18.0	-29.4	-30.0	-26.4	-16.7	-13.7	-25.1	-29.2	-23.0	-19.5	-23.8	-30.8	-25.9	-16.1	-14.5	-13.8	-14.5	-13.5
Netto neerslag (mm)	-5.8	-0.5	-9.5	-5.6	-10.1	-15.8	6.1	-8.2	-3.8	13.0	-17.6	-29.4	-17.1	-12.8	21.3	30.4	-22.2	-29.1	-7.7	1.1	-10.0	-30.8	-25.3	8.3	31.4	-8.7	-8.4	-13.5
Lengte waterv. traject	55	55	55	55	55	41	41	41	41	41	41	39	31	5	22	55	36	100	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0
Stand peilschaal	50	50	52	47	42	39	38	37	37	43	41	28	16	10	9	30	20	-9	-8	9	-	-	-	-	-	-	-	-
Watertemperatuur	-	11.0	8.0	7.0	7.0	6.0	10.0	8.5	13.0	12.0	11.0	13.0	16.0	13.0	12.5	14.0	16.0	14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EGV	-	-	-	319.0	-	-	-	-	-	-	247.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Locatie Parkeerplaats (P)

Datum	11-3	27-3	2-4	9-4	16-4	23-4	29-4	7-5	13-5	22-5	28-5	4-6	11-6	18-6	25-6	2-7	9-7	16-7	23-7	30-7	6-8	13-8	20-8	27-8	3-9	10-9	17-9	25-9
Aedes sp. (pop)	0	0	11	295	230	401	20	312	412	7	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes sp. (2e st)	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes sp. (3e st)	61	547	164	57	41	24	23	10	13	0	0	4	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes sp. (4e st)	0	358	396	499	315	142	220	67	80	0	2	10	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes cantans/annulipes	0	0	95	266	297	97	206	57	35	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes cinereus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes communis	0	330	248	164	0	20	0	10	18	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes punctor	0	28	53	68	18	24	14	0	27	0	1	8	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal aantal	70	905	570	850	585	567	263	389	505	7	9	14	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neerslag (mm)	1.9	6.2	4.1	7.7	1.2	0.8	18.1	10.3	15.7	31.3	0.4	0.0	12.9	13.6	38.0	44.1	2.9	0.1	15.3	20.6	13.8	0.0	0.6	24.4	45.9	5.1	6.1	0.0
Verdamping (mm)	-7.7	-6.7	-13.6	-13.3	-11.3	-16.6	-12.0	-18.5	-19.5	-18.3	-18.0	-29.4	-30.0	-26.4	-16.7	-13.7	-25.1	-29.2	-23.0	-19.5	-23.8	-30.8	-25.9	-16.1	-14.5	-13.8	-14.5	-13.5
Netto neerslag (mm)	-5.8	-0.5	-9.5	-5.6	-10.1	-15.8	6.1	-8.2	-3.8	13.0	-17.6	-29.4	-17.1	-12.8	21.3	30.4	-22.2	-29.1	-7.7	1.1	-10.0	-30.8	-25.3	8.3	31.4	-8.7	-8.4	-13.5
Lengte waterv. traject	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	64	30	34	84	100	77	115	0	115	0	0	0	0	0	0	0	0
Stand peilschaal	50	50	51	48	44	40	40	39	49	48	43	32	21	20	29	41	30	-9	-9	9	-	-	-	-	-	-	-	-
Watertemperatuur	-	11.0	8.0	7.0	6.5	5.0	9.8	7.5	11.5	12.0	10.0	12.0	16.0	12.0	12.0	13.0	17.0	14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	-	-	-	3.9	-	-	-	-	-	-	4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EGV	-	-	-	265.0	-	-	-	-	-	-	238.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Locatie Rietpollen (R)

Datum	11-3	27-3	2-4	9-4	16-4	23-4	29-4	7-5	13-5	22-5	28-5	4-6	11-6	18-6	25-6	2-7	9-7	16-7	23-7	30-7	6-8	13-8	20-8	27-8	3-9	10-9	17-9	25-9
Aedes sp. (pop)	0	0	0	70	280	427	226	206	189	38	15	15	69	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes sp. (2e st)	0	8	0	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes sp. (3e st)	25	398	465	109	126	172	89	4	7	4	4	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes sp. (4e st)	0	763	840	933	664	591	1145	619	216	13	7	118	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes cantans/annulipes	0	0	0	124	287	434	918	435	165	6	5	15	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes cinereus	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes communis	0	755	804	793	350	120	185	184	37	5	1	94	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes punctor	0	8	36	16	28	37	41	0	0	1	1	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal aantal	25	1170	1305	1120	1070	1190	1460	830	412	55	27	254	98	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neerslag (mm)	1.9	6.2	4.1	7.7	1.2	0.8	18.1	10.3	15.7	31.3	0.4	0.0	12.9	13.6	38.0	44.1	2.9	0.1	15.3	20.6	13.8	0.0	0.6	24.4	45.9	5.1	6.1	0.0
Verdamping (mm)	-7.7	-6.7	-13.6	-13.3	-11.3	-16.6	-12.0	-18.5	-19.5	-18.3	-18.0	-29.4	-30.0	-26.4	-16.7	-13.7	-25.1	-29.2	-23.0	-19.5	-23.8	-30.8	-25.9	-16.1	-14.5	-13.8	-14.5	-13.5
Netto neerslag (mm)	-5.8	-0.5	-9.5	-5.6	-10.1	-15.8	6.1	-8.2	-3.8	13.0	-17.6	-29.4	-17.1	-12.8	21.3	30.4	-22.2	-29.1	-7.7	1.1	-10.0	-30.8	-25.3	8.3	31.4	-8.7	-8.4	-13.5
Lengte waterv. traject	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	51	38	1	0	0	0	0	0	0	0
Stand peilschaal	0	0	0	-1	-2	-4	-3	-1	-1	2	-1	-7	-12	-13	-17		-9	-21	31	36	-	-	-	-	-	-	-	-
Watertemperatuur	-	11.0	8.0	7.0	7.0	6.0	9.7	8.0	11.0	13.0	11.0	13.0	16.0	12.0	13.0	13.0	15.0	14.0	16.0	15.5	20.0	-	-	-	-	-	-	-
pH	-	-	-	4.2	-	-	-	-	-	-	4.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-
EGV	-	-	-	305.0	-	-	-	-	-	-	229.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200.0	-	-	-	-	-	-	-

Bijlage IV. Abiotische en biotische gegeven adulten

Locatie Bos

Datum	2-4	9-4	16-4	23-4	29-4	7-5	13-5	22-5	28-5	4-6	11-6	18-6	25-6	2-7	9-7	16-7	23-7	30-7	6-8	13-8	20-8	27-8	3-9	10-9	17-9	25-9
Aedes sp.	0	0	0	0	0	0	5	0	14	32	36	17	21	18	11	8	38	13	3	6	3	0	0	0	0	0
Aedes cantans / annulipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Aedes punctor	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Aedes cinereus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adulten (totaal) - meting	0	0	0	0	0	0	33	0	14	32	36	17	21	18	11	8	38	13	3	6	3	1	2	0	0	0
Adulten (totaal) - 10 min	0	0	0	0	0	0	33	0	28	64	72	34	42	36	22	16	76	26	6	12	6	2	2	0	0	0
Luchttemperatuur (°C)	11	13	9	11	11	9	20	11	13	17	21	16	15	17	19	18	19	21	19.5	20	22	22	17	14	14	14
Luchtvochtigheid (%)	74	63	75	56	98	68	68	98	88	82	82	74	81	90	96	100	100	99	90	93	95	93	90	72	85	77.5
bewolking (1-4)	4	2	4	2	3	2	1	3	2	2	2	2	2	3	4	3	2	2	1	1	1	3	2	4	1	1
windkracht (1-5)	1	1	1	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	1	2	3	2	3	1	1
neerslagfrequentie (1-3)	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neerslaghoeveelheid (1-5)	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
boombeschaduwing	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
struikbeschaduwing	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
kruidlaaghoogte (cm)	5	5	8	20	25	30	30	20	15	20	20	27.5	25	25	30	100	90	100	35	30	30	30	30	35	30	30
Aantal muggen	0	0	0	0	0	0	33	0	14	32	36	17	21	18	2	8	38	13	3	6	3	1	2	0	0	0
Tijdsduur (min)	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Locatie Erf

Datum	2-4	9-4	16-4	23-4	29-4	7-5	13-5	22-5	28-5	4-6	11-6	18-6	25-6	2-7	9-7	16-7	23-7	30-7	6-8	13-8	20-8	27-8	3-9	10-9	17-9	25-9
Aedes sp.	0	0	0	0	0	0	22	0	0	29	21	5	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes cantans / annulipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes punctor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes cinereus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adulten (totaal) - meting	0	0	0	0	0	0	22	0	0	29	21	5	4	3	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Adulten (totaal) - 10 min	0	0	0	0	0	0	44	0	0	58	42	10	8	6	6	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Luchttemperatuur (°C)	11	13	9	11	11	9	20	12	13	18	21	17	16	18	17	19	19.5	22	20	24	24	22	20	15	14	14
Luchtvochtigheid (%)	74	63	75	56	98	68	68	98	88	82	88	72	91	100	98	100	100	98	88	77	88	98	92	72	85	77.5
bewolking (1-4)	4	2	4	2	3	2	1	3	2	2	2	2	2	3	4	3	2	2	1	1	1	3	2	4	1	1
windkracht (1-5)	1	1	1	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	1	2	3	2	3	1	1
neerslagfrequentie (1-3)	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neerslaghoeveelheid (1-5)	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
boombeschaduwing	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
struikbeschaduwing	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
kruidlaaghoogte (cm)	5	5	8	20	25	30	30	50	50	60	70	87.5	100	100	100	100	0	10	10	22.5	25	30	30	27.5	30	30
Aantal muggen	0	0	0	0	0	0	22	4	0	29	21	5	4	3	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Tijdsduur (min)	10	10	10	10	10	10	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Locatie Berm

Datum	2-4	9-4	16-4	23-4	29-4	7-5	13-5	22-5	28-5	4-6	11-6	18-6	25-6	2-7	9-7	16-7	23-7	30-7	6-8	13-8	20-8	27-8	3-9	10-9	17-9	25-9
Aedes sp.	0	0	0	0	0	0	5	0	0	13	7	8	4	4	0	7	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Aedes cantans / annulipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes punctor	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aedes cinereus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Adulten (totaal) - meting	0	0	0	0	0	0	5	0	1	13	7	8	4	5	2	8	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0
Adulten (totaal) - 10 min	0	0	0	0	0	0	10	0	2	26	14	16	8	10	4	16	2	2	0	0	4	0	0	0	0	0
Luchttemperatuur (°C)	11	13	9	11	11	9	20	11	14.5	16	20	16.5	15	17	18	18.5	21.5	22	21	22	23	22	18	15	14	14
Luchtvochtigheid (%)	74	63	75	56	98	68	68	96	76	78	80	72	84	91	96	100	88	90	96	97	96	96	88	72	85	77.5
bewolking (1-4)	4	2	4	2	3	2	1	3	2	2	2	2	2	3	4	3	2	3	1	1	1	3	2	4	1	1
windkracht (1-5)	1	1	1	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	1	2	3	2	3	1	1
neerslagfrequentie (1-3)	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neerslaghoeveelheid (1-5)	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
boombeschaduwing	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
struikbeschaduwing	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
kruidlaaghoogte (cm)	5	5	8	20	25	30	30	20	15	20	20	22.5	30	30	30	100	100	100	40	40	25	50	60	55	50	50
Aantal muggen	0	0	0	0	0	0	6	0	1	13	7	8	4	5	11	8	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0
Tijdsduur (min)	10	10	10	10	10	10	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Het bestellen van IBN-rapporten

IBN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op gironummer 94 85 40 of banknummer 53.91.05.988 van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen.
Vermeld op de overschrijving het nummer van het gewenste IBN-rapport (en naam en afleveradres als die afwijken van de naam en adres op de overschrijving).
Gebruik geen verzamelgiro omdat het adres van de besteller anders-niet op onze bijschrijving komt. Het bestelde kan dan niet worden toegezonden.
Onderstaande lijst vermeldt alleen de rapporten die in 1997 en 1998 zijn verschenen. Een volledige lijst is op aanvraag gratis verkrijgbaar.

255 G.W.W. Wamelink, H.F. van Dobben, J.R.M. Alkemade & J. Wiertz 1997. Maaigevoeligheid van de Nederlandse flora; aanvulling van de door Briemle & Ellenberg (1994) geschatte indicatiegetallen. 55 p. f 41,50

256 G.J. Nabuurs, K. Kramer & G.M.J. Mohren 1997. Effecten van klimaatverandering op het Nederlandse bos en bosbeheer. 55 p. f 48,-

257 M.E.A. Broekmeyer & A.P.P.M. Clerkx 1997. Vegetatie en bosstructuur van het bosresevaat De Zwarte Bulten. 77 p. f 45,-

258 W.K.R.E. van Wingerden, F.A. Bink, D.A. Jonkers, F.J.J. Niewold & A.L.J. Wijnhoven 1997. Gedomesticeerde grote grazers in natuurterreinen en bossen: een bureaustudie. II. De effecten van begrazing. 128 p. f 51,50

259 J. Verboom, P.C. Luttikhuizen & J.T.R. Kalkhoven 1997. Minimumarealen voor dieren in duurzamepopulatienetwerken. 49 p. f 31,50

260 P.A.M. Visschedijk 1997. Kaarten recreatiegebieden compensatiebeginsel. 72 p. f 41,50

261 G.M. Dirkse 1997. Vegetatiekartering van de Schinveldse bossen en de Brunssummerheide in 1996. 100 p. f 47,50

262 P.J.M. Bergers 1997. Versnippering door railinfrastructuur; een verkennende studie. 68 p. f 40,-

263 T. Schavemaker, N. Brink, J.W.M. Langeveld, E. Murris, J. Nieuwenhuis & K. Vos 1997. Onderzoek naar de plaats van het groene vakgebied binnen de gemeentelijke organisatie. 35 p. f 31,50

264 A.H.J. Segeren & P.A.M. Visschedijk 1997. Het recreatief gebruik van SBB-terreinen in de regio Brabant-West. 79 p. f 40,-

265 J. van Asten, A. Augustijn-van Buren, B.J. Galjaard, D.A. van der Heij, C. Jochemsen, H.D. van der Kamp & J. van Reijendam 1997. Groencompensatie in de gemeenten; startnotitie. 31 p. f 31,50

266 M.E. Sanders, A.M. Schmidt, A.J. Griffioen & G. van Wirdum 1997. Kartering van de vegetatiestructuur van de Weerribben. 78 p. f 57,-

267 H. Koop, L.J. van Os & A.P.P.M. Clerkx 1997. Start monitoring omvormingsbeheer Staphorst. 55 p. f 42,-

268 N.H. Edelenbosch & R.A.M. Schrijver 1997. Ex-ante-evaluatie van bosuitbreiding door agrariërs; de haalbaarheid van het bebossingsbeleid op landbouwbedrijven. 125 p. f 50,-

269 H.J.M. Goverde, J. Wisserhof, E.K. Dijkstra & R.A.M. Tilmans 1997. Bestuurlijke Evaluatie Strategische Groenprojecten Natuurontwikkeling. 118 p. f 50,-

270 J. van den Burg 1997. Groei en groeiplaats van de Grove den en de Corsicaanse den in Nederland. 91 p. f 40,-

271 J.K. van Raffe, P.J.W. Hinssen, N.W.J. Borsboom & H.G. Six Dijkstra 1997. Instrumentarium bosbedrijfsvoering; een onderzoek naar de beschikbaarheid van en de behoefte aan computerprogrammatuur ter ondersteuning van de bedrijfsvoering van Nederlandse bosbedrijven. 71 p. Supplement. 56 p. Deze twee delen zijn niet afzonderlijk te bestellen. f 50,-

272 J.B. den Ouden, M.E.A. Broekmeyer & H.G.J.M. Koop 1997. A-locatie bossen in Overijssel; kenschets, beoordeling en adviezen met betrekking tot behoud en ontwikkeling van relicten van inheemse bosgemeenschappen in de provincie Overijssel. 229 p. f 70,-

273 J. van den Burg 1997. Groei en groeiplaats van Japanse lariks, Abies grandis en Tsuga heterophylla in Nederland. 68 p. f 40,-

274 D.M. Pronk, T.A. de Boer & H.W.J. Boerwinkel 1997. Aantrekkingskracht van parken op stadsniveau. 129 p. f 53,-

275 K.S. Dijkema, N.M.J.A. Dankers, G.J.M. Wintermans, J.C.A.M. Bervaes & D.C. van der Werf 1997. Compensatie voor gaswinning in het grensgebied met de Waddenzee: visie op een rol voor natuurontwikkeling. 55 p. f 41,50

276 K.S. Dijkema, N.M.J.A. Dankers, G.J.M. Wintermans, J.C.A.M. Bervaes & D.C. van der Werf 1997. Bodemdaling en waterhuishouding in Groningen: visie op een grotere rol voor natuurontwikkeling. 41 p. f 31,50

277 F.J.J. Niewold 1997. De fauna van het Dwingelderveld: recente ontwikkelingen en een faunabeheerplan. 98 p. f 40,-

278 C.L.M. Spinnewijn & T.A. de Boer 1997. 'Water trekt'; een kwalitatief onderzoek naar gebruik en beleving van het water in de Waterwijk in Almere. 75 p. f 50,-

279 A.P.P.M. Clerkx & M.E.A. Broekmeyer 1997. Bosdynamiek in Noordhout; tien jaar monitoring van een Wintereiken-Beukenbos. 95 p. f 50,-

280 J.K. van Raffe 1997. Handleiding Tactic; een computerprogramma voor de tactische bosbedrijfsplanning. 46 p. f 30,-

281 P.A. Slim & H.F. van Dobben 1997. De baten van vegetatiebeheer. 59 p. f 41,50

282 J.C.A.M. Bervaes, D.M. Pronk & T.A. de Boer 1997. Recreatie in de Dordwijkzone. 115 p. f 51,50

283 I.M. Bouwma & A.F.M. Olsthoorn 1997. Weerstandsverhogende maatregelen in bossen. 67 p. f 40,-

284 I.M. Bouwma & A.F.M. Olsthoorn (red.) 1997. Trends in het ecologisch functioneren van bossen. 77 p. f 45,-

285 C.B. Bussink, E.A.P. Wieman & A.F.M. Olsthoorn 1997. Verwachting en knelpunten van kleinschalig bosbeheer; een enquête onder boseigenaren en bosbeheerders. 144 p. f 51,50

286 J. van den Burg 1997. Groei en groeiplaats van de fijnspar en de Sitkaspar in Nederland. 79 p. f 41,50

287 J.G. de Molenaar, D.A. Jonkers & R.J.H.G. Henkens 1997. Wegverlichting en natuur; I. Een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur. 293 p. f 70,-

288 A.P.P.M. Clerkx, M.E.A. Broekmeyer & P.J. Szabo 1997. Bosstructuur en vegetatie van het bosreservaat Drieduin 1. 55 p. f 43,-

289 W.C. Ma, H. Siepel & J.H. Faber 1997. Onderzoek naar mogelijke ecotoxicologische effecten van bodemverontreiniging in de uiterwaarden op de terrestrische invertebratenfauna. 79 p. f 42,-

290 P. Filius 1997. Institutioneel draagvlak voor natuur. 87 p. f 49,-

291 W. Kuindersma, G.J. Zweegman & J.P.P. Hinssen 1997. Van beleidsprestaties naar oorzaken; natuurbeleid is mensenwerk. 185 p. f 61,50

292 H. Schekkerman 1997. Graslandbeheer en groeimogelijkheden voor weidevogelkuikens. 92 p. f 40,-

293 J.W.M. Langeveld, S.P. Tjallingii & L. Bus 1997. Stromenland; Netwerken van verkeer en water als dragers voor ruimtelijke ontwikkeling. 99 p. f 50,-

294 R. Pouwels 1997. Effecten van habitatverarming op het broedsucces van insectenetende vogels: het stoelpotenmodel. 53 p. f 40,-

295 P.A. Slim 1997. Vooronderzoek duindoornsterfte duingebied Oost-Ameland. 61 p. f 41,50

296 P.J. Szabo 1997. De bosstructuur en samenstelling van bosreservaat Meerdijk 1991 (Flevoland); luchtfoto's en steekproefcirkels. 60 p. f 40,-

297 G.F.C. van Leiden 1997. Openstelling en toegankelijkheid van het agrarisch gebied. 108 p. f 53,-

298 G. van Wirdum & V. Joosten 1997. De proef 'Grondwater als bron' in De Weerribben; Basisrapport over de periode 1989-1995. 145 p. f 56,-

299 J.B. den Ouden & M.E.A. Broekmeyer 1997. A-locatie bossen in Utrecht; kenschets, beoordeling en adviezen met betrekking tot behoud en ontwikkeling van relicten van inheemse bosgemeenschappen in de provincie Utrecht. 83 p. f 40,-

300 J.B. den Ouden 1997. A-locatie bossen in Drenthe; kenschets, beoordeling en adviezen met betrekking tot behoud en ontwikkeling van relicten van inheemse bosgemeenschappen in de provincie Drenthe. 101 p. f 50,-

301 M.E.A. Broekmeyer & J.B. den Ouden 1997. A-locatie bossen in Noord-Holland; kenschets, beoordeling en adviezen met betrekking tot behoud en ontwikkeling van relicten van inheemse bosgemeenschappen in de provincie Noord-Holland. 85 p. f 40,-

302 A. Brenninkmeijer & E.W.M. Stienen 1997. Migratie van de grote stern Sterna sandvicensis in Denemarken en Nederland. 57 p. f 40,-

303 J. van den Burg 1997. Groei en groeiplaats van de beuk in Nederland. 60 p. f 40,-

304 C.J. Grashof 1997. Verbindingszones en algemene natuurwaarden in het middengebied van de Achterhoek; een verkenning van enkele scenario's 57 p. f 48,-

305 A.P.P.M. Clerkx, M.E.A. Broekmeyer & P.J. Szabo 1997. Bosstructuur en vegetatie van het bosreservaat Drieduin 2. 64 p. f 47,-

306 J.F. Jonkhof (red.) 1997. Landschapspark De Graven; ecologisch onderzoek voor een geïntegreerde ontwikkelingsvisie. 123 p. f 65,-

307 P.A. Slim 1997. Vooronderzoek meidoornsterfte duingebied Oost-Ameland. 25 p. f 31,50

308 M.H.A. van den Ham, E. Hoogendam, C.L.M. Spinnewijn & R.H.M. Peltzer 1997. Bos zonder slagbomen; een kwalitatief onderzoek naar de openstelling en toegankelijkheid van bos. 114 p. f 50,-

309 J. van den Burg 1997. Groei en groeiplaats van de Zwarte els en van de Witte els in Nederland. 57 p. f 40,-

310 J. van den Burg 1997. Groei en groeiplaats van de zomereik, de wintereik en de Amerikaanse eik in Nederland. 104 p. f 40,-

311 A. Oosterbaan, C.A. van den Berg & A.F.M. Olsthoorn 1997. Ontwikkelingen in mengverhouding en groei van enkele gemengde beplantingen. 40 p. f 31,50

312 G.W.W. Wamelink, C.J.F. ter Braak & H.F. van Dobben 1997. De Nederlandse natuur in 2020: schatting van de potentiële natuurwaarde in drie scenario's. 79 p. f 48,-

313 C.A. van den Berg & A. Oosterbaan 1997. Natuurlijke verjonging van grove den (Pinus sylvestris); zaadval en de invloed van grondbewerking, afrasteren en een scherm op de opkomst en ontwikkeling van zaailingen. 38 p. f 31,50

314 P.J. Szabo 1997. De bosstructuur en bossamenstelling van bosreservaat Lheebroek bij Dwingeloo in 1988; luchtfoto's en steekproefcirkels. 57 p. f 40,-

315 A.H. Prins 1997. Natuurwaarden van het populierenbos ten noordoosten van het Van Tuyll sportpark in Zoetermeer. 25 p. f 30,-

316 G.W.T.A. Groot Bruinderink, H.G.J.M. Koop, A.T. Kuiters & D.R. Lammertsma 1997. Herstel van het ecosysteem Veluwe-IJsseluiterwaarden; gevolgen voor bosontwikkeling, edelherten en wilde zwijnen. 27 p. f 34,-

317 E.P.A.G. Schouwenberg & G. van Wirdum 1997. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring in De Weerribben; monitoring van kraggenvenen in de periode 1991-1996. 172 p. f 61,50

320 L.G. Moraal 1997. Eikenprachtkever, Agrilus biguttatus, en eikensterfte: een literatuurstudie over aantastingen, levenswijze en verspreiding. 24 p. f 30,-

321 H.F. van Dobben, M.J.M.R. Vocks, I.M. Bouwma, G.W.W. Wamelink & V. Joosten 1997. Eerste opname van de ondergroei in het Meetnet-Bosvitaliteit. 29 p. f 31,50,-

322 W. Kuindersma & G.J. Zweegman 1997. Grondverwerving voor natuur: het rijk van provincies?; de provinciale oriëntaties op grondverwerving voor bosuitbreiding in de Randstad, natuurontwikkelingen reservaatvorming. 89 p. f 41,50

323 R.P.B. Foppen & W. Nieuwenhuizen 1997. Probleemanalyse ten behoeve van het soortbeschermingsplan hazelmuis Muscardinus avellanarius. 70 p. f 40,-

324 J.K. van Raffe, R.A.M. Schrijver, N.H. Edelenbosch, P.J.W. Hinssen, J. Hekman & H. Verbeek 1997. Informatieplan Databank Gemeentelijk Groenbeheer. 53 p. f 41,50

325 P.A. Slim, H.F. van Dobben & R.M.A. Wegman 1997. Maatregelen voor vernatting in de landgoederen Smalenbroek en Groot Brunink. 47 p. f 42,-

326 W.E. van Duin, K.S. Dijkema & J. Zegers 1997. Veranderingen in bodemhoogte (opslibbing, erosie en inklink) in de Peazemerlannen. 104 p. f 65,-

327 I.M. Bouwma, A.P.P.M. Clerkx & A.F.M. van Hees 1997. Bosdynamiek in het Vijlnerbos. 37 p. f 36,-

328 R.J. Bijlsma, J.T.R. Kalkhoven & H.G.J.M. Koop 1997. Natuurboszones; een procedure voor aanwijzing. 30 p. f 31,50

329 C.A. van der Kooij 1997. Abiotiek in oude elzenbroekbossen; een beschrijving van gradiënten in bodemprofiel en waterkwaliteit in de Oude Kooi en de Otterskooi. 103 p. f 54,50-

330 H. Koop 1997. Pilotstudie A-lokaties; beschrijving van 10 (complexen van) A-lokaties en diagnosemethode voor mate van natuurlijkheid 92 p. f 40,-

331 H. Schekkerman, A.J. Beintema & L.M.J. van den Bergh 1997. Mobiliteit van grutto's in de ruime jas. 33 p. f 30,-

333 A. Oosterbaan, J.P. Peeters & C.A. van den Berg 1997. De historie van een beukenopstand bij Garderen. 23 p. f 30,-

334 H.J. Hekhuis, M.N. van Wijk & C.J.M. van Vliet 1997. Effectiviteit regeling Functiebeloning Bos en Natuurterreinen; een stap op weg naar realisatie van het Bosbeleidsplan. 161 p. f 61,50

336 J.G. de Molenaar & D.A. Jonkers 1997. Wegverlichting en natuur; haalbaarheidsstudie aanvullend onderzoek. 106 p. f 41,50

337 I.M. Bouwma, A.P.P.M. Clerkx & P.J. Szabo 1998. Bosstructuur en vegetatie van het bosreservaat Drieduin 3. 57 p. f 47,50

338 P.A.M. Visschedijk & A.H.J. Segeren 1998. Ontwerp monitoringmodel recreatie SGP Schouwen. 34 p. f 31,50

339 G.W.T.A. Groot Bruinderink, D.R. Lammertsma & E. Hazebroek 1998. Zelfredzaamheid van edelherten en wilde zwijnnen op de Veluwe. 44 p. f 31,50

340 J.G. de Molenaar & D.A. Jonkers 1998. Birkhoven-Bokkeduinen; bouwstenen voor de toekomstige ontwikkeling van een Amersfoorts bosgebied. 121 p. f 51,50

341 F.A. Bink, A.J. Beintema, H. Esselink, J. Graveland, H. Siepel & A.H.P. Stumpel 1998. Fauna-aspecten van effectgerichte maatregelen; preadvies fauna. 191 p. f 60,-

342 H.J. Hekhuis, A. Oosterbaan, M.N. van Wijk & C.A. van den Berg 1998. Voorbeeldbedrijven geïntegreerd bosbeheer Gelderland: I Start en opzet van voorbeeldbedrijven, II Beschrijving van de beheervarianten per voorbeeldbedrijf. 107 p. f 50,-

345 J.G. de Molenaar 1998. Een verkennende beschouwing over grondhoudingen, natuurbeelden en natuurvisies in relatie tot draagvlak voor natuur. 111 p. f 55,-

346 J. van den Burg 1998. Groei en groeiplaats van de populier en de esp in Nederland; Resultaten van 35 jaar onderzoek. 261p. f 71,50

347 J. Graveland 1998. Beheersvisie Zwarte Meer. 67 p. f 40,-

348 J. van den Burg 1998. Groeiplaatseisen van enkele loofboomsoorten: Tamme kastanje, noot, boskers, robinia en bergesdoorn. Een verkenning. 82 p. f 40,-

349 J.K. van Raffe, F.T.J. Hoksbergen, A.A.J.M. Leenaars, A.H. Schaafsma & C.M. van Schagen 1998. Houtoogst bij kleinschalig bosbeheer. 105 p. f 50,-

351 C.A. van der Kooij, K.W. van Dort, R. Kwak, A. H.F Stortelder & R.W. de Waal 1998. Vernatting Randmeerbossen Flevoland; Mogelijkheden, referenties, voorbeeldprojecten en sleutelfactoren. 83 p. f 47,50

352 N.H. Edelenbosch, P.J.W. Hinssen & E.A.P. Wieman 1998. Verkenning van de toekomstige bosontwikkeling met behulp van het model HOPSY. 31 p. f 31,50

353 A.P.P.M. Clerkx, I.M. Bouwma & A.F.M. van Hees 1998. Het bosreservaat Vijlnerbos; bijlagerapport. 136 p. f. 53,50

355 A.P.P.M. Clerkx & A.F.M. van Hees 1998. Bosdynamiek in Tussen de Goren. 30 p. f 34,-

356 I.M. Bouwma 1998. Beheersvisie A-lokatie Edese bos. 37 p. f. 30,-

358 Tj.H. van den Hoek & P.F.M. Verdonschot 1998. Steekmuggen in Zuidwest-Friesland: De verspreiding van steekmuggen *(Culicidae)* in en nabij de Starnuman Bossen. 48 p. f.30,-