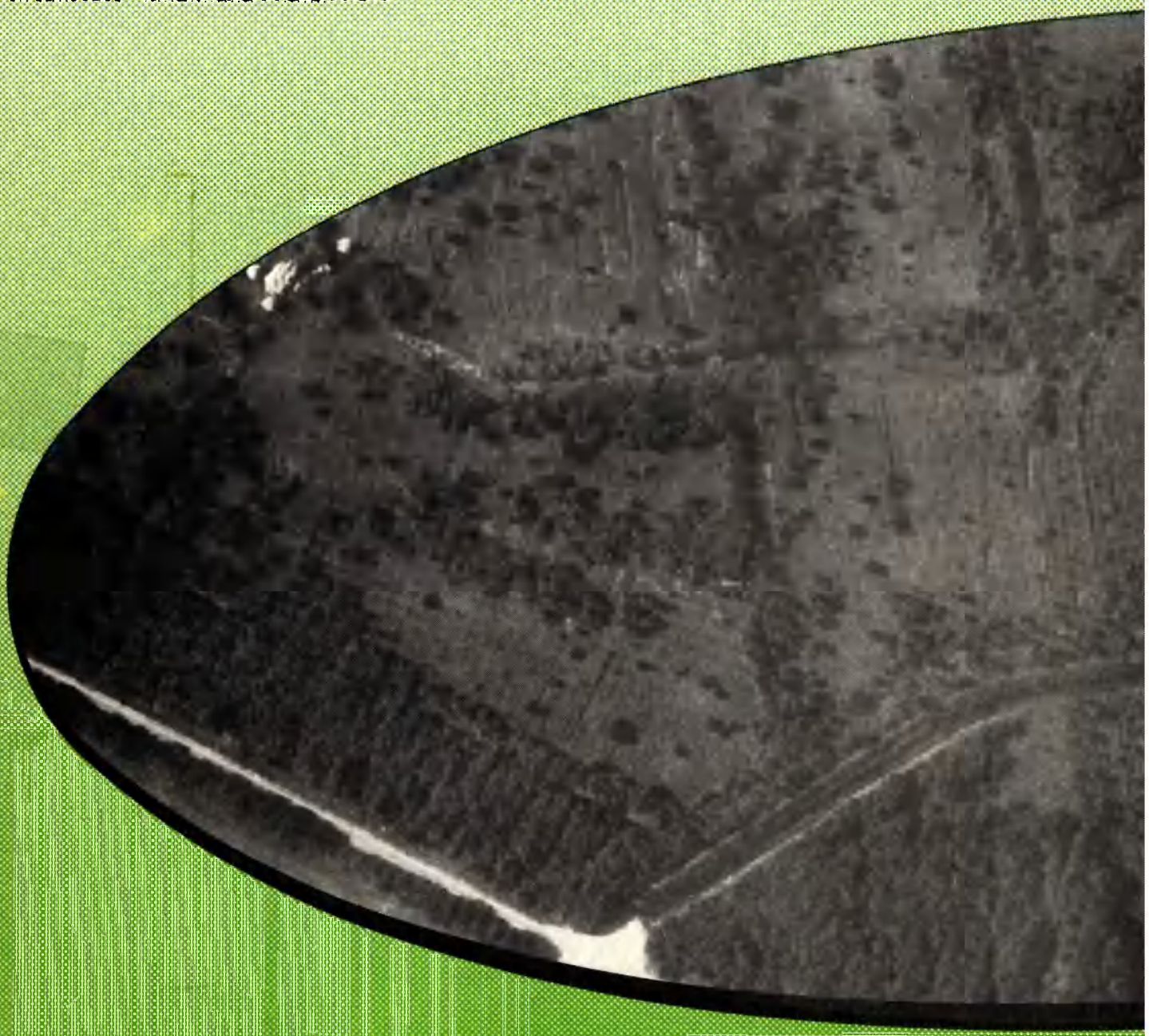
Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 3

J.C.M. van Haren
P.F.M. Verdonschot



RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
Arnhem, Leersum en Texel

L.W.J. Tuijl

Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 3

J.C.M. van Haren & P.F.M. Verdonschot

RIN-rapport 90/6

Rijksinstituut voor Natuurbeheer

Leersum

1990

973002


RIN repro

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD 5
1. INLEIDING 7

2. MONITORONDERZOEK 9
2.1 Doelstelling 9
2.2 Onderzoekopzet 9
2.2.1 Systematische inventarisatie 9
2.2.2 Het monitoren van larvale en pupale culiciden 10
2.2.3 Het monitoren van adulte culiciden 11
2.3 Resultaten 11
2.3.1 Systematische inventarisatie 11
2.3.2 Het monitoren van larvale en pupale culiciden 11
2.3.3 Het monitoren van adulte culiciden 12
2.4 Discussie 12
2.4.1 Systematische inventarisatie 12
2.4.2 Het monitoren van larvale en pupale culiciden 13
2.4.3 Het monitoren van adulte culiciden 15
2.4.4 Uitvoering door derden 16
2.5 Conclusies 17

3. ONTWIKKELING VAN EEN EENVOUDIGE SIGNALERINGSFORMULE 30
3.1 Doelstelling 30
3.2 Werkwijze 30
3.2.1 Populatiedynamiek van steekmuggen 30
3.2.2 Terreingesteldheid 31
3.2.3 Hydrologische gegevens 32
3.2.4 Klimatologische gegevens 32
3.3 Resultaten en Discussie 32
3.3.1 Populatiedynamiek van steekmuggen 32
3.3.2 Terreingesteldheid 33
3.3.3 Hydrologische gegevens 34
3.3.4 Klimatologische gegevens 35
3.4 Advies signaleringsformule 36

4. LABORATORIUMONDERZOEK 49
4.1 Inleiding 49
4.2 Ovipositie 49
4.2.1 Methode 49
4.2.2 Resultaten 50
4.2.3 Discussie 51
4.3 Ontwikkeling van eieren 52
4.3.1 Methode 52
4.3.2 Resultaten 53
4.3.3 Discussie 53
4.4 Ovipositie-experiment 56
4.4.1 Methode 56
4.4.2 Resultaten 57
4.4.3 Discussie 57
4.5 Conclusies 57

5. LITERATUUR 58

VOORWOORD

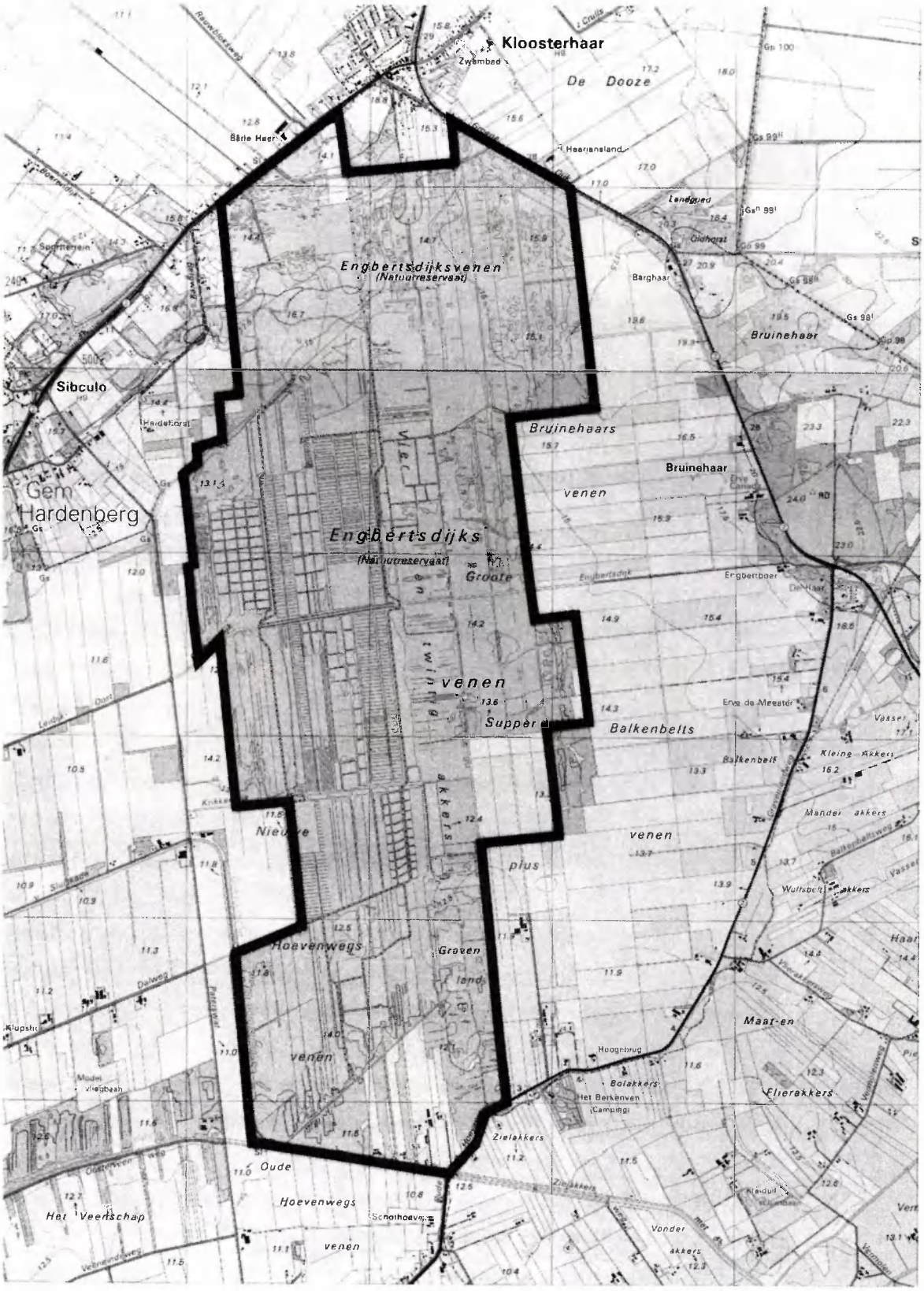
Vanaf 1987 verricht het Rijksinstituut voor Natuurbeheer, in opdracht van Staatsbosbeheer, onderzoek naar de achtergronden van de jaarlijks terugkerende steekmuggenplaag in de omgeving van het hoogveenreservaat de 'Engbertsdijksvenen'.

Het onderzoek van 1987 en 1988 heeft inzicht verschaft in de oorzaken van de plaagvorming en heeft geleid tot de uitvoering van een reeks maatregelen ter voorkoming van nieuwe plagen.

Met het voorliggende rapport wordt het onderzoek afgesloten. De systematische inventarisatie uitgevoerd in 1989 toonde aan dat de steekmuggenpopulatie sterk is gereduceerd. Ten dele is dit een gevolg van de uitgevoerde maatregelen en ten dele van de klimatologische en hydrologische omstandigheden. De noodzaak van het maken van een duidelijke inrichtingskeuze met betrekking tot permanent droge en natte gebieden wordt aangegeven om problemen in de toekomst te voorkomen.

Er is een eenvoudige formule om een nieuwe steekmuggenplaag vroegtijdig te signaleren ontwikkeld en enkele medewerkers van Staatsbosbeheer zijn geïnstrueerd om zelfstandig deze signalering uit te voeren in de toekomst.

de Directie



Figuur 1. Het natuurreservaat 'Engbertsdijksvenen'.

1 INLEIDING

In de zomer van 1987 is in opdracht van Staatsbosbeheer een onderzoek begonnen naar de oorzaken van een jaarlijks terugkerende overlast van steekmuggen (Culicidae) in de dorpen Kloosterhaar en Sibculo, grenzend aan het natuurreservaat 'Engbertsdijksvenen' (fig. 1).

Het onderzoek had een tweeledige doelstelling nl. het opsporen van de oorza(a)k(en) van de steekmuggenplaag en het aangeven van te nemen beheersmaatregelen.

Vanwege het aanvangstijdstip zijn de resultaten van het onderzoek in 1987 alleen gebaseerd op de zomerpopulatie. Uit dit onderzoek is gebleken dat de culicidenpopulatie voornamelijk uit soorten van het geslacht Aedes bestaat, met name Aedes punctor en Aedes cinereus, en dat deze soorten karakteristiek zijn voor (hoog)veen- en hun randgebieden (Verdonschot et al. 1988). De ovipositie van deze soorten vindt plaats in de inundatiezone van tijdelijk uitdrogende milieus, zodat ze zich massaal kunnen ontwikkelen op locaties met een variërende waterstand (Verdonschot et al. 1988, Schmidt & van Haren 1988). Op basis van literatuur-, veld- en laboratoriumkennis zijn in 1987 een aantal maatregelen uitgevoerd: compartimentering en afdichting ter verbetering van het waterkwantiteitsbeheer en het verwijderen van eutrofiërende bronnen in combinatie met gebiedseigen water, in het Friese Koelenmoeras (een terrein in het noordwestelijk deel van het reservaat) uitgevoerd. Uit literatuurgegevens bleek echter ook dat een eerste (voorjaars)generatie de hoogste dichtheden oplevert, hetgeen veelal met het verschil tussen de hydrologische situatie in het (vroege)voorjaar en de zomer samenhangt.

Om een volledig overzicht van de seizoencyclussen van de betrokken soorten te krijgen heeft in 1988 een vervolgonderzoek naar de ontwikkeling van de culicidenpopulatie plaatsgevonden (Schmidt & van Haren 1988). In dit onderzoek is vastgesteld dat, als gevolg van de waterhuishouding, een groot oppervlak van de Engbertsdijksvenen een temporair aquatisch milieu oplevert. Dit geldt met name voor de randgebieden van het reservaat. Verder bleek dat de hydrologische situatie in het gebied in het (vroege) voorjaar aanzienlijk van de zomersituatie verschilt, zodat de terreintoestand in het voorjaar aanleiding geeft tot de ontwikkeling van een veel hogere culicidendichtheid. Ook is gebleken dat de ontwikkeling van soorten uit het geslacht Aedes primair door de instabiele hydrologie wordt bepaald en dat de (eu)trofie waarschijnlijk van minder belang is.

Op basis van veldwaarnemingen zijn in enkele delen van het reservaat maatregelen ter verbetering van de afwatering voorgesteld en (inmiddels) uitgevoerd.

In vergelijking met 1987 is in 1988 de plaagvorming door steekmuggen in Kloosterhaar aanzienlijk minder geweest, waarbij naast de effectiviteit van de herinrichtingsmaatregelen, de weersontwikkeling een belangrijke rol gespeeld heeft.

Gezien de belangrijke rol van het weer met betrekking tot de ontwikkeling van culiciden en de hydrologie van het gebied was, ondanks de reeds uitgevoerde herinrichtingsmaatregelen, een mogelijke plaagvorming van steekmuggen niet uitgesloten. Bij deze nog steeds aanwezige kans op plaagvorming is een vroegtijdige signalering vereist. Staatsbosbeheer wilde in de toekomst de middelen en kennis hebben om in eigen beheer vroegtijdig tot plaagsignalering te komen. Daarom is in 1989 een vervolgonderzoek verricht.

Dit onderzoek heeft tot doel enerzijds het vroegtijdig signaleren van eventuele plaagvorming door culiciden door middel van monitoren en anderzijds het ontwikkelen van een eenvoudige signaleringsformule. Beide aspecten worden in resp. hoofdstuk 2 en 3 besproken.

Om door middel van geconditioneerde experimenten het inzicht in het gedrag van steekmuggen te vergroten, is getracht in het laboratorium een kweek op te zetten waarvan de resultaten worden besproken in hoofdstuk 4.

2 MONITORONDERZOEK

2.1 DOELSTELLING

De volgende doelen liggen ten grondslag aan dit onderzoek.

1. Het signaleren van het ontstaan en het volgen van de temporele en ruimtelijke populatiedynamiek van culiciden in potentiële habitats.
2. Het signaleren van het ontstaan en het volgen van de temporele en ruimtelijke verspreiding van volwassen culiciden in het reservaat en het dorp Kloosterhaar.
3. Het instrueren van werknemers bij Staatsbosbeheer met betrekking tot de bovengenoemde doelstellingen.

2.2 ONDERZOEKOPZET

2.2.1 Systematische inventarisatie

2.2.1.1 Verspreiding van larvale en pupale culiciden

Om een indruk te krijgen van de verspreiding en de dichtheid van de larvale en pupale culiciden op het moment van de aanvang van het onderzoek is op 5 april 1989 een beperkte systematische inventarisatie uitgevoerd. Op grond van de aantallen aanwezige larven en poppen zou kunnen worden beoordeeld in hoeverre sprake is van een te verwachten plaag en of eventueel direct actief beheer noodzakelijk was. Ook zijn op basis van de resultaten van deze inventarisatie de monsterplaatsen voor het monitorprogramma 1989 bepaald. Door eerder uitgevoerde en groot opgezette inventarisaties in 1987 (Verdonschot et al. 1988) en 1988 (Schmidt & van Haren 1988) was er reeds inzicht verkregen in de terreintoestand van het reservaat, waarbij is vastgesteld dat voornamelijk de randzones (die door een groot oppervlak aan temporaire aquatische milieus worden gekenmerkt) grote aantallen larvale en pupale culiciden herbergen. Deze inventarisatie heeft zich dan ook tot de randzones beperkt.

2.2.1.2 Werkwijze

Er zijn op een tiental plaatsen zeefmonsters genomen (fig. 2). Deze bemonstering is uitgevoerd met een appelmoeszeef (diameter 18,4 cm) die

schoksgewijs in een rechte lijn, over een bepaalde afstand (20 cm) door het water, over de bodem of door de vegetatie wordt bewogen. Er wordt een schatting van het aantal individuen per zeef gemaakt en ca. 30 larven c.q. poppen worden aselect verzameld en geconserveerd in 70% alcohol. Determinatie vindt zoveel mogelijk op soort- en stadiumniveau plaats.

Deze methode is semi-kwantitatief en geeft een indruk van de verspreiding en relatieve abundantie van de verschillende soorten.

2.2.2 Het monitoren van larvale en pupale culiciden

2.2.2.1 Keuze van de locaties

Voor het in de tijd volgen van de ontwikkeling van larvale en pupale culiciden zijn, op basis van de ervaring uit 1987 en 1988 en de inventarisatie op 5 april 1989, 15 transecten geselecteerd (fig. 3). Er is voor transecten (in plaats van monitorpunten) gekozen om de verschuivingen van droog naar nat in het gebied te ondervangen.

2.2.2.2 Werkwijze

Met het oog op het overdragen van het monitoren aan het personeel van Staatsbosbeheer is er een handleiding geschreven, waarin de monstertechniek besproken wordt (bijlage 1).

De bemonstering van de transecten vindt in principe wekelijks plaats. Echter vanwege het aantal monitortransecten en de beschikbare tijd is per week de helft van de transekten bemonsterd, zodat de bemonstering per transect tweewekelijks is uitgevoerd. Indien in een transect, waar eerder geen larven zijn aangetroffen, na enige tijd larven werden waargenomen, is de monsterintensiteit verdubbeld tot er geen larven en/of poppen meer zijn waargenomen.

De eerste vijf weken heeft de monitoring plaatsgevonden door medewerkers van Staatsbosbeheer (SBB) en het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN). Hierna is het monitorprogramma door medewerkers van SBB zelfstandig vervolgd tot 1 november 1989. Per transect zijn op een veldformulier (bijlage 2) van vijf watersituaties, die in duplo bemonsterd zijn, de aantallen aangetroffen culicidelarven en/of -poppen per zeef genoteerd. Naast de aard van de watersituatie (greppel/poel/plas/dras) is ook het oppervlak dat het water in het transect beslaat geschat en genoteerd. De

resultaten zijn door medewerkers van het RIN verwerkt.

2.2.3 Het monitoren van adulte culiciden

2.2.3.1 Keuze van de lokaties

De metingen zijn uitgevoerd in een transect dat zich uitstrekt van de met bos en/of houtwallen begroeide randzone van het natuurgebied in de richting van het dorp Kloosterhaar. De drie geselecteerde monitorpunten (fig. 3) vormen potentiële rusthabitats voor volwassen steekmuggen.

2.2.3.2 Werkwijze

De adulten zijn verzameld door middel van de 'human-bait'-methode. De onderzoeker fungeert hierbij als gastheer. De op de onderzoeker gelande vrouwelijke adulten worden gevangen met behulp van een zuigbuis en verzameld in een potje met watten doordrenkt met ether. Per punt zijn op deze manier door twee personen gedurende tien minuten adulte culiciden gevangen.

De adulten werden de eerste drie weken gezamenlijk door medewerkers van SBB en RIN verzameld. Hierna is het verzamelen van adulten door medewerkers van SBB zelfstandig vervolgd tot 1 november 1989 en zijn de resultaten door medewerkers van het RIN verwerkt.

2.3 RESULTATEN

2.3.1 Systematische inventarisatie

Figuur 2 geeft een overzicht van de plaatsen waar tijdens de systematische inventarisatie op 5 april larvale en pupale culiciden bemonsterd zijn. In tabel 1 zijn de aangetroffen soorten, de verhoudingen tussen de soorten c.q. stadia en de geschatte aantallen opgenomen.

2.3.2 Het monitoren van larvale en pupale culiciden

In tabel 2 worden de in de 15 transecten aangetroffen gemiddelde aantallen steekmuglarven en -poppen per zeef vermeld en in tabel 3 worden de

aangetrofffen soorten en stadia onderscheiden. Het geschatte, met water bedekte, oppervlak van de transecten wordt vermeld in tabel 4.

2.3.3 Het monitoren van adulte culiciden

Figuur 4 vermeldt de aantallen adulten, verzameld door twee personen gedurende 10 minuten, op de monitorpunten A1, A2 en A3 in 1987, 1988 en 1989, uitgezet tegen de tijd. In tabel 5 worden de aangetroffen soorten, de totale en de relatieve aantallen volwassen culiciden in 1989 verzameld door twee personen gedurende 10 minuten op de monitorpunten A1, A2 en A3, vermeld. De resultaten van 1987 en 1988 zijn vermeld in Schmidt & van Haren (1988).

2.4 DISCUSSIE

2.4.1 Systematische inventarisatie

Het voorjaarsbeeld van 1989 komt, met betrekking tot de aanwezigheid van soorten, overeen met het beeld van 1988; de aantallen steekmuglarven en -poppen zijn echter belangrijk lager. Ook verschilt de hydrologische situatie in het reservaat in 1989 sterk van die in 1988. Door de droge voorgaande maanden is het oppervlak aan water in het gebied veel kleiner dan in 1988 en heeft er ten opzichte van 1988 een verschuiving van de waterlijn naar binnen plaatsgevonden.

De steekmuggenpopulatie bestaat in het (vroege) voorjaar uit vier soorten: Aedes punctor, A. cantans, A. communis en Culiseta morsitans, waarbij A. punctor de dominante soort is.

Aedes cantans is alleen op monsterpunt 6 waargenomen. Dit komt overeen met de resultaten van 1988 (Schmidt & van Haren 1988). Destijds is op 7 april de ontwikkeling van A. cantans in dit punt waargenomen.

Aedes communis is aangetroffen op de punten 1 en 4. A. communis is een specifieke bossoort voor zowel larve als adult (Schmidt & van Haren 1988) en komt vaak (niet dominant) naast A. punctor voor. Ook in 1988 werd op punt 4 relatief veel A. communis aangetroffen. A. communis is in 1988 niet aangetroffen op punt 1. Dit hangt samen met het feit dat de monstername op dit punt in 1988 pas vanaf 21 april plaatsvond. De populatie bestond destijds uit A. punctor (4e stadium) en Aedes-poppen, enige tijd

later gevolgd door A. cinereus (een zomersoort), wat op hoge watertemperaturen wijst. A. communis is een echte voorjaarssoort, waarbij de larvale ontwikkeling al bij 7-8 °C aanvangt en temperaturen boven 14 °C tot een toename van de larvale sterfte leiden (Schmidt & van Haren 1988). Naar alle waarschijnlijkheid heeft er op punt 1 in 1988 wel een populatie-ontwikkeling van A. communis plaatsgevonden, die echter op het moment van bemonstering al voltooid was.

Op nagenoeg alle monsterplaatsen bevonden de larven zich in het derde en/of vierde larvale stadium met uitzondering van monsterpunt 10. Op dit punt zijn larven waargenomen die nog in het tweede stadium verkeerden. Monsterpunt 10 bevindt zich in een open terrein gedomineerd door een lage vegetatie (Calluna vulgaris) waar, door invloed van de wind het water langzamer wordt opgewarmd dan in de andere punten. Hierdoor komt de larvale ontwikkeling later op gang en verloopt langzamer. Hoewel de monsterpunten 5 en 8 zich eveneens in open terreinen bevinden worden deze punten gedomineerd door hoge vegetatie (Molinia caerula), zodat de windinvloed minder is en de larven ten opzichte van monsterpunt 10 verder ontwikkeld zijn.

2.4.2 Het monitoren van larvale en pupale culiciden

In transect 1 is op 26 juni 1989 een greppel ter ontwatering van het transect gegraven om drassituaties (en daardoor hoge aantallen culiciden) te voorkomen.

Na 22 mei zijn er geen larvale en pupale culiciden aangetroffen in de transecten, zodat er alleen sprake is van een voorjaarspopulatie. Deze voorjaarspopulatie wordt gedomineerd door Aedes punctor. De aanwezige larven en poppen behoren tot één generatie, waarbij de opeenvolgende stadia zich synchroon ontwikkelen. Bij de aanvang van het monitoronderzoek op 17 april zijn nog larven in het tweede stadium waargenomen, op 24 april niet meer.

In de meer beschutte transecten is er op 8 mei sprake van een ontwikkeling van een tweede generatie (transect 2, 3, 9, 14 en 15). In transect 2, 3 en 8 bestaat deze tweede generatie (waarschijnlijk) geheel uit Aedes punctor. In transect 15 is de tweede generatie opgebouwd uit A. punctor en A. cinereus en in transect 9 bestaat de tweede generatie volledig uit A. cinereus.

Op 1 mei was in transect 9 nog geen ontwikkeling van A. cinereus waargenomen terwijl een week later (8 mei) al 2e-stadiumlarven zijn aangetroffen. Op 22 mei worden slechts nog 4e-stadiumlarven van A. cinereus en Aedes-poppen aangetroffen; deze laatste bestaan waarschijnlijk voor een deel uit A. cinereus (het is niet mogelijk om poppen tot op soortniveau te determineren). Dit wijst op een zeer snelle opeenvolging van de aquatische stadia en betekent dat de aquatische ontwikkeling van A. cinereus waarschijnlijk in twee tot drie weken heeft plaatsgevonden. A. punctor ontwikkelt zich langzamer, zodat door indroging van het milieu de tweede generatie niet kon worden voltooid (transect 2, 3 en 8).

In transect 14 zijn op 8 mei voor 60% 1e-stadiumlarven aangetroffen. Op 16 mei zijn er, hoewel er nog wel water was, geen aquatische stadia waargenomen. Dit betekent dat in één week waarschijnlijk een deel van de populatie is uitgevlogen en een ander deel aan predatie ten prooi is gevallen. Deze populatie bestond naar alle waarschijnlijkheid uit A. cinereus omdat die soort zich ontwikkelt bij hogere temperaturen en, aangezien het een kleine soort is, zich in een korte tijd kan ontwikkelen. Het was echter niet mogelijk om de larven op soort te determineren omdat 1e-stadiumlarven nog te weinig kenmerken hebben. 2e-stadiumlarven hebben meer kenmerken waardoor A. cinereus wel van A. cantans, A. communis en A. punctor te onderscheiden is, maar onderscheid tussen de laatste drie soorten is in het 2e en 3e stadium niet mogelijk.

Bij het veldonderzoek van 1988 werd de directe samenhang tussen de (massale) ontwikkeling van culiciden en de hydrologische situatie in het natuurreservaat al vastgesteld (Schmidt & van Haren 1988), hetgeen door het monitoronderzoek (en de systematische inventarisatie) van 1989 nogmaals bevestigd wordt.

Doordat het oppervlak aan water in de 'Engbertsdijksvenen' in 1989 aanzienlijk minder was dan in 1988, zijn er veel minder larvale en pupale culiciden aangetroffen dan in de voorgaande jaren. Daarbij is de mortaliteit tijdens de aquatische stadia in het algemeen hoog, met name tijdens de eerste stadia. De factoren die hierbij een belangrijke rol spelen, zijn inter- (predatie) en intraspecifieke (stress) relaties en in het bijzonder de weersontwikkeling op korte termijn. Het voortijdig indrogen van het larvale habitat wordt als belangrijkste mortaliteitsfactor beschouwd (Schmidt & van Haren 1988). Er was dit jaar dan ook geen sprake van potentieel plaagvormende aantallen culiciden.

2.4.3 Het monitoren van adulte culiciden

Op monitorpunt A1 worden de grootste hoeveelheden adulten aangetroffen terwijl op monitorpunt A3 steeds de laagste aantallen volwassen steekmuggen worden verzameld, hetgeen een afname in de aantallen adulte culiciden in de richting van het dorp Kloosterhaar betekent. Dit komt overeen met de resultaten van 1987 (Verdonschot et al. 1988) en 1988 (Schmidt & van Haren 1988).

Op 29 mei 1989 wordt Aedes cinereus voor het eerst aangetroffen als adult. Dit is in overeenstemming met de resultaten van het monitoronderzoek aan de larvale en pupale culiciden (zie 2.3.2 en 2.4.2). Op 5 juni is het aandeel van A. cinereus klein, vanaf 12 juni wordt zijn aandeel groter ten opzichte van de andere soorten. Hoewel Aedes punctor tijdens de aquatische stadia als dominante soort is waargenomen, is A. cinereus dominant tijdens het volwassen stadium.

Aedes cantans is nagenoeg gedurende de gehele monitorperiode waargenomen, terwijl Aedes communis slechts een enkele maal aangetroffen is.

Hoewel de resultaten van dit monitoronderzoek een goede indruk geven van de ontwikkeling van de omvang en de verspreiding van de (vrouwelijke) adultenpopulatie, geven zij waarschijnlijk niet de juiste verhouding van de werkelijke samenstelling van de populatie weer. Het aantal soorten dat met deze techniek verzameld wordt, en de soortensamenstelling zijn afhankelijk van verscheidene factoren zoals de activiteit van de individuen, de locatie, het tijdstip en de weersgesteldheid (temperatuur, wind, luchtvochtigheid, neerslag) (Verdonschot et al. 1988, Schmidt & van Haren 1988).

Uit figuur 4 blijkt dat de omvang van de populatie in 1989 veel kleiner is dan die van de voorgaande jaren. Naast de gebleken effectiviteit van een groot deel van de herinrichtingsmaatregelen is de weersontwikkeling de belangrijkste factor geweest. Door de drogere maanden eind 1988 (tabel 6) is het met water bedekte deel van de 'Engbertsdijksvenen' kleiner (in vergelijking met 1988), zodat er minder eieren tot ontwikkeling kwamen. Daarbij bleef, als gevolg van de droogte, een tweede generatie steekmuggen uit. Er zijn dan ook geen klachten door inwoners van Kloosterhaar geuit.

Dit wil echter niet zeggen dat zich in de komende jaren geen problemen meer kunnen voordoen met betrekking tot grote aantallen steekmuggen. Er

zijn, met name in de randzones, in de voorgaande nattere jaren grote aantallen eieren afgezet. Als in een volgend nat jaar deze zones opnieuw onder water komen, kunnen deze eieren zich alsnog ontwikkelen, én zullen hier later in het seizoen opnieuw eieren worden afgezet. Dit proces kan zich herhalen.

Het belang van een duidelijke keuze tussen permanent droge en natte gebieden is al eerder door Schmidt & van Haren (1988) benadrukt. Met de moeilijkheden die in één droog jaar, en zeker in enkele droge jaren, ontstaan door het gebrek aan (reservoir)water in combinatie met de doorlatendheid van grote delen van het bodemoppervlak, dient ernstig rekening gehouden te worden. Het is dan ook essentieel het permanent natte gebied af te stemmen op de hoeveelheid water die in deze situatie altijd aanwezig is. Daarnaast dient men rekening te houden met het feit dat in natte jaren het water niet vastgehouden kan worden door de beperkte opvangcapaciteit van de 'Grote Plas' en is het noodzaak de randzones in het gebied te beperken.

2.4.4 Uitvoering door derden

In de 'Engbertsdijksvenen' komen ook pluimmuggen (Chaoboridae) voor. De larven en poppen van deze muggen lijken veel op de larven en poppen van steekmuggen. Er is getracht de verschillen tussen de beide families aan de hand van tekeningen toe te lichten. Alleen door goed te kijken zijn beide families, in het veld, van elkaar te onderscheiden. Dat dit niet altijd lukte, bleek uit de toegezonden monsters die in een enkel geval meer pluimmuglarven/-poppen bevatten dan steekmuglarven/-poppen. Dit betekent dat zorgvuldige waarnemingen noodzakelijk zijn, omdat anders veel grotere aantallen larven en poppen als steekmug geclassificeerd worden en zelfs als potentieel plaagvormend beoordeeld kunnen worden.

Ook het beoordelen van de bedekkingsgraad van het water in de transecten bleek als moeilijk ervaren te worden. Dit wordt geïllustreerd door tabel 4. Op 24 april is de bedekkingsgraad in transect 1 op 18% geschat terwijl de situatie als dras is omschreven, hetgeen op een groot oppervlak binnen het transect duidt. Transect 14 krijgt op 17 april een beoordeling van 35% en is omschreven als poel/plas en hoewel het wateroppervlak in transect 14 afnam in de tijd, zijn er toch wisselende waarden genoteerd. Tijdens de begeleiding in de eerste weken is al gebleken dat de

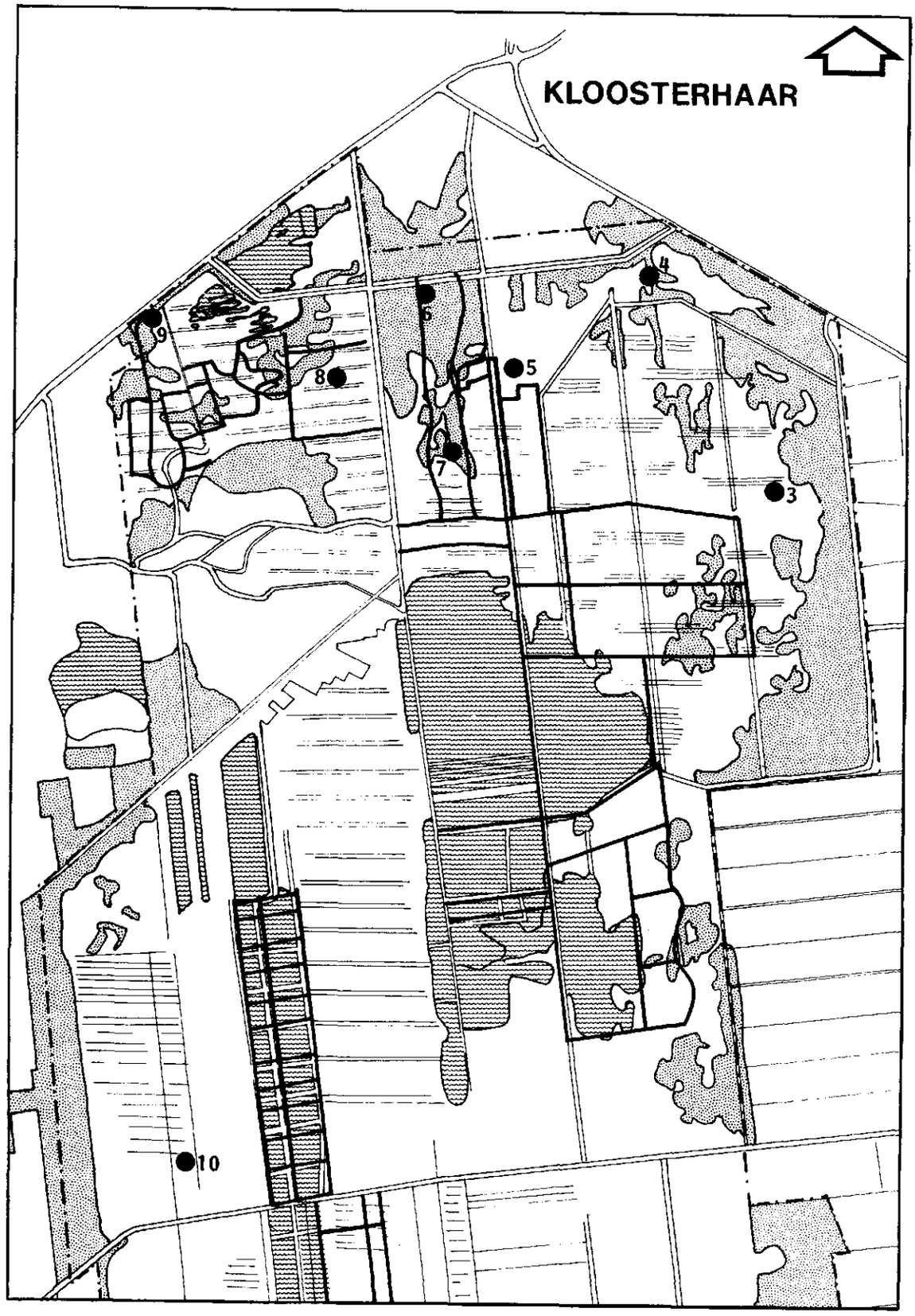
beoordeling sterk afhankelijk is van de persoon; het is daarom van belang dat de monstername zoveel mogelijk door dezelfde persoon wordt uitgevoerd.

In het algemeen vertoont het steekgedrag van soorten van het geslacht Aedes een optimum van een half uur voor en na zonsondergang, terwijl de dag- en nachtactiviteit afhankelijk is van de soort en de weersconditie (Verdonschot et al. 1988). Om de spreiding, als gevolg van dit gedrag, te ondervangen worden de adulten zoveel mogelijk op hetzelfde tijdstip van de dag verzameld. Als gevolg van overige werkzaamheden vonden de bemonsteringen tussen 11.00 en 14.00 uur plaats.

Omdat alleen vrouwelijke adulten steekgedrag vertonen, worden voornamelijk deze verzameld, hoewel op nagenoeg alle monitordata ook chironomiden (dans- of vedermuggen) of mannelijke culiciden gevangen zijn. Dit betekent dat niet alleen de op de gastheer gelande muggen gevangen zijn, maar ook rondvliegende individuen, hetgeen eveneens een spreiding in de resultaten tot gevolg heeft. In de toekomst moet dit zoveel mogelijk vermeden worden.

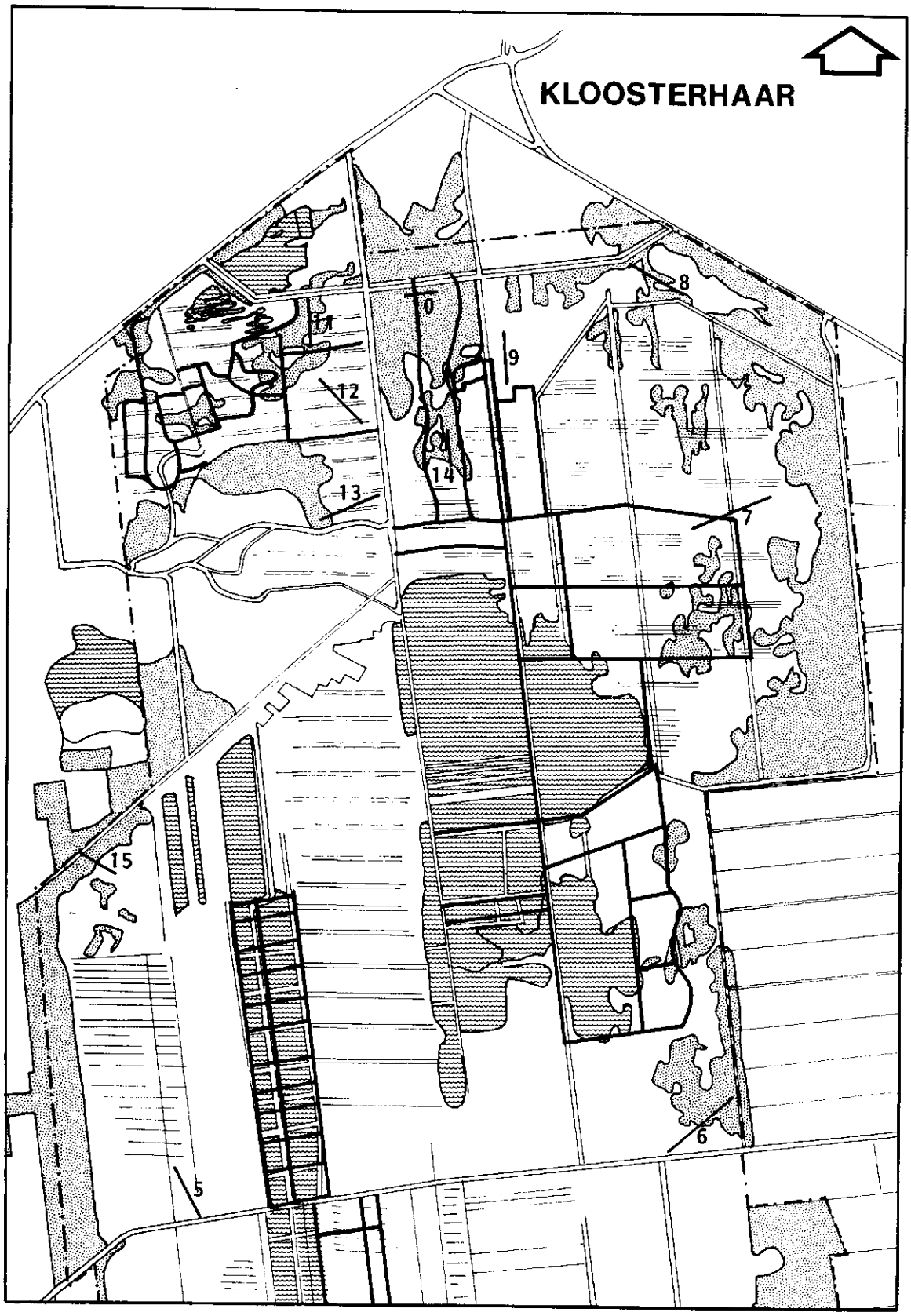
2.5 CONCLUSIES

- De hydrologische situatie van het natuurreservaat verschilt in het (vroege) voorjaar aanzienlijk van die in de zomer. De terreintoestand kan hierdoor in het voorjaar aanleiding geven tot de ontwikkeling van een zeer hoge culicidendichtheid.
- De instabiele hydrologie bepaalt primair de ontwikkeling van soorten van het geslacht Aedes.
- De ontwikkeling van soorten van het geslacht Aedes bestaat in 1989, in tegenstelling tot de voorgaande jaren (1987 en 1988) uit één generatie.
- De aantallen culiciden in 1989 hebben niet voor overlast in het dorp Kloosterhaar gezorgd.
- Gezien de belangrijke rol van het weer is het noodzakelijk om de eerstkomende jaren de ontwikkeling van culiciden in het gebied te
- Bij de inrichting moet een duidelijk keuze worden gemaakt tussen perma nent droge en natte gebieden.



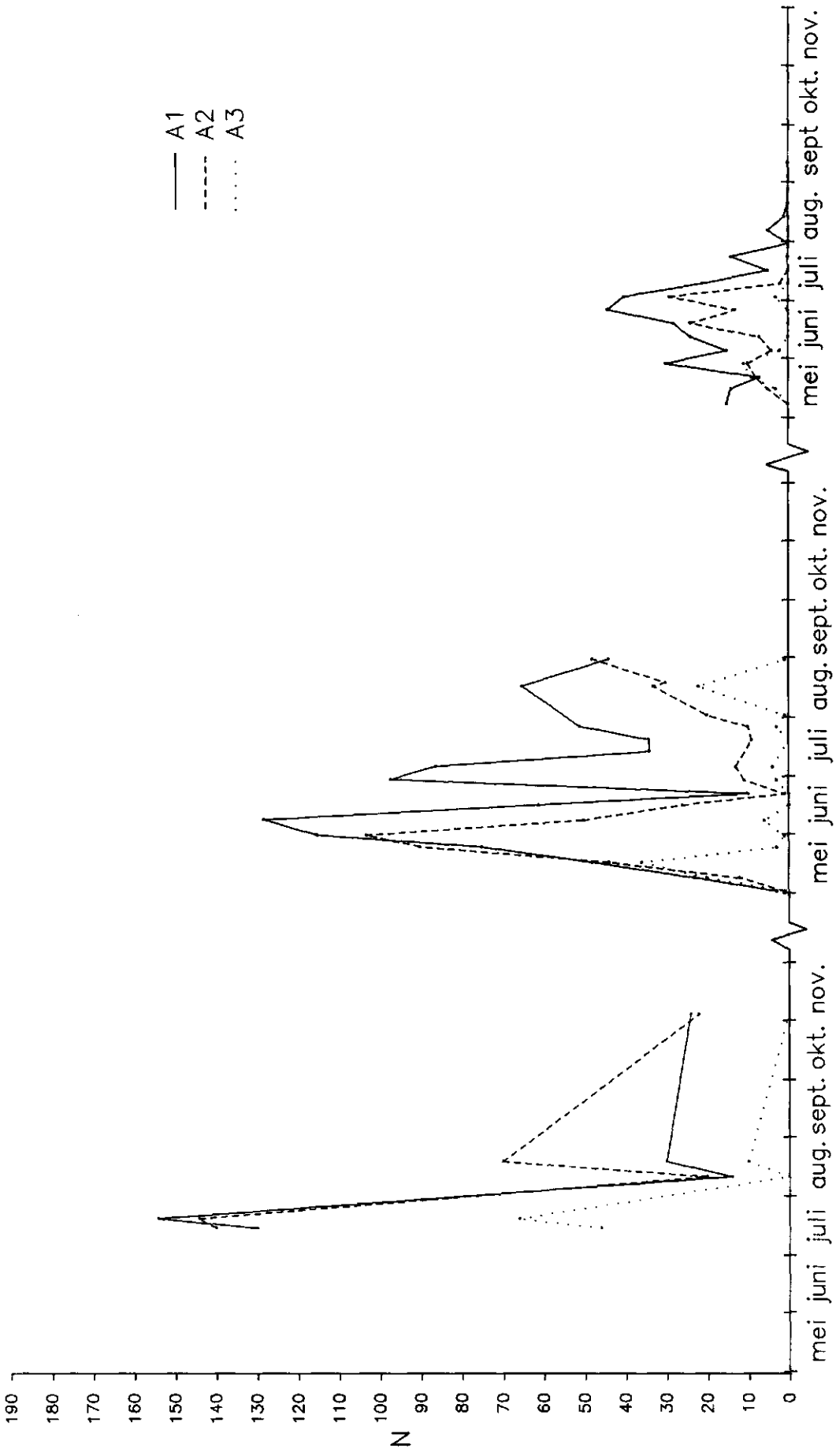
Figuur 2. De ligging van de monsterpunten tijdens de systematische inventarisatie op 5 april 1989.


2
1



Figuur 3. De ligging van de 15 geselecteerde transecten ten behoeve van het monitoronderzoek.


4
2
3
1



Figuur 4. De totale hoeveelheid verzamelde adulten (N) per 20 minuten op de monitorpunten A1, A2 en A3 in 1987, 1988 en 1989.

Tabel 1. Absolute en relatieve aantallen larvale en pupale culiciden verzameld op 10 monsterpunten tijdens de inventarisatie op 5 april 1989. (voor locaties: zie figuur 2)

MONSTERPUNT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TAXON										
1										
2										7.7
3	10.6	4.5		7.7	12.9	50.0			12.5	7.7
4						50.0				
5										
6	36.8			7.7						
7	36.8	95.5	100	84.6	83.9		100	100	62.5	84.6
8					3.2					
9									25.0	
AANT.IND/ZEEF	30	20	10	20	30	<5	10	5	7	7

Legenda: TAXON 1= Aedes 1e stadium
2= A. 2e stadium
3= A. 3e stadium
4= A. cantans
5= A. cinereus
6= Aedes communis
7= A. punctor
8= A. pop
9= Culiseta morsitans

AANT.IND/ZEEF= geschat aantal individuen per zeef

Tabel 2. Gemiddelde aantallen larvale en pupale culiciden per zeef, verzameld op 15 monitortransecten. (transecten zie fig.3).

TRANSECT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DATUM															
17-4	-	-	-	-	-	-	11	33	20	1	2	1	3	8	-
24-4	40	2	57	7	42	24	-	-	-	-	-	-	-	-	36
1-5	-	-	-	-	-	-	4	35	27	1	1	5	7	13	-
8-5	31	14	14	*	1	3	-	-	16	-	-	-	-	5	3
16-5	-	-	-	-	-	-	1	8	8	1	*	1	*	0	-
22-5	*	14	0	*	*	1	-	-	2	-	-	-	-	-	1
29-5	-	-	-	-	-	-	*	*	0	0	*	*	*	0	-
5-6	0	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	0
12-6	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	*
19-6	-	-	-	-	-	-	*	*	*	0	*	*	*	0	-
26-6	*	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	*
3-7	-	-	-	-	-	-	*	*	*	0	*	*	*	0	-
10-7	0	*	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	*
17-7	-	-	-	-	-	-	*	*	*	0	*	*	*	*	-
24-7	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*

Legenda : -= niet bemonsterd
*= droog

Opmerkingen: -Op 26-6 is de greppel in transect 1 gereedgekomen, zodat het transect nu afgewaterd wordt. Na deze datum is er behalve in de greppel geen water meer in het transect.
-Na 29-5 zijn er geen larvale en pupale culiciden in de transecten waargenomen. Dit is met name het gevolg van de droogte met uitzondering van transect 10 waar incidenteel wel water doch geen culiciden zijn aangetroffen. De waarnemingen (geen culiciden) na 24-7 zijn daarom niet meer in de tabel opgenomen.

Tabel 3. De in de 15 transecten aangetroffen soorten larvale en pupale culiciden en hun verhoudingen.

TRANSECT 1

DATUM	24-4	8-5	22-5	5-6
TAXON			*	*
5		12.7		
7	20.0	7.3		
8	80.0	80.0		

TRANSECT 2

DATUM	24-4	8-5	22-5	5-6
TAXON				*
3	25.0		7.0	
5			7.0	
7	50.0	50.0	7.0	
8	25.0	50.0	79.0	

TRANSECT 3

DATUM	24-4	8-5	22-5	5-6
TAXON			*	*
2		2.8		
6	5.3			
7	10.5	30.2		
8	84.2	67.0		

TRANSECT 4

DATUM	24-4	8-5	22-5	5-6
TAXON		*	*	*
7	40.0			
8	60.0			

TRANSECT 5

DATUM	24-4	8-5	22-5	5-6
TAXON				*
7	50.0			
8	50.0	100		

TRANSECT 6

DATUM	24-4	8-5	22-5	5-6
TAXON				*
5		50.0		
7	25.0			
8	75.0	50.0	100	

TRANSECT 7

DATUM	17-4	1-5	16-5	29-5
TAXON				*
3	4.5			
7	86.5	55.6	100	
8	4.5	44.4		
9	4.5			

TRANSECT 8

DATUM	17-4	1-5	16-5	29-5
TAXON				*
2	4.8			
3	19.0		5.0	
7	76.2	73.7	20.2	
8		26.3	73.1	
9			1.7	

TRANSECT 9

DATUM	17-4	1-5	8-5	16-5	22-5	29-5
TAXON						*
2	1.9		5.0	12.4		
3	3.8			28.0		
5		31.0	65.0	34.2	57.1	
7	94.3	48.3				
8		20.7	40.0	25.4	42.9	

TRANSECT 10

DATUM	17-4	1-5	16-5	29-5
TAXON				*
7	100	100		
8			100	

TRANSEKT 11

DATUM	17-4	1-5	16-5	29-5
TAXON			*	*
1	33.3			
2	33.3			
3	33.3			

TRANSEKT 12

DATUM	17-4	1-5	16-5	29-5
TAXON				*
2	25.0			
3	25.0			
7	50.0	52.9		
8		41.2	100	
9		5.9		

TRANSECT 13

DATUM	17-4	1-5	16-5	29-5
TAXON			*	*
2	20.8			
3	16.7	15.0		
7	58.3	75.0		
8	4.2	10.0		

TRANSECT 14

DATUM	17-4	1-5	8-5	16-5
TAXON				0
1			60.0	
2	9.4			
3	14.3	11.8		
5		35.3		
7	23.8	47.1	10.0	
8	52.5	5.9	30.0	

TRANSECT 15

DATUM	24-4	8-5	22-5	5-6
TAXON				*
2		8.9	33.3	
3		5.9	66.7	
7	71.4	17.7		
8	28.6	67.5		

Legenda:

TAXON 1= Aedes 1e stadium
2= A. 2e stadium
3= A. 3e stadium
4= A. cantans
5= A. cinereus
6= Aedes communis
7= A. punctor
8= A. pop
9= Culiseta morsitans

Tabel 4. Oppervlak van de transecten bedekt met water (in %).

TRANSECT DATUM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17-4	-	-	-	-	-	-	5	10	7	80	<1	7	5	35	-
24-4	18	<1	4	<1	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	nb
1-5	-	-	-	-	-	-	4	2	nb	nb	<1	5	3	15	-
8-5	3	<1	2	0	<1	<1	-	-	<1	-	-	-	-	30	2
16-5	-	-	-	-	-	-	2	<1	<1	nb	0	<1	0	25	-
22-5	0	<1	<1	0	0	<1	-	-	<1	-	-	-	-	-	<1
29-5	-	-	-	-	-	-	0	0	nb	<8	0	0	0	<1	-
5-6	<1	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	<1
12-6	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
19-6	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<1	0	0	0	<1	-
26-6	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3-7	-	-	-	-	-	-	0	0	0	5	0	0	0	5	-
10-7	5	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
17-7	-	-	-	-	-	-	0	0	0	5	0	0	0	0	-
24-7	-	-	-	-	-	-	-	-	0	nb	0	0	0	<1	0

Legenda : -= niet bemonsterd
nb= geen bedekkingsgraad bepaald

Opmerkingen: -Op 26-6 is de greppel in transect 1 gereedgekomen, zodat het transect nu afgewaterd wordt. Na deze datum is er behalve in de greppel geen water meer in het transect.
-De gegevens na 24-7 zijn niet in de tabel opgenomen omdat na deze datum alle transecten kontinu droog staan, met uitzondering van transect 10 waar incidenteel wel water, doch minder dan 1% is.

Tabel 5. De aantallen culiciden door twee personen gedurende tien minuten verzameld op de monitorpunten A1, A2 en A3 in 1989.

	MONITORPUNT A1			MONITORPUNT A2			MONITORPUNT A3		
DATA	AANTAL	TAXA	%	AANTAL	TAXA	%	AANTAL	TAXA	%
8-5	15	4	100	0	-	-	0	-	-
16-5	14	1	7.1	5	4	100	3	4	100
		3	7.1						
		4	85.8						
22-5	7	4	100	8	3	12.5	9	4	100
					4	87.5			
29-5	30	1	6.7	10	4	100	11	2	18.2
		2	33.3					4	81.8
		3	3.3						
		4	56.7						
5-6	15	1	6.7	4	4	100	2	4	100
		2	6.7						
		3	6.7						
		4	79.9						
12-6	24	2	95.8	7	1	28.6	0	-	-
		4	4.2		2	42.8			
					4	28.6			
19-6	28	1	64.3	24	1	25.0	0	-	-
		2	28.5		2	66.7			
		4	3.6		4	8.3			
		*	3.6						
26-6	44	1	45.5	13	1	15.4	0	-	-
		2	54.5		2	76.9			
					4	7.7			
3-7	40	1	27.5	29	1	10.3	3	1	33.3
		2	72.5		2	86.2		4	66.7
					4	3.5			
10-7	21	1	38.1	2	*	100	0	-	-
		2	61.9						
17-7	5	1	40.0	0	-	-	0	-	-
		5	40.0						
		*	20.0						
24-7	14	2	35.7	0	-	-	0	-	-
		*	64.3						
31-7	0	-	-	0	-	-	0	-	-
7-8	5	2	40.0	0	-	-	0	-	-
		*	60.0						
14-8	1	5	100	0	-	-	0	-	-
21-8	0	-	-	0	-	-	0	-	-
28-8	0	-	-	0	-	-	0	-	-
4-9	0	-	-	0	-	-	0	-	-
11-9	0	-	-	0	-	-	0	-	-

Legenda: TAXA 1= Aedes cantans
2= A. cinereus
3= A. communis
4= A. punctor
5= Culiseta morsitans
*= exemplaren waren te nat om gedetermineerd te worden waarschijnlijk A.communis/A.punctor.

Tabel 6. De gemiddelde neerslag, temperatuur en verdamping per maand in 1987, 1988 en 1989 gemeten op vliegbasis Twente.

MAAND	NEERSLAG (mm)			TEMPERATUUR (°C)			VERDAMPING (mm)		
	1987	1988	1989	1987	1988	1989	1987	1988	1989
januari	53.7	107.9	19.4	- 4.0	5.8	4.1		7.0	8.0
februari	28.8	59.0	64.3	1.7	4.2	4.1		13.8	15.1
maart	73.0	96.8		1.3	4.3			22.3	
april	18.6	5.8	65.9	10.3	8.1	6.5	61.8	62.1	41.2
mei	69.3	26.8	9.1	9.9	14.4	13.8	71.0	92.4	109.9
juni	106.1	33.1	57.7	13.7	14.5	15.9	65.9	70.9	103.7
juli	78.4	133.8		16.3	16.0		88.4	70.0	
augustus	88.5	47.4		15.5	16.6		63.3	78.3	
september	85.7	56.0		14.5	13.8		48.0	42.0	
oktober	87.2	52.8		10.4	10.4		29.1	23.0	
november	85.2	47.3		6.1	5.2		7.9	10.6	
december	70.1	84.1		3.8	5.5		4.8	4.5	

Opmerking: Tot april 1987 is de verdamping van een wateroppervlak bepaald vanaf april is er een referentie-gewasverdamping bepaald. Om de resultaten met elkaar te vergelijken is alleen de referentie-gewasverdamping in de tabel opgenomen.

BIJLAGE 1

HANDLEIDING VOOR HET MONITOREN VAN LARVALE EN PUPALE CULICIDEN.

Benodigdheden
- witte fotobak
- appelmoeszeef (diameter 18,4 cm)
- pincet
- glazen potjes gevuld met 70% alcohol (giftig!)
- etiketten
- potlood (inkt lost op in alkohol)
- veldformulieren

Monitorpunten
Om verschuivingen van droog naar nat in het gebied te ondervangen is gekozen voor het bemonsteren van een transect in plaats van een bepaald afgebakend vlak.
Op de plattegrond van de 'Engbertsdijksvenen' (2 delen) zijn 15 lijnen (rood) aangegeven. Elke getekende lijn stelt een monitortransect voor. Het is dus niet de bedoeling dat er per transect telkens op één punt wordt gemonsterd, maar dat er langs de aangegeven, denkbeeldige lijn op een vijftal plekken een monster genomen wordt om een goed beeld te krijgen.

Monstername
Het nemen van een monster geschiedt als volgt:
De appelmoeszeef wordt schoksgewijs, over een lengte van 20 cm, door het water, tussen de vegetatie of over de bodem bewogen en omgekeerd in de witte fotobak.
Het aantal steekmuglarven/poppen wordt geteld en op het veldformulier genoteerd.
Per plek (bijv. poeltje of greppel) worden twee monsters (dus per transect tien monsters) genomen.
Per transect worden 30 steekmuglarven c.q.-poppen aselect verzameld (niet alleen de grote larven of poppen!), zodat het monster in het potje representatief is voor hetgeen is waargenomen in de fotobak. Bij voorkeur alle 30 exemplaren uit één "vangst".
In het potje wordt ook een etiket gedaan met daarop het nummer van het monitortransect en de datum (met potlood noteren).

Veldformulier
Bij elke monitordatum hoort een veldformulier. Op dit formulier worden genoteerd:
- de datum
- het aantal aangetroffen culicidenlarven/poppen per zeef
- aard van het water: greppel, poel, plas, dras
- bedekkingsgraad (%) van het water in het transect

Verzending van de monsters
De potjes met de verzamelde Culiciden dienen goed te worden afgesloten om lekkage of verdamping van de alkohol te voorkomen.
Gezien de breekbaarheid van de potjes is het zaak om ze zorgvuldig in een doosje, gevuld met watten, te verpakken.
Het goed afgesloten pakketje wordt samen met het veldformulier opgestuurd naar het RIN.

BIJLAGE 2

VELDFORMULIER Datum:

Transekt 1			% water:	Transekt 5			% water:
plaats	aantal		aard van het water *)	plaats	aantal		aard van het water *)
	schep 1	schep 2			schep 1	schep 2	
1			greppel,poel,plas,dras	1			greppel,poel,plas,dras
2			greppel,poel,plas,dras	2			greppel,poel,plas,dras
3			greppel,poel,plas,dras	3			greppel,poel,plas,dras
4			greppel,poel,plas,dras	4			greppel,poel,plas,dras
5			greppel,poel,plas,dras	5			greppel,poel,plas,dras

Transekt 2			% water:	Transekt 6			% water:
plaats	aantal		aard van het water *)	plaats	aantal		aard van het water *)
	schep 1	schep 2			schep 1	schep 2	
1			greppel,poel,plas,dras	1			greppel,poel,plas,dras
2			greppel,poel,plas,dras	2			greppel,poel,plas,dras
3			greppel,poel,plas,dras	3			greppel,poel,plas,dras
4			greppel,poel,plas,dras	4			greppel,poel,plas,dras
5			greppel,poel,plas,dras	5			greppel,poel,plas,dras

Transekt 3			% water:	Transekt 7			% water:
plaats	aantal		aard van het water *)	plaats	aantal		aard van het water *)
	schep 1	schep 2			schep 1	schep 2	
1			greppel,poel,plas,dras	1			greppel,poel,plas,dras
2			greppel,poel,plas,dras	2			greppel,poel,plas,dras
3			greppel,poel,plas,dras	3			greppel,poel,plas,dras
4			greppel,poel,plas,dras	4			greppel,poel,plas,dras
5			greppel,poel,plas,dras	5			greppel,poel,plas,dras

Transekt 4			% water:	Transekt 8			% water:
plaats	aantal		aard van het water *)	plaats	aantal		aard van het water *)
	schep 1	schep 2			schep 1	schep 2	
1			greppel,poel,plas,dras	1			greppel,poel,plas,dras
2			greppel,poel,plas,dras	2			greppel,poel,plas,dras
3			greppel,poel,plas,dras	3			greppel,poel,plas,dras
4			greppel,poel,plas,dras	4			greppel,poel,plas,dras
5			greppel,poel,plas,dras	5			greppel,poel,plas,dras

*) doorhalen wat niet van toepassing is.

3 ONTWIKKELING VAN EEN EENVOUDIGE SIGNALERINGSFORMULE

3.1 DOELSTELLING

Het doel van dit onderzoek is, de in 1987, 1988 en 1989 verzamelde gegevens over de populatiedynamiek van steekmuggen, de terreingesteldheid, de hydrologie en de weersontwikkeling samen te brengen in een eenvoudige signaleringsformule. Met deze formule kunnen medewerkers van Staatsbosbeheer zelfstandig aan de hand van enkele eenvoudig te meten variabelen tot een vroegtijdige signalering van een plaagontwikkeling komen.

3.2 WERKWIJZE

Omdat de culicidendichtheid in grote mate bepaald wordt door de hydrologische situatie in het reservaat (met name in het voorjaar) is getracht met behulp van

1. de populatiedynamiek van steekmuggen
   (aan de hand van aantallen en ruimtelijke spreiding)
2. de terreingesteldheid
   (aan de hand van luchtfoto's (vanaf 1972))
3. de hydrologische gegevens
   (uitgedrukt in waterstanden (gemeten vanaf 1980))
4. klimatologische gegevens
   (uitgedrukt in netto neerslag = neerslag - verdamping (vanaf 1978))

een correlatie tussen de hoeveelheid water en aantallen culiciden vast te stellen.

3.2.1 Populatiedynamiek van steekmuggen

Uit onderzoeken verricht in 1987 (Verdonschot et al. 1988) en 1988 (Schmidt & van Haren 1988) is gebleken dat in beide jaren de ontwikkeling van steekmuggen in twee, in de tijd gescheiden, generaties heeft plaatsgevonden; een voorjaarsgeneratie en een zomergeneratie, waarbij de voorjaarsgeneratie in kwantitatief opzicht van veel groter belang was dan de zomergeneratie. Ook is gebleken dat de aantallen culiciden direct samen-

hangen met de hydrologische situatie (en dus de terreingesteldheid) in het natuurreservaat. Gegevens van de afgelopen drie jaar zijn verzameld waarbij aantallen culiciden zijn vergeleken met de ruimtelijke verspreiding van de steekmuggenpopulatie.

3.2.2 Terreingesteldheid

Eerst is informatie ingewonnen over de voor dit doel geschikte luchtfotografische technieken. Daarna is gezocht naar geschikte luchtfoto's bij
- Dienst van het Kadaster en de Openbare Registers te Apeldoorn,
- Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat te Delft,
- KLM Aerocarto te 's-Gravenhage,
- Topografische Dienst te Emmen.

Op advies van drs. G. van Wirdum is uiteindelijk gekozen voor het gebruik van luchtfoto's afkomstig van de Topografische Dienst te Emmen.

In eerste instantie is gebruik gemaakt van luchtfoto's vanaf 1972, schaal 1:18000. Er is op deze foto's gezocht naar een, door de jaren heen, representatief deelgebied. Daarbij ging de voorkeur uit naar het noordoostelijk deel van de 'Engbertsdijksvenen' omdat in de randzones (nabij het dorp Kloosterhaar) in voorgaande jaren grote aantallen muggen zijn aangetroffen en omdat de terreinhoogte toeneemt in noordelijke en oostelijke richting en het hoogste punt zich in het noordoosten bevindt, zodat naar verwachting de waterstandsschommelingen op dit punt het grootst zijn (Schmidt & van Haren 1988). Uiteindelijk is gebruik gemaakt van luchtfoto's, schaal 1:2500, van een gebied van ca. 150 bij 375 m in het noordoosten van het reservaat (fig. 5).

Tabel 7. Beschikbare foto's.

fotonummer	vliegdatum	jaar
813	28 maart	1989
813	26 februari	1986
814	21 juni	1983
816	15 april	1982
813	10 mei	1981
246	12 maart	1972

Om de hoeveelheden water in de verschillende jaren met elkaar te vergelijken zijn de, op de foto waarneembare, wateroppervlakken ingetekend op een transparant (fig. 6).

3.2.3 Hydrologische gegevens

Aan de hand van een plattegrond van het natuurreservaat waarop de peilbuizen en -schalen zijn aangegeven, zijn een aantal van deze plaatsen geselecteerd (fig. 5). Voorwaarden voor de selectie waren;

- de peilstanden moeten van minimaal zes jaar bekend zijn met het oog op de opbouw van de culicidenplaag,
- de peilbuizen en -schalen moeten (om de in 3.2.2 genoemde reden) in de noordelijke randzones liggen.

Er bleken slechts vijf peilbuizen en twee peilschalen bruikbaar te zijn. Van deze peilbuizen en -schalen zijn de gemeten waterstanden uitgezet tegen de tijd om eventuele veranderingen aan te geven.
Om de hoeveelheid figuren te beperken zijn de waterstanden van de twee peilschalen en slechts drie peilbuizen opgenomen (fig. 8a-e).

3.2.4 Klimatologische gegevens

De klimatologische situatie in het natuurreservaat wordt in hoofdlijn bepaald door de hoeveelheid neerslag en de verdamping.

In principe zijn de neerslag- en verdampingsgegevens verzameld van het weerstation dat het dichtst het natuurreservaat de 'Engbertdijksvenen' ligt. Deze gegevens zijn tot 1981 afkomstig van het weerstation te Dedemsvaart. Vanaf 1981 zijn de neerslag- en verdampingsgegevens niet meer bepaald te Dedemsvaart maar worden deze metingen op vliegbasis Twente verricht, zodat de gebruikte gegevens dan ook van dit station afkomstig zijn.

In figuur 7 is de netto neerslag (= neerslag - verdamping) uitgezet tegen de tijd.

3.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.3.1 Populatiedynamiek van culiciden

Tijdens onderzoek in 1987 (Verdonschot et al. 1988) waren poeltjes waarin

meer dan 200 culiciden per schep werden aangetroffen geen uitzondering. In 1988 hebben Schmidt & van Haren op een groot aantal plaatsen (met name in de randzones) van het reservaat tussen 100 en 150 culiciden per schep aangetroffen en bij uitzondering zelfs meer (zie tabel 18, pg 129). Deze hoeveelheden hoeven op zich niet tot overlast te leiden. Indien er echter sprake is van een groot oppervlak aan water (en de verspreiding dus groot is), neemt de kans op plaagvorming toe.

In 1989 is het maximum 57 culiciden per schep geweest (tabel 2). Indien er incidenteel grote aantallen culiciden in een poel zouden zijn waargenomen, zou dit vanwege hun beperkte verspreiding niet tot problemen hebben geleid.

3.3.2 Terreingesteldheid

Bij de interpretatie van de luchtfoto's deden zich de volgende problemen voor;

a) De vliegdata variëren sterk van jaar tot jaar, hetgeen gevolgen heeft voor het al of niet waarnemen van wateroppervlakken op de foto's en de interpretatie hiervan. Bijvoorbeeld op de foto van februari 1986 zijn witte delen zichtbaar, wat op ijs duidt. Naast een aantal niet bevroren (donkere) watergangen zijn een aantal bevroren wateroppervlakken waarneembaar. Het is echter niet altijd duidelijk of de 'ijsplek' water bevat, zodat voorzichtigheid geboden is bij de interpretatie. Op de foto's van maart 1972 en april 1982 zijn de wateroppervlakken goed waarneembaar. Dit in tegenstelling tot de foto's mei 1981 en juni 1983, waar door de hoge vegetatie nog wel watergangen te onderscheiden zijn maar niet zichtbaar is of deze water bevatten. Hoewel de foto van 1989 al in maart is genomen, is deze van een mindere kwaliteit zodat het waarnemen van wateroppervlakken bemoeilijkt wordt.

b) Er worden niet standaard elk jaar luchtfoto's gemaakt.

c) Op de luchtfoto's zijn alleen de grotere poeltjes zichtbaar en de poeltjes die niet door vegetatie bedekt worden.

Het bestudeerde gebied is in de jaren 1972, 1982 en 1986 duidelijk natter dan in de jaren 1981, 1983 en 1989. De foto's van 1981 en 1983 zijn in resp. mei en juni genomen. Dat betekent dat de hoeveelheid water in grote mate bepaald wordt door het seizoen en men deze alleen kan vergelijken met die van andere jaren als de luchtfoto's gemaakt worden op ongeveer

hetzelfde tijdstip als in voorgaande jaren.

Wanneer de hydrologische situatie van maart 1989 vergeleken wordt met die van (maart) 1972, (april) 1982 en februari (1986) blijkt dat het terrein in maart 1989 veel droger is dan in de andere jaren. In hoofdstuk 2 is reeds vastgesteld dat deze 'droogte' de oorzaak is van de lage aantallen culiciden. Hoewel op grond van de luchtfoto van 1989 wel voorspeld kan worden dat door de droogte de aantallen culiciden laag en zeker niet plaagvormend zullen zijn, is het niet mogelijk om alleen aan de hand van de luchtfoto's een voorspelling te doen of een tendens aan te geven waarbij de hydrologische situatie in het voorjaar wel aanleiding kan zijn voor grote aantallen culiciden.

3.3.3 Hydrologische gegevens

Van de meeste peilbuizen en -schalen zijn slechts metingen vanaf 1986 of 1988 beschikbaar. Ook blijken er nauwelijks metingen in de randzones van het reservaat verricht te worden, zodat het vaststellen van een correlatie tussen meetbare gegevens (waterstanden) en aantallen culiciden zeer bemoeilijkt wordt.

In peilbuis 31 wordt de grondwaterstand onder de, in 1986 aangelegde, wijk gemeten (fig. 5). In deze peilbuis blijkt het waterpeil in de winter van 1984 te stijgen tot op het maaiveld (fig. 8a). Dit herhaalt zich jaarlijks tot 1988, waarschijnlijk als gevolg van het uitbreiden van 'de Grote Plas' in 1984. Het is mogelijk dat hierdoor een toename van het bergend vermogen van het gebied ontstaat of dat er een buffering tegen regenwaterverlies plaatsvindt. In beide gevallen is er sprake van een peilverhoging naar de buitenrand van het gebied. In combinatie met de hoeveelheid neerslag (zie 3.3.4) heeft een toename van water in de randzone de opbouw van een culicidenpopulatie mogelijk gemaakt. Deze opbouw van de culicidenpopulatie in de randzone en het zich tegelijkertijd ontwikkelen van een culicidenpopulatie in het 'Friese Koelen moeras' hebben in 1987 tot overlast in het dorp Kloosterhaar geleid.

Dat de herinrichtingsmaatregelen vruchten hebben afgeworpen blijkt uit de figuren 8a-e. Het waterpeil bij peilschaal 31 (gemeten in de wijk) blijkt als gevolg van de herinrichtingsmaatregelen in 1986 gestegen te zijn (fig. 8b). In 1989 trad wel enige daling op. Ook blijken de peilstanden in buis 23 en 64, als gevolg van het aanleggen van dammen, resp.

gedaald en gestegen te zijn.

In de figuren is echter ook zichtbaar dat er, als gevolg van enkele droge jaren (1988 en 1989) een tekort aan water kan ontstaan, wat ontegenzeggelijk tot een nieuwe populatie-ontwikkeling kan leiden tenzij er maatreglen getroffen worden.

3.3.4 Klimatologische gegevens

In figuur 7, waarin de nettoneerslag is uitgezet tegen de tijd, is te zien dat de neerslag in de wintermaanden groter is dan de verdamping (neerslagoverschot) en dat in de zomermaanden het omgekeerde (neerslagtekort) het geval is. Ook is te zien dat de piekoppervlakken van het neerslagoverschot ongeveer even groot zijn. Dat betekent dat de nettoneerslag in de wintermaanden jaarlijks ongeveer even groot is en dat deze neerslag niet alleen de bepalende factor voor de hydrologische situatie in het voorjaar is.

De pieken van het neerslagtekort blijken sterk te variëren (tot factor 4). De grootste piek is zichtbaar in 1982, waarna de pieken jaarlijks afnemen tot een minimum in 1985. Dit betekent dat het neerslagtekort jaarlijks afnam tot en met 1985. Het gebied is in deze periode steeds natter geworden. In 1986 is het neerslagtekort iets groter en in 1987 weer iets kleiner geworden. Dit betekent dat het gebied in de periode van 1985 tot en met 1987 erg nat is geweest. Na 1987 is er een toename van het neerslagtekort in de zomermaanden te zien. Bij de enigszins constant blijvende neerslag in de wintermaanden blijkt in het gebied dan verdroging op te treden. Dit heeft op twee manieren kunnen plaatsvinden:

a) Er kan sprake zijn van een daling van de grondwater in de ondergrond. Dit is mogelijk indien het grondwater zich in de zandige ondergrond onder het veenpakket bevindt. Bij droogte daalt de grondwaterstand waarbij tevens verlies van water uit het veenpakket naar de ondergrond optreedt. Hierdoor vindt verdroging op regionaal niveau plaats.

b) Het is ook mogelijk dat de grondwaterspiegel zich in het veenpakket bevindt. Bij uitdroging blijft de daling van het grondwater beperkt tot het veenpakket zodat er alleen sprake is van verdroging van het locale veenpakket.

3.4 ADVIES SIGNALERINGSFORMULE

Hoewel het niet mogelijk is om op basis van de beschikbare gegevens een kant-en-klare kwantitatieve signaleringsformule vast te stellen, zijn er wel enkele meetbare gegevens die als kwalitatieve graadmeter kunnen dienen. Op basis van de waterstand in peilbuis 31 in combinatie met de klimatologische gegevens is af te leiden dat bij peilverhoging (en dus een groot oppervlak aan water in het gebied: winter 1984) met daarop volgend enkele natte jaren (1985-1987) zich een culicidenpopulatie ontwikkelt die in het tweede natte jaar(1987) een omvang heeft bereikt die tot overlast heeft geleid. Dit betekent dat door het meten van waterstanden, het waarnemen van wateroppervlakken en het bijhouden van de neerslag- c.q. verdampingsgegevens een eventuele plaagvorming door culiciden vroegtijdig gesignaleerd kan worden. Men dient extra alert te zijn bij een tweede nat jaar.

Naast het bovenstaande is het van belang dat er in de eerstkomende jaren een extra controle met behulp van de zeefmethode (zie 2.2.1.2) wordt uitgevoerd.

Om tot een kwalitatieve graadmeter te komen dienen een aantal handelingen verricht te worden, namelijk:

a) de keuze van een vijftal monitortransecten die representatief zijn voor de randzone van het gebied. Deze transecten dienen in de voorgaande jaren voor 80-100% met water bedekt te zijn geweest en ten hoogste afgelopen jaar (gedeeltelijk) droog te hebben gestaan.

b) het meten van de grond- en oppervlaktewaterstanden. Op deze monitortransecten dienen de waterstanden elke twee weken gemeten te worden. Indien op een transect geen peilbuis en/of peilschaal aanwezig is, dient deze aangebracht te worden.

c) het verzamelen van de neerslag en verdampingsgegevens gemeten op vliegbasis Twente (per decade).

d) het schatten van de bedekkingsgraad van het water binnen de monitortransecten (maart tot en met juni tweewekelijks, daarna wordt over voortzetting in dat jaar overleg met medewerkers van het RIN gepleegd).

e) het bepalen van het aantal culiciden (maart tot en met juni tweewekelijks, daarna wordt over voortzetting in dat jaar overleg met medewerkers van het RIN gepleegd).

De signalering:

1. In januari van elk jaar vindt overleg plaats tussen medewerkers van SBB en het RIN. In dit overleg wordt op basis van de gegevens van
   - grond- en oppervlaktewaterstanden (punt b),
   - neerslag en verdamping gemeten op vliegbasis Twente (punt c),
   - waterbedekkingspercentages in de transecten (punt d),
   - aantallen culiciden in de transecten (punt e),

   verzameld in het afgelopen jaar een voorlopige prognose vastgesteld over de in dat jaar te verwachten culicidenontwikkeling.
2. Na dit overleg vindt zelfstandig monitoronderzoek (punt d en e) door medewerkers van SBB plaats. De gegevens verzameld in de tweede helft van april over de hoeveelheid water en het aantal culiciden in de transecten worden met de volgende tabel gewogen. De overige gegevens worden weer gebruikt voor het overleg in januari van het jaar daarop.

% water	aantal culiciden 20-50	50-100	100-150	>150
5-30	A	A	B	C
30-50	A	B	C	D
50-80	B	C	D	D
>80	C	D	D	D

Opmerking. Bij aantallen culiciden < 20 zijn bij geen van de bedekkingspercentages problemen te verwachten.
Ook zijn geen problemen te verwachten bij < 5% water, ondanks dat hier grote aantallen culiciden gevonden worden.

Legenda.

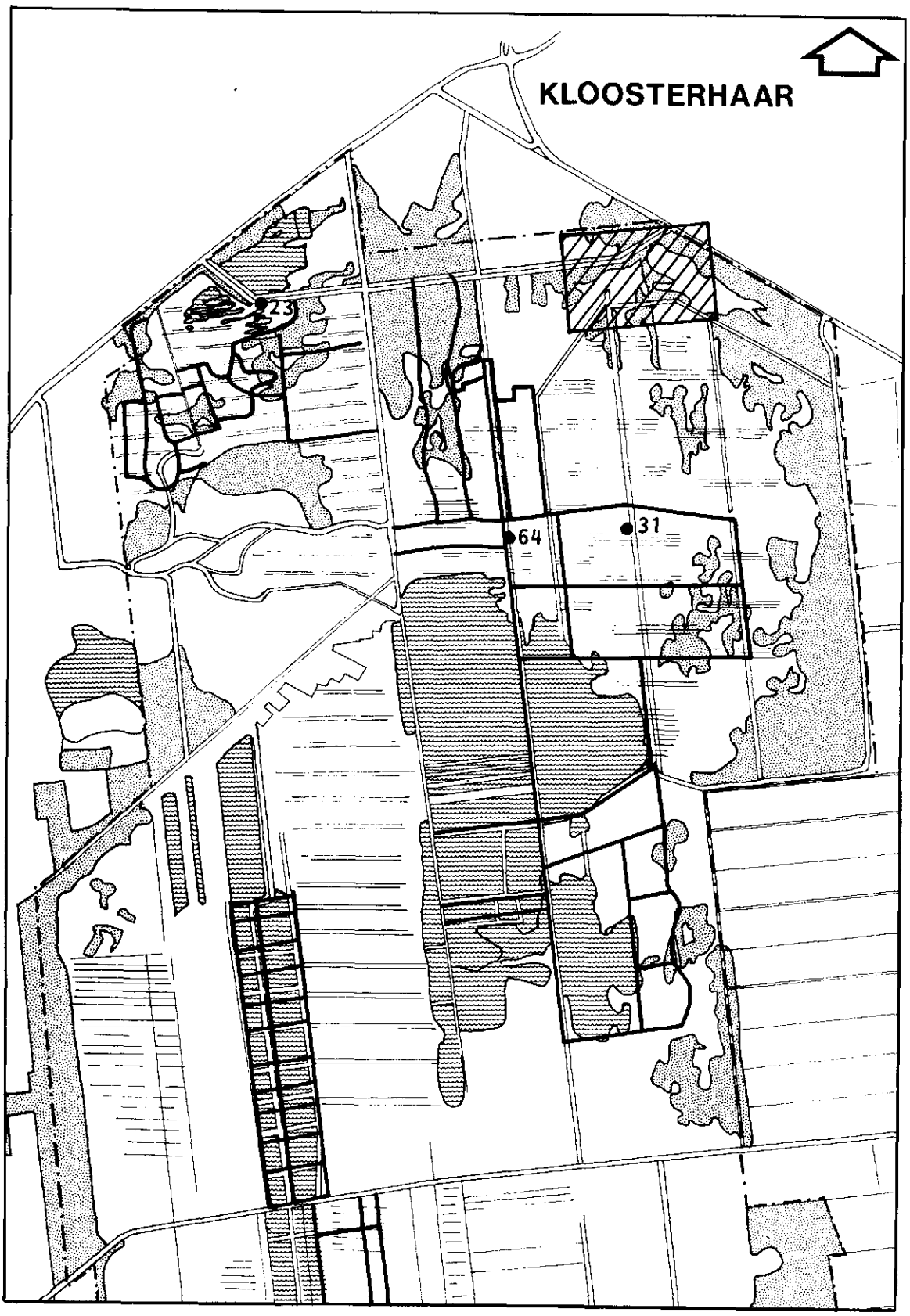
A = Geen problemen te verwachten.

B = Oplettendheid is geboden. De bedekkingsgraad van het water en het aantal culiciden dient enkele weken nauwkeurig gevolgd te worden, waarbij de te volgen handelswijze wederom aan de hand van de nu verkregen resultaten bepaald wordt. Een uitbreiding van het aantal transecten zou in overweging genomen kunnen worden.

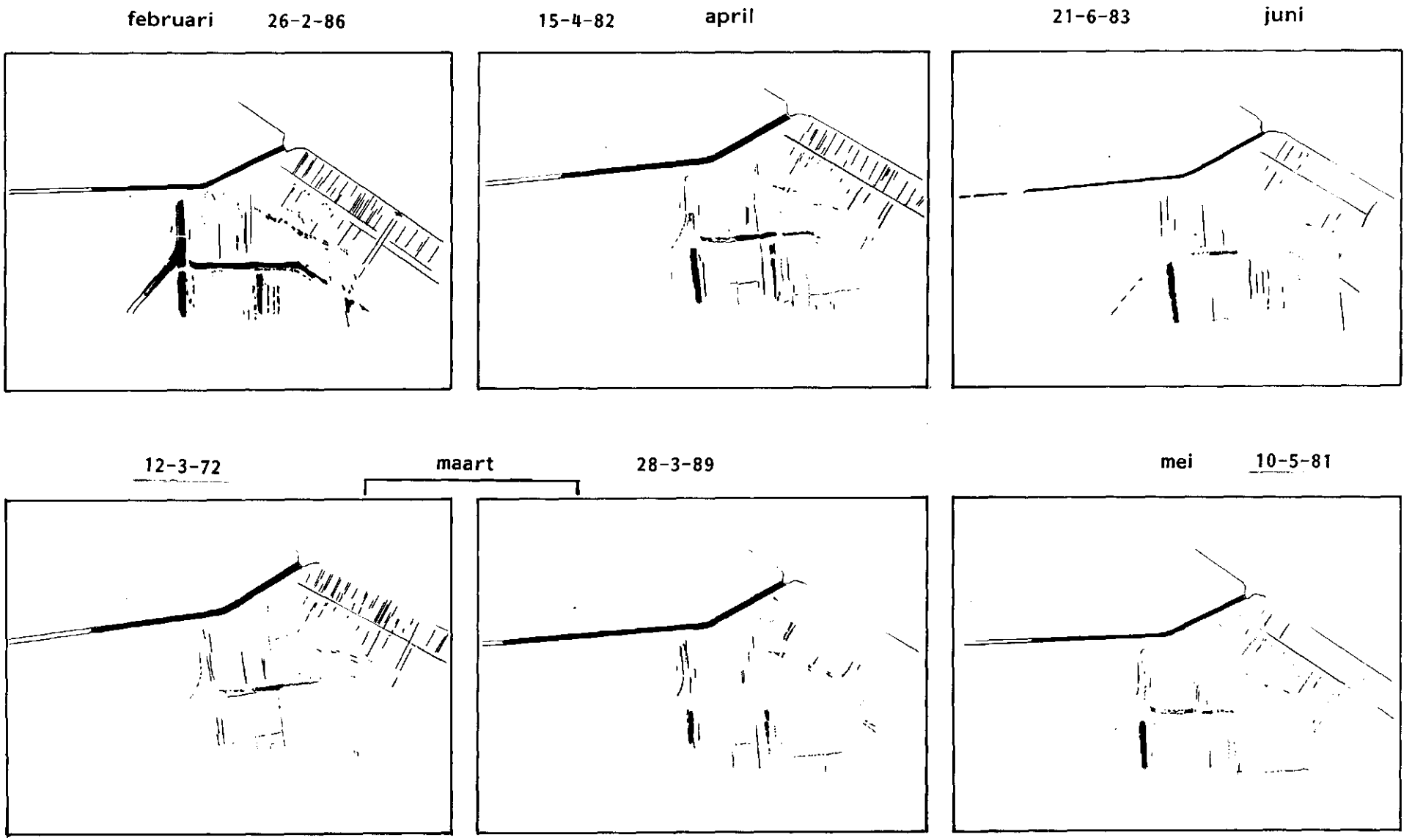
C = Er is overleg met het RIN nodig. Aan de hand van dit overleg wordt de te volgen handelswijze bepaald. In ieder geval is het nauwkeurig volgen van de hoeveelheid water en culiciden een vereiste, alsmede een uitbreiding van het aantal transecten tot tien.

D = Op korte termijn dienen plannen gemaakt en uitgevoerd te worden ten behoeve van aanvullende maatregelen. De betrokken personen dienen hiervoor bijeen geroepen te worden.

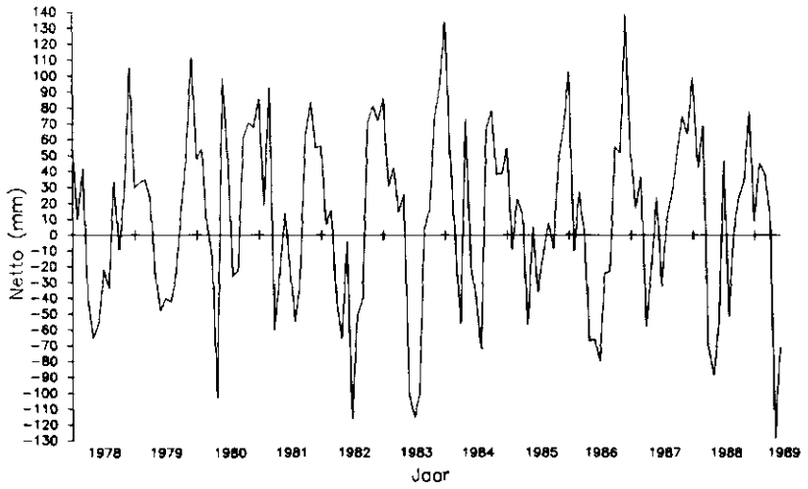
3. Zie 1.



Figuur 5. De ligging van de geselecteerde peilbuizen c.q. -schalen en het gebied waarvan de luchtfoto's bewerkt zijn.

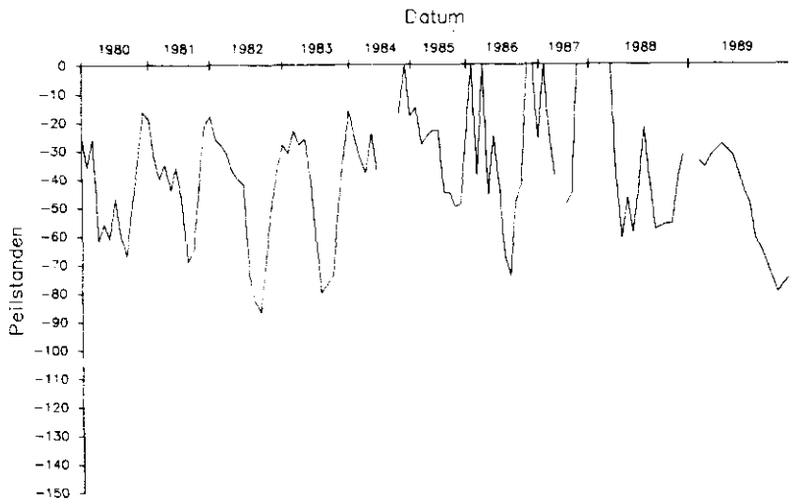


Figuur 6. Het open water dat zichtbaar is op de luchtfoto's vanaf 1972.

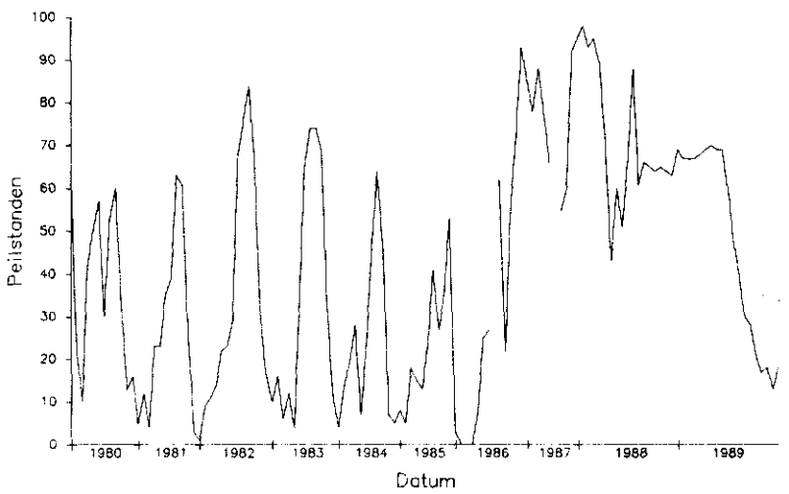


Figuur 7. De netto-neerslag van de afgelopen tien jaar.

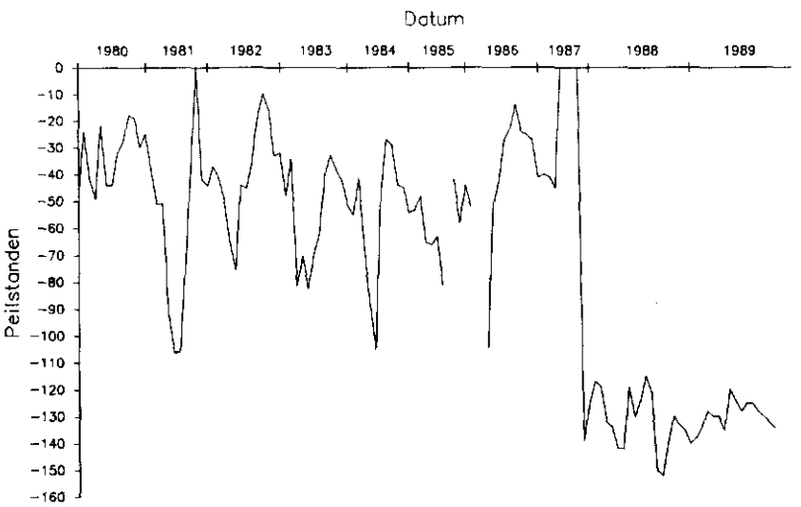
Figuur 8a-e. Het verloop van de peilbuizen en -schalen van 1980 tot 1989.



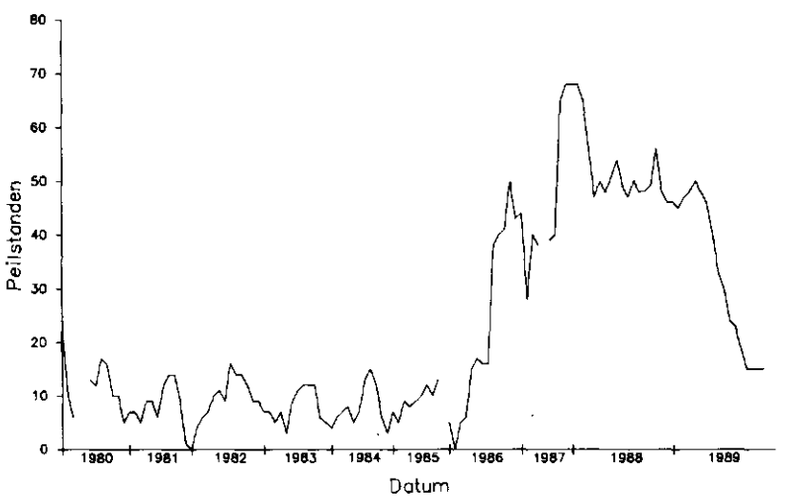
Figuur 8a. Waterstanden gemeten in peilbuis 31b.



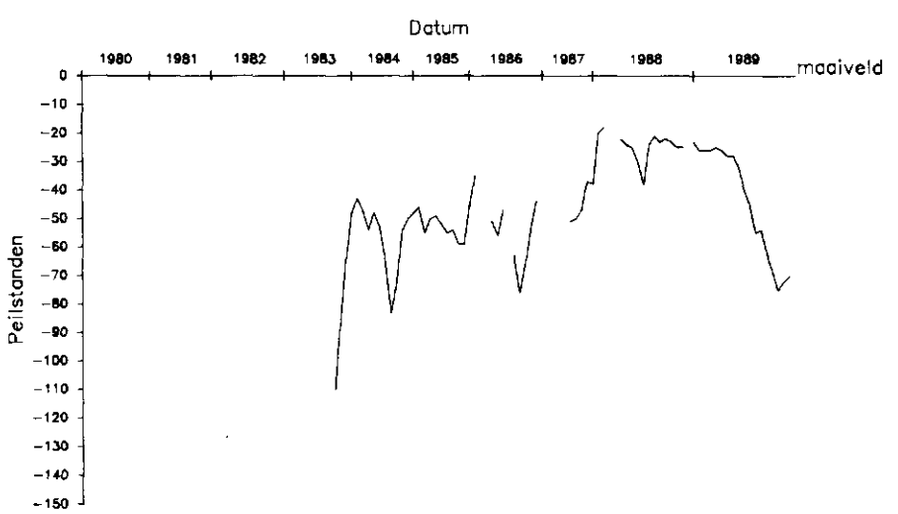
Figuur 8b. Waterstanden gemeten op peilschaal 31.



Figuur 8c. Waterstanden gemeten in peilbuis 23.



Figuur 8d. Waterstanden gemeten op peilschaal 23.



Figuur 8e. Waterstanden gemeten in peilbuis 64a.

Tabel 8. De maandelijkse neerslag en verdamping gemeten vanaf 1978 op het weerstation te Dedemsvaart (tot 1981) en op vliegbasis Twente (vanaf 1981).

JAAR	MAAND	NEERS. (mm)	DAMP. (mm)	NETTO (mm)	JAAR	MAAND	NEERS. (mm)	DAMP. (mm)	NETTO (mm)
1978	JAN.	55.6	2	54	1979	JAN.	30.1	1	30
	FEB.	21.4	11	10		FEB.	42.4	9	33
	MRT.	78.9	37	42		MRT.	76.0	41	35
	APR.	18.9	61	- 42		APR.	85.9	62	24
	MEI	33.0	98	- 65		MEI	73.4	98	- 24
	JUN.	59.4	115	- 56		JUN.	61.2	109	- 48
	JUL.	80.1	102	- 22		JUL.	54.9	95	- 40
	AUG.	46.5	80	- 33		AUG.	40.7	83	- 42
	SEP.	88.2	54	34		SEP.	32.2	58	- 26
	OKT.	15.6	24	- 9		OKT.	41.0	28	13
	NOV.	34.3	7	27		NOV.	56.6	7	50
	DEC.	105.8	1	105		DEC.	116.6	5	112

JAAR	MAAND	NEERS. (mm)	DAMP. (mm)	NETTO (mm)	JAAR	MAAND	NEERS. (mm)	DAMP. (mm)	NETTO (mm)
1980	JAN.	48.6	1	48	1981	JAN.	86.0	0	86
	FEB.	63.8	10	54		FEB.	29.1	10	19
	MRT.	44.0	37	7		MRT.	131.9	39	93
	APR.	51.9	66	- 14		APR.	11.5	72	- 60
	MEI	20.6	124	-103		MEI	79.8	106	- 26
	JUN.	106.9	98	99		JUN.	112.0	98	14
	JUL.	139.4	92	48		JUL.	79.8	101	- 21
	AUG.	61.7	88	- 26		AUG.	28.8	84	- 55
	SEP.	37.4	59	- 22		SEP.	32.6	60	- 27
	OKT.	89.4	28	61		OKT.	86.5	24	62
	NOV.	79.5	9	71		NOV.	91.2	7	84
	DEC.	69.0	1	68		DEC.	54.9	0	55

JAAR	MAAND	NEERS. (mm)	DAMP. (mm)	NETTO (mm)	JAAR	MAAND	NEERS. (mm)	DAMP. (mm)	NETTO (mm)
1982	JAN.	56.9	1	56	1983	JAN.	94.4	8	86
	FEB.	18.9	12	7		FEB.	42.0	11	31
	MRT.	57.0	41	16		MRT.	80.0	37	43
	APR.	30.1	72	- 42		APR.	76.8	62	15
	MEI	42.0	107	- 65		MEI	104.7	79	26
	JUN.	108.1	112	- 4		JUN.	42.1	142	-100
	JUL.	13.6	130	-116		JUL.	24.8	140	-115
	AUG.	37.7	88	- 50		AUG.	6.3	107	-101
	SEP.	22.5	63	- 40		SEP.	64.5	60	5
	OKT.	93.6	23	71		OKT.	45.5	30	16
	NOV.	90.7	9	82		NOV.	73.3	6	76
	DEC.	72.6	1	72		DEC.	95.2	2	93

JAAR	MAAND	NEERS. (mm)	DAMP. (mm)	NETTO (mm)	JAAR	MAAND	NEERS. (mm)	DAMP. (mm)	NETTO (mm)
1984	JAN.	138.8	5	134	1985	JAN.	57.5	2	55
	FEB.	60.5	11	50		FEB.	2.6	12	- 9
	MRT.	34.3	39	- 5		MRT.	52.9	30	23
	APR.	16.5	72	- 56		APR.	78.8	65	14
	MEI	148.5	76	73		MEI	43.1	100	- 57
	JUN.	75.6	95	- 19		JUN.	99.6	95	5
	JUL.	55.6	96	- 40		JUL.	76.7	113	- 36
	AUG.	17.1	89	- 72		AUG.	74.4	87	- 13
	SEP.	110.2	43	67		SEP.	59.1	51	8
	OKT.	103.7	25	79		OKT.	15.8	24	- 8
	NOV.	48.2	9	39		NOV.	52.4	6	46
	DEC.	39.3	0	39		DEC.	72.9	6	67

JAAR	MAAND	NEERS. (mm)	DAMP. (mm)	NETTO (mm)	JAAR	MAAND	NEERS. (mm)	DAMP. (mm)	NETTO (mm)
1986	JAN.	108.0	5	103	1987	JAN.	53.7	2	52
	FEB.	0.8	11	- 10		FEB.	28.8	12	17
	MRT.	64.4	37	27		MRT.	73.0	36	37
	APR.	59.6	60	0		APR.	18.6	77	- 58
	MEI	46.0	113	- 67		MEI	69.3	89	- 20
	JUN.	67.8	134	- 66		JUN.	106.1	82	24
	JUL.	30.8	111	- 80		JUL.	78.4	110	- 32
	AUG.	67.7	92	- 24		AUG.	88.5	79	10
	SEP.	25.4	48	- 23		SEP.	85.7	60	26
	OKT.	84.4	28	56		OKT.	87.2	36	51
	NOV.	60.0	8	52		NOV.	85.2	10	75
	DEC.	141.2	2	139		DEC.	70.1	6	64

JAAR	MAAND	NEERS. (mm)	DAMP. (mm)	NETTO (mm)	JAAR	MAAND	NEERS. (mm)	DAMP. (mm)	NETTO (mm)
1988	JAN.	107.9	9	99	1989	JAN.	19.4	10	9
	FEB.	59.0	17	42		FEB.	64.3	19	45
	MRT.	96.8	28	69		MRT.	81.4	42	39
	APR.	5.8	78	- 72		APR.	65.9	51	15
	MEI	26.8	115	- 88		MEI	9.1	137	-128
	JUN.	33.1	89	- 56		JUN.	57.7	129	- 71
	JUL.	133.8	87	47					
	AUG.	47.4	98	- 51					
	SEP.	56.0	53	3					
	OKT.	52.8	29	24					
	NOV.	47.3	13	34					
	DEC.	84.1	6	78					

Legenda.

NEERS.= maandelijks neerslag

DAMP. = maandelijkse verdamping

NETTO = neerslag - verdamping

Opmerking.

-Het KNMI vermeldt tot april 1987 verdampingsgegevens berekend volgens Penman (verdamping van open water), vanaf april 1987 wordt de verdamping berekend volgens Makkink (referentiegewasverdamping). Er is een goede correlatie tussen beide berekeningen gedurende de maanden april tot september, waar dan geldt:

1,25 x Makkink = Penman

Dit geldt echter alleen voor wateren waar de opwarmingsvertraging nihil is. Voor de overige maanden moet rekening gehouden worden met een rest fout die in deze wateren kan oplopen tot 2 mm per decade (KNMI mond. med).

-Alle verdampingsgegevens in de bovenstaande tabel zijn omgerekend naar Penman.

Tabel 9. Waterstanden in de 'Engbertdijksvenen' gemeten vanaf 1980.

DATUM / PEILSTANDEN	S-31	B-31	S-23	B-23	B-64a
1980					
28-01	64	- 25	24	- 48	
29-02	22	- 36	10	x	
31-03	10	- 26	6	- 24	
29-04	42	- 62	x	- 42	
28-05	50	- 56	x	x	
28-06	57	- 61	13	- 49	
30-07	30	- 47	12	- 22	
28-08	53	- 60	17	- 44	
29-09	60	- 67	16	- 44	
30-10	35	- 50	10	- 32	
30-11	13	- 35	10	- 28	
30-12	16	- 16	5	- 18	
1981					
28-01	5	- 19	7	- 19	
02-03	12	- 32	7	- 30	
30-03	4	- 40	5	- 25	
28-04	23	- 35	9	- 39	
29-05	23	- 44	9	- 51	
30-06	35	- 36	6	- 51	
29-07	39	- 49	12	- 92	
30-08	63	- 69	14	-106	
30-09	61	- 65	14	-106	
29-10	27	- 44	9	- 75	
30-11	3	- 21	1	- 39	
1982					
05-01	1	- 18	0	w	
29-01	9	- 26	4	- 42	
02-03	11	- 28	6	- 44	
30-03	14	- 31	7	- 37	
29-04	22	- 37	10	- 41	
28-05	23	- 40	11	- 49	
30-06	29	- 42	9	- 65	
29-07	68	- 74	16	- 75	
30-08	76	- 83	14	- 44	
30-09	84	- 87	14	- 45	
27-10	66	- 68	12	- 36	
09-12	30	- 50	9	- 18	
29-12	16	- 38	9	- 10	
1983					
27-01	10	- 28	7	- 16	
28-02	16	- 31	7	- 33	
29-03	6	- 23	5	- 32	
28-04	12	- 28	7	- 48	
01-06	4	- 26	3	- 34	
30-06	32	- 39	9	- 81	
01-08	65	- 61	11	- 70	
26-08	74	- 80	12	- 82	
26-09	74	x	12	- 69	
27-10	69	- 74	12	- 62	-110

29-11	34	- 51	6	- 40	- 86
28-12	11	- 32	5	- 33	- 64
1984					
27-01	4	- 16	4	- 38	- 48
28-02	14	- 26	6	- 42	- 43
28-03	19	- 33	7	- 51	- 47
10-05	28	- 38	8	- 55	- 54
28-05	7	- 24	5	- 41	- 48
26-06	23	- 37	7	- 67	- 53
30-07	46	x	13	- 87	- 65
28-08	64	x	15	-105	- 83
27-09	47	x	12	- 46	- 73
30-10	7	17	6	- 27	- 54
28-11	5	w	3	- 29	- 50
1985					
02-01	8	- 18	7	- 44	- 48
28-01	5	- 15	5	- 45	- 46
28-02	18	- 28	9	- 54	- 55
27-03	15	- 25	8	- 53	- 50
28-04	13	- 23	9	- 48	- 49
28-05	23	- 23	10	- 65	- 52
29-07	41	- 45	12	- 66	- 55
28-08	27	- 45	10	- 63	- 54
28-09	35	- 50	x	x	- 59
28-10	53	- 49	13	- 81	- 59
1986					
02-01	3	- 25	5	- 42	- 46
30-01	b	w	x	x	- 35
02-03	b	- 39	b	- 58	b
01-04	0	0	5	- 44	x
28-04	7	- 46	6	- 52	- 51
29-05	25	- 25	15	x	- 56
28-06	27	- 43	17	x	- 47
25-07	x	x	16	-104	x
30-08	62[1]	- 68	16[1]	- 51	- 63
26-09	22[1]	- 74	38[1]	- 42	- 76
29-10	56	- 48	40	- 27	- 66
28-11	72	- 41	41	- 23	- 53
30-12	93	w	50	- 14	- 44
1987					
27-01	85	w	43	- 24	b
27-02	78	- 26	44	- 25	b
28-03	88	w	28	- 27	x
28-04	78	- 25	40	- 41	- 41
28-05	66	- 39	38	- 40	x
31-08	55	- 49	39	- 41	- 51
30-09	60	- 45	40	- 45	- 50
29-10	x	x	x	x	- 47
30-11	92	w	65	w	- 37
1988					
05-01	95	w	68	w	- 38
29-01	98	w	68	w	- 20
29-02	93	w	68	-139	- 18
14-03	95	x	65	-125	x
28-03	89	x	56	-117	x
14-05	71	- 41	47	-119	- 22
30-05	43	- 61	x	-132	- 24

15-06	60	- 47	50	-134	- 25
29-06	51	- 59	48	-142	- 30
14-07	66	- 43	51	-142	- 38
28-07	88	- 22	54	-119	- 24
03-09	61	- 41	49	-130	- 21
28-09	66	- 58	47	-124	- 23
13-10	65	- 57	50	-115	- 22
28-10	64	- 56	48	-121	- 23
15-11	65	- 56	48	-150	- 25
28-11	64	- 41	49	-152	- 25
15-12	63	- 32	56	-140	- 93
1989					
03-01	69	x	48	-130	x
17-01	67	x	46	-133	- 23
26-01	67	- 34	46	-135	- 26
14-02	67	- 36	45	-140	- 26
28-02	68	- 32	47	-138	- 26
14-03	69	- 30	48	-134	- 25
28-03	70	- 28	50	-128	- 26
14-04	69	- 30	48	-130	- 28
28-04	69	- 32	46	-130	- 28
13-05	60	- 38	40	-135	- 32
27-05	47	- 45	33	-120	- 40
14-06	40	- 49	30	-124	- 45
28-06	30	- 61	24	-128	- 55
14-07	28	- 65	23	-125	- 54
24-07	21	- 70	19	-125	- 62
14-08	17	- 75	15	-128	- 68
28-08	18	- 80	15	-130	- 75
14-09	13	- 77	15	-132	- 72
28-09	18	- 75	15	-134	- 70

Legenda.

S- .. = peilschaalnummer ..

B- .. = peilbuisnummer ..

b = bodem

w = water boven de peilbuis

x = niet gemeten

1 = voor deze datum zijn piketten gemeten; na deze datum peilschalen

4 LABORATORIUMONDERZOEK

4.1 INLEIDING

Om inzicht te krijgen in het gedrag (bijv. met betrekking tot ovipositie) van culiciden is een scala van experimenten nodig. Als basis voor deze experimenten wordt getracht een kweek op te zetten zodat onderzoek het gehele jaar door kan plaatsvinden en niet afhankelijk is van de aanwezigheid en het stadium van culiciden in het veld.

In 1987 heeft Verdonschot reeds pogingen ondernomen om een kweek op te zetten. Met behulp van de 'human-bait'- methode (zie 2.2.3.2) zijn adulten gevangen die vervolgens in een vliegkooi werden losgelaten. Een konijn fungeerde hierbij als gastheer. Er werden geen bloedmaaltijden waargenomen en de adulten stierven zonder eieren te hebben afgezet, waarschijnlijk als gevolg van een te lage luchtvochtigheid.

Het opkweken van larven tot adulten levert in het algemeen geen problemen op. Moeilijkheden worden verwacht vanaf de paring van de adulten tot het uitkomen van de eieren. Daarom wordt bij het starten van de kweek uitgegaan van volwassen culiciden.

Naast het opzetten van een kweek is ook een experiment uitgevoerd naar de voorkeur van Aedes punctor voor de ovipositielocatie.

4.2 OVIPOSITIE

4.2.1 Methode

In glazen buisjes van 10,0 cm lang en 2,8 cm in diameter is een laagje natte watten aangebracht en bedekt met natte eikebladeren om de oviositieplaats van culiciden van het geslacht Aedes na te bootsen.

In het veld zijn 20 adulten verzameld waarbij de onderzoeker als gastheer fungeerde. De vrouwelijke culiciden boorden hun steekbuis in de huid en tijdens de bloedmaaltijd is voorzichtig een glazen buisje over het individu geplaatst. Nadat het vrouwtje de bloedmaaltijd beëindigd en de gastheer losgelaten had, werd het buisje afgesloten met fijnmazig gaas. In het laboratorium zijn de buizen voorzien van een met honing doordrenkt bolletje watten voor extra voeding. Vervolgens zijn de buizen in een klimaatkast geplaatst waar continu een temperatuur van 16 ^{o}C, een relatieve

luchtvochtigheid van 80-100% (door bakjes met water in de klimaatkast te plaatsen) en een lichtregime van 12 hr licht en 12 hr donker (Philips TL 8W/33XE4) heersten.

Wekelijks zijn de met honing doordrenkte wattenbolletjes vervangen. Indien na enige weken de bladeren in de buis beschimmeld raakten, is het vrouwtje in een andere buis overgebracht. De buizen zijn dagelijks op eieren onderzocht.

4.2.2 Resultaten

Tabel 10. Tijd nodig voor ovipositie en het aantal afgezette eieren.

Tijd (dagen)	mug nr	aantal eieren	Tijd (dagen)	mug nr	aantal eieren
11	1	76	24	8	1
	2	65	28	9	117
	3	35		10	48
12	4	31		11	59
	5	41		12	81
19	6	54		13	83
	7	8	31	14	60

Alle individuen behoorden tot de soort Aedes punctor.

De zwangere vrouwtjes bleken de eieren af te zetten op de onderzijde van vochtige bladeren. Op droge delen van bladeren zijn geen eieren aangetroffen. Direct na de ovipositie zijn de eieren wit, zij kleuren in één (Voorhoeve 1969) tot drie uur (Service 1977) zwart. Het aantal eieren per afzetting varieert van 1 tot 117, met een gemiddelde van 61. Het gemiddelde omvat alle buizen waarin eieren zijn afgezet, ook die waar de adulten stierven met een verdikt abdomen en dus nog niet alle eieren hadden afgezet. Deze adulten zijn meegerekend omdat het niet zeker is of andere adulten (met een slank abdomen) wel alle eieren hebben afgezet.

Acht culiciden zijn na of aan het einde van de ovipositie gestorven. Twee individuen (nrs 7 en 8) hadden bij hun dood nog een sterk verdikt abdomen, zij zijn tijdens de ovipositie gestorven en vijf culiciden bleven in leven (doch stierven resp. na 3 (2x), 17, 18 en 24 dagen) zonder nogmaals eieren af te zetten. Twee individuen (verdikt abdomen) stierven voordat ze eieren hadden afgezet terwijl vier culiciden (slank abdomen) geheel geen eieren hebben afgezet. Er is getracht deze individuen een

tweede bloedmaaltijd te geven. In eerste instantie geschiedde dit zoals is beschreven in 4.2.1. Later is een bolletje watten doordrenkt met schapebloed in het buisje aangebracht. Beide pogingen leidden niet tot positieve resultaten.

4.2.3 Discussie

De discussie is chronologisch opgebouwd. Eerst wordt het steekgedrag vervolgens de bloeddigestie, de oviposition en tenslotte de levenslengte van culiciden besproken.

Hoewel door veel onderzoekers konijnen (Nash, Jordan & Boyle 1966, Voorhoeve 1969, Service 1977) of Guinese biggen (Beckel 1958, Burgess 1959, Trpis et al. 1973) als gastheer c.q. gastvrouw worden aangeboden, leidt dit niet altijd tot positieve resultaten (Voorhoeve 1969, Verdonschot et al. 1988). Omdat het steekgedrag door factoren zoals visuele waarneming, geur (Service 1971), warmte en vocht (Wesenberg-Lund 1920-21), of een combinatie van deze factoren (Voorhoeve 1969, Hocking 1971) wordt beïnvloed, is het moeilijk om optimale condities te creëren. Om deze moeilijkheden te ondervangen is voor de in 4.2.1 besproken methode gekozen. Enkele onderzoekers maken melding van het gebruik van runder- of schapebloed. Over de toediening bestaat nog onduidelijkheid, daar in de uitgevoerde experimenten geen bloedmaaltijd uit de wattenbolletjes is waargenomen. Verdere experimenten dienen hierover duidelijkheid te verschaffen.

Na de bloedmaaltijd vindt digestie van het bloed plaats, hetgeen enkele dagen (Gillett 1955, Voorhoeve 1969, Service 1977) tot enkele weken kan duren. De digestiesnelheid van het bloed is soortsafhankelijk (Voorhoeve 1969) en wordt daarnaast door externe factoren beïnvloed. O'Gower (1956) nam waar dat bij afnemende daglengte een toename van de bloeddigestie in Aedes notoscriptus (Skuse) plaatsvond. Bij Anopheles-soorten is aangetoond dat een toename van de luchtvochtigheid een hogere verteringssnelheid tot gevolg heeft (Mayne 1928, Shlenova 1938). Volgens Service (1977) is naast deze factoren de temperatuur zonder twijfel de belangrijkste factor. In dit onderzoek bedraagt de tijd tussen de bloedmaaltijd en de oviposition 11-31 dagen, hetgeen in vergelijking met andere onderzoekers (Gillett 1955, Voorhoeve 1969, Service 1977) lang is. De heersende luchtvochtigheid was 80-100%, zodat de belangrijkste oorzaak van de langzame

bloeddigestie bij de lage temperatuur (16 °C) gezocht zou moeten worden.

Het aantal afgezette eieren verschilt per soort (Voorhoeve 1969). Service (1977) nam waar dat het aantal afgezette eieren bij Aedes cantans gerelateerd is aan de grootte van de volwassen vrouwtjes en ook in Aedes aegypti (L.) ontwikkelen zich meer oöcyten in de ovaria van grotere vrouwtjes (Colless & Chellapah 1960). Putnam & Shannon (1934) namen meer dan één ovipositieperiode per individu waar en toonden aan dat individuen die langer leven en die meer bloed nuttigen, gemiddeld meer ovipositieperioden hebben en meer eieren afzetten. Hoewel bij successieve oviposities een reductie van het aantal eieren gevonden wordt, is het totale aantal eieren groter (Putnam & Shannon 1934, Rouboud 1934, Detinova 1949, Service 1977). Bij de vijf vrouwtjes die in leven bleven tijdens dit onderzoek, is geen tweede ovipositieperiode waargenomen. Ook een tweede aangeboden bloedmaaltijd heeft niet tot positieve resultaten geleid, dit in tegenstelling tot eerdergenoemde waarnemingen van Putnam & Shannon (1934), Rouboud (1934), Detinova (1949) en Service (1977).

Tijdens dit onderzoek bleken de adulten na of tijdens de oviositie te sterven. Dit komt overeen met meldingen van andere auteurs (Voorhoeve 1969, Service 1977), die dit verschijnsel toeschrijven aan verzwakking door de oviositie. Howard (1923) en Putnam & Shannon (1934) wijzen op het effect van bloedconsumptie op het leven van een vrouwtje; bloedmaaltijden zouden het leven van culiciden verkorten. Beeuwkes et al. (1933) nam een duidelijk effect waar van de luchtvochtigheid op de levenslengte van Aedes (Stegomyia)-vrouwtjes.

4.3 ONTWIKKELING VAN EIEREN

4.3.1 Methode

Experiment 1.

Eieren afkomstig van één adult zijn in zeven groepen van tien eieren verdeeld. Per groep zijn vijf subgroepen van twee eieren overgebracht in vijf glazen potjes van 5,5 cm lang en 2,5 cm in diameter, gevuld met veenwater. Incubatie vond plaats volgens het schema in tabel 11 bij een heersende luchtvochtigheid van 80-100% en een lichtregime van 12 hr licht en 12 hr donker (Philips TL 8W/33XE4).

Tabel 11. Incubatieschema.

groep	omstandigheden	temperatuur (°C)			
1	nat	16			
2	vochtig	16			
3	nat	6	----->	16	
4	vochtig	6	----->	16	
5	droog	6	----->	16	
6	droog	6	----->	-15	-----> 16
7	droog	-15	----->	16	

Legenda.
nat = eieren zijn in water geïncubeerd.
vochtig = eieren zijn op een vochtig filtreerpapiertje geïncubeerd.

Opmerking.
Incubatie bij -15 °C. en 6 °C. vindt gedurende 1 week plaats, daarna zijn de eieren overgebracht in een klimaatkast bij 16 °C.

Experiment 2.

Vijftig eieren, afkomstig van één adult, zijn verdeeld over tien glazen potjes van 5,5 cm lang en 2,5 cm in diameter die gevuld zijn met veenwater. Incubatie geschiedde voor vier potjes op de eerdergenoemde wijze. Voor zes potjes golden dezelfde temperatuur en luchtvochtigheid maar vond incubatie in het donker plaats.

4.2.2 Resultaten

Geen van de eieren kwam uit. Na enkele weken was er bij een aantal eieren sprake van een schimmelinfectie. Hierdoor leek de kans op uitkomen gereduceerd tot nul.

4.2.3 Discussie

Als gevolg van het uitblijven van positieve resultaten is een literatuuronderzoek begonnen naar de ontwikkeling van culicide-eieren. Uit deze literatuurstudie is gebleken dat het uitkomen van Aedes- eieren door een

aantal factoren wordt beïnvloed.

- Beckel (1958) heeft als enige auteur melding gemaakt van het feit dat afgezette eieren niet altijd bevrucht zijn. De auteur onderscheidt bevruchte van onbevruchte eieren door ze onder te dompelen in een mengsel van glycerine en water (1:1) en ze goed te schudden. De hypertone oplossing leidt tot waterverlies bij onbevruchte eieren waardoor ze in elkaar klappen. Hoewel tijdens dit onderzoek ook ingeklapte eieren zijn waargenomen, is het niet waarschijnlijk dat de eieren onbevrucht zijn geweest. Dit zou alleen kunnen indien de adulten pas paren na de bloedmaaltijd, hetgeen echter in strijd is met de literatuur. Een andere oorzaak voor het inklappen van de eieren zou een te kleine bloedmaaltijd kunnen zijn, waardoor niet alle embryo's voldoende tot ontwikkeling kunnen komen en in een vroeg stadium sterven.
- Verscheidene onderzoekers (Marshall 1938, Telford 1957, Burgess 1959) benadrukken dat de vochtigheid tijdens het opslaan van de eieren, de levensvatbaarheid van het embryo beïnvloedt. Een toenemende luchtvochtigheid vergroot de levensvatbaarheid (Burgess 1959). Als eieren te droog worden sterft het embryo (Marshall 1938). In dit onderzoek zijn de eieren afgezet op natte watten in een klimaatkast waar een luchtvochtigheid heerste van 80-100%. De watten konden dus nauwelijks uitdrogen waardoor in de buizen een luchtvochtigheid van ongeveer 100% gewaarborgd was. Het is dan ook niet waarschijnlijk dat de eieren niet uitkwamen als gevolg van embryosterfte door droogte.
- De ontwikkeling van de eieren kan negatief beïnvloed worden door microbiële ontwikkeling tijdens de incubatie. Verscheidene onderzoekers werken dan ook met steriele media en gesteriliseerde eieren. Bij de oppervlaktesterilisatie van de eieren is het van belang dat het embryo intact blijft.

  Om schimmelgroei op de eieren te voorkomen steriliseerde Judson (1960) de eieren door ze te behandelen met Roccal (1:1000) (Roccal, een produkt van Winthrop-Stearns Inc., is een mengsel van alkyl quartenaire ammonium componenten en is een kationische oppervlakte- aktief middel dat 10% alkyldimethylammonium bevat; de alkylgroepen variëren van C_8-C_{18}). Beckel (1958) plaatste de eieren gedurende 15 minuten in een oplossing van 10% NaOH en 5% formaline. Volgens Telford (1963) waren de resultaten van sterilisatie met formaline onbevredigend, evenals sterilisaties uitgevoerd met verschillende concentraties fenol. Wel werden goede resultaten verkregen door een filtreerpapiertje met de daarop op-

geslagen eieren te impregneren met een 1%-ige benzeensuspensie van dimethyldithiocarbamaat. Het benzeen verdampt waardoor een zeer effectief residu achterblijft.

Tijdens dit onderzoek heeft incubatie niet onder steriele omstandigheden plaatsgevonden. De literatuurstudie is uitgevoerd na het uitblijven van positieve resultaten. Vanwege het beperkte tijdsbestek waren andere experimenten niet mogelijk.

- Het uitkomen van de eieren wordt met name bepaald door de genetische eigenschappen van de muggen(eieren). De ontwikkeling van bevruchte Aedes-eieren begint, mits de omgeving vochtig is, onmiddellijk nadat ze zijn afgezet en wordt niet onderbroken voordat de ontwikkeling van het embryo voltooid is (Telford 1957, Beckel 1958, Burgess 1959, Trpis et al. 1973). De erfelijke eigenschappen van de Aedes-muggen bepalen of de eieren op dit moment uitkomen of in diapauze gaan (een toestand van vertraagde of uitgestelde activiteit die alleen beëindigd kan worden door speciale stimuli). Er komen twee soorten diapauze voor: obligate en facultatieve.

Het ingaan van de obligate diapauze blijkt erfelijk bepaald te zijn. En hoewel milieufactorenen niet de oorzaak van de diapauze zijn kunnen zij wel het einde van de diapauze bewerkstelligen. "Het lijkt er dus op dat Aedes-eieren in obligate diapauze geen fysische 'conditionering' voor het bereiken van deze toestand nodig hebben. Het is echter niet bekend of milieufactoren werkend op voorouders, een obligate diapauze kunnen veroorzaken in nakomelingschappen" (Telford 1963).

De facultatieve diapauze bij bepaalde (multivoltiene) Aedes-soorten wordt niet door erfelijke eigenschappen geïnitieerd, hoewel de erfelijke eigenschappen wel de mate bepalen waarin soorten of individuen onderhevig zijn aan facultatieve diapauze. Over de mechanismen die de diapauze initïeren, zijn de meningen verdeeld. Factoren die genoemd worden zijn: temperatuursverschillen, vochtigheid, droogte, tijd, herhaaldelijke overstromingen etc. (Rees & Nielsen 1947, Horsfall 1949, 1956, Gjullin et al. 1950, Rosay 1955, Barr & Al-Azawi 1958).

Er is ook waargenomen dat het uitkomen van Aedes-eieren binnen eenzelfde legsel niet altijd op een uniforme wijze plaatsvindt. Verschillende omstandigheden kunnen verschillende reactiegradaties in het uitkomen van eieren uit gelijke legsels veroorzaken (Gillett 1955, Khelevin 1958, Telford 1963). Gillett (1955) toonde met Aedes aegypti aan dat de variatie in de reacties, die verantwoordelijk zijn voor het uit-

komen van de eieren, tussen legsels en tussen eieren binnen eenzelfde legsel erfelijk bepaald is.

- Ook de fysische staat van het medium wordt als belangrijke factor voor het uitkomen van eieren beschouwd. Er worden verscheidene omstandigheden genoemd die het uitkomen van eieren zouden stimuleren, zoals mechanische beroering (Young 1922, Rouboud 1927), aanwezigheid van kleine (bodem)deeltjes (Schwardt 1939), straling (Magrou 1934), auxinen afkomstig uit planten (Abdel-Malek 1948, Horsfall 1949), temperatuur (Gillett 1955, Horsfall 1956). In latere onderzoeken hebben verscheidene auteurs aangetoond dat het uitkomen van eieren van multivoltiene soorten geïndiceerd kan worden door biologische, chemische of fysische verwijdering van opgelost zuurstof uit het medium (Horsfall et al. 1958, Burgess 1959, Judson 1960). Judson (1960) concludeert dat uit de afzonderlijke experimenten van Gjullin et al. (1941), Ingram (1954), Horsfall et al. (1958), Burgess (1959) en de door hemzelf verrichte experimenten (waarin de actuele hoeveelheid opgelost zuurstof in het medium is vastgesteld), duidelijk het stimulerend effect van zuurstofafname op het uitkomen van de eieren van verscheidene Aedes-soorten blijkt. En ook dat het aannemelijk lijkt te veronderstellen dat een afname, of een lage zuurstofconcentratie de werkzame factor is geweest in de meeste vermeldingen van stimulatie in niet-steriele organische media. Deze verlaging zou het gevolg zijn van microbiële activiteit. Methoden voor het onttrekken van zuurstof aan water zijn onder andere beschreven door Borg & Horsfall (1953), Horsfall (1956), Horsfall et al. (1958) en Judson (1960). Met betrekking tot het uitkomen van de eieren is de lage zuurstofconcentratie in een medium misschien niet de enige stimulus maar zeker een belangrijke. Eventuele experimenten dienen in deze richting voortgezet te worden, al dan niet in combinatie met eerdergenoemde factoren.

4.4 OVIPOSITIE-EXPERIMENT

4.4.1 Methode

Er zijn negen adulten gevangen op de in 4.2.1 beschreven wijze en overgebracht in een plastic bakje met deksel van 14 bij 9 bij 7 cm. Met behulp van dopjes gevuld met zand zijn zes ovipositieplaatsen geschapen nl.

- droog of nat zand
- droog of nat zand bedekt met een resp. droog en nat eikeblad
- droog of nat zand bedekt met twee resp. droge en natte eikebladeren.

De dopjes werden in het bakje met een laagje water geplaatst. Tegen de wand is een stukje piepschuim bevestigd met daarop een bolletje in honing gedrenkte watten. Incubatie vond volgens 4.2.1 plaats.
Wekelijks zijn de met honing doordrenkte wattenbolletjes vervangen.
De bakjes zijn dagelijks op eieren gecontroleerd.

4.4.2 Resultaten

Zeven adulten zijn verdronken voordat ze eieren hadden afgezet. Eén adult stierf na 26 dagen nadat ze één ei had afgezet aan de onderzijde van een droog blad (op droog zand). Eén individu stierf na 29 dagen na het afzetten van 62 eieren op nat zand (zonder bladeren).

4.4.3 Discussie

Aan de hand van dit experiment is het niet mogelijk enige voorkeur voor de ovipositielocatie vast te stellen. Het feit dat de meeste adulten zijn verdronken ondanks de aanwezige rustplaatsen is moeilijk verklaarbaar, daar deze situatie verplaatsbaar is naar het veld. De (te) kleine vliegruimte zou een oorzaak kunnen zijn.

4.5 CONCLUSIES

- Het is mogelijk om door middel van de gebruikte methode eieren te verkrijgen.
- De gebruikte technieken leiden niet tot het uitkomen van de eieren. Nader onderzoek is gewenst.
- Voorkeur van Aedes punctor voor een ovipositielocatie is aan de hand van het uitgevoerde experiment niet vast te stellen.

5 LITERATUUR

Abdel-Malek, A.A. 1948. Plant hormones (auxins) as a factor in the hatching of Aedes trivitattus (Coquillett) eggs. Ann. Ent. Soc. Am. 41(1), 51-57.

Barr, A.R. & Al-Azawi, A. 1958. Notes on oviposition and hatching of eggs of Aedes and Psorophora mosquitoes (Diptera: Culicidae). Univ. Kansas Sci. Bull. 39(6), 263-273.

Beckel, W.E. 1958. Investigations of permeability, diapauze, and hatching in the eggs of Aedes hexodontus Dyar. Can. J. Zool. 36(4), 541-554.

Beeuwkes, H., Kerr, J.A., Weathersbee, A.A. & Taylor, A.W. 1933. Observations of the bionomics and comparitive prevalence of the vectors of yellow fever and other domestic mosquitoes of West Africa, and the epidimiological significance of seasonal variations. Trans. of the R.S. of trop. Med. and Hyg. 26, 425-447.

Borg, A.F. & Horsfall, W.R. 1953. Eggs of floodwater mosquitoes. II. Hatching stimulus. Ann. ent. Soc. Am. 46, 472-478.

Burgess, L. 1959. Techniques to give better hatches of the eggs of Aedes aegypti (L.) (Diptera:Culicidae). Mosquito News 19(4), 256-259.

Carpenter, M.J. & Nielsen, L.T. 1965. Ovarian cycles and longvity in some univoltine Aedes species in the Rocky Mountains of western United States. Mosquito News 25 (2), 127-134.

Colless, D.H. & Chellapah, W.T. 1960. Effects of body weight and size of blood-meal upon eggproduction in Aedes aegypti (Linnaeus) (Diptera, Culicidae). Ann. trop. Med. Paras. 54, 475-482.

Detinova, T.S. 1949. Physiological changes in the ovaries of female Anopheles maculipennis. Medskaya Paraz. 18, 410-420.

Gillett, J.D. 1955. Variation in the hatching-responce of Aedes eggs (Diptera: Culicidae). Bull. ent. Res. 46, 241-254.

Gjullin, C.M., Hegarty, C.P. & Bollen, W.B. 1941. The necessity of a low oxygen concentration for the hatching of Aedes mosquito eggs. Jour. Cell. and Comp. Physiol. 17(2), 193-202.

Gjullin, C.M., Yates, W.W. & Stage, H.H. 1950. Studies on Aedes vexans (Meig.), flood-water mosquitoes, in the lower Columbia River Valley. Ann. Ent. Soc. Am. 43(2), 262-275.

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

Horsfall, W.R. 1949. Hatching of floodwater mosquitoes in media that

promote plant growth. Science 110(2863), 504-506.

Horsfall, W.R. 1956. Eggs of floodwater mosquitoes. III. (Diptera: Culicidae). Conditioning and hatching of Aedes vexans. Ann. Ent. Soc. Am. 49(1), 66-71.

Horsfall, W.R., Lum, P.T.M. & Henderson, L.M. 1958. Eggs of floodwater moosquitoes (Diptera: Culicidae). V. Effects of oxygen on hatching of intact eggs. Ann. Ent. Soc. Am. 51(2), 209-213.

Howard, L.O. 1923. The yellow fever mosquito. U.S. Department of Agriculture Farmers Bulletin, No. 5354, 5-6.

Ingram, R.L. 1954. A study of the bionomics of Aedes (Stegomyia) polynesiensis Marks under Laboratory conditions. Americ. Jour. Hyg. 60(2), 169-187.

Judson, C.L. 1960. The physiology of hatching of aedine mosquito eggs. Hatching stimulus. Ann. Ent. Soc. Am. 53(5), 688-691.

Khelevin, N.V. 1958. The effect of environmental factors on the embryonic diapause and on the number of generations during one season in Aedes caspius dorsalis Mg. (Diptera, Culicidae). Entomol. Obozrenie 37(1), 24-46.

K.N.M.I. 1978. Maandoverzicht van het weer in Nederland; maanden januari-december 1978.

K.N.M.I. 1979. Maandoverzicht van het weer in Nederland; maanden januari-december 1979.

K.N.M.I. 1980. Maandoverzicht van het weer in Nederland; maanden januari-december 1980.

K.N.M.I. 1981. Maandoverzicht van het weer in Nederland; maanden januari-december 1981.

K.N.M.I. 1982. Maandoverzicht van het weer in Nederland; maanden januari-december 1982.

K.N.M.I. 1983. Maandoverzicht van het weer in Nederland; maanden januari-december 1983.

K.N.M.I. 1984. Maandoverzicht van het weer in Nederland; maanden januari-december 1984.

K.N.M.I. 1985. Maandoverzicht van het weer in Nederland; maanden januari-december 1985.

K.N.M.I. 1986. Maandoverzicht van het weer in Nederland; maanden januari-december 1986.

K.N.M.I. 1987. Maandoverzicht van het weer in Nederland; maanden januari-december 1987.

K.N.M.I. 1988. Maandoverzicht van het weer in Nederland; maanden januari-december 1988.

K.N.M.I. 1989. Maandoverzicht van het weer in Nederland; maanden januari-augustus 1989.

Magrou, F. 1934. Les actions à distance en embryologie. Atti Congr. Internaz. Elettro-Radio-Biol. 2, 708-716.

Marshall, J.F. 1938. The British mosquitoes. London: British Museum of Natural History.

Mayne, B. 1928. The influence of relative humidity on the presence of parasites in the insect carrier and the initial seasonal appearance of malaria in a selected area of India. Ind. J. med. Res. 15, 1073-1084.

Mohrig, W. 1969. Die Culiciden Deutschlands. Untersuchungen zur Taxonomie Biologie und Ökologie der einheimischen Stechmücken. Parasit. Schr.18, 1-260.

Nash, T.A.M., Jordan, A.M. & Boyle, J.A. 1966. A promising method for rearing Glossina austeni (Newst.) on a smal scale, based on the use of rabbits' ears for feeding. Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg. 60, 183-188.

O'Gower, A.K. 1956. The rate of digestion of human blood by certain species of mosquitoes. Aust. J. biol. Sc. 9, 125-129.

Putnam, P. & Shannon, R.C. 1934. The biology of Stegomyia under laboratory conditions. II. Egg-laying capacity and longvity of adults. Proc. ent. Soc. Wash. 36, 217-242.

Rees, D.M. & Nielsen, L.T. 1947. On the biology and control of Aedes dorsalis (Meig.) in Utah. Proc. 34th Ann. Meetg. New Yersey Mosquito Exterm. Assoc. 34, 160-165.

Rosay, B. 1955. Some observations on Aedes nigromaculis eggs. Proc. California Mosquito Control Assoc. 23, 119-120.

Rouboud, E. 1927. L'éclosion de l'oeuf et les stimulants d'éclosion chez le Stegomyia de la fière jaune. Application à la lutte antilavaire. Compt. Rend. Acad. Sci. 184(24), 1491-1492.

Rouboud, E. 1934. Observations sur la fécondité des Anophélines. Bull. Soc. Path. exot. 27, 853-854.

Schmidt, G. & van Haren, J.C.M. 1988. Achtergronden van een steekmuggenplaag; steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 2. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, Leersum en Texel.

Schwardt, H.H. 1939. Biology of Arkansas rice field mosquitoes. Univ. Arkansas Agric. Expt. Sta. Bull. 377.

Service. M.W. 1971. The daytime distribution of mosquitoes resting in

vegetation. J. med. Ent. 8 (3), 271-278.

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

Shlenova, M.F. 1938. Vitesse de la digestion du sang par la femelle de l'Anopheles maculipennis messeae aux températures effectives constantes Medaskaya Parazit. 7, 716-735.

Telford, A.D. 1957. The pasture Aedes of central and northern California. The egg stage: gross embryology and resistance to desiccation. Ann. Ent. Soc. Am. 50(6), 537-543.

Telford, A.D. 1963. A consideration of diapauze in Aedes nigromaculis and other Aedine mosquitoes (Diptera: Culicidae). Ann Ent. Soc. Am. 56(4), 409-418.

Trpis, M., Haufe, W.O. & Shemanchuk, J.A. 1973. Embryonic development of Aedes (O.) sticticus (Diptera: Culicidae) in relation to different constant temperatures. Can. Ent. 105, 43-50.

Verdonschot, P.F.M., Schmidt, G., van Leeuwen, P.H.J. & Schot, J.A. 1988. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, Leersum en Texel.

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

Wesenberg-Lund, C. 1920-21. Contributions to the biology of the Danish Culicidae. Kongel. Danske Videnskab. Selsk.Skr. (8) 7 (1), 210 p.

Young, C.J. 1922. Notes on the biology of Stegomyia calopus Meigen, in Brazil. Ann. Trop. Med. and. Parasitol. 16(4), 389-406.

De volgende RIN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op postbanknummer 516 06 48 van het RIN te Leersum onder vermelding van het rapportnummer. Uw overschrijving geldt als bestelformulier; toezending geschiedt franco. Gebruik **geen verzamelgiro** omdat het **adres** van de besteller niet op onze bijschrijving wordt vermeld zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

86/9 K. Stoker, De verspreiding van de rode bosmieren op de Hoge Veluwe. 110 p. f 15,60

87/1 W.O. van der Knaap & H.F.van Dobben, Veranderingen in de epifytenflora van Rijnmond sinds 1972. 36 p. f 6,-
87/2 A. van Winden et al., Ruimtelijke relaties via vogels in het Strijper-Aagebied gedurende broedtijd en zomer. 97 p. f 14,50
87/6 G.F. Willemsen, Bijzondere plantesoorten in het nationale park de Hoge Veluwe; voorkomen en veranderingen. 92 p. f 13,50
87/9 K.S. Dijkema, Selection of salt-marsh sites for the European network of biogenetic reserves. 30 p. f 5,50
87/14 N. Dankers, K.S. Dijkema, G. Londo & P.A. Slim, De ecologische effecten van bodemdaling op Ameland. 90 p. f 13,50
87/16 J. Wiertz, Modelvorming bij de projecten van WAFLO en SWNBL. 34 p. f 6,-
87/18 Effecten van de kokkelvisserij in de Waddenzee. 23 p. f 3,75
87/19 H. van Dam, Monitoring of chemistry, macrophytes, and diatoms in acidifying moorland pools. 113 p. f 16,-
87/22 B. van Dessel, Te verwachten ecologische effecten van pekellozing in het Eems-Dollardgebied. 71 p. f 10,-
87/23 W.D. Denneman & R. Torenbeek, Nitraatemissie en Nederlandse ecosystemen: een globale risico-analyse. 164 p. f 21,-
87/24 M. Buil, Begrazing van heidevegetaties door edelhert en moeflon; een literatuurstudie. 31 p. f 5,60
87/26 H.A.T.M. van Wezel, Heidefauna in het nationale park de Hoge Veluwe. 54 p. f 8,-
88/30 P.F.M. Verdonschot & R. Torenbeek, Lettercodering van de Nederlandse aquatische macrofauna voor mathematische verwerking. 75 p. f 10,-
88/31 P.F.M. Verdonschot, G. Schmidt, P.H.J. van Leeuwen & J.A. Schot, Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen. 109 p. f 15,50
88/33 H. Eijsackers, C.F. van de Bund, P. Doelman & Wei-chun Ma, Fluctuerende aantallen en activiteiten van bodemorganismen. 85 p. f 13,-
88/35 A.J. de Bakker & H.F. van Dobben, Effecten van ammoniakemissie op epifytische korstmossen; een correlatief onderzoek in de Peel. 48 p. f 7,50
88/36 B. van Dessel, Ecologische inventarisatie van het IJsselmeer. 82 p. f 12,75
88/38 P. Opdam & H. van den Bijtel, Vogelgemeenschappen van het landgoed Noordhout. 65 p. f 9,-
88/39 P. Doelman, H. Loonen & A. Vos, Ecotoxicologisch onderzoek in met Endosulfan verontreinigde grond: toxiciteit en sanering. 34 p. f 6,-
88/40 G.P. Gonggrijp, Voorstel voor de afwerking van de groeve Belvédère als archeologisch-geologisch element. 13 p. f 3,-

88/41 J.L. Mulder (red.), De vos in het Noordhollands Duinreservaat. Deel 1: Organisatie en samenvatting. 32 p.
88/42 J.L. Mulder, idem. Deel 2: Het voedsel van de vos. 78 p.
88/43 J.L. Mulder, idem. Deel 3: De vossenpopulatie. 129 p.
88/44 J.L. Mulder, idem. Deel 4: De fazantenpopulatie. 59 p.
88/45 J.L. Mulder & A.H.Swaan, idem. Deel 5: De wulpenpopulatie. 76 p.
De rapporten 41-45 worden niet los verkocht maar als serie van vijf voor f 25.

88/46 J.E. Winkelman, Methodologische aspecten vogelonderzoek SEP-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.). Deel 1. 145 p. f 20,-
88/48 J.J. Smit, Het Eemland en de polder Arkemheen rond het begin van de twintigste eeuw. 64 p. f 9,-
88/49 G.W. Gerritsen, M. den Boer & F.J.J. Niewold, Voedselecologie van de vos in Nederland. 96 p. f 14,25
88/50 G.P. Gonggrijp, Permanente geologische ontsluitingen in de taluds van Rijksweg A 1 bij Oldenzaal. 18 p. f 3,50
88/52 H. Sierdsema, Broedvogels en landschapsstructuur in een houtwallandschap bij Steenwijk. 112 p. f 16,-
88/54 H.W. de Nie & A.E. Jansen, De achteruitgang van de oevervegetatie van het Tjeukemeer tussen Oosterzee (Buren) en Echten. 18 p. f 4,50
88/56 P.A.J. Frigge & C.M. van Kessel, Adder en zandhagedis op de Hoge Veluwe: biotopen en beheer. 16 p. f 3,50
88/62 K. Romeyn, Estuariene nematoden en organische verontreiniging in de Dollard. 23 p. f 5,-
88/63 S.E. van Wieren & J.J. Borgesius, Evaluatie van bosbegrazingsobjecten in Nederland. 133 p. f 19,-
88/66 K.S. Dijkema et al., Effecten van rijzendammen op opslibbing en omvang van de vegetatiezones in de Friese en Groninger landaanwinningswerken. Rapport in samenwerking met RWS Directie Groningen en RIJP Lelystad. 130 p. f 18,50
88/67 G. Schmidt & J.C.M. van Haren, Achtergronden van een steekmuggenplaag; steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 2. 162 p. f 20,50
88/68 R. Noordhuis, Maatregelen ter voorkoming en beperking van schade door zilvermeeuwen. 48 p. f 7,50

89/1 E.J. van Kootwijk, Inventarisatie van de vergrassing van de Nederlandse heide. 49 p. f 7,50
89/3 F. Maaskamp, H. Siepel & W.K.R.E. van Wingerden, Een monitoring experiment met ongewervelde dieren in graslanden op zandgrond. 44 p. f 13,50
89/4 R. Noordhuis, De relatie tussen zilvermeeuwen op vuilstortplaatsen en de schade op mosselpercelen en in weidevogelgebieden in Zuidwest-Nederland. 108 p. f 15,50
89/5 R.J. Bijlsma, Remote sensing voor classificatie van de vegetatie en schatting van de biomassa op ganzenpleisterplaatsen in het waddengebied. 62 p. f 8,50
89/7 R. Ketner-Oostra, Lichenen en mossen in de duinen van Terschelling. 157 p. f 20,50
89/8 A.L.J. Wijnhoven, Effecten van aanleg, beheer en gebruik van golfbanen en mogelijkheden voor natuurtechnische milieubouw. 19 p. f 4,50
89/9 N. Dankers, K. Koelemaij & J. Zegers, De rol van de mossel en de mosselcultuur in het ecosysteem van de Waddenzee. 66 p. f 9,-
89/10 P.G.A. ten Den, Patrijzen op en rond De Hoge Veluwe. 40 p. f 6,50
89/11 C.J. Smit & G.J.M. Visser, Verstoring van vogels door vliegverkeer, met name door ultra-lichte vliegtuigen. 12 p. f 3,50
89/12 R. van Halewijn, Bescherming van zeevogels op het Lago-rif, Aruba, in 1988. 73 p. f 10,-
89/13 K. Lankester, Effecten van habitatversnippering voor de das (*Meles meles*); een modelbenadering. 101 p. f 14,50
89/14 A.J. de Bakker, Monitoring van epifytische korstmossen in 1988. 53 p. f 8,-
89/15 J.E. Winkelman, Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. 169 p. f 21,50
89/16 J.J.M. Berdowski et al., Effecten van rookgas op wilde planten. 108 p. f 15,50

89/17 E.C. Gleichman-Verheijen & W. Ma, Consequenties van verontreiniging van de (water)bodem voor natuurwaarden in de Biesbosch. 91 p. f 13,50
89/18 A. Farjon & J. Wiertz, Milieu- en vegetatieveranderingen in het schraalland van Koolmansdijk (gemeente Lichtenvoorde); 1952-1988. 134 p. f 18,-
89/19 P.G.A. ten Den, Achtergronden en oorzaken van de recente aantalsontwikkeling van de fazant in Nederland. 168 p. f 21,50
89/20 J.C.M. van Haren, Chironomiden-exuviae als indicatoren van waterkwaliteitsveranderingen in de Loosdrechtse Plassen over de periode 1984-1988. 28 p. f 5,-

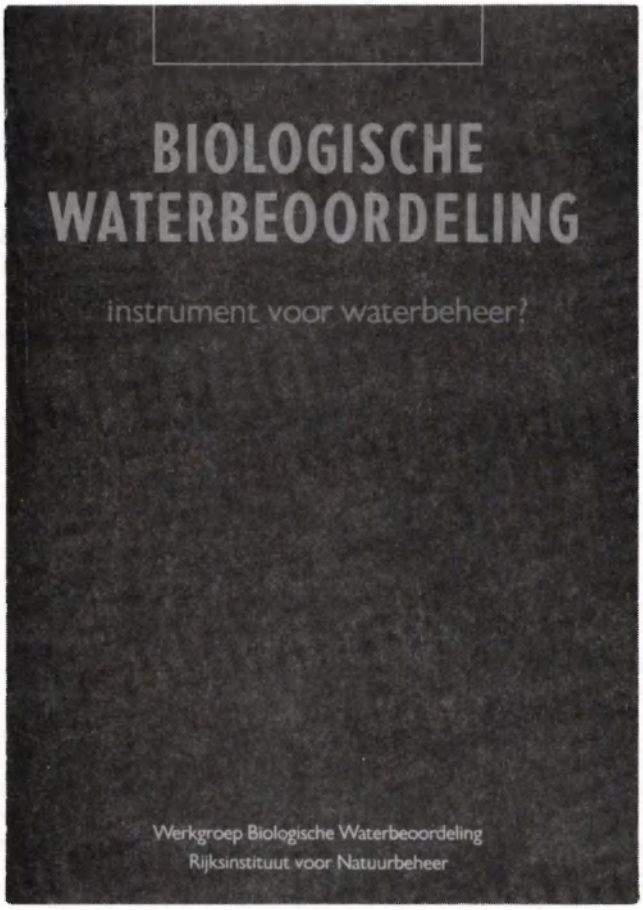
90/1 R.J. Bijlsma, Het RIN-bosecologisch informatiesysteem SILVI-STAR; documentatie van FOREYE-programmatuur en subprogramma's. 96 p. f 14,-
90/2 J.E. Winkelman, Vogelslachtoffers in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1986-1989). 74 p. f 10,-
90/4 J.M. de Graaf, De stinzenflora van Leiden en noordelijke omgeving. 95 p. f 14,-
90/5 G.M. Dirkse & P.A. Slim, Naar een methode voor het monitoren van vegetatieontwikkeling in het waddengebied. 40 p. f 6,50
90/7 H. Eijsackers & D. van den Ham, Kieming van Amerikaanse vogelkers (*Prunus serotina* Ehrh.) in relatie tot vegetatietype en bodembewerking. 24 p. f 5,-
90/8 H. Siepel et al., Effecten van verschillen in mestsoort en waterstand op vegetatie en fauna van klei-op-veen graslanden in de Alblasserwaard. 50 p. f 7,50
90/9 J.E. Winkelman, Verstoring van vogels door de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1984-1989). 157 p. f 21,-
90/10 P.J.H. Reijnders, I.M. Traut & E.H. Ries, Verkennend onderzoek naar de mogelijkheden voor het terugzetten van gerevalideerde zeehonden, *Phoca vitulina*, in de Oosterschelde. 36 p. f 6,-
90/11 M. Elbers & P. Doelman, Studie naar de mogelijke effecten op flora en fauna als gevolg van de inrichting van de Noordpunt Oost-Abtspolder als definitieve opslagplaats voor verontreinigde grond. 128 p. f 17,50
90/13 P.A. Slim & L.J. van Os, Effecten van natuurbeheer op de vegetatie in het veenweidegebied van De Donksche Laagten (Alblasserwaard). 45 p. f 7,-
90/14 F. Fennema, Effects of exposure to atmospheric SO_2, NH_3 and $(NH_4)_2SO_4$ on survival and extinction of *Arnica montana* and *Viola canina*. 60 p. f 8,50



Ecologie van kleine landschapselementen

Kleine landschapselementen vormen voor veel soorten planten en dieren van het cultuurlandschap biotoop en ecologische infrastructuur. In 1986 wijdde het RIN een studiedag aan dit thema. In het verslag hiervan werd een overzicht gegeven van de stand van het onderzoek en er is ruime aandacht besteed aan praktijkproblemen van de landinrichting.

88 pagina's, geïllustreerd
prijs *f* 20,-
bestelcode: KLE



Biologische waterbeoordeling: instrument voor waterbeheer?

De Werkgroep Biologische Waterbeoordeling organiseerde in 1987 in samenwerking met het RIN een symposium waarvan de bijdragen gebundeld zijn in dit boek.

"De werkgroep heeft een rijk en plezierig geïllustreerd kader uitputtend op poten gezet. Laten we voortaan spreken van de blauwe gids en wie hem onverhoopt nog niet heeft: aanschaffen!"

Jaap Dorgelo in Hydrobiological Bulletin 22,2: 209.

184 pagina's
prijs *f* 35,-
bestelcode: BW

Beide boeken zijn te bestellen door overschrijving van het verschuldigde bedrag op giro 516 06 48 van het RIN te Leersum onder vermelding van de bestelcode. Uw giro-overschrijving geldt als bestelformulier; toezending geschiedt franco.