



ALTERRA

WAGENINGEN UR



Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten

Toelichting op de Leidraad

Alterra-rapport 2298
ISSN 1566-7197

Piet Verdonschot en Anna Besse-Lototskaya

Leidraad Risicomanagement
Overlast Steekmuggen en Knutten

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek van het ministerie van EL&I in 2010 als BO-onderzoek (BO-11-006.03-007) en in 2011 als BO-11-011.03-004, HelpDeskvraag 3319 Biodiversiteit.

Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten

Toelichting op de Leidraad

Piet Verdonschot en Anna Besse-Lototskaya

Alterra-rapport 2298

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2012

Referaat

Piet Verdonshot en Anna Besse-Lototskay, 2012. *Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten. Toelichting op de Leidraad*. Wageningen, Alterra, Alterra-Rapport 2298. 60 blz.; 1 fig.; 4 tab.; 314 ref.

Door het uitvoeren van de verschillende vernattingsopgaven worden meer (delen van) waterbergings- en natuurontwikkelingsgebieden geschikt als leefmilieu voor steekmuggen en knutten. Om de effecten van vernatting op de mate van ontwikkeling van steekmuggen- en knuttenpopulaties in beeld te krijgen en in de planvorming al te kunnen sturen en verminderen is door Alterra (zoetwaterecologie) de Excel-applicatie 'Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten' ontwikkeld. Voor het aanscherpen van de inhoud van de leidraad zijn twee enquêtes onder water- en natuurbeheerders uitgevoerd. Deze enquêtes geven inzicht in praktijkervaring met overlast / plaagvorming van steekmuggen en knutten in Nederland. Dit rapport vormt een toelichting op de Excel-applicatie 'Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten', presenteert een meetprotocol voor signalering en eenvoudige monitoring van steekmuggen en geeft toelichting op de aanleiding en uitvoering van het onderzoek dat tot de leidraad heeft geleid. Deze toelichting bestaat vooral uit verdiepende informatie over de inhoudelijke achtergrond van de leidraad en gaat in op steekmuggen- en knutten-ecologie, plaagvorming, relatie met terreininrichting, gebiedstypen en maatregelen. Ook worden de literatuurreferenties die gebruikt zijn voor het samenstellen van de leidraad gegeven. De leidraad-applicatie is bedoeld om bij ontwerp van herinrichtingsplannen risico's op overlast door steekmuggen en knutten in beeld te brengen en inzicht en aanwijzingen te geven voor het voorkomen van overlast door herontwerp of beheer. De applicatie is vrij te downloaden van de website van Alterra en functioneert op zichzelf op stand-alone en netwerkcomputers met Excel versies 2003 of later. De leidraad is ontwikkeld voor planvormers, inrichters en terreinbeheerders die betrokken zijn bij voorbereiding, uitvoering of begeleiding van projecten waarbij vernatting aan de orde is en daardoor kans bestaat op overlast door steekmuggen en knutten. Met dit instrument kunnen de partijen beter hun verantwoordelijkheid nemen omdat ze een eventuele kans op hoge aantallen steekmuggen en knutten beter in beeld krijgen en zo veel overlast kunnen voorkomen of verminderen. Het aan de leidraad gekoppelde eenvoudige meetprotocol kan door een beheerder zelf worden uitgevoerd.

Trefwoorden: steekmuggen, knutten, risico-analyse, maatregelen, monitoring.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.rapportbestellen.nl.

© 2012 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek)
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; info.alterra@wur.nl

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

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

Alterra-rapport 2298

Wageningen, maart 2012

Inhoud

Samenvatting	7
Dankwoord	9
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding	11
1.2 Overlastenquête onder beheerders	13
1.3 Doel	14
1.4 Leeswijzer	14
2 Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten	15
2.1 Gebruik van de leidraad	15
2.2 Risico-analyse	18
3 Inhoudelijke achtergrond leidraad: ecologie van steekmuggen en knutten	19
3.1 Leefmilieus van steekmuggen en knutten	19
3.2 Overlast en plaagvorming	21
3.3 Aanwezigheidskans bepalende factoren en processen	23
3.4 Gebiedstypen en overlast- of plaagvorming	27
3.5 Mogelijke maatregelen	29
4 Meetprotocol	35
5 Aanbevelingen	37
6 Referenties	39
6.1 Referenties deze rapportage	39
6.2 Referenties voor algemene oriëntatie	39
6.3 Referenties waarop de 'Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten' is ontwikkeld	40
Appendix 1. Resultaten enquêtes	53
Appendix 2. Geëんquêteerde instanties	57
Appendix 3. Inventarisatieformulier	59

Samenvatting

Op veel plekken in Nederland is bij de planning en uitvoering van herinrichtingsprojecten vernatting aan de orde. Dit speelt bijvoorbeeld bij landinrichtingsprojecten, natuurontwikkeling, verdrogingsbestrijding, waterbuffering bij wateroverlast of -tekort, grondstoffenwinning, aanleg van infrastructuur etc. Daarbij kunnen omstandigheden ontstaan die geschikt zijn als leefmilieu voor steekmuggen en knutten. Om de effecten van vernatting op de mate van ontwikkeling van steekmuggen (Culicidae) en knutten (Ceratopogonidae) in beeld te krijgen en in de planvorming al te kunnen sturen en verminderen is door Alterra (zoetwaterecologie) de Excel-applicatie 'Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten' ontwikkeld. Voor het aanscherpen van de inhoud van de leidraad zijn twee enquêtes onder water- en natuurbeheerders uitgevoerd die inzicht geven over praktijkervaring met overlast / plaagvorming van steekmuggen en knutten in Nederland.

Dit rapport vormt een toelichting op de ontwikkelde Excel-applicatie 'Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten', presenteert een meetprotocol voor signalering en eenvoudige monitoring van steekmuggen en geeft toelichting op de aanleiding en uitvoering van het onderzoek die tot de leidraad hebben geleid. Deze toelichting bestaat vooral uit verdiepende informatie over de inhoudelijke achtergrond van de leidraad en gaat in op steekmuggen- en knutten-ecologie, plaagvorming, relatie met terreininrichting en gebiedstypen en maatregelen. Ook worden de literatuurreferenties die gebruikt zijn voor het samenstellen van de 'leidraad' gegeven. De leidraad-applicatie is bedoeld om bij ontwerp van herinrichtingsplannen risico's op overlast door steekmuggen en knutten in beeld te brengen en inzicht en aanwijzingen te geven voor het voorkomen van overlast door herontwerp of beheer. De applicatie is vrij te downloaden van de website van Alterra en functioneert op zichzelf op stand-alone en netwerkcomputers met Excel-versies 2003 of later.

Aanleiding

In 2008 is op verzoek van het toenmalige ministerie van LNV Directie Regionale Zaken West een Helpdesk-studie over de problematiek van steekmuggen en knutten in relatie tot vernatting en klimaatverandering uitgevoerd (Verdonschot, P.F.M., 2009. Verkenning van de steekmuggen- en knuttenproblematiek bij klimaatverandering en vernatting. Alterra-rapport 1856). Uit de studie kwam naar voren dat er globale kennis bestaat over steekmuggen die gebruikt kan worden bij effectvoorspelling en het voorkomen van overlast in de praktijk. Voor knutten is te weinig kennis voorhanden voor effectvoorspelling. Ook bleek dat er vanuit de praktijk een groeiende behoefte bestaat aan een risicoanalyse-systematiek die gebruikt kan worden vooraf aan (her)inrichting/vernatting om de risico's op steekmuggen- en knuttenplagen te verminderen/voorkomen. Een dergelijke risicoanalyse-systematiek moet bestaan uit factoren en processen die bijdragen 1) aan de vorming van leefgebied voor steekmuggen en 2) factoren en processen die leiden tot massale ontwikkeling van steekmuggen. Beide factoren en processen geven tezamen aan waar en met welke kans overlast kan ontstaan. Deze studie is een vervolg op het rapport uit 2009 en geeft invulling aan de beoogde systematiek.

Begeleidingscommissie en casussen

Om de kennis die met de leidraad ontwikkeld wordt voor de praktijk bruikbaar te maken heeft een begeleidingscommissie (BC) het onderzoek begeleid. Deze BC heeft erop toegezien dat vernattingprojecten ook in de toekomst op een doordachte, maatschappelijk verantwoorde manier uitgevoerd kunnen worden en dat de beschikbare kennis direct toegankelijk wordt gemaakt voor relevante organisaties. Het onderzoek is uitgevoerd in wisselwerking met lopende herinrichtingsprojecten die als casussen functioneerden waar de algemeen (ontwikkelde) leidraadkennis in de praktijk werd toegepast en waaruit resultaten de totstandkoming van de leidraad hebben gevoed.

Enquête

In de aanloop van dit project is aan de hand van verschillende enquêtes inzicht verzameld onder DLG-ers, water- en natuurbeheerders over praktijkervaringen met overlast / plaagvorming van steekmuggen en knutten in Nederland. Uit de respons komt naar voren dat informanten uit het hele land melding maken van overlast. Ongeveer een derde van de meldingen heeft betrekking op herinrichting- en vernattingsprojecten, waarbij de overlast vooral in de beginfase na aanleg werd ervaren. In geen van de gevallen was bekend welke soort(en) de overlast veroorzaakt(en), het bleef bij de groepsaanduiding van steekmug of knut. Overlast bleek vooral op te treden onder voedselrijke en organisch rijke omstandigheden.

Deze uitkomsten bevestigden de veronderstelling dat weinig bekend is over steekmuggen en knutten en dat pas recent de stekende insecten-problematiek weer onder de aandacht is gekomen.

Toelichting op de leidraad

De leidraad is uitgevoerd als Excel-applicatie die het mogelijk maakt om overlast van steekmuggen en knutten vast te stellen of te voorspellen en geeft advies over maatregelen. De leidraad is gebaseerd op literatuurgegevens en expert judgement. Voor geïnteresseerden is een uitgebreide literatuurlijst toegevoegd. De leidraad is ontwikkeld voor planvormers, inrichters en terreinbeheerders die betrokken zijn bij voorbereiding, uitvoering en/of begeleiding van projecten waarbij vernatting aan de orde is en waardoor kans bestaat van overlast door steekmuggen en knutten. Met dit instrument kunnen de partijen beter hun verantwoordelijkheid nemen omdat ze een eventuele kans op overlast beter in beeld krijgen. Zo kan veel overlast worden voorkomen of verminderd.

De Excel-applicatie is een leidraad en een hulpmiddel om een schatting van de kans op overlast of een plaag van steekmuggen of knutten te verkrijgen door het uitvoeren van een kwalitatieve risico-analyse. Hierin worden de risico's op overlast of plaagvorming bepaald door:

- a. De habitateisen van relevante levensstadia van steekmuggen en knutten;
- b. De aanwezigheid van geschikte habitats en de daar bijbehorende sturende factoren en processen.

Dit rapport geeft verder een overzicht van de bestaande kennis die de leidraad, waarmee de kans op overlast door steekmuggen en knutten per gebiedstype in beeld kan worden gebracht, ondersteunt. In het hoofdstuk Ecologie van steekmuggen en knutten zijn de leefmilieus van steekmuggen en knutten in algemene termen beschreven. Steekmuggen (Culicidae) ontwikkelen zich vooral talrijk in moerassen, plas-dras situaties (al dan niet oever) en korte tijd aanwezige watermilieus. Knutten (vooral soorten uit het geslacht *Culicoides*) ontwikkelen zich vooral in natte graslanden. Voor beide groepen zijn het al dan niet permanent aanwezig zijn van water, de wisselingen daarin en de temperatuur van groot belang voor het voorkomen. Een verhoogde voedselrijkdom draagt extra bij aan de ontwikkeling van deze dieren. Daarnaast komen respectievelijk de overlast en plaagvorming, de aanwezigheidskansen bepalende factoren en processen, de onderscheiden relevante gebiedstypen en de relatie met potentiële overlast- of plaagvorming en de mogelijke maatregelen uitgebreid aan de orde. Bij inrichting en beheer zijn diverse herinrichtings- en beheermaatregelen mogelijk. Deze herinrichtings- en beheermaatregelen vormen een belangrijk aspect van de uitvoer van de leidraad.

Meetprotocol

Aan de leidraad is ook een eenvoudig meetprotocol gekoppeld dat door een beheerder zelf kan worden uitgevoerd. Dit meetprotocol wordt in deze toelichting beschreven. Het protocol wordt ingezet als overlast wordt verwacht of ervaren en geeft een eerste indruk van de (potentiële) problematiek in een specifiek landschapselement. Het meetprotocol is vooral bedoeld voor gebruik in combinatie met deze leidraad.

Dankwoord

De Begeleidingscommissie van het LNV BO project 'Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten' bestond uit de leden:

Nico Bos (EL&I DRZ-West; voorzitter)
Robbert de Ridder (DLG-West; secretaris)
Annette van Biezen / Onno Raymakers (provincie Utrecht; casus De Venen/de Bovenlanden)
Wim Ooms (EL&I, NWWA, Afdeling Integrale Risicobeoordeling)
Andre Smit (Staatsbosbeheer)
Menno van Zuijlen (Natuurmonumenten)
John Tukker (DLG Noord; casus Peize Rode Norg)
Karla Buiskool Toxopeus (provincie Noord-Holland)
Frans Kerkum (Min. I&M, RWS Waterdienst)
Ernst-Jan Scholte (Centrum Monitoring Vectoren/NWWA)
Marieta Braks (RIVM/CIB)
Jos Hegmans (Projectbureau Delta-natuur, Zuid-Holland)
Bas van der Wal (STOWA - agendalid)

Alle leden worden bedankt voor het meedenken en adviseren in het ontwikkelen van de leidraad.

We danken verder Rob Franken en Dorine Dekkers (Alterra) voor het uitvoeren van een deel van de literatuurstudie.

Bas van Delft (Alterra) bedanken we voor het bouwen van de Excel-applicatie.

De leidraad is ontwikkeld door Alterra, onderdeel van Wageningen UR, in opdracht van de ministerie van EL&I (BO BO-11-011.03-004; HD3319).

1 Inleiding

Deze rapportage vormt 1) een toelichting op de Excel-applicatie Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten, 2) presenteert een meetprotocol voor signalering en eenvoudige monitoring van steekmuggen en 3) geeft toelichting op de aanleiding en uitvoering van het onderzoek dat tot de leidraad heeft geleid. De toelichting bestaat vooral uit verdiepende informatie over de inhoudelijke achtergrond van de leidraad en gaat in op de steekmuggen- en knutten-ecologie, plaagvorming, relatie met terreininrichting en gebiedstypen en maatregelen. Ook worden de literatuurreferenties gepresenteerd die gebruikt zijn voor het samenstellen van de leidraad.

De Leidraad-applicatie is bedoeld om bij ontwerp van herinrichtingsplannen risico's op overlast door steekmuggen en knutten in beeld te brengen en inzicht en aanwijzingen te geven voor het voorkomen van overlast door herontwerp of beheer. De leidraad is gebaseerd op literatuurgegevens en expert judgement. De applicatie is vrij te downloaden van de website van Alterra en functioneert op zichzelf op stand-alone en netwerkcomputers met Excel-versies 2003 of later.

1.1 Aanleiding

Op veel plekken in Nederland is bij de planning en uitvoering van herinrichtingsprojecten vernatting aan de orde. Dit speelt bijvoorbeeld bij landinrichtingsprojecten, natuurontwikkeling, verdrogingsbestrijding, waterbuffering tegen wateroverlast of -tekort, grondstoffenwinning, aanleg infrastructuur etc. Regelmatig stellen omwonenden vragen over mogelijke overlast van muggen en knutten en mogelijke verspreiding van voor Nederland nieuwe ziekten voor mens en dier. De verschijning van blauwtong in Nederland een paar jaar geleden voedde deze onrust. Opvallend was ook de uitkomst van een rechtszaak aangespannen door omwonenden tegen DLG over de herinrichting van polder Stein en de muggenproblematiek. Het oordeel van de rechter was dat het algemeen verweer van DLG onvoldoende was en dat er eerst afdoende gebiedsgericht onderzoek aan muggen plaats moest vinden.

Alterra heeft in 2008 in opdracht van EL&I (het toenmalige ministerie van LNV) een verkennende studie uitgevoerd naar de problematiek van steekmuggen en knutten bij vernattingsprojecten en klimaatverandering (Verdonschot, 2009). Het rapport geeft een beschrijving van de huidige situatie, de effecten van internationalisering en globalisering, de klimaatverandering en de effecten van de implementatie van de vernattingsopgaven, zowel voor al aanwezige soorten steekmuggen en knutten als voor mogelijke nieuwkomers.

Uit de studie blijkt dat de kans op overlast en risico's voor de gezondheid, afhangen van de specifieke uitgangssituatie en voorgenomen ingrepen van een herinrichtingsproject. Maatwerk op projectniveau is daarom van belang. Uit het rapport blijkt dat er behoefte is aan meer praktijkkennis op basis waarvan overlast bij herinrichtingsprojecten kan worden voorkomen.

Verder komt uit de studie naar voren dat er globale kennis bestaat over steekmuggen die gebruikt kan worden bij effectvoorspelling en het voorkomen van overlast in de praktijk. Voor knutten is er te weinig kennis voorhanden voor effectvoorspelling. Specifieke kennis rondom overlast en plaagvorming is slechts exemplarisch aanwezig en monitoring van de gevolgen van vernattingsprojecten zeer beperkt. Meer onderzoek op dit vlak kan bijdragen aan het opbouwen van kennis over het voorkomen van overlast.

Een belangrijke conclusie uit het rapport is ook dat nieuwe soorten muggen of knutten en de door hen verspreide ziekten ons land bereiken als gevolg van klimaatverandering, toegenomen transport en toerisme en *niet* als gevolg van vernattingsprojecten.

EL&I besloot in 2009 naar aanleiding van deze verkennende studie om, in samenspraak met andere betrokken partijen, praktijkkennis ter voorkoming en/of bestrijding van overlastsituaties bij herinrichtingsprojecten te ontwikkelen en beter beschikbaar te maken. Het doel is deze kennis ten goede te laten komen aan de uitvoering van herinrichtingsprojecten doordat maatwerk beter mogelijk wordt en vanuit het belang om met omwonenden en andere betrokkenen beter over de problematiek te kunnen communiceren. In 2009 heeft Alterra in opdracht van EL&I een schets gemaakt voor een brede onderzoeksagenda en daaruit op basis van beschikbare financiële middelen het onderzoeksprojectplan 'Ontwikkelen 'Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten' gedestilleerd. EL&I heeft Alterra opdracht gegeven dit onderzoek uit te voeren in 2010 en 2011. Het resultaat zijn de Excel-applicatie Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten en deze toelichtende rapportage.

Voor de volksgezondheid bewandelt EL&I gezamenlijk met het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport een apart spoor. In 2009 is het Centrum Monitoring Vectoren (CMV) opgezet als onderdeel van de nieuwe Voedsel en Waren Autoriteit. Het CMV heeft als taak het vergaren en bundelen van kennis van de verspreiding van steekmuggen en knutten als vectoren¹ voor besmettelijke ziekten bij mens en dier en beleidsadvisering daarover. Het CMV werkt nauw samen met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Gezamenlijk zetten beide departementen in op het vergroten van kennis over vectoren in Nederland.

Om de kennis die met de leidraad ontwikkeld wordt voor de praktijk bruikbaar te maken heeft een begeleidingscommissie (BC) het onderzoek begeleid. Deze BC heeft erop toegezien dat vernattingsprojecten ook in de toekomst op een doordachte, maatschappelijk verantwoorde manier uitgevoerd kunnen worden en dat de beschikbare kennis direct toegankelijk wordt gemaakt voor relevante organisaties. De begeleidingscommissie bestond uit organisaties die betrokken zijn bij de aansturing, planvorming en uitvoering van herinrichtingsprojecten waarbij vernatting aan de orde kan zijn, met vertegenwoordigers van het ministerie van I&M-DGW/Deltares/RWS, Dienst Landelijk Gebied, provincies Noord- en Zuid-Holland en Utrecht, STOWA, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en Projectbureau Deltanatuur. Daarnaast maakten ook CMV, RIVM en de nieuwe Voedsel en Waren Autoriteit deel uit van de begeleidingscommissie. Hiervoor is gekozen om een dwarsverband te leggen met instellingen die vanuit een andere invalshoek ook pionieren in het veld van kennisontwikkeling over deze diergroepen en om activiteiten en resultaten zo goed mogelijk kort te sluiten.

Vanuit het idee van wederzijds voordeel is bij de opzet van het onderzoek direct contact gelegd en nauw samengewerkt met herinrichtingsprojecten die in voorbereiding of uitvoering waren en waar men al besloten had tot monitoring van steekmuggen en/of knutten. Dit werd gedaan vanuit de gedachte dat deze praktijkprojecten konden dienen als casussen waarmee kennis en methodieken konden worden uitgewisseld. Het gaat vooral om de volgende twee casussen:

- Herinrichting waterbergingsgebieden Peize en Rhoden-Norg (Drenthe).
- Herinrichting Bovenlanden (Utrecht).

In de praktijk heeft deze opzet goed gewerkt. Vanuit dit onderzoeksproject kon de basis voor een goede monitoringsystematiek en andere beschikbaar komende kennis worden aangereikt aan de casussen. In deze gebieden is kennis ontwikkeld over monitoring, is informatie verzameld over nulsituaties in verschillende

¹ Vectoren zijn organismen die niet zelf een ziekte veroorzaken, maar wel een essentiële rol spelen bij het overbrengen van de ziekte van de ene naar de andere gastheer. Deze gastheren kunnen zowel mensen, dieren als planten zijn.

landschapstypen en rondom bewoonde omgevingen, is literatuuronderzoek verricht en is kennis ontwikkeld over vliegafstanden. Al deze kennis en informatie heeft aan de leidraad (Excel-applicatie) bijgedragen. De casusprojecten hebben ook deelgenomen aan de begeleidingscommissie. Op deze manier hebben dit onderzoek en specifieke herinrichtingsprojecten als casussen elkaar kunnen aanjagen.

1.2 Overlastenquête onder beheerders

Inleiding

Aan de hand van een korte en een uitgebreide enquête onder water- en natuurbeheerders is in het kader van dit onderzoek door Alterra inzicht verzameld over overlast / plaagvorming van steekmuggen en knutten in Nederland. Hiervoor zijn gegevens verzameld van voorvallen die geleid hebben tot het optreden van steekmuggen en knutten en de respons van beheerders, aanwonenden of bezoekers van terreinen. De Alterra-enquête is in twee stappen uitgevoerd. Het doel van de eerste, korte enquête was een overzicht te krijgen van de aard en omvang van plagen c.q. overlast van steekmuggen en knutten in Nederland. Het ging hierbij niet alleen om echt als overlast herkende situaties door omwonenden, maar ook om hoge dichtheden van steekmuggen en knutten die door beheerders zelf of anderen zijn geconstateerd.

Parallel is door DLG een snelle enquête gehouden onder de DLG-projecten. Aanleiding was de wens om casussen (herinrichtingsprojecten) te vinden waarin de leidraad kon worden toegepast en in de praktijk kon worden uitgetest.

Doel en opzet enquête

Het doel van de tweede, uitgebreide Alterra-enquête was het verzamelen van gegevens over de lokale milieu-omstandigheden bij de positieve meldingen uit de eerste enquête van overlast c.q. plaagvorming. Het doel van de DLG-enquête was een snel overzicht te krijgen van muggenproblematiek in relatie tot DLG-projecten.

De eerste Alterra-enquête is verstuurd naar de twaalf Landschappen, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, de Waterschappen en Rijkswaterstaat (appendix 2). Adresinformatie van verantwoordelijken van terreinen en ecologen is vooraf telefonisch verzameld, waarna deze personen per email zijn aangeschreven. Meer dan 125 beheerseenheden zijn benaderd en 98 personen hebben gereageerd op de korte eerste Alterra-enquête, ongeveer 75% van de beheerseenheden.

In totaal hebben vijftien DLG-projecten informatie aangeleverd naar aanleiding van de DLG-enquête.

Conclusies enquête

De gedetailleerde enquête-resultaten zijn opgenomen in appendix 1. Uit de Alterra-enquêtes komt naar voren dat overlast door stekende insecten regelmatig optreedt. Er blijkt echter weinig bekend te zijn over de aard van de overlast veroorzaakt door stekende insecten. Als er wel informatie beschikbaar is dan blijkt deze beperkt tot algemeenheden, zoals de aanduiding steekmug of knut. Nadere kennis over o.a. broedgebieden, omvang, aantallen, specifieke periode en veroorzakers (op soortniveau) van overlast door betrokken beheerders, ontbreekt.

Uit de DLG-enquête komen twee vragen die leven naar voren: 1) Komen er meer muggen door natuurontwikkeling? en 2) Wat moet de afstand tot bebouwing zijn (m.a.w. hoe is de landschappelijk configuratie)? Men is ook geïnteresseerd in de relatie tot de volksgezondheid en is er een behoefte aan een eenvoudige monitoring.

Deze uitkomsten bevestigden de veronderstelling dat weinig bekend is over steekmuggen en knutten en dat pas recent de stekende insectenproblematiek weer onder de aandacht is gekomen. De conclusies geven

duidelijk aan dat er meer kennis nodig is over stekende insecten (voorkomen, overlastvorming, volksgezondheid en vliegafstand) en dat beheerders beter om zouden kunnen gaan met overlastsituaties als de bestaande kennis wordt aangereikt en een eenvoudige monitoring mogelijk wordt gemaakt. De leidraad is voor de eerste en het meetprotocol voor de tweede een mogelijkheid.

1.3 Doel

Het doel van deze studie is het ontwikkelen van een Excel-applicatie Leidraad 'Risicomanagement Steekmuggen en Knutten' die het mogelijk maakt om overlast van steekmuggen en knutten vast te stellen of te voorspellen en advies geeft over maatregelen. Daaraan wordt een eenvoudig meetprotocol gekoppeld.

De leidraad wordt gebaseerd op literatuurgegevens en expert judgement. Voor geïnteresseerden is een uitgebreide literatuurlijst toegevoegd. De leidraad richt zich alleen op steekmuggen en knutten die mensen steken en daardoor overlast kunnen veroorzaken.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het doel van de leidraad omschreven en wordt uitgebreid toegelicht voor wie de leidraad is bedoeld en hoe de leidraad en het meetprotocol gebruikt worden. Daarnaast wordt de risico-analyse nader toegelicht.

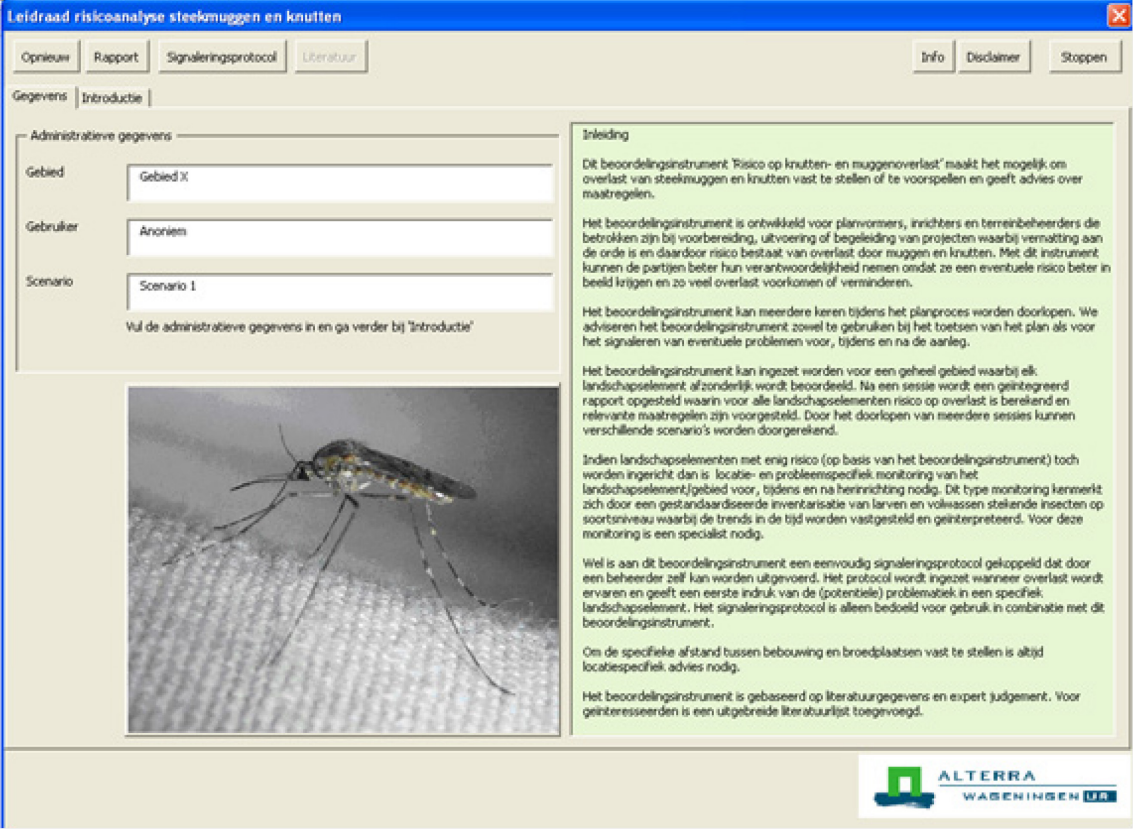
In hoofdstuk 3 wordt de inhoudelijke achtergrond van de leidraad, namelijk de ecologie van steekmuggen en knutten, plaagvorming, relatie met terreininrichting en gebiedstypen en maatregelen, toegelicht. Bij dit hoofdstuk hoort een lijst met literatuurreferenties die zijn opgenomen onder 'leidraad referenties' in hoofdstuk 6.

In hoofdstuk 4 wordt het meetprotocol voor eenvoudige monitoring en signalering van eventuele overlast beschreven. In de leidraad wordt hiernaar verwezen.

In hoofdstuk 5 worden aanbevelingen gedaan.

In hoofdstuk 6 worden algemene referenties gegeven die refereren aan belangrijke literatuur over steekmuggen en knutten, en worden uitgebreid de leidraad-referenties gegeven.

2 Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten



Leidraad risicoanalyse steekmuggen en knutten

Opnieuw Rapport Signaleringsprotocol Literatuur

Info Disclaimer Stoppen

Gegevens Introductie

Administratieve gegevens

Gebied:

Gebruiker:

Scenario:

Vul de administratieve gegevens in en ga verder bij 'Introductie'



Inleiding

Dit beoordelingsinstrument 'Risiko op knutten- en muggenoverlast' maakt het mogelijk om overlast van steekmuggen en knutten vast te stellen of te voorspellen en geeft advies over maatregelen.

Het beoordelingsinstrument is ontwikkeld voor planvormers, inrichters en terreinbeheerders die betrokken zijn bij voorbereiding, uitvoering of begeleiding van projecten waarbij vernatting aan de orde is en daardoor risico bestaat van overlast door muggen en knutten. Met dit instrument kunnen de partijen beter hun verantwoordelijkheid nemen omdat ze een eventuele risico beter in beeld krijgen en zo veel overlast voorkomen of verminderen.

Het beoordelingsinstrument kan meerdere keren tijdens het planproces worden doorlopen. We adviseren het beoordelingsinstrument zowel te gebruiken bij het toetsen van het plan als voor het signaleren van eventuele problemen voor, tijdens en na de aanleg.

Het beoordelingsinstrument kan ingezet worden voor een geheel gebied waarbij elk landschapselement afzonderlijk wordt beoordeeld. Na een sessie wordt een geïntegreerd rapport opgesteld waarin voor alle landschapselementen risico op overlast is berekend en relevante maatregelen zijn voorgesteld. Door het doorlopen van meerdere sessies kunnen verschillende scenario's worden doorgerekend.

Indien landschapselementen met enig risico (op basis van het beoordelingsinstrument) toch worden ingericht dan is locatie- en probleemspecifiek monitoring van het landschapselement/gebied voor, tijdens en na herinrichting nodig. Dit type monitoring kenmerkt zich door een gestandaardiseerde inventarisatie van larven en volwassen steekende insecten op soortsniveau waarbij de trends in de tijd worden vastgesteld en geïnterpreteerd. Voor deze monitoring is een specialist nodig.

Wel is aan dit beoordelingsinstrument een eenvoudig signaleringsprotocol gekoppeld dat door een beheerder zelf kan worden uitgevoerd. Het protocol wordt ingezet wanneer overlast wordt ervaren en geeft een eerste indruk van de (potentiele) problematiek in een specifiek landschapselement. Het signaleringsprotocol is alleen bedoeld voor gebruik in combinatie met dit beoordelingsinstrument.

Om de specifieke afstand tussen bebouwing en broedplaatsen vast te stellen is altijd locatiespecifiek advies nodig.

Het beoordelingsinstrument is gebaseerd op literatuurgegevens en expert judgement. Voor geïnteresseerden is een uitgebreide literatuurlijst toegevoegd.

ALTERRA
WAGENINGEN UR

Schermafdruck van de Excel-applicatie 'Leidraad risicomanagement overlast steekmuggen en knutten'.

2.1 Gebruik van de leidraad

Doelgroep / gebruikers van de leidraad

De leidraad is uitgevoerd als Excel-applicatie en is ontwikkeld voor planvormers, inrichters en terreinbeheerders die betrokken zijn bij voorbereiding, uitvoering of begeleiding van projecten waarbij vernatting aan de orde is en waardoor kans bestaat op overlast door steekmuggen en knutten. Met dit instrument kunnen de partijen beter hun verantwoordelijkheid nemen omdat ze een eventuele kans op overlast beter in beeld krijgen en deze overlast dan kunnen voorkomen of verminderen.

Gebruik van de leidraad

De leidraad heeft als ingang terreintypen (landschapselementen) of natuurtypen uit de Index Natuur en Landschapstypen. De leidraad kan ingezet worden voor een geheel gebied waarbij elk landschapselement afzonderlijk wordt beoordeeld. Na een sessie wordt een geïntegreerd rapport opgesteld waarin voor alle landschapselementen de kans op overlast is berekend en relevante maatregelen zijn voorgesteld. Door het doorlopen van meerdere sessies kunnen verschillende scenario's worden doorgerekend.

De leidraad kan meerdere keren tijdens het planproces worden doorlopen. We adviseren de leidraad zowel te gebruiken bij het toetsen van het plan als voor het signaleren van eventuele problemen voor, tijdens en na de aanleg.

Opbouw van de leidraad

Als voor een terrein/gebied verwacht wordt dat er een kans aanwezig is dat steekmuggen en knutten zich talrijk zullen gaan ontwikkelen, kan de Excel-applicatie van de leidraad gebruikt worden om de omvang (kans op talrijk worden) beter in te schatten. Enkele belangrijke randvoorwaarden bij het gebruik van de leidraad worden genoemd:

- De vragen in de leidraad hebben steeds betrekking op de periode tussen 1 april en 1 november omdat de dan optredende milieu-omstandigheden relevant voor steekmuggen en knutten zijn. Alle hydrologische situaties tussen 1 november en 1 april vallen daarom ook buiten de scope van de leidraad.
- De leidraad is opgezet om voor ieder landschapselement in een herinrichtingsgebied of waterberging een risico-analyse uit te kunnen voeren. De risico-analyse geeft vooral de kans op het optreden van steekmuggen en onder sommige omstandigheden van knutten en de effecten voor de bewoonde omgeving. Andere stekende insecten zijn buiten beschouwing gebleven.
- De risico-analyse geeft een weging van de kans op overlast en effecten voor de bewoonde omgeving. Bij gebruik kan hier geen absoluut oordeel aan verbonden worden maar het geeft bij deskundig gebruik aanwijzingen over de kans op overlast van steekmuggen en knutten die vervolgens in de planvorming door deskundigen beoordeeld en gebruikt moeten worden.

De leidraad is opgezet vanuit de gedachte dat een terrein wordt opgedeeld in verschillende landschapselementen. Landschapselementen zijn eenheden met een relatief homogene hydrologie, structuur (begroeiing), voedselrijkdom/zuurstofhuishouding en beheer. De volgende landschapselementen zijn opgenomen:

- Nieuw aangelegd (tijdelijk) water
- Diep water
- Ondiep open water en oeverzone
- Oeverzone
- Droogvallend water
- Brak-/zoutmoeras
- Bosmoeras
- Rietmoeras
- Ruigtemoeras
- Rivier- en beekmoeras
- Veenmoeras
- Plas-dras grazig terrein
- Nat-vochtig grazig terrein
- Containermilieu
- Gierkelder

Als in een terrein gewerkt wordt met de natuurtypen uit de Index Natuur en Landschapstypen, dan vertaalt de leidraad deze typen naar landschapselementen.

Vervolgens wordt door de leidraad per landschapselement een potentiële steekmuggen- en knutten dichtheidsscore bepaald. Deze dichtheid wordt niet per milieuparameter afzonderlijk maar voor een combinatie van milieuparameters als geheel bepaald. Deze benadering sluit aan bij de combinaties van milieu-omstandigheden zoals die in Nederland voorkomen. Daarnaast worden afzonderlijk de aspecten van beheer, landschappelijke omgevingsinrichting (de zogenaamde 'landfase'), de weersomstandigheden en het oppervlak in de beoordeling betrokken.

Tijdens het doorlopen van de vragen per landschapselementen laat de leidraad per vraag direct toelichting zien op de omstandigheden die gunstig zijn voor steekmuggen en knutten, het waarom en de mogelijke maatregelen die hiertegen genomen zouden kunnen worden. Tegelijk genereert de leidraad een rapport. In het rapport worden de positief beantwoorde vragen en bijhorende maatregelen opgenomen. Ook wordt een dichtheidsscore (de verwachte uiteindelijke dichtheid aan steekmuggen en knutten) gegeven.

Door het doorlopen van meerdere sessies kunnen verschillende scenario's worden doorgerekend.

De leidraad kan meerdere keren tijdens het planproces worden doorlopen. We adviseren de leidraad zowel te gebruiken bij het toetsen van het plan als voor het signaleren van eventuele problemen voor, tijdens en na de aanleg.

Als landschapselementen met kans op overlast (klasse 4 of meer op basis van de leidraad) toch worden ingericht, dan is locatie- en probleemspecifieke monitoring van het landschapselement/gebied voor, tijdens en na herinrichting van belang om pro-actief te kunnen optreden. Dit type monitoring kenmerkt zich door een gestandaardiseerde inventarisatie van larven en volwassen stekende insecten op soortniveau waarbij de trends in de tijd worden vastgesteld en geïnterpreteerd. Voor deze monitoring is een specialist nodig. Wel is aan deze leidraad een eenvoudig meetprotocol gekoppeld dat door een beheerder zelf kan worden uitgevoerd. Het protocol wordt ingezet als overlast wordt verwacht of ervaren en geeft een eerste indruk van de (potentiele) problematiek in een specifiek landschapselement. Het meetprotocol is alleen bedoeld voor gebruik in combinatie met deze leidraad.

Om de specifieke afstand tussen bebouwing en broedplaatsen vast te stellen is altijd locatiespecifiek advies nodig. De onzekerheid over afstand kan alleen worden verminderd als overlastgevende soort(en) (dus op soortniveau) en lokale terreinomstandigheden bekend zijn.

Daarnaast is een sleutel opgenomen om een aanwezige overlastsituatie te beoordelen op mate van overlast en mogelijk te nemen maatregelen op langere termijn. Directe bestrijding is buiten beschouwing gelaten (zie verder paragraaf 3.5).

De leidraad is gebaseerd op literatuurgegevens en expert judgement. Voor geïnteresseerden is een uitgebreide literatuurlijst toegevoegd in hoofdstuk 6.

Gebruik van het meetprotocol

Aan deze leidraad is een eenvoudig meetprotocol gekoppeld dat door een beheerder zelf kan worden uitgevoerd. Het protocol wordt ingezet als 1) overlast wordt verwacht (vinger-aan-de-pols monitoring) en/of 2) overlast wordt ervaren (detectie bronpopulatie(s)). De meetresultaten geven een eerste indruk van de (potentiele) problematiek van steekmuggen in een specifiek landschapselement (zie ook hoofdstuk 3). Het meetprotocol is alleen bedoeld voor gebruik in combinatie met deze leidraad.

Ad. 1) Als landschapselementen met enige kans (klasse 4 of meer in de leidraadscore) op overlast (op basis van de leidraad) toch worden ingericht, dan is locatie- en probleemspecifieke monitoring van het landschapselement/gebied voor, tijdens en na herinrichting aan te raden. Dit type monitoring kenmerkt zich door een gestandaardiseerde inventarisatie van larven en volwassen stekende insecten op soortniveau waarbij de trends in de tijd worden vastgesteld en geïnterpreteerd. Voor deze monitoring op soortniveau is een specialist nodig.

Ad. 2) Om bij overlast-situaties vast te stellen waar de bronpopulatie(s) zich ophoud(t)en en om daarop maatregelen in te zetten is monitoring nodig. Hoe vaak (temporele resolutie) en hoeveel (ruimtelijke resolutie) hangt af van de heterogeniteit van het gebied (aantal en variatie in landschapselementen) en de beschikbare personele en/of financiële middelen.

2.2 Risico-analyse

Risico is de kans dat een gebeurtenis plaatsvindt vermenigvuldigd met het effect van die gebeurtenis. Dus risico op overlast van stekende insecten is de kans dat hoge aantallen stekende insecten optreden en de overlast die mensen daarvan ondervinden. In sommige definities wordt hierbij ook de frequentie van optreden van hoge aantallen meegenomen. Als hoge aantallen slechts één keer in bijvoorbeeld 25 jaar optreden, dan heeft dat andere gevolgen dan wanneer deze aantallen om de 1 - 3 jaar optreden. In de Excel-applicatie van de leidraad is gebruik gemaakt van een kwalitatieve risico-analyse. Deze kwalitatieve risico-analyse bestaat uit de analyse van de functies en componenten van het ecosysteem, de kans op het optreden van hoge aantallen steekmuggen en knutten (sterke populatiegroei), het effect voor omwonenden (of bezoekers) en de onderlinge samenhang tussen deze onderdelen.

Het optreden van hoge aantallen steekmuggen en knutten kan ongemak of overlast geven of kan leiden tot plaagsituaties. Ongemak is lastig of vervelend, maar tast de leefbaarheid niet aan. Bij overlast wordt gesproken over de aantasting van de leefbaarheid of het leefbaarheidsgevoel door omgevingsfactoren, in dit geval het optreden van steekmuggen en knutten. Van een plaag wordt gesproken als overlast, zoals de aanwezigheid van steekmuggen en knutten, lange tijd aanhoudt, of wanneer er veel mensen overlast van ondervinden of wanneer er extreem hoge aantallen aanwezig zijn.

In de leidraad is geen onderscheid tussen overlast in tijd (hoe lang duurt overlast) en ruimte (hoe groot is het gebied met overlast) gemaakt omdat daarvoor de kennis ontoereikend is. Ook het begrip 'overlast' voor mensen is niet gedefinieerd omdat hier geen eenduidige criteria voor bestaan. De leidraad is een hulpmiddel om een schatting van de kans op overlast of een plaag van steekmuggen of knutten te verkrijgen door het uitvoeren van een kwalitatieve risico-analyse. Hierin worden de risico's op overlast of plaagvorming bepaald door:

- a. De habitateisen van relevante levensstadia van steekmuggen en knutten.
- b. De aanwezigheid van geschikte habitats en de daar bijbehorende sturende factoren en processen.

De habitateisen komen voort uit de ecologie van de soortgroepen en zijn per groep samengevat gepresenteerd in hoofdstuk 3. De mate van geschiktheid van een habitat is gebaseerd op watertype, diepte/permanentie, peil en voedselrijkdom.

Het al dan niet optreden van hoge aantallen steekmuggen en knutten in relatie tot de overlast die mensen zouden kunnen ervaren (het effect) wordt uitgedrukt in risicoklassen:

Risicoscore	Risico-omschrijving
1.	Geen of zo nu en dan een steek.
2.	Regelmatig een steek of meerdere steken in kortere periode bij buiten zitten.
3.	>1 keer per 2-3 jaar en langer dan 2-3 weken niet meer lekker buiten kunnen zitten.
4.	Jaarlijks 2-3 weken niet meer lekker buiten kunnen zitten (de Wieden en Weerribben, rondom Nieuwkoop).
5.	Jaarlijks meerdere maanden lek gestoken (zoals bij Engbertsdijkerven).
>5	Een incidentele plaagsituatie (zoals op Schiermonnikoog).

De bovenstaande classificatie is niet gevalideerd. Het gebruik van de leidraad zal hier in de toekomst aan kunnen bijdragen. Het verdient aanbeveling om de BegeleidingsCommissie (BC) om te vormen tot een platform 'Overlast stekende insecten' om in de toekomst te komen tot validatie, vergrootte precisie en kwantificering. Tegelijk kan uit verschillende toepassingen worden geleerd (ervaringsuitwisseling) en verbeterd.

3 **Inhoudelijke achtergrond leidraad: ecologie van steekmuggen en knutten**

3.1 Leefmilieus van steekmuggen en knutten

Steekmuggen (Culicidae) ontwikkelen zich meestal in oppervlaktewateren met een grote dynamiek van milieuvariabelen, zoals temperatuurswisseling, uitdroging, organische verontreiniging en een wisselend zuurstofgehalte. Dit is in tegenstelling tot veel van hun potentiële predatoren, die dergelijke milieus vermijden (tabel 2). Knutten (Ceratopogonidae) ontwikkelen zich in een groot scala aan habitats, van natte organisch rijke graslanden tot moerassen en diepe meren (tabel 1).

Voor overlast gevende of plaagvormende populaties van steekmuggen en knutten kan onderscheid worden gemaakt tussen de habitateisen van de verschillende levensstadia van:

- Plantenboorsteekmuggen²;
- Moerassteekmuggen;
- Huissteekmuggen;
- Malariamuggen¹;
- Boomholtesteekmuggen;
- Knutten.

¹ De naam malariamuggen verwijst naar een groep van steekmuggen waarvan een aantal soorten binnen deze groep malaria kunnen overdragen. Bijna geen van de soorten die in Nederland voorkomen kunnen malaria overdragen. Verder bestaat er geen Europese malariaparasiet. Er zijn vijf Plasmodium soorten (malariaparasieten) die pathogeen zijn voor de mens. *P. vivax* heerst in Nederland en *P. falciparum* wordt af en toe geïmporteerd. *A. atropalpus atropalpus* is een geschikte vector voor *P. vivax* en *A. plumbeus* voor *P. falciparum*.

² De groep van plantenboorsteekmuggen omvat (in Nederland) maar één soort.

Van beide groepen, steekmuggen en knutten, zijn het alleen de vrouwtjes die bloed tot zich nemen. Zij doen dit voor hun ei-ontwikkeling.

Tabel 1*Habitat-eisen van levensstadia van steekmuggen en knutten als groep.*

Levensstadium	Genus	Habitat
<i>Plantenboorsteekmuggen</i>	<i>Coquillettidia</i>	
Eieren van plantenboorsteekmuggen		Ei-afzetting op het wateroppervlak
Larven van plantenboorsteekmuggen		In emergente vegetatie van sloten, oeverzones van plassen en meren Larve is het overwinteringsstadium
Volwassen plantenboorsteekmuggen		Rust- en schuilplaats: opgaande begroeiing zoals struikgewas, ruigtebegroeiing
<i>Moerassteekmuggen</i>	<i>Aedes</i>	
	<i>Culiseta (Culicella)</i>	
Eieren van moerassteekmuggen		Ei-afzetting: semi-aquatisch of terrestrisch (vochtige bodems) Ei is het overwinteringsstadium
Larven van moerassteekmuggen		Randen van vochtige bossen, moerasbossen, open en gesloten veenmoerassen en overstromingsplassen in rivier- en beekdalen
Volwassen moerassteekmuggen		Rust- en schuilplaats: hoog opgaande begroeiing zoals bos, struikgewas, ruigtebegroeiing
<i>Huissteekmuggen</i>	<i>Culex</i>	
	<i>Culiseta (Culiseta)</i>	
Eieren van huissteekmuggen		Ei-afzetting: in vlotjes op het wateroppervlak
Larven van huissteekmuggen		Vrijwel alle semi-permanente en temporaire wateren, ook massale ontwikkeling in boomgaten, regentonnen, blikjes, autobanden, dakgoten en overige antropogene waterpartijen
Volwassen huissteekmuggen		Rust- en schuilplaats: hoog opgaande begroeiing zoals bos, struikgewas, ruigten Overwintering: in boomholten, kruipgaten, stallen en schuren
<i>Malariamuggen</i>	<i>Anopheles</i>	
Eieren van malariamuggen		Ei-afzetting enkelvoudig op het wateroppervlak
Larven van malariamuggen		Verlandende sloten, plas-dras bermen met dichte verlandende vegetaties
Volwassen malariamuggen		Rust- en schuilplaats: bosschages, ruigtebegroeiing Overwintering: als volwassenen in o.a. Veestallen
<i>Boomholtesteekmuggen</i>	<i>Aedes albopictus</i> , <i>A. aegypti</i> , <i>A. japonicus</i>	
Eieren van boomholtesteekmuggen		Ei-afzetting: net boven waterlijn Ei is het overwinteringsstadium Ei is droogteresistent
Larven van boomholtesteekmuggen		Ontwikkeling in boomholten, regentonnen, blikjes, autobanden, dakgoten en overige antropogene waterpartijen
Volwassen van boomholtesteekmuggen		Rust- en schuilplaats: hoogopgaande begroeiing
<i>Knutten</i>	<i>familie Ceratopogonidae</i>	
Knutten		Rust- en schuilplaats: opgaande begroeiing Overwintering: als ei of larve Ei-afzetting: allerlei wijzen

Toelichting

- * De ontwikkeling van de moerassteekmug is sterk gebonden aan waterpeilfluctuaties. De larven leven in temporaire moeras- en drassituaties en het tijdelijk droogvallende substraat is een locatie voor het afzetten van de eitjes. Deze situatie kan het gevolg zijn van een weinig doorlatende ondergrond, eventueel in combinatie met een terreinreliëf waarin water stagneert, of een meer doorlatende of 'lekkende' ondergrond in combinatie met een tijdelijk hogere grondwaterstand.
- * De huissteekmug kan zich vrijwel in alle semi-permanente, temporaire en antropogene wateren ontwikkelen. De larven leven in kleine waterpartijen met sterke fluctuaties in milieuomstandigheden. Voorbeelden zijn sterk organisch belaste wateren of wateren met een korte bestaansduur, zoals regenwaterplassen.
- * Het habitat van de malariamug bestaat uit allerlei stilstaande ondiepe wateren (sloten, kanalen, poeltjes, plassen) met veel ondergedoken of emergente vegetatie, verlandende sloten en verlandingszones. De larven hebben geen ademhalingsbuis en hangen horizontaal tegen het wateroppervlak en voeden zich in tegenstelling tot andere steekmuggen ook aan het wateroppervlak. Malaria-muggen ontwikkelen zich vanaf het voorjaar (mei) en bereiken de hoogste aantallen (circa 3de generatie) in de nazomer (hogere temperaturen; juli-september). Ze overwinteren als volwassenen.
- * De boomholtesteekmug, ook wel containersteekmug genoemd, dankt haar naam aan het oorspronkelijke habitat, de boomholte. Deze groep van exotische, nog niet in Nederland permanent gevestigde, soorten kan zich echter in allerlei zeer kleine, tijdelijke wateren ontwikkelen, waaronder autobanden, blikjes, schaaltes en boomholten. De eieren ontwikkelen zich wanneer een dergelijke 'micro'-oppervlaktewaterholte zich met water vult, bijvoorbeeld na een regenbui. Bij voldoende hoge temperaturen vliegen de larven na korte tijd uit. Boomholtesteekmuggen komen ook voor in permanente 'containermilieus', waar ze meerdere generaties ontwikkelen waarbij ook predatoren aanwezig kunnen zijn die de aantallen slechts enigszins verlagen.
- * Voor alle volwassen steekmuggen zijn opgaande (al dan niet lijnvormige) houtige en hoge kruidachtige begroeiingen aantrekkelijk om te schuilen en om zich doorheen te verplaatsen. Ze bieden bescherming tegen wind en hebben over het algemeen een hoge luchtvochtigheid (geschikt microklimaat). Ze kunnen ook een verbindingszone tussen het leefgebied van steekmuggen en eventuele bebouwing vormen.
Het verspreidingsvermogen van steekmuggen verschilt per soort. Sommige soorten kunnen zich verspreiden in half open terrein, terwijl andere soorten sterk gebonden zijn aan bossen en open terrein geheel vermijden.
- * Knutten kunnen zich, afhankelijk van de soort, in allerlei vochtige tot aquatische milieus ontwikkelen. Vooralsnog gaan we ervan uit dat in ieder geval vochtig grasland habitat is voor de soorten van het genus *Culicoides*. Dit is het genus dat bloed zuigt en o.a. blauwtong overdraagt. Of hier ook aquatische milieus aan bijdragen is nog onbekend. Er is geen nader onderscheid naar genera of ecologische groepen gemaakt door gebrek aan kennis.

3.2 Overlast en plaagvorming

Plaagvorming door steekmuggen (Culicidae)

Alle vrouwtjes van steekmuggen zuigen bloed van gewervelden. De vrouwtjes die bloed zuigen doen dit om hun eiwitvoorraad aan te vullen, soms al voor de eerste leg, anders pas bij de tweede of latere leg. Door het bloedzuiggedrag brengen steekmuggen vaak ziekteverwekkers (malariaparasieten, virussen en andere ziektekiemen) over.

Omdat veel larvale habitats van steekmuggen ongeschikt zijn voor kolonisatie door (potentiële) predatoren (rovers) als gevolg van zeer wisselende milieuomstandigheden, kunnen hoge dichtheden aan steekmuggen en daarmee plagen ontstaan. Predatoren van larven van steekmuggen zijn vissen, amfibieën, waterinsecten (rovers als kevers, libellen en wantsen) en vogels (bijvoorbeeld de witte kwikstaart). Steekmuggenpopulaties kunnen op plaatsen zonder predatoren grote dichtheden bereiken. Er zijn gevallen bekend waarbij populaties tot meer dan 50.000 larven per vierkante meter uitgroeiden. Naar schatting kunnen circa 113.000.000 eieren per 0,4 hectare moerasland worden afgezet. Echter de sterfte van de larven tijdens de aquatische stadia is hoog. Het opdrogen van het habitat is hiervan de belangrijkste oorzaak.

De weersomstandigheden in een jaar in samenhang met de lokale terreingesteldheid bepalen in hoeverre een steekmuggenplaag kan ontstaan. Daarbij wordt aangenomen dat een ('normale') aanvangspopulatie enkele jaren nodig heeft om uit te groeien tot een plaagvormende populatie. Dit geldt in het bijzonder voor de soorten

die hun eieren semi-aquatisch of terrestrisch afzetten en maar één of twee generatiecycli per jaar doorlopen. Dit geldt niet voor de soorten die eieren op het wateroppervlak afzetten en meerdere generaties per jaar doorlopen, daarbij gaat de populatiegroei veel sneller. In natte zomers blijven adulten langer leven, zodat voorjaarssoorten ook nog in de zomer worden aangetroffen. Afhankelijk van de weersomstandigheden en van de soort varieert het aantal generaties in een jaar van één tot meer. De watermassa van het larvale habitat is in de regel beperkend (opdroging) voor het totaal aantal zich ontwikkelende larven. In ondiepe wateren bereikt de temperatuur snel hoge waarden, waardoor de groei van de larven versneld kan worden en er meerdere generaties achter elkaar tot ontwikkeling kunnen komen. In de gematigde zone zijn de soorten van het geslacht *Aedes* de belangrijkste plaagvormende steekmuggen, hoewel plaatselijk ook soorten van de geslachten *Culex* en *Culiseta* tot hoge dichtheden kunnen uitgroeien.

Om te begrijpen hoe een steekmuggenplaag ontstaat is kennis nodig van de relatie tussen het milieu en de ecologie van de veroorzakende soort(en) van elk ontwikkelingsstadium: ei, larf, pop en adult. Voor de vorming van een *Aedes*-plaag is onder andere van belang op welke hoogte boven de waterlijn de eieren zijn afgezet. Een hogere waterstand leidt tot ei-afzetting op een hoger niveau. Dit heeft tot gevolg dat in droge jaren de eieren niet door het water worden bereikt, de eieren worden dan lager afgezet. In een erg nat jaar komen zowel de eieren uit het droge als uit het nattere jaar tegelijk tot ontwikkeling waardoor de aantallen veel hoger worden. Het voorkomen van eventuele opeenvolgende *Aedes*-generaties is afhankelijk van tussentijdse wisselingen in de waterstand; het aantal wisselingen en de mate daarvan (afhankelijk van de hoeveelheid en verdeling van de neerslag) bepalen, afhankelijk van de soort, het aantal generaties. Over het algemeen blijkt dat de eerste (voorjaars)generatie de hoogste dichtheden oplevert, hetgeen samenhangt met de hydrologisch natte situatie in het voorjaar, die doorgaans aanzienlijk van de drogere zomersituatie verschilt.

Hoge dichtheden van *Culex*- en *Culiseta*-soorten treden veelal alleen op tijdens extreem natte zomerperioden of in nieuw gevormde wateren.

De aanwezigheid van predatoren in een permanent water of een permanent water in verbinding met een relatief klein tijdelijk water voorkomt een overmatige toename van de steekmuggenpopulatie. Naast de predatie op steekmuglarven kan ook predatie optreden op volwassen steekmuggen. Roofvliegen prederen op uitvliegende adulten, en spinnen en vogels (bijvoorbeeld zwaluwen) op adulten. Het is echter niet waarschijnlijk dat dergelijke predatie in belangrijke mate invloed heeft op de omvang van de plaag.

Naast een geschikt leefmilieu en een geringe predatordichtheid is ook een voldoende groot voedselaanbod voor de steekmuglarven van belang. Het voedselaanbod voor steekmuggen en knutten kan bestaan uit dierlijke micro-organismen, algen en plantenresten. In voedselrijk en met afgestorven plantenmateriaal en blad belast water is het voedselaanbod hoger.

Tenslotte speelt de omvang van de aanvangspopulatie een rol. De omvang van de aanvangspopulatie van steekmuggen en knutten is afhankelijk van de grootte van het leefmilieu, de beschikbaarheid van het milieu (tijdsduur) en de temperatuur. Wanneer in opvolgende jaren geschikt leefmilieu optreedt, zullen bij bijvoorbeeld huissteekmuggen en malariamuggen meer vrouwtjes en bij moerassteekmuggen meer eieren de winter overleven en neemt de aanvangspopulatie toe. Het verdere verloop is voor huissteekmuggen en malaria-muggen sterk weerafhankelijk, en voor moerassteekmuggen sterk waterpeilafhankelijk.

Plaagvorming door knutten (Ceratopogonidae)

Knutten (Ceratopogonidae) kennen veelal twee perioden waarin ze massaal voorkomen, een voorjaarspiek (mei-juni) en een piek in de nazomer (augustus). De voorjaarspiek is een gevolg van een zekere synchronisatie van de overwinterende larven, terwijl de nazomerpiek vaak de tweede generaties is. De univoltiene (soorten met één generatie per jaar) soorten vliegen veelal van juni tot augustus, maar dit verschilt sterk per soort.

Veel knuttenvrouwtjes prederen op volwassen insecten zoals vedermuggen, eendagsvliegen en andere knutten. De vrouwtjes bijten de prooi, pompen enzymen in de prooi en zuigen vervolgens de gehele opgeloste prooi-inhoud op. Soms worden tijdens de paring ook de mannetjes gedood en leeggezogen. Daarnaast zuigen sommige soorten (vertegenwoordigers uit het geslacht *Culicoides*, enkele *Forcipomyia* en *Leptoconops*) bloed van gewervelden. De vrouwtjes die bloed zuigen doen dit om hun eiwitvoorraad aan te vullen, soms al voor de eerste leg, anders pas bij de tweede of latere leg. Bloed kan van mensen maar ook van andere gewervelden (inclusief kikkers) afkomstig zijn. De bloedzuigende soorten brengen vaak ziekteverwekkers (virussen, protozoa, draadwormen) over (Linley, 1985). Knutten (tot op heden vastgesteld alleen vertegenwoordigers uit het geslacht *Culicoides*) zijn onder andere verantwoordelijk voor de verspreiding van de ziekte blauwtong onder herkauwers. In augustus 2006 openbaarde deze ziekte, die normaal in warme streken voorkomt, zich bij Nederlandse schapen.

3.3 Aanwezigheidskans bepalende factoren en processen

Voor een bestand of her in te richten gebied kan op basis van kennis van aanwezigheidskans bepalende factoren en processen worden beoordeeld hoe groot de kans is dat steekmuggen (Culicidae) en knutten (Ceratopogonidae) massaal gaan voorkomen. De volgende factoren of processen zijn van invloed op de vorming van habitats die geschikt zijn voor ten eerste de verschillende levensstadia van steekmuggen en ten tweede het voorkomen van hun predatoren. Daarmee bepalen ze de kans op het talrijk ontwikkelen van steekmuggen en knutten als gevolg van inrichtingsmaatregelen. Predatoren of rovers ontbreken wanneer milieuomstandigheden sterk wisselen (bijvoorbeeld droogval) of in extremen verkeren. Over de biologie van knutten is onvoldoende bekend om deze factoren voldoende te kunnen beschrijven. Waar deze echter wel bekend is wordt ook voor knutten relevante informatie gegeven.

Permanentie van het oppervlaktewater

De permanentie of omgekeerd de mate van droogval van een oppervlaktewater wordt bepaald door de neerslag, de grondwaterstand, en de mate en frequentie van inundatie. Op basis van waterdiepte en hydrologische isolatie van een al dan niet tijdelijk oppervlaktewater zijn verschillende watertypen te onderscheiden.

Permanente oppervlaktewateren. Dit zijn wateren zoals plassen, boezems, nooit droogvallende sloten, kanalen, beken of rivieren. In deze permanente wateren kunnen populaties van predatoren van steekmuggen hun levenscyclus voltooien en door predatie voorkomen dat steekmuggen zich massaal ontwikkelen. Steekmuglarven zijn uiterst kwetsbaar voor predatie, mede omdat ze zich vaak aan het wateroppervlak bevinden. Ook in tijdelijk onder water staande terreinen die met permanente wateren verbonden zijn, kunnen steekmuglarven zich moeilijk ontwikkelen, omdat deze toegankelijk zijn voor predatoren uit het permanente water.

Geïsoleerde semi-permanente en temporaire oppervlaktewateren. Deze wateren hebben een geringe waterdiepte en zijn niet verbonden met permanente oppervlaktewateren. Dergelijke oppervlaktewateren hebben een grote kans om jaarlijks droog te vallen. Droogvalling is bij uitstek een gunstige uitgangspositie voor de ontwikkeling van grote aantallen steekmuggen, omdat weinig andere dieren droogval overleven. Als gevolg van droogval delen de steekmuggen het water met weinig andere organismen, dit is gunstig voor steekmuggen, omdat de larven een uiterst geringe concurrentiekracht hebben. Ook kunnen de meeste predatoren van steekmuglarven hun levenscyclus niet voltooien in droogvallende wateren en ontbreken dan ook. Lage concurrentie en predatie leiden tot het massaal optreden van steekmuggen in dit type wateren.

Stroming en golfslag

Steekmuggen zijn voor hun ontwikkeling afhankelijk van stilstaand water. De larven en poppen van steekmuggen zijn zeer gevoelig voor stroming en golfslag, en blijven wanneer dit optreedt in hun ontwikkeling beperkt (Fritz en Heimer, 1981). In grotere oppervlaktewateren met een brede ondiepe oeverzone ontstaat

tussen de oevervegetatie nauwelijks stroming of golfslag. In deze delen is de aanwezigheid van predatoren (zoals roofkevers, libellenlarven en amfibieën) een belangrijkere factor die de ontwikkeling van de steekmuggen beperkt.

Knutten komen in allerlei wateren voor. Stroming en golfslag spelen een geringe rol bij het voorkomen, behalve als daadwerkelijk sprake is van stroming. De oeverzone is altijd voor bepaalde soorten geschikt.

Terreinreliëf in relatie tot bodemopbouw

Met het reliëf van het terrein wordt een afwisseling van hogere en lagere delen van het maaiveld bedoeld. Deze afwisseling kan het gevolg zijn van inrichtingsmaatregelen (zoals plaggen of afgraven) of van nature aanwezig zijn (zoals langs beken en rivieren, in duinvalleien en moerasgebieden). Langs grotere beken en rivieren kan door erosie en sedimentatie tijdens inundaties ook een bepaald reliëf ontstaan. In moerasgebieden ontstaat reliëf als gevolg van bultvorming door de aanwezige vegetatie.

Tijdens perioden met veel neerslag of na inundatie kan water achterblijven in laagten, putjes en kuilen. De verblijftijd van het water is afhankelijk van de doorlaatbaarheid van de bodem en de terreinaccidentatie (deze laatste factor geldt in vlakke gebieden). Als veel kleiafzettingen in de bodem aanwezig zijn, kan water lange tijd blijven staan. Bestaat de bodem voornamelijk uit zand, dan zal het water sneller inzigen, behalve wanneer sprake is van een hoge grondwaterstand (bijvoorbeeld zo hoog als het maaiveld). Wanneer in het voorjaar plassen en poelen langer water bevatten, is dit in het voordeel van steekmuggen. In combinatie met de ontwikkeling van hogere vegetatie (hogere luchtvochtigheid en windluwte) is dit een gunstige Ausgangssituatie voor sterke populatiegroei.

Verlanding

Verlanding van ondiepe oppervlaktewateren en oeverzones bevordert de ontwikkeling van habitat voor steekmuggen. Tussen de dichte ondergedoken en boven het water uitstekende watervegetaties hebben larven van steekmuggen meer schuil- en ontsnapingsmogelijkheden voor predatoren. Ondiepe delen warmen daarnaast ook sneller op, hetgeen de groeisnelheid van larven van steekmuggen sterk bevordert.

Ook voor knutten zijn dergelijke zones met ondiep water en veel organisch materiaal als habitat zeer geschikt.

Opslag van bomen en struiken

Voor volwassen steekmuggen zijn opgaande (al dan niet lijnvormige) houtige en hoge kruidachtige begroeiingen aantrekkelijk om te schuilen en geschikt om zich doorheen te verplaatsen. De begroeiing biedt bescherming tegen wind en wordt over het algemeen gekenmerkt door een hoge luchtvochtigheid (geschikt microklimaat). Hiermee kan de begroeiing een verbindingszone vormen tussen de plaats waar de larven zich ontwikkelen en eventuele bebouwing, waar de vrouwtjesmuggen op zoek gaan naar een bloedmaaltijd. Het verspreidingsvermogen van steekmuggen verschilt per soort door de ecologische soortgroepen heen. Sommige soorten kunnen zich in half open terrein verspreiden, terwijl andere soorten sterk gebonden zijn aan bossen. Deze volwassen steekmuggen mijden open terrein volledig, onder andere vanwege de lagere luchtvochtigheid.

De afstand waarover steekmuggen zich op eigen kracht verspreiden is beperkt, behalve wanneer ze met de wind worden verplaatst. Als er open terrein tussen menselijke bewoonde omgeving en het leefgebied van steekmuggen aanwezig is, blijft overlast vaak beperkt, omdat maar weinig volwassen steekmuggen de bewoonde omgeving bereiken.

Temperatuur

Steekmuggen ontwikkelen zich sneller bij hogere temperaturen. Ondiepe wateren warmen in de zomer snel op en vormen daarmee een uitstekend milieu voor de zich dan zeer snel (tot binnen tien dagen) ontwikkelende

steekmug. Opeenvolgende jaren met warme zomers kunnen de omvang van de aanvangspopulaties doen toenemen.

Milieuwisselingen en extreme condities

Een sterke wisseling van milieuomstandigheden, bijvoorbeeld een afwisseling van zout (brak) naar zoet water of van neutraal naar een lage zuurgraad, heeft tot gevolg dat de meeste waterdieren sterven. Met een wisseling naar brak of zoet wordt een nieuw watermilieu gecreëerd waar, als gevolg van afwezigheid van predatoren, steekmuggen zich goed in kunnen ontwikkelen. Ook extreme, vaak geïsoleerde, milieus zoals regentonnen en natte kruipgaten leveren een voor veel aquatische organismen onleefbaar milieu op, maar een habitat dat echter wel weer geschikt is voor steekmuggen.

Inundatie

Het moment in de tijd, de frequentie en de duur van inundatie in samenhang met het terreinreliëf zijn sterk bepalend voor de permanentie van achterblijvende wateren. Overstroming van rivieruiterwaarden en beek-begeleidende gronden treedt vooral op in de winter en het voorjaar (beek- of rivierinundatie). In onregelmatige terreinen met een slecht doorlatende bodem (veen- en kleigebieden, zoals veel aanwezig in de laagveenregio in het westen van Nederland) of terreinen met een hoge grondwaterstand (bijvoorbeeld duinvalleien, laagten en veenweidepolders) treden als gevolg van intense neerslag in de zomer ook (regen)inundaties op. Water blijft in vlakke gebieden na (regen)inundatie langer aanwezig. Als gedurende langere tijd water in een terrein achterblijft, biedt dit een semipermanent milieu dat geschikt is voor de ontwikkeling van steekmuggen.

Eutrofiëring en saprobiëring

Verrijking met voedingsstoffen (eutrofiëring) leidt onder andere tot een sterk wisselende zuurstofhuishouding. Veel wateren in agrarisch gebied zijn door uitspoeling van landbouwkundige meststoffen geëutrofiëerd. Hierdoor treden perioden op waarin het water zeer weinig zuurstof bevat. Steekmuggen hebben onder zuurstofarme condities meer overlevingskansen ten opzichte van veel andere waterdieren, zoals hun predatoren. Dit is het gevolg van een aangepaste ademhaling. Steekmuglarven zijn namelijk in staat via een adembuis zuurstof uit de lucht te gebruiken. Eutrofiëring leidt ook tot meer algenontwikkeling en eventueel een groter aantal dierlijke micro-organismen. Beide dragen bij aan een verhoogd voedselaanbod voor de steekmuglarven.

Saprobiëring (=verrijking met dood organisch materiaal) treedt op wanneer organisch materiaal in een oppervlaktewater terecht komt. In geval van lozingen is er vaak sprake van het plotseling optreden van voor steekmuggen gunstige zuurstofarme omstandigheden. In poelen en greppels in bosgebieden leidt bladval tot saprobiëring. In deze wateren vormt het organisch materiaal ook de basis voor het voedsel voor veel steekmuggen, namelijk de bacteriën en algen die op deze bladeren voorkomen.

Beheer

Begrazing door runderen en/of paarden kan het terreinreliëf vergroten. Afhankelijk van de bodemgesteldheid en vegetatiestructuur kunnen lage plekken met vaak een sterk verdichte bodem ontstaan (pootafdrukken, kuilen, ligplekken van vee), waarin water kan achterblijven. Omgekeerd echter voorkomt een hoge graasdruk de ontwikkeling van hoog opgaande vegetatie, en dit werkt weer negatief uit voor volwassen steekmuggen.

Ook het maaibeheer speelt een rol in het leefgebied van steekmuggen. Extensief beheerde weidegebieden hebben veelal hogere vegetaties met een hogere luchtvochtigheid en met meer luwe plekken, dit is in het voordeel van steekmuggen.

De levensstadia van steekmuggen en knutten kunnen direct in verband worden gebracht met de aanwezigheidskansen van bepalende factoren en processen (tabel 2).

Tabel 2

Het verband tussen levensstadia van steekmuggen en knutten en aanwezigheidskans bepalende factoren en processen. (+++ = randvoorwaarde, ++ = groot voordeel, + = voordeel, 0 = niet noodzakelijk, - = nadeel).

Aanwezigheidskans bepalende factoren en processen	<i>Positief voor Steekmuggen en knutten</i>	Eieren en larven					
		Moeras- steekmuggen	Huis- steekmuggen	Malaria- muggen	Plantenboor- steekmuggen	Boomholte- steekmuggen ⁴	Knutten
Predatie	<i>Afwezig</i>	+++	+++	++	+	++	+
Permanentie	<i>Droogval</i>	+++	++	0/+	0/+	0	0
Waterbeweging	<i>Afwezig</i>	-	-	-	0	-	0
Terreinreliëf	<i>Onregelmatig</i>	+++	+++	0/+	nvt	+++	+
Verlanding	<i>Sterk</i>	+	++	+++ ³	+++ ³	++	+
Temperatuur	<i>Hoog</i>	++	++	++	++	+++	++
Milieuwisselingen/ Extreme condities	<i>Sterk</i>	0	++	0	0	+++	0
Inundatie	<i>Aanwezig</i>	+++ ¹	++ ²	0	0	+++ ¹	+
Eutrofiëring/ Saprobiëring	<i>Hoger</i>	+	+	++	+++	++	+
Volwassenen							
Opslag	<i>Aanwezig</i>	++	++	++	++	++	
Bewoonde omgeving	<i>Aanwezig</i>	0	++	++	++	++	
Beheer	<i>Aanwezig</i>			-	-	nvt	

¹ Vooral in het voorjaar en in mindere mate zomer.

² Vooral in de zomer.

³ Watervegetatie.

⁴ Exotische soorten uit containermilieus, komen nog niet in Nederland voor.

Samenvattend beschrijft tabel 2 enkele milieutypen en omstandigheden die positief bijdragen aan mogelijke plaagvorming. Echter deze tabel kan niet los gezien worden van andere factoren die een rol spelen bij het daadwerkelijk optreden van 'overlast', zoals keuzen in gebiedsinrichting en beheeropties. In de Excel-applicatie is hiervoor een weging opgenomen.

Samenvattend:

- De larven van moerassteekmuggen gedijen optimaal wanneer er in een onregelmatig terrein veel tijdelijk (geen predatoren) water is (veel poeltjes als gevolg van inundatie door begeleidend water of door winterneerslag) in het voorjaar, en de temperaturen oplopen.
- De larven van huissteekmuggen gedijen optimaal wanneer er tijdelijk (geen predatoren) of predatorloos permanent (milieuwisseling bijvoorbeeld in verlandingszones of extreme condities in regentonnen) water is en de temperatuur over meer dan tien dagen hoog (>20 °C) is (vaak in de zomer).
- De larven van malariamuggen gedijen optimaal in plantenrijke, ondiepe, mogelijk voedselverrijkte wateren (minder predatie, voedsel) in de zomer bij hoge temperaturen door directe zoninstraling.
- De plantboorsteekmuggen nemen zuurstof uit plantenstengels op en gedijen het beste in wateren met een hoge dichtheid aan (zachte) helofyten. Vaak zijn deze wateren erg ondiep met een hoge voedselrijkdom.
- De larven van boomholtesteekmuggen ontwikkelen zich in de zomer in allerlei zeer kleine, tijdelijke wateren, van nature in boomholten maar ook in autobanden, blikjes en schaaltes. Deze groep heeft zich nog niet in Nederland gevestigd maar is bij herhaling geïmporteerd en onmiddellijk bestreden. De groep is daarom voor de volledigheid hier opgenomen.

- De knutten vormen een grote groep die onder allerlei omstandigheden gedijen. Voor een meer specifiek beeld moeten de meest relevante genera apart bekeken worden (nieuw strategisch onderzoek). Echter het onderhavige onderzoek is niet toereikend voor deze verfijning.

3.4 Gebiedstypen en overlast- of plaagvorming

De in de voorgaande paragraaf beschreven aanwezigheidskansen bepalende factoren en processen die een rol spelen bij 'overlast' door steekmuggen en knutten hangen sterk samen met veel voorkomende gebiedstypen. Deze gebiedstypen vormen een ingang voor de Excel-applicatie. Per gebiedstype zijn hierna deze aanwezigheidskansen bepalende factoren en processen benoemd:

Open water

Op basis van de waterdiepte en hydrologische isolatie zijn de volgende subtypen open oppervlaktewateren te onderscheiden:

- Diepe oppervlaktewateren (waterdiepte > 0.6 m), eventueel permanent in open verbinding met grotere wateren (boezem of plas).
- Diepe hydrologisch geïsoleerde oppervlaktewateren (waterdiepte > 0.6 m) die gevoed worden door regenwater, grondwater of waterinlaat.
- Ondiepe geïsoleerde oppervlaktewateren (waterdiepte < 0.6 m).
- Ondiepe oppervlaktewateren (waterdiepte < 0.6 m), permanent in open verbinding met grotere wateren (boezem of plas).

In open oppervlaktewateren kan het peil constant of wisselend zijn en zijn de aanwezigheidskansen bepalende factoren en processen: permanentie, waterbeweging, temperatuur, eutrofiëring en verlanding.

Oeverzone van open water

De oeverzone van open water kan meer of minder ondiep zijn en kan onderverdeeld worden naar:

- a) Omgekeerd peil (zomer hoog, winter laag).
- b) Natuurlijk peil (winter hoog, zomer laag).
- c) Constant peil.

De aanwezigheidskansen bepalende factoren zijn oeverreliëf in relatie tot bodemopbouw, verlanding, opslag van bomen en struiken, temperatuur, eutrofiëring en beheer (maaibeheer en begrazing).

Moeras

Het moerasomvat terreinen met een groot aandeel semi-permanent oppervlaktewater en een zompige ondergrond. Het zijn gebieden waar tijdens perioden met veel neerslag, hoge grondwaterstand, kweldruk in combinatie met terreinreliëf langdurig water kan blijven staan. In het moeras zijn de aanwezigheidskansen bepalende factoren: terreinreliëf in relatie tot grondwater en bodemopbouw, verlanding, opslag van bomen en struiken (als verbindend element naar bewoonde omgeving), temperatuur, inundatie (neerslag of grondwaterstandverhoging), eutrofiëring en beheer (maaibeheer en begrazing).

Plas-dras situatie

De plas-dras situaties zijn feitelijk vergelijkbaar met moerassen maar hebben een stevige ondergrond. Ze kunnen onderverdeeld worden naar waterstandwisseling:

- a) Omgekeerd peil (zomer hoog, winter laag), bijvoorbeeld in polders.

Deze plas-dras situaties met een wisselende waterstand kenmerken zich door het in de zomer tijdelijk in verbinding staan met permanente oppervlaktewateren zoals een plas of sloot. Een dergelijke vernatting kan ertoe leiden dat delen van het plas-dras gebied, na peilverlaging, geïsoleerd komen te liggen. Hierbij ontstaan in de zomersituaties tijdelijk geïsoleerde ondiepe watertjes. In deze geïsoleerde plas-dras situaties zijn de aanwezigheidskansen bepalende factoren: terreinreliëf in relatie tot bodemopbouw, verlanding, opslag van bomen en struiken, temperatuur, inundatie (neerslag of grondwaterstandverhoging), eutrofiëring en beheer (maaibeheer en begrazing).

- b) Natuurlijk peil (winter hoog, zomer laag).

Deze plas-dras situaties met een wisselende waterstand kenmerken zich door het in de winter en het vroege voorjaar tijdelijk in verbinding staan met permanente oppervlaktewateren zoals een plas of sloot. Een dergelijke vernatting kan ertoe leiden dat delen van het plas-dras gebied, na peilverlaging in het late voorjaar, geïsoleerd komen te liggen. Hierbij ontstaan tijdelijk geïsoleerde ondiepe voorjaarswatertjes. In deze geïsoleerde plas-dras situaties zijn de aanwezigheidskansen bepalende factoren: terreinreliëf in relatie tot bodemopbouw, verlanding, opslag van bomen en struiken, temperatuur, inundatie (neerslag of grondwaterstandsverhoging), eutrofiëring en beheer (maaibeheer en begrazing).

- c) Constant peil.

Deze plas-dras situaties kenmerken zich door een constante waterstand in het in verbinding staande permanente oppervlaktewater zoals een plas of sloot. Een dergelijke constantie zorgt ervoor dat de plas-dras situaties, ondanks de geïsoleerde ligging, niet snel indrogen. De aanwezigheidskansen bepalende factoren zijn terreinreliëf in relatie tot bodemopbouw, verlanding, opslag van bomen en struiken, temperatuur, eutrofiëring en beheer (maaibeheer en begrazing).

Nat grasland

In het veenweidegebied is het onderscheid tussen droge, vochtige en natte graslanden nauwelijks van belang. Het vochtvasthoudend vermogen van de bodem is zodanig dat het voor de larven van de culicoïde knutten geen verschil maakt. De aanwezigheidskansen bepalende factoren zijn vochthuishouding in relatie tot bodemopbouw, temperatuur en eutrofiëring.

Bebouwde omgeving

De bebouwde of urbane omgeving omvat woonhuizen, boerderijen en hun directe omgeving. Juist voor steekmuggen en knutten speelt de bebouwde omgeving een belangrijke rol. Veel tijdelijke restwatertjes blijven op en rondom bebouwing achter en fungeren zo als een tijdelijk watermilieu dat uitermate geschikt is voor steekmuggen. Vochtige graslanden zijn uitermate geschikt voor de culicoïde knutten. Onderscheid kan gemaakt worden in:

- a) Permanent water met zon-inval, zoals vijvers, drinkpoelen en bassins.

Deze permanente wateren zijn vergelijkbaar met ondiep open water mits het niet, zoals soms bij bassins het geval is, regelmatig droogvalt of wordt leeggepompt.

- b) Permanent van licht afgesloten water zoals regentonnen, ondergrondse bergingen en kruipruimten.

Het ontbreken van licht verhindert de ontwikkeling van een watersysteem met daarin rovers en andere organismen. Het is een biologisch relatief 'leeg' maar permanent oppervlaktewater.

- c) Tijdelijk water

De tijdelijke oppervlaktewateren omvatten droogvallende kunstmatige waterpartijen zoals die ontstaan in oude badkuipen en drinkbakken. Het peil is sterk wisselend en er treedt op onregelmatige tijden droogval op.

- d) Onvoorzien water

De onvoorziene oppervlaktewateren betreffen zeer kleine tot grotere waterpartijen die vaak na perioden

met neerslag ontstaan in bijvoorbeeld autobanden, bloembakken, emmers, speciekuipen, jampotjes, verstopte dakgoten, slecht afwaterende platte daken, depressie in afdekplastics, enz.

3.5 Mogelijke maatregelen

Inleiding

Bij het overwegen van het nemen van herinrichtings-, beheers- of bestrijdingsmaatregelen voor steekmuggen is de relatie met de levensstrategie van deze dieren van belang. Steekmuggen en knutten hebben een r-levensstrategie. Dit betekent dat zij snelle groeiers zijn met een korte levensduur, ze investeren veel energie in de reproductie en produceren veel eieren. Het broed wordt niet verzorgd, waardoor de sterfte in het broed hoog is. Deze levensstrategie is aangepast aan het leven in instabiele milieus (bijvoorbeeld pionierstadia, storingssituaties). Onder natuurlijke omstandigheden zijn steeds ontwikkelingstendensen (successie) aanwezig die de rol van r-strategen doen afnemen ten gunste van de zogenaamde K-strategen (dit betekent dat zij langzame groeiers zijn met een lange levensduur, ze investeren veel energie in groei, ontwikkeling en levensduur en produceren weinig eieren) door wijzigingen in het biotische milieu (het optreden van concurrenten, voedsel, natuurlijke vijanden, en dergelijke) en in het abiotische milieu (fysische en chemische factoren).

Bij het nemen van maatregelen tegensteekmuggen moet gebruik gemaakt worden van deze kennis. Dit kan op een indirecte manier door herinrichting en beheer of op een directe manier door bestrijding. Zowel de bestrijding als het beheer zijn onder te verdelen in een fysische, chemische en biologische component. Bestrijding richt zich direct op de steekmuggen- of knuttenpopulatie met als doel deze te decimeren, een korte-termijnbenadering omdat het milieu blijft bestaan en de populatie zich kan herstellen. Herinrichting grijpt in op het habitat (structuur) van de populatie en wijzigt deze, een lange-termijnbenadering waarbij het geschikte habitat verdwijnt. Beheer zit hier vaak tussenin. In het algemeen geldt steeds dat voor een verantwoord ingrijpen of bijsturen de (auto-)ecologische kennis van de onderhavige soort(en) en hun milieu noodzakelijk is.

Herinrichting

Herinrichting vormt een ingreep die het habitat zodanig kan wijzigen dat deze minder of ongeschikt wordt voor de relevante (groepen van) steekmuggen en knutten. Bij het nemen van mitigerende maatregelen staat echter altijd voorop 'het voorkomen van situaties waar massale ontwikkeling kan plaats vinden'. Voor een verantwoorde herinrichting geldt daarbij dat kennis van de ecologie van mogelijk optredende soort(en) steekmuggen en of knutten noodzakelijk is om een locatiespecifieke risicoanalyse vooraf mogelijk te maken.

Bij de herinrichting van gebieden is vooraf vaak sprake van een vraag naar het potentieel optreden van steekmuggen en knutten. Bij de relatie tussen steekmuggen en knutten en herinrichting zijn op hoofdlijnen de volgende A) fysische, B) chemische en C) biologische componenten te onderscheiden.

A. Fysische factoren

Bij het herinrichten van natte gebieden wordt altijd ingegrepen op de fysische omstandigheden van het terrein en het houdt bijna altijd een wijziging van de structuur van het aanwezige ecosysteem in. Voor de mitigatie van ontwikkeling van steekmuggen en knutten zijn hierbij twee uitersten mogelijk. Enerzijds het voorkomen of verminderen van het ontstaan van oppervlaktewater (vooral tijdelijke aquatische milieus) en anderzijds het volledig en permanent onder water zetten (van delen) van een gebied. Dit zijn vaak doeltreffende methoden gebleken om omvangrijke leefmilieus van steekmuggen en knutten te minimaliseren (Havelka, 1978; Kriegerowski, 1980; Fritz en Heimer, 1981). Het nadeel bij het voorkomen van grote drassige oppervlakken en moerassen of het egaliseren van potentieel drassige terreinen is dat hierdoor ook de temporaire aquatische milieus zelf met hun eigen flora en fauna verdwijnen (Service, 1971). Bij het volledig onder water zetten van deelgebieden geldt hetzelfde nadeel, echter door het graven van bijvoorbeeld sloten en plassen kan nog een redelijke aquatische diversiteit ontstaan.

Bij de aanleg van permanente wateren dient rekening te worden gehouden met:

1. De potentiële ontwikkeling van helofyten als substraat voor de plantenboorsteekmug *Coquillettidia*,
2. Een eventuele golfslagzone ter voorkoming van kolonisatie door *Anopheles* en *Culex* (malariamug respectievelijk huissteekmug),
3. Een steilere oever ter voorkoming van ei-afzetting door *Aedes* (moerassteekmug).

Dit moet echter steeds in relatie met de plaats, de aanwezigheid van predatoren, de doelstellingen en de ontwikkelingsmogelijkheden van het gebied worden bekeken; de Excel-applicatie helpt hierbij. Andere mitigerende maatregelen omvatten een meer ecologische inrichting van de potentiële (tijdelijke) aquatische milieus door bijvoorbeeld:

- Het over grote afstanden voorkómen of regelmatig weghalen van overhangende vegetatie ter voorkoming van ei-afzettingsmogelijkheden voor schaduwminnende soorten.
- Het niet-aanplanten of laten ontwikkelen, of het kappen van bomen en struiken waardoor de toevoer van organische voedingsstoffen voorkomen of verminderd wordt (Kriegerowski, 1980) en de schuil- en dispersiemilieus voor volwassen dieren verminderen.
- Het verwijderen van watervegetatie (helofyten zoals lisdodde, egelskop, kalmoes, gele lis, mannagras en dergelijke) waaraan *Coquillettidia* gebonden is voor de luchtademhaling (Kriegerowski, 1980).
- Het (laten) optreden van onregelmatige waterstandswisselingen waardoor tijdelijk aquatische milieus in aanraking komen met permanente milieus of juist verder indrogen. Hierbij moet wel gezorgd worden dat juist geen extra tijdelijke aquatische milieus ontstaan.
- Het eind februari instellen van een hoog waterpeil (minimaal 20 cm) en in mei van een lager peil waardoor geen synchronisatie van *Aedes* populaties kan optreden en predatie een kans krijgt.
- Het voorkómen van brede ondiepe, onregelmatig en te flauw aflopende oevers waar veel tijdelijke aquatische milieus zich kunnen vormen.
- Het voorkómen van het optreden van teveel restwateren (kleine poelen) na waterstanddaling in het voorjaar door bijvoorbeeld het egaliseren van de flauw aflopende oevers of een steilere oevervorm.
- Het aanbrengen van voldoende waterbeweging.

Al deze methoden hangen samen met de aanwezige ecologische kennis van de plaagveroorzakende soorten. Elke situatie vraagt om een eigen interpretatie van het aanwezige gebiedstype en de te beïnvloeden fysische factoren. In de Excel-applicatie is hiermee rekening gehouden. Daarbij is het nodig om te weten welke soorten steekmuggen aanwezig zijn of te verwachten zijn.

B. Chemische factoren

Het sturen van de chemische samenstelling van het water in het potentiële leefmilieu van steekmuggen en knutten kan meer of minder drastisch. Drastische maatregelen zijn onder andere:

- Het omvormen van een zoutwater in een zoetwaterhabitat of omgekeerd (Service, 1971).
- Het omvormen van een zuur in een neutraal milieu of omgekeerd.
- Het omvormen van een voedselrijk in een meer voedselarm milieu of omgekeerd.

Dergelijke ingrepen hangen vaak nauw samen met mogelijke hydrologische maatregelen en of saneringsmaatregelen. Hierbij gelden dezelfde nadelen voor biodiversiteitsverlies als genoemd onder de fysische factoren. Een bijkomend risico is dat juist bij omvorming de nieuwe leefmilieus mogelijk geschikt worden voor andere soorten steekmuggen en knutten. Minder drastische inrichtingsmogelijkheden omvatten bijvoorbeeld:

- Het voorkomen/verminderen van toevoer van voedselrijk water.
- Het voorkomen van organische belasting.

Bij het inlaten van water of wijzigen van kwelstromen moet er rekening mee worden gehouden dat sulfaatrijk water kan leiden tot interne eutrofiëring (veenrot).

C. Biologische factoren

Eén van de meest kansrijke biologische factoren houdt de introductie van of het scheppen van randvoorwaarden voor het optreden van predatoren in (Service, 1971). Meestal zijn de leefmilieus van steekmuggen en knutten ongeschikt voor kolonisatie door (potentiële) predatoren als gevolg van de aanwezige dynamische milieumomstandigheden (onder andere periodieke uitdroging, wisseling in chemische samenstelling). Het met succes doen optreden van of doen koloniseren met predatoren betekent in veel gevallen ook vermindering van een groot deel van de steekmuggen en knutten. Een voorbeeld is een (tijdelijke) koppeling aan een permanent oppervlaktewater. Specifieke predatoren van steekmuggen en knutten zijn niet bekend (Service, 1971), maar generieke des te meer. Sommige planten (*Eleocharis sp.*, *Scirpus sp.*) remmen de ei-afzetting van bepaalde soorten (Service, 1971) door uitscheiding van stoffen of een stevige structuur. Het stimuleren van de ontwikkeling van deze planten kan waar mogelijk zinvol zijn.

Moment van herinrichting

Bij herinrichting ontstaan vaak nieuwe al dan niet tijdelijke oppervlaktewateren. Dergelijke wateren zijn mogelijk nog niet gekoloniseerd met predatoren, met andere woorden: de levensgemeenschap is nog niet ontwikkeld. Dit biedt een ruimte voor kolonisatie van snelgroeiende soorten zoals steekmuggen. Vaak treedt na ingreep binnen korte tijd een massale ontwikkeling van steekmuggen op. Bij de herinrichting kan hieraan aandacht gegeven worden om deze tijdelijke uitbraken te verminderen:

- Het uitvoeren van de aanleg in de nazomer waardoor meer fauna tussen de nazomer en het voorjaar van het volgende jaar tijd krijgt om het nieuwe of heringerichte milieu te koloniseren.
- Het in verbinding brengen van het nieuw aangelegde of heringerichte water met al bestaande permanente wateren zoals plassen of brede sloten. Deze koppeling versnelt de kolonisatie met predatoren van het (ver)nieuw(d)e milieu.
- Het monitoren van nieuw aangelegde natte gebieden om, als daar aanleiding voor is, plaatselijk en gericht te bestrijden.

Beheer

Ook zonder klimaatverandering zijn er in Nederland een aantal gebiedstypen die in bepaalde tijden van het jaar (met pieken in april/mei en juli/augustus) overlast van steekmuggen of knutten veroorzaken. Daarnaast kan vernatting of andere herinrichting een verhoging van het aantal steekmuggen en knutten tot gevolg hebben. Echter door herinrichtings- en beheermaatregelen kan overlast voor direct omwonenden worden verkleind. Een aantal A) fysische, B) chemische en C) biologische bijsturings- of beheermogelijkheden zijn:

A. Fysische factoren

- Voorkomen dat verbindende stroken van ruigtekruiden, opgaande begroeiingen of bossages van struiken kunnen gaan functioneren als corridors voor steekmuggen en knutten tussen nat terrein (steekmuggen- en knuttenhabitat) en bewoning. In de leidraad zijn voor de specifieke afstand criteria opgenomen (zie volgende paragraaf 'Afstand').
- Ervoor zorgen dat vernatte, moerassige of plas-dras situaties op veel plaatsen al dan niet tijdelijk in open verbinding komen te staan met permanent open water.
- Ervoor zorgen dat oeverzones zodanig flauw en vlak aflopen naar permanent water dat bij verlaging van het waterpeil er nauwelijks tot geen restwater achterblijft, en het water dat wel achterblijft zo gering is dat het binnen tien dagen is verdampt.
- Waar mogelijk permanent, zeer ondiep en vaak voedselrijk en plantenrijk water te laten bewegen, bijvoorbeeld door te bemalen, om zo steekmuggen veel minder kans te geven zich te ontwikkelen.
- Waar terreinreliëf geen rol speelt bij de functie van een gebied, kan ervoor worden gezorgd dat er minder laagten aanwezig zijn, zodat achterblijvend water na inundatie of neerslag, vooral bij slechter doorlatende bodems, zich niet in tijdelijke plasjes ophoopt.

B. Chemische factoren

- Het streven, ook bij moeras- en plas-dras situaties of verbrede oevers, naar stabiele, matig-voedselrijke omstandigheden. Stabiele waterecosystemen hebben een beter ontwikkelde levensgemeenschap met meer veerkracht waarin groepen zoals steekmuggen en knutten veel minder kans hebben zich massaal te ontwikkelen. In het agrarisch gebied is water echter vaak eutroof of hypertroof. Minder voedselrijke wateren verlanden ook veel minder snel.
- Verrijking van oppervlaktewater met voedingsstoffen (eutrofiëring) leidt onder andere tot een sterk wisselende zuurstofhuishouding. Steekmuggen hebben, in geval van zuurstofarme condities, door een aangepaste ademhaling meer overlevingskansen ten opzichte van veel andere waterdieren zoals hun predatoren. Voldoende strenge eisen aan de waterkwaliteit kan bijdragen aan de verkleining van de kans op steekmuggen.

C. Biologische factoren

- Begrazing door runderen of paarden vergroot het microterreinreliëf. Afhankelijk van de bodemgesteldheid en vegetatiestructuur kunnen plekken (pootafdrukken, kuilen, ligplekken van vee) ontstaan waarin water achterblijft. Dit geldt vooral bij een slechte draagkracht van de bodem, bijvoorbeeld bij natte veenbodems. Begrazing onder dat soort overlastgevendende omstandigheden moet zoveel mogelijk te worden voorkomen.
- Ook het maaibeheer speelt een rol in het leefgebied van steekmuggen. Extensief beheerde weidegebieden hebben vaak al hogere vegetaties met een hogere luchtvochtigheid en luwte, en dit is in het voordeel van volwassen steekmuggen die daarin rustplaatsen vinden en zich daardoor kunnen verplaatsen. Afhankelijk van de vliegperiode van de volwassen muggen en knutten kan het mairegime hierop worden afgestemd. In de leidraad worden hierover specifiek op inrichtingssituaties toegesneden adviezen gegenereerd.
- Ervoor zorg dragen dat kleinere, ondiepe wateren (vaak sloten) niet te ver verlanden. De verlandingscyclus moet tijdig wordt gestopt of teruggezet door maaien en baggeren.

Afstand

Een ruimtelijk-fysische maatregel is het ervoor zorgen dat tussen nat terrein en bewoonde omgeving voldoende afstand wordt gehandhaafd. In deze strook zijn geen verbindende stroken van ruigtekruiden, opgaande begroeiingen of bossages aanwezig. Door deze corridors voor steekmuggen en knutten te vermijden zullen veel minder volwassen muggen de bewoonde omgeving kunnen bereiken. De afstand is sterk afhankelijk van de betreffende soort(en), de milieu-condities, de populatiedichtheid en de positie van bewoonde omgeving. In de leidraad zijn deze factoren in samenhang versleuteld en wordt op specifieke inrichtingssituaties toegesneden advies gegenereerd.

Bestrijding (ad hoc ingrijpen bij plaag)

In Nederland is momenteel geen beleid voor bestrijding van natuurlijke inheemse steekmuggen- en knuttenpopulaties bij overlast of plaagsituaties. Bestrijding van inheemse soorten van steekmuggen heeft niet meer plaatsgevonden sinds het verdwijnen van malaria. Bij het optreden van overlast of plagen door inheemse soorten is bestrijden niet aan de orde (geweest) en er bestaat ook geen protocol voor. In het verleden werd de malariabestrijding op fysische, chemische en biologische basis uitgevoerd, zowel gericht op larven als volwassen steekmuggen van het geslacht *Anopheles*. Bestrijding van steekmuggen en knutten is misschien in de toekomst alleen aan de orde op het moment dat er toch onverwacht overlast optreedt of een plaag uitbreekt waarbij ziekten worden overgedragen.

Recent is wel de bestrijding van exotische steekmuggen aan de orde geweest. Op 29 juli 2010 heeft het Centrum Monitoring Vectoren (nVWA, ministerie van EL&I) een informatieblad gepresenteerd dat informeert over de bestrijding van de Aziatische tiggermug (*Aedes albopictus*). Het CMV geeft aan dat op plaatsen waar de tiggermug is aangetroffen deze wordt bestreden (citaat informatieblad):

- 1) Het water in de banden waar tiggermug larven in kunnen zitten wordt behandeld met een biologisch bestrijdingsmiddel (Bti) dat ongevaarlijk is voor mensen en dieren, maar de muggenlarven wel effectief bestrijdt. Ook worden geschikte broedplaatsen van de tiggermug in een straal van 500 m. rond het bedrijf behandeld met Bti. Hierbij moet gedacht worden aan kleine hoeveelheden stilstaand water, zoals regentonnen, emmertjes en putten.
- 2) De volwassen muggen worden bestreden door verneveling van een pyrethroïde (aqua K-Othrine). Dit moet gebeuren op het bedrijfsterrein in een straal van 200 m. rondom het bedrijf waar de tiggermuggen zijn aangetroffen.

Deze bestrijding van larven (optie 1) en volwassen dieren (optie 2) wordt alleen toegepast voor de exotische steekmuggen: Aziatische tiggermug (*Aedes albopictus*), de Amerikaanse rots-poelmug (*Aedes atropalpus*) en de Gele koortsmug (*Aedes aegypti*). Deze invasieven komen in containermilieus voor. In dit milieu kan een biocide meer beheerst toegepast worden dan bijvoorbeeld in vernatte, bergings- of natuurgebieden.

4 Meetprotocol

Het meetprotocol wordt zowel voor eenvoudige monitoring (door beheerders / vrijwilligers) als voor signalering van eventuele overlast gebruikt.

Het meetprotocol is een hulpmiddel om landschapselementen met hoge aantallen steekmuggen te identificeren. Het meetprotocol kan worden ingezet:

- 1) Om een vinger aan de pols te houden in een nieuw ingericht gebied waar (enige) kans op ontwikkeling van steekmuggen wordt verwacht of
- 2) Wanneer door beheerder hogere aantallen volwassen steekmuggen worden waargenomen en niet bekend is waar deze vandaan komen.

Met het protocol kan de ontwikkeling van steekmuggen in de gaten worden gehouden of kan een overlast gevende landschapselement worden opgespoord. Wanneer in een landschapselement larven van steekmuggen in redelijk tot hoge aantallen ontwikkelen kunnen met de leidraad de juiste maatregelen worden verzameld en toegepast.

Het signaleren van larven en poppen van steekmuggen vindt plaats door het scheppen van larven en poppen uit het aanwezige (ondiepe) oppervlaktewater. De signalering concentreert zich op en rondom de vooraf op kaart geselecteerde transecten (lijnen die representatieve gebiedsdelen doorkruisen) die lopen door gebiedsdelen waarin zich mogelijk risicovolle landschapselementen bevinden. De mogelijk risicovolle landschapselementen volgen uit de toepassing van de leidraad. De transecten dienen zodanig gesitueerd te worden dat deze mogelijk risicovolle landschapselementen worden doorkruist. Hierbij kunnen luchtfoto's en een hoogtelijnenkaart behulpzaam zijn. Voor elk gemeten transect wordt een inventarisatieformulier ingevuld.

Waar loop je?

1. Volg zoveel mogelijk het aangegeven transect en let op het water, de terreinaccidentatie en de vegetatie in een zone aan beide zijden van het transect en maak dwarsuitstapjes. Kruist het transect een moeras, open water, of ander onbegaanbaar gedeelte, ga er omheen en inventariseer de randen/oeveren maar volg toch zoveel mogelijk de richting van het transect.
2. Loop voorzichtig langs het transect want verstoring (trillingen, schaduwvorming, bewegingen) heeft invloed op de vangst van larven en poppen van steekmuggen.

Waar schep je en hoe vaak?

1. Per gebied worden zo mogelijk op 10-30 plaatsen (verdeeld over de risicovolle landschapselementen) larven en/of poppen van steekmuggen langs transecten uit het water verzameld.
2. De lengte van het transect wordt bepaald door het gebiedstype (de configuratie van de landschapselementen).
3. Bij droogval worden specifiek restwateren bemonsterd. Is er veel water (plas, moeras) neem dan om de 50 m een schep, is er weinig water schep dan waar mogelijk.
4. Zitten er veel (zie hierna bij aantalsindicatie) dan is één meting voldoende en is actie geboden. Zitten er matig of weinig dan hangt het weer van het seizoen af maar hanteer één maandelijkse meting en dat over een periode van drie maanden, bij voorjaarssteekmuggen (vooral moerassteekmuggen) in de maanden april-juni en bij zomersteekmuggen (vooral huissteekmuggen) juni-augustus.



Larf van steekmug.



Pop van steekmug.



Appelmoeszeef en witte uitzoekbak.

Hoe schep je?

1. Schep altijd met de appelmoeszeef.
2. Plaats de zeef verticaal in het water (bij voorkeur 3/4 deel van de zeef onder water) en trek hem in een snelle beweging over 20 cm door het water en langs en/of door de planten.
3. Doe daarna wat water in de witte bak (zonder larven/poppen) en sla de zeef hierin uit.
4. Tel en noteer het aantal larven en poppen van steekmuggen op het inventarisatieformulier (Appendix 3).
5. Tel ook de scheppen zonder larven/poppen.

Wat noteer je op het inventarisatieformulier?

1. Vul het inventarisatieformulier altijd volledig in.

Hoe stel je het risicovolle landschapselement vast?

1. Het risicovolle landschapselement is dat waar hoge aantallen larven en poppen van steekmuggen zijn waargenomen.

Aantalsindicatie bij appelmoeszeef scheppen:

<u>Aantal individuen per schep</u>	<u>Aantalsindicatie</u>
0	0 (geen)
1 – 2	1 (nauwelijks)
3 – 10	2 (weinig)
11 – 50	3 (matig)
51 – 100	4 (redelijk veel)
➤ 100	5 (veel)

Er wordt gesproken van hoge aantallen als redelijk veel tot veel larven en poppen in meerdere scheppen representatief voor grote oppervlakken water waargenomen worden.

5 **Aanbevelingen**

Het verdient aanbeveling om praktijksituaties te onderwerpen aan een analyse met de leidraad, de daadwerkelijke ontwikkeling intensief te monitoren om zo van verschillende toepassingen te leren en de leidraad te verbeteren.

Het verdient aanbeveling de ontwikkelde risicoscore te valideren met praktijkvoorbeelden.

Het verdient aanbeveling een platform 'Overlast stekende insecten' op te richten. Dit platform kan een plaats zijn waar verschillende disciplines kennis kunnen uitwisselen.

Het verdient aanbeveling om in de toekomst te komen tot validatie, vergrote precisie en kwantificering van de leidraad.

Het verdient aanbeveling om de kennislacunes van Ceratopogonidae en vooral de bloedzuigende soorten uit deze familie te verminderen.

De leidraad is een basisdocument dat uitgebreid kan worden naar volks- en veterinaire gezondheid.

Het verdient hierbij aanbeveling om:

- Een lijst op te stellen met steekmuggensoorten die potentieel vector zijn van door steekmuggen overdraagbare ziekteverwekkers door CMV en RIVM.
- Een plan van aanpak te ontwikkelen voor het beheren en indien nodig bestrijden in 'buiten'gebieden van steekmuggen die als vector van humane, veterinaire en zoonotische pathogenen op kunnen treden.

6 Referenties

6.1 Referenties deze rapportage

- Fritz, H.G. en W. Heimer, 1981. Stechmückenbrutplätze im Naturschutzgebiet "Kühkopf knoblochsauce". Untersuchungen zur Begleitfauna, Möglichkeiten einer Minderung der Stechmückenplage. *Natur und Landschaft* 56(3):, 80-84.
- Havelka, P., 1978. Rheinschnaken (Culiciden)Bekämpfung in rechtsseitigen Rheintal zwischen Karlsruhe und Mannheim im Jahr 1977 Culiciden Brutplätze. Veröff. Naturschutz Landschaftsplege Bad Württ. 47/48: 433-441.
- Kriegerowski, L., 1980. Die Dezimierung von Stechmücken mit landschaftsgestaltenden Massnahmen am Beispiel eines (West)Berliner Feuchtgebietes. *Natur und Landschaft* 55: 291-295.
- Linley, J.R., 1985. Biting midges (Ceratopogonidae) as vectors of nonviral animal pathogens. *J. med. Ent.* 22: 589-599.
- Service, M.W., 1971. Conservation and the Control of Biting Flies in Temperate Regions. *Biological Cons.* 3(2): 113-122.
- Verdonschot, Piet F.M., 2009. Verkenning van de steekmuggen- en knutten-problematiek bij klimaatverandering en vernatting. Alterra rapport 1856. 76 pp.

6.2 Referenties voor algemene oriëntatie

- Becker, N., D. Petric, M. Zgomba, C. Boase, C. Dahl, J. Lane en A. Kaiser, 2003. Mosquitoes and their control. Kluwer Academic / Plenum Publisher, New York. 498 pp.
- Borkent, A. 2005. Chapter 10. Ceratopogonidae. 113–126. In Marquart, WC *Biology of Disease Vectors*, 2nd ed. San Diego, CA Elsevier Academic Press. 632 pp.
- Glukhova, V.M. 1989. Bloodsucking midges of the genera Culicoides and Forcipomyia (Ceratopogonidae). *Fauna SSSR, Nauka, Leningrad* 3, 5. 408 pp.
- Lundstrom, J.O. 1999. Mosquito-Borne Viruses in Western Europe: A Review. *J. Vector Ecol.* 24(1): 1-39.
- Mohrig, W. 1969. Die Culiciden Deutschlands. Untersuchungen zur Taxonomie, Biologie und Ökologie der einheimischen Stechmücken. *Parasitol. Schriftenr.* 18, Gustav Fischer Verlag, Jena, Germany.
- Service, M.W. 1971. Conservation and the Control of Biting Flies in Temperate Regions. *Biological Cons.* 3(2): 113-122.
- Service, M.W. 1976. Mosquito ecology. Field sampling methods. Applied science publishers LTD. Barking, Essex. England. 583 pp.
- Szadziewski, R., J. Krzywinski en W. Gilka, 1997. Diptera Ceratopogonidae, Biting Midges. In: *Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook. Volume 2. Odonata – Diptera.* Nilsson A. (ed.). Apollo Books, Stenstrup, Denmrk. 243-264.
- Verdonschot, Piet F.M., 2009. Verkenning van de steekmuggen- en knutten-problematiek bij klimaatverandering en vernatting. Alterra rapport 1856. 76 pp.
- Verdonschot, P.F.M., G. Schmidt, P.H.J. van Leeuwen en J.A. Schot, 1988. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijkvenen. *RIN, Leersum, rapp.* 88/31: 1-109.

6.3 Referenties waarop de 'Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten' is ontwikkeld

Steekmuggen

- Adham, F.K., 1979. Studies on laboratory oviposition behaviour of *Aedes caspius* (Diptera, Culicidae). *Acta entomol. bohemoslov.* 76: 99-103.
- Aitken, I. H.G., 1954. The Culicidae of Sardinia and pictus and potential for involvement in arbovirus cycles Corsica (Diptera). *Bull. Entomol. Res.* 45: 437-494.
- Albrecht, J., 1980. Die Stechmückenfauna (Diptera, Culicidae) des Bonner Raumes. *Decheniana* 133: 107-114.
- Ali, A., 1981. *Bacillus thuringiensis* serovar. israelensis (ABG 6108) against Chironomids and Some Nontarget Aquatic Invertebrates. *J. Invert. Path.* 38: 264-272.
- Ali, A. en M.S. Mulla, 1977. The IGR Diflubenzuron and Organophosphorus Insecticides Against Nuisance Midges in Man Made Residential Recreational Lakes. *J. Econ. Entomol.* 70: 571-577.
- Ali, A. en M.S. Mulla, 1978. Effects of Chironomid Larvicides and Diflubenzuron on Nontarget Invertebrates in Residential Recreational Lakes. *Envir. Entomol.* 7: 21-27.
- Ali, A. en J. Lord, 1980. Experimental Insect Growth Regulators Against Some Nuisance Chironomid Midges of Central Florida. *J. Econ. Entomol.* 73: 243-249.
- Allan, S.A., J.F. Day en J.D. Edman, 1987. Visual ecology of biting flies. *Ann. Rev. Entomol.* 32: 297-316.
- Ammeen, M. en T. Iverson, 1978. Food of *Aedes* larvae (Diptera, Culicidae) in a temporary forest pool. *Archiv für Hydrobiologie* 83: 552-564.
- Anschau, M. en H. Exner, 1952. Faunistische und ökologische Untersuchungen an Steirischen Culiciden. *Ztschr. Tropenmed. u. Parasitol.* 4: 95-116.
- Apperson, C.S., C.H. Schaefer, A.E. Colwell, G.H. Werner, N.L. Anderson, E.F. Dupras en D.R. Longanecker, 1978: Effects of Diflubenzuron on *Chaoborus astictopus* and Nontarget Organisms and Persistence of Diflubenzuron in Lentic Habitats. *J. Econ. Entomol.* 71: 521-527.
- Barbosa, P. en T.M. Peters, 1973. Some effects of overcrowding on the respiration of larval *Aedes aegypti*. *Ent. exp. and appl.* 16: 146-156.
- Barker, C.M., S.L. Paulson, S. Cantrell en B.S. Davis, 2003. Habitat Preferences and Phenology of *Ochlerotatus triseriatus* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Southwestern Virginia. *Med. Entomol.* 40: 403-410.
- Barr, A.R., 1958. The mosquitoes of Minnesota (Diptera: Culicidae : Culicinae) . *Univ. Minnesota Agric. Expt. Sta. Tech. Bull.* 228. 154 pp.
- Beadle, L.C., 1939. Regulation of the haemolymph in the saline water mosquito larva *Aedes detritus*. *Edw. J. exp. Biol.* 16: 346-362.
- Becker, N. en H.W. Ludwig, 1981. Untersuchungen zur Faunistik und Ökologie der Stechmücken (Culicinae) und ihrer Pathogene im Oberrheingebiet. *Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent.* 2: 186-194.
- Becker, N., 1999. Exploiting the biology of urban mosquitoes for their control. *Proceedings of the third international conference on urban pests*, 425-430.
- Becker, N., 1986. *Bacillus thuringiensis* subspec. israelensis: eine mikrobielle Alternative in der Bekämpfung von Stechmücken und Kriebelmücken. *Mitt. Biol. Bundesanst. für Land und Forstwirtschaft.* 233p.
- Becker, N., D. Petric, M. Zgomba, C. Boase, C. Dahl, J. Lane en A. Kaiser, 2003. Mosquitoes and their control. *Kluwer Academic / Plenum Publisher, New York.* 498 pp.
- Bentley, M.D. en J.F. Day, 1989. Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. *Ann. Rev. Entomol.* 34: 401-421.
- Bentley, M.D. en J.F. Day, 1989. Studies on laboratory oviposition behavior of *Aedes caspius* (Diptera, Culicidae). *Acta entomologica bohemoslovaca* 762: 99-103.
- Bezzub, M.V., 1966. On the fauna of mosquitoes of the genus *Aedes* (fam. Culicidae) in the Chernovitsy region. *Med Parazitol (Mosk)* 35(5): 610-611.

- Bogojevic, M.S., E. Merdic, N. Turic, Ž. Jelcic, Ž. Zahirovic, I. Vrucina en S. Merdic, 2004. Seasonal dynamics of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Osijek (Croatia) for the period 1995–2004. *Biologia* 64: 760-767.
- Borg, A. en W.R. Horsfall, 1953. Eggs of floodwater mosquitoes. II. Hatching stimulus. *Ann. Ent. Soc. America* 46: 472-78.
- Bortel, W., E. van de Clercq en V. Versteirt, 2010. Steekmuggenonderzoek (Culicidae: Diptera) in de provincie Antwerpen. *Antenne* 4: 8-11.
- Boxmeyer, C.E. en S.M. Palchick, 1999. Distribution of resting female *Aedes vexans* (Meigen) in wooded and nonwooded areas of metropolitan Minneapolis–St. Paul, Minnesota. *J Am Mosq Control Assoc* 15:128–132.
- Bozicic-Lothrop, B., 1988. Comparative ecology of *Aedes dorsalis* complex in the Holarctic. *Rep. Proceedings of the California Mosquito Control Association*, 56: 139-145.
- Brauer, M.J., 1972. A comparison of mosquito collections taken from dry ice supplemented and non-supplemented modified New Jersey light traps. *Proc. Meeting*. pp. 132-146.
- Brauer, H., 1972: Beiträge zur Biologie und Ökologie einheimischer Stehmücken unter besonderer Berücksichtigung der Art *Aedes vexans*. *Schriftl. Hausarb. Lehramt hoh. Schulen* 151 pp.
- Brummer-Korvenkontio, M., P. Korhonen en R. Hiimeen-Anttila, 1971. Ecology and phenology of mosquitoes (Dipt., Culicidae) inhabiting small pools in Finland. *Acta Entomol Fennica* 28: 51-73.
- Brust, R.A., 1967. Weight and development time of different stadia of mosquitoes at various constant temperatures. *Can. Ent.* 99: 986-993.
- Brust, R.A., 1980. Dispersal behavior of adult *Aedes sticticus* and *Aedes vexans* (Diptera: Culicidae) in Manitoba. *Can. Entomol* 112: 31–42.
- Busvine, J.R., Y. Rongsriyam en D. Bruno, 1976. Effects of Some Insect Development Inhibitors on Mosquito Larvae. *Pestic. Sci.* 7: 153-160.
- Calado, en da Silva, 2002. Evaluation of the temperature influence on the development of *Aedes albopictus*. *Revista de saude publica* 36: 173-179.
- Carpenter, S.J. en L.T. Nielsen, 1965. Ovarian cycles and longevity in some univoltine *Aedes* species in the Rocky Mountains of western United States. *Mosquito News* 25: 127-134.
- Carron, A., L. Bichaud, N. Platz en D.J. Bicout, 2008. Survivorship characteristics of the mosquito *Aedes caspius* adults from southern France under laboratory conditions. *Medical and Veterinary Entomology* 22: 70-73.
- Chang, R., C.R. Ward en D. Ashdown, 1980: Spread and Characterization of Chemical Resistance of Biotype D Greenbugs in Texas. *J. Econ. Entomol.* 73: 458-461.
- Chapman, H., 1960. Observation on *Aedes melanomon* and *A. dorsalis* in Nevada. *Annals of the Entomological Society of America*, 53(6): 706-708.
- Chinaev, P.P., 1964. On the autogenous development of exophilous mosquitoes in Uzbekistan. *Zool. Zh.* 43: 939-940.
- Christophers, S.R., 1945. Structure of the *Culex* egg and egg-raft in relation to function (Diptera). *Trans. R. Ent. Soc. Lond.* 95: 25-34.
- Clements, A.N., 1963. Regulation of the hemolymph in the saline water mosquito larva *Aedes detritus* Edw. *J. Exp. Biol.* 16: 346-362.
- Clements, A.N., 1963. The physiology of mosquitoes. The MacMillan Co., New York, 393 pp.
- Cranston, P.S., C.D. Ramsdale, K.S. Snow en G.B. White, 1987. Adults, larvae and pupae of British mosquitoes (Culicidae). *Scientific Publications of the Freshwater Biological Association*, 48.
- Detinova, T.S. en V.A. Smelova, 1973. Medical importance of mosquitoes (Culicidae, Diptera) from the fauna of the Soviet Union *Med Parazitol. (Mosk)*, 42(4): 455-471. [In Russian, with English s.].
- Detinova, T.S., 1962. Age grouping methods in Diptera of medical importance. Geneva, World Health Organization, 1962.
- Dhileepan, K., 1997. Physical factors and chemical cues in the oviposition behavior of arboviral vectors *Culex annulirostris* and *Culex molestus* (Diptera: Culicidae). *Environmental Entomology* 26(2): 318-326.

- Dix, V., 1972. Physico-chemical analysis of larval breeding waters at the genus *Aedes* in the district of Halle (east Germany) are reported. Biol. Abstracts.
- Dix, V. 1972. Beiträge zur Stechmückenfauna der Landschaften zwischen Unterharzhochfläche, Unstrutniederung und mittlerer Elbe. *Hercynia* 9: 69-74.
- Downes, J.A., 1969. The swarming and mating flight of Diptera. *Ann. Rev. Entomol.* 14: 271-298.
- Duphar, Dimilin, An Insecticide Interfering With Chitin Deposition. Technical information, Duphar, Weesp, 9th edition.
- Eckstein, F., 1920. Aus einer Feldstation für Stechmücken. *Zeitschr. angew. Entomol.* 6: 338-371.
- Eckstein, F., 1920. Zur Systematik der einheimischen Stechmücken. 3. vorläufige Mitteilung: die Männchen. *Zentralblatt für Bakteriologie*, 84: 223-240.
- Eckstein, F., 1920. Witterung und Stechmückenplage. *Zeitschr. angew. Entomol.* 6: 93-105.
- Edwards, F.W., H. Oldroyd en J. Smart, 1939: British blood sucking flies. W. Clows and Sons, London, 201 p.
- Eldridge, B.F., R.K. Washino en D. Henneberger, 1985. Control of snow pool mosquitoes with *Bacillus thuringiensis* serotype H-14 in mountain environments in California and Oregon. *Journal of the American Mosquito Control Association* 1: 69-75.
- Fallis, S.P. en K.R. Snow, 1983. Distribution of the eggs of *Aedes punctator* (Diptera: Culicidae). *Ecological Entomology* 8: 139-144.
- Fallis, S.P. en K.R. Snow, 1983. The hatching stimulus for eggs of *Aedes punctator* (Diptera: Culicidae). *Ecological Entomology* 8: 23-28.
- Fanara, D.M., R.G. Knepper en D.H. Ross, 1984: Field Tests of two Granular *Bacillus Thuringiensis* (H 14) Formulations against snowpool *Aedes* spp. *Mosq. News* 44: 236-239.
- Federova, V.G., 1976. Changes in the fauna and intensity of mosquito attacks under the influence of territory drainage in the Novgorod Region. *Med. parasitol.* 45: 568-573.
- Franke, J., 1981. Faunistisch ökologische Untersuchungen an Stechmücken (Diptera, Culicidae) des Bezirkes Erfurt unter Besonderer Berücksichtigung der Gattung *Aedes*. *Hercynia* 18(1): 65-86.
- Franz, J.M. en A. Krieg, 1972. Biologische Schädlings bekämpfung. Verlag Paul Parey, Berlin, 208 p.
- Fritz, H.G. en W. Heimer, 1981. Stechmückenbrutplätze im Naturschutzgebiet "Kühkopf knoblochsauce". Untersuchungen zur Begleitfauna, Möglichkeiten einer Minderung der Stechmückenplage. *Natur und Landschaft* 56(3): 80-84.
- Garcia, R., B. Des Rochers en W. Tozer, 1980. Preliminary field trials with *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* against *Aedes dorsalis* and *Culex tarsalis* in salt marshes. *Proc. Calif. Mosq. Vector Control Assoc.* 48: 37-39.
- Garcia, R., B. Des Rochers en W. Tozer, 1980. Studies on the toxicity of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* against organisms found in association with mosquito larvae. *Proc. Calif. Mosq. Vector Control Assoc.* 48: 33-36.
- Garcia, R., B. DesRochers en W. Tozer, 1981. Studies on *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* against mosquito larvae and other organisms. *Proc. Pap. 49th Ann. Conf. Calif. Mosq. Vector Contr. Assoc.* 49: 25-29.
- Garret, W. en S. White, 1977. Mosquito control with monomolecular organic surface films. *Mosq. News* 37(3): 344-353.
- Georghiou, G.P., V. Ariaratnam, M.E. Pasternak en S. Lin Chi, 1975. Organophosphorus Multiresistance in *Culex pipiens quinquefasciatus* in California. *J. Econ. Entomol.* 68: 461-467.
- Georghiou, G.P., S. Lee en D.H. de Vries, 1978. Development of Resistance to the Juvenoid Methoprene in the House Fly. *J. Econ. Entomol.* 71: 544-547.
- Gjullin, C.M., W.W. Yates en H.H. Stage, 1950. Studies on *Aedes vexans* (Meig.) and *Aedes sticticus* (Meig.), flood-water mosquitoes, in the lower Columbia River Valley. *Ann. Ent. Soc. Am.* 43: 262-275
- Grunwald, A., 1979. Stechmückenplagen und bekämpfung mit Umwelt schonenden Methoden im rheinlandpfälzischen Oberrhein gebiet. *Beitr. Landesplf. Rheinland Pfalz* 7: 13-52.
- Guille, G., 1975. Recherches eco-ethologiques sur *Coquillettidia* (*Coquillettidia*) *richiardi* (FICALBI, 1889) (Diptera, Culicidae) du littoral mediterraneen francais. *Annls. Scien. Nat. Zool.* 12: 229-272.

- Gutsevich, A.V., A.S. Monchadskii en A.A. Shtakel'berg, 1974. *Diptera. Mosquitoes, Family Culicidae*. 1974. Keter Jerusalem, Israel.
- Haddow, A.D., J.K. Moulton, R.R. Gerhardt, L.J. McCuiston en C.J. Jones, 2009. The mosquitoes of eastern Tennessee: studies on abundance, habitat preferences, and host-seeking behaviors. *J. Vector Ecology* 34: 70-80.
- Harksen, E., R. Mönke en H. Schumann, 1976. Faunistisch ökologische Untersuchungen zur Stechmückenfauna Berlins. *Dtsche Entomol. Zschr.* 23(4-5): 367-406.
- Harold, C.H., 1926. Studies on mosquito bionomics. *J. Roy. Army Med. Corps* 46: 180-197.
- Haufe, W.O., 1957. Physical Environment and Behaviour of Immature Stages of *Aedes communis* (Deg.) (Diptera : Culicidae) in Subarctic Canada. *The Canadian Entomologist* 120-139.
- Haufe, W.O. en L. Burgess, 1956. Development of *Aedes* (Diptera, Culicidae) at Fort Churchill, Manitoba and prediction of dates of emergence. *Ecology* 37: 500-519.
- Havelka, P., 1978. Rheinschnaken (Culiciden)Bekämpfung in rechtsseitigen Rheintal zwischen Karlsruhe und Mannheim im Jahr 1977 Culiciden Brutplätze. Veröff. Naturschutz Landschaftsplege Bad Württ. 47/48: 433-441.
- Hawley, W.A., 1988. The biology of *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc.* 1 4(Suppl): 1-40.
- Hearle, E., 1926. The Mosquitoes of the lower Fraser Valley, BC, and their control. *Nat Res Council. Report no* 17: 1-94
- Hemingway, J., 1982. Genetics of Organophosphate and Carbamate Resistance in *Anopheles atroparvus* (Diptera: Culicidae). *J. Econ. Entomol.* 75: 1055-1058.
- Henderson, J.P., R. Westwood en T. Galloway, 2006. An Assessment of the Effectiveness of the Mosquito Magnet Pro Model for Suppression of Nuisance Mosquitoes. *Journal of the American Mosquito Control Association* 22(3): 401-407.
- Hinman, E.H., 1930. A study of the food of mosquito larvae (Culicidae). *Am. J. Hyg.* 12: 238-270.
- Hocking, B., 1971. Blood sucking behaviour of terrestrial arthropods. *Ann. Rev. Entomol.* 16: 1-26.
- Horsfall, W.R. en M. Trpis, 1967. Eggs of floodwater mosquitoes. X. Conditioning and hatching of winterized eggs of *Aedes sricicus* (Diptera: Culicidae). *Ann. ent. Soc. Am.* 60: 1021-1025.
- Horsfall, W.R., 1955. *Mosquitoes. Their bionomics and Relation to Disease*. The Ronald Press Company, New York. 723 pp.
- Horsfall, W.R., P.T.M. Lum en L.M. Henderson, 1958. Eggs of floodwater mosquitoes, V Effect of oxygen on hatching of intact eggs. *An. Entomol Soc. Am.* 51: 209-213.
- Horsfall, W.R. 1956. Eggs of floodwater mosquitoes III (Diptera, Culicidae): conditioning and hatching of *Aedes vexans*. *Annals of the Entomological Society of America* 49: 66-71.
- Horsfall, W.R., 1963. Eggs of floodwater mosquitoes (Diptera: Culicidae). Local distribution. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 56: 426-441.
- Howard, L.O., H.G. Dyar en F. Knab, 1915. *The mosquitoes of North and Central America and the West Indies*. Carnegie Institution, Washington.
- Huang, Y.M., 1972. Contributions to the mosquito fauna of Southeast Asia. XIV. The subgenus *Stegomyia* of *Aedes* in Southeast Asia. I-The scutellaris group of species *Contr. Am. Ent. Inst.* 91: 1-109
- Iversen, F.M., 1971. The ecology of a mosquito population (*Aedes communis*) in a temporary pool in a Danish beech wood. *Arch. Hydrobiol.* 69(3): 309-332.
- Jaenson, T.G.T., 1988. Diel activity patterns of blood-seeking anthropophilic mosquitoes in central Sweden. *Med Vet. Entomol* 177-187.
- Jenkins, D.W. & Hasset C.C. 1951. Dispersal and Flight Range of Subartic Mosquitoes Marked with Radiophosphorus. *Can. J. Zool.* 39: 178-187.
- Jensen, T., P.E. Kaiser en D.R. Barnard, 1993. Short-Term Population Dynamics of Adult *Aedes dorsalis* (Diptera: Culicidae) in a Northern California Tidal Marsh. *J. Med. Entomol.* 302: 374-377.
- Johnson, G.D. en M.S. Mulla, 1982. Suppression of Nuisance Aquatic Midges with a Urea Insect Growth Regulator. *J. Econ. Entomol.* 75: 297-300.

- Joslyn, D.J. en D. Fish, 1986. Adult dispersal of *Aedes communis* using Giemsa self-marking. *J Am Mosq Control Assoc* 2:89-90.
- Khelevin, N.V., 1961. External factors affecting the hatching of larvae and number of generations of *Aedes vexans* (Meigen) (Diptera: Culicidae). *Med. Parazit. i Parazitar. Bolezni.* 30: 43-48.
- McHaffey, D.G., 1972. Photoperiod and temperature influences on diapause in eggs of the floodwater mosquito *Aedes vexans* (Meigen) (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology* 9: 564-571.
- Kirschberg, E. en Petri, K. 1955. Über die Zusammenhänge zwischen Verbreitung und Überwinterungsmodus bei der stechmücke *Aedes (Ochlerotatus) rusticus* Rossi. *Beiträge zur Kenntnis der Culicidae. III. Z. angew. Zool.* 42: 81-94.
- Kirschberg, E., 1958. Der frühjährliche Tempertürgang in Berliner *Aedes* Brutgewässern. *Proc. 10th Int. Cong. Ent.* 3: 859-866.
- Knott, W., 1959. Niederrheinische Stechmücken – Ein Beitrag zur Ökologie der Culiciden. *Hydrobiologia* 13: 1-127.
- Krieg, A., 1986. *Bacillus thuringiensis*, ein mikrobielles Insektizid. Beihefte zur *Phytopath. Zschr. Acta Phytomedica* 10.
- Kriegerowski, L., 1980. Die Dezimierung von Stechmücken mit landschaftsgestaltenden Massnahmen am Beispiel eines (West)Berliner Feuchtgebietes. *Natur und Landschaft* 55: 291-295.
- Küchlein, J.H. en J. Ringelberg, 1964. Further investigations on the distribution of hibernating *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) in artificial marl caves in South Limburg (Netherlands). *Ent. exp. and appl.* 7: 25-46.
- Lacey, L.A. en A.H. Undeen, 1986. Microbial control of Black Flies and Mosquitoes. *Ann. Rev. Entomol.* 31: 265-296.
- Lacey, L.A. en M.S. Mulla, 1977. Larvicidal and Onicidal Activity of Dimilin Against *Simulium vittatum*. *J. Econ. Entomol.* 70: 369-373.
- Lakhani, K.H. en M.W. Service, 1974. Estimated mortalities of the immature stages of *Aedes cantans* (Mg.) (Diptera, Culicidae) in a natural habitat. *Bull. ent. Res* 64: 265-276.
- Lang, W.D., 1920. A handbook of British mosquitoes. London, 125 pp.
- Lüthy, P. et al., 1980. Field efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. *Mitt. Schweiz. Entomol. Gess.* 53: 3-9.
- Macan, T.T., 1961. Factors that limit the range of freshwater animals. *Biol. Rev.* 36: 151-198.
- Mail, G.A., 1934. The mosquitoes of Montana. *Mont. St. Coll. Agric. Exp. stn Bull.* 288.
- Maire en Langis, 1985. Oviposition responses of *Aedes (Ochlerotatus) communis* (Diptera: Culicidae) to larval holding water. *J Med. Entomol.* 22(1): 111-112.
- Margalit, J. en H. Bobroglo, 1984. The effect of organic materials and solids in water on the persistence of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* Serotype H 14. *Z. ang. Entomol.* 97: 516-520.
- Marshall, J.F., 1938. The British mosquitoes. Wm. Cloues & Sons, London, 341 p.
- Martini, E., 1931. Die Fliegen der palaearktischen Region, Culicidae. (Linder E ed), Stuttgart 11/12: 1-398.
- Martini, E. en E. Teubner, 1933: Über das Verhalten von Stechmücken besonders von *Anopheles maculipennis* bei verschiedenen Temperaturen und Luftfeuchtigkeit. *Arch. Schiffs Tropenhyg.* 37: 1-83.
- McDonald, S., 1981. Evaluation of Organophosphorus and Pyrethroid Insecticides for Control of the Pale Western Cutworm. *J. Econ. Entomol.* 74: 45-48.
- McHaffey, D.G., 1972. Photoperiod and temperature influences on diapause in eggs of the floodwater mosquito *Aedes nigromaculis* (Ludlow) (Diptera: Culicidae). *Mosq. News* 32: 51-61.
- Medlock, J.M., K.R. Snow en S. Leach, 2005. Potential transmission of West Nile virus in the British Isles: an ecological review of candidate mosquito bridge vectors. *Med. Vet. Entomol.* 19: 2-21.
- Medlock, J.M., D. Avenell, I. Barrass en S. Leach, 2006. Analysis of the potential for survival and seasonal activity of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in the United Kingdom. *Journal of Vector Ecology* 31 (2): 292-304.
- Mehl, R., T. Traavik en R. Wiger, 1983. The composition of the mosquito fauna in selected biotopes for arbovirus studies in Norway. *Fauna norv. serv. B.* 30: 14-24.

- Merriam, T.L. en R.C. Axtell, 1983. Field evaluation of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* for control of *Aedes taeniorhynchus* in salt marsh pools. *Mosq. News* 43: 84-86.
- Metge, G. en K. Hassaine, 1998. Study of the environmental factors associated with oviposition by *Aedes caspius* and *Aedes detritus* along a transect in Algeria. *J Am Mosq Ctrl Ass* 14: 283-285
- Miura, T. et al., 1976. Effects of the Insect Growth Inhibitor Dimilin, on Hatching of Mosquito Eggs. *J. Econ. Entomol.* 69, 655-658.
- Miura, T. et al., 1982. Impact of the use of candidate bacterial mosquito larvicides on some selected aquatic organisms. *Proc. Calif. Mosq. Vector Control Assoc.* 48, 45-48.
- Mohrig, W., 1964. Faunistisch ökologische Untersuchungen an Culiciden der Umgebung von Greifswald. *Deut. Entomol. Zsch.* 11, 327-352.
- Mohrig, W., 1969. Die Culiciden Deutschlands. Untersuchungen zur Taxonomie, Biologie und Ökologie der einheimischen Stechmücken. *Parasitol. Schriftenr.* 18, Gustav Fischer Verlag, Jena, Germany.
- Molloy, D. en H. Jamnback, 1981. Field Evaluation of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* as a Black Fly Biocontrol Agent and its Effect on Nontarget Stream Insects. *Entomol. Soc. Am.* 74: 314-318.
- Moncadsky, A.S., 1951. Culicinae larve of blood sucking mosquitoes in the USSR and neighbouring countries. *Natbeh, Moskva.*
- Mulla, M.S., 1974. Insect Growth Regulators: Evaluation Procedures and Activity Against Mosquitoes. *J. Econ. Entomol.* 67: 329-332.
- Mulla, M.S. en H.A. Darwazeh, 1975. Activity and Longevity of Insect Growth Regulators Against Mosquitoes. *J. Econ. Entomol.* 68: 791-794.
- Mulla, M.S., W.L. Kramer en D.R. Barnard, 1976. Insect Growth Regulators for Control of Chironomid Midges in Residential Recreational Lakes. *J. Econ. Entomol.* 69: 285-291.
- Mulla, M.S. en H.A. Darwazeh, 1976. The IGR Dimilin and its Formulations Against Mosquitoes. *J. Econ. Entomol.* 69: 309-312.
- Müller, P., 1965. Beiträge zur Kenntnis der Culicidenfauna in einigen Erholungsgebieten des Bezirkes Rostock und Frankfurt/Oder. *Angew. Parasitol.* 5: 90-101.
- Mulligan, F.S. en C.H. Schaefer, 1981. Integration of a selective mosquito control agent *Bacillus thuringiensis* serotype H 14 with natural predator populations in pesticide sensitive habitats. *Proc. and papers of the 49 th Annual Conference of the Calif. Mosq. Vector Control Assoc.*, 19-22.
- Natvig, L.R., 1948. Contributions to the knowledge of the Danish and Fennoscandian mosquitoes, Culicini. *Norsk. Entomol. Tidskr Suppl. I.* 1-567.
- Nielsen, E.T. en A.T. Nielsen, 1953. Field observations on the habits of *Aedes taeniorhynchus*. *Ecology* 34: 141-156.
- Nielsen, L.T., 1957. Notes on the flight ranges of Rocky Mountain mosquitoes of the genus *Aedes*. *Utah Academy Proceedings*, 1957.
- Nimmo, W.B. en M.J. Guswilt, 1984. Environmental Aspects of Dimilin Application in Forestry. *Proc. Dimilin Forestry Seminar*, Duphar B.V., Weesp.
- Ockert, G., 1970. Beiträge zur Culiciden Fauna (Diptera Culicidae) der Landschaften zwischen Unterharzhochfläche mittlere Elbe und Unstrutniederung. *Hercynia* 7: 250-267.
- Olin, G., 1972. The occurrence and mode of transmission of Tularemia in Sweden. *Acta Path. Microbiol. Scand.* 19, 220-247.
- Olson, J.K. en W.R. Horsfall, 1972. Thermal stress and anomalous development of mosquitoes (Diptera, Culicidae). Gonadal response to fluctuating temperature. *Ann. Zool. Fennici* 9: 98-110.
- Onyeka, J.O.A., 1983. Studies on the natural predators of *Culex pipiens* L. and *C. torrentium* Martini (Diptera: Culicidae) in England. *Bull. Ent. Res.* 73: 185-194.
- Packer, M.J. en P.S. Corbet, 1989. Size variation and reproductive success of female *Aedes punctator* (Diptera, Culicidae). *Ecol. Entomol.* 14: 297-309.
- Parker, B.M., 1979. Development of the mosquito *Aedes dorsalis* (Diptera: Culicidae) in relation to temperature and salinity. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 72: 105-108.

- Petric, D., 1989. Seasonal and daily activity of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Vojvodina. PhD Thesis (manusc.), University of Novi Sad, Faculty of Agronomy, Novi Sad, 180 pp.
- Petric, D., 1999. Validation of CO2 trap data in three european regions. Proceedings of the third international conference on urban pests, 437-445.
- Peus, F., 1929. Beiträge zur Faunistik und Ökologie der einheimischen Culiciden. Z. F. Desinfektion 4: 92-98.
- Peus, F., 1932. Die Stechmückenplage im Spreewald und die Möglichkeit ihrer Bekämpfung. Gesund. Techn., 133-202.
- Peus, F., 1935. Theobaldia (Subg. Culicella) ochroptera sp., eine bisher unbekannte Stechmücke. Märk. Tierw. 113-121.
- Peus, F., 1951. Stechmücken. Die Neue Brehm Bücherei, 80 p.
- Peus, F., 1951. Die Stechmückenplage und ihre Bekämpfung . Teil 2: Die Aedes Mücken. Z. hyg. Zool. Schädlingsbek. 32: 49-79.
- Peus, F., 1975. Die "Rheinschnaken" (Diptera, Culicidae), Arten, Lebensweise, Ökologie, Massenentfaltung, Gegenwehr. Zeitschr. für Angewandte Zoologie 62(2): 231-242.
- Pires, C., H. Ribeiro, R. Capela en H. Ramos, 1982. Research on the mosquitoes of Portugal (Diptera, Culicidae) VI – The mosquitoes of Alentejo. An. Inst. Hig. Med. Trop. 8: 79-101.
- Platt, R.B., G.J. Love en E.L. Williams, 1958. A positive correlation between relative humidity and the distribution and abundance of Aedes vexans. Ecology 39: 167-169.
- Price, M., 1968. The taxonomy and biology of two sympatric sibling species of Culex, C. pipiens and C. torrentium (Diptera: Culicidae). J. Zool. Lond. 156: 313–323.
- Ramoska, W.A., S. Watts en R.E. Rodriguez, 1982. Influence of Suspended Particulates on the Activity of Bacillus thuringiensis Serotype H 14 Against Mosquito Larvae. J. Econ. Entomol. 75: 1-4.
- Reinert, J.A. en K.M. Portier, 1983. Distribution and Characterization of Organophosphate Resistant Southern Chinch Bugs (Heteroptera: Lygaeidae) in Florida. J. Econ. Entomol. 76: 1187-1190.
- Renshaw, M., M.W. Service en M.H. Birley, 1994. Size variation and reproductive success in the mosquito Aedes cantans. Medical and Veterinary Entomology 8: 179-186.
- Renshaw, M., M.W. Service en M.H. Birley, 1994. Host finding, feeding patterns and evidence for a memorized home range of the mosquito Aedes cantans. Medical and Veterinary Entomology 8: 187-193.
- Renshaw, M., J.B. Silver, M.W. Service en M.H. Birley, 1995. Spatial dispersion patterns of larval Aedes cantans (Diptera: Culicidae) in temporary woodland pools. Bull. Ent. Res. 85: 125-133
- Rettich, F. 1983. Effects of Bacillus thuringiensis serotype H 14 on mosquito larvae in the Elbe lowland. Acta ent. bohemoslov 80: 21-28.
- Reusken, C., A. de Vries, J. Buijs, M. Braks, W. den Hartog en E.-J. Scholte, 2010. First evidence for presence of Culex pipiens biotype molestus in the Netherlands, and of hybrid biotype pipiens and molestus in northern Europe. J. Vector Ecology 35: 210-212.
- Rioux, J.A., 1958. Les culicides du "Midi" Mediter- ranean. Paris Editions Paul LeChevalier. Encyclopedie Entomologique 35. 303 pp.
- Rioux, J.A., H. Croset, J.J. Corre, P. Simonneau en G. Gras, 1968. Phyto-ecological basis of mosquito control: cartography of larval biotopes. Mosquito News 28: 572-582.
- Roberts, C.R., 2001. Egg hatching of mosquitoes Aedes caspius and Ae. vittatus stimulated by water vibrations. Medical and Veterinary Entomology 15: 215-218.
- Rohnert, U., 1950. Wassererfullte Baumhöhlen und ihre Besiedlung. Ein Beitrag zur Fauna dendrolimnetica. Arch. Hydrobiol. 44: 472–516.
- Rudolfs, W., 1925. Relation between, temperature, humidity and activity of house mosquitoes. J. N.Y. Ent. Soc. 33: 163-169.
- Rydzanicz, K. en E. Lonc, 2003. Species composition and seasonal dynamics of mosquito larvae in the Wroclaw area, Poland. Journal of Vector Ecology, 28: 255-266.
- Sanders, H.O., D.E. Walsh en R.S. Campbell, 1981. Abate: Effects of the Organophosphate Insecticide on Bluegills and Invertebrates in Ponds. U.S. Dep. of the Int. Fish and Wildl. Serv. 1-6.

- Schaefer, C.H. en W.H. Wilder, 1973. Insect Development Inhibitors. 2. Effects on Target Mosquito Species. J. Econ. Entomol. 66: 913-916.
- Schaefer, C.H., 1978. New Substituted Benzamides with Promising Activity Against Mosquitoes. J. Econ. Entomol. 71: 427-430.
- Schaefer, C.H., W.H. Wilder en F.S. Mulligan, 1975. A Practical Evaluation of TH6040 as a Mosquito Agent in California. J. Econ. Entomol. 68: 183-185.
- Schaefer, C.H., T. Miura en W.H. Wilder, 1981. Biological activity of two new substituted benzamides against mosquitoes and nontarget organisms. J. Econ. Entomol. 74: 658-661.
- Schäfer, M. en J.O. Lundström, 2001. Comparison of mosquito (Diptera: Culicidae) fauna characteristics of forested wetlands in Sweden. Ann. Entomol. Soc. Am. 94: 576-582.
- Schäfer, M.L., E. Lundkvist, J. Landin, T.Z. Persson en J.O. Lundström, 2006. Influence of landscape structure on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and dytiscids (Coleoptera: Dytiscidae) at five spatial scales in Swedish wetlands. Wetlands 26: 57-68.
- Schäfer, M.L., V. Storch, A. Kaiser, M. Beck en N. Becker, 1997. Dispersal behavior of adult snow melt mosquitoes in the upper Rhine valley, Germany. Journal of Vector Ecology 22: 1-5.
- Schaffner, F., 2001. The mosquitoes of Europe. CD-ROM Series title Collection Didactiques (ISSN 1142-2580)
- Scherpner, Ch., 1960. Zur Ökologie und Biologie der Stechmücken des Gebietes von Frankfurt am Main (Diptera: Culicidae). Mitt. Zool. Mus. Berlin 36: 49-99.
- Schmidt, G. J.C.M. van Haren, 1988. Achtergronden van een steekmuggenplaag; steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijkvenen 2.
- Schmidt, C.D. en S.E. Kunz, 1980. Testing Immature Laboratory reared Stable Flies and Horn Flies for Susceptibility to Insecticides. J. Econ. Entomol. 73: 702-703.
- Schneider, P., 1913. Beitrag zur Kenntnis der Culiciden in der Umgebung von Bonn. – Verh. Naturhist. Ver. Preuss. Rheinl. Westf. 70: 1-54.
- Schnetter, W., S. Engler, J. Morawcsik en N. Becker, 1983. Anwendung von *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* Präparaten gegen Stechmücken am Oberrhein. Mitt. dtsch. Ges. alg. angew. Ent. 4: 18-25.
- Schnetter, W., S. Engler, J. Morawcsik en N. Becker, 1981. Wirksamkeit von *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* gegen Stechmückenlarven und Non-target Organismen. Mitt. dtsch. Ges. Allg. ang. Entomol. 2: 195-202.
- Serandour, J., D. Rey en M. Raveton, 2006. Behavioural adaptation of *Coquillettidia* (*Coquillettidia*) *richiardi* larvae to underwater life: environmental cues governing plant-insect interaction. Entomologia Experimentalis et Applicata 120: 195–200.
- Serandour J., J. Willison, W. Thuiller, P. Ravanel, G. Lemperiere en M. Raveton, 2010. Environmental drivers for *Coquillettidia* mosquito habitat selection: a method to highlight key field factors. Hydrobiologia 652: 377-388.
- Service, M.W., 1968. The ecology of the immature stages of *Aedes detritus* (Diptera: Culicidae). J. Appl. Ecol. 5: 613–630.
- Service, M.W., 1969. Observations on the ecology of some British mosquitoes. Bull. ent. Res. 59: 161-194.
- Service, M.W. 1971. Conservation and the Control of Biting Flies in Temperate Regions. Biological Cons. 3 (2):113-122.
- Service, M.W., 1971. The daytime distribution of mosquitoes resting in vegetation. J. Med. Ent. 8 (3): 271-278.
- Service, M.W., 1971. Flight periodicities and vertical distribution of *Aedes cantans* (Mg.), *A. geniculatus* (Ol.), *Anopheles plumbeus* Steph. and *Culex pipiens* L. (Diptera, Culicidae) in southern England. Bull. ent. Res. 60: 639-651.
- Service, M.W., 1972. An inland freshwater population of the salt marsh mosquito *Aedes detritus* (Haliday). J. Entomol. 46 (2):117-121.

- Service, M.W., 1973. Study of the natural predators of *Aedes cantans* (Meigen) using the precipitin test. *J. Med. Ent.* 10 (5): 503-510.
- Service, M.W., 1976. Mosquito ecology. Field sampling methods. Applied science publishers LTD. Barking, Essex. England. 583 pp.
- Service, M.W., 1977. Ecological and biological studies on *Aedes cantans* (Meig.) (Diptera: Culicidae) in southern England. *J. Appl. Ecol.* 14: 159-196.
- Siverly, R.E. en G.R. Defoliart, 1968. Mosquito studies in northern Wisconsin. Larval studies. *Mosq. News* 28: 149-154.
- Skierska, B., 1965. Ecological studies of the occurrence and distribution of Culicinae fauna in the coastal forest belt. *Ekologia Polska* 13 (27): 527-571.
- Shlonova, M.F., 1952. Temperaturbedingungen des larvenschlupfes aus ruhenden eiern. *Med. Parazit. I. Parazitarn. Bol.* 6: 541-544.
- Snow, K.R., 1987. Seasonal emergence pattern of *Aedes punctator* and *Aedes cantans* in southern England. *Entomologist's Gazette* 38: 253-262.
- Staiger, L.E., G.B. Quistad en D.A. Schooley, 1983. Stability of (5 14C) Methoprene on Cigarette Filler Tobacco in Glass Jars and Bright Leaf Tobacco in Simulated Hogsheads. *J. Econ. Entomol.* 76(5): 999-1001.
- Surtees, G., 1995. Functional and morphological adaptations of the larval mouthparts in the sub family Culicinae (Diptera) with a review of some related studies by Montschadsky. *Proc. Roy. Ent. Soc. London* 34: 7-16.
- Tischler, W., 1984. Einführung in die Ökologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York
- Toma, L., F. Severini, M. Di Luca, A. Bella en R. Romi, 2003. Seasonal patterns of oviposition and egg hatching rate of *Aedes albopictus* in Rome. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 19, 19-22.
- Trpis, M. en W.R. Horsfall, 1967. Eggs of floodwater mosquitoes (Diptera: Culicidae). XI. Effect of medium on hatching of *Aedes sticticus*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 60: 1150-1152.
- Trpis, M., W.O. Haufe en J.A. Shemanchuk, 1973. Embryonic development of *Aedes (O) sticticus* (Diptera-Culicidae) in relation to different constant temperatures. *The Canadian Entomologist* 105: 43-50.
- Trpis, M. en J.A. Shemanchuk, 1970. Effect of constant temperature on the larval development of *Aedes vexans* (Diptera: Culicidae). *Can. Ent.* 102: 1048-1051.
- Verdonschot et al., 1988. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijkswenen
- Verdonschot et al., 1994. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijkswenen 6
- Vogel, R., 1940. Zur Kenntnis der Stechmücken Württembergs. Teil 3. *Jh. Ver. vaterl. Naturkd. Württ.* 96: 97-116.
- Voorhoeve, C.G., 1969. Ecology and biology of mosquitoes: report of my practical stage at Monks wood experimental station. L.U. Wageningen, 40 pp.
- Wallace, J.B. en R.W. Merrit, 1980. Filter feeding ecology of aquatic insects. *Ann. Rev. Ent.* 25: 103-132.
- Waterston, J., 1918. On the mosquitoes of Macedonia. *Bull. Ent. Res.* 9: 1-2.
- Wesenberg, Lund C., 1920/21. Contributions to the biology of the Danish Culicidae. *Kongel. Danske Videnskab. Selsk. Skrifter, Naturvidensk Mathem. Afd.* 8: 210 pp.
- Wesenberg, Lund C., 1943. Biologie der Süßwasserinsekten. Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag (Kopenhagen) und Verlag. Berlin, Wien.
- Wiberg Larsen, P., 1978. Species composition, succession of instars and mortality among the immature stages of *Aedes* spp. inhabiting some Danish forests pools. *Arch. Hydrobiol.* 84(2):180-198.
- Williams, C.M., 1967. Third generation pesticides. *Scient. Am.* 217: 13-17.
- Windeguth, D.L. von en R.S. Patterson, 1966. The effects of two organic phosphate insecticides on segments of the aquatic biota. *Mosq. News* 26: 377-380.
- Wojnarowicz, J., 1960. Culicinae larvae of small ponds. *Polskie Arch. Hydrobiol.* 8: 183-221.
- Wood, D.M., P.T. Dang en R.A.E. Ellis, 1979. The insects of Canada. Culicidae Canada Department of Agriculture Ottawa, Canada.

- World Health Organization, 1967. Mosquito ecology. W.H.O. Techn. Rep. Ser., 368 pp.
- World Health Organization, 1982. Manual on environmental management for mosquito control with species emphasis on malaria vectors. W.H.O., Geneva.
- Wraight, S.P., D. Molloy, H. Jamnback en P. McCoy, 1980. Effects of Temperature and Instar on the Efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* and *Bacillus sphaericus* Strain 1593 against *Aedes stimulans* larvae. *J. Invert. Path.* 38: 78-87.
- Yakubovich, V.Y., 1976. Evaluation of the role of the day length and temperature in reactivation of eggs of the genus *Aedes* in the Moscow region. *Med. Parasitol.* 45: 701-704.
- Zielke, E., 1970. Beobachtungen über die Zusammensetzung der Stechmücken von Hamburg und Umgebung. *Ent. Mittl.* 70: 98-120.

Knutten

- Balczun, C., B. Vorsprach, C.K. Meiser en G.A. Schaub, 2009. Changes of the abundance of *Culicoides obsoletus* ss and *Culicoides scoticus* in Southwest Germany identified by a PCR-based differentiation. *Parasitol. Res.* 105: 345-349.
- Baldet, T., J.-C. Delécolle, B. Mathieu, S. de La Rocque en F. Roger, 2004. Entomological surveillance of bluetongue in France in 2002. *Veterinaria Italiana* 40(3): 226-231.
- Birley, M.H en J.P.T. Boorman, 1982. Estimating the survival and biting rates of haematophagus insects, with particular reference to the *Culicoides obsoletus* group (Diptera, Ceratopogonidae) in southern England. *J. Anim. Ecol.* 51: 135-148.
- Blackwell, A., K.A. Lock, B. Marshall, B. Boag en S.C. Gordon, 1999. The spatial distribution of larvae of *Culicoides impunctatus* biting midges. *Medical and Veterinary Entomology* 13: 362-371.
- Blackwell, A. en F.C. King, 1997. Vertical distribution of *Culicoides impunctatus* larvae. *Medical and Veterinary Entomology* 11: 45-48.
- Blackwell, A. en S.J. Page, 2003. Biting Midges and Tourism in Scotland. *Managing Tourist Health and Safety in the New Millennium: Global Perspectives Advances in Tourism Research Series* (ed. by J. Wilks en S. J. Page), pp. 177-196. Elsevier Science, Oxford.
- Blackwell, A., 2008. Biting Midges, *Culicoides* spp. (Diptera: Ceratopogonidae). *Encyclopedia of Entomology*. Springer.
- Blackwell, A., 1997. Diel flight periodicity of the biting midge *Culicoides impunctatus* and the effects of meteorological conditions. *Med. Vet. Entomol.* 11: 361-367.
- Blackwell, A., C. Dyer, A.T. Mordue, L.J. Wadhams en W. Mordue, 1994. Field and laboratory evidence for a volatile pheromone produced by parous females of the Scottish biting midge, *Culicoides impunctatus*. *Physiological Entomology*, 19: 251-257.
- Blackwell, A., A.J.M., A.J.M. Mordue en W. Mordue, 1994. Identification of bloodmeals of the Scottish Biting Midge, *Culicoides impunctatus*, by indirect enzyme-linked-immunosorbent assay (Elisa). *Medical and Veterinary Entomology* 8: 20-24.
- Boorman, J. en P. Goddard, 1970. Observations on the biology of *Culicoides impunctatus* Goetgh. (Diptera: Ceratopogonidae) in southern England. *Bull. Entomol. Res.* 60:189-198.
- Boorman, J., 1993. Biting midges (Ceratopogonidae). In: Lane R.P., Crosskey R.W. (eds), *Medical insects and arachnids*. Chapman & Hall, London, pp 289-309.
- Boorman, J.P.T. en D.V. Hagan, 2007. A name list of world *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). http://campus.belmont.edu/cienews/culicoides_worldlist.html
- Borkent, A., 2005. Chapter 10. Ceratopogonidae. 113-126. In Marquart, WC *Biology of Disease Vectors*, 2nd ed. San Diego, CA Elsevier Academic Press. 632 pp.
- Borkent, A., 2007. World list of biting midges (Diptera: Ceratopogonidae). [<http://www.inhs.uiuc.edu/research/FLYTREE/CeratopogonidaeCatalog.pdf>]
- Braverman, Y., R. Galun en M. Ziv, 1974. Breeding sites of some *Culicoides* species (Diptera, Ceratopogonidae) in Israel. *Mosquito News* 34: 303-308.

- Campbell, J.A. en E.C. Pelham-Clinton, 1960. A taxonomic review of the British species of *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae). *Proc R Soc Edinburgh (B)* 67: 181–302.
- Carpenter, S., P.S. Mellor en S.J. Torr, 2008. Control techniques for *Culicoides* biting midges and their application in the UK and northwestern Palaearctic. *Medical and Veterinary Entomology* 22(3): 175-187.
- Carpenter, S., H.L. Lunt, D. Arav, G.J. Venter P.S. Mellor, 2006. Oral susceptibility to bluetongue virus of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) from the United Kingdom. *J. Med. Entomol.* 43: 73–78.
- Caspers, N., 1980. Die Makrozoobenthos-Gesellschaften des Rheins bei Bonn. *Decheniana* 133: 93-106.
- Conte, A., M. Goffredo, C. Ippoliti en R. Meiswinkel, 2007. Influence of biotic and abiotic factors on the distribution and abundance of *Culicoides imicola* and the *Obsoletus* Complex in Italy. *Vet. Parasitol.* 150: 333–344.
- Coyler, C.N. en C.O. Hammond, 1951. *Flies of the British Isles*. Warne, London & New York, 383 pp.
- Downes, J.A., 1950. Habits and Life-Cycle of *Culicoides nubeculosus*. *Nature* 166: 510-511.
- Downes, J.A., 1958. The feeding habits of biting flies and their significance in classification. *Annual Review of Entomology* 3: 249-266.
- Foxi, C. en G. Delrio, 2010. Larval habitats and seasonal abundance of *Culicoides* biting midges found in association with sheep in northern Sardinia, Italy. *Medical and Veterinary Entomology* 24(2): 199-209.
- Glukhova, V.M., 1979. Larvae of the biting midges of the subfamilies Palpomyiinae and Ceratopogoninae of the Soviet Union. *Keys to the Soviet Union Fauna* 121, Nauka, Leningrad.
- Glukhova, V.M., 1989. Blood-sucking midges of the genera *Culicoides* and *Forcipomyia* (Ceratopogonidae). *Fauna of the USSR*, 139,3,5a, 408. Nauka, Leningrad.
- Goetghebuer, M., 1934. 13 a. Heleidae (Ceratopogonidae). In: Lindner E. (Ed.) *Die Fliegen der Palaearctischen Region* 1-94.
- Gutsevich, A.V., 1973. The blood-sucking midges (Ceratopogonidae). *Fauna USSR. Diptera. Vol. 3, part 5*. Nauka, Leningrad. 270 pp. (In Russian).
- Havelka, P. en N. Caspers, 1981. Die Gnizen (Diptera, Nematocera, Ceratopogonidae) eines kleinen Waldbaches bei Bonn. *Decheniana* 25: 1-100.
- Higler, L.W.G., 2001. Literatuuronderzoek naar de mogelijkheden van het ontstaan van plagen door steekmuggen. *Alterra-rapport* 208, 45 pp.
- Hill, M.A., 1947. The life-cycle and habits of *Culicoides impunctatus* Goetghebuer and *Culicoides obsoletus* Meigen, together with some observations on the life-cycle of *Culicoides odibilis* Austen, *Culicoides pallidicornis* Kieffer, *Culicoides cubita* lis Edwards and *Culicoides chiopterus* Meigen. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* 41(1): 55-115.
- <http://news.scotsman.com/midges/Midges-meet-their-match-as.3291748.jpg>
- Jobling, B., 1953. On the blood-sucking midge *Culicoides vexans* Stager, including the description of its eggs and the first-stage larva. *Parasitology* 43: 148-159.
- Kettle, D.S. en J.W.H. Lawson, 1952. The early Stages of British Biting Midges *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) and allied Genera. *Bulletin of Entomological Research* 43: 421-467.
- Kettle, D.S. en J.W.H. Lawson, 1955. Descriptions of two species of *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) new to science. *Proceedings of the Royal Entomological Society of London. Series B, Taxonomy* 24(3-4): 37–47.
- Kettle, D.S., 1951. The spatial Distribution of *Culicoides impunctatus* Goet. under woodland and moorland Conditions and its Flight Range through Woodland. *Bulletin of Entomological Research* 42: 239-291.
- Kettle, D.S., 1962. The bionomics and control of *Culicoides* and *Leptoconops* (Diptera, Ceratopogonidae – Heleidae). *Annual Review of Entomology* 7: 401–418.
- Kettle, D.S. 1968. The biting habits of *Culicoides furens* (Poey) and *C. barbosai* Wirth & Blanton. II. Effect of meteorological conditions. *Bulletin of Entomological Research* 59: 241-258.
- Kettle, D.S., 1977. Biology and bionomics of bloodsucking ceratopogonids. *Annual Review of Entomology* 22: 33–51.

- Kettle, D.S., P.B. Edwards en A. Barnes, 1998. Factors affecting numbers of *Culicoides* in truck traps in coastal Queensland. *Medical and Veterinary Entomology* 12(4): 367–377.
- Kettle, D.S., R.H. Nash en B.A. Hopkins, 1956. Field tests with larvicides against *Culicoides impunctatus* Goetgh. in Scotland. *Bull. Entomol. Res.* 47: 553-573.
- Lawson, J.W.H., 1951. The anatomy and morphology of the early stages of *Culicoides nubeculosus* Meigen (Diptera: Ceratopogonidae = Heleidae). *Trans. E. ent. Soc. Lond.* 102: 511-570.
- Lewis, D.J., 1958. Some observations on Ceratopogonidae and Simuliidae (Diptera) in Jamaica. *Journal of Natural History Series* 13. 1(11): 721-732.
- Lewis, T. en L.R. Taylor, 1965. Diurnal periodicity of flight by insects. *Trans. R. Entomol. Soc. London* 116: 393-476.
- Linley, J.R., 1998. Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) and human health. *Journal of Medical Entomology* 20(4): 347-364.
- Mair, J. en A. Blackwell, 1998. Effect of age and multiple mating on the mating behavior of *Culicoides nubeculosus* (Diptera: Ceratopogonidae). *J. Med. Entomol.*, 35(6): 996-1001.
- Meiswinkel, R., T. Baldet, R. de Deken, W. Takken, J.-C. Delécolle en P.S. Mellor, The 2006 outbreak of bluetongue in northern Europe - The entomological perspective. *Preventive Veterinary Medicine* 87(1-2): 55-63.
- Mellor, P.S. en G. Pitzolie, 1979. Observations on breeding sites and light-trap collections of *Culicoides* during an outbreak of bluetongue in Cyprus. *Bull. Entomol. Res.* 69, 229–234.
- Mellor, P.S., J. Boorman en M. Baylis, 2000. *Culicoides* biting midges: their role as arbovirus vectors. *Ann. Rev. Entomol.* 45: 307–340.
- Muijskens, J., 2008. The overwintering behaviour of adult *Culicoides* species on livestock farms in the Netherlands and the effect of indoor insecticidal treatment on *Culicoides* species density. Thesis report Lab. Of Entomology, Wageningen UR. 61 pp.
- Muradov, S.M., 1973. Sites of day resting-places and shelters of biting midges. *Veterinariia* 7: 33-34.
- Murray, W.S., 1957. Investigations on the bionomics of *Culicoides obsoletus* (Meigen) and other biting midges at Mount Solon, Virginia. *Mosquito News* 17: 77.
- Murray, M.D., 1987. Local dispersal of the biting midge *Culicoides brevitarsis* Kieffer (Diptera: Ceratopogonidae) in south-eastern Australia. *Aust. J. Zool.* 35: 559–573.
- Olbrich, S. 1987. Untersuchungen zur Biologie von Gnitzten der Gattung *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) an Weiderindern in Norddeutschland. Ergebnisse aus dem Freiland und dem Laboratorium. Dissertation, Tierärztl. Hochschule Hannover.
- Ortega, M.D., F.R. Holbrook en J.E. Lloyd, 1999. Seasonal distribution and relationship to temperature and precipitation of the most abundant species of *Culicoides* in five provinces of Andalusia, Spain. *Journal of American Mosquito Control Association* 15: 391–399.
- Parker, A.H., 1949 Observations on the seasonal and daily incidence of certain biting midges (*Culicoides latreille* - Diptera, Ceratopogonidae) in Scotland. *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 100(7): 179–190.
- Pratt, R.L., B.L. Morris en G.J. Daley, 1949. Climatic studies: effect of meteorological factors in *Culicoides* activity. Interim Report No. 0-137. Progress Report of the Alaska Insect Project for 1948.
- Reuben, R., 1963. A comparison of trap catches of *Culicoides impunctatus* Goetghebeur (Diptera: Ceratopogonidae) with meteorological data. *Proc. R. Entomol. Soc. Lond. Ser. A* 38: 181-93.
- Sanders, C., L. Burgin, S. Carpenter en J. Gloster, 2010. Bluetongue on the wind: long distance dispersal of *Culicoides* vectors. *NJF Seminar* 430.
- Savini G., M. Goffredo, F. Monaco, A. Di Gennaro, M.A. Cafiero, L. Baldi, P. De Santis, R. Meiswinkel en V. Caporale, 2005. Bluetongue virus isolations from midges belonging to the *Obsoletus* complex (Diptera: Ceratopogonidae) in Italy. *Vet. Rec.* 157: 133–139.
- Service, M.W., 1968. The susceptibility of adults of *Culicoides impunctatus* Goetghebuer and *C. obsoletus* (Meigen) to DDT and Dieldrin. *Mosquito News* 28: 544–547.

- Service, M.W., 1969. Studies on the biting habits of *Culicoides impunctatus* Goetghebuer, *C. obsoletus* (Meigen) and *C. punctatus* (Meigen) (Diptera: Ceratopogonidae) in southern England. Proceedings of the Royal Entomological Society of London Series B, 44: 1–10.
- Service, M.W., 1971. Adult flight activities of some British *Culicoides* species. J. Med. Entomol. 8: 605-609.
- Service, M.W., 1974. Further results of catches of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) and mosquitoes from suction traps. J. Med. Entomol. 11: 471-79.
- Skierska, B., 1974. Ceratopogonidae de la cote de la Pologne. Annales de Parasitologie Humaine et Comparee 49(5): 641-643.
- Szadziewski, R., J. Krzywinski en W. Gilka, 1997. Diptera Ceratopogonidae, Biting Midges. Aquatic Insects of North Europe, A taxonomic handbook (A.N. Nilsson ed), Apollo books, Denmark 2: 243-263.
- Takken, W., N. Verhulst, E.J. Scholte, F. Jacobs, Y. Jongema en R. Lammeren, 2008. The phenology and population dynamics of *Culicoides* spp. in different ecosystems in The Netherlands. Preventive veterinary Medicine 87(1-2): 41-54.
- Travis, B.V., 1949. Studies of mosquito and other biting-insect problems in Alaska. Jour. Econ. Ent. 42: 451-457.
- Uslu, U. & B. Dik, 2006. Vertical distribution of *Culicoides* larvae and pupae. Medical and Veterinary Entomology 20: 350-352.
- Van Middelaar, C., 2008. Circadian rhythm and olfactory choices of *Culicoides* spp. in The Netherlands. Thesis report Lab. Of Entomology, Wageningen UR. 55 pp.
- Vorsprach, B., C.K. Meise, D. Werner en C. Balczun, 2009. Monitoring of Ceratopogonidae in Southwest Germany. Parasitology Research 105(2): 337-344.
- Walker, A.R., 1977. Seasonal fluctuations of *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae) in Kenya. Bull. Entomol. Res. 67: 217–233.

Appendix 1. Resultaten enquêtes

Resultaten Alterra-enquêtes

21% van de respondenten maakte melding van één of meerdere plagen c.q. gevallen met overlast (zes gevallen waarbij zowel steekmuggen en knutten voor overlast zorgden, vijftien met alleen steekmuggen, vijf met alleen knutten en twee gebieden werden twee keer genoemd). Wel is gebleken dat overlast of plaagvorming voor de geënquêteerden een rekbaar begrip is, en vaak gemeld wordt dat stekende insecten erbij horen, b.v. "...vooral steekmuggen zijn hier in het rivierengebied een terugkomende bron van ergernis, vooral voor diegene die zich nieuw in de streek vestigen". Ook is gebleken dat een deel van de beheerders overlast of plaagvorming niet registreert.

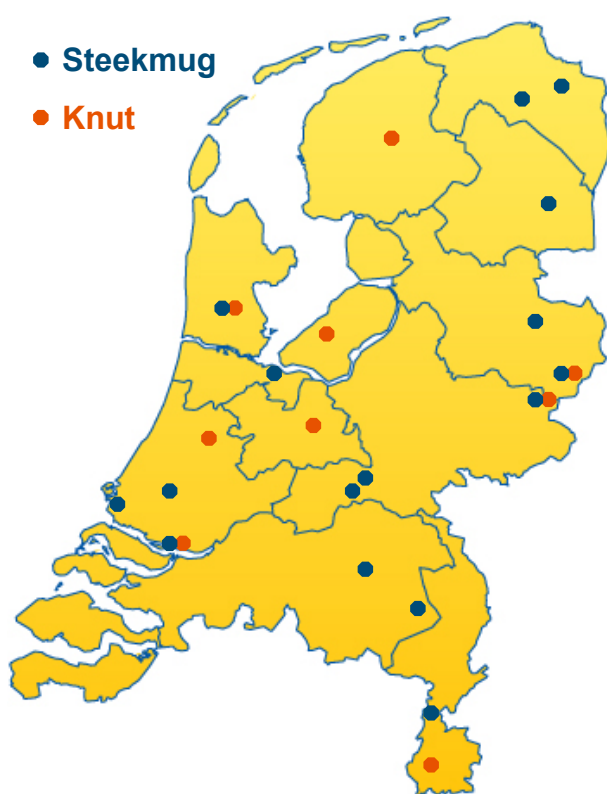
De 29 meldingen zijn verspreid over geheel Nederland (tabel 3, figuur 1). De overlast is vooral in het voorjaar en in de zomer ervaren door omwonenden, bezoekers en beheerders van terreinen. Ongeveer een derde van de meldingen heeft betrekking ophierinrichting- en vernattingprojecten, waarbij de overlast vooral in de beginfase na aanleg wordt ervaren.

Tabel 3

Resultaten van de eerste verkennende enquête in 2009.

Instantie	Reactie	Melding overlast
<i>De Landschappen</i>		
it Fryske Gea	3	1
Het Groninger landschap	4	0
Het Drentse Landschap	3	0
Landschap Overijssel	3	0
Geldersch Landschap	3	0
Het Flevo Landschap	1	0
Stichting het Utrechts Landschap	4	3
Brabants Landschap	2	0
Stichting het Limburgs Landschap	2	1
Het Zeeuwse Landschap		
Zuid-Hollands Landschap	2	0
Landschap Noord-Holland	2	0
<i>Natuurmonumenten</i>		
Regio Groningen, Friesland en Drenthe	3	1
Regio Overijssel en Flevoland	1	2
Regio Gelderland	3	0
Regio Noord-Holland en Utrecht	6	2
Regio Zuid-Holland en Zeeland	4	6
Regio Noord-Brabant en Limburg	3	0
<i>Staatsbosbeheer</i>		
Regio Noord	7	1
Regio Oost	4	0
Regio West	2	1
Regio Zuid	3	1

Instantie	Reactie	Melding overlast
<i>Waterschappen</i>		
Waterschappen	17 van 25	9
<i>Rijkswaterstaatsdiensten</i>		
RWS Dienst Noord Nederland	1	0
RWS Dienst Oost Nederland	3	0
RWS Dienst Noord-Brabant		
RWS Dienst Limburg		
RWS Dienst Zeeland	2	0
RWS Dienst Zuid-Holland		
RWS Dienst Noord-Holland	1	0
RWS Dienst Utrecht	1	0
RWS Dienst IJsselmeergebied	1	1



Figuur 1
Verdeling van overlastgevallen van steekmuggen en knutten uit de overlastenquête.

Van twaalf (zes steekmuggen en knutten, vier steekmuggen, één knut) gevallen is in de tweede enquête beperkte tot uitgebreide informatie over de lokale omstandigheden verkregen. In geen van de gevallen was bekend welke soort(en) de overlast veroorzaakten, het bleef bij steekmug of knut. Het betrof voornamelijk voedselrijke en organisch rijke omstandigheden. Overlast van knutten is gemeld in laagveenplassen-, veenweidegebieden, heidegebied, moeras en graslanden. Overlast van steekmuggen is afkomstig uit laagveenplassen-, veenweidegebieden, een heidegebied, rivieruiterwaarden, duingebied met vochtige en natte duinvalleien, de oeverzones van open water (o.a. een meer), tijdelijke wateren en een kunstmatige habitat (een verharde bak met stilstaand water onder vlonders).

In veel gevallen betrof het een (her)inrichting. Overlast bij (her)inrichting werd ervaren bij de aanleg van een meer, herinrichting van een uiterwaard (geïsoleerde semi-permanente plas), natuurontwikkeling: van landbouwgebouw naar een moeras- nat graslandgebied, vernatting (veenrestant, hoogveen), en van de aanleg van een kwelmoeras in een uiterwaard op voormalig landbouwgrond.

Resultaten DLG-enquête

De resultaten van de snelle DLG-enquête zijn in tabel 4 samengevat.

Tabel 4

Overzicht van DLG-projecten met muggenproblematiek.

		Gouwe Wiericke (GR, diverse pr.)	Venen (diverse pr.)	Bethunepolder	Polder Stein	NW-Overijssel (diverse pr.)	Roden Norg / Peize	Ruiten Aa	De Brand	Geesterstroom	Fochterlooerveen	Hollandse IJssel
Onderzoek	Lopend/afgerond	x	x	x			x	x		x	x	
	Verwacht	x			x	x			x			x
Landschapstype	Veenweide	x	x	x	x	x						
	Beek/beekmoeras						x	x	x	x		
	Hoogveenrand										x	
	Rivieruiterwaard											x
Onderzoek	Alterra			x			x			x		
	A&w							x			x	
	Aquasense				x							
Inrichting	Natuurontwikkeling	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Waterberging						x					x

Appendix 2. Geënquêteerde instanties

Landschappen

Het Groninger Landschap, it Fryske Gea, het Drentse Landschap, het Landschap Overijssel, het Geldersch Landschap, het Flevo-landschap, het Utrechts Landschap, het Landschap Noord-Holland, het Zuid-Hollands Landschap, het Brabants Landschap, het Limburgs Landschap en het Zeeuwse Landschap.

Natuurmonumenten

Regiokantoor Groningen, Friesland en Drenthe, Regiokantoor Overijssel en Flevoland, Regiokantoor Gelderland, Regiokantoor Noord-Holland en Utrecht, Regiokantoor Zuid-Holland en Zeeland en Regiokantoor Noord-Brabant en Limburg.

Staatsbosbeheer

Regiokantoor Noord, Regiokantoor Oost, Regiokantoor Zuid en Regiokantoor West.

Waterschappen

Wetterskip Fryslan, Waterschap Noorderzijlvest, Waterschap Hunze en Aa's, Waterschap Velt en Vecht, Waterschap Reest en Wieden, Waterschap Zuiderzeeland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Waterschap Groot Salland, Waterschap Regge en Dinkel, Waterschap Rijn en IJssel, Waterschap Veluwe, Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Hoogheemraadschap Delfland, Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Waterschap Vallei en Eem, Waterschap Hollandse Delta, Waterschap Rivierenland, Waterschap Zeeuwse Eilanden, Waterschap Zeeuws Vlaanderen, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap Aa en Maas, Waterschap de Dommel, Waterschap Peel en Maasvallei en Waterschap Roer en Overmaas.

Rijkswaterstaat

Dienst Noord Nederland, Dienst Oost, Dienst Noord-Brabant, Dienst Limburg, Dienst Zeeland, Dienst Zuid-Holland, Dienst, Noord-Holland, Dienst Utrecht en Dienst IJsselmeergebied.

Appendix 3. Inventarisatieformulier

Inventarisatieformulier- signalering larven en poppen

Gebied : Datum :
 Transectnummer :
 Naam waarnemer :
 Transectlengte :

Tellingen larven / poppen

<i>Schepnummer</i>	<i>Aantal per schep</i>	<i>Landschapselement</i>
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

Bijzonderheden:

.....



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl