

Muggen in de Bethunepolder

**Onderzoek naar kans op muggenontwikkeling en -overlast
door realisatie natte natuur**

Fout! Opmaakprofiel niet gedefinieerd.

Onderzoek naar kans op muggenontwikkeling en -overlast door realisatie natte natuur

in opdracht van	Dienst Landelijk Gebied Utrecht
------------------------	---------------------------------

Uitvoering door	Drs. R. Geene, drs. Y. Wessels
namens opdrachtgever	Ing. S. A. Klarenbeek M.Sc.

rapportnummer	code opdrachtgever	status
1743		Eindrapport

autorisatie	Naam	paraaf	datum
opgemaakt	R. Geene		
goedgekeurd	Dr. J.T. Meulemans		

De inhoud van dit rapport geeft niet noodzakelijkerwijs de mening van de opdrachtgever weer.

Citeren als: AquaSense (2010). **Fout! Opmaakprofiel niet gedefinieerd.** Onderzoek naar kans op muggenontwikkeling en -overlast door realisatie natte natuur. In opdracht van: Dienst Landelijk Gebied Utrecht. Rapportnummer: 1743.

© AquaSense - Het copyright van deze notitie is nadrukkelijk voorbehouden aan AquaSense. Niets uit dit rapport mag op enigerlei wijze worden vermenigvuldigd zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van AquaSense, noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander doel dan waarvoor het is vervaardigd. Het is de opdrachtgever toegestaan vrijelijk kopieën van deze notitie te maken. Dit rapport is gedrukt op chloorvrij gebleekt papier. De omslag is gemaakt van PVC-vrije kunststof.

Samenvatting

Inleiding

In dit onderzoek wordt getracht een antwoord te geven op de vraag of er in de toekomst in de Bethunepolder een toename van muggen en eventueel overlast daarvan te verwachten is naar aanleiding van natte natuurontwikkeling. Ten behoeve hiervan is zowel literatuuronderzoek als onderzoek in het veld uitgevoerd. Het onderzoek is beschrijvend en verkennend van aard, een uitgebreide kwantitatieve analyse werd niet nagestreefd.

Methode

In het literatuuronderzoek is onderzocht welke soorten muggen en knutten verwacht kunnen worden in negen habitat(natuurdoel)typen, die in de Bethunepolder worden ontwikkeld of reeds aanwezig zijn. In het veldonderzoek zijn de negen habitattypen en een tweetal proeflocaties in de praktijk onderzocht op het voorkomen van muggen en knutten, zowel adulten als larven. Daarnaast is onderzoek uitgevoerd nabij huizen in en buiten de Bethunepolder, om de mate van overlast in beeld te brengen.

Larven

Voor zowel muggen als knutten geldt dat de larvale-bemonsteringen geen voldoende eenduidige resultaten opleveren om conclusies uit te trekken. De gevolgtrekkingen voor dit onderzoek stelen daardoor met name op de vangsten van de adulten. Opvallend is wel dat de locaties waar veel muggenlarven gevonden zijn, bestaan uit sloten en ondergroei in een bosrijke locatie. In de proefpercelen zijn weinig muggenlarven gevonden, wel veel knuttenlarven (zowel in de petgaten als in het schraalland).

Stekende muggen

Uit de human-bait-vangsten bij de huizen blijkt dat bijna alle aangetroffen soorten in het onderzoek op de mens steken. Een opvallende bevinding is dat de soort *Coquillettidia richardii* zeer veel op de mens steekt en *Culex pipiens* juist niet. Ook het voorkomen van de malariamug is vastgesteld. Er is echter geen reden om aan te nemen dat door de aanwezigheid van de mug ook malaria voet aan wal kan krijgen in de Bethunepolder.

Muggen: seizoensvariatie

Er is een groot verschil in soortensamenstelling van de volwassen muggen over de verschillende maanden als gevolg van het voorkomen van zomersoorten en najaarssoorten. Er zijn geen echte voorjaarssoorten gevonden.

De seizoensvariatie in het aantal volwassen muggen is groter dan de variatie van het aantal muggen tussen de monsterpunten. Het is daardoor niet duidelijk of er in bepaalde natuurdoeltypen structureel meer muggen aanwezig zijn dan in andere. Deze suggestie is er wel te halen uit het eerste jaar metingen.

Muggen: verschillen tussen monsterpunten

Alleen in het natuurdoeltype bos en in het weidegebied met sloten werden veel muggenlarven gevonden, op de overige plaatsen waren zijn zeer weinig larven gevonden.

De locaties met de natuurdoeltypen zoetwatergemeenschap, bosgemeenschap op laagveen en veenmosrietland blijken het meest mugrijk (volwasenmuggen). Het huidige habitat weidegebied met sloten heeft minder adulte muggen dan de hierboven genoemde typen. Aangezien de zoetwatergemeenschap op een zeer open locatie gelegen was kan geconcludeerd worden:

Tijdens windstille nachten zijn ook in zeer open gebieden veel muggen actief.

De verschillen in aantallen muggen tussen monsterpunten zijn groot, maar geven geen duidelijk beeld. De variatie *binnen* homogene groepen, zoals 'huizen' of 'natuur' of 'proeflocaties' is groter dan de variatie *tussen* die groepen. Uit de totale aantallen muggen is op deze manier ook geen aanwijzing te vinden dat er in de Bethunepolder minder muggen voorkomen dan in de omgeving.

Tussen de monsterpunten zijn ook verschillen in soortensamenstelling gevonden, maar ook hier ontstaat geen duidelijk beeld van groepen monsterpunten met een overeenkomende soortensamenstelling:

De soortensamenstelling bij de huizen is niet anders dan die in de natuurdoeltypen.

Locatiespecifieke verschillen zijn meer van invloed op de aantallen muggen en de soortensamenstelling dan de ligging binnen of buiten de Bethunepolder.

Een van de belangrijkste conclusies van dit onderzoek is dan ook dat de totale aantallen muggen en de soortensamenstelling het sterkst bepaald wordt door locatiespecifieke verschillen (wind, voorkomen van bomen, ondiep water etc.).

Knutten

De meeste knutten zijn gevonden in mei, daarna zijn er zeer weinig knutten gevonden. Dit is in overeenstemming met de volkswijsheid dat knutten na de langste dag verdwenen zijn. De maximale aantallen knutten zijn hoger dan de aantallen muggen. Het lijkt zo te zijn dat er binnen de Bethunepolder minder knutten voorkomen dan buiten de Bethunepolder. In de proeflocaties zijn er relatief veel knutten gevonden. Over de soortensamenstelling van de knutten is niets te zeggen aangezien geen goede determineermethode is gevonden.

Meer muggen in de toekomst?

Op grond van de gevonden aantallen muggen in de natuurdoeltypen ten opzichte van de aantallen in het weidegebied met sloten (de huidige situatie), kan verwacht worden dat er een toename van muggen zal zijn, indien er veel nieuwe natuur wordt aangelegd. Behalve de ontwikkeling van natte natuur zal ook de verandering van de hoeveelheid vee invloed hebben op de aantallen muggen. De inschatting van de impact van een sterke verlaging van het aantal stuks vee in de polder is momenteel nog niet mogelijk.

Meer knutten in de toekomst?

Ontwikkeling van (grote) aantallen knutten wordt vooral verwacht vanuit de zoetwatergemeenschap en nat schraalland, aangezien

in deze proeflocaties veel knuttenlarven gevonden zijn. Wellicht is dit van tijdelijke aard.

Overlast

Momenteel is er nauwelijks sprake van overlast, hoewel enkele plaatsen erg veel knutten herbergen. De mensen die op die plaatsen wonen hebben ermee leren leven, hoewel het hen belet om in mei in de tuin te zitten. Muggen die in de toekomst eventueel overlast zouden kunnen veroorzaken zijn soorten die op de mens steken en soorten die ook veel (kunnen) voorkomen. Dit onderzoek geeft aan dat in dit geval waarschijnlijk het vooral *Culex pipiens*, *Coquillettidia richardii* en *Aedes cinereus* zullen zijn. Ook soorten steekmuggen die niet op de mens steken kunnen overlast veroorzaken. Uiteraard kunnen ook andere groepen (soorten) dan steekmuggen zoals, vedermuggen (Chironomidae), overlast veroorzaken. Deze andere groepen vallen niet in het onderwerp van deze verkennende studie.

Aanbevelingen: monitoring

Het is wellicht niet nodig om alle huidige monsterpunten alle maanden te blijven volgen. Met een enigszins ingeperkt meetprogramma kan waarschijnlijk een verantwoorde doorlopende monitoring worden gerealiseerd. Het is wel van belang om in de volgende jaren een situatie met stagnant water te creëren en te onderzoeken, omdat een dergelijke situatie bij de aanleg van (veel) grootschalige natte natuur altijd wel ergens zal optreden. Ook zou het goed zijn om dit onderzoek uit te breiden met meer natuurdoeltypen; daarmee neemt de algemeen-geldigheid van het onderzoek toe.

Aanbevelingen: inrichting

Beheer en de inrichting spelen een belangrijke rol bij het minimaliseren van het risico van muggenoverlast. Met name moet geïsoleerd, temporair (tijdelijk voorkomend) en ondiep (<50 cm) water voorkomen worden. Wat betreft muggenlarven blijken ondergroei van bos/moerasbos en weidegebied met sloten de voornaamste bronnen. Wind is een cruciale factor in het voorkomen van muggen op een bepaalde plaats en een bepaald moment. Inrichting kan hier op inspelen. Specifieke maatregelen per natuurdoeltype worden aangegeven.

Inhoud

1.	Inleiding	3
1.1.	Aanleiding en doel van het onderzoek	3
1.2.	Muggenoverlast.....	4
1.3.	Leeswijzer	5
2.	Literatuurverkenning	7
2.1.	Algemene inleiding steekmuggen	7
2.2.	Algemene inleiding knutten	10
2.3.	Biotopen en ecologie van de aangetroffen soorten	12
2.4.	Kansen op soorten in verschillende natuurdoeltypen	14
3.	Onderzoeksopzet /methoden	17
3.1.	Inleiding	17
3.2.	Onderzoekslocaties.....	17
3.3.	Larvale vangsten	20
3.4.	Human-bait.....	20
3.5.	Valvangsten.....	21
3.6.	Case investigations	21
4.	Bespreking resultaten van het veldwerk	23
4.1.	Larvale vangsten	23
4.1.1.	Knuttenlarven	23
4.1.2.	Muggenlarven	25
4.2.	Human-bait.....	26
4.3.	Valvangsten.....	30
4.3.1.	Muggen	30
4.3.2.	Knutten	36
4.4.	Situatie rond 6 huizen	37

4.5.	Beschrijving case-investigations	40
4.6.	Conclusies eerste jaar metingen.....	41
4.7.	Aanbevelingen voor monitoringsopzet.....	43
5.	Vergelijking literatuurgegevens en velddata	45
6.	Conclusies.....	51
6.1.	Malariarisico	55
7.	Aanbevelingen ten aanzien van de inrichting	56
8.	Literatuur	61
	Woordenlijst	63
	Bijlagen	65
	Bijlage 1. Omzetting literatuurgegevens naar classificatie muggen aan natuurdoeltypen	
	Bijlage 2. Beschrijving locaties monsterpunten.....	
	Bijlage 3. Inrichting en beheer proeflocaties	

1. Inleiding

1.1. Aanleiding en doel van het onderzoek

In 1995 is het landinrichtingsplan voor de herinrichting Noorderpark vastgesteld. In dit plan staat beschreven dat de Bethunepolder in de toekomst een natuurfunctie zal krijgen. Vanuit de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra (VINEX) en de beleidsnota Natuur en Landschap van de provincie Utrecht wordt namelijk aangegeven dat de bestemming en de inrichting van het gebied gericht moeten zijn op natuurbehoud en natuurontwikkeling.

Ten behoeve van de natuurontwikkeling heeft de Landinrichtingscommissie gronden aangekocht in de Bethunepolder. In 1999 was er voldoende grond aangekocht om te kunnen beginnen met inrichting. De landinrichtingscommissie heeft toen opdracht gegeven aan de Dienst Landelijk Gebied (DLG) om een inrichtingsplan op te stellen.

Het concept inrichtingsplan is in het voorjaar van 2000 in de streek gepresenteerd waarna er gelegenheid was om schriftelijk te reageren op dit conceptplan. Vanuit de streek is aangegeven dat men zich zorgen maakt over de nieuwe inrichting in relatie tot een verwachte toename van muggen.

De landinrichtingscommissie heeft vervolgens besloten eerst een muggenonderzoek uit te voeren alvorens te beginnen met de concrete inrichting. DLG heeft, namens de landinrichtingscommissie Noorderpark, AquaSense opdracht gegeven dit muggenonderzoek uit te voeren.

In het concept inrichtingsplan wordt uitgegaan van het 'vernatten' van het gebied door middel van maaiveldverlaging (niet door grondwaterstandverhoging). Door de bewoners in dit gebied zijn ongeruste reacties geuit over de mogelijke gevolgen van deze maatregel. Er is angst voor het ontstaan van muggenoverlast en daaraan gerelateerde risico's voor de volksgezondheid. De belangrijkste angst komt voort uit het idee dat "geruststellende rapporten" over andere gebieden in Nederland geen geldigheid hebben voor de specifieke situatie in de Bethunepolder (sterke kweldruk).

De landinrichtingscommissie heeft AquaSense gevraagd om onderzoek te doen naar de mogelijke effecten van deze vernattingsmaatregelen op muggenontwikkeling (in dit specifieke geval) en daarnaast ook aandacht te besteden aan knutten. Het onderzoek richt zich op steekmuggen (Culicidae) en deels op knutten (Ceratopogonidae). Veder- of Dansmuggen (Chironomidae) worden in dit onderzoek niet meegenomen, ook andere groepen vallen niet onder het onderwerp van deze studie. De meeste aandacht gaat uit naar de ontwikkeling van steekmuggen populaties, omdat methodieken voor knutten(larven) onderzoek minder goed ontwikkeld zijn.

Veel aandacht werd gevraagd voor communicatie met bewoners, enerzijds om inzicht te verkrijgen in de werkelijke omvang van de huidige overlast-problematiek en anderzijds voor voorlichting en terugkoppeling van onderzoeksresultaten.

De volgende onderzoeksvragen zijn gesteld:

- A) Welke soorten komen momenteel voor in de wateren in de Bethunepolder?*
- B) Welke soorten komen voor in en om de huizen in de Bethunepolder?*
- C) Welke soorten komen voor in vergelijkbare gebieden direct om de Bethunepolder heen?*
- D) Welke soorten en in welke hoeveelheden zijn er te verwachten in de toekomst?*

Om de vragen te beantwoorden is literatuuronderzoek gedaan, zijn gebieden in en rond de Bethunepolder geïnventariseerd op aanwezigheid van muggen en knutten en zijn praktijkproeven opgezet, waarbij de ontwikkeling van muggenpopulaties werd gemonitord. Het is hierbij de bedoeling om ook een aantal mogelijke stuurvariabelen te onderzoeken.

1.2. Muggenoverlast

Over het algemeen kan gezegd worden dat waar veel water is, veel muggen zijn. In Nederland komen derhalve veel muggen voor. Regionaal zijn er grote verschillen, er is in Nederland zelfs een plaatsje dat Muggenbeet heet (in Overijssel). Daar zullen zonder twijfel veel muggen voorkomen. De vraag is echter in hoeverre mensen last hebben van de aanwezigheid van muggen.

Over muggenoverlast is heel veel geschreven, zowel in kranten als in wetenschappelijke literatuur. De laatste jaren bestaat er in Nederland een duidelijke vraag naar inzicht en duidelijkheid omtrent dit onderwerp. Ook is er onrust over het oprukken van ziekten (waaronder malaria). Er is onder waterbeheerders vooral onrust over mogelijke gevolgen van (natte) natuurontwikkeling en de relatie met bewoning en volksgezondheid. Vanuit de wetenschappelijke literatuur is veel bekend over overlast en overdracht van ziekten, zowel over humane ziekten als veterinaire ziekten. Deze kennis sluit echter niet zo goed aan bij vragen van uit de waterbeheerders.

Om deze reden is er de laatste jaren een aantal algemene rapporten en folders geproduceerd o.a. (Higler, 2001) en de folder: Muggen & Knutten; vooroordelen en misverstanden, waar- en onwaarheden, vóórkomen en voorkómen, van het Rijksinstituut voor Zoetwater en Afvalwaterbeheer (RIZA). Deze laatste folder geeft in vogelvlucht problemen en oplossingen weer. De algemeenheden die hier staan vermeld zijn uiteraard niet onjuist; echter ze zijn onvoldoende gedetailleerd om een voorspelling te doen over welke natuurdoeltypen onder welke omstandigheden zullen leiden tot veel muggenoverlast. Dit is dan ook de reden om thans via literatuuronderzoek en veldonderzoek dieper in de materie te duiken. Hiermee kan hopelijk de statement "bijna alle soorten kunnen bij

Wat is overlast?

natuurontwikkelingsprojecten verwacht worden” (Higler, 2001) iets genuanceerd worden.

Overlast is in de Nederlandse context niet goed gedefinieerd. Wellicht kunnen we een definitie aandragen die uit gaat van de klachten; indien er terecht klachten zijn over muggen is er sprake van overlast, dit is echter nog geen duidelijke definitie.

Schrijvers (2002) geeft de volgende definitie: “Zodra de bevolking het massaal optreden van muggen op één of andere wijze als overlast gaat ervaren, kan men spreken van een muggenplaag.”

Het is wellicht momenteel nog niet nodig om een definitie vast te stellen. Een kwantitatieve uitspraak over de hoeveelheid muggen(steken), die aanvaardbaar is, is contextafhankelijk. In een gebied zoals de Weerribben zijn de mensen veel meer muggen gewend dan bijvoorbeeld in hartje Amsterdam.

Echte overlast openbaart zich direct, zoals de problemen rond de Engbertsdijkvenen. Hier was ca. tien jaar geleden heel duidelijk sprake van overlast. Momenteel lijkt er dus nog geen noodzaak om voor Nederland een definitie op te stellen, iedereen kan het (nog) eens worden over wanneer er een probleem is en wanneer niet. Voor overlast in een bredere context kunnen we over de grenzen kijken naar Duitsland, Zwitserland en Zweden of bijvoorbeeld naar de V.S. Zodra het nodig is kan vanuit de heersende achtergrondsituatie (in, een deel van, Nederland) een kwantitatieve benadering van overlast worden opgezet.

1.3. Leeswijzer

Het onderzoek bestaat uit literatuuronderzoek en praktijkonderzoek (veldwerk). In hoofdstuk 2 wordt het literatuuronderzoek besproken. Hoofdstuk 3 en 4 geven respectievelijk de opzet en de resultaten van het veldwerk weer, waarna in hoofdstuk 5 de literatuurgegevens met de veldgegevens worden vergeleken. In hoofdstuk 6 worden conclusies getrokken en hoofdstuk 7 geeft aanbevelingen voor de inrichting van natuurontwikkelingsgebieden. Sommige hoofdstukken of paragrafen worden afgesloten met een aantal deelconclusies, om de overzichtelijkheid te bevorderen.

2. Literatuurverkenning

2.1. Algemene inleiding steekmuggen

Steekmuggen (*Culicidae*)

Steekmuggen (*Culicidae*) behoren tot de best onderzochte groepen tweevleugeligen (*Diptera*). Sinds de link tussen ziekten en bloedzuigende insecten bekend werd zijn de morfologie, taxonomie en biologie van steekmuggen belangrijke onderzoeksonderwerpen geworden (Kettle, 1990). Een sprekend voorbeeld hiervan is een 738 pagina's tellende monografie over één soort *Aedes aegypti* (Christophers, 1960). Van de Nederlandse steekmuggen zijn de malariamuggen (*Anopheles*) verreweg het beste onderzocht, met name uit de periode tussen 1900 en de tweede wereldoorlog is er een overweldigende hoeveelheid literatuur. In de tweede helft van de vorige eeuw valt de aandacht voor steekmuggen in Nederland vrijwel geheel stil.

Sinds de ophef in de pers in 1998, waarbij professor van Bronswijk aangaf te denken dat malaria terug zal keren in Nederland binnen 15 jaar, en dat de gehele bevolking van westelijk Nederland malariaprofylaxe zou moeten gebruiken (Hoogland, 1998), is er een duidelijke toename in het aantal publicaties over steekmuggen in Nederland. Veel van de bestaande kennis is medisch getint en veel zaken hebben betrekking op taxonomie of laboratoriumonderzoeken.

In schril contrast daarmee is de hoeveelheid ecologische literatuur. Hoewel er zeer veel literatuur is waarin iets staat over de ecologie van specifieke soorten is een goede review over de ecologie van Europese steekmuggen niet voorhanden. Uit de voorliggende vergelijking van literatuur komt naar voren dat Higler (2001) voor een soort vaak andere biotopen aangeeft dan bijvoorbeeld Stojanovich en Scott (1995 & 1997). Higler (2001) verwijst hiervoor naar Mol (1984) & Illies (1978). De biotoopindeling die in deze twee laatste werken is aangehouden is erg algemeen, wellicht te ver veralgemeniseerd, maar er blijven opvallende verschillen waarvoor niet zonder meer een verklaring gevonden kan worden.

Een uitstekende samenvatting over de biologie van steekmuggen is te vinden in Nilsson (1997). Hieraan is het volgende uittreksel voor het grootste deel ontleend.

Een moderne analyse van gedrag en ecologie zal waarschijnlijk helpen bij het oplossen van een aantal overlastproblemen met steekmuggen. Steekmuggen zijn zeer plastisch in hun gedrag en

het gebruik van hun omgeving. Moderne taxonomie zal waarschijnlijk ook een beter inzicht geven in een aantal sibling-species (nauw verwante soorten) en daarmee een beter inzicht in de ecologie van een aantal “soorten” die in extreem veel verschillende habitats te vinden zijn. De muggenpopulatie van Nederland neemt een positie in tussen de noordelijke en de zuidelijke gebieden van Europa. In Nederland moeten we rekening houden met Atlantische soorten, Noordelijke soorten, maar ook met soorten die (tot nu toe) uit het Middellandse-Zeegebied bekend zijn. Het is maar de vraag of alle in Nederland voorkomende soorten bekend zijn. Dahl (in Nilsson, 1997) geeft aan dat er te weinig bekend is van de noordelijke Europese landen, maar dat geldt eigenlijk ook voor Nederland. De inschatting van de kansen van het optreden van muggenplagen kan dan ook niet alleen middels een literatuurstudie worden gedaan.

Levenscyclus en fenologie

Van Steekmuggen (*Culicidae*) bestaan zowel soorten, die één generatie per jaar voortbrengen (univoltine soorten) als soorten met meerdere generaties per jaar (multivoltine soorten). Het is niet goed bekend hoeveel generaties er maximaal gehaald worden in Nederland (3, 4 of 5). De eieren van veel soorten en de larven van alle soorten zijn obligaat aan aquatische milieus gebonden. In ons klimaat zijn er soorten die als ei overwinteren, soorten die als larf overwinteren en soorten die dit als adult doen. Daarbinnen zijn weer soorten die in volledige winterrust gaan en soorten die dit niet doen. Dit lijkt wellicht een detail, maar nu juist dit laatste bepaalt of een soort in staat is om malaria over te brengen. In Nederland werd vroeger malaria overgebracht door een soort die in de winter actief blijft. Goede oplettendheid van de Nederlandse onderzoeker Van Thiel bracht aan het licht dat er twee verschillende muggen/strategieën waren. Moderne taxonomie bracht aan het licht dat het hier twee geheel verschillende soorten betreft. Soorten kunnen in verschillende delen van Europa verschillende fenologische strategieën vertonen; dit bemoeilijkt de interpretatie van literatuurgegevens in belangrijke mate.

De familie Culicidae bestaat uit twee subfamilies Culicinae (waaronder de huisteekmug) en Anophilinae (malariamuggen). Deze subfamilies hebben ook een verschillende ecologie; Anophilinae leven aan het wateroppervlak en Culicidae dieper ondergedoken in de waterkolom. Binnen de steekmuggen is een aantal veel voorkomende geslachten te onderscheiden. Onder optimale omstandigheden kunnen huissteekmuggen (*Culex*) en malariamuggen (*Anopheles*) zich ontwikkelen in slechts drie weken. De meeste soorten *Aedes* zijn voojaarssoorten, sommige daarvan kunnen ook in de zomer weer sterk in aantal toe nemen. *Culex* broedt o.a. in “small containers” hetgeen wil zeggen: in alle kleine ruimten met water (blikjes, frietbakjes, regentonnen e.d., uitermate berucht zijn autobanden). Dit geslacht is ook heel algemeen in sloten, vooral waar er huishoudelijk- of veterinair-afvalwater in de sloot komt.

In noord europa zijn steekmuggen niet actief onder de 5 a 6° C. Onze eigen observaties lijken aan te geven dat in Nederland soorten al bij een hogere temperatuur inactief worden. Steekmuggen zijn erg gevoelig voor uitdroging, ze zijn dus gevoelig voor lage luchtvochtigheid en heel hoge luchttemperaturen. De paring gebeurt in zwermen; net als van dansmuggen kunnen van steekmuggen zwermen waargenomen worden langs bosranden of andere opvallende objecten. De meeste soorten hebben een bloedmaaltijd nodig om de eieren te laten rijpen, sommige soorten kunnen ook een klein aantal eieren af zetten zonder een bloedmaaltijd. Veel soorten fourageren ook op bloemen om hier van de nectar te eten. Sommige soorten *Anopheles*, *Culex* en *Culiseta* overwinteren als adult, deze vrouwtjes kunnen dus ook zeer vroeg in het voorjaar steken. Dit zijn ook soorten die in de winter in huizen en stallen kunnen worden gevonden. De eieren worden afgezet op het wateroppervlak (*Culex* en *Anopheles*), terwijl veel *Aedes* soorten eitjes afzetten op vochtige bodem in afwachting van een waterspiegelstijging in het voorjaar. Eieren van o.a. *Aedes aegypti* & *Ae. vexans* kunnen diverse jaren na het leggen nog uitkomen. *Ae. vexans* is een notoire steker en veroorzaakt overlast in Duitsland, waar meer dan 1000 km² wordt bespoten i.v.m. muggenoverlast (Becker, 1997).

De larven leven in water, tot in de kleinste poelen. Als het bestaan van een poel langer is dan vier weken, is zij geschikt als broedplaats. Er is een duidelijke verdeling te zien in soorten van relatief open gebieden en bossoorten, daarnaast zijn er een aantal soorten die houden van zure en hoogveen-achtige situaties. Er zijn in Nederland slechts twee soorten die voornamelijk voorkomen in zgn. fytothelmen: (holten in planten) *Ae. geniculatus* en *An. plumbeus*. De laatste soort is ook aangetroffen in zeer organisch rijke donkere wateren zoals een vers gestoken gat in het veen of een septic tank (Natvig, 1948; van Haaren, 2003).

De poppen leven kort (enkele dagen) en kunnen in vochtige omstandigheden ook buiten het water overleven, het uitsluipen gebeurt in de regel aan het wateroppervlak.

Trofische relaties

Het voedsel van veel larven bestaat uit bacteriën, vooral voor de kleinere stadia. De larven doorlopen vier larvale stadia. Het voedsel kan ook bestaan uit algen, schimmels, detritus en andere kleine partikeltjes tot ca. 100µ. De larven kunnen duiken naar de waterbodem voor voedsel of om te schuilen. Ze moeten echter weer omhoog komen om adem te halen, behalve *Cocquilletidia richardii* die lucht haalt door luchtkanalen van Rietstengels aan te boren. Muggenlarven zijn op hun beurt weer voedsel voor vrijwel alle predatoren die groter zijn dan zij zelf. Vis is wellicht de belangrijkste predator; veel soorten proberen juist in visarme plaatsen te broeden. Oppervlaktewantsen (*Gerris*) kunnen een belangrijk deel van de eerste stadia voor hun rekening nemen. Daarnaast zijn alle andere roofinsecten predatoren van muggenlarven. Larven worden vaak gevonden in water met veel bladafval, of tussen waterplanten. *Anopheles* larven leven aan het wateroppervlak en vinden vaak

bescherming tegen vis op drijvende vegetatiematten. Tussen riet in de oever en tussen overhangende grasranden van sloten vindt men ook vaak grote hoeveelheden muggenlarven, hier vinden zij ook bescherming tegen jonge vis.

2.2. Algemene inleiding knutten

Knutten, (*Ceratopogonidae*)

Een uitstekende samenvatting over de biologie van knutten is te vinden in Nilsson (1997). Hieraan is het volgende uittreksel voor het grootste deel ontleend. Voor knuttensoorten of geslachten bestaan geen Nederlandse namen.

Levenscyclus en fenologie

Van knutten bestaan ook univoltine soorten (soorten die maar één generatie per jaar voortbrengen) en multivoltine soorten (met meerdere generaties: twee, zelden drie?). Eieren worden meestal afgezet op een natig substraat of op het wateroppervlak. Verschillende soorten hebben een verschillende duur van de levensstadia, eieren komen meestal uit na enkele dagen (de range in onze klimaatszone is: 48 uur tot tien dagen). *Mallochohelea* en *Probezzia* (*Sphaeromiini*) zetten hun eieren op het wateroppervlak af. Larven leven in allerhande biotopen: waterplanten, algen, mossen, modder, boomholten, riet en ruigte met of zonder veenmos, ondergelopen weilanden, mest, mierennesten en naar verluid ook in zegge of andere grasachtige planten. Dit laatste genoemde biotoop is zeer afwijkend en literatuurverwijzingen zijn niet gemakkelijk te vinden, bekend is dat Engelse onderzoekers in zeggevegetaties larven zoeken. Knutten verpoppen gewoonlijk in min of meer stevig substraat zodat de larven contact met de lucht kunnen houden. Soms kan het verpoppen ook onder water plaatsvinden. De adulte dieren kunnen tot twee maanden oud worden. De adulten sterven op zijn laatst in oktober of november, afhankelijk van het weer.

Embryonale diapauze komt veel voor (de eieren kunnen op die manier winter of een droogteperiode overleven). Met een bloedmaaltijd (binnen 5 á 7 dagen na uitsluipen) kan een levenscyclus in anderhalve maand voltooid zijn. De meeste soorten overleven de winter als larve (in het derde of vierde stadium). Er zijn twee duidelijke maxima in de aantallen knutten te herkennen één in het voorjaar (mei-juni) en een in de zomer (augustus). Het eerste maximum wordt veroorzaakt door larven die de winter hebben overleefd. In Nederland is dit blijkbaar het belangrijkste maximum (eigen waarneming). In Nederland zegt men ook dat knutten verdwijnen na de langste dag. Het augustusmaximum is de tweede generatie van deze dieren. Univoltine soorten vliegen in de zomermaanden juni, juli en augustus. De scheiding tussen univoltine en multivoltine soorten is niet zeer strikt en hangt mede af van de geografische regio.

Een duidelijke indeling in ecologische groepen (larven) tussen aquatisch en terrestrisch is niet te maken omdat veel soorten een wijde range aan habitats gebruiken.

In Amerika in Lake Norman is een gemiddelde jaarlijkse dichtheid gevonden van ca. 700 per m² (Bowen, 1983 in: Nilsson 1997) bij een waterdiepte van vier tot acht meter.

In centraal Europa is *Culicoides longicollis*, een aquatische en zoutminnende soort, gevonden in dichtheden van 80.000 larven per m².

Trofische relaties

Larven van knutten zijn voornamelijk predatoren, ze kunnen dan ook goed zwemmen en zich door natte bodems heen verplaatsen. Ze prederen op muggenlarven (dansmuggen en steekmuggen), kokerjuffers, rondwormen, ringwormen, radardiertjes, eencelligen, bacteriën en ook andere knutten. Daarnaast eten ze ook algen, diatomeeën en dood materiaal. Het is zeer goed denkbaar dat larven in verschillende stadia verschillend voedsel prefereren. Een bloedmaaltijd wordt alleen door de vrouwtjes gebruikt en mannetjes voeden zich met nectar of honingdauw, dit laatste wordt ook veel door vrouwtjes genuttigd naast een bloedmaaltijd. Bloed echter is belangrijk voor het laten rijpen van een (groot) aantal eieren.

Vrouwtjes van diverse soorten halen ook proteïnen uit andere bronnen dan zoogdieren, naast vogels en amfibieën zijn er veel soorten die andere insecten prederen en er is zelfs een soort die pollen van planten eet als proteïnebron. Insecten zijn waarschijnlijk zelfs voor de meeste soorten een bron voor proteïnen.

Knuttenlarven zijn op hun beurt weer voedsel voor veel andere dieren, waaronder vis en allerhande roofinsecten die groter zijn. Knutten zijn bekend als vectoren voor arbovirussen, filariasis-parasieten, protozoën en bloedparasieten (Linley, 1985 in Nilsson, 1997).

Adulten

Volwassen knutten zijn klein, slechts 0.6 tot 4.8 mm. Veel soorten zijn te herkennen aan gevlekte vleugels. De volwassen dieren leven relatief kort: maximaal één of twee maanden, terwijl de larven 8 tot 9 maanden kunnen leven. De gemiddelde levensduur van een vrouwtje zal echter gemiddeld veel korter zijn; een vrouwtje kan echter wel meerdere malen een batch van eitjes afzetten en zal dus ook meerdere malen bloed zuigen, twee tot vier maal is vrij normaal. In de V.S. evenals in Europa schijnen alleen soorten van het geslacht *Culicoides* bloed te zuigen bij zoogdieren. Brown et. al. (1997, in: Higler, (2001) geeft aan dat in de eerste drie jaar van een nieuw wetland de aantallen toenemen.

2.3. Biotopen en ecologie van de aangetroffen soorten

Anopheles claviger

Een Palearctische soort met een wijde verspreiding van Scandinavië tot Noord-Afrika en tot in China. Het is een soort die gewoonlijk twee generaties per jaar heeft. De eerste generatie vliegt in het voorjaar, de tweede komt niet eerder dan het einde van de zomer. De larven leven in koel beschaduwde water in bronnen (kwel) en in bossen, in warmere regio's ook in poelen en sloten. De broedplaatsen zijn wel altijd vegetatierijk. De larven kunnen ook onder ijs overleven. Het water is meestal schoon en zoet, maar ook in brak water kan de soort gevonden worden.

Anopheles maculipennis s.l.

Een soorten-complex waar ook de malariamug bij hoort. Eigenlijk zijn alle *Anopheles*-soorten malariamuggen, maar in Nederland was de verspreiding van malaria alleen gebonden aan *Anopheles atroparvus*. Deze soort is in dit onderzoek niet aangetroffen.

Een Palearctische soort met een wijde verspreiding van Scandinavië tot Noord-Afrika. Het is een multivoltine soort met soms wel vijf of zes generaties. De adulten gaan in de winter in diapauze, ze vliegen uit zodra het warm genoeg is. De larven leven in schoon en vegetatierijk water, of in permanent kalm en koel water. Ze kunnen tegen grote temperatuurschommelingen en zwak stromend water. Ze komen dus veel voor in sloten, maar ook in rijstvelden, rivierarmen, poelen en bronnen.

Anopheles plumbeus

Deze soort wordt omschreven als een Medio-Europese-Palearctische soort, ze komt voor in geheel Europa. De larven kunnen zelfs onder ijs overleven. Het is een typische bossoort, de larven leven voornamelijk in boomholten, tevens kunnen zij gevonden worden in artificiële waterlichamen (kelders, bakken enz.). Deze soort heeft twee of drie generaties per jaar, de adulten vliegen vanaf het einde van het voorjaar. De larven daarentegen kunnen het gehele jaar door gevonden worden.

Aedes cinereus

Een Holarctische soort met een ruime verspreiding in Europa van Scandinavië tot Italië. Het is een multivoltine soort. De eerste adulten kunnen al kort na het smelten van de sneeuw gevonden worden. Het is een soort van overstromingsgebieden, zoals rivierbegeleidend bos. De soort komt in bossen voor op plaatsen waar vaak Riet of zeggevegetaties te vinden zijn.

Aedes vexans

Deze soort komt bijna over de gehele wereld voor, tevens in geheel Europa, maar naar het zuiden toe wordt zij zeldzamer. Het is een multivoltine soort van het voorjaar en de zomer. Het is een typische soort van overstromingsvlakten, die met name van de grote rivieren bekend is (Donau en Rijn).

Coquillettidia richardii

Deze soort wordt omschreven als een Euro-Siberische soort. In het grootste gedeelte van haar verspreidingsgebied is de soort univoltien. In de warmste regionen kunnen twee of drie generaties zich ontwikkelen. De larven komen uit en overwinteren in de broedplaatsen. De larven zijn gespecialiseerd in het leven in helofytenvegetaties, doordat zij hun ademhaling regelen door een luchtkanaal van een onderwatergedeelte van een helofyt aan te boren. De broedplaatsen zijn permanent en

altijd rijk aan organisch materiaal. Het zijn dus met name sterk begroeide sloten en Riet- of Lisdoddevelden.

Culex pipiens

Een Holarctische soort. Deze soort is in zekere zin een soort met een mondiale verspreiding. Het betreft een soortencomplex dat in Europa diverse soorten en varianten kent. De taxonomie van deze soorten is nog niet geheel op orde. Deze soort is ecologisch en genetisch zeer plastisch: de soort kan dus overal opduiken.

Het is een multivoltine soort die vliegt in de zomer en in de herfst. De adulten overwinteren in kelders, stallen en dergelijke. Soms kunnen de populaties het gehele jaar door gevonden worden. De broedplaatsen zijn meestal zwaar organisch belast, maar gezien de ecologische plasticiteit van deze soort kunnen de larven vrijwel overal gevonden worden. Er is een vorm die voornamelijk op vogels steekt en een vorm die met name op mensen steekt.

Culex torrentium

Deze soort heeft een Palearctische verspreiding: ze komt voor in Noord-Europa en centraal Azië. Het is een multivoltine soort die vliegt vanaf het begin van het voorjaar. De larven zijn echte ubiquisten. De larven worden gevonden in allerlei wateren, zelfs in oude autobanden. Het water kan helder of troebel zijn, en ook brak water wordt getolereerd.

Culiseta annulata
'de wintermug'

Een Palearctische en Afro-Tropische soort, ze wordt in geheel Europa gevonden. Het is een multivoltine soort die overwintert als adult. Hoge dichtheden larven zijn gevonden in stikstofrijk water. De larven leven in allerlei wateren, zowel brak als sterk verontreinigd water wordt goed verdragen. De soort leeft ook in rivierarmen, artificiële containers en rotspoeltjes.

Ochlerotatus (Aedes)
annulipes

Een Palearctische soort, ze komt voor in geheel Europa, behalve op het Iberisch schiereiland. Het is een univoltine soort, die goed in staat is te reageren op verlate overstroming van het broedbiotoop. De adulten zijn actief tot mid-zomer. De larven worden gevonden in zoetwaterpoelen in moerassen, vaak met zeggevegetaties, minder in de ondergroei.

Ochlerotatus (Aedes)
cantans

Een Palearctische soort die in heel West-Europa voorkomt, ze schijnt met name overstromingsvlaktes in "hete" gebieden te bewonen. De adulten komen uit kort na de winter en de soort is univoltien. De larven worden gevonden in temporaire wateren, en kleine zoetwaterpoeltjes met name in de ondergroei van bos. Minder algemeen ook in sloten.

Ochlerotatus (Aedes)
geniculatus

Een Palearctische soort, bekend van geheel Europa en Noord-Afrika. Een stenogame soort (gespecialiseerde soort) die een of twee generaties per jaar voortbrengt. De soort broedt vooral in boomholten, maar kan ook in artificiële ruimten met water gevonden worden, zoals autobanden en frietbakjes. Zeldzaam wordt de soort ook in plasjes in de ondergroei van bos gevonden. Dit soort plaatsen is altijd rijk aan organisch materiaal (bladafval).

Ochlerotatus (Aedes)
punctor

Een Holarctisch soortencomplex, hiervan zijn drie circumpolair verspreide soorten bekend uit Europa en twee uit Canada beschreven variëteiten. Het lijkt er op dat het een univoltine soort is, zij is met name bekend van venen in Scandinavië. De soort is gebonden aan koude wateren. De larven worden gevonden in temporaire wateren van diverse grootte. Zowel in open gebieden

*Ochlerotatus (Aedes)
diantaeus*

als in de ondergroei kunnen broedplaatsen gevonden worden, bijvoorbeeld tussen *Sphagnum* (Veenmos) of Knolrus.

Een circumpolaire bossoort die tot in midden Europa voorkomt. Het is een univoltine soort, die vanaf het einde van het voorjaar vliegt. De larven prefereren bospoeltjes en bossloten, soms ook open moeras en rotspoelen.

2.4. Kansen op soorten in verschillende natuurdoeltypen

Uit een zeer grote verzameling literatuur over muggen en knutten zijn zoveel mogelijk opmerkingen over de habitats van alle in Nederland voorkomende muggen en knutten op een rij gezet. Aan de hand van deze opmerkingen is voor de in Nederland voorkomende muggen en knutten (geslachten) de kans ingeschat op het voorkomen in een negental natuurdoeltypen (tabel 2.1). Deze natuurdoeltypen komen op dit moment voor in de Bethunepolder, of zullen worden ontwikkeld bij de voorgenomen natte natuurontwikkeling.

De tabel is samengesteld enerzijds door met behulp van expert judgement direct uit de literatuurvermeldingen de kansen in te schatten. Anderzijds werd een meer systematische methode gevolgd, door de zeer diverse literatuurvermeldingen te groeperen in klassen (open water, moerassen met bomen, moeras zonder bomen, vegetatierijk water, organisch verontreinigd water etc.) en vervolgens deze klassen te koppelen aan natuurdoeltypen. Deze meer systematische methode, evenals de gebruikte literatuur, is weergegeven in bijlage 1. Door de beide methodes te combineren kon een redelijk betrouwbare inschatting gemaakt worden.

Tabel 2.1 Kans op voorkomen van in Nederland voorkomende muggen en knutten in negen natuurdoeltypen op basis van literatuuronderzoek en expert judgement.

Legenda	
+	Voorkomen mogelijk
+/-	Voorkomen minder waarschijnlijk
-	Voorkomen onwaarschijnlijk
--	Voorkomen zeer onwaarschijnlijk
?	Onvoldoende gegevens
*	Waarschijnlijk ten onrechte gemeld in NL

	Natuurdoeltypen								
	1) Zoetwatergemeenschap, matig voedselrijk	2) Rietland en ruigte, matig voedselrijk	3) Bosgemeenschap op laagveen, nat	4) Triveen	5) Bloemrijkrasland	6) Veenheide/veenmosrietland	7) Struweel (nat)	8) Nat schraalland in (plasdras situatie)	9) Sloten
Steekmuggen op soortniveau									
Anopheles atroparvus	+	+/-	-	-	--	-	-	+	+
Anopheles melanoon	+	+/-	-	+	--	+	-	+	+/-
Anopheles messeae	+	+/-	-	-	--	-	-	+	+
Anopheles plumbeus	-	--	+	--	--	-	+	-	-
Anopheles claviger	+	+/-	+	+/-	--	+	+	+	+
Anopheles maculipennis	+	+/-	+/-	+/-	--	+	+	+	+
Anopheles maculipennis s.l.	+	+/-	--	--	--	--	--	+	+
Anopheles algeriensis	*	--	--	--	--	--	*	*	*
Aedes annulipes	+/-	+/-	+	+	--	+	+	+	+/-
Aedes cantans	+/-	+	+	+	--	+	+	+	+/-
Aedes caspius	+/-	+/-	+/-	-	--	-	+/-	+/-	+/-
Aedes cinereus	+/-	+/-	+	+/-	--	+/-	+	+/-	+/-
Aedes communis	+/-	+/-	+	+/-	--	+/-	+/-	+/-	+/-
Aedes detritus	--	+/-	+/-	--	--	--	+/-	+/-	--
Aedes excrucians	--	--	+	--	--	--	+	+	--
Aedes nemorosus	+/-	+/-	+	+/-	--	+/-	+/-	+/-	+/-
Aedes dorsalis	+	+	+/-	--	--	--	+/-	+	+
Aedes geniculatus	+/-	+/-	+	--	--	--	+	--	+/-
Aedes flavescens	+	+	+/-	+/-	--	+/-	+/-	+	+
Aedes leucomelas	+/-	+/-	+/-	-	--	-	+/-	+/-	+/-
Aedes punctor	+/-	+/-	+	+/-	--	+	+	+/-	+/-
Aedes rusticus	+	+	+	-	--	+	+	+	+
Aedes riparius	+/-	+/-	+/-	+/-	--	+/-	+/-	+/-	+/-
Aedes sticticus	+/-	+/-	+	+/-	--	+	+	+/-	+/-
Aedes vexans	+/-	+/-	+	+/-	--	+/-	+	+	+/-
Culiseta alaskaensis	+/-	+/-	+/-	--	--	+/-	+/-	+/-	+/-
Culiseta annulata	+	+	+	+/-	--	+/-	+	+	+
Culiseta (annulata) subochrea	+	+	+	+/-	--	+/-	+	+	+
Culiseta ochroptera	+/-	+/-	+	+	--	+	+	+/-	+/-
Culiseta fumipennis	+	+/-	+/-	-	--	-	+/-	+	+
Culiseta morsitans	+	+	+	+/-	--	+/-	+	+	+
Culex pipiens	+	+	+	+	--	+	+	+	+
Culex pipiens s.l.	+	+	+	+	--	+	+	+	+
Culex pipiens pipiens	+	+	+	+	--	+	+	+	+
Culex pipiens molestus	--	--	--	--	--	--	--	--	+
Culex territans	+	+	+	+/-	--	+	+	+	+
Culex torrentium	+/-	+/-	+/-	+/-	--	+/-	+/-	+/-	+/-
Culex modestus	+	+/-	+/-	+/-	--	+/-	+/-	+/-	+
Coquilletidia richardii	+	+	+/-	+/-	--	+	+	+/-	+
Totaal mogelijke soorten (+)	19	12	21	7	0	14	21	21	19
Nederlandse knutten geslachten									
Macropeza	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Probezzia	+/-	--	--	--	--	--	--	--	+/-
Bezzia	+	+	+	+	--	+	+	+	+
Palpomyia	+	--	--	--	--	--	--	--	+
Serromyia	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Sphaeromyia	+	--	--	--	--	--	--	--	+
Mallochohelea	+	--	--	--	--	--	--	--	+
Clinohoelea	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Stilobezzia	+	--	+	--	--	--	--	--	+
Monohelea	--	+	+	+	--	+	+	+	--
Ceratopogon	+	+	--	+	--	+	--	+	+
Culicoides	+	+	+	+	+/-	+	+	+	+
Dasyhelea	+	+	+	+	--	+	--	+	+
Attrichopogon	+	+	+	+/-	--	+/-	+	+/-	+/-
Forcipomyia	+/-	+	+	--	--	+	+	+	+/-
Kolenohelea	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Totaal mogelijke geslachten (+)	9	7	7	5	0	5	5	6	8

3. Onderzoeksopzet /methoden

3.1. Inleiding

Het voorliggende onderzoek is verkennend van aard. De onderzoeksmethodieken waren weliswaar al bekend, maar een dergelijk onderzoek met deze vraagstellingen en op deze schaal is nog nooit eerder uitgevoerd. Het onderzoek kan daarom het beste worden gezien als een pilotproject.

De opzet van het onderzoek is beschrijvend; er is geen pretentie om kwantitatieve uitspraken te doen. Een aantal situaties worden geïnventariseerd en vergeleken op een beschrijvende, kwalitatieve manier. Er is in het huidige onderzoek geen ruimte voor replica's, dus de variatie binnen een bepaald gebied wordt niet in kaart gebracht. De variatie in populaties kan ook van jaar tot jaar zeer groot zijn, daardoor hebben metingen van één jaar een relatief beperkte waarde. Dit onderzoek is echter wel geschikt als verkenning voor de opzet van een monitoring-programma, waarmee later een trendanalyse gedaan kan worden.

Vangstperiode

Er is gewerkt met meerdere vangstmethoden. Voor alle methoden geldt dat er gevangen is gedurende vijf maanden, van mei t/m september. De meeste muggen vliegen namelijk nauwelijks in de winter, maar kennen een piek in het voorjaar of in de zomer. De vangstperiode ligt steeds in de laatste twee weken van de maand. De vangst van juni valt dus eigenlijk in de zomer, en die in september in de herfst.

3.2. Onderzoekslocaties

Dit onderzoek moet een beeld geven van de huidige en toekomstige situatie. Om inzicht te krijgen in de huidige situatie worden ook poldersloten onderzocht, aangezien de Bethunepolder voor het grootste deel bestaat uit weidegebied, dat doorsneden wordt door sloten. Voor het in beeld brengen van de huidige overlast wordt de aanwezigheid van muggen (en larven) geïnventariseerd in de omgeving van huizen, zowel binnen als buiten de Bethunepolder. Daarnaast is de mogelijkheid geboden om case-investigations uit te voeren op locaties, waar sprake is van overlast. De toekomstige situatie (natte natuur) wordt onderzocht door middel van het

inventariseren van referentiesituaties (8 natuurdoeltypen) en het onderzoeken van twee proeflocaties (petgaten en schraalgrasland). Aldus zijn de onderzoekslocaties in te delen in vier groepen (zie figuur 3.1):

- 1) Huizen binnen de Bethunepolder (A, B en C)
- 2) Huizen buiten de Bethunepolder (A', B' en C')
- 3) Referentiesituaties (1 t/m 8) en sloten (9)
- 4) Proeflocaties (10 en 11)

Op alle locaties werden zowel larven als adulte muggen verzameld. Op de zes locaties nabij de huizen (A, A', B, B' en C en C' zie figuur 3.1) werden ook met de human-bait methode adulte muggen verzameld.



Figuur 3.1 Ligging van de monsterlocaties. A, A', B, B' C en C': onderzoek in en om huis. 1 t/m 8: referentielocaties natuurdoeltypen; 9: gebied voor slootbemonsteringen. 10 & 11: proeflocaties.

Referentiesituaties: de natuurdoeltypen

Voor de Bethunepolder wordt gestreefd naar het ontwikkelen van een aantal natuurdoeltypen. Sommigen zijn al aanwezig in de Bethunepolder en zullen worden uitgebreid, anderen zullen worden ontwikkeld op plaatsen waar nu nog agrarische weidegronden met sloten aanwezig zijn. Om de invloed van deze ontwikkeling te kunnen inschatten wordt per natuurdoeltype geïnventariseerd welke soorten muggen er voorkomen. Daarbij wordt ook aandacht geschonken aan de aantallen muggen die hier voorkomen (orde van grootte).

Aangezien niet alle natuurdoeltypen al in de Bethunepolder aanwezig zijn, is gezocht naar referentiesituaties in de directe omgeving. De nagestreefde natuurdoeltypen zijn opgenomen in tabel 3.1. Na overleg is besloten om type 5) bloemrijk grasland niet in het muggenonderzoek op te nemen. Dit natuurdoeltype wordt naar verwachting dermate droog gerealiseerd dat muggenlarven zich niet kunnen ontwikkelen. Habitat 9) weidegebied met poldersloten is voor de het vergelijk met de huidige situatie ook in de lijst opgenomen. Naar dit type 9) zal ik de text vaak afgekort verwezen worden met alleen: sloten om de leesbaarheid van het rapport te verbeteren. Van alle monsterpunten zijn beschrijvingen en foto's opgenomen in bijlage 2.

Tabel 3.1. Referentielocaties voor verschillende natuurdoeltypen

Natuurdoeltype	Onderzoekslocatie
1) Zoetwatergemeenschap, matig voedselrijk	Oostelijke binnenpolder
2) Rietland en ruigte, matig voedselrijk	Omgeving Bosje van Robertson; Nooitgedacht
3) Bosgemeenschap op laagveen, nat	Westbroekse Zodden
4) Trilveen	Westbroekse Zodden
5) Bloemrijkgrasland	Ruigenhoek
6) Veenheide/veenmosrietland	Molenpolder
7) Struweel (nat)	Bosje van Robertson
8) Nat schraalland (plasdras situatie)	Veenderij
9) Sloten	Bethunepolder

Proeflocaties

Aangezien het niet zeker is dat alle bovengenoemde natuurdoeltypen zich snel zullen ontwikkelen zijn twee proeflocaties ingericht. Het gaat hier om het graven van petgaten en het aanleggen van schraalgrasland-percelen (dan wel percelen waarin een veenmosrietland-achtige vegetatie zich ontwikkelt).

De ontwikkeling van het natuurdoeltype hangt af van de lokale omstandigheden (op microschaal). Deze omstandigheden zullen voor het grootste deel afhankelijk zijn van de uitgevoerde inrichtingsmaatregelen en het gevoerde beheer. Daarom zijn bij de uitgekozen natuurdoeltypen twee varianten bedacht om te zien of de inrichting op de ene manier meer of minder muggenontwikkeling met zich meebrengt dan de andere inrichtingsvariant. Een beschrijving van de opzet van de proeflocaties is opgenomen in bijlage 3. Met name de hoeveelheid water is van belang voor de kans op muggenontwikkeling. In een geheel droog gebied is die kans uiteraard nihil, maar het andere uiterste, een groot diep meer is ook een habitat met een laag risico. De risico's zijn dus te vinden in moeras- en plasdras situaties. Uiteraard moeten, voor een goede vergelijking, de verdere omstandigheden gelijk zijn, dit is vooral voor het gevoerde beheer van belang.

3.3. Larvale vangsten

Op alle locaties zijn larvale vangsten gedaan. De bemonstering van muggenlarven is uitgevoerd met een soeplepel. Door het nemen van 50 scheppen water werd een oppervlakte van ongeveer 6750 cm² bemonsterd. Een getalsmatige vergelijking tussen monsters moet echter gestoeld zijn op een vergelijking per schep en niet per oppervlak omdat de oppervlakte per schep kan variëren en omdat op een aantal locaties de nagestreefde 50 scheppen niet gehaald kon worden. Voor deze bemonstering zou men kunnen stellen dat zij semi-kwantitatief is. Hoe wel deze term een contradictio interminis bevat, komt het er op neer dat de resultaten alleen voor een relatieve vergelijking gebruikt kunnen worden.

Knuttenlarven zijn uitgezocht uit bodemmateriaal, verzameld met de hand of met een appelmoeszeef. Getracht is om vijf scheppen (van 50 x 10 cm) met een appelmoeszeef uit te zoeken. Bij veel veenmos of fijn organisch materiaal heeft dit zeer veel werk opgeleverd. Het aantal scheppen is niet verantwoord uit te drukken in een bepaald oppervlak. Bij deze methode is het dus zeker niet mogelijk om gemiddelden per oppervlak te berekenen. Het is hier zelfs de vraag of de scheppen voldoende hetzelfde zijn om als replica te gelden.

Knuttenlarven zijn niet of nauwelijks op naam te brengen, naar verwachting zullen zij onderbelicht worden in de larvalebemonstering.

3.4. Human-bait

Voor het overlastonderzoek werd human-bait onderzoek gedaan op locaties nabij huizen. Daarvoor is een selectie gemaakt van drie huizen in de Bethunepolder en drie locaties daar buiten (figuur 3.1, locaties A, A', B, B' en C en C').

De methode bestaat eruit dat twee mensen plaats nemen op een stoel met ontblote voeten en benen tot boven de knie. Iedere mug die de proefpersoon probeert te steken wordt verzameld. Het betreft hier alleen adulten. Ook is er getracht om knutten te verzamelen. Dit kan op dezelfde wijze als muggen maar de vangst efficiëntie ligt veel lager, omdat knutten erg klein zijn en in haren en ogen kruipen.

Het onderzoek werd uitgevoerd van één uur voor zonsondergang tot één uur daarna. Een vangst representeert dus twee uren maal twee proefpersonen = gelijk aan vier vanguren.

3.5. Valvangsten

Op alle locaties zijn vallen geplaatst, waarmee zowel adulte steekmuggen als knutten worden gevangen. De inventarisatie van de knutten werd voornamelijk door middel van volwassenen gedaan.

De vallen verbranden (propaan/butaan) gas en produceren hiermee CO₂. Dit is de lokstof waarop muggen en knutten afkomen. In dit onderzoek is gekozen om alleen CO₂ als lokstof te gebruiken. De vallen kunnen ook worden uitgerust met octanol als tweede lokstof, maar de selectieve werking van deze stof ten opzichte van de verschillende soorten is niet bekend. We nemen aan dat CO₂ als algemene lokstof (ook door zoogdieren uitgescheiden) niet selectief is.

3.6. Case investigations

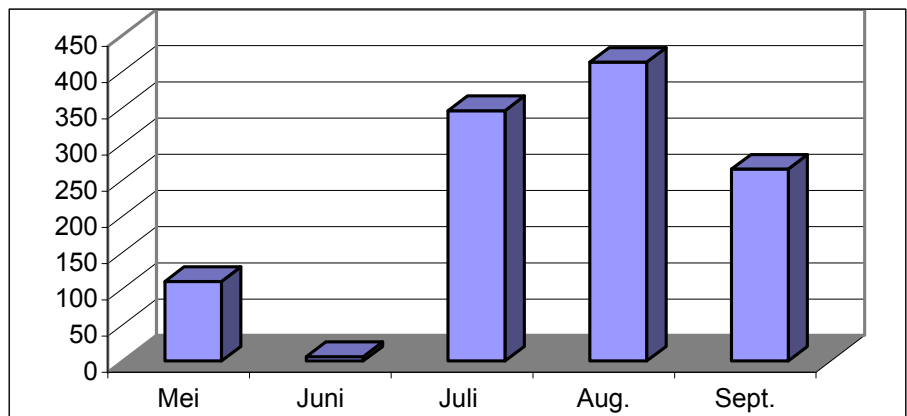
Bij aanvang van het onderzoek was het de bedoeling om op locaties met sterke overlast van muggen bij de bewoners een case-investigation te doen. Op maximaal drie locaties zou geprobeerd worden om de directe bron van de overlast op te sporen. Het kan zijn dat muggenoverlast in de buurt van bewoning veroorzaakt wordt door verstopte dakgoten of bloempotten o.i.d. Daarom hebben de onderzoekers gesprekken gevoerd met bewoners van de Bethunepolder om de ergste overlastlocaties op te sporen.

4. Bespreking resultaten van het veldwerk

4.1. Larvale vangsten

4.1.1. Knuttenlarven

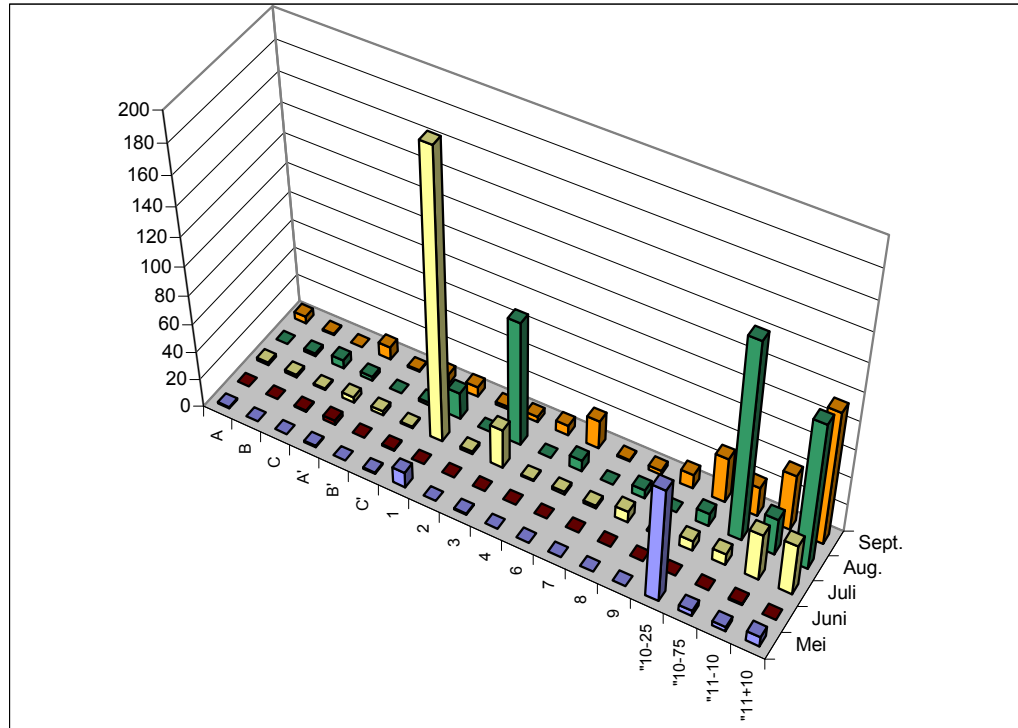
De aantallen knuttenlarven die gevonden worden zijn nergens heel hoog. Hoewel we eigenlijk geen idee hebben van wat een normale dichtheid aan knuttenlarven in ons land eigenlijk behoort te zijn lijkt er een grote discrepantie te bestaan tussen de aantallen adulte knutten (4000 in mei) en de gevonden aantallen larven (vergelijk figuur 4.1 & 4.13). Het kan zijn dat knuttenlarven op plaatsen leven waar wij in dit onderzoek niet hebben gezocht. Het kan ook zijn dat de grote aantallen adulte knutten het gevolg zijn van accumulatie in luwe beschutte plaatsen en dat de larven meer verspreid leven in bodems en open water van plassen en watergangen.



Figuur 4.1 Totaal aantal knuttenlarven van alle monsterpunten tezamen, per maand.

Een mogelijke oorzaak zou ook gevonden kunnen worden in de sterke periodiciteit van voortplantingsactiviteit. Univoltine soorten hebben een zeer sterke piek op een bepaald moment in het jaar. De meeste knutten in dit onderzoek blijken dit patroon te volgen. Als de adulten met name in mei uitvliegen is het niet zo vreemd dat er in juni nog geen grote aantallen larven gevonden worden. Het kan zijn dat de larven nog in het ei-stadium zijn of eenvoudig nog te klein zijn om te worden opgemerkt met het blote oog. De

aantallen knuttenlarven in augustus zijn het hoogst, dit zou kunnen betekenen dat dan de meeste eitjes zijn uitgekomen. In september is het aantal weer iets gedaald, wellicht doordat een deel van de larven alweer is doodgegaan. De lage aantallen in mei worden wellicht veroorzaakt doordat een flink deel van de dieren dan al is uitgevlogen.



Figuur 4.2 Aantallen knuttenlarven per monsterpunt en per maand.

De ruimtelijke verspreiding van de aantallen knuttenlarven is zeer grillig (figuur 4.2). Monsterpunten 1 (zoetwatergemeenschap) en 3 (bos op laagveen) hebben een hoge uitschieter in de aantallen, respectievelijk in de maanden juli en augustus. In mei is er ook een uitschieter, in monsterpunt 10 (nieuw gegraven petgat, 25 cm. diep). Het enige opvallende patroon in figuur 4.2 zijn de relatief hoge aantallen knuttenlarven die gevonden worden op de nieuw aangelegde proeflocaties (monsterpunten 10 en 11).

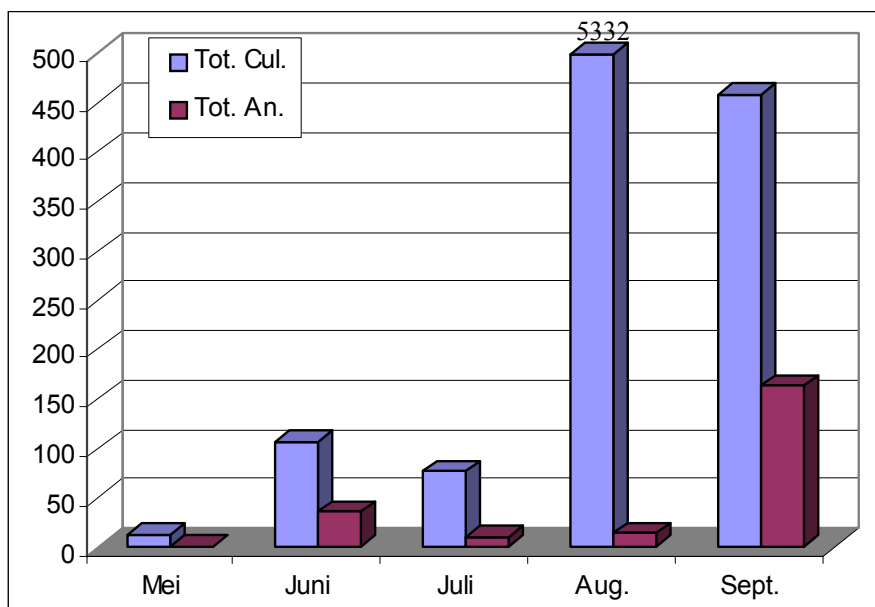
Deelconclusies:

De gevonden aantallen knuttenlarven zijn over het algemeen laag en tonen een grillig patroon. Het lijkt zo te zijn dat recent gegraven petgaten en schraallandpercelen aantrekkelijk zijn voor knutten.

Voor verder onderzoek wordt aangeraden om de methode om knuttenlarven te verzamelen te veranderen. Een kwantitatieve benadering zou mogelijk moeten zijn, bijvoorbeeld met kleine steekbuisjes.

4.1.2. Muggenlarven

De totale aantallen muggenlarven die gevonden werden zijn veel lager dan verwacht en geven een raar patroon over het seizoen weer (figuur 4.3). In augustus is een zeer hoog aantal muggen gevonden. Omdat dit aantal buiten de figuur zou vallen, is het er apart bijgezet.

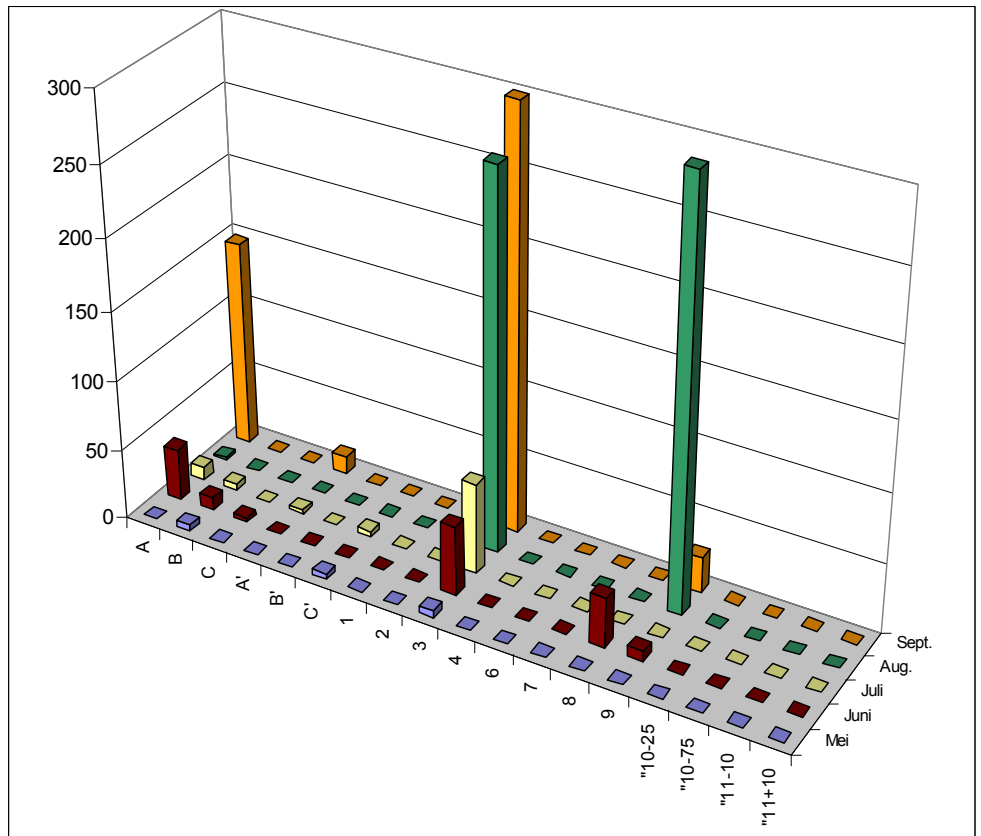


Figuur 4.3 Het totaal aantal muggenlarven per maand uitgesplitst naar twee groepen; Cul.=Culicinae (overige steekmuggen) en An.=Anophilinae (malariamuggen).

Figuur 4.4 toont dat het grootste aantal monsters helemaal geen muggenlarven heeft opgeleverd. Enkele monsterpunten hebben in sommige maanden een hoge dichtheid aan muggenlarven opgeleverd. Dit geldt voor een huis met veel bomen (locatie A), de sloten (locatie 9) en het natuurdoeltype bos op laagveen (locatie 3). Dit laatste punt is het enige monsterpunt dat een "normale" opbouw in de populatie te zien geeft (fig.4.4).

Opvallend is dat in de nieuw gegraven proefvelden (locatie 10 en 11) in het geheel geen muggenlarven zijn gevonden. Wellicht zijn de plasjes nog te recent om aantrekkelijk te zijn voor eiafzetting. Het kan ook zo zijn dat ze principieel onaantrekkelijk zijn (bijv. te ondiep).

Al met al zijn de resultaten van de larvale bemonstering te fragmentarisch (te lage aantallen) om conclusies aan te kunnen verbinden. Daarom worden hiervoor geen nadere bewerkingen uitgevoerd.



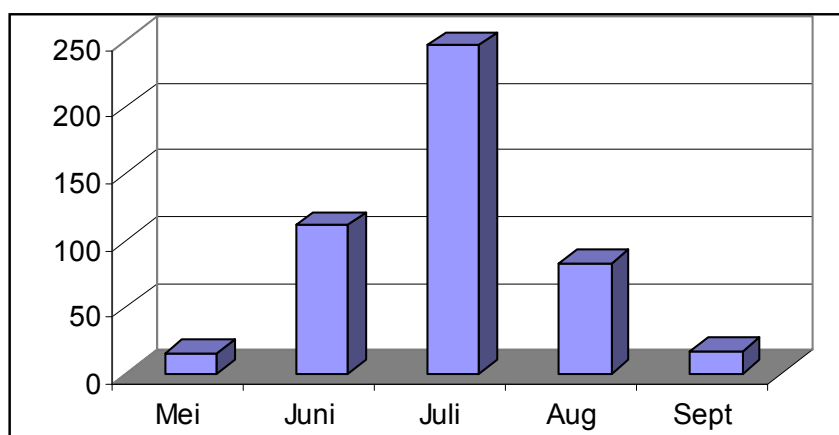
Figuur 4.4 Aantal muggenlarven (Culicidae) per monsterpunt.

Deelconclusies:

De locaties waar veel muggenlarven gevonden zijn, bestaan uit sloten en bosrijke locaties. Echter, de larvalebemonsteringen leveren geen voldoende eenduidige resultaten op om conclusies uit te trekken. Er wordt dan ook voorgesteld om de methodiek aan te passen (zie paragraaf 4.7).

4.2. Human-bait

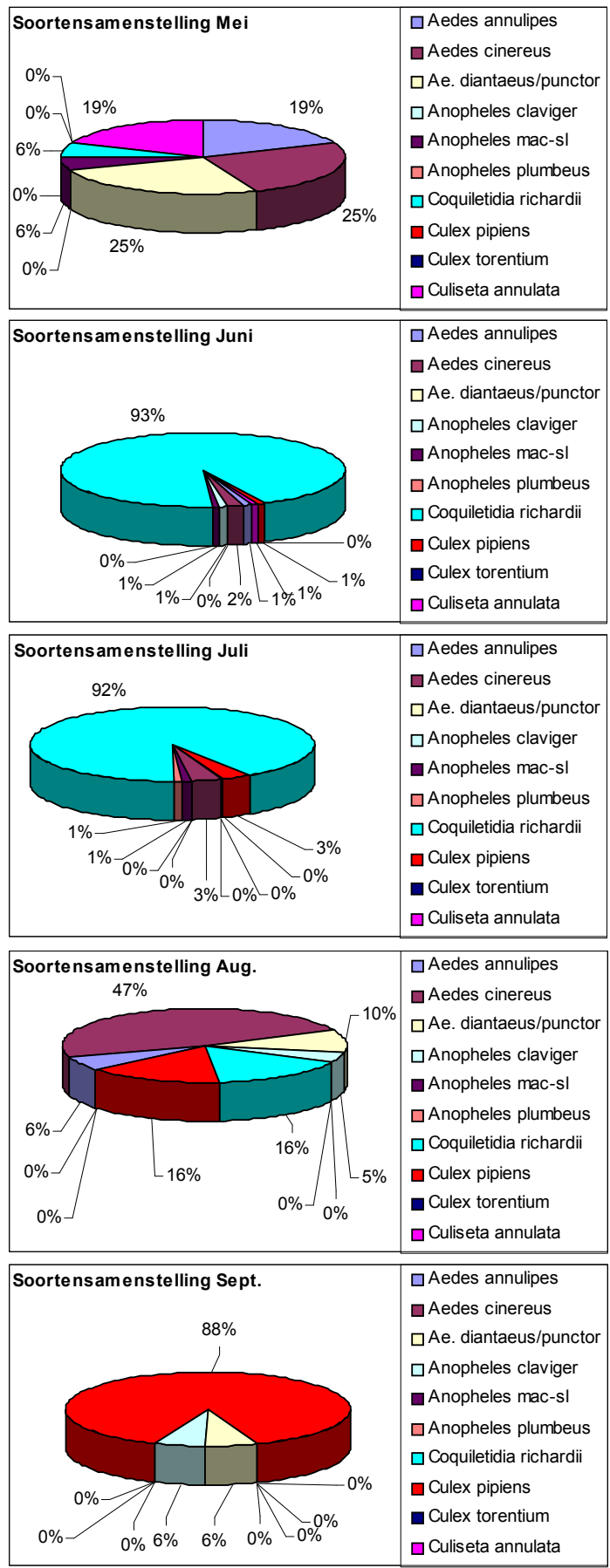
Met de human-bait methode zijn de op de mens stekende adulte muggen in beeld gebracht nabij de huizen in en buiten de Bethunepolder. Ook is er getracht om knutten te verzamelen, deze vangsten zijn echter niet goed vergelijkbaar, om twee redenen 1) knutten zijn moeilijker te verzamelen (vooral als het er veel zijn) 2) in gevallen dat het er erg veel zijn moesten de onderzoekers zichzelf beschermen tegen de vele knuttenbeten. De aantallen muggen zijn in de verschillende maanden geheel verschillend (figuur 4.5).



Figuur 4.5 Aantallen muggen in human-biting-catches, per maand.

Het aantal gevangen muggen is het hoogst in juli, en laag in de maanden mei en september. Dit wijkt af van de verwachting: een gestage populatieopbouw tot en met augustus, en een lichte afname in september. Dit beeld is min of meer wel gevonden bij de vangsten met de muggenvallen (figuur 4.7). Blijkbaar is het niet recht evenredig; hoe meer muggen hoe meer vangsten in de human-bitingcatches. De verschillen zijn het grootst in de maanden juni en augustus.

Een verklaring hiervoor kan gevonden worden in de soortensamenstelling van de muggenpopulatie (fig. 4.6). De soort die het meest voorkomt in de human-bitingcatches is *Coquilletidia richardii*. In juni en juli was het aandeel van deze soort in het aantal stekende muggen meer dan 90%. Deze soort heeft ook zijn piek in juni en juli. In september zien we dat *Culex pipiens* de soort is die het meeste voorkomt in de Human-bitingcatches, maar absoluut gezien zijn het er niet veel. Het aantal individuen van deze soort in de human-bitingcatches staat niet in verhouding tot het aantal in de vallen. In de human-bitingcatches zijn veel minder exemplaren van deze soort gevonden, hetgeen de lage totalen in de maanden augustus en september verklaart.



Figuur 4.6 Soortensamenstelling human-bait gesommeerd per maand.

Antropofilie

Met de human-bitingcatches worden alleen muggen gevangen, die op mensen (trachten te) steken. Door de resultaten van de human-bait methode te vergelijken met de minder selectieve vallenvangsten (waarbij alleen kooldioxide de lokstof is), kan iets gezegd worden over de mate van antropofilie van de aangetroffen soorten. Antropofiele soorten zijn muggen die meer op mensen steken dan op dieren. Er bestaan ook muggen die zoöfiel genoemd worden; Zij prefereren juist (een specifieke groep) dieren, bijvoorbeeld vee of vogels.

De vraag of een mug in enige mate antropofiel is, kan eenvoudig beantwoord worden door na te gaan of de soort wel of niet op de mens steekt. Hieronder zijn de soorten opgesomd waarvan in dit onderzoek is aangetoond dat ze op de mens steken, en dus in enige mate antropofiel zijn.

Tabel 4.1 Soorten die zijn verzameld middels de human-biting-catches.

<i>Aedes annulipes</i>
<i>Aedes cinereus</i>
<i>Aedes diaantaeus</i>
<i>Aedes punctor</i>
<i>Anopheles claviger</i>
<i>Anopheles maculipennis s.l.</i>
<i>Anopheles plumbeus</i>
<i>Coquilletidia richardii</i>
<i>Culex pipiens</i>
<i>Culex torentium</i>
<i>Culiseta annulata</i>
<i>Ceratopogonidae</i>

De mate waarin de verschillende soorten op de mens steken bepaalt voor een gedeelte hun overlastpotentie. Om de mate van antropofilie te bepalen zouden keuze-experimenten op zijn plaats zijn. Dit onderzoek heeft een dergelijke opzet niet, maar om enig inzicht te krijgen in de verschillen tussen de soorten, is hieronder een vergelijking gegeven van de vallenvangsten en de human-bitingcatches. De laatste kolom ('Aandeel') geeft per soort weer hoeveel procent van de totaal gevangen individuen gevangen is met de human-bitingcatches. Een hoog percentage is een aanwijzing voor een hoge mate van antropofilie.

Tabel 4.2 Welke soorten muggen steken veel op de mens? Verklaring: Vallen =aandeel (%) van de soort in de vallenvangsten, HB=aandeel van de soort in de human-bitingcatches, Verschil=HB-Vallen, Ratio=HB/Vallen, Aandeel= HB/(Vallen+HB) (=percentage gevangen met HB)

	Vallen:	HB:	Verschil	Ratio	Aandeel
<i>Aedes annulipes</i>	0.27	1.90	1.63	7.01	87.51
<i>Aedes cinereus</i>	13.46	11.42	-2.04	0.85	45.90
<i>Ae. diaantaeus/punctor</i>	0.56	2.75	2.19	4.89	83.02
<i>Anopheles claviger</i>	2.08	1.27	-0.82	0.61	37.83
<i>Coquilletidia richardii</i>	14.86	72.30	57.44	4.87	82.95
<i>Culex pipiens</i>	66.68	7.82	-58.86	0.12	10.50
<i>Culiseta annulata</i>	1.95	0.85	-1.10	0.43	30.26
<i>Anopheles maculipennis</i>	0.08	1.06	0.98	13.63	93.16
<i>Aedes vexans cf</i>	0.04	0.00	-0.04	0.00	0.00
<i>Culiseta subochrea</i>	0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00
<i>Anopheles plumbeus</i>	0.00	0.42	0.42	1.00	100.00
<i>Culex torentium*</i>	0.00	0.21	0.21	1.00	100.00

*alleen als adult aangetroffen

De bovenstaande tabel is echter niet één-op-één te vertalen in de mate van antropofilie, daarom zijn ook de verschillende berekeningen in kolommen gepresenteerd. De duidelijkste verschillen zijn te vinden bij de soorten *Coquillettidia richardii* en *Culex pipiens*. *Culex pipiens* is tijdens dit onderzoek duidelijk ondervertegenwoordigd in de human-bitingcatches, terwijl *Coquillettidia richardii* hier een oververtegenwoordiging laat zien.

Het opvallendste getal in de kolom ratio is dat van *Anopheles maculipennis* (s.l.). Dit is de malariamug. Van deze soorten (het kunnen drie verschillende soorten zijn) zijn er dus veel meer gevangen tijdens de human-bitingcatches. Echter uit de twee eerste kolommen wordt duidelijk dat het aantal gevangen individuen gering is, waardoor geen harde conclusies getrokken kunnen worden.

Deelconclusies

De human-bait methode levert niet hetzelfde soortenspectrum op als de vallenvangsten. Het meest opvallend is dat het aandeel *Coquillettidia richardii* veel groter is in de human-bait vangsten dan bij de vallenvangsten, en bij *Culex pipiens* andersom.

Om deze reden kan, met enige voorzichtigheid, aangenomen worden dat *Coquillettidia richardii* een hoge mate van antropofilie kent. Dit lijkt ook te gelden voor *Anopheles maculipennis*, *Aedes annulipes* en *Aedes diaetaeus/punctor*.

Een geringe mate van antropofilie is vastgesteld bij *Culex pipiens*, *Aedes cinereus*, *Anopheles claviger* en *Culiseta annulata*.

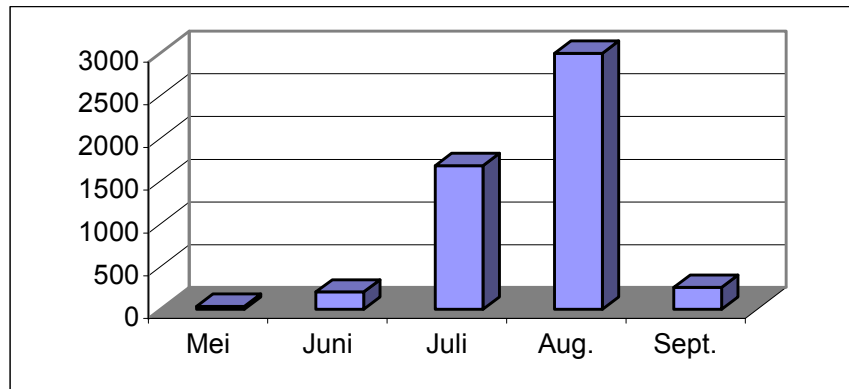
Hoewel sterk antropofiele soorten potentieel een grotere bron voor overlast zouden kunnen zijn dan minder antropofiele soorten, kan ook alleen het aanwezige aantal exemplaren als overlast ervaren worden (bijv. 's nachts in een slaapkamer).

4.3. Valvangsten

4.3.1. Muggen

Soortensamenstelling

Figuur 4.7 geeft de aantallen muggen per maand weer. Het patroon is volgens verwachting: de aantallen muggen nemen in de loop van de zomer toe en vallen in september sterk terug. De aantallen in mei en juni zijn echter erg laag. Dit is waarschijnlijk te verklaren door de windsituatie in het voorjaar en begin van de zomer. Tijdens de metingen in de maand mei en juni stond er vrij veel wind. Toen zijn er wel metingen gedaan, maar mogelijk daardoor zijn er nauwelijks muggen gevangen.

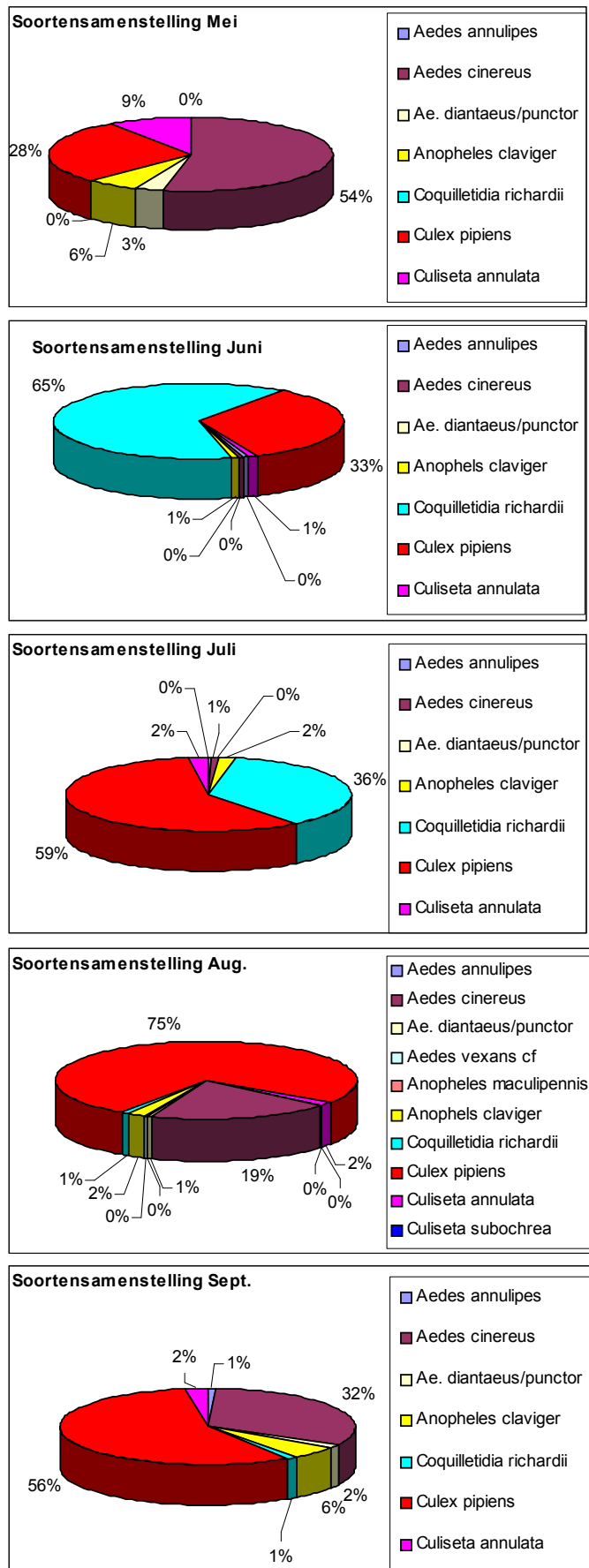


Figuur 4.7 Aantallen muggen in valvangsten, per maand.

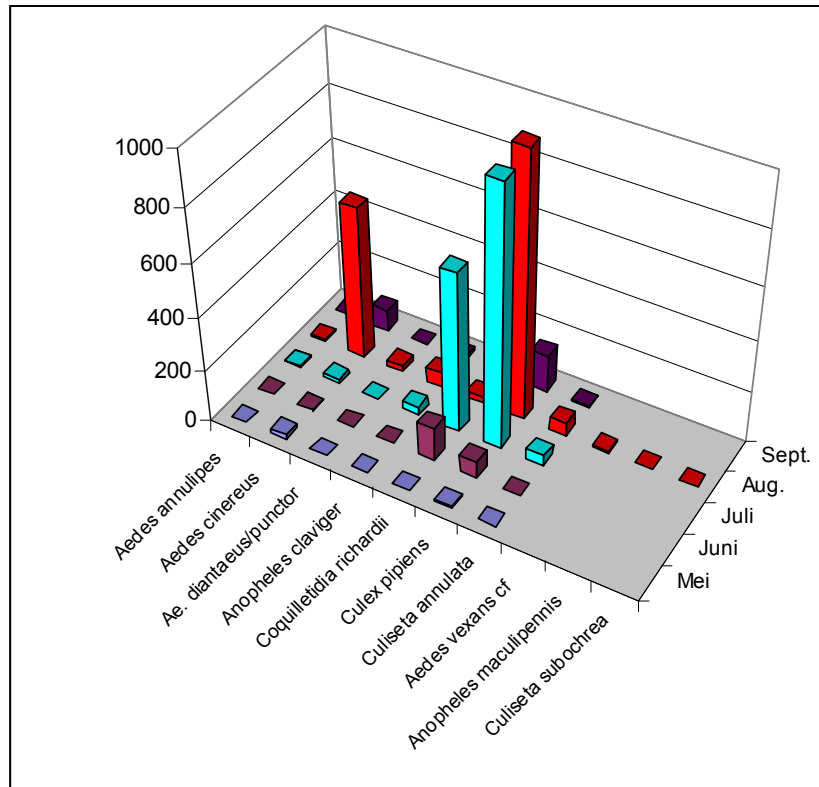
Figuur 4.8 geeft inzicht in het voorkomen van voorjaars- zomer- en najaarssoorten (zie intermezzo). Het grootste verschil is te vinden tussen *Coquillettidia richardii* en *Culex pipiens*. *Cx. pipiens* blijkt een late zomersoort of een najaarssoort, terwijl *Cq. richardii* het meest werd gevonden in de zomer. Echte voorjaarssoorten zijn niet gevonden. Alle soorten die in mei voorkomen, komen in latere maanden ook voor. Weliswaar met relatief een kleiner aandeel door de sterke toename van de sommige zomersoorten, maar absoluut in grotere getallen. In figuur 4.9 is bijvoorbeeld te zien dat de hoogste aantallen *Aedes cinereus* zijn gevonden in augustus.

Voorjaarssoorten en zomersoorten

Bij muggen zijn voorjaarssoorten en zomersoorten te onderscheiden. Bij voorjaarssoorten zijn de adulten het meest talrijk in het voorjaar (mei-juni), en bij zomersoorten in de zomer (juli-aug). Naarmate we binnen Europa meer naar het zuiden gaan zijn deze verschillen duidelijker. In Mediterrane literatuur vinden we vaak de opmerking dat in de rest van Europa de echte voorjaarspopulatiepieken ontbreken en dat voorjaars-, zomer- en najaarssoorten in een aaneengesloten seizoen vliegen. Nederland neemt echter een tussenpositie in, wij onderscheiden wel degelijk een voorjaar. De ene soort vliegt in Nederland voornamelijk in mei en juni en andere soorten vliegen meer in de zomer in juli en augustus.



Figuur 4.8 Soortensamenstelling van de vangsten met CO₂-vallen (alle locaties), per maand.

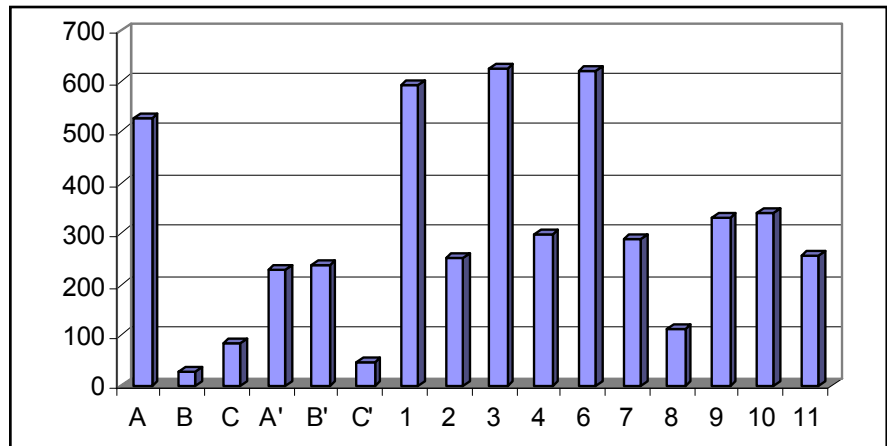


Figuur 4.9 Aantallen muggen per soort per maand.

Verschillen in soorten tussen monsterpunten

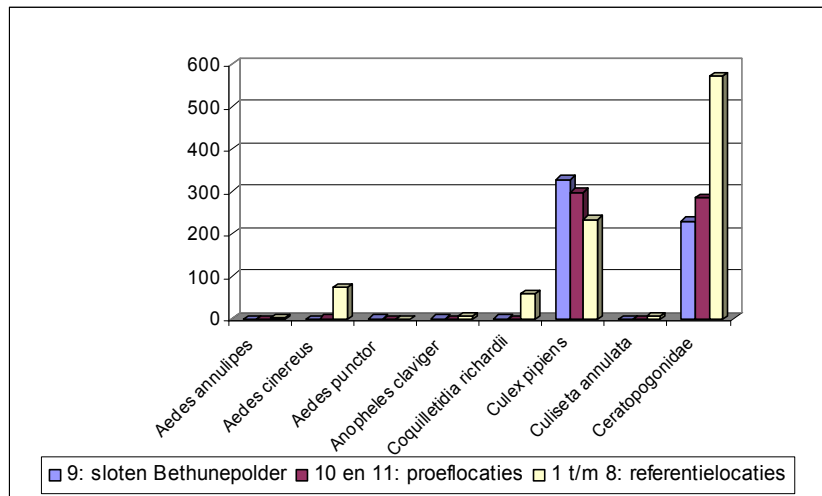
De verschillen tussen de monsterpunten zijn in beeld gebracht in figuur 4.10. Er zijn grote verschillen in totale aantallen muggen tussen de monsterpunten. Er ontstaat echter geen duidelijk beeld wanneer de monsterpunten per groep onderzocht worden. Op het eerste gezicht zou gezegd kunnen worden dat er 'bij de huizen' (A t/m C') minder muggen zijn dan 'in de natuur' (1 t/m 11). Het grootste aantal muggen nabij een huis (gevonden bij locatie A), is vrijwel even hoog als de aantallen in diverse natuurdoeltypen (zie figuur 4.10.). Dit geeft aan dat de variatie binnen een groep groter kan zijn de variatie tussen de groepen onderling.

diverse natuurdoeltypen (zie figuur 4.10.). Dit geeft aan dat de variatie binnen een groep groter kan zijn de variatie tussen de groepen onderling.



Figuur 4.10 Totaal aantal muggen per monsterpunt gesommeerd over het gehele seizoen

Voor de groepen 'locaties binnen de Bethunepolder' versus 'de locaties buiten de Bethunepolder' - exclusief de huizen - is dit per soort onderzocht in figuur 4.11. Hier is per soort per 'locatiegroep' de som van de maandgemiddelden van de betreffende locaties weergegeven. Dit geeft een beeld van de totale aantallen van die soort, die over een heel seizoen op een locatie uit een bepaalde groep kunnen voorkomen.



Figuur 4.11 Soortensamenstelling alle locaties binnen de Bethunepolder versus alle locaties buiten de Bethunepolder, exclusief de huizen. Hier is de som van het gemiddelde per maand gegeven omdat de maanden niet bij elkaar mogen worden opgeteld ivm. seizoensverschillen.

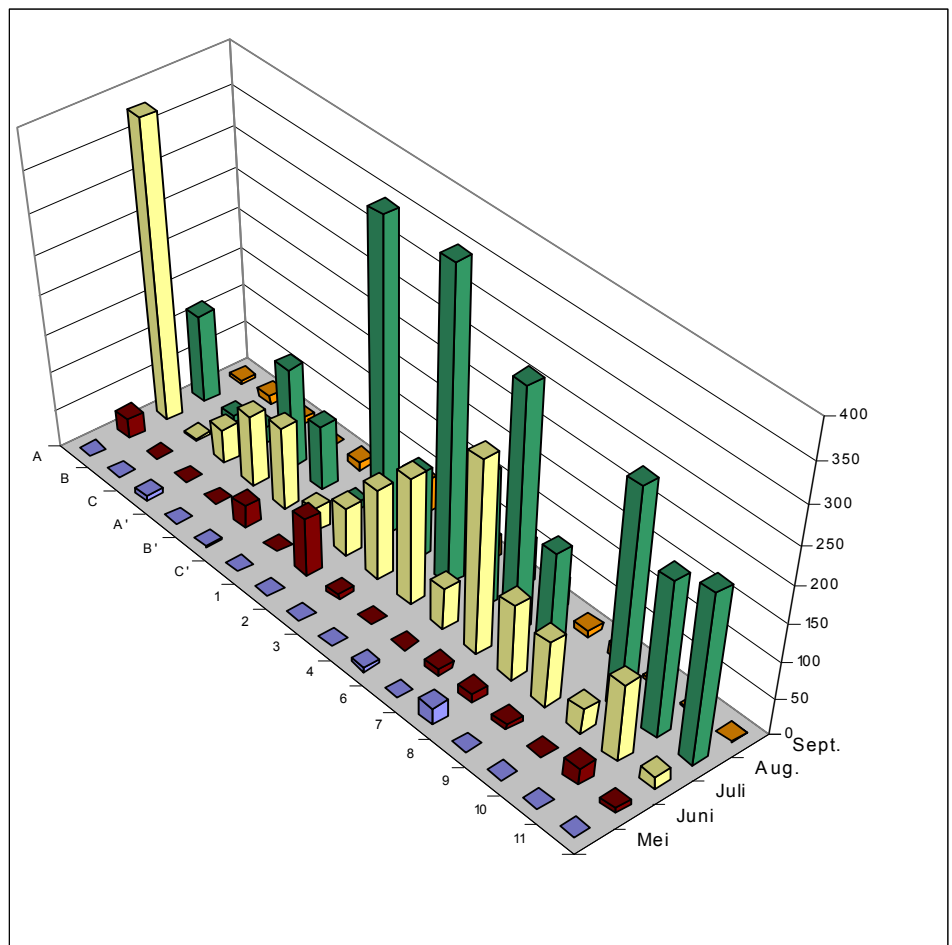
Zowel *Aedes cinereus*, *Coquillettidia richardii* als knutten (*Ceratopogonidae*, uiterst rechts) lijken in natuurgebieden buiten de Bethunepolder meer voor te komen dan in de Bethunepolder. Dit geldt niet voor *Culex pipiens*, die vooral in de sloten in de Bethunepolder voorkomt.

De locaties 'binnen de Bethunepolder' (9 t/m 11) versus die 'buiten de Bethunepolder' (1 t/m 8) lijken dus te bevestigen, dat binnen de Bethunepolder minder muggen en knutten voorkomen

dan erbuiten. Echter; één van de vier locaties waar de meeste muggen gevangen zijn is een locatie binnen de Bethunepolder (bij huis A). Het lijkt dus toch zinvoller te kijken naar de kenmerken van de specifieke locaties waar veel muggen voorkomen.

De hoogste aantallen muggen zijn gevonden op de locaties A (huis met boomrijke omgeving), 1 (zoetwatergemeenschap), 3 (bosgemeenschap) en 6 (veenheide/veenmosrietland). Deze resultaten zullen worden uitgewerkt in 4.6 (samenvattende conclusies).

Wanneer de spreiding over het seizoen bekeken wordt (figuur 4.12), blijkt dat ook de seizoensvariatie veel groter is dan de variatie tussen de groepen van monsterpunten.



Figuur 4.12 Aantallen muggen (alle soorten gesommeerd) per maand en per monsterpunt.

Deelconclusie

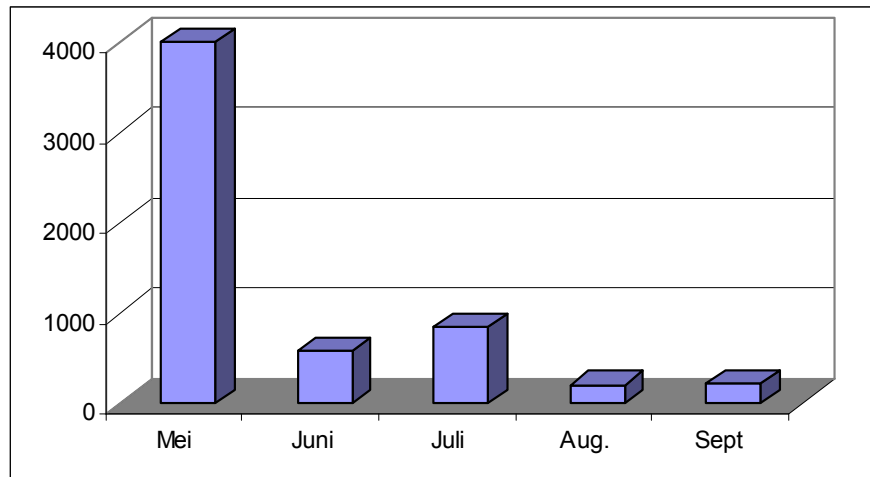
Er zijn voornamelijk zomer- en najaarssoorten gevangen, waarbij het grootste aandeel door resp. *Coquillettidia richardii* en *Culex pipiens* wordt ingenomen. Voorjaarssoorten ontbreken, wellicht veroorzaakt door sterke wind ten tijde van het onderzoek, in Mei en Juni.

De verschillen in aantallen muggen tussen monsterpunten zijn groot, maar geven geen duidelijk beeld. De variatie binnen de groepen ('huizen', 'natuur', 'proeflocaties', 'punten binnen

Bethunepolder', 'buiten Bethunepolder') is groter dan de variatie tussen de groepen.

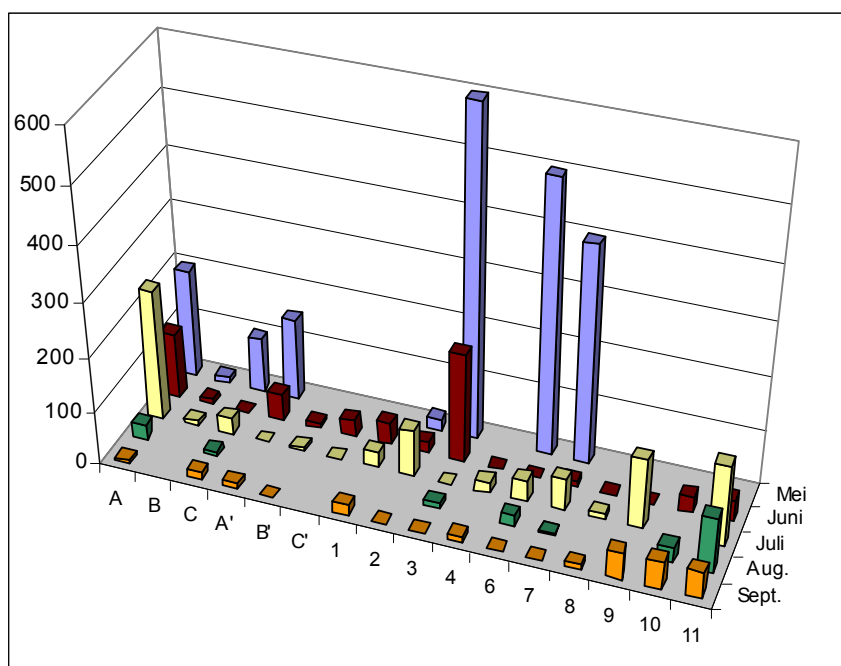
4.3.2. Knutten

In figuur 4.13 is het totaal aantal gevonden knutten per maand weergegeven.



Figuur 4.13 Totaal aantal knutten per maand.

De volkswijsheid dat knutten na de langste dag verdwenen zijn is hiermee in overeenstemming. Het is echter niet zo dat knutten geheel verdwijnen. Het kan wel zo zijn dat het bijgedrag verandert dan wel dat de soort (soorten) die de mens bijten alleen in mei vliegen en dat in de rest van het seizoen andere soorten dominant zijn.



Figuur 4.14 Aantallen knutten per locatie en per maand.

Uit de figuren 4.11 en 4.16 (vergelijk met 4.14) kan opgemaakt worden dat er over het algemeen meer knutten gevonden zijn dan muggen. Ook lijkt het zo te zijn dat er binnen de Bethunepolder minder knutten voorkomen dan buiten de Bethunepolder. Dit beeld wordt gevonden bij zowel de huizen (4.16) als bij de overige locaties (4.11).

Soortensamenstelling knutten niet uitgewerkt

De analyse van de soorten (samenstelling) van de knutten is tot op heden nog niet uitgewerkt. Ondanks verwoede pogingen is het niet mogelijk gebleken de knutten op naam te brengen. Er is (e-mail) contact gezocht met Poolse, Russische en Amerikaanse onderzoekers, echter vooralsnog is het onduidelijk hoe zij deze zeer kleine beestjes hanteren onder een microscoop. Diverse onderdelen van het lichaam zullen moeten worden uitgerepareerd. Het is momenteel nog niet gelukt om dit op een handige manier te doen. De voorhanden zijnde (recente Poolse) tabel, geeft wel kenmerken maar direct al lopen we tegen een technische onmogelijkheid aan om het betreffende antennelid te bekijken.

Daarom kan de soortensamenstelling in dit rapport niet verder worden uitgewerkt.

4.4. Situatie rond 6 huizen

De volgende tekst is gebaseerd op de valvangsten.

Is er binnen en buiten de Bethunepolder een verschil?

Als de monsterpunten A t/m C' bekeken worden (figuur 4.10 en 4.11) blijken de verschillen tussen de monsterpunten vrij groot. Locatie B (binnen de Bethunepolder) en C' (buiten de Bethunepolder) zijn de locaties met de minste muggen. Ook hier blijkt niet de kwalificatie 'binnen de Bethunepolder' of 'buiten de Bethunepolder' doorslaggevend te zijn voor de hoeveelheid muggen, maar moeten de oorzaken voor de verschillen gezocht worden in de locatiespecifieke kenmerken. Bijvoorbeeld de lokale situatie ten aanzien van bosjes(luwte) en de aanwezigheid van voldoende broedplaatsen.

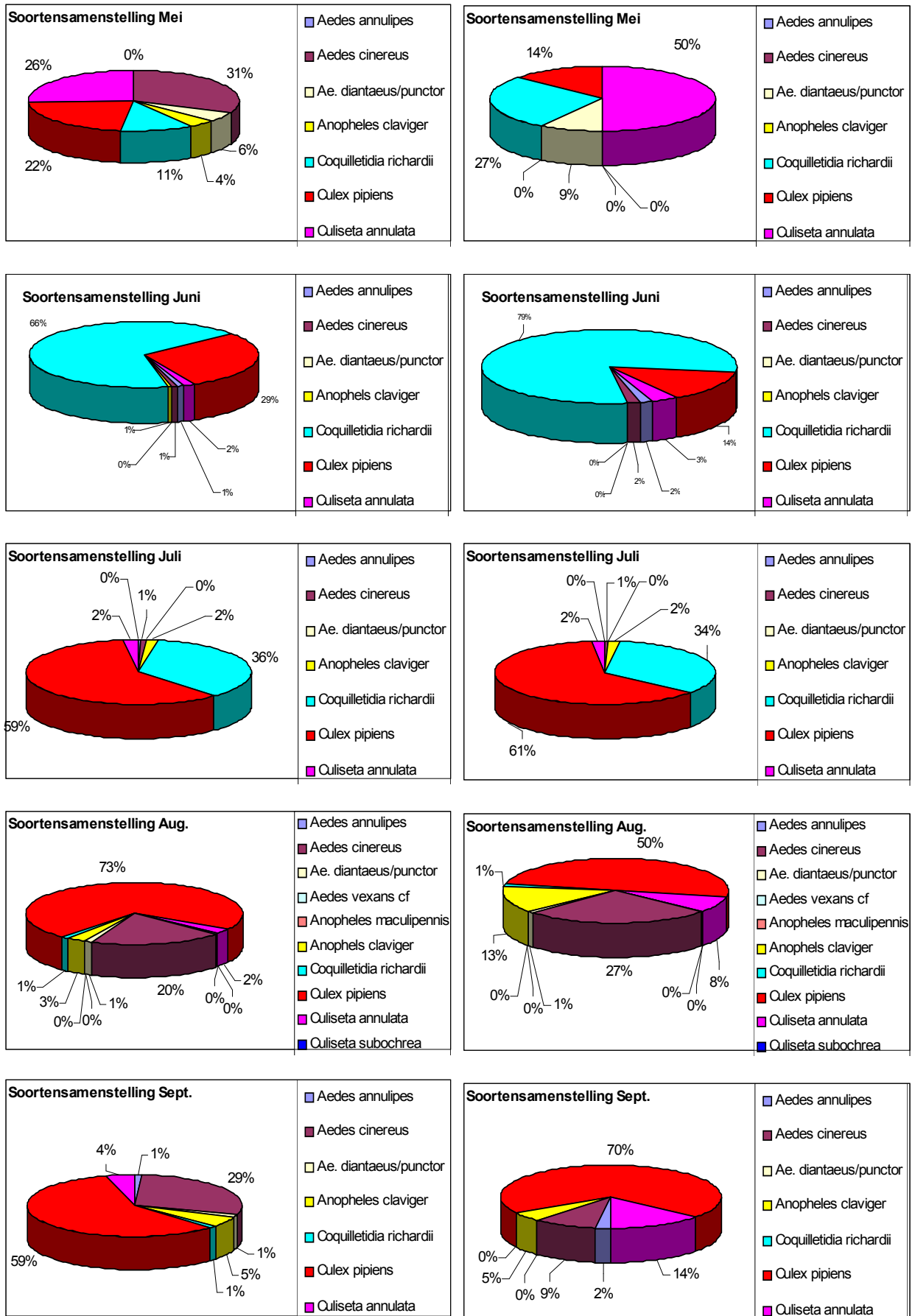
Locatie A (in de Bethunepolder) is het rijkst aan muggen. De situatie daar is wezenlijk anders dan de locaties B en C die ook in de Bethunepolder liggen, B en C kenmerken zich door minder luwte en minder geschikte broedplaatsen. Locatie A is ook de enige locatie waar het aantal muggen in juli veel hoger is dan in augustus. Dit wordt veroorzaakt door de ondervertegenwoordiging van *Culex pipiens* op locatie A in augustus.

Minder muggen in tuinen dan in de vrije natuur?

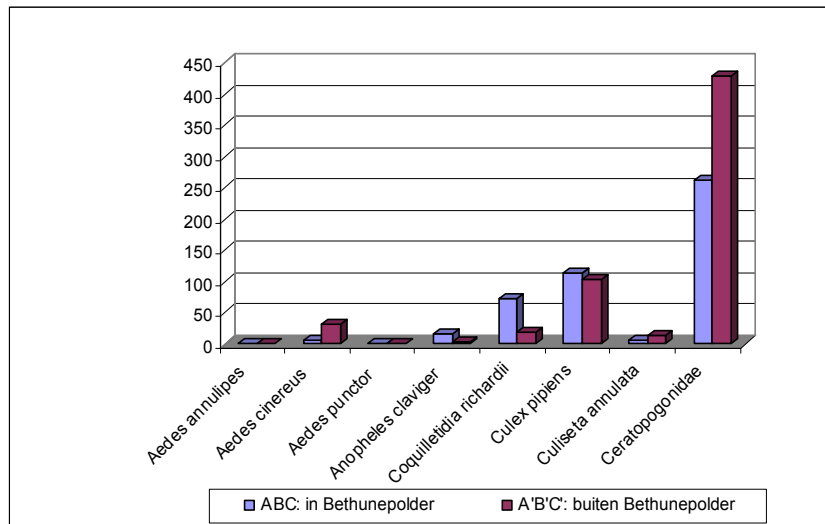
In de vorige paragraaf is al besproken dat het opvalt dat de aantallen muggen in de referentiesituaties (1 t/m 8) hoger liggen dan in de monsterpunten A t/m C', met uitzondering van locatie A. Monsterpunt A is één van de locaties met de hoogste aantallen muggen (van alle locaties). De locatiespecifieke kenmerken van dit huis verklaren het talrijke voorkomen van muggen: het is een groot huis met een tuin met veel bos, een vijver en sloten er omheen. De tuin heeft kenmerken van monsterpunt 3 (bos), waar ook veel muggen gevonden zijn.

Andere muggen in tuinen dan in de vrije natuur?

In figuur 4.15 is de soortensamenstelling van vangsten nabij de huizen (rechts) versus de soortensamenstelling in de natuur (links) in beeld gebracht. Direct valt op dat de soortensamenstelling vrijwel gelijk is, op *Aedes cinereus* na, die in mei ontbreekt bij de huizen.



Figuur 4.15 Vergelijking soortensamenstelling van de huizen (locaties A t/m C' - rechts) versus de rest van de locaties (links)



Figuur 4.16 Soortensamenstelling (som van de gemiddelden) huizen binnen de Bethunepolder versus huizen buiten de Bethunepolder.

Voor de volledigheid zijn de totale aantallen over het hele seizoen van de huizen binnen de Bethunepolder vergeleken met de huizen buiten de Bethunepolder (figuur 4.16). De totalen zijn berekend door per soort per 'locatiegroep' de som van de maandgemiddelden van de betreffende locaties weergegeven. Dit geeft een beeld van de totale aantallen van die soort, die over een heel seizoen op een locatie uit deze groepen kunnen voorkomen. Hieruit komen wel enkele verschillen naar voren. *Aedes cinereus* komt bij de huizen binnen de Bethunepolder haast niet voor. Dit beeld kwam ook naar voren uit de vergelijking van de overige locaties binnen en buiten de Bethunepolder (vergelijk figuur 4.11). De soort *Coquilletidia richardii* geeft voor de huizen een ander beeld dan voor de natuurlocaties.

Deelconclusie:

Het algemene beeld is dat locatiespecifieke verschillen meer van invloed zijn op de soortensamenstelling dan de verschillen tussen de Bethunepolder en daarbuiten.

4.5. Beschrijving case-investigations

Door de onderzoekers is gezocht naar locaties met bestaande overlast. In 2002 is ons geen duidelijk geval van overlast ter ore gekomen. De meldingen van "(over)last" leken met name voort te komen uit het feit dat er een onderzoeker aanwezig was. In gesprekken met de mensen op locaties A t/m C' bleek soms dat er wel muggen bij de burens waren gesignaleerd. Ook werd diverse malen gemeld dat de onderzoeker gisteren hadden moeten komen, want op die dag waren er wel veel muggen geweest (in een aantal gevallen zou dit best juist kunnen zijn).

Als definitie van overlast zou in dit geval wellicht kunnen worden aangehouden dat niemand officieel heeft geklaagd bij een behorende instantie.

Nadat duidelijk werd dat er in 2002 geen ernstige overlast klachten waren, werd een andere methode gekozen. De bewoners die toch aangaven last te hebben van muggen zijn gevraagd in hun huis een aantal muggen te verzamelen. Tevens is er een extra lange periode gevangen in hun tuin met een val. Dit om uit te vinden welke soorten hier verantwoordelijk voor waren.

Daarnaast is het omgekeerde ook gedaan; Een aantal monsterpunten herbergt wel muggen (in tuinen), maar niet of nauwelijks muggenlarven. De case-investigation bestaat er in dit geval uit dat het omliggende terrein is onderzocht op het voorkomen van muggenlarven.

Broedplaatsen werden gezocht in regentonnen, bloempotten, zwerfvuil, dakgoten en ondiepe slootjes enz.

De uitkomsten van deze case-investigations zijn duidelijk:

Monsterpunt A

Random monsterpunt A werden alle waterlichamen bekeken. Nabij de tuin van monsterpunt A werd een broedplaats gevonden van *Culiseta annulata* in een aangrenzende sloot met veel bladafval en veel kwel. *Culex pipiens* werd hier in veel kleinere aantallen ook gevonden. De andere soorten gevangen op monsterpunt A zijn dus van elders afkomstig.

Monsterpunt C

Random monsterpunt C werden ook alle potentiële watertjes bekeken. Larven van *Culex pipiens* werden gevonden in de regenton en in een blauwe ton achter de garage. Opvallend weinig muggenlarven werden hier gevonden in de slootjes en greppels om het perceel heen.

Monsterpunt B

Op monsterpunt B werd gemeld dat de burens last hadden van muggen in huis. Daarop werd voor 3 dagen (in september) een val in hun tuin geplaatst en werd de bewoners gevraagd om muggen in huis te verzamelen, met daartoe verstrekte vangmiddelen. Het beeld bij dit huis week niet af van huis B. De soorten en aantallen waren vergelijkbaar. In huis werden verzameld: *Anopheles maculipennis*, *Culex pipiens* en *Culiseta annulata*.

Monsterpunt B'

Ook op monsterpunt B' werd gemeld dat er bij de burens veel muggen het huis in kwamen. Hierop werd voor 5 dagen een val in de tuin onder het slaapkamerraam geplaatst en de bewoners werd gevraagd om muggen te verzamelen in huis. Ook hier week het beeld van de burens niet af van huis B'. In huis werden verzameld *Culex pipiens* en *Culiseta annulata*.

4.6. Conclusies eerste jaar metingen

In de nieuw gegraven proeflocaties is een opvallende ontwikkeling van knutten. De reden hiervoor is waarschijnlijk gelegen in de ondergrond, die deels uit oud veenmateriaal bestaat. Dit volgt uit waarnemingen in het veld. In deze omstandigheden kunnen knuttenlarven zich massaal ontwikkelen. Eiafzetting is ook veelvuldig waargenomen. De

knuttenlarven zijn zowel op het schraalland als in de petgaten gevonden.

Muggenlarven lijken zich vooralsnog nauwelijks te ontwikkelen op de proeflocaties; dit kan veroorzaakt worden door ongeschiktheid van het habitat. Het is echter waarschijnlijker dat zich de volgende jaren hier wel muggenlarven ontwikkelen, indien er ten minste permanent water blijft staan. Het beheer en de inrichting spelen hierbij een belangrijke rol. Dit onderzoeksjaar zijn er nauwelijks situaties met stagnant water geweest, als gevolg van niet uitgevoerde inrichtingsmaatregelen. Het vergelijk meer en minder hemelwater is niet gemaakt, ook het eventuele effect van doorspoelen is momenteel niet te onderzoeken. Het is van belang om een situatie met stagnant water in volgende jaren wel te creëren en te onderzoeken, **omdat een dergelijke situatie bij de aanleg van (veel) grootschalige natte natuur altijd wel ergens zal optreden**. Deze situaties zullen op onverwachte plaatsen aanleiding geven tot ontwikkeling van muggenlarven.

Bijna alle aangetroffen soorten in het onderzoek blijken op de mens te steken. Twee interessante soorten¹ zijn zelfs alleen met Human-bait methode gevangen. De vergelijking tussen de beide vangstmethode toont wel erg grote verschillen in relatieve aandelen van soorten. Een opvallende bevinding is dat *Coquillettidia richardii* zeer veel op de mens steekt en *Culex pipiens* juist niet.

Opvallend is dat ondanks het zeer open karakter van monsterpunten 1, 9, 10 en 11, de aantallen muggen hier niet veel lager zijn dan op de monsterpunten 2 t/m 8. Tijdens windstille nachten zijn dus ook in zeer open gebieden veel muggen actief.

De natuurdoeltypen 1, 3 en 6 blijken het meest mugrijk. Dit zijn natuurdoeltypen die veel worden nagestreefd in de Bethunepolder. Hierdoor kan een verhoging van het aantal muggen te verwachten zijn. Het betreft hier de natuurdoeltypen zoetwatergemeenschap, bosgemeenschap op laagveen en veenmosrietland.

Het huidige type 9 (sloten) heeft minder adulte muggen dan de hierboven genoemde typen, dus ook daarom is een toename van het aantal muggen in de Bethunepolder te verwachten wanneer dit type vervangen wordt door meer mugrijke typen. Trilveen en struweel nemen een tussenpositie in met ongeveer evenveel muggen als in de huidige situatie "9" (sloten), en in de typen 'nat schraalland' en 'rietland en ruigte' zijn minder muggen gevangen dan in de sloten. Naarmate er meer nat schraalland en rietland en ruigte gecreëerd wordt in de nieuwe Bethunepolder is dus minder ontwikkeling van muggen te verwachten.

Knuttenontwikkeling wordt vooral verwacht vanuit de zoetwatergemeenschap en nat schraalland, wellicht is dit van tijdelijke aard.

¹ *Anopheles plumbeus*: in Nederland schaarse soort, die in fytohelmen leeft.
Culex torentium: voorkomen in Nederland wordt betwist.

Muggenoverlast kan op diverse manieren worden tegengegaan, maar het is wellicht beter om de oorzaak aan te pakken. Dit kan door tijdens aanleg en ontwikkeling van diverse natuurdoeltypen bedacht te zijn op ongewenste situaties. Met name moet men temporair ondiep water zien te voorkomen. Wat betreft muggenlarven blijken ondergroei van bos/moerasbos en sloten de grootste bronnen.

Door de grote discrepantie tussen het aantal adulten en het aantal larven op een groot aantal monsterpunten zijn bovenstaande conclusies vrij algemeen. Dit onderzoek geeft echter als eerste (in Nederland) handvatten om wel gefundeerde uitspraken te doen, indien dit onderzoek meerdere jaren zou worden voortgezet.

4.7. Aanbevelingen voor monitoringsopzet

De conclusies van dit onderzoek zijn hier en daar wellicht niet sterk, maar de resultaten zijn wel van dien aard dat het project als zeer geslaagd beschouwd kan worden. Het voorliggende onderzoek is beschrijvend en verkennend van aard, een uitgebreide kwantitatieve analyse werd nog niet nagestreefd.

Indien dergelijk onderzoek een aantal jaren achtereen gedaan zou worden komt er een dataset tot stand die het mogelijk maakt om wel een kwantitatieve analyse van de data te doen.

Het zou beter zijn om dit onderzoek uit te breiden met meer natuurdoeltypen; daarmee worden de verschillen waarschijnlijk groter. In ieder geval zou de algemeen geldigheid van het onderzoek toenemen. Nederland bestaat uit veel meer natuurdoeltypen dan de hier beschreven acht. Een aantal daarvan zijn niet mug-rijk en een aantal zeker wel.

Het onderzoek naar de muggenlarven geeft merkwaardige resultaten, de verklaring hiervoor moet deels gezocht worden in de beperkingen van de vangstmethode. De methodiek moet meer op de patchy-ness van de verschillende soorten worden aangepast. Voor het onderzoek naar knuttenlarven geldt dit in nog sterkere mate. In het vervolg zullen er meer samples genomen moeten worden op meer verschillende locaties om de dichtheid van knuttenlarven te onderzoeken.

Een indeling van de natuurdoeltypen in strata (naar eenvormig habitat) is wellicht een betere aanpak. Binnen ieder stratum kan dan een groter aantal replica's genomen worden. Dit laat toe dat er een gemiddelde dichtheid wordt berekend. Wellicht kan er met deze methode een zelfs (forse) tijdsbesparing gerealiseerd worden.

De bemonstering van de adulten met vallen zowel als de human-bait methode zouden het beste ongewijzigd kunnen worden gehandhaafd.

De enige aanpassing die wellicht wenselijk lijkt is om de periode van de human-bait iets te veranderen. Er kan beter een half uur voor zonsondergang gestart worden in plaats van een uur, aangezien het leeuwendeel van de vangsten na zonsondergang gedaan wordt. Indien geld en tijd meewegen valt het te overwegen om de totale duur op deze wijze geen twee uren te laten voortduren, maar anderhalf uur.

Het is wellicht niet nodig om alle huidige monsterpunten alle maanden te blijven volgen, uiteraard is het zo dat hoe meer er gemeten wordt hoe meer informatie er verzameld wordt en daarmee worden statistische grenzen makkelijker gehaald. Echter ook de afweging tijd en geld (hoeveelheid werk) moet worden meegenomen.

Het is zeer wel denkbaar dat met een enigszins ingeperkt meetprogramma een doorlopende en verantwoorde monitoring kan worden gerealiseerd.

5. Vergelijking literatuurgegevens en velddata

Een vergelijking van de literatuur met onze velddata bestaat uit een bespreking van de tegenstrijdigheden en overeenkomsten. Dit is nodig omdat literatuurgegevens niet zo maar in beheersmaatregelen kunnen worden omgezet en omdat het nu uitgevoerde onderzoek andere resultaten geeft dan op basis van het literatuuronderzoek werd verwacht. Tabel 2.1 gaf een overzicht van de te verwachten soorten muggen in natuurdoeltypen op basis van de literatuur en expert-judgement. De resultaten van het veldonderzoek geven een aantal aanvullende en conflicterende bevindingen. De vergelijking wordt besproken per natuurdoeltype en kan in meer detail gevonden worden in bijlage 1. Hieronder is er voor gekozen om een aantal soorten op te sommen die in eerste instantie niet verwacht worden in een bepaald habitat, omdat dan (via vergelijking) direct duidelijk is of de aangetroffen soort opmerkelijk is.

Uiteindelijk wordt een en ander gebruikt om een aantal potentiële overlastsoorten en natuurdoeltypen te definiëren.

1. Zoetwatergemeenschap

Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat vrijwel alle in Nederland bekende soorten te verwachten zijn, m.u.v. *Culex pipiens ssp. molestus*, *Aedes excrucians*, *Ae. detritus* en *Ae. communis*. In dit onderzoek werd voornamelijk *Culex pipiens*, *Coquillettidia richardii* en *Aedes cinereus* aangetroffen.

Er zijn hier weinig of geen muggenlarven aangetroffen. Op windstille nachten werden in er 2002 toch veel muggen gevonden.

2. Rietland en ruigte

Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat diverse van de in Nederland bekende soorten te verwachten zijn, m.u.v. *Anopheles plumbeus*, *Anopheles maculipennis*, *Culex pipiens ssp. molestus*, *Culex torrentium*, *Aedes excrucians*, *Aedes detritus* en *Aedes communis*. Wij hebben voornamelijk *Culex pipiens* en *Coquillettidia richardii* aangetroffen.

Ook hier zijn weinig muggenlarven gevonden, de aantallen adulte muggen en knutten waren, in 2002, niet extreem hoog.

3. Bosgemeenschap op laagveen, nat

Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat vrijwel alle van de in Nederland bekende soorten te verwachten zijn, m.u.v. *Aedes communis* en *Culex torrentium*. Wij hebben voornamelijk *Culex pipiens*, *Coquillettidia richardii* en *Aedes cinereus* aangetroffen.

Hier zijn de hoogste aantallen muggenlarven gevonden. Ook voor de adulten geldt dat dit natuurdoeltype tot de mug- en knutrijkste behoorde in 2002.

4. Trilveen

Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat diverse van de in Nederland bekende soorten te verwachten zijn, behalve *Anopheles plumbeus*, *An. maculipennis*, *Aedes riparius*, *Ae. communis* en *Culex torrentium*, *Ae. excrucians*, *Ae. detritus* en *Ae. communis*, *Ae. sticticus*, *Ae. vexans*. Wij hebben voornamelijk *Culex pipiens*, en in mindere mate ook *Coquillettidia richardii* en *Aedes cinereus* aangetroffen.

In het trilveen zijn in 2002 geen muggenlarven gevonden, in windstille nachten kunnen er toch redelijke aantallen muggen gevonden worden.

5. Bloemrijk grasland

Bloemrijk grasland is in dit onderzoek niet meegenomen, omdat we verwachten dat dit dermate droog (grasland met o.a. Glanshaver) aangelegd wordt dat er geen muggenontwikkeling te verwachten is.

Indien er in bloemrijk grasland hier en daar poeltjes of plasjes zijn kunnen hierin natuurlijk wel muggen ontwikkelen.

6. Veenheide en Veenmosrietland

Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat diverse van de in Nederland bekende soorten te verwachten zijn, behalve *An. plumbeus*, *An. maculipennis*, *Aedes detritus*, *Ae. excrucians*, *Ae. communis*, *Ae. dorsalis*, *Ae. geniculatus*, *Ae. sticticus*, *Cx. pipiens ssp. molestus* en *Cx. torrentium*. Wij hebben voornamelijk *Culex pipiens*, *Coquillettidia richardii* en *Aedes cinereus* aangetroffen. Een soort die in veel lagere aantallen is gevonden is *Anopheles claviger*, deze soort is relatief veel gevonden op monsterpunt 6.

Ook hier zijn in 2002 geen muggenlarven gevonden, adulten werden in windstille nachten wel gevonden (vaak) in grote aantallen.

7. Struweel (nat)

Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat diverse van de in Nederland bekende soorten te verwachten zijn, behalve *An. plumbeus*, *Aedes detritus*, *Ae. excrucians*, *Ae. communis*, *Ae. riparius*, *Cx. pipiens ssp. molestus* en *Cx. torrentium*. Wij hebben voornamelijk *Culex pipiens* en in mindere mate ook *Coquillettidia richardii* aangetroffen.

In het monsterpunt in het struweel zijn geen muggenlarven gevonden in 2002, adulte muggen en knutten zijn hier echter in relatief hoge aantallen gevonden.

8. Nat schraalland

Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat diverse van de in Nederland bekende soorten te verwachten zijn, behalve *An. plumbeus*, *An. maculipennis*, *Aedes detritus*, *Ae. excrucians*, *Ae. communis*, *Ae. dorsalis*, *Ae. geniculatus*, *Ae. sticticus*, *Ae. dorsalis*, *Ae. geniculatus*, *Culiseta alaskensis*, *Cx. pipiens ssp. molestus* en *Cx. torrentium*. Wij hebben voornamelijk *Culex pipiens* en in mindere mate ook *Coquillettidia richardii* aangetroffen.

In het schraalland zijn wel muggenlarven gevonden, zij het niet in grote aantallen. Indien kleine poeltjes te vinden zijn, kunnen hier muggenlarven gevonden worden. Adulte muggen zijn hier in redelijke aantallen gevonden in 2002.

9. Sloten (huidige situatie)

Uit het literatuuronderzoek komt naar voren dat de meeste van de in Nederland bekende soorten te verwachten zijn, behalve *Aedes detritus*, *Ae. excrucians*, *Ae. communis* en *Cx. pipiens ssp. molestus*. Wij hebben voornamelijk *Culex pipiens* en in mindere mate ook *Coquillettidia richardii* aangetroffen. Daarnaast is uit het literatuuronderzoek bekend dat met name vegetatierijke poldersloten plaatsen zijn waar veel muggenlarven tot ontwikkeling kunnen komen. Ondanks dat in het onderzoek zeer weinig larven gevonden zijn en er geen harde conclusies getrokken kunnen worden, was er wel degelijk een piek in de aantallen muggenlarven in de sloten (locatie 9), evenals in de bosgemeenschap (locatie 3).

De hoogste aantallen muggenlarven in 2002 zijn gevonden op monsterpunt 9 (in een sloot met veel Liesgras), adulte muggen en knutten zijn in redelijke aantallen gevonden.

Samenvattend wordt in onderstaande tabel 5.1 een vergelijking van de natuurdoeltypen en hun mugrijkheden gegeven. De rangnummers suggereren een verschil tussen bijvoorbeeld plaats 1 en 2 of tussen plaats 6 en 7. Omdat er geen zicht is op de spreiding rond de metingen is een dergelijke aanpak niet verantwoord. De monsterpunten zijn daarom in drie klassen ingedeeld. Tussen deze klassen zijn wel duidelijke verschillen (zie ook figuur 4.10). Een vergelijking met tabel 2.1 (natuurdoeltypen met aantallen te verwachten soorten) ligt voor de hand, maar deze is niet te maken, aangezien in 2.1 de aantallen soorten besproken werden, en niet de individuen per soort.

Tabel 5.1 Natuurdoeltypen met rangnummer naar mugrijkheden (1 t/m 10; 1 heeft de meeste muggen) en daarnaast een indeling in klassen "mugrijkheden" (1 t/m 3). De klassen zijn ingedeeld naar het aantal muggen. Monsterpunt 8 is in één klasse ingedeeld omdat het aantal muggen hier minder is dan de helft van het gemiddelde van 2,4,7,9,10 en 11, waarvan het aantal muggen binnen dezelfde klasse van orde grootte valt. Monsterpunten 1, 2 en 3 tussloten vallen met de hoogste aantallen muggen ook in één klasse van dezelfde orde grootte.

Natuurdoeltype	rangnummer mugrijkheden	klasse mugrijkheden
3) Bosgemeenschap op laagveen, nat	1	1
6) Veenheide/veenmosrietland	2	1
1) Zoetwatergemeenschap, matig voedselrijk	3	1
10) Proefperceel petgat	4	2
9) Sloten	5	2
4) Trilveen	6	2
7) Struweel (nat)	7	2
11) Proefperceel schraalgrasland	8	2
2) Rietland en ruigte, matig voedselrijk	9	2
8) Nat schraalland in (plasdras-situatie)	10	3
5) Bloemrijkgrasland	n.v.t.	n.v.t.

Deelconclusie

Uit bovenstaande opsomming wordt duidelijk dat de velddata goed overeenkomen met de literatuur: er worden geen soorten gevonden, die niet te verwachten waren. Aan de andere kant werden er vanuit de literatuurstudie veel meer soorten verwacht

dan er in werkelijkheid gevonden zijn. Dit is niet verwonderlijk, de veralgemenisering die in veel literatuur wordt gedaan is vaak erg “grof”. Een slag naar natuurdoeltypen is een volgende veralgemenisering. **Om deze reden dringt zich de vraag op of de omschrijvingen in de literatuur wel bruikbaar zijn voor het voorspellen van het voorkomen van muggen in de (algemene) natuurdoeltypen.**

Een andere reden is dat er nu slechts één jaar metingen voorhanden is, het ligt voor de hand dat in de volgende jaren een aantal andere soorten gevonden wordt.

Overlast

De bovenstaande vergelijkingen worden hier gebruikt om een aantal potentiële overlastsoorten en natuurdoeltypen te definiëren. Het uitgangspunt hierbij is de beschreven situatie zoals die gevonden is in de onderzochte natuurdoeltypen. Soorten die eventueel overlast zouden kunnen veroorzaken zijn soorten die op de mens steken en soorten die ook veel (kunnen) voorkomen. De resultaten van dit onderzoek geven aan dat op dit moment in de Bethunepolder en in de referentiesituaties daarbuiten drie soorten het meest talrijk zijn: *Culex pipiens*, *Coquillettidia richardii* en *Aedes cinereus*. De onderstaande opsomming geeft nog drie andere soorten die weliswaar in veel geringere aantallen zijn gevonden, maar waarvan niet kan worden uitgesloten dat zij toch potentieel overlast kunnen veroorzaken. Deze laatste opmerking geldt uiteraard eigenlijk voor alle soorten, maar momenteel zijn de rest van de soorten in dermate lage aantallen aangetroffen dat een analyse van hun status in het gebied rondom de Bethunepolder niet mogelijk is. In deze laatste groep zit ook *Aedes vexans*, een notoire overlast soort.

Tabel 5.2 Soorten die op basis van het huidige onderzoek aangemerkt zouden kunnen worden als potentiële overlast veroorzakers (in de Bethunepolder) en het natuurdoeltype waarin zij in relatief grote aantallen zijn aangetroffen.

Aedes cinereus (1, 3 en 6)
Anopheles maculipennis s.l. (9)
Anopheles claviger (6, 9)
Coquillettidia richardii (alle natuurdoeltypen)
Culex pipiens (alle natuurdoeltypen)
Culiseta annulata (3, 6 en 8)

Deelconclusies

Uit de vergelijking van de literatuur met de veldgegevens blijkt dat er theoretisch meer soorten voor zouden kunnen komen dan er nu gevonden zijn. Bij de aanleg van meer natte natuur moet hier dus wel rekening mee gehouden worden.

Momenteel herbergen met name natuurdoeltype 1, 3 en 6 de hoogste aantallen, en zijn de soorten *Culex pipiens*, *Coquillettidia richardii* en *Aedes cinereus* het meest talrijk. *Culex pipiens* is hiervan de grootste ubiquist, hierbij moet opgemerkt worden dat het een soortencomplex omvat (zie paragraaf 2.3): Deze soort kan in alle biotopen verwacht worden. In de Bethunepolder is de

soort het meest aangetroffen in sloten met veel kwel en veel Liesgras. *Coquillettidia richardii* is een soort die met name leeft in helofytenvegetaties, hierbij moet gedacht worden aan Rietvelden en Liesgras. Toename van deze twee vegetaties zou dus een toename van deze soorten tot gevolg kunnen hebben. De relatief hoge vertegenwoordiging in de human-bait vangsten is opmerkelijk. Het is de vraag of dit komt door locale factoren, of dat dit een voorkeur van de betreffende soort weerspiegelt (antropofilie). Vanuit het huidige onderzoek zou het laatste kunnen worden verwacht.

Om meer inzicht te krijgen in de potentie van de verschillende natuurdoeltypen is één jaar onderzoek te kort. Van de meeste gevonden muggensoorten zijn momenteel nog te weinig data voorhanden.

6. Conclusies

A) Welke soorten muggen komen momenteel voor in de wateren in de Bethunepolder?

De meest voorkomende soorten zijn *Coquillettidia richardii* en *Culex pipiens*. *C. richardii* heeft een piek in de zomer (juni-juli), en *C. pipiens* in de nazomer (juli-sept). Ook *Aedes cinereus* is relatief goed vertegenwoordigd, echter alleen als adult. Deze soort heeft een piek in augustus. Er is geen echte voorjaarssoort gevonden. In de Bethunepolder is ook *Anopheles maculipennis* s.l. (de malariamug) gevonden, de soort komt ook in de monsterpunten buiten de Bethunepolder voor. De soort is in opvallend lage aantallen aangetroffen. Indien meer vegetatierijke sloten bemonsterd zouden worden, zou deze soort veel meer gevonden worden. Dit soort sloten zijn er momenteel veel in en om de Bethunepolder.

Opvallend is de ondervertegenwoordiging van *Coquillettidia richardii*, *Anopheles maculipennis*, *Aedes annulipes*, *Aedes punctor/diantaeus* en *Anopheles plumbeus* in de vallenvangsten t.o.v. de human-bait methode. Blijkbaar is voor deze soorten de mens aantrekkelijker dan de vallen.

Een ander opvallend punt is het ontbreken van een aantal soorten in de larvale vangsten. Alleen de larven van *Culex pipiens*, *Culiseta annulata*, *Anopheles maculipennis*, *Culex territans* en *Coquillettidia richardii* zijn gevonden (de laatste dan ook nog alleen buiten de reguliere bemonsteringen).

B) Welke soorten muggen komen voor in en om de huizen in de Bethunepolder e.o.?

De soortensamenstelling van de muggen nabij de huizen is vergelijkbaar met die op andere locaties. Van de muggen zijn met name *Culex pipiens* en *Coquillettidia richardii* gevonden (tabel 6.1).

Tabel 6.1 Soorten in afnemende volgorde van hun aantal van voorkomen bij de huizen (ingedeeld in klassen). (+++++(-) betekend dat knutten weliswaar heel talrijk zijn maar lang niet overal en (-) betekend op de meeste punten niet aanwezig of in klein aantal.

Soort en talrijkheid
<i>Ceratopogonidae</i> +++++(-)
<i>Culex pipiens</i> +++++
<i>Coquillettidia richardii</i> ++
<i>Aedes cinereus</i> ++
<i>Culiseta annulata</i> ++
<i>Anopheles claviger</i> +
<i>Anopheles maculipennis</i> +
<i>Aedes annulipes</i> +
<i>Anopheles plumbeus</i> (-)
<i>Culex torrentium</i> (-)
<i>Culex territans</i> (-)
<i>Aedes punctator</i> (-)
<i>Aedes diaantaeus</i> (-)

De knutten (*Ceratopogonidae*) staan in de tabel bovenaan, omdat knutten over het algemeen in grotere aantallen voorkomen dan muggen. Op twee huizenlocaties zijn ten opzichte van de andere (natuur)locaties veel knutten gevonden, maar op de andere vier bewoonde locaties zijn ze niet talrijk.

C) Welke soorten muggen komen voor in vergelijkbare gebieden direct om de Bethunepolder heen?

Eigenlijk komen soorten die gevonden zijn binnen de Bethunepolder ook buiten de Bethunepolder voor. *Culex territans*, die alleen gevonden is als larve bij monsterpunt A vormt hierop een uitzondering. Locatie A is geen typerende locatie voor de Bethunepolder. Het voorkomen van deze soort is vooralsnog te weinig bekend.

Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat de soortensamenstelling van muggen in de Bethunepolder wezenlijk anders is dan die daar buiten. De belangrijkste conclusie is:

De soortensamenstelling hangt af van lokale factoren.

De meeste muggen zijn gevonden in de natuurdoeltypen zoetwatergemeenschap (type 1), bosgemeenschap op laagveen (type 3) en veenmosrietland (type 6).

Een belangrijke conclusie is dat de seizoensvariatie van het aantal muggen groter is dan de variatie van het aantal muggen binnen de monsterpunten. Het is dus maar ten dele zo dat er in bepaalde natuurdoeltypen structureel meer muggen aanwezig zijn dan in andere.

Voor de muggenlarven geldt dit wel. Alleen in het natuurdoeltype bos (en in de sloten monsterpunt 9) werden veel muggenlarven gevonden, op de overige plaatsen waren zeer weinig larven aanwezig.

Er is een groot verschil in soortensamenstelling per maand gevonden; een verklaring hiervoor kan gezocht worden in het bestaan van typische zomersoorten en typische late zomer-

Aantallen muggen

Soortensamenstelling

soorten. Typische voorjaarssoorten zijn dit meetjaar niet gevonden. Tussen de monsterpunten zijn ook verschillen in soortensamenstelling aangetroffen, maar ook hier geldt;

De soortensamenstelling hangt af van lokale factoren.

D) Welke soorten muggen en in welke hoeveelheden zijn er te verwachten in de toekomst?

Op grond van de gevonden hoge aantallen muggen in de natuurdoeltypen (die nagestreefd worden in de Bethunepolder) ten opzichte van de aantallen de huidige situatie (9 weidegebied met sloten), kan verwacht worden dat er een toename van muggen zal zijn indien de huidige situatie met de sloten vervangen wordt door nieuwe natuur.

In het concept inrichtingsplan van de Bethunepolder (Bilius, 2000) wordt de polder ingedeeld in drie zones. Alle verschillende nagestreefde natuurdoeltypen komen in elke zone voor, maar de accenten liggen verschillend:

1. Petgatengebied (vooral trilveen en bloemrijk grasland);
2. Bloemrijk hooiland (vooral nat schraalgrasland en bloemrijk grasland);
3. Complex van bos, moeras, rietland en ruigte (vooral bosgemeenschap en rietland en ruigte).

Wanneer voor elke zone de percentages mugrijke natuurdoeltypen (zoetwatergemeenschap, bosgemeenschap op laagveen en veenmosrietland) worden vergeleken (tabel 6.2), kan worden geconcludeerd dat met name in zone 3 hoge muggenaantallen te verwachten zijn. Hieraan is 45% mugrijke natuurdoeltypen toebedeeld, ten opzichte van 30% en 20% in respectievelijk zone 2 en 1.

De muggen die vanuit het huidige onderzoek (in 2002) naar voren komen als potentiële overlastsoorten zijn *Coquillettidia richardii*, *Aedes cinereus* en *Culex pipiens*, die bijna in alle natuurdoeltypen aangetroffen zijn en op de mens steken. *Culex pipiens* blijkt echter geen voorkeur te hebben voor de mens. In de mugrijke natuurdoeltypen worden daarnaast voornamelijk *Anopheles claviger* en *Culiseta annulata* verwacht. *Anopheles maculipennis s.l.* komt juist met name in weidegebied met sloten voor.

Tabel 6.2 Percentages van het oppervlak ‘nieuwe natuur’ (per natuurdoeltype) binnen de drie zones uit het concept inrichtingsplan Bethunepolder (maart 2000). Rood: mugrijk, groen: mugarm, oranje: intermediair, paars: onzeker Totaal mug-arm is ook paars omdat onzeker is of 5) Bloemrijkgrasland hier bij opgeteld dient te worden.

Type	Zone 1		Zone 2		Zone 3	
	Huidig	Nieuw	Huidig	Nieuw	Huidig	Nieuw
1) Zoetwatergemeenschap, matig voedselrijk	0	10	0	5	0	15
2) Rietland en ruigte, matig voedselrijk	0	0	0	5	5	20
3) Bosgemeenschap op laagveen, nat	0	5	0	15	5	20
4) Trilveen	0	40	0	5	0	5
5) Bloemrijkgrasland	0	30	0	20	0	5
6) Veenheide/veenmosrietland	0	5	0	10	0	10
7) Struweel (nat)	0	0	0	5	0	15
8) Nat schraalland in (plasdras situatie)	0	10	0	35	<5	10
9) Sloten	100	0	100	0	>95	0
<i>totaal "mug-rijk"</i>	0	20	0	30	5	45
<i>totaal "mug-arm"</i>	0	10	0	35	<5	10

Tabel 6.2 geeft ook een inschatting van de huidige situatie om de verschillen te kunnen bekijken. Een dergelijke vergelijking moet met de nodige voorzichtigheid gedaan worden om diverse redenen:

- Het effect van 5) Bloemrijkgrasland is waarschijnlijk “mug-arm”, maar dit is niet onderzocht. Om deze reden is het totaal van “mug-arm” ook als onzeker aangegeven.
- Het huidige gebied is niet 100% homogeen
- Toename van “mug-rijk” kan niet worden weggestreept tegen “mug-arm”
- 8) nat schraalland scoort als enige “mug-arm” het is de vraag of dit juist is (het is immers gebaseerd op slechts één jaar metingen)
- De onzekerheid van slechts één jaar metingen geldt voor alle typen
- Het verschil tussen de natuurdoeltypen 6) en 8) en deels wellicht ook met de huidige situatie 9), is wellicht in de praktijk niet altijd even duidelijk
- Inzicht in de huidige situatie is momenteel helaas nog gering. De huidige situatie, 9) scoort niet hoog maar ook niet laag. Aangezien dit het leeuwendeel van de huidige situatie uitmaakt, maakt het veel uit of gemiddeld hier dichter bij “mug-arm” of “mug-rijk” thuis hoort.

Zone drie is geprojecteerd langs de rand van de Bethunepolder in het noorden, het westen en het zuiden. Dit is een gunstige indeling, aangezien de meeste bebouwing in de Bethunepolder langs de oostzijde gesitueerd is (Tienhoven en Oud-Maarsseveen). Aan de andere kant, aan de westzijde van het gebied ligt binnen 1 km de plaats Maarssen, met beduidend meer inwoners dan in de hele Bethunepolder samen.

Er kan ook gekeken worden naar de situaties, waarin de meeste muggenlarven verwacht worden, omdat dit een potentiële bron is voor muggenoverlast in het hele gebied. De muggenlarven zijn

voornamelijk gevonden in de sloten en in de ondergroei van bos. Bostypen zijn het meest aangewezen in zone 2 (15%) en zone 3 (20%). Het is niet bekend waar in de toekomst de meeste sloten aanwezig zullen zijn, maar de zones ontlopen elkaar niet veel in de oppervlakten zoetwatergemeenschap.

Om muggenoverlast in de toekomst te voorkomen kan het oppervlak van de zone, met de meest mugrijke natuurdoeltypen verminderd worden, of het percentage per natuurdoeltype. Wellicht is dit niet mogelijk. Wat wellicht minstens zo belangrijk is, is tijdens de inrichting goed opletten zodat bepaalde situaties voorkomen worden, zie verder hoofdstuk 7. Dit aangezien uit dit onderzoek is gebleken dat lokale factoren de belangrijkste rol spelen in het al dan niet voorkomen van massale muggenontwikkeling.

Een voorspelling van de mate van toename is nu nog niet te geven. Enerzijds omdat dit onderzoek nog maar één jaar loopt en er nog geen zicht is op de spreiding van jaar tot jaar. Dat deze spreiding zeer aanzienlijk kan zijn, is bekend uit de literatuur. Anderzijds omdat niet bekend is hoeveel van welk type habitat op welke wijze gerealiseerd zal worden. Het ligt voor de hand aan te nemen dat grote aantallen muggen ontstaan op een aantal plaatsen waar de lokale factoren (al dan niet per ongeluk) gunstig zijn. Zie verder hoofdstuk 7.

Behalve de ontwikkeling van natuur zal ook de verandering van de hoeveelheid vee een invloed hebben op de aantallen muggen. Muggen leven immers van bloed; de vrouwtjesmuggen hebben een bloedmaaltijd nodig om de eitjes te laten rijpen. Deze worden vervolgens in het water of op de oever afgezet. Waarschijnlijk leeft het grootste gedeelte van de nu aanwezige muggen van wilde dieren en van vee. De eventuele impact van een sterke verlaging van het aantal stuks vee in de polder is momenteel nog niet te voorspellen.

6.1. Malariarisico

Hoewel *Anopheles maculipennis s.l.* “de malariamug” is gevonden in de Bethunepolder is dit geen reden tot ongerustheid. Deze mug is in heel het westen van Nederland verbreid. De soort komt al sinds mensenheugenis voor in ons land. Echter, deze soort draagt niet meer de ziekteverwekker van malaria. De constante import van malaria via toeristen en andere bewegingen van mensen hebben tot op heden niet geleid tot overdracht van malaria in Nederland. Onder de huidige Nederlandse situatie (een goede gezondheidszorg) is het uiterst onwaarschijnlijk dat overdracht van malaria zal plaatsvinden. Verder geven Jetten en Takken (1994) een uitgebreide analyse van malaria in Nederland en Europa, waarin zij aangeven dat er momenteel geen malaria meer heerst in onze streken. Takken *et al.* (2002) geven aan dat er momenteel helemaal geen reden is om aan te nemen dat malaria zich als inheemse ziekte in Nederland zal hervestigen.

7. Aanbevelingen ten aanzien van de inrichting

Steekmuggen en knutten komen voor in zeer veel verschillende wateren. Waar veel water is zijn muggen, echter niet overal en altijd zijn veel muggen. Er zijn specifieke omstandigheden die bepalen wanneer er wel en geen muggen zijn. Studies naar deze omstandigheden kunnen aangeven waar de stuurvariabelen voor het manipuleren van overlast gezocht moeten worden.

Er is al veel geschreven over muggenoverlast en maatregelen, populair zowel als wetenschappelijk, zie onder andere Alma (1996), Verdonschot *et al.* (1996), Van den Broek & Verdonschot (1998), Higler (2001) en Schrijvers (2002). Deze notities geven tal van algemene opmerkingen over het voorkómen van overlast. Deze aanbevelingen zijn in grote lijnen zo over te nemen, de bewoordingen zijn vaak erg algemeen.

De aanbevelingen die aan de hand van enkele jaren van het voorliggende onderzoek zouden kunnen worden getrokken zijn hopelijk veel specifieker. Hieronder wordt een aantal maatregelen besproken in het licht van één jaar monitoring in de Bethunepolder. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in ruimtelijke variabelen en inrichtingsvariabelen.

Ruimtelijke variabelen

Ruimtelijke variabelen kunnen worden gebruikt bij het intekenen van de natuurdoeltypen op de kaart, waarbij dus met alle natuurdoeltypen geschoven wordt.

Barrièrewerking

Begroeiing kan als schuilplaats of als corridor werken voor muggen. Muggen kunnen gemakkelijk via een bos of park van een brongebied naar een gebied met bewoning komen. Door deze aansluitingen tussen gebieden te voorkomen kan men een grote invloed hebben op de bewegingen van muggen. Een barrière kan dus een groot open gebied zijn, of juist een bos daar waar de bewoning niet is (of in een andere richting.)

Ligging en afstand tot menselijke bewoning

De bewering dat naarmate de afstand tussen een brongebied (met muggenlarven) en menselijke bewoning groter is, de kans op overlast kleiner wordt, wordt door veel auteurs aangegeven. Ook de situering t.o.v. de overheersende windrichting wordt aangedragen. Uiteraard is in dit licht wel te zeggen dat een brongebied op 5 m afstand van een huis een grote kans op overlast geeft, maar de afstand waarbij de kans significant lager is, is moeilijker in te schatten. Sommige muggensoorten kunnen namelijk ver vliegen als het moet. Een malariamug (*Anopheles maculipennis s.l.*) kan enkele kilometers vliegen, en andere soorten zoals *Aedes vexans* kunnen wel tot meer dan tien kilometer vliegen voor een bloedmaal. Veelal wordt 200 meter of enkele honderden meters als een bruikbare afstand gehanteerd, maar een *veilige afstand* (een afstand die muggen niet overbruggen) zal dus veel groter zijn: ca. 20 kilometer. Hoewel afstand dus een zinnige stuurvariabele lijkt kan bij een enorme muggenoverlast de effectiviteit wel eens laag blijken.

Inrichtingsvariabelen

De inrichtingsvariabelen kunnen worden gebruikt bij het uitwerken van het inrichtingsplan, wanneer de locaties van de natuurdoeltypen binnen de zonering vaststaan. In tabel 7.1 is aangegeven welke variabelen van toepassing zijn binnen de verschillende natuurdoeltypen in de Bethunepolder.

Wind

Wind heeft een cruciale invloed op muggen- en knuttendichtheden; aan het strand vindt men in Nederland geen muggen. Een van de belangrijkste variabelen in de mogelijkheden van muggen om hun gastheer te bereiken is een windstille situatie. Naar mate meer windspeling mogelijk gemaakt wordt rondom de gebieden waar mensen willen zijn, zal het aantal muggen dat hun gastheer kan bereiken minder worden. Dus het creëren van grote open gebieden op plaatsen waar dat wenselijk is lijkt een zeer bruikbare stuurvariabele. Bij situaties met weinig wind heb je hier echter niets aan, zoals uit dit onderzoek is gebleken.

Isolatie en predatoren

Een van de belangrijkste variabelen in de kans op muggenoverlast is de aanwezigheid van vis (predatoren). Deze wordt vaak bepaald door de al dan niet geïsoleerde ligging van waterlichamen. In geïsoleerd water is de kans op aanwezigheid van vis kleiner. Ook in ondiepe wateren, die in de zomer droogvallen, komen weinig vissen voor. Het voorkómen van geïsoleerd (stagnant) water is waarschijnlijk een van de belangrijkste stuurvariabelen om muggen te voorkómen bij natuurontwikkeling.

Helaas is één jaar onderzoek te kort om deze bewering grondig te onderzoeken. De resultaten van het eerste jaar spreken dit i.i.g. niet tegen aangezien veel muggen gevonden worden in bostypen en sloten, waar juist stagnant, geïsoleerd water gevonden is.

Onstabiele ecosystemen

Veel muggenoverlast komt op gang nadat een ecosysteem danig is ontwricht bijvoorbeeld voor natuurontwikkeling. Het verzoeten van het IJsselmeer in de jaren '50 en '60 van de vorige eeuw is hiervan een goed voorbeeld. Een ander voorbeeld is het onder water zetten van veen (veenachtige gebieden) bijvoorbeeld: de Engbertdijksvenen. De factor die hier van cruciaal belang is, is ook de aan- of afwezigheid van dieren die de aantallen muggen beperkt kunnen houden. Dus het garanderen van een toegang voor (kleine/jonge) vis of andere predatoren is een effectieve actie.

Helder, schoon en vegetatierijk

Helder en schoon water met veel vegetatie wordt omschreven als een stabiel ecosysteem dan een situatie met troebel water en zonder waterplanten. Het lijkt dan ook voor de hand liggend dat deze situatie minder muggenoverlast geeft, met name doordat het aantal predatoren beter in evenwicht is. Het is dus de vraag of het geregeld schonen van wateren (sloten) een positief of een negatief effect heeft op de muggenpopulaties. Enerzijds is een direct effect van de schoning dat er muggenlarven worden weggehaald, anderzijds is er ook een effect op de predatoren.

Aangezien in het huidige onderzoek situaties zijn gevonden van totaal onbegroeid water met veel bladafval en veel muggenlarven, maar ook situaties met troebel water en veel vegetatie en veel muggenlarven, kan er momenteel geen eenduidig beeld van schonen worden gedestilleerd. Het kan best zijn dat sloten die regelmatig overhoop worden gehaald, meer muggen herbergen dan sloten die met rust worden gelaten.

Waterdiepte

Met name ondiepe situaties (<50 cm) worden genoemd als risicovol, z.g.n. plasdras-gebieden lijken dus potentiële overlastsituaties, evenals riet en moerassen. Deze algemeenheid staat als een paal boven water. Er moet echter worden opgemerkt dat lang niet alle plasdras-situaties veel muggen of knuttenlarven herbergen. Een jaar van voorliggend onderzoek maakt dit meteen duidelijk. In de aangelegde proefvelden zijn het eerste jaar geen muggenlarven gevonden, wel zijn er veel knuttenlarven gevonden. Waterdiepte is dus waarschijnlijk wel degelijk een goede stuurvariabele, maar niet zonder meer. Gedetailleerder ecologisch inzicht is nodig om deze stuurvariabele met beleid te kunnen hanteren.

Vegetatie

Veelal wordt aangegeven dat vegetatierijk water meer muggenlarven herbergt dan vegetatiearm water. Echter ook in vegetatieloze sloten kunnen zich enorme hoeveelheden muggenlarven ontwikkelen. Ondergroei van bos is ook een habitat waar veel muggen gevonden kunnen worden. Juist ook op relatief droge zandgrondgebieden kunnen zeer veel muggen gevonden worden in de ondergroei van bos of zelfs in kale naaldbossen.

Vegetatie “an sich” lijkt dus geen handige stuurparameter, maar met een beschrijving op microniveau van het habitat krijgt men waarschijnlijk wel inzicht in waardevolle stuurvariabelen. Locale factoren spelen hierbij een doorslaggevende rol.

(Door)stroming

Stroming van het water heeft een grote invloed op de aantallen steekmuggen (dit geldt niet voor dans- of vedermuggen en knutten). De meeste steekmuggenlarven leven in de waterkolom, dus als het water hard stroomt spoelen muggen weg.

De grotere sloten in de Bethunepolder kenmerken zich door een vrij sterke stroming. Hierin worden dan ook weinig muggenlarven gevonden.

Dit levert een idee voor een stuurvariabele op die we kunnen vergelijken met het doorspoelen van een WC, indien we tijdelijk veel water opzetten in een gebied en het snel weer laten weglopen, kan een groot gedeelte van de muggenlarven worden weggespoeld. Dit gaat niet op voor soorten die in de bodem leven. De tijd van het jaar is bepalend voor de effectiviteit van de maatregel. De larven kunnen worden weggespoeld, maar ook de eieren, wanneer de maatregel vroeg in het seizoen wordt uitgevoerd. Veel soorten *Aedes* leggen hun eieren op de oever in afwachting van de natuurlijke stijging van het water in het voorjaar. Indien voordat deze eieren uitkomen het systeem

eenmalig flink doorgespoeld wordt, verliest men een groot gedeelte van de eieren. Dit doorspoelen zou kunnen door een hoge waterstand in de winter, of juist kortstondig een verlaging, zodat er tijdelijk, tijdens het bereiken van het lagere peil, een sterke stroming optreedt.

Schoon houden van terreinen in stedelijk gebied

Veel muggenoverlast in stedelijk gebied komt voort uit soorten die broedplaatsen hebben in zgn. containers (small container breeders) zoals blikjes, frietbakjes, dakgoten of autobanden, denk ook aan dode einden van kleine slootjes met veel bladafval, een septictank of een rioolwateroverstort. Een zeer belangrijke stuurvariabele is het beperkt houden van dergelijke broedbiotopen. Met name kan dit van belang zijn in en om het huis en in urbane gebieden.

Niet al deze variabelen zijn even bruikbaar en/of effectief voor alle natuurdoeltypen. De bruikbaarheid van de inrichtingsvariabelen per natuurdoeltype is samengevat in tabel 7.1. Voor de volledigheid zijn hierbij ook de ruimtelijke stuurvariabelen opgenomen.

Bruikbaarheid stuurvariabelen per natuurdoeltype

Tabel 7.1 Stuurvariabelen voor muggenoverlast en bruikbaarheid per natuurdoeltype. *** = Bruikbaar als stuurvariabele, ** = Mogelijk bruikbaar, * = Mogelijk van beperkte waarde, o = beperkt of slecht bruikbaar, ? = bruikbaarheid onbekend

Habitat	Ruimtelijke variabelen		Inrichtingsvariabelen							
	Barriere	Afstand	Wind (intern)	Predatoren	Isolatie (water)	Waterdiepte	(Door)stroming	Schoon houden	Stabiel houden systeem	Schoning(vegetatie)
1) Zoetwatergemeenschap, matig voedselrijk	***	*	***	***	***	***	***	*	**	?
2) Rietland en ruigte, matig voedselrijk	***	*	**	***	**	o	*	**	*	o
3) Bosgemeenschap op laagveen, nat	***	*	*	***	**	o	***	**	*	o
4) Trilveen	***	*	*	***	**	o	***	**	*	o
5) Bloemrijkgrasland	***	*	o	***	o	o	**	**	o	o
6) Veenheide/veenmosrietland	***	*	**	***	**	o	*	**	*	o
7) Struweel (nat)	***	*	*	***	**	o	***	**	*	o
8) Nat schraalland (plasdras situatie)	***	*	***	***	**	o	***	**	*	o
9) Sloten	***	*	***	***	o	***	***	*	**	?

Knutten

Over knutten is veel minder bekend dan over steekmuggen. Wel is bekend dat ze zeer veel overlast kunnen geven. Ook in ons onderzoek zijn een aantal locaties gevonden waar men kan spreken van knuttenoverlast in mei (locatie A' Tienhoven en A Bethunepolder). De onderzoekers zijn zelfs één avond op de loop gegaan vanwege het onmenselijk grote aantal beten dat zij opliepen. Knutten komen wellicht met name voor in modderbodems ook van grotere en diepere wateren (diepte >50 cm). Het voorkomen van knuttenlarven zal beter in kaart gebracht moeten worden alvorens men kan denken over stuurvariabelen.

Sturen op muggenkansen bij de inrichting van de Bethunepolder

Voor de toekomstige inrichting van de Bethunepolder is een indeling gemaakt in drie zones. Deze zones kennen ieder een eigen verdeling (in het percentage van het oppervlak) van de nagestreefde natuurdoeltypen. In hoofdstuk 6 is al opgemerkt dat een mogelijkheid om de kans op muggenoverlast te verkleinen is het 'sleutelen' aan de toekenning van natuurdoeltypen. Indien het percentage bos (3), veenmosrietland (6) en zoetwatergemeenschap (1) verkleind wordt ten gunste van bijvoorbeeld rietland en ruigte (2), zou de kans op muggenontwikkeling minder moeten zijn. Dit geldt voor iedere zone. Hierbij moet in de gaten gehouden worden dat deze uitspraken gedaan worden op basis van slechts één jaar metingen, hetgeen uiteraard eigenlijk te gering is.

De situering van kansrijke locaties ten opzichte van bewoning lijkt ook een stuurmogelijkheid (ruimtelijke stuurvariabelen), maar als we de dichtheid aan bewoning in de Bethunepolder bekijken zien we dat overal verspreid mensen wonen. De eventuele bron van muggenoverlast zal dus altijd wel dichtbij een boerderij komen te liggen. Als bedacht wordt dat zone 3 het meest kans geeft op problemen met muggenoverlast dan zou men die het minst nabij bewoning moeten situeren. Hierbij moet ook aan Maarssen gedacht worden, muggen kunnen immers verder vliegen dan de Bethunepolder groot is. Er moeten hier weer twee kanttekeningen gemaakt worden; 1) dat slechts één jaar metingen zijn gedaan en 2) dat bijv. de hoeveelheid (moeras)bos een betere stuurvariabele zou zijn dan het schuiven met ruimtelijke indeling van de verschillende zone's.

Voor de uiteindelijk nagestreefde natuurdoeltypen kan in tabel 7.1 afgelezen worden welke specifiekere maatregelen genomen kunnen worden in een poging om muggenontwikkeling te voorkomen (inrichtingsstuurvariabelen).

Knuttenrijkdom moet uiteraard ook meegewogen worden. Voor de knutten geldt allereerst dat de metingen minder "betrouwbaar" zijn dan die voor de muggen. Dit komt omdat knutten met name in mei vliegen. Dat was de maand dat de metingen zijn verstoord op avonden met veel wind. Knutten waren in 2002 talrijk op locatie A en A', in de natuurdoeltypen 3 (bos), 6 (veenheide) en 7 (struweel) en op de locaties 10 en 11 (proefpercelen). De data van de knuttenaantallen worden op basis van slechts één jaar meten te onbetrouwbaar geacht om verder conclusies aan te verbinden.

Conclusie

Het is nog maar de vraag in hoeverre muggenoverlast zich laat sturen in grote natuurontwikkelingsgebieden. Denk bijvoorbeeld aan uiterwaarden, vennen, bos en laagveenmoerassen. Mogelijke stuurparameters zijn wind, stroming, barrièrewerking en het handhaven van hoge dichtheden aan predatoren (niet isoleren). Het effect van het schonen van sloten is op voorhand niet goed in te schatten.

8. Literatuur

- Alma, R., 1996. Muggenplagen in natuurontwikkelingsgebieden? Ontwerprichtlijnen voor inrichtingsplannen van natuurontwikkelingsgebieden langs de grote rivieren ter voorkoming van muggenplagen. RIZA-werkdocument 96.201x, Directoraat-generaal Rijkswaterstaat.
- Anonymous, 2000. Malaria. Brochure Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-generaal Goederenvervoer – Scheepvaartinspectie.
- Bal, D., Beije, H.M., Hoogeveen, Y.R., Jansen, S.R.J. & van der Reest, P.J., 1995. Handboek Natuurdoeltypen. Rapport IKC Natuurbeheer nr. 11, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Becker, N. 1997. Microbial Control of Mosquitoes: Management of the Upper Rhine Mosquito Population as a Model Programme. Elsevier. *Parasitology Today* 13(12):485-487, 1997.
- Bilius, M., Volkerts, A. & Van der Weg, A., 2000. Concept inrichtingsplan Bethunepolder. Dienst Landelijk Gebied Regio West, Utrecht.
- Christophers, 1960. *Aedes aegypti* (L.) : the yellow fever mosquito : its life history, bionomics and structure / by S. Rickard Christophers Cambridge [Eng.] : University Press Annotatie:ill. XII, 738 p
- Higler, B., 2001a. Angst voor muggen ongegrond. In 'De Water', nieuwsbrief over integraal waterbeheer. Nummer 75, september 2001.
- Higler, B., 2001b. Literatuuronderzoek naar de mogelijkheden van het ontstaan van plagen door steekmuggen. Alterra-rapport 208. ISSN 1566-7197, 2001
- Hoek, Tj. H. van den, & Verdonschot, P.F.M., 1998. Steekmuggen in Zuidwest-Friesland. IBN-rapport 358.
- Hoogland, D. 1998. Malaria terug in Nederland [interview with J.E.M.H. van Bronswijk]. De Telegraaf, Amsterdam, 11 Augustus 1998.
- Illies, J. 1978. *Limnofauna Europaea*. 2de editie. Fisher Verlag, Stuttgart, 1978.
- Jetten, T.H. & Takken, W., 1994. Anophelism without malaria in Europe; a review of the ecology and distribution of the genus *Anopheles* in Europe.
- Kerkum, F., 2002. Muggen & knutten. Brochure RIZA, Directoraat-generaal Rijkswaterstaat.
- Laird, M. The natural history of larval mosquito habitats, 1988.
- Mieras, M., 1999. Wetenschappers op muggenjacht. *Intermediair* 5 augustus 1999, 35e jaargang nummer 31.
- Mol, A.W.M. 1984. *Limnofauna Neerlandica*. Een lijst met meercellige ongewervelde dieren aangetroffen in binnenwateren van Nederland. Nieuwsbrief European Invertebrate Survey Nederland, nummer 15, 1984.

- Nilsson, A. (ed.), 1997. Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook. Vol. 2: Odonata, Diptera. Apollo Books, Stenstrup. 440p.
- Schrijvers, M., 2002. Memorandum. Literatuurstudie naar muggenoverlast bij natuurontwikkeling. Interne notitie DLG. 5 pp.
- Stojanovich, C.J. & H.G. Scott, 1995. Illustrated key to the mosquitoes of fennoscandia. Finland, Sweden, Denmark, Norway.
- Stojanovich, C.J. & H.G. Scott, 1997. Mosquitoes of European Russia.
- Takken, W & van der Velden, J., 2001. Nederlandse malaria, de feiten. Brochure Directoraat-generaal Rijkswaterstaat i.s.m. Wageningen Universiteit.
- Takken, W., Geene, R., Adam, W., Jetten, T H. & van der Velden, J.A. Distribution and Dynamics of larval populations of *Anopheles messeae* and *A. atroparvus* in the Delta of the Rivers Rhine and Meuse, The Netherlands. *AMBIO* XXXI, 3, 212-218.
- Verdonschot, P.F.M., Cellarius, W. & van den Hoorn, M.W., 1996. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvennen. Monitoring van Veensteekmuggen in 1995. IBN-rapport 234.

Woordenlijst

Adult:	Volwassen levensstadium
Circumpolair:	Om Noord- of Zuidpool heen liggend
Diapauze:	Rusttoestand tijdens bepaalde omstandigheden, wanneer activiteit niet mogelijk is (te lage temperaturen, droogte, etc.): tijdens de diapauze is het metabolisme tot een minimum beperkt
Eutroof:	Voedselrijk
Fourageren:	Voedsel verzamelen
Habitat:	Kenmerkend leefgebied van een soort
Helofyt:	Een oeverplant met een speciaal luchtkanalenstelsel om de wortels van lucht te voorzien
Holarctisch:	Zowel in Noord Amerika als in Noord Eurazië voorkomend (boven de tropengordel);
Human-bait methode:	Vangstmethode, waarbij onderzoekers het eigen lichaam als lokaas gebruiken
Kwel(water):	Uittredend (aan het oppervlak komend) grondwater
Multivoltine soort:	Soort die meerdere generaties in een jaar voortbrengt (staat tegenover univoltien)
Natuurdoeltype	Een in het natuurbeleid nagestreefd type ecosysteem, dat een bepaalde biodiversiteit en een bepaalde mate van natuurlijkheid als kwaliteitskenmerken heeft
Oligotroof:	Voedselarm
Paelearctisch:	In noordelijk Eurazië voorkomend
Pop:	Levensstadium, waarbij de soort in rust gaat voor de metamorfose, voorafgaand aan het volwassen stadium
Predator:	Dier dat andere dieren eet
Ubiquist(isch):	(Soort) zonder duidelijke voorkeur voor bepaalde biotopen of habitats
Univoltine soort:	Soort die een generatie per jaar voortbrengt
Vallenvangst:	Vangst met een methode, waarbij vallen gebruikt worden die kooldioxide produceren als lokstof

Bijlagen

Bijlage 1. Omzetting literatuurgegevens naar classificatie muggen aan natuurdoeltypen

De bijlage bestaat uit:

- Tabel met de verantwoording van de toewijzing van de soorten aan habitattypen en natuurdoeltypen. Horizontaal staan de habitattypen, die uit de literatuur afgeleid zijn. Voor elk habitatype is daaronder aangegeven in welke natuurdoeltype deze kunnen voorkomen. Verticaal staan de soorten. In de gekleurde vakjes zijn de literatuurverwijzingen aangegeven, waaruit is afgeleid dat de betreffende mug of knut in het betreffende habitatype, en dus de betreffende natuurdoeltypen voor kunnen komen. Een verwijzing zoals '2 in 3' betekent dat de betreffende opmerking is gevonden in 3 (Higler, 2001), waarbij verwezen werd naar 2 (Mol, 1984).
- Tabel met toekenning natuurdoeltypen (Unats) aan de habitattypen uit de literatuur;
- Referentielijst, met alle literatuur uit de eerste tabel, en literatuur, die wel onderzocht is, maar geen relevante verwijzingen heeft opgeleverd.

Bijlage 2. Beschrijving locaties monsterpunten

Bijlage 3. Inrichting en beheer proeflocaties

Refere

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

31

32

33

Literatu

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

ntielijst

- Laird, M. The natural history of larval mosquito habitats, 1988.
- Mol, A.W.M. Limnofauna Neerlandica. Een lijst met meercellige ongewervelde dieren aangetroffen in binnenwateren van Nederland. Nieuwsbrief European Invertebrate Survey Nederland, nummer 15, 1984.
- Higler, L.W.G. Literatuuronderzoek naar de mogelijkheden van het ontstaan van plagen door steekmuggen. Alterra-rapport 208, ISSN 1566-7197, 2001.
- Illies, J. Limnofauna Europaea. 2de editie. Fisher Verlag, Stuttgart, 1978.
- Key, A., P.S. Cranston, C.D. Ramsdale, K.R. Snow and G.B. White. Adults, larvae and pupae of british mosquitoes (Culicidae). Freshwater biological association scientific publication No 48, 1987.
- Eigen waarnemingen AquaSense
- AquaSense's interne document met een overzicht van de ecologie van in Nederland voorkomende macrofauna soorten (een uitbreiding van het rapport Haaren, T. van (1998). De ecologie van de Nederlandse aquatische macrofauna II. Een literatuuronderzoek. Interne publicatie Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden, Dordrecht.)
- Cuppen, H.P.J.J., 1980. De Macrofauna in een aantal droogvallende- en permanente stilstaande wateren in het ruil-verkavelingsgebied Brummen-Voorst. -Regionale milieu-raad Oost-Veluwe.
- Utrio, P., 1976. Identification key to Finnish mosquito larvae (Diptera, Culicidae). -Ann.Agric.Fenn. 15:128-136
- Verdonschot, P.F.M., 1990. Ecological characterization of surface waters in the Province of Overijssel (The Netherlands). Proefschrift Provinciale waterstaat van Overijssel/R.I.N.! De hierin vermelde ecologische gegevens zijn vrijwel allen geciteerd uit andere literatuur. Wil men weten wat de oorspronkelijke bron is dan raadplege men dit proefschrift.
- Dahl, C., 1997. Diptera Culicidae, Mosquitoes. In:Nilsson, A.(ed.). Aquatic insects of North Europe. A taxonomic handbook Vol.2:Odonata-Diptera. Apollo Books. pp 163-186.
- Natvig, L.R., 1948. Contributions to the knowledge of the Danish and Fennoscandian Mosquitos, Culicini. -Norsk.Ent.Tidskr.suppl. 1
- Becker, N. & H.W. Ludwig, 1996. Biologische Stechmückenbekämpfung am Oberrhein. -Leben mit der Rhein; Le Rhin:espace de vie; Leven met de Rijn. Koblenz-Coblence-Koblenz. 06/07.03.1996. Posterabstracts IKSR-CIPR:34-36.
- Kraan, H., 1956. Enkele opmerkelijke vondsten van Culiciden (Dipt.) -Ent.Ber. 16:236-239.
- Grzimek, B., 1974. (Nederlandse vertaling van de duitse versie uit 1969) Het leven der dieren. Encyclopedie van het dierenrijk Band II:Insekten.-Spectrum.
- Cumming, R., 1994. Mosquito larval habitats in small astatic pools in southern England (Diptera: Culicidae). -The Entomologist 113(2):126-139.
- Fritz, H.G., z.j. Über die mückenfauna eines temporären stechmückenbrut-gewässers des Naturschutz-gebietes 'Kühkopf Knoblochsaue'. -Hessische Faunistische Briefe 1(3):38-49.
- De Buck, A., 1942. Een doorlopende broedplaats van Anopheles plumbeus Stph. in Amsterdam. - Ent.Ber 11(243):15-16.
- Wesenberg-Lund, C., 1943 (reprint 1989). Biologie der süsswasser-insekten. Koeltz, Germany.
- Grünberg, K., 1910. Die süsswasserfauna Deutschlands 2A(1): Diptera, Zweiflügler. Gustav Fischer, Jena.
- Utrio, P., 1976. Identification key to Finnish mosquito larvae (Diptera, Culicidae). -Ann.Agric.Fenn. 15:128-136.
- De Buck, A., 1942. Een vondst van Culex (Barraudius) modestus Ficalbi in Nederland. -Ent.Ber 11(243):14-15.
- Roos, C. en E.J.B. Uunk, 1987. Effects of stormwater sewer discharges on the aquatic community in Urban canals in Lelystad. -Hydrobiological bull. 21(2):207-212
- Rees, A.T. & K.R. Snow, 1994. The distribution of the genera Coquillettidia, Culiseta and Orthopodomyia in Britain. -Dipterists Digest 1(1):36-40.
- Stubbs, A. & P.Chandler (ed.), 1978. A Dipterist's Handbook. -The Amateur Entomologist 15:p.255
- Tolkamp, H.H., 1976. Determinatietabel voor het bepalen van familie, geslacht en soms zelfs soort van de Europese in het water levende Diptera larven.-69 pag
- Smith, K.G.V., 1989. An introduction to the immature stages of British flies. Diptera larvae, with notes on eggs,puparia and pupae. -Handb.ident.Br.insects. 10(14)

Szadziewski, R., J. Krzywiński & W. Giłka, 1997. Diptera Ceratopogonidae, Biting midges. In: Nilsson, A. (ed.). Aquatic insects of North Europe. A taxonomic handbook Vol.2: Odonata-Diptera. Apollo Books. pp 243-263.

Kraan, H. Malariabestrijding in Noordholland. De Commissie voor de Malariabestrijding door de Bevolking in Noordholland.

Sells, T. & L. van Doorn, 2001. Het Aquarium, april 2001.

Stojanovich, C.J. & H.G. Scott, 1995. Illustrated key to the mosquitoes of fennoscandia. Finland, Sweden, Denmark, Norway.

Stojanovich, C.J. & H.G. Scott, 1995. Mosquitoes of European Russia.

Schaffner, E., Angel, G., Geoffroy, B., Hervy, J.-P., Rhaiem, A., & J. Brunhes, 2001. Les moustiques d'Europe. EID-Méditerranée, France.

ur waarin geen relevante vermeldingen zijn gevonden

Becker, N. Microbial Control of Mosquitoes: Management of the Upper Rhine Mosquito Population as a Model Programme. Elsevier. *Parasitology Today* 13(12):485-487, 1997.

Struppe, T. and Iglisch, I. Zur Zucht von *Culex torrentium* und *Culex pipiens pipiens* (Diptera: Culicidae). *Zeitschrift fuer Angewandte Zoologie* 81(2):205-214, 1967.

Briegleb, H., Waltert, A., and Kuhn, R. Reproductive physiology of *Aedes (Aedimorphus) vexans* (Diptera: Culicidae) in relation to flight potential. *Journal of medical entomology* 38(4):557-565, 2001.

Nikolaeva, N.V. Ecology of blood-sucking mosquitoes: population and biocenological aspects. *Russian Journal of Ecology* 25(3):196-202, 1994.

Lampman, R.L. and Novak, R.J. Oviposition preferences of *Culex pipiens* and *Culex restuans* for infusion-baited traps. *Journal of the American Mosquito Control Association* 12(1):23-32, 1996.

Watson, T.M., Marshall, K.L., and Kay, B.H. Colonization and laboratory biology of *Aedes notoscriptus* from Brisbane, Australia. *Journal of the American Mosquito Control Association* 16(2):138-142, 2000.

Knudsen, A.B., Romi, R., and Majori, G. Occurrence and spread in Italy of *Aedes albopictus*, with implications for its introduction into other parts of Europe. *Journal of the American Mosquito Control Association* 12(2):177-183, 1996.

Romi, R., Luca, M.d., and Majori, G. Current status of *Aedes albopictus* and *Aedes atropalpus* in Italy. *Journal of the American Mosquito Control Association* 15(3):425-427, 1999.

Bellini, R., Veronesi, R., and et al. Study on the flying height of *Aedes caspius* and *Culex pipiens* females in the Po Delta area, Italy. *Journal of the American Mosquito Control Association* 13(4):356-360, 1997.

Almiron, W.R. and Brewer, M.E. Winter biology of *Culex pipiens quiquefasciatus* Say, (Diptera: Culicidae) from Cordoba, Argentina. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 91(5):649-654, 1996.

Sells, T. *Culex pipiens*, de steekmug. *Het Aquarium* 71(4):122-123, 2001.

Walker, E.D., Kaufman, M.G., and et al. Effects of variation in quality of leaf detritus on growth of the eastern tree-hole mosquito, *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae). *Can. J. Zool.* 75:706-718, 1997.

Ludwig, M. and Becker, N. Die Hausmücke *Culex pipiens* umwelt verträglich bekämpfen. *Der praktische Schaedlingsbekaempfer* 6:16-18, 1998.

Gordeev, M.I. and et al. Genetic and ecological effects of predation by Water Spiders (*Argyroneta aquatica*) on larvae of *Anopheles* and *Culex* Mosquitoes. *Russian Journal of Genetics* 33(5):588-593, 1997.

Metge, G. and Hassaine, K. Study of the environmental factors associated with oviposition by *Aedes caspius* and *Aedes detritus* along a transect in Algeria. *Journal of the American Mosquito Control Association* 14(3):283-288, 1998.

Reisen, W.K., Hardy, J.L., and Presser, S.B. Effects of water quality on the vector competence of *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) for western equine Encephalomyelitis (Togaviridae) and St. Louis Encephalitis (Flaviviridae) viruses. *Journal of medical entomology* 34(6):631-643, 1997.

Mogi, M. and Motomura, M. Possible *Culex pipiens pallens* control by improvement of flow rates in water channels of Saga City, southwest Japan. *Journal of the American Mosquito Control Association* 12(4):647-650, 1996.

Al-Jaran, T.K. and Katbeh-Bader, A.M. Laboratory studies on the biology of *Culiseta longiareolata* (Mcquart) (Diptera: Culicidae). *Aquatic Insects* 23(1):11-22, 2001.

Nasci, R.S., Savage, H.M., and et al. West Nile virus in overwintering *Culex* mosquitoes, New York City, 2000. *Emerging infectious diseases* 7(4):1-3, 2001.

Andreadis, T.G., Anderson, J.F., and Vossbrinck, C.R. Mosquito surveillance for West Nile virus in Connecticut, 2000: Isolations from *Culex pipiens*, *Cx. restuans*, *Cx. salinarius*, and *Culiseta melanura*. *Emerging infectious diseases* 7(4):670-674, 2001.

Byrne, K. and Nichols, R.A. *Culex pipiens* in London Underground tunnels: differentiation between surface and subterranean populations. *Heredity* 82:7-15, 1999.

Service, M.W. The biology of *Culiseta morsitans* and *Culiseta litorea* (Diptera: Culicidae) in England. *Bulletin of Entomological Research* 84:97-104, 1994.

Blaustein, L. and Margalit, J. Mosquito larvae (*Culiseta longiareolata*) prey upon and compete with toad tadpoles (*Bufo viridis*). *Journal of Animal Ecology* 63:841-850, 1994.

Platt, R.B., Love, G.J., and Williams, E.L. A positive correlation between relative humidity and the distribution and abundance of *Aedes vexans*. *Ecology* 39:167-169, 2002.

Read, N.R. and Moon, R.D. Simulation of development and survival of *Aedes vexans* (Diptera: Culicidae) larvae and pupae. *Environ. Entomol* 25(5):1113-1121, 1996.

David, J., Rey, D., and et al. Differential toxicity of leaf litter to Dipteran larvae of mosquito developmental sites. *Journal of Invertebrate Pathology* 75:9-18, 2000.

Silvestrini, F., Severini, C., and et al. Population structure and dynamics of insecticide resistance genes in *Culex pipiens* populations from Italy. *Heredity* 81:342-348, 1998.

Williams, D.D., Tavares-Cromar, A., and et al. Colonization patterns and life-history dynamics of *Culex* mosquitoes in artificial ponds of different character. *Can. J. Zool.* 71:568-578, 1993.

Monsterpunten in Natuurgebieden, referentie situaties

Monsterpunt 1 Zoetwatergemeenschap, matig voedselrijk.

Een referentiesituatie voor dit natuurdoeltype is gekozen in de Oostelijke Binnepolder van Tienhoven. Hier is door Natuurmonumenten een aantal petgaten en natte schrale graslandpercelen aangelegd.

Het monsterpunt is gekozen in de overgangszone tussen zeer ondiep en wat dieper water. Een deel van het onderzochte gebied bleek in augustus droog te vallen. De ondergrond is hier zand. Op het grootste gedeelte van de bodem ligt een zeer dunne sapropeliumlaag. Dit materiaal dwarrelt sterk op als iemand door het water loopt.



Figuur 1. Overzicht diep gedeelte monsterpunt 1.

Het water in het ondiepe gedeelte bestaat uit stagnerend regenwater. Er is geen ondergedoken vegetatie aanwezig.



Figuur 2. Overzicht ondiep gedeelte van monsterpunt 1.

Monsterpunt 2. Rietland en Ruigte, matig voedselrijk.

Een referentiesituatie voor dit natuurdoeltype is gevonden nabij het Bosje van Robertson.



Figuur 3. Overzicht monsterplaats monsterpunt 2 Rietland en ruigte.

Het gebied met Rietland en Ruigte nabij het Bosje van Robertson is zeer moeilijk begaanbaar. Sommige stukken bestaan uit drijvende wortelmatten van Liesgras en Riet, andere stukken hebben een iets vastere ondergrond. In het grootste gedeelte van dit terrein zijn geen permanente plasjes of wateren, er zijn wel veel natte blubberplekken. Hier en daar zijn wel plaatsten te vinden waar altijd water opkwelt, op dergelijke plaatsen zijn kleine permanente poeltjes. Op zulke plekjes zijn de larvale monsters genomen.

De bodemgesteldheid is overal zacht en het materiaal is 100% organisch.



Figuur 4. Monsterpunt 2 Rietland en Ruigte; detail van permanent kwelplasje.

Monsterpunt 3. Bosgemeenschap op laagveen, nat.

Een referentiesituatie voor dit natuurdoeltype is gekozen in de Westbroekse Zodden, direct bij de ingang van het Bert Bospad. Het monsterpunt is gelegen in een Elzenbosje met een zeer zachte bodem. De ondergrond bestaat er uit veen. Het gehele seizoen rond was er water te vinden onder de bomen, hoewel de omvang van de plasjes wel sterk varieerde. Het is waarschijnlijk wel zo dat in zeer droge zomers het oppervlak geheel uitdroogt.



Figuur 5. Monsterpunt 3 Bos op laagveen, nat.



Figuur 6. Monsterpunt 3 Detail larvaal monsterpunt. Bert Bospad.

Het terrein is niet begaanbaar omdat men gemakkelijk verder dan kniediep wegzakt. Er zijn talloze plasjes met veel bladafval.

Monsterpunt 4. Trilveen

Een referentiesituatie voor dit natuurdoeltype is ook gevonden in de Westbroekse Zodden. Het betreft hier een zeer bijzonder vegetatietype. De vegetatie bestaat uit een slappe drijvende wortelmat. In het veld waar de larvale monsters genomen zijn geen permanente plasjes of poeltjes te vinden. Alleen in mei stond er hier en daar wat water. Het oppervlak bestaat uit Veenmos met veel Waterdrieblad en veel Zeggescheuten.



Figuur 7. Monsterpunt 4 Trilveen.



Figuur 8. Monsterpunt 4 Detail van het Veenmos waarin de monsters genomen zijn.

Het oppervlak van deze plaatsen is dermate zacht dat als iemand er overheen loopt er kuilen ontstaan die vollopen met water.

Monsterpunt 6. Natuurdoeltypen Veenheide en Veenmosrietland.

Het natuurdoeltype Veenheide is in Nederland zeer zeldzaam. In het kader van dit onderzoek is gekozen om een stuk veenmosrietland te bemonsteren in de Molenpolder. Op dit betreffende perceel staat hier en daar wel wat Dopheide. In de vegetatie is ook veel Haarmos te vinden. Dit duidt op een grote invloed van regenwater. De ondergrond is hier venig met veel wortels. Het dode organisch materiaal is vrijwel allemaal afkomstig van Veenmos. Er groeit veel Riet op het perceel en bomen staan er alleen langs de randen, veel van deze bomen zijn of gaan dood.



Figuur 9. Monsterpunt 6 Veenmosrietland.

Tussen de hoog opgaande vegetatie zijn veel kruidensoorten te vinden, het reliëf is echter zeer gering, waarschijnlijk ten gevolge van het maaibeheer. Het aantal plasjes en poeltjes is hierdoor zeer gering. Alleen in mei waren hier en daar wat drassige stukjes met stagnerend water.

Monsterpunt 7. Struweel nat.

Een referentiesituatie voor dit natuurdoeltype is gekozen nabij monsterpunt 2 in het Bosje van Robertson. Het struweel vormt hier een duidelijke, brede overgang tussen bos en ruig rietland. De ondergrond is zeer zacht en venig met veel grof dood organisch materiaal. De begroeiing bestaat uit Riet en zeggesoorten met veel hoogopgaande Grauwe wilg. Iets verderop gaat dit struweel over in elzenbos.



Figuur 10. Monsterpunt struweel nat



Figuur 11. Detail van een tijdelijk plasje in het struweel monsterpunt 7.

De bodem onder het struweel is zeer zacht, hier en daar kan men er gemakkelijk tot voorbij de knie inzakken. Op sommige plaatsen komt er wel wat kwelwater aan het oppervlak, maar er zijn niet het gehele jaar rond plekjes met stagnerend water te vinden.

Monsterpunt 8. Nat schraalland (in plas dras situatie).

Een referentiesituatie voor nat schraalland is gevonden in de Veenderij. Dit gebied wordt door Staatsbosbeheer twee maal per jaar gemaaid. Het monsterpunt is gekozen in een perceel dat het meest verschraald is. Op het eerste gezicht heeft dit monsterpunt veel overeenkomsten met het Veenmosrietland en ook wel met het type rietland en ruigte. Verschillen zijn echter ook, ten eerste is er veel minder Veenmos te vinden dan op het Veenmosrietland perceel, hetgeen er op wijst dat dit perceel minder zuur is. De verschillen met de ruigte vallen het meest op als het perceel net gemaaid is. De vegetatie is soortenrijker en minder dicht dan in de gekozen rietland en ruigte situatie.



Figuur 12. Overzicht nat schraalland perceel in september.

In de vegetatie is riet duidelijk dominant. Het oppervlak is zeer vlak en de ondergrond is stevig. Slechts op een plek is het perceel zachter en stagneert er permanent water.



Figuur 13. Monsterpunt 8 plasje in Nat schraalland.

Het aantal plasjes op dit perceel is zeer gering, met name omdat het oppervlak van dit perceel vlak is. Een van de weinige plekjes met stagnant water is hierboven te zien. Hoewel er het hele jaar door water op sommige plaatsen te vinden is was het weinig geschikt om monster te nemen. De diepte van deze plasjes is vaak maar een of twee centimeter. In mei en juni was er relatief veel water op deze locatie. Het perceel kent eigenlijk geen plas dras situatie.

Monsterpunten in huidige situatie Sloten en huizen in de Bethunepolder.

Monsterpunt 9. Sloten.

Sloten is geen natuurdoeltype dat wordt nagestreefd in de inrichting van de Bethunepolder. Sloten zijn in de huidige situatie echter wel volop aanwezig. Ook in de nieuwe inrichting zullen veel sloten gehandhaafd blijven.

Voor een monsterpunt in het habitatype sloten is gekozen voor een kleine en ondiepe sloot. Hiervoor zijn twee redenen: de kleine en ondiepe sloten zijn naar verwachting eerder een bron voor muggenoverlast dan grote brede en diepe sloten. De tweede reden is dat in deze z.g.n. bloksloten al twee monsterpunten liggen, een kleiner type sloot heeft dus een aanvullende waarde.



Figuur 14. Monsterpunt sloten

Deze sloot is slechts 25 centimeter diep en vanaf juni is ze geheel overgroeid met Liesgras.

De bodem is zeer los en anaëroob. De sloot is geheel bedekt met een bacteriefilm die wijst op een sterke invloed van kwelwater. De bodem is van fijn zwart organisch materiaal en bovenop deze bodem ligt een laag ijzeroer (hetgeen ook wijst op veel kwelwater).

Monsterpunten A t/m C'' zijn monsterpunten in tuinen en nabij huizen. Om privacy redenen zijn de foto's en beschrijvingen van deze monsterlocaties in de ze versie van het verslag weggelaten.

Monsterpunten in de nieuw gegraven petgaten.

Monsterpunt 10 Petgat.



Figuur 27. monster 10 Petgat variant 25 centimeter diep onder de waterlijn uitgegraven.

Monsterpunt 10-75 was het gehele jaar rond kaal en onbegroeid, de waterplantenbegroeiing (Blaasjeskruid, Gekroesd fonteinkruid en Grof hoornblad) begon hier en daar in plakjes te groeien. In de oever was hier en daar de eerste ontwikkeling van Liesgras te zien.

Windwerking was een beperkende factor voor de ontwikkeling van muggenlarven.



Figuur 28. monster 10 Petgat variant 75 centimeter diep onder de waterlijn uitgegraven.

Monsterpunt 10-75 was het gehele jaar rond kaal en onbegroeid, de waterplantenbegroeiing (Blaasjeskruid, Gekroesd fonteinkruid en Grof hoornblad) was nog geringer dan in de ondiepere variant. In de oever was hier en daar de eerste ontwikkeling van Liesgras te zien. Windwerking was ook hier een beperkende factor voor de ontwikkeling van muggenlarven.



Figuur 29. Schraalgraslandperceel (nat) met de bedoeling dat het tien centimeter boven het actuele waterniveau zou liggen.

Het monsterpunt is snel begroeid geraakt met de eerste planten waar onder veel Zomprus en in de plasjes Chara's. de ondergrond is op de meeste plaatsen zand, maar op de voorgrond zien we dat er een flink oppervlak veen aan het oppervlak ligt. Links zien we de oude sloot waarmee een open verbinding is.



Figuur 30 Schraalgraslandperceel (nat) met de bedoeling dat het tien centimeter onder het actuele waterniveau zou liggen. Dit is duidelijk niet gerealiseerd dit is te zien omdat niet het hele oppervlak onderwater staat.

Van dit monsterpunt werd al snel vast gesteld dat het niet realiseerbaar was om het permanent onderwater te houden door dat het niet onder het waterniveau is uitgegraven. In eerste instantie waren ook schotbalken voorzien, om hiermee ook demogelijkheid te creëren om de invloed van het vasthouden van hemelwater te onderzoeken. Zoals te zien is op de foto is het perceel toch erg nat geworden ondanks dat het boven de waterlijn ligt dit komt door de permanente kweldruk. Dit is vanuit de optiek van muggenonderzoek positief. Ook hier kwam de eerste begroeiing direct op met Chara's en veel Zomp- en Greppelrus. De ondergrond was hier veel meer zand en minder veen. Er is meer water oppervlak dan in het andere perceel.



Figuur 31. Detail van monsterpunten 11-10 en 11+10.

De foto toont hoe de kleine bemonsterde plasjes er uit zien, meestal is het een zandige bodem met een dun laagje detritus, waarin zich zeer veel Chironomidelarven nestelen. Het water is slechts 1 a 5 centimeter diep.

Inrichting en beheer proeflocaties (monsterpunten 10 en 11)

1. Inrichting van de proeflocaties

Teneinde de ontwikkeling in nieuw gegraven “petgaten” en schraalland te monitoren in de Bethunepolder-situatie (permanente grondwaterstand) worden een tweetal proefvelden aangelegd in de Bethunepolder. In deze proefvelden worden vier situaties vergeleken (figuur 1; nrs.10 & 11). In deze bijlage zijn uitgewerkte figuren opgenomen (bak 1 t/m 4). Bak 1 en 2 zijn petgaten die resp. 50 en 25 centimeter diep zullen worden. Bak 3 en 4 zijn proeflocaties voor schraalgrasland. Bak 3 is daarbij de diepe variant.

Toelichting figuren:

- 1) Petgat diep ca. 0,5 meter of zo diep mogelijk; het kan zijn dat het uitgraven tot 1 m. onder de waterlijn niet mogelijk is omdat het zand te veel naar binnen vloeit)
- 2) Petgat ondiep ca 0.25 meter diep
- 3) Schraalland permanent (onder water in de laagste putten) nat, met een droogval van maximaal 10 centimeter in het zomerhalf jaar.
- 4) Schraalland iets minder nat 30 centimeter boven huidig waterpeil en een droogval van ca. 30 centimeter in het zomer halfjaar.

1.1 Inrichting Petgat

Voor het petgat geldt dat het in open verbinding moet staan met de sloten en dus onder invloed van het oppervlaktewater. Het inrichten van de petgaten bestaat uit het verwijderen van de humeuze bovenlaag en het uitgraven van een petgat onder de waterspiegel in de minerale ondergrond.

1.2 Inrichting Schraalgrasland

Voor het schraalland geldt dat er getracht moet worden om het verhogen van de waterstand (en eventueel het vasthouden van regenwater) te mogelijk te maken door middel van een sluisje/balk/drempel o.i.d.

Tevens wordt hier indien nodig gemaaid en afgevoerd. De inrichting van de schraalgraslanden bestaat uit het verwijderen van een deel van de humeuze bovenlaag.

1.3 Ontwerp en afwerking

Voor de eenvoud is in onze proef gekozen om alle taluds redelijk steil aan te leggen (namelijk 1 : 3). De proefpercelen zijn niet geïsoleerd zodat er een uitwisseling van sporen en zaden met andere gebieden mogelijk is. Voor een vlotte ontwikkeling van het gewenste vegetatietype is het aan te bevelen om strooisel of maaisel in de proefvakken aan te brengen.

Voor de graafwerkzaamheden is het van belang dat er achterwaarts en “ruw” gewerkt wordt. De toekomstige bodem van de bak moet niet veel worden aangereden om verdichting van de grond tegen te gaan. Dit is ongunstig voor vegetatieontwikkeling. Het toekomstige oppervlak moet ook niet al te netjes zijn, niet waterpas en niet vlak zoals voor een bouwterrein wel wenselijk is.

2. Beheer van de proeflocaties

Voor het welslagen van de experimenten is het van het grootste belang dat het beheer in beide varianten niet wezenlijk verschillend is.

2.1 Beheer Petgat

In het petgat is weinig beheer nodig, het beheer kan er uit bestaan dat eventuele ongewenste vegetatie wordt verwijderd. Er valt ook aan te denken dat ongewenst grote aantallen vogels worden tegen gegaan.

2.2 Beheer Schraalgrasland

Het beheer van de schraalgraslanden is daarentegen is wel een delicate zaak. De volgende componenten zijn van belang:

- 1) Het maaien en afvoeren van de vegetatie om enige mate van verschraving te bewerkstelligen. Bijvoorkeur met nabeweiding. Dit laatste is mede met het oog op het muggenonderzoek nuttig.

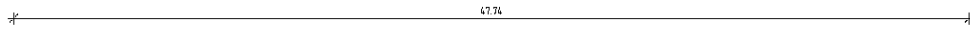
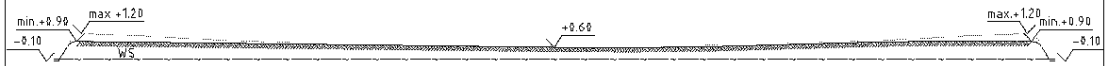
De hoogte van de grondwaterstand is van cruciaal belang voor de vegetatie ontwikkeling, maar ook voor de kans op de muggenontwikkeling. Het ligt in de bedoeling een natuurlijk peilregime toe te passen: in de winter een hogere waterstand dan in de zomer. In de zomer (mei t/m september) wordt middels schotbalken de mogelijkheid gecreëerd om het gebied te laten uitdrogen (liefst stapsgewijs). In de winter wordt er water (regen- en kwelwater) vastgehouden. In verband met het onderzoek naar muggenoverlast, is het wenselijk dat het laagste zomerpeil tot gevolg heeft dat de percelen nat blijven. De keuze kan zijn om de schotbalken in de zomer zo af te stellen dat het "streefpeil" op of net boven de laagste variant ligt. Dit is in perspectief van schraalgrasland ontwikkeling niet de optimale keuze.

Ontwerp tekeningen proef petgat en schraalgrasland perceel

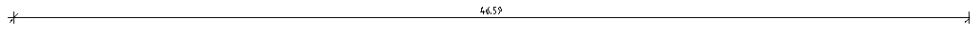
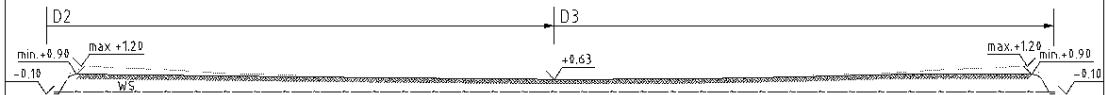


OVERZICHT ONDERZOEKSLOCATIE

schaal 1:5000



UITGANGSSITUATIE
T.P.V. DOORSNEDE D1



UITGANGSSITUATIE
T.P.V. DOORSNEDE D2 EN D3

UITGANGSSITUATIE
schaal 1:200, maten in meters,
hoogtematen in meters t.o.v. de waterstand

