
Stekende insecten rondom de Engbertsdijksvenen

Risico-analyse en nulmeting 2018



Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research
December 2018



Inhoud

I. Risico-analyse	3
1 Inleiding en doel	3
2 Methode	3
3 Resultaten quickscan	4
3.1 Kenmerken van het studiegebied	4
3.2 Ontwikkeling van larven van stekende insecten	15
3.3 (Hydrologische) bufferzones	26
3.4 Verspreiding van volwassen stekende insecten	26
II. Stekende insecten Engbertsdijksvenen 2018	28
1 Inleiding	28
2 Methoden	28
2.1 Locaties en meetmomenten	28
2.2 Bemonsteringstechnieken en milieugegevensverzameling	30
2.2.1 Volwassen stekende insecten	30
2.2.2 Milieu-parameters	30
3 Resultaten	31
3.1 Weers- en milieumomstandigheden	31
3.2 Volwassen stekende insecten	33
3.2.1 Volwassen steekmuggen	33
3.2.2 Volwassen knutten	35
4 Discussie en conclusies	39
4.1 Quickscan analyse	39
4.2 Volwassen steekmuggen	40
4.3 Volwassen knutten	40
4.4 Vliegafstand	40
5 Literatuur	43
Bijlagen	44

I. Risico-analyse

1 Inleiding en doel

Staatsbosbeheer heeft Wageningen Environmental Research (WEnR) verzocht om te analyseren wat de risico's zijn op overlast van stekende insecten in de omgeving van de Engbertsdijksvenen na de uitvoering van de maatregelen zoals beschreven in het Natura 2000-Beheerplan. In mei 2016 is het beheerplan vastgesteld wat beschrijft welke maatregelen in het gebied genomen gaan worden om aan de doelen te gaan voldoen. De huidige situatie vormt het (hydrologische) uitgangspunt voor de maatregelen.

Voor de Engbertsdijksvenen zijn naast de N2000 doelen voor het landschapstype hoogvenen, instandhoudingsdoelen met kernopgaven voor specifieke soorten en habitattypen geformuleerd.

De kernopgaven zijn in het kort het op gang brengen of continueren van hoogveenvorming, het instandhouden van huidige relictfauna als bronpopulaties fauna en het ontwikkelen van overgangszones van actieve hoogvenen. Ieder van deze kernopgaven heeft ook een wateropgave. De belangrijkste hydrologische knelpunten zijn de landbouwkundige ontwatering in de omgeving, met name aan de oostzijde, die leidt tot een lagere grondwaterstand dan vereist en het ontbreken van een acrotelm (de bovenste laag van het veen die bestaat uit levende veenmossen), omdat hydrologische condities binnen een hoogveen dan niet kunnen stabiliseren.

Om de doelen te bereiken gaan een groot aantal maatregelen worden genomen:

- Verwijderen van alle ontwatering (sloten, greppels en buisdrainage) binnen en langs de begrenzing van de Engbertsdijksvenen
- Aanleg bufferzones aan de oostzijde en westzijde van Engbertsdijksvenen
- Peilverhoging in het Geesters stroomkanaal
- Verondiepen van 600 m randsloot (aan de oostzijde van Engbertsdijksvenen)
- Aanleg van technische voorzieningen voor de hydrologie (gemaal, automatische stuw, dammen en compartimenten)
- Aanleg van een defosfateringsinstallatie bij de zuidoostelijke bufferzone
- Bos rooien en berken verwijderen (periodiek over grootste deel van het gebied)
- Zeer kleinschalig maaien en plaggen van de droge heide
- Begrazen in randzone

Het doel van deze studie is het uitvoeren van een quickscan risico-analyse op de toekomstige situatie voor stekende insecten rondom de Engbertsdijksvenen die ontstaat nadat de maatregelen zijn uitgevoerd.

2 Methode

De quickscan risico-analyse van de omgeving van de Engbertsdijksvenen op overlast door stekende insecten na uitvoering van de maatregelen is gebaseerd op de methode beschreven in de 'Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten' (Verdonschot & Besse-Lototskaya, 2012).

De methode beschreven in de Leidraad maakt gebruik van kennis van stekende insecten, kaarteninformatie en aanvullende informatie uit het beheerplan (RVO 2016). Om de potentieel risicovolle landschapselementen en locaties in het gebied te identificeren zijn de volgende stappen uitgevoerd:

1. Het verzamelen van kaarten. Dit betreft, voor zover beschikbaar, kaarten met hoogte/terreinreliëf, geomorfologie/bodem, hydrologische situatie (droogte/natheidsindicatie) zoals GHG, GVG, GLG en kwel, landschaps-/natuurtypen met wateren en natte elementen en/of met vegetatie/begroeiing per landschapselement en met bebouwing.

2. Het verzamelen van aanvullende informatie over waterbeweging, (grond)waterstandswisseling (in welke maanden) met bijvoorbeeld een kaart met actuele of modelresultaten. Ook is informatie over voedselrijkdom en beheer verzameld.

Op basis van de kaart- en aanvullende informatie zijn potentiële overlast gevende situaties geïdentificeerd en zijn adviezen afgeleid over aanvullende beheermaatregelen die ingepast zouden kunnen worden om mogelijke overlast door stekende insecten te beperken.

3 Resultaten quickscan

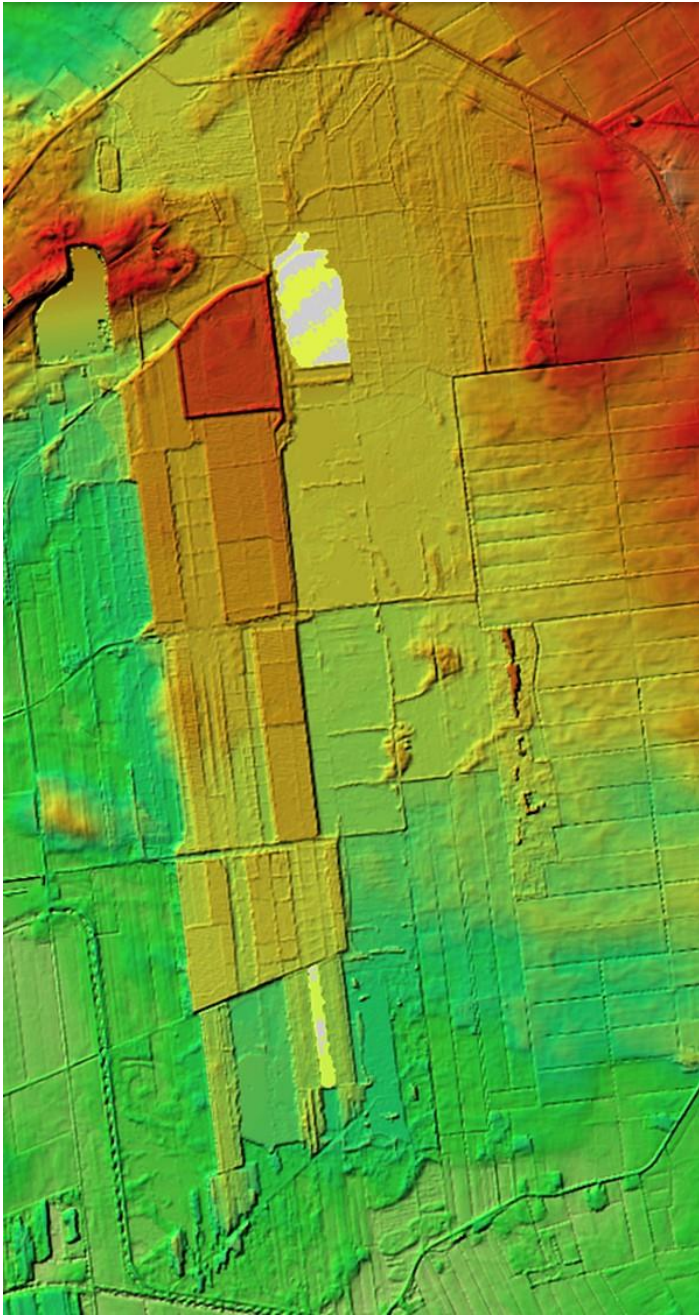
3.1 Kenmerken van het studiegebied

De quickscan risico-analyse is uitgevoerd voor het natuurgebied voor larvale ontwikkeling en het randgebied voor volwassen dieren in een zone van circa 1 km om het natuurgebied. Voor de analyse zijn de benodigde gegevens ontleend aan het beheerplan (Beheerplan 2016).

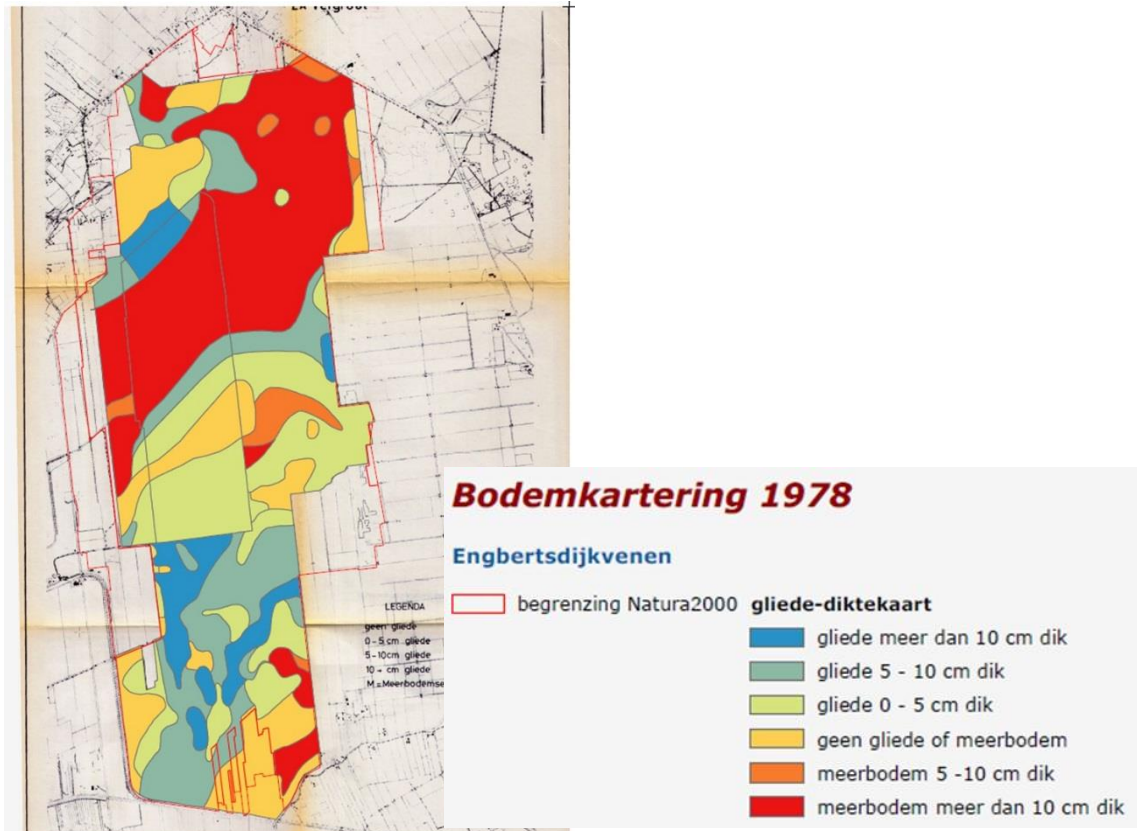
Aan de oostzijde van het gebied ligt een stuwwal (hoogte tot > 50m+NAP). Het gebied zelf steekt boven de omgeving uit en heeft een hoogte van 16m+NAP in het noorden naar 14m+NAP in het zuiden met abrupte hoogteverschillen door ontveningen. De oostelijke randzone ligt op circa 13-14 m+NAP en de westelijke op circa 11-13m+NAP (Figuur 3.1).

Het studiegebied bestaat uit fijn zandige gronden in het noorden (stuwwal Sibculo) en oosten (stuwwal Itterbeck). Hier vindt infiltratie plaats. Direct ten oosten en westen van het gebied liggen zand op veengronden (een zone tussen infiltratie en kwel). Ten zuiden liggen patronen van veraarde veengronden op zand die duiden op beekdalen. Het gebied zelf zijn veraarde bovengronden op diep veen (Figuur 3.2a,b). De veenkern is ongeveer 0-5 m dik, de omliggende afgegraven venen zijn tot 0.5 m dik.

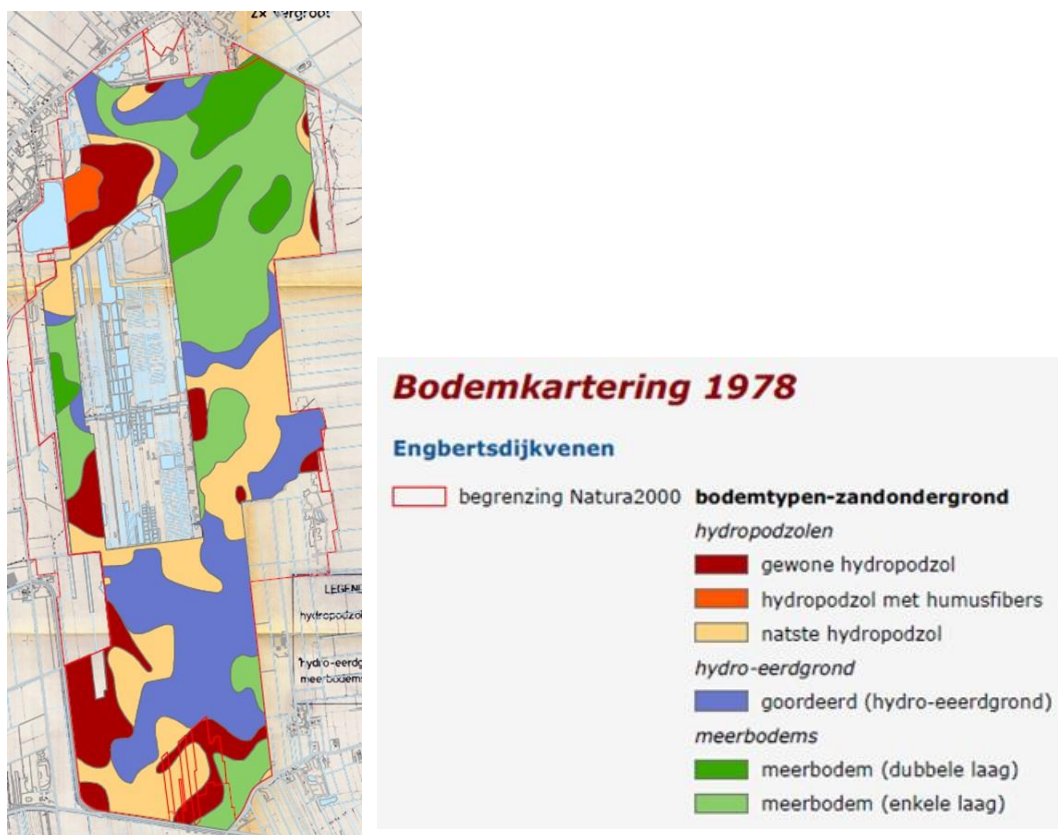
Belangrijk voor de hydrologie van het gebied is de aanwezigheid van ondoorlatende lagen (een gyttja (meerbodem) of gliede laag) (Figuur 3.3a, 3.3b, 3.3c). Deze lagen bevinden zich tussen het veen en de zandondergrond. Op het stuwwalcomplex ten noordoosten van het gebied vindt infiltratie plaats waarna het grondwater in zuidwestelijke richting stroomt. Omdat scheidende lagen in de ondergrond ontbreken wordt het freatische grondwater in vrijwel het gehele gebied begrensd door de hydrologische basis (50m-NAP). De horizontale stroombanen van het freatisch grondwater volgen in grote lijnen het reliëf van het maaiveld (Figuur 3.4). Voor een deel kwelt dit water op in de overgangszone tussen de stuwwal en het gebied. In het gebied zelf wordt het veen gevoed door regenwater en treedt wegzijging op door de hogere ligging. De wegzijging wordt beperkt door het veen zelf wat water absorbeert (hoog watervasthoudend vermogen) en door de ondoorlatende lagen. Daarnaast zorgen de veendammen binnen het gebied (de compartimentering) voor een verdere vertraging van de afvoer van regenwater. Toch treedt zijdelingse afwatering op doordat bovenste veenlagen zijn afgegraven en door drainage van omliggende landbouwgronden (het grondwaterpeil ligt beneden de veenbasis). Dit is mede aanleiding voor de nieuwe maatregelen. In het beheerplan wordt op basis van het verschil tussen de stijghoogte in het watervoerende pakket en de veenbasis aangenomen dat de wegzijging het grootst is aan de randen en in het zuidelijk deel van het gebied. Dit zijn juist ook de gebieden waar de veendikte gering is of waar lokaal het veen zelfs geheel is afgegraven. Daarnaast zijn in het noorden en midden van het gebied zandkoppen aanwezig, die door vervening aan, of dicht onder maaiveld zijn komen te liggen. De meest noordelijke zandkop is zelfs nooit bedekt geweest met veen. In de GHG situatie is op basis van modelberekeningen het verschil tussen de stijghoogte en de veenbasis in het grootste deel van het gebied minder dan een halve meter (Figuur 3.5). In de GLG situatie is dit voor een groot deel van het gebied meer dan 1 meter (Beheerplan 2016).



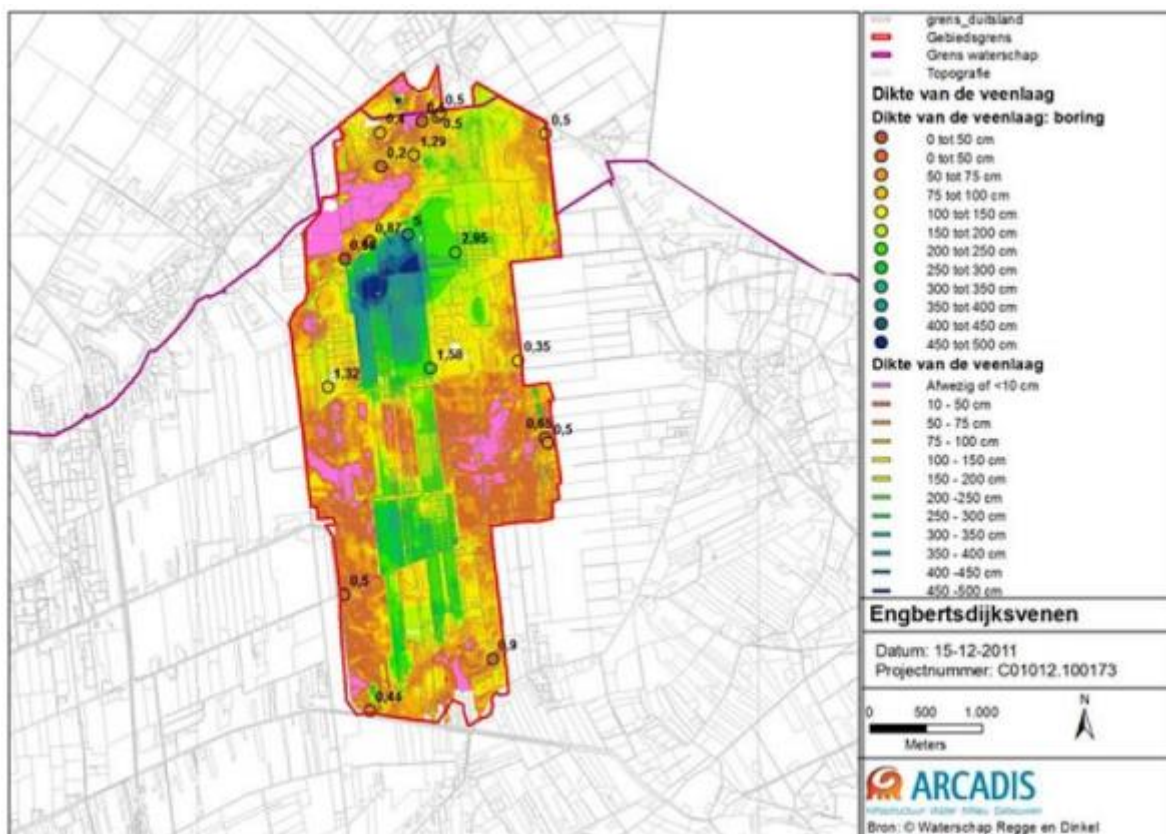
Figuur 3.1: Hoogtekaart (AHN2).



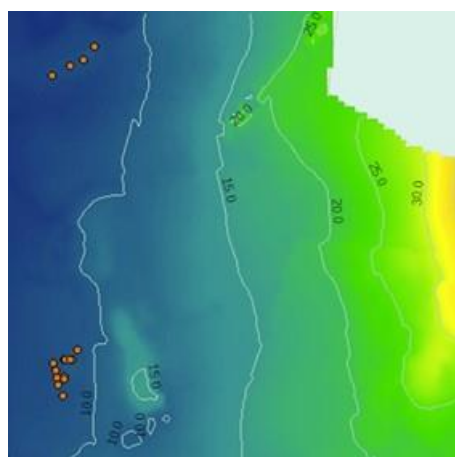
Figuur 3.3a: Bodemkartering 1978: aanwezigheid en dikte gliede en gyttja laag.



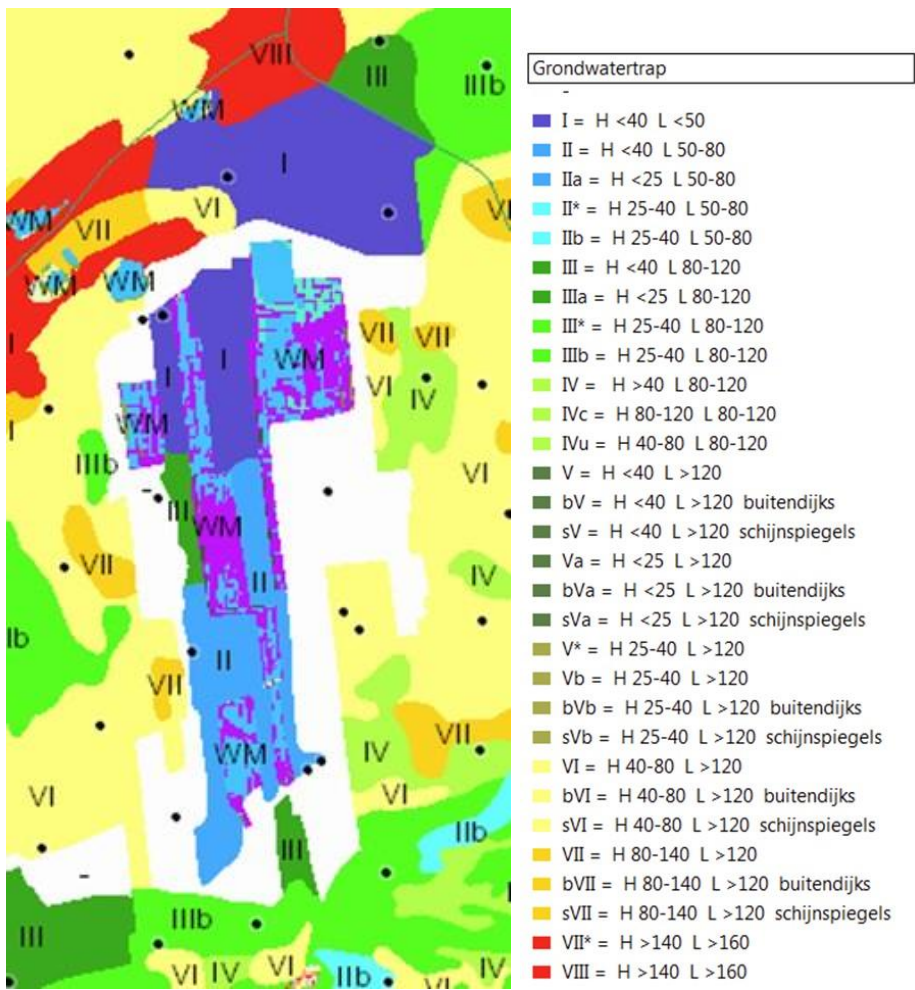
Figuur 3.3b: Bodemkartering 1978: Bodemkaart.



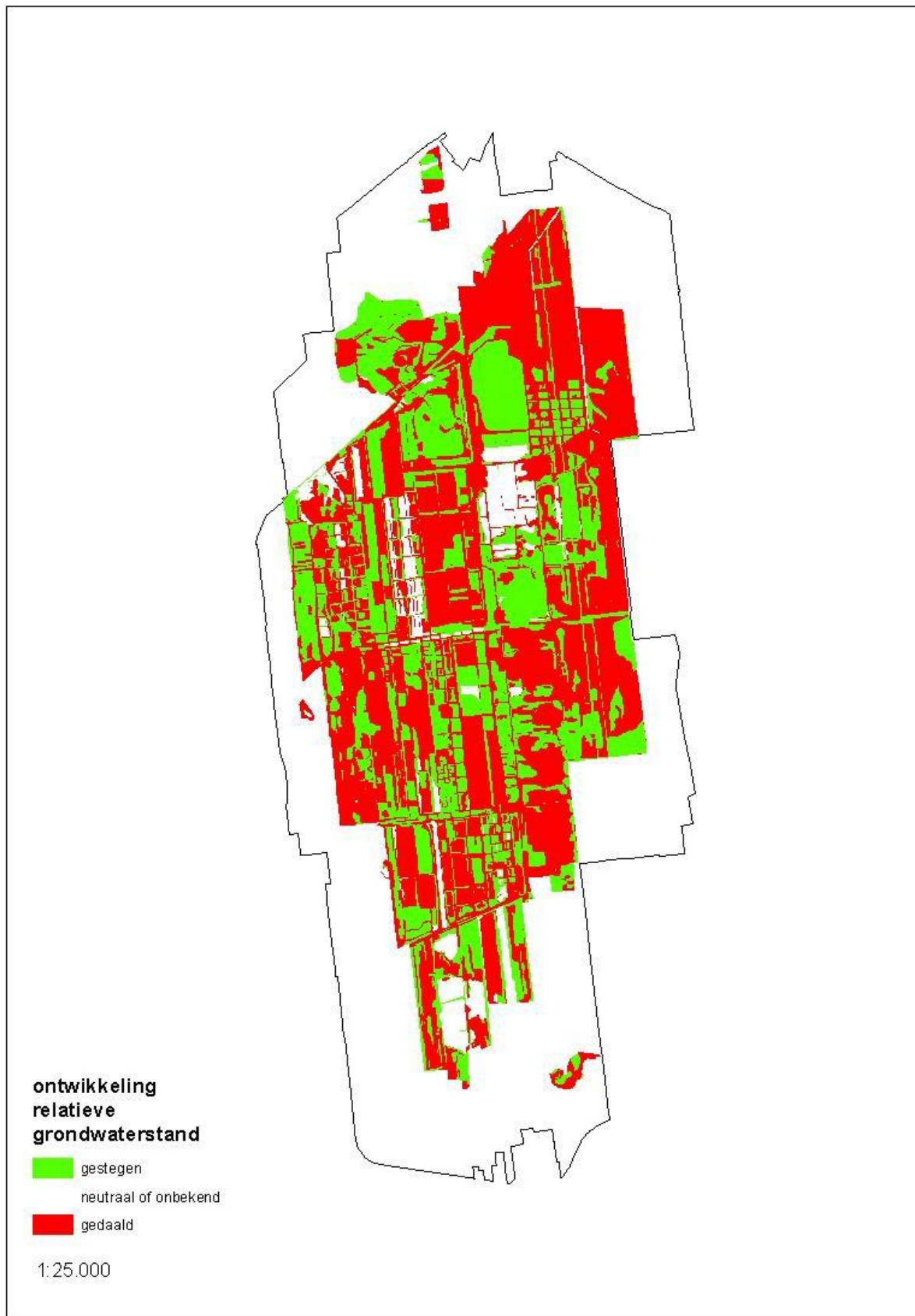
Figuur 3.3c: Dikte van de restveenlaag (naar Bronnen: Waterschap Regge & Dinkel, AHN 2007, Maris en Roelofsen 1978 in Beheerplan 2016).



Figuur 3.4: Isohypsen patroon in de Engberstdijksvenen.

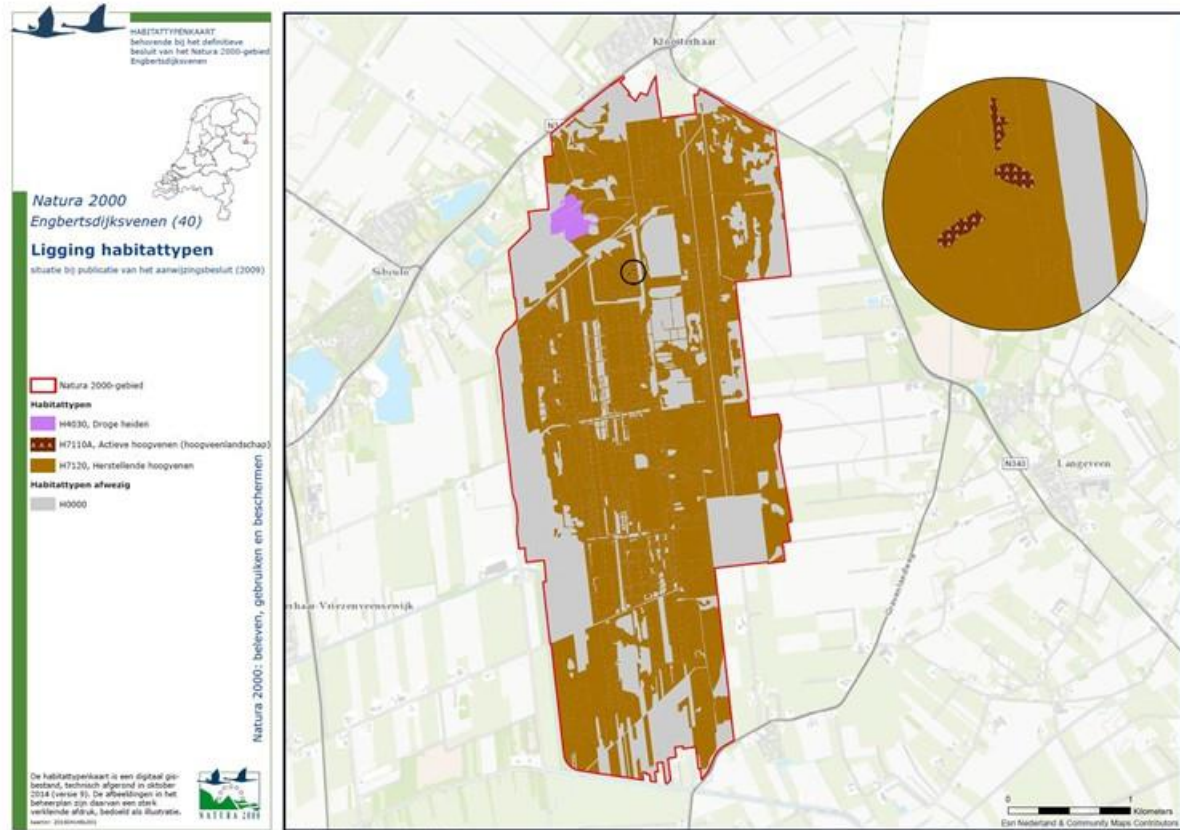


Figuur 3.5: Grondwatertrappen in de Engbertsdijkse vennen en omgeving.



Figuur 3.6: De richting van verdroging/vernatting van het gebied gebaseerd op de veranderingen in de vegetatie.

Op basis van de veranderingen in de vegetatie is onderzocht of het gebied verdroogde of vernatte in de periode 1997-2007 (Figuur 3.6). De conclusie is dat het gebied ongeveer voor de helft natter en voor de helft droger was geworden. Daarnaast blijkt de verdroging meer in het oosten en noorden en de vernatting meer in het zuiden en westen op te treden. Dit komt overeen met de verwachting op basis van de bodemopbouw en hydrologisch functioneren van het gebied.



Figuur 3.7: Habitattypen van de Engbertsdijkswen.

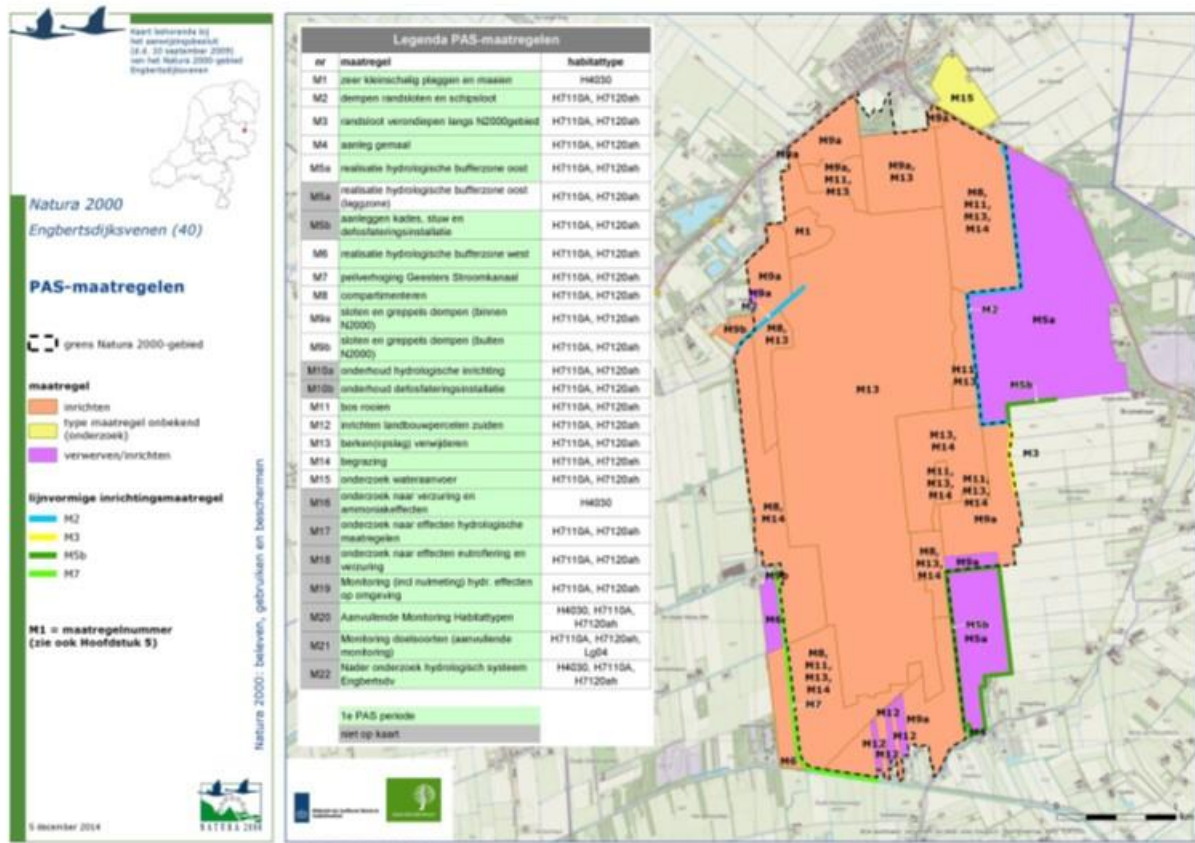
Voor het gebied zijn na te streven habitattypen aangewezen (Figuur 3.7). Het betreft voornamelijk het habitatype herstellend hoogveen en zeer lokaal actief hoogveen. In het noordwesten ligt nog droge heide. Het herstellende hoogveen bestaat in de Engbertsdijkswen uit een breed scala van vegetatietypen die op verdroogd en eventueel weer vernat veen voorkomen. Het varieert grofweg van zure bossen met vooral berk tot open water met waterveenmos, met daar tussenin allerlei typen heiden (Beheerplan 2016). Voor dit habitatype wordt in de Engbertsdijkswen meestal niet aan de abiotische randvoorwaarden voldaan. Dat geldt vooral voor de stabiliteit van de grondwaterstand, de voedselrijkdom, de kritische depositie en de wegzijging naar de ondergrond. Juist een instabiele grondwaterstand in combinatie met voedselverrijking zijn randvoorwaarden voor ontwikkeling van stekende insecten.

De maatregelen in relatie tot de hydrologische situatie zijn in Tabel 3.1 en Figuur 3.8.a aangegeven. De invloed op het risico op stekende insecten is gescoord in Tabel 3.2.

Tabel 3.1: Overzicht van maatregelen in de Engbertsdijkswen.

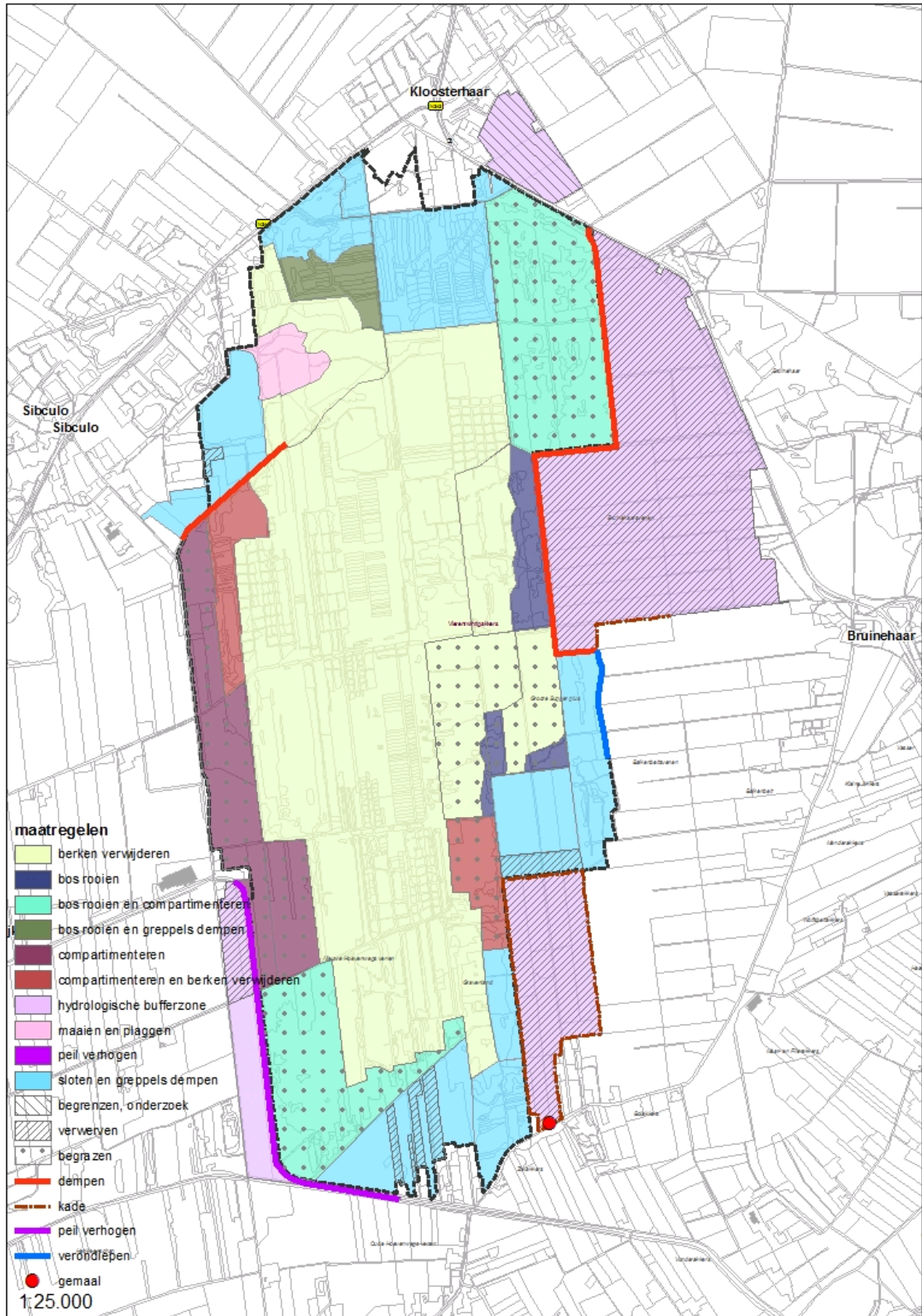
Maatregelen natuurherstel (zie Figuur 3.8.a)	
M1	Zeer kleinschalig plaggen en maaien
M2	Dempen randsloot en schipsloot
M3	Randsloot verondiepen langs N2000 gebied
M4	Aanleg gemaal
M5	Realisatie hydrologische bufferzone oost
M5a	Realisatie hydrologische bufferzone oost (lagzone)
M5b	Aanleggen kades, stuw en defosfateringsinstallatie

Maatregelen natuurherstel (zie Figuur 3.8.a)	
M6	Realisatie hydrologische bufferzone west
M7	Peilverhoging Geesters Stroomkanaal
M8	Compartmenteren
M9a	Sloten en greppels dempen (binnen N2000)
M9b	Sloten en greppels dempen (buiten N2000)
M10a	Onderhoud hydrologische inrichting
M10b	Onderhoud defosfateringsinstallatie
M11	Bos rooien
M12	Inrichten landbouwpercelen zuiden
M13	Berken(opslag) verwijderen
M14	Begrazing
M15	Onderzoek wateraanvoer
M16	Onderzoek naar verzuring en ammoniakeffecten
M17	Onderzoek naar effecten hydrologische maatregelen
M18	Onderzoek naar effecten eutrofiering en verzuring
M19	Monitoring (incl. nulmeting) hydrologische effecten op omgeving
M20	Aanvullende monitoring habitattypen
M21	Monitoring doelsoorten 9aanvullende monitoring0
M22	Nader onderzoek hydrologisch systeem Engbertsdijkvenen



Figuur 3.8a: PAS Maatregelenkaart Engbertsdijkvenen.

De PAS maatregelenkaart uit figuur 3.8a is samengevat in figuur 3.8b. De belangrijkste maatregelen zijn: het dempen of verondiepen van sloten, greppels en watergangen, het instellen van bufferzones, het verhogen van het peil, bosopslag verwijderen en bomen kappen.



Figuur 3.8b: PAS-maatregelenkaart Engbertsdijkerven

Tabel 3.2: Invloed van de maatregelen op hydrologie en stekende insecten.

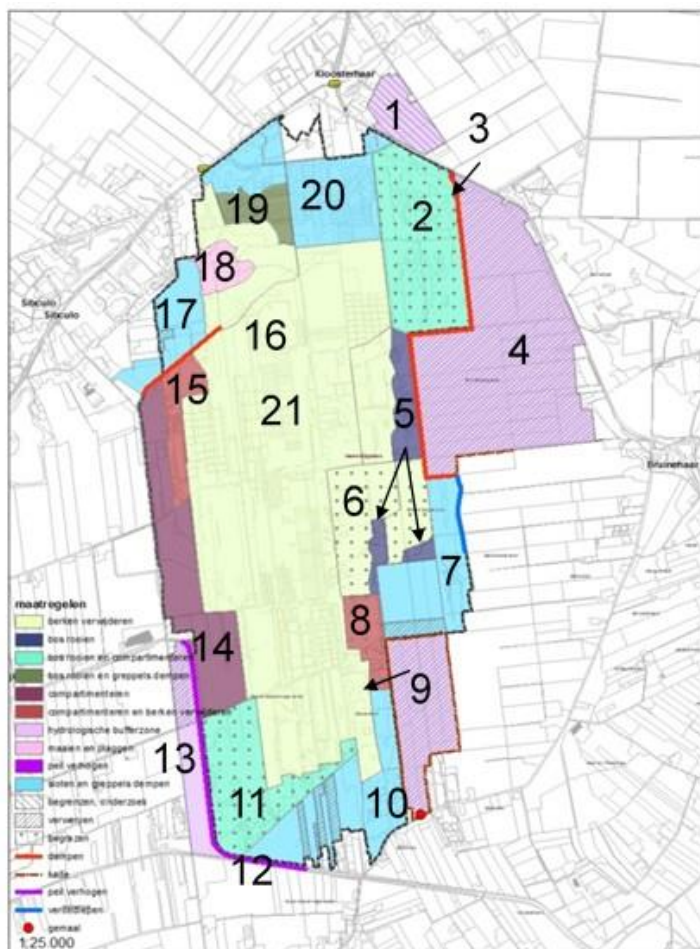
Maatregel(groep)	Hydrologisch effect	Effect op stekende insecten
Berken verwijderen en bos rooien	Verkleinen verdroging wat vernatting verhoogd.	Meer kans op nat en daarmee habitat in het voorjaar. Hogere temperaturen van het water en snellere groei larven in het voorjaar.
Compartimenteren	Stabiliseren waterpeil	Tijdelijke wateren in het voorjaar of zomer zijn potentiële broedgebieden, permanente wateren juist niet. Water aan maaiveld is optimaal voor knuttenlarven.
Greppels en sloten dempen	Verhogen grondwaterpeil, verminderen afwatering.	Tijdelijke wateren in het voorjaar of zomer zijn potentiële broedgebieden, permanente wateren juist niet. Water aan maaiveld is optimaal voor knuttenlarven.
Hydrologische bufferzone	Stabiliseren (grond)waterpeil in het gebied maar meer dynamiek (grond)waterpeil in de bufferzone.	Tijdelijke wateren in het voorjaar of zomer zijn potentiële broedgebieden, permanente wateren juist niet. Water aan maaiveld is optimaal voor knuttenlarven.
Maaien	Verminder structuur.	Volwassen dieren hebben minder corridor en schuilplaats.
Plaggen	Maagdelijke grond gevoelig voor tijdelijke oppervlaktewateren of water tot maaiveld.	Afwezigheid predatoren maakt tijdelijk water potentieel broedgebied. Tijdelijk water aan maaiveld in verstoorde grond is optimaal voor dazen.
Peil verhogen	Vernatten. Mate van tijdelijke wateren bepaald omstandigheden.	Tijdelijke wateren in het voorjaar zijn broedgebieden, permanente wateren juist niet.
Begrazen	Tijdelijke wateren op maaiveld in pootafdrukken. Toevoer mest op land.	Tijdelijke wateren in pootafdrukken in de zomer zijn potentiële broedgebieden, permanente wateren juist niet. Water aan maaiveld is optimaal voor knuttenlarven vooral onder mest.

3.2 Ontwikkeling van larven van stekende insecten

De ontwikkeling van stekende insecten hangt direct samen met de situaties waarin in voorjaar of zomer het water op (steekmuggen) of aan (knutten, dazen) maaiveld staat.

Er kunnen twee invalshoeken worden genomen; per maatregel deelgebied of via de te verwachten vegetatietypen.

Voor de benadering met de maatregeldeelgebieden zijn de deelgebieden gekoppeld aan de bodem en de hydrologie (Figuur 3.9, Tabel 3.3).



Figuur 3.9: Maatregelgebieden.

Tabel 3.3: Koppeling van voorlopig voorgestelde maatregelen in deelgebieden aan de milieu-omstandigheden en de effecten op stekende insecten.

Deelgebied (Figuur 3.9)	Milieu-omstandigheden	Effect op stekende insecten
1 Hydrologische bufferzone	Veenkoloniale ontginningsvlakte (rel. hooggelegen); Bodem iVc (Veengrond met een veenkoloniaal dek op zeggeveen, rietzeggeveen of moerasbosveen); Geen gliede of meerbodem; bodem slecht doorlatend	Waarschijnlijk geen water op maaiveld. Staat wel water boven (>5-10cm) maaiveld in voorjaar (regenwater verdwijnt slechts langzaam naar de ondergrond) dan broedplaats moerassteekmuggen. Wanneer water tot maaiveld staat in het voorjaar dan kans op knutten. Bij lagere grondwaterstanden geen effect te verwachten.
2 Compartimenteren, bos rooien, begrazen (en effect 3 dempen)	Veenrestvlakte; Bodem Vc (Vlierveengronden op zeggeveen, rietzeggeveen of (mesotroof)	Compartimenteren vermindert de (grond-)waterstandswisseling, bos rooien laat meer licht toe en leidt tot opwarming. Staat wel

Deelgebied (Figuur 3.9)	Milieu-omstandigheden	Effect op stekende insecten
	broekveen); meerbodem >20cm met oostrand geen gliede of meerbodem 5-10cm; bodem slecht doorlatend	water boven maaiveld in voorjaar (regenwater verdwijnt slechts langzaam naar de ondergrond) dan broedplaats moerassteekmuggen. Begrazen duidt op niet te natte gronden. Is dat wel het geval dan risico op zomersteekmuggen.
3	Dempen	Versterkt de vernattingseffecten in de maatregelgebieden 2, 4, 5, 6 en 7.
4 Hydrologische bufferzone (en effect 3 dempen)	Lage smeltwaterrug (n) en veenkoloniale ontginningsvlakte (rel. hooggelegen)(z); Hn21 (Veldpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand), iVp (Veengronden met een veenkoloniaal dek op zand met humus podzol, beginnend ondieper dan 120 cm), (iWp); geen gliede of meerbodem; bodem goed doorlatend	Waarschijnlijk water op maaiveld. Staat wel water boven maaiveld in voorjaar en kan dit relatief snel naar de ondergrond verdwijnen. Wanneer water tot maaiveld staat in het voorjaar dan kans op knutten. Bij lagere grondwaterstanden geen effect te verwachten. Hogere grondwaterstanden en begrazing kan tot zomersteekmuggen leiden. Permanent water leidt hooguit in de oeverzone tot stekende insecten ontwikkelingen.
5 Bos rooien (en effect 3 dempen)	Moerassige vlakte (n) en lage smelwaterrug (+/- dekzand)(z); iWp (Moerige podzolgronden met een veenkoloniaal dek en een moerige tussenlaag), Av0 (Veen in ontginning); gliede 0->10cm dik; bodem matig tot slecht doorlatend	Bos rooien laat meer licht toe en leidt tot opwarming. Staat wel water boven maaiveld in voorjaar (regenwater verdwijnt slechts langzaam naar de ondergrond) dan broedplaats moerassteekmuggen.
6 Berken verwijderen en begrazen (en effect 3 dempen)	Gordeldekzandrug (+/- oud bouwlanddek) en lage veenrest-heuvel; Av0 (Veen in ontginning); geen gliede of meerbodem en lokaal gliede 0-5 cm of meerbodem 5-10cm; bodem matig tot slecht doorlatend	Berken verwijderen laat meer licht toe en leidt tot opwarming. Staat wel water boven maaiveld in voorjaar (regenwater verdwijnt relatief langzaam naar de ondergrond) dan broedplaats moerassteekmuggen. Begrazen van te natte gronden leidt tot onregelmatig terreinreliëf met plekken voor zomersteekmuggen.
7 Sloten en greppels dempen en sloot verondiepen	Lage veenrest-heuvel; iVp (Veengronden met een veenkoloniaal dek op zand met humus podzol, beginnend ondieper dan 120 cm), Av0 (Veen in ontginning); gliede 0-5 cm en geen gliede of meerbodem; bodem slecht doorlatend	Water komt tot aan maaiveld of (in voorjaar) op maaiveld. De slecht doorlatende bodem houdt infiltratiewater lang tegen. Zakt het 's zomers toch uit dan broedplaats moerassteekmuggen, zakt het niet uit dan geen broedplaats.
8 Compartimenteren en berken verwijderen	Lage veenrest-heuvel; Av0 (Veen in ontginning); gliede 0-5 cm en geen gliede of meerbodem; bodem slecht doorlatend	Compartimenteren vermindert de (grond-)waterstandswisseling, berken verwijderen laat meer licht toe en leidt tot opwarming. Staat wel water boven maaiveld in voorjaar (regenwater verdwijnt slechts langzaam naar de ondergrond) dan broedplaats moerassteekmuggen.
9 Hydrologische bufferzone	Veenkoloniale ontginningsvlakte (rel. laaggelegen); Hn21 (Veldpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand), iVp (Veengronden met een veenkoloniaal dek op zand met humus podzol, beginnend ondieper dan 120 cm), zVz (Meerveengronden op zand zonder humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm); gliede 0->10cm en lokaal geen gliede of meerbodem tot	Waarschijnlijk geen water op maaiveld. Staat wel water boven maaiveld in voorjaar dan kan dit relatief snel naar de ondergrond verdwijnen. Wanneer water tot maaiveld staat in het voorjaar dan kans op knutten. Bij lagere grondwaterstanden geen effect te verwachten. Hogere grondwaterstanden en begrazing kan tot zomersteekmuggen leiden.

Deelgebied (Figuur 3.9)	Milieu-omstandigheden	Effect op stekende insecten
	meerbodem >10cm; bodem goed doorlatend	
10 Sloten en greppels dempen (en effect 12 peil verhogen)	Dekzandwieling met ten dele afgegraven veen; Avo (Veen in ontginning), zWp (Moerige podzolgronden met een humushoudend zanddek en een moerige tussenlaag); geen gliede of meerbodem tot meerbodem >10 cm en gliede 5-10cm; bodem goed tot slecht doorlatend	Water komt tot aan maaiveld of (in voorjaar) op maaiveld. De goed tot slecht doorlatende bodem houdt infiltratiewater waarschijnlijk onvoldoende lang tegen. Het water zakt in de zomer uit wat in het voorjaar met water op het land leidt tot een broedplaats voor moerassteekmuggen.
11 Compartimenteren, bos rooien, begrazen (en effect 12 peil verhogen)	Veenrest-ruggen; Avo (Veen in ontginning), Vs (Vlieveengronden op veenmosveen); gliede 0-10cm en randzone geen gliede of meerbodem; bodem slecht doorlatend, behalve randzone	Compartimenteren vermindert de (grond-)waterstandswisseling, bos rooien laat meer licht toe en leidt tot opwarming. Staat wel water boven maaiveld in voorjaar (regenwater verdwijnt slechts langzaam naar de ondergrond) dan broedplaats moerassteekmuggen. Begrazen duidt op niet te natte gronden. Is dat wel het geval dan risico op zomersteekmuggen.
12	Peil verhogen	Versterkt de vernattingseffecten in de maatregelgebieden 10, 11, 13 en 14
13 Hydrologische bufferzone (en effect 12 peil verhogen)	Veenrest-ruggen en veenkoloniale ontginningsvlakte (rel. laaggelegen); Avo (Veen in ontginning), iVp (Veengronden met een veenkoloniaal dek op zand met humus podzol, beginnend ondieper dan 120 cm); geen gliede of meerbodem; bodem slecht doorlatend	Waarschijnlijk geen water op maaiveld. Staat wel water boven maaiveld in voorjaar dan kan dit relatief snel naar de ondergrond verdwijnen. Wanneer water tot maaiveld staat in het voorjaar dan kans op knutten. Bij lagere grondwaterstanden geen effect te verwachten. Hogere grondwaterstanden en begrazing kan tot zomersteekmuggen leiden.
14 Compartimenteren (en effect 12 peil verhogen)	Grondmorenerug met klei of veen (z) en dekzandwieling, met ten dele afgegraven veen (n); iWp (Moerige podzolgronden met een veenkoloniaal dek en een moerige tussenlaag), iVp (Veengronden met een veenkoloniaal dek op zand met humus podzol, beginnend ondieper dan 120 cm); gliede >10cm en geen gliede of meerbodem (centraal) tot meerbodem >10cm; bodem matig tot slecht doorlatend	Compartimenteren vermindert de (grond-)waterstandswisseling, bos rooien laat meer licht toe en leidt tot opwarming. Staat wel water boven maaiveld in voorjaar (regenwater verdwijnt slechts langzaam naar de ondergrond) dan broedplaats moerassteekmuggen.
15 Compartimenteren en berken verwijderen (en effect 16 dempen)	Dekzandwieling, met ten dele afgegraven veen (z) en dekzandwielingen, bedekt met ten dele afgegraven veen (n); Avo (Veen in ontginning); meerbodem >10cm; bodem slecht doorlatend	Compartimenteren vermindert de (grond-)waterstandswisseling, berken verwijderen laat meer licht toe en leidt tot opwarming. Staat wel water boven maaiveld in voorjaar (regenwater verdwijnt slechts langzaam naar de ondergrond) dan broedplaats moerassteekmuggen.
16	Dempen	Versterkt de vernattingseffecten in de maatregelgebieden 15 en 17
17 Sloten en greppels dempen en kade westzijde (en effect 16 dempen)	Groeve; iWp (Moerige podzolgronden met een veenkoloniaal dek en een moerige tussenlaag); gliede 5->10cm of geen gliede of meerbodem; bodem matig tot slecht doorlatend	Water komt tot aan maaiveld of (in voorjaar) op maaiveld. De matig tot slecht doorlatende bodem laat waarschijnlijk het water 's zomers uitzakken wat leidt tot een broedplaats voor moerassteekmuggen.

Deelgebied (Figuur 3.9)	Milieu-omstandigheden	Effect op stekende insecten
18 Maaien en plaggen	Gordeldekzandrug (+/-oud bouwlanddek); Hd30 (Haarpodzolgronden; grof zand); geen gliede of meerbodem; bodem zeer goed doorlatend	Geen kans op stekende insecten behalve na plaggen bij heftige zomerneerslag in ½ jaar na plaggen.
19 Bos rooien en greppels dempen	Veenrestvlakte; Vp (Vlierveengronden op zand met humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm); gliede 5-10cm of meerbodem >10cm; bodem slecht doorlatend	Bos rooien laat meer licht toe en leidt tot opwarming. Greppels dempen leidt tot langer water op maaiveld. Staat wel water boven maaiveld in voorjaar (regenwater verdwijnt slechts langzaam naar de ondergrond) dan broedplaats moerassteekmuggen.
20 Sloten en greppels dempen	Veenrestvlakte; Vp (Vlierveengronden op zand met humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm), Hd30 (Haarpodzolgronden; grof zand), iVp (Veengronden met een veenkoloniaal dek op zand met humus podzol, beginnend ondieper dan 120 cm); geen gliede of meerbodem tot gliede 5-10cm tot meerbodem >10cm; bodem is goed tot slecht doorlatend	Water komt tot aan maaiveld of (in voorjaar) op maaiveld. De goed tot matig doorlatende bodem houdt infiltratiewater waarschijnlijk onvoldoende lang tegen. Het water zakt in de zomer uit wat in het voorjaar met water op het land leidt tot een broedplaats voor moerassteekmuggen.
21 Berken (lage opslag van) verwijderen	Plateau-achtige veenrest (w) en moerassige vlakte (no) en gordeldekzandrug (+/- oud bouwlanddek) (zo); Vs (Vlierveengronden op veenmosveen), Avo (Veen in ontginning); noord meerbodem >10cm of gliede 5-10cm en zuid geen gliede of meerbodem tot gliede >10cm; bodem slecht doorlatend	Berken verwijderen laat meer licht toe en leidt tot opwarming. Effecten op stekende insecten alleen binnen gebied.

Voor de risico-analyse zijn de vegetaties die voor het gebied nagestreefd worden (doelvegetaties) vertaald in landschapselementen gerelateerd aan stekende insecten (Tabel 3.4). Bij deze vertaling is per type ook de informatie van de hoogteligging, bodem en hydrologische situatie meegenomen. De doelvegetaties waar het bij herstellend hoogveen om gaat zijn de volgende:

Associaties van:

- gewone dophei-veenmos, subassociatie van witte snavelbies
- moerasstruisgras en zompzegge
- gewone dophei, subassociatie van veenmos
- veenmos en snavelbies
- dophei-berkenbroek, subassociatie van eenarig wollegras
- dophei-berkenbroek, subassociatie van struikhei
- zompzegge-berkenbroek

Rompgemeenschappen van:

- dophei
- eenarig wollegras en veenmos
- eenarig wollegras en pijpenstro
- lavendelhei
- pijpenstrootje
- pitrus en veenmos
- veenpluis en veenmos
- waterveenmos

Tabel 3.4: Omschrijving van milieu-eisen van de huidige vegetatietypen in het natuurgebied.

Doelvegetatietype	Omschrijving milieu-eisen
gewone dophei-veenmos, subassociatie van witte snavelbies	Zeer voedselarme vegetatie die alleen voorkomt in en rond verlande vennen, veenputten, in hoogveen en op ongestoorde natte heiden.
gewone dophei, subassociatie van veenmos	Ze komt voornamelijk voor op de natste plaatsen in het terrein, zoals rond vennen en op de grens van het hoogveen, waar continu een hoge waterstand is.
moerasstruisgras en zompzegge	Verlandingsvegetatie bij kleinere plassen waar geen golfslag optreedt. De bodem heeft over het algemeen het waterregime zeer nat met een ondiepe grondwaterstand die meestal tot maaiveldhoogte reikt. Het vegetatietype overstroomt echter nooit met oppervlaktewater. De vegetatie wordt voornamelijk gevoed door regenwater en grondwater. De bodem heeft een neutrale pH-waarde, is zwak eutroof en bestaat voornamelijk uit moerasveen.
veenmos en snavelbies	Vochtige tot natte, voedselarme zandgronden op kale plaatsen. Het grondwaterpeil is hoog en weinig wisselend. In de winter kan het peil zelfs hoger staan dan het maaiveld en is de bodem volledig met water verzadigd. In de zomer kan hij oppervlakkig uitdrogen.
dophei-berkenbroek, subassociatie van eenarig wollegras	Komt voor op natte, venige standplaatsen waar uitsluitend zuur en voedselarm regenwater beschikbaar is. De pH is tussen 2.0 en 2.5. Vochttoestand 's winters inrunderend tot vochtig, GLG zelden wegzakkend tot matig diep. De subassociatie komt vooral voor in verlande veenputten.
dophei-berkenbroek, subassociatie van struikhei	Komt voor op natte, venige standplaatsen waar uitsluitend zuur en voedselarm regenwater beschikbaar is. De pH is tussen 2.0 en 2.5. Vochttoestand 's winters inrunderend tot vochtig, GLG zelden wegzakkend tot matig diep. De subassociatie komt vooral voor op veendijken.
zompzegge-berkenbroek	Komt voor op matig zure, natte standplaatsen, maar minder zuur en voedselrijker dan het dophei-berkenbroek. Door de hoge waterstand en zuurstoftekort in de bodem, is humificatie van organisch materiaal nauwelijks mogelijk. De associatie is te vinden aan de rand van hoogveengebieden en in heidegebieden rond ge-eutrofiëerde vennen
dophei	Komt voor op vochtige tot natte, voedselarme zandgronden in de heide, voornamelijk rond vennen en laagtes in het terrein, langs de rand van het hoogveen en soms heel lokaal in kleine depressies. Het grondwaterpeil is hoog en weinig wisselend. In de winter kan het peil zelfs hoger staan dan het maaiveld en is de bodem volledig met water verzadigd.
eenarig wollegras en veenmos / eenarig wollegras en pijpenstro	De associatie wordt aangetroffen op ontwaterde maar nog steeds vochtige veengronden, zowel in kleinere als grote hoogveenterreinen, daarnaast op natte veengronden met waterstanden tot enkele decimeters boven het maaiveld tussen de pollen. Het is vooral een pioniervegetatie na vervening, maar kan ook ontstaan door vernatting (opstuwning van water) van veenheiden en zelfs van Molinia-vlakten.
lavendelheide	Lavendelhei is een karakteristieke soort van hoogveenbulten en natte heiden (natte, voedselarme, zure standplaatsen in moerassen (tussen veenmos in levend hoogveen), veendijkjes, langs greppels in deels ontgonnen hoogveen en in dopheivegetaties langs heidevennen en gedeeltelijk uitgeveende laagtes, en heide.
pijpenstrootje	De rompgemeenschap komt vooral tot ontwikkeling als de waterstand door natuurlijke of door kunstmatige omstandigheden sterk wisselt, in permanent uitgedroogd terrein (bijv. afgetakelde hoogvenen en ontwaterde natte heiden) en op plaatsen waar de bodem van nature een vochtigheidsgraad heeft die te laag is voor het Ericetum tetralicis en te hoog voor het Genisto-Callunetum.
pitrus en veenmos	Pitrus staat op zonnige tot licht beschaduwde, natte, matig voedselrijke tot voedselrijke, zwak zure tot zwak basische, stikstofarme tot matig stikstofrijke, kalkarme tot kalkloze, meestal verstoorde bodems bestaande uit zand, leem en veen en wordt ook aangetroffen in zwak brak milieu.

Doelvegetatietype	Omschrijving milieu-eisen
veenpluis en veenmos	Veenpluis komt voor op natte, voedselarme tot zeer voedselarme, zwak zure tot zure, kalkarme grond (zand, leem en veen, zelden op klei).
waterveenmos	Op voedselarme tot zeer voedselarme, vochtige tot natte, zure tot sterk zure bodems.

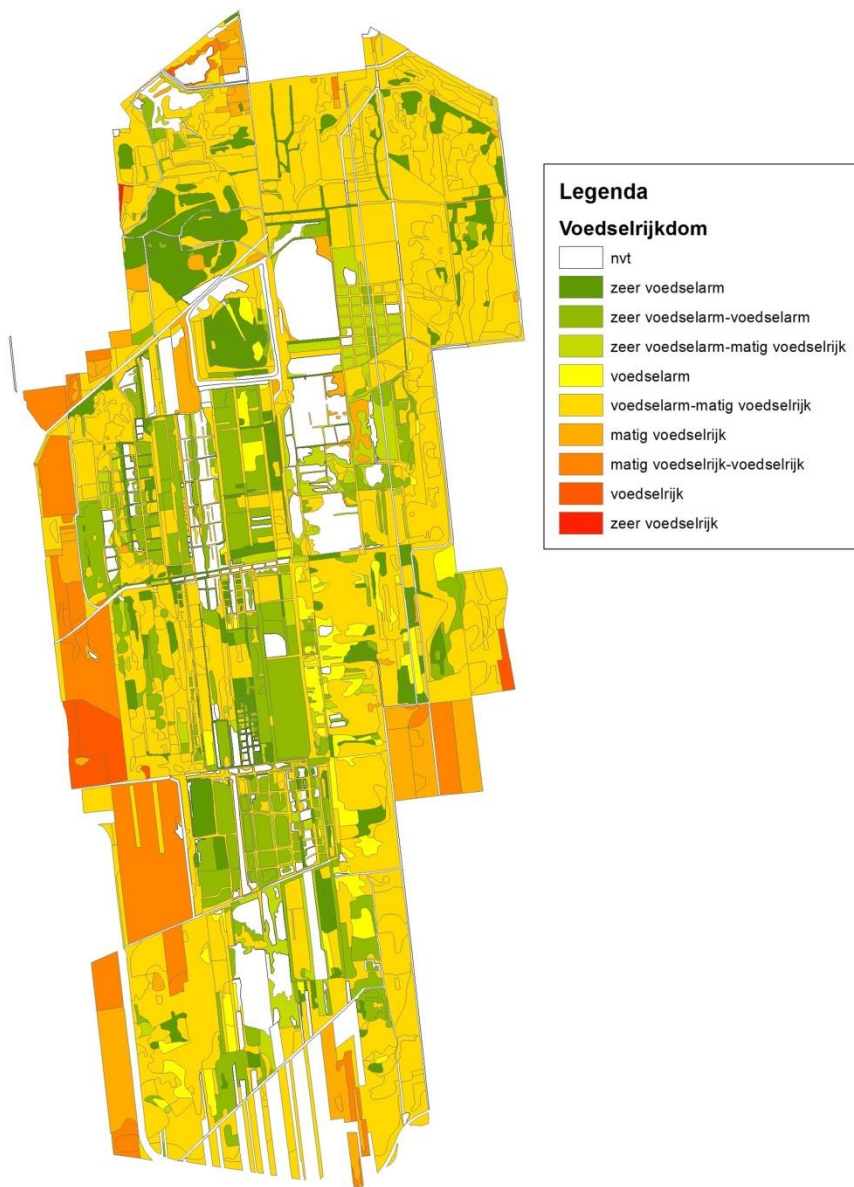
Vervolgens zijn op basis van de eisen van de doelvegetatietypen de natheidsklassen afgeleid (Tabel 3.5).

Tabel 3.5: Natheid van de doelvegetatietypen op basis van de huidige vegetatiekaart van de Engbertsdijksvennen (zie Figuur 3.10).

Doelvegetatietype	Natheid
gewone dophei-veenmos, subassociatie van witte snavelbies	nat-matig nat
gewone dophei, subassociatie van veenmos	nat-matig nat
moerasstruisgras en zompzegge	zeer nat-matig nat
veenmos en snavelbies	nat
dophei-berkenbroek, subassociatie van eenarig wollegras	zeer nat-nat (‘s winters inunderend-zeer vochtig)
dophei-berkenbroek, subassociatie van struikhei	zeer nat-nat (‘s winters inunderend-zeer vochtig)
zompzegge-berkenbroek	zeer nat-nat (‘s winters inunderend-zeer vochtig)
dophei	nat-matig nat
eenarig wollegras en veenmos / eenarig wollegras en pijpenstro	ondiep water-nat
lavendelheide	nat-matig nat
pijpenstrootje	nat-matig nat / matig nat-vochtig
pitrus en veenmos	ondiep water-matig nat
veenpluis en veenmos	ondiep water-zeer nat
waterveenmos	dieper water-zeer nat



Figuur 3.10a: Afleiding van mate van natheid op basis van de huidige vegetatie in de Engbertsdijkswen.



Figuur 3.10b: Afleiding van de voedselrijkdom op basis van de huidige vegetatie in de Engbertsdijksvenen.

Daarna is een vertaling gemaakt van de mate van natheid (Figuur 3.10a) en voedselrijkdom (Figuur 3.10b; bij veel eenheden voedselarm tot matig voedselrijk) op basis van huidige vegetatietypen, doelvegetatietypen en landschapseenheden (zoals plassen, sloten) naar voor stekende insecten relevante landschapselementen (Tabel 3.6).

Tabel 3.6: Vertaling van de mate van natheid en voedselrijkdom (bij veel eenheden voedselarm tot matig voedselrijk) op basis van huidige vegetatietypen, doelvegetatietypen en landschapseenheden (zoals plassen, sloten) naar voor stekende insecten relevante landschapselementen.

Huidige en doelvegetatietypen en landschapseenheden	Landschapselementen (gw in cm tov maaiveld)
Poel, Zoete plas, Sloot	Permanent open water (rijk)
Hoogveenplas	Permanent open water (arm)
Dieper water- zeer nat	Droogvallend diep water (>+50 - 0 cm)
Ondiep water-zeer nat	Droogvallend ondiep water (+50 - 0 cm)
Diep water-matig nat	Zeer dynamisch moeras (>+50 - -40 cm)
Ondiep water-nat	Dynamisch moeras (+50 - -20 cm)
Ondiep water-nat bos	Dynamisch moerasbos (+50 - -20 cm)
Ondiep water-matig nat	Zeer dynamisch moeras (+50 - -40 cm)
Ondiep water-vochtig bos	Zeer dynamisch moerasbos (+50 - -60 cm)
Ondiep water-vochtig	Zeer dynamisch moeras (+50 - -60 cm)
Zeer nat-nat	Open moeras (+10 - -20 cm)
Zeer nat-nat bos	Moerasbos (+10 - -20 cm)
Zeer nat-matig nat	Plas-dras vegetatie (+10 - -40 cm)
Nat	Natte korte vegetatie (0 - -20 cm)
Nat bos	Nat bos (0 - -20 cm)
Nat-matig nat	Nat-vochtige vegetatie (0 - -40 cm)
Nat-vochtig	Nat-vochtige vegetatie (0 - -60 cm)
Nat-vochtig bos	Nat-vochtig bos (0 - -60 cm)
Matig nat-vochtig	Vochtige vegetatie (-40 - -60 cm)
Matig nat-droog	Vochtig-droge vegetatie (-40 - <-60 cm)
Vochtig-droog bos	Vochtig-droog bos (<-40 cm)
Vochtig-droog	Vochtig-droge vegetatie (<-40 cm)
Droge vegetatie	Droge korte vegetatie (<-60 cm)
Droog bos	Droog bos (<-60 cm)

De landschapselementen zijn vervolgens gekoppeld aan risico op voorkomen van stekende insecten door het toepassen van de kennisregels uit de Leidraad (Tabel 3.7). Hieruit blijkt dat de hoogste kans op overlast door stekende insecten (risicoklasse 4 en 5) ontstaan bij inundatie/hydrologische dynamiek. Ook voedselrijkdom speelt een rol maar is moeilijker te duiden omdat de meeste vegetatietypen matig voedselrijk tot voedselarm indiceren. Deze mate van voedselrijkdom heeft weinig effect op de steekmugpopulaties.

Tabel 3.7: Koppeling van risicogroepen van stekende insecten aan landschapselementen.

Risicoscore: 0=geen tot +++++=overlast

Risicosoortgroepen <i>Landschapselementen</i>	Moeras- steekmug	Huis- steekmug	Slootmug	Plantenboor- steekmug	Knut
Permanent open water (rijk) ¹	0	0	0	+ (ex. oever)	0
Permanent open water (arm) ¹	0	0	0	0 (ex. oever)	0
Oeverzone open water (rijk)	(x)	x	x	x	(x)
Oeverzone open water (arm)	x	0	0	0	(x)
Oeververlandingszone (rijk)	++(++)	++(++)	++(+)	++(++)	+++(+)
Droogvallend diep water ²	++	++(++)	+	++(++)	++(+)
Droogvallend ondiep water ²	++++	+++(+)	++	++(+)	+++(+)
Zeer dynamisch moeras	+++++	++++(+)	++(+)	+(+++)	+++(+)
Zeer dynamisch moerasbos	+++(++)	++(++)	(+)	(+)	+++(+)
Dynamisch moerasbos	+++(++)	++(++)	(+)	(+)	+++(+)
Dynamisch moeras	++++	++(++)	++	++(++)	+++(+)
Moerasbos	++++(+)	++(+)	(+)	(+)	++(++)
Open moeras	+++(+)	+++(+)	++(+)	++(++)	+++(+)
Plas-dras vegetatie	++(+)	+++(+)	+	++(++)	++++
Natte korte vegetatie	++(+)	++(+)	+	++(+)	+++(+)
Nat bos	++(+)	++(+)	0	0	+++(+)
Nat-vochtige vegetatie	0	++(++)	(+)	(+)	++(+)
Nat-vochtig bos	(+)	(+)	0	0	++(+)
Vochtige vegetatie	0	0	0	0	++(+)
Vochtig-droge vegetatie	0	0	0	0	(+)
Vochtig-droog bos	0	0	0	0	(+)
Droge korte vegetatie	0	0	0	0	0
Droog bos	0	0	0	0	0

1: exclusief oeverzone of verlandingszone, 2: afhankelijk van het moment en de duur van droogval

Bij het vertalen van de theoretische risico's naar de nagestreefde natuurbeheertypen en gecorrigeerd voor oppervlakte in het studiegebied blijkt samenvattend dat:

Natuur(doel)typen	Risico
Droge korte vegetatie	Geen
Droog bos	Geen
Permanent water	Geen-nauwelijks (excl. oeverzone)
Zeer dynamisch moeras	Zeer groot
Dynamische natte vegetatie	Groot
Natte vegetatie	Matig
Droogvallend ondiep water	Zeer groot
Droogvallend diep water	Matig-groot
Dynamische plas-dras vegetatie	Redelijk groot
Natte korte vegetatie	Matig
Nat bos	Klein
Open moeras	Groot
Moerasbos	Groot
Vochtig-droog bos	Klein
Dynamisch moerasbos	Zeer groot

In het algemeen zijn bij vernatting in het studiegebied een aantal maatregelen generiek van toepassing:

- Voorkom al te sterke wisselingen in oppervlaktewaterpeil en laat (langdurig) tijdelijk water in voorjaar afstromen.
- Laat bij (zeer) natte gronden het peil in voorjaar iets wegzakken.
- Beheer in de richting van (matig) voedselarme situaties.
- Laat geen of zeer beperkt beweiding toe.
- Plan bij herinrichting bufferzones in tussen gebied en bewoning.
- Doorbreek corridors voor stekende insecten.
- Richt waar mogelijk concentratiegebieden (bosschages los van bewoning) voor stekende insecten in (zgn. 'muggenbulten').

Meer specifiek gelden de in Tabel 3.8 opgesomde mogelijke maatregelen per landschapselement.

Tabel 3.8: Mogelijke maatregelen per landschapselement.

Landschapselement	Maatregel	Aandacht voor
Permanent water; (matig) arm	Geen	Oeverzone steiler
Permanent water; Voedsel verrijkt	Voorkom verlanden, voorkom kroosvorming door schonen, verarmen, doorspoelen	Regelmatig schonen
Droogvallend diep water	Constant peil boven maaiveld of sneller afwateren in voorjaar	Voorkomen van verbindingen die begroeid zijn met houtige of ruigte vegetaties
Droogvallend ondiep water	Constant peil boven maaiveld of sneller afwateren in voorjaar	Voorkomen van verbindingen die begroeid zijn met houtige of ruigte vegetaties
Zeer dynamisch moeras	Vrij constant peil, verarmen, eventueel licht begreppelen	Voorkomen van verbindingen die begroeid zijn met houtige of ruigte vegetaties
Dynamische natte vegetatie	Vrij constant peil, verarmen, eventueel licht begreppelen	Voorkomen van verbindingen die begroeid zijn met houtige of ruigte vegetaties

Landschapselement	Maatregel	Aandacht voor
Dynamische plas-dras vegetatie	Peildaling vroeg voorjaar, vlak aflopend (weinig reliëf) (geen zomerinundatie), maaien, begreppelen, verarmen	Voorkomen inundatie, Niet-schaars beweiden
Natte vegetatie	Vlak aflopend (weinig reliëf), licht begreppelen	Voorkomen inundatie, niet beweiden
Moerasbos	Vrij constant peil	Voorkomen van verbindingen die begroeid zijn met houtige of ruigte vegetaties
Nat bos	Handhaaf peilen	Voorkomen inundaties vooral in voorjaar en bij zomerbuien
Droog en vochtig-droog bos	Voldoende laag peil.	Voorkomen water aan maaiveld in voorjaar

Tenslotte zal kort na de aanleg de kans op hoge aantallen zich ontwikkelende stekende insecten groter zijn dan jaren later wanneer het ecosysteem hersteld is en een nieuw evenwicht is ingesteld omdat voedselrijkdom is afgenomen en dynamiek is verminderd (geen vorming van langdurig stilstaand tijdelijk water op het land). Dan kunnen predatoren (zoals rovende insecten (b.v. roofkevers, libellelarven, vissen)) op de larven en insectenetende vogels en amfibieën op de volwassen dieren de aantallen enigszins reguleren.

3.3 (Hydrologische) bufferzones

Vooraf ten oosten en lokaal in het westen zijn hydrologische bufferzones gepland. Deze zones zijn bedoeld om het natuurgebied hydrologisch te stabiliseren wat in het algemeen kan leiden tot lagere aantallen stekende insecten. In de bufferzones zelf echter komt het water hoogstwaarschijnlijk op maaiveld te staan. Permanent water leidt hooguit in de oeverzone tot stekende insecten ontwikkelingen. Staat wel water boven maaiveld in voorjaar en kan dit relatief snel naar de ondergrond verdwijnen dan ontstaan langdurig tijdelijke wateren met een grote kans op stekende insecten. Wanneer water tot maaiveld staat in het voorjaar en daarna pas uitzakt dan is er een verhoogde kans op ontwikkeling van knutten. Bij lagere grondwaterstanden is geen effect te verwachten. Hogere grondwaterstanden en begrazing kan tot zomersteekmuggen leiden doordat grazend vee putjes in de bodem veroorzaakt en mest kan weer tot meer knutten aanleiding geven. De hydrologische bufferzones heeft ook ten doel het oppervlaktewater van noord naar zuid door het gebied te laten verlopen. Dit is min of meer loodrecht op de grondwaterisohypsen die oost-west lopen. Door deze oppervlaktewaterbeweging wordt de zuidzijde en de daaraan grenzende nog zuidelijker gelegen gebieden natter. Hier zijn mitigerende maatregelen nodig om verhoogde kans op stekende insecten tegen te gaan.

3.4 Verspreiding van volwassen stekende insecten

Nadat stekende insecten zijn uitgevlogen gaan ze op zoek naar bloed om hun eitjes te laten ontwikkelen. Ze kunnen daarvoor korte en lange afstanden afleggen. Steekmuggen zijn in 4 groepen vliegers te verdelen: sterke, goede, matige en zwakke vliegers (Verdonschot & Besse-Lototskaya 2014). Ook voor knutten geldt dat het vliegvermogen sterk kan verschillen tussen soorten.

De afstand die wordt afgelegd hangt van allerlei factoren af, zoals de vliegcapaciteit van de soort, de aanwezigheid van prooi, de vegetatiestructuur die als corridor of als barrière kan functioneren. Een barrière is gedefinieerd als een gebiedsdeel tussen broedgebied van de larven en

de plaats waar overlast wordt verwacht (vaak bewoning) wat minder geschikt is voor volwassen dieren om te doorkruisen of verblijven. Broedgebieden zijn de plaatsen waar steekmuggen/knutten hun eitjes afzetten (op natte grond of op water) en waar de larven zich ontwikkelen (in de waterkolom) om via popstadium (in de waterkolom levend) te komen tot volwassen steekmuggen/knutten (die uit het water uitvliegen).

Een ruime afstand tussen mogelijke broedgebieden van steekmuggen en knutten en woningen (de plaats waar de volwassen steekmuggen naar toe vliegen) kan effectief werken tegen bepaalde soorten steekmuggen en knutten. Wanneer het tussenliggend gebied ook nog eens steekmug en knut onvriendelijk ingericht is gaat het tussenliggende gebied als barrière werken. Overlast veroorzaakt door zwakke en matige vliegers kan met barrières die op een juiste manier zijn ingericht worden beperkt. Voor de goede en sterke vliegers heeft een barrière veel minder effect. Van sommige knutten is bekend dat het zeer goede vliegers zijn en hiertegen hebben barrières eveneens minder effect.

Corridors zijn zones die juist verbindend werken. Corridors bestaan vaak uit houtige opslag zoals bosschages waar stekende insecten in kunnen schuilen en die ze gemakkelijk kunnen passeren. De ecologische groepen huis-, sloot- en moerassteekmuggen zijn niet één-op-één in vlieggroepen in te delen. Met andere woorden binnen iedere ecologische groep van steekmuggen zitten zowel zwakke als sterke vliegers. Van de plantenboorsteekmug, de Nederlandse soort, is ook geen vliegafstand bekend. Van de Nederlandse soorten knutten is weinig over vliegvermogen bekend.

De inrichting van een barrière is gericht op het bereiken van een lage luchtvochtigheid (te bereiken met zeer korte vegetatie of open water), vrijheid voor windwerking (wind beperkt de vliegmogelijkheden sterk) en ontbreken van corridors in de vorm van linten van bosschages of ruigten. Een extra versterking van een barrière is het aanleggen van bosschages aan de binnenzijde van het broedgebied om volwassen steekmuggen en knutten juist het gebied in te trekken i.p.v. het gebied uit, richting woningen, te laten vliegen. Deze zogenoemde muggenbosjes versterken de barrièrewerking.

Open water functioneert ook als een goede barrière.

Een uiteindelijk risico op overlast voor omwonenden hangt direct samen met:

- i. de draagkracht voor stekende insecten van de broedplaats (m.a.w. hoeveel stekende insecten komen uit het larvale studiegebied),
- ii. welke begroeiing aanwezig is in het broedgebied (de aanwezige landschapselementen van het broedgebied),
- iii. de vliegcapaciteit van de soort die zich ontwikkelt (hierbij moet worden bedacht dat maximale vliegcapaciteit ongelijk is aan 'normale' vliegafstand en ongelijk is aan overlast),
- iv. de begroeiing (de landschapselementen en de daarin aanwezige prooien) die aanwezig is tussen het broedgebied en de bewoning omdat corridors de vliegroutes van de volwassen dieren bepalen en bij aanwezigheid van barrières deze dieren juist beperken.

In het gebied zijn verschillende 'corridors' aanwezig tussen de rand van het natuurgebied en de bewoning daarbuiten. Alleen in het zuiden is de bewoning omringd door natuurgebied.

De overlast veroorzaakt door zwakke en matige vliegers kan met barrières, zoals het open water of open korte vegetatie, worden beperkt. Uit eerder onderzoek blijkt dat met een barrière van 50-70 m een 90% vermindering in aantallen bereikt wordt van zwakke vliegers (vaak bosbewoners).

Matige vliegers kunnen met een dergelijke barrière van 140-200 m met 90% gereduceerd worden. Voor de goede en sterke vliegers zijn veel bredere barrières nodig om een 90% vermindering te bereiken. Daarbij bepalen de aantallen stekende insecten of een 90% reductie nodig is om toch geen overlast te krijgen. Echter al deze cijfers zijn sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden en de aanwezige soorten en hun aantallen.

II. Stekende insecten Engbertsdijksvenen 2018

1 Inleiding

Om gekwantificeerde kennis van stekende insecten op te bouwen in en rondom het natuurgebied Engbertsdijksvenen heeft Staatsbosbeheer de vraag gesteld 'Beschrijf en kwantificeer de nulsituatie van stekende insecten rondom de Engbertsdijksvenen?'.

Het doel van de metingen van de vernatte gebieden in en rondom Engbertsdijksvenen is om:

- a. Het vaststellen van de nulsituatie t.a.v. volwassen steekmuggen en knutten.
- b. De huidige niet en wel risicovolle landschapselementen in het gebied Engbertsdijksvenen te identificeren.
- c. Het adviseren over, indien nodig/relevant, kleine aanpassingen in de inrichting en/of aanvullende inrichtings- en beheermaatregelen om mogelijk overlast door stekende insecten te beperken.
- d. Het vastleggen van de resultaten van onderdelen a-c in de vorm van een notitie en die dienen als basis voor voorlichting aan de begeleidingsgroep en presentatie t.b.v. betrokken omwonenden.

2 Methoden

2.1 Locaties en meetmomenten

Het onderzoek naar volwassen steekmuggen en knutten is uitgevoerd in het herinrichtingsgebied Engbertsdijksvenen. In 2018 is de ontwikkeling van de populaties van steekmuggen en knutten gevolgd in de tijd. In totaal zijn 17 meetlocaties ingericht (Figuur 2.1, Tabel 2.1). De locaties zijn verdeeld over de gehele rand van de Engbertsdijksvenen.

Volwassen steekmuggen en knutten zijn maandelijks verzameld in de periode april tot en met september 2018. De zes meetrondes zijn uitgevoerd op:

- 2-3 mei 2018 (aangeduid als april)
- 30-31 mei 2018
- 2-3 juli 2018 (aangeduid als juni)
- 30-31 juli 2018
- 29-30 augustus 2018
- 24-25 september 2018



Figuur 2.1: Meetlocaties in randzone rondom Engbertsdijksvenen voor volwassen steekmuggen en knutten.

Tabel 2.1: Overzicht van de meetlocaties van volwassen steekmuggen en knutten met x- en y-coördinaten rondom Engbertsdijksvenen.

Nr.	Locatie	x-coördinaat	y-coördinaat	Omschrijving locatie
1	Bergweg 21	240962	499853	In strook hazelaars naast waterplas
2	Paterswal 6A	240623	499585	Naast stal onder groepje vlierstruiken
3	Kloosterstraat 27	241206	500848	Achterin de tuin in haag van struiken
4	van Royensweg 60	242402	501478	In dennenbos bij beschutting van vlier
4.2	Schoolstraat 2 Kloosterhaar	241855	501478	In voortuin onder struiken
5	Groenendijk 8	242186	501093	In rand van bos en struiken
6	Driehoeksweg 21	243649	500616	In wal onder bomen en tussen struiken
7	Kavelpad - locatie 7	243218	499815	In hoek van bos bij lijsterbes en berken
8	Graveland 35	244513	498723	Onder bomen en struiken
8.2	Kerklaan 5 Langeveen	245150	498849	Onder rododendrons
9	Kavelpad - locatie 9	243119	498237	In rand van bos
10	Oude Hoevenweg 149A	242884	496931	In struiken langs een sloot
11	Camping Berkenven	242951	496048	Onder grote coniferen
12	Bavesbeekweg 7	242216	495894	In bosrand naast paardenwei

13	Bavesbeekweg 1	242372	495635	Langs de weg bij boom en rododendron
13.2	Oude Hoevenweg 99 de Pollen	242306	495330	Onder eikenbomen achter schuur
14	Paterswal 9 - Arend	241126	495816	Onder bomen en Amerikaanse laurier
15	Bavesbeekweg - bos	241395	495915	In berkenbos met mos
16	Paterswal 16	241087	497580	Rand eikenbos (vrij open)
17	Sluiskade NZ 76	240703	497323	In houtwal met eikenbomen

2.2 Bemonsteringstechnieken en milieugegevensverzameling

2.2.1 Volwassen stekende insecten

Op iedere meetlocatie is een gecombineerde steekmuggen-knutten val voor het eind van de middag opgezet. Na het opzetten zijn de vallen geactiveerd en hebben gewerkt tot de volgende dag. In de loop van de ochtend zijn de vallen stopgezet, geleegd en opgehaald. Deze bemonsteringstechniek is een voor Europa gestandaardiseerde methode. Tellingen en determinaties van de gevangen steekmuggen en knutten zijn kort na de vangst uitgevoerd.

2.2.2 Milieu-parameters

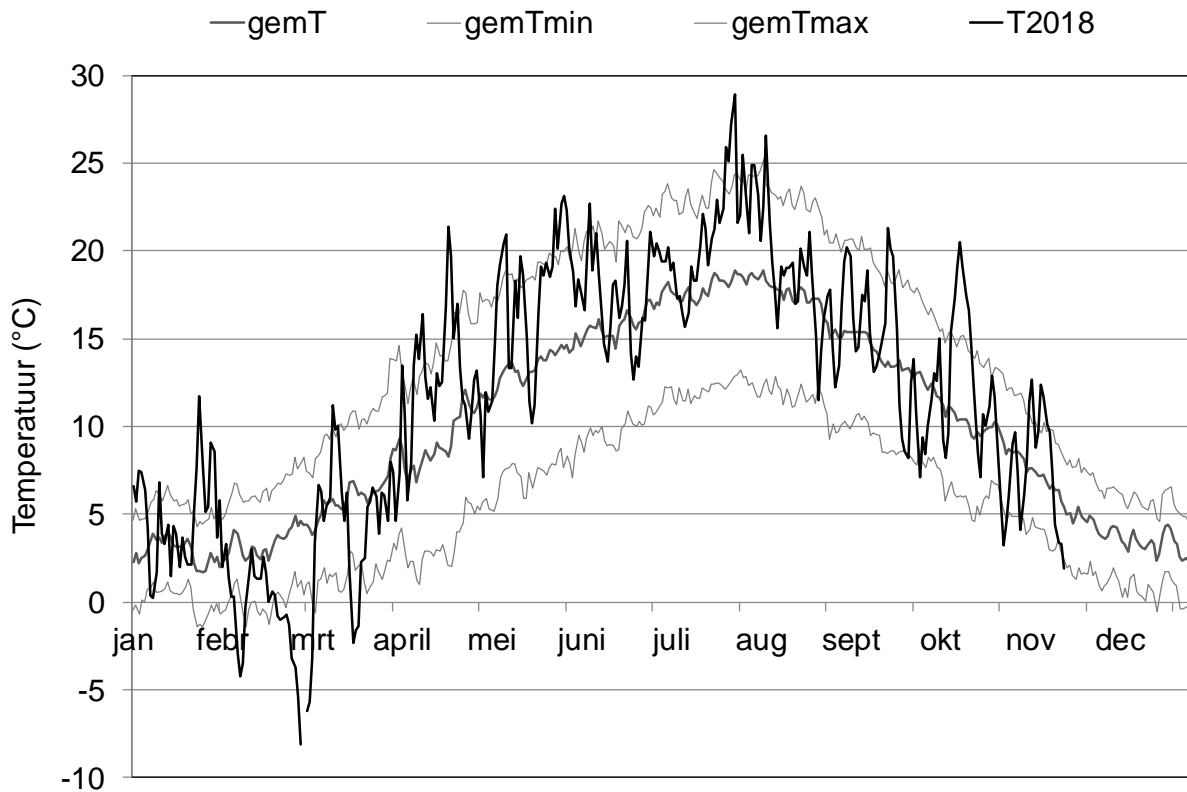
Op meetlocaties voor volwassen steekmuggen en knutten zijn minimum en maximum temperatuur, luchtvochtigheid en mate van beschaduwning gemeten.

De dagelijkse en maandelijkse neerslag- en temperatuurgegevens zijn verkregen via het KNMI (station Twente).

3 Resultaten

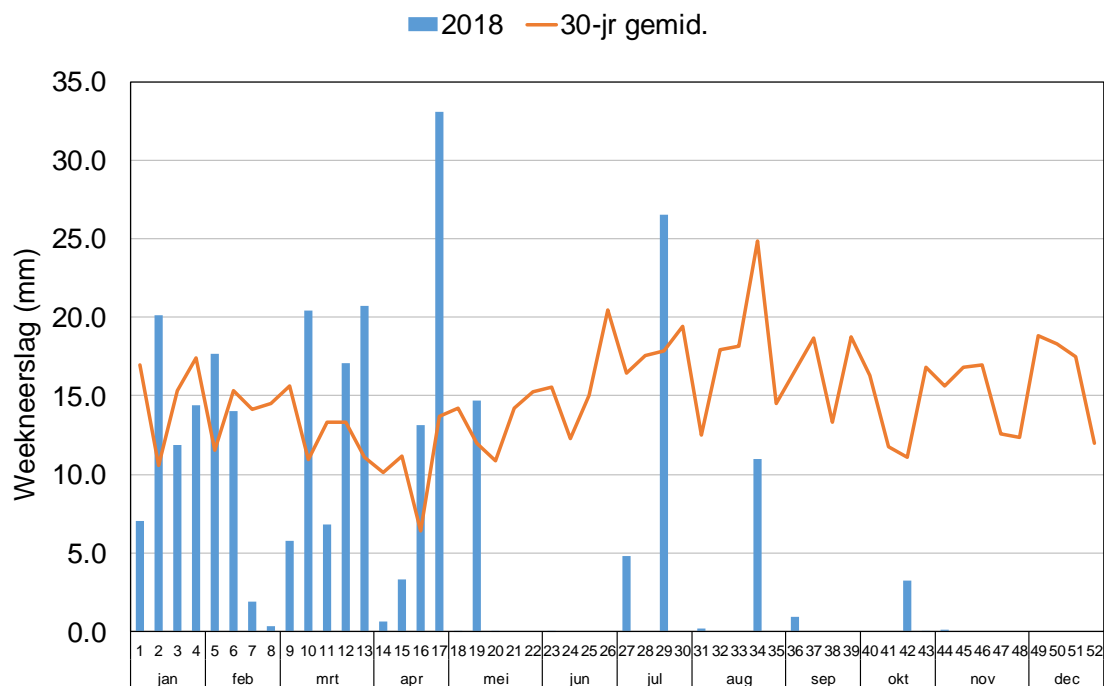
3.1 Weers- en milieuomstandigheden

Januari 2018 verliep zeer zacht, februari en maart waren koud t.o.v. het langjarig gemiddelde (Figuur 3.1). April verliep weer zeer zacht en mei tot augustus waren zeer warm t.o.v. het langjarig gemiddelde. Ook september tot en met november verliepen te warm t.o.v. het langjarig gemiddelde.



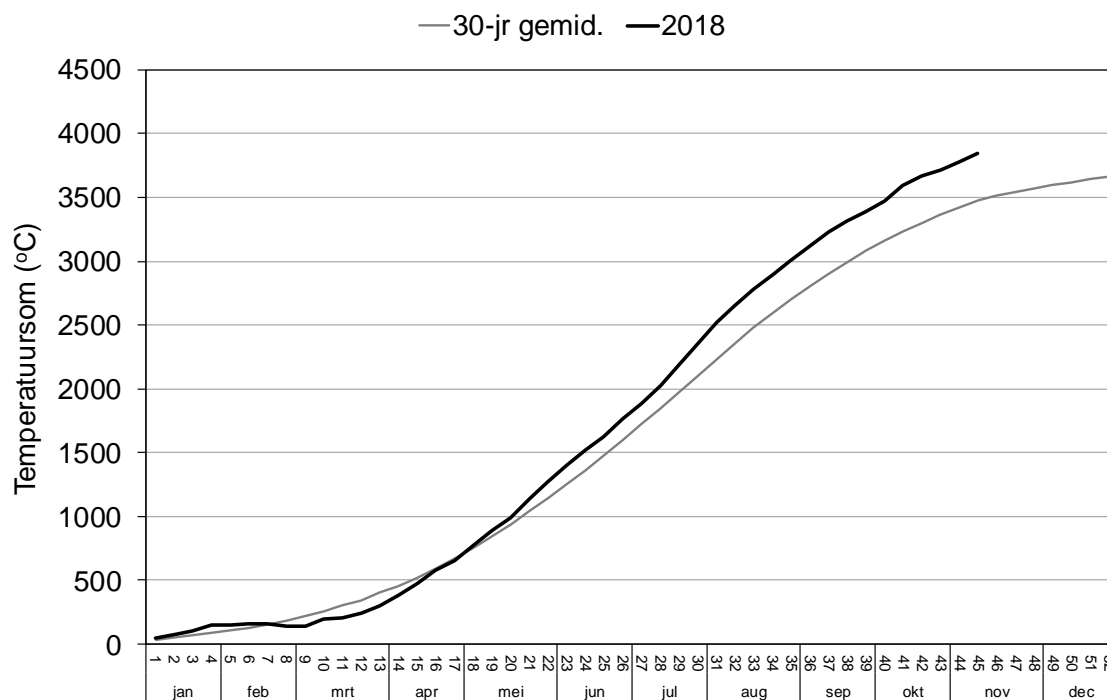
Figuur 3.1: Het verloop van de temperatuur over 30 jaar en over het jaar 2018 op station Twente.
Bron: <http://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/daggegevens>.

Januari 2018 was vrij nat t.o.v. het langjarig gemiddelde, februari was droog terwijl in maart en april een normale hoeveelheid neerslag viel (Figuur 3.2). Mei tot juli waren zeer tot record droog en augustus tot en met november waren eveneens te droog t.o.v. het langjarig gemiddelde.



Figuur 3.2: Weeksom van de neerslag op station Twente in 2018 en weeksom van daggemiddelden over de periode 1988-2017. Bron: <http://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/daggegevens>.

De vrij zachte, vrij natte en zonnige winter van 2018 bood geschikte omstandigheden voor de ontwikkeling van moerassteekmuggen. Door de toch koude maand maart en eerste helft van april kwamen de steekmuggen relatief laat op gang (Figuur 3.3)



Figuur 3.3: Het cumulatieve verloop van de temperatuursom gemiddeld over 30 jaar en over het jaar 2018 op station Twente.

Door de extreem zachte, droge en zeer zonnige lente gevolgd door de extreem warme, zeer zonnige en zeer droge zomer droogden veel tijdelijke wateren op hetgeen ongunstig voor de ontwikkeling van moeras- en huissteekmuggen was. De herfst van 2018 was zeer zonnig, zeer droog en vrij zacht.

De vangstdagen waren begin mei, eind augustus en eind september koel en op de overige meetdagen warm (Tabel 3.1). De relatieve luchtvochtigheid was redelijk tot hoog. Alleen op 31 mei was sprake van redelijke neerslag over beperkte duur. De wind was steeds zwak. Koele dagen kunnen de aantallen verlagen.

Tabel 3.1: Dagwaarden meteogegevens op station Twente tijdens de meetdagen Bron: <http://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/daggegevens>.

Datum	Temperatuur (°)			Relatieve luchtvochtigheid (%)			Neerslag		Wind		Bewolking	Zon-duur	Lucht-druk
	gemid	min	max	gemid	min	max	Duur (uur)	Som (mm)	richting (°)	Snelheid (m/s)	Bedek-kings-grad	(uur)	(hPa)
3 mei	11.9	2.6	17.5	59	41	90	0	<0.05	Z	4.5	40	13.8	1011.4
4 mei	10.8	4.2	15.9	66	38	98	0	<0.05	NW	2.8	30	10	1018.1
31 mei	22.3	17.1	28.7	71	38	95	0	0	Z	1.9	40	11.3	1013.8
1 juni	20.1	14.8	29.4	85	48	99	3.3	15.5	NO	1.7	80	7.3	1014.4
3 juli	19.4	10.3	26.3	43	22	70	0	0	NO	3.7	10	15.5	1017.7
4 juli	19.4	9.1	27.7	58	28	92	0	0	N	3	0	15.5	1017.2
31 juli	25.5	19.5	32.6	55	32	86	0	0	Z	2.5		8.3	1014.5
1 aug	22.7	14.5	30.7	67	43	97	0	0	W	2.9	60	8.8	1016.9
30 aug	17.8	12	25.6	76	45	96	6.5	<0.05	N	2.6	60	5.1	1013.2
31 aug	14.5	6.3	19.5	84	63	98	0.3	<0.05	NW	3.1	70	3.8	1020
25 sept	8.6	3	15.6	81	53	98	0.5	1.1	W	3.5	20	9.8	1032.2
18 sept	8.2	0.1	16.5	81	47	99	0	0	Z	1.3	40	8.9	1037.8

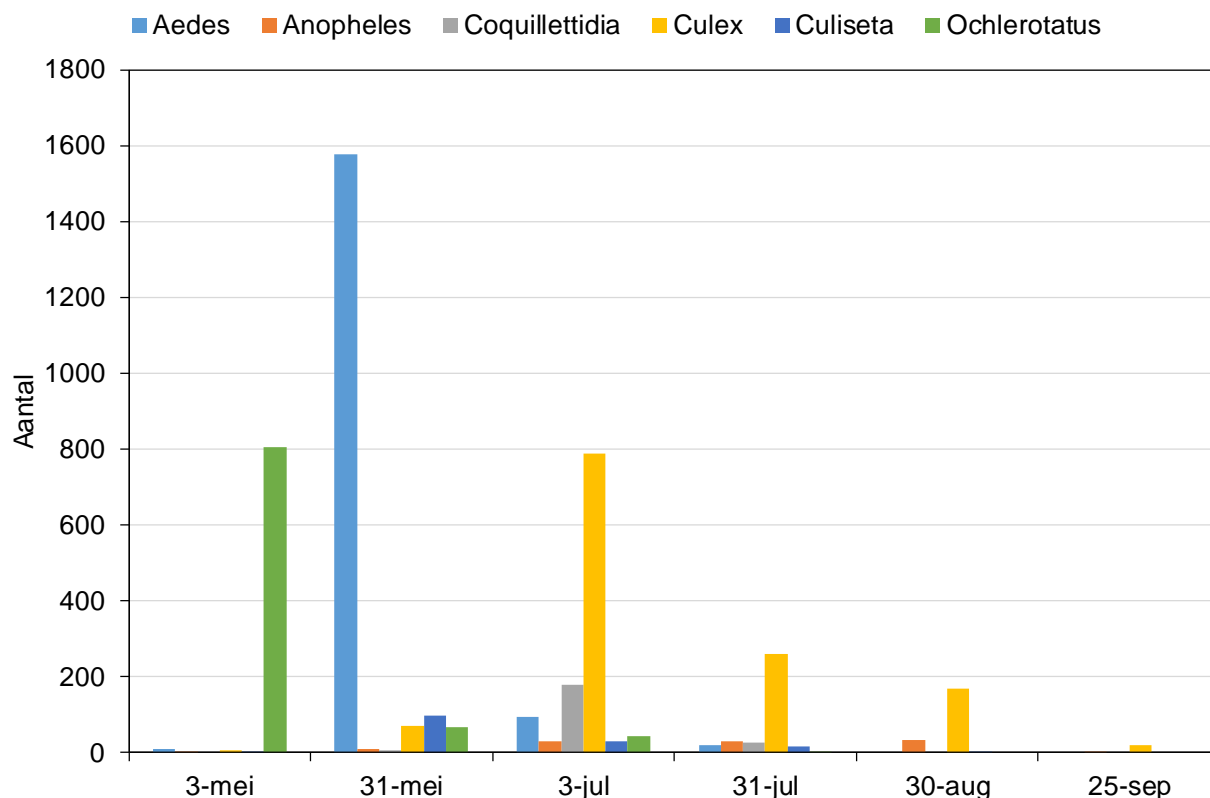
3.2 Volwassen stekende insecten

3.2.1 Volwassen steekmuggen

De bemonstering begin mei leverde veel exemplaren van het genus *Ochlerotatus* (moerassteekmug) op (Tabel 3.2, Figuur 3.4). Eind mei zijn hoge aantallen steekmuggen verzameld van het andere genus moerassteekmuggen *Aedes*. Begin juli zijn de aantallen verschoven naar de genera *Culex* (huissteekmuggen) en *Coquillettidia* (plantenboorsteekmuggen). In de maanden daarna liepen de aantallen steeds verder terug.

Tabel 3.2: Totale aantallen volwassen steekmuggen per maand per geslacht in 2018.

Genus	3-mei	31-mei	3-jul	31-jul	30-aug	25-sep	Totaal
<i>Aedes</i>	10	1576	96	21			1703
<i>Anopheles</i>	4	11	32	31	33	2	113
<i>Coquillettidia</i>		5	179	27			211
<i>Culex</i>	5	70	789	260	170	20	1314
<i>Culiseta</i>	2	97	31	18	2		150
<i>Ochlerotatus</i>	806	67	44	4			921
Totaal	827	1826	1171	361	205	22	4412



Figuur 3.4: Totale aantallen volwassen steekmuggen per maand per geslacht in 2018.

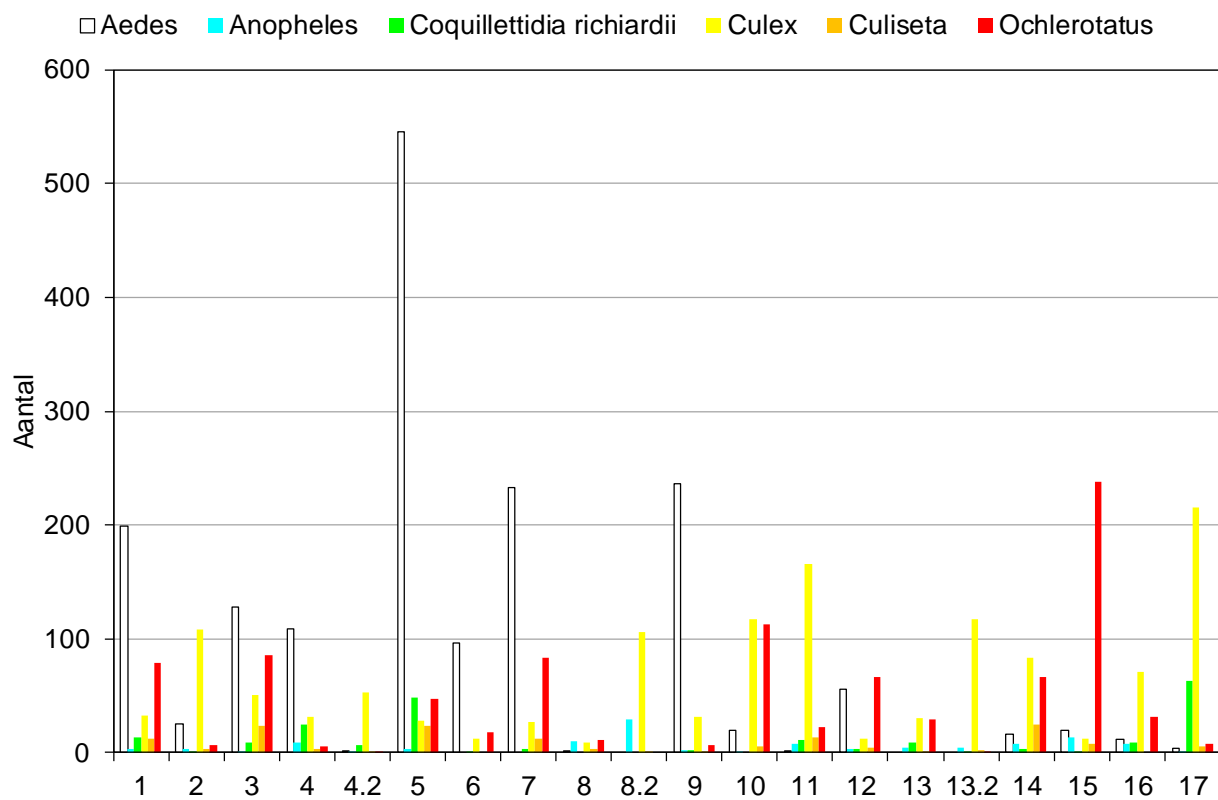
Op de locaties 1, 5, 7, 9 en in lager aantal 3 en 17, zijn de meeste moerassteekmuggen van de soort *Aedes cinereus*, een late voorjaarsmoerassteekmug, gevangen (Tabel 3.3, Figuur 3.5). Op de locatie 10 en 15 zijn de meeste individuen van *Ochlerotatus punctor*, een vroege voorjaarsmoerassteekmug, verzameld. De derde talrijkere soort, *Culex pipiens* (huissteekmug), komt vooral voor op de locaties 2, 8, 10, 11, 13 en 17.

Tabel 3.3: Totale aantallen volwassen steekmuggen per soort(groep) per locatie in 2018.

Locatie	Locatienummer	<i>Aedes cinereus</i>	<i>Anopheles gr. maculipennis</i>	<i>Anopheles plumbeus</i>	<i>Coquillettidia richiardii</i>	<i>Culex gr. pipiens</i>	<i>Culex territans</i>	<i>Culiseta annulata</i>	<i>Culiseta morsitans</i>	<i>Ochlerotatus cantans/annulipes</i>	<i>Ochlerotatus flavescens</i>	<i>Ochlerotatus punctor</i>	<i>Ochlerotatus spec</i>	Total
Bavesbeekweg - bos	15	20	12	1	1	12			8			238		292
Bavesbeekweg 1	13		5		9	30			1			29		74
Bavesbeekweg 7	12	56	1	2	3	12			5			65	1	145
Bergweg 21	1	199		3	14	33		3	9	1		78		340
Camping Berkenven	11	1		8	11	166		13				23		222
Driehoeksweg 21	6	96			1	12						18		127
Graveland 35	8	1		10		9		2	1			11		34
Groendijk 8	5	545	1	2	49	28		1	23	1		46		696
Kavelpad - locatie 7	7	233			3	27			12			83		358

Locatie	Locatienummer	<i>Aedes cinereus</i>	<i>Anopheles gr. maculipennis</i>	<i>Anopheles plumbeus</i>	<i>Coquillettidia richiardii</i>	<i>Culex gr. pipiens</i>	<i>Culex territans</i>	<i>Culiseta annulata</i>	<i>Culiseta morsitans</i>	<i>Ochlerotatus cantans/annulipes</i>	<i>Ochlerotatus flavescens</i>	<i>Ochlerotatus punctor</i>	<i>Ochlerotatus spec</i>	Total
Kavelpad - locatie 9	9	236	1	1	2	32			1		1	6		280
Kerklaan 5	8.2			29		106		1						136
Kloosterstraat 27	3	128	1		9	51		3	21		2	81	3	299
Oude Hoevenweg 149A	10	20	1			117			6			113		257
Oude Hoevenweg 99	13.2		5		1	117		2				1		126
Paterswal 16	16	12	6	2	9	71					1	30		131
Paterswal 6A	2	25	1	2	1	108		1	2			7		147
Paterswal 9 - Arend	14	16	3	5	3	83		3	22			67		202
Schoolstraat 2	4.2	2		1	7	52	1		1			1		65
Sluiskade NZ 76	17	4	1		63	216		4	2			8		298
van Royensweg 60	4	109		9	25	31		1	2			6		183
Totaal		1703	38	75	211	1313	1	34	116	2	4	911	4	4412

Figuur 3.5: Totale aantallen volwassen steekmuggen per genus per locatie in 2018.

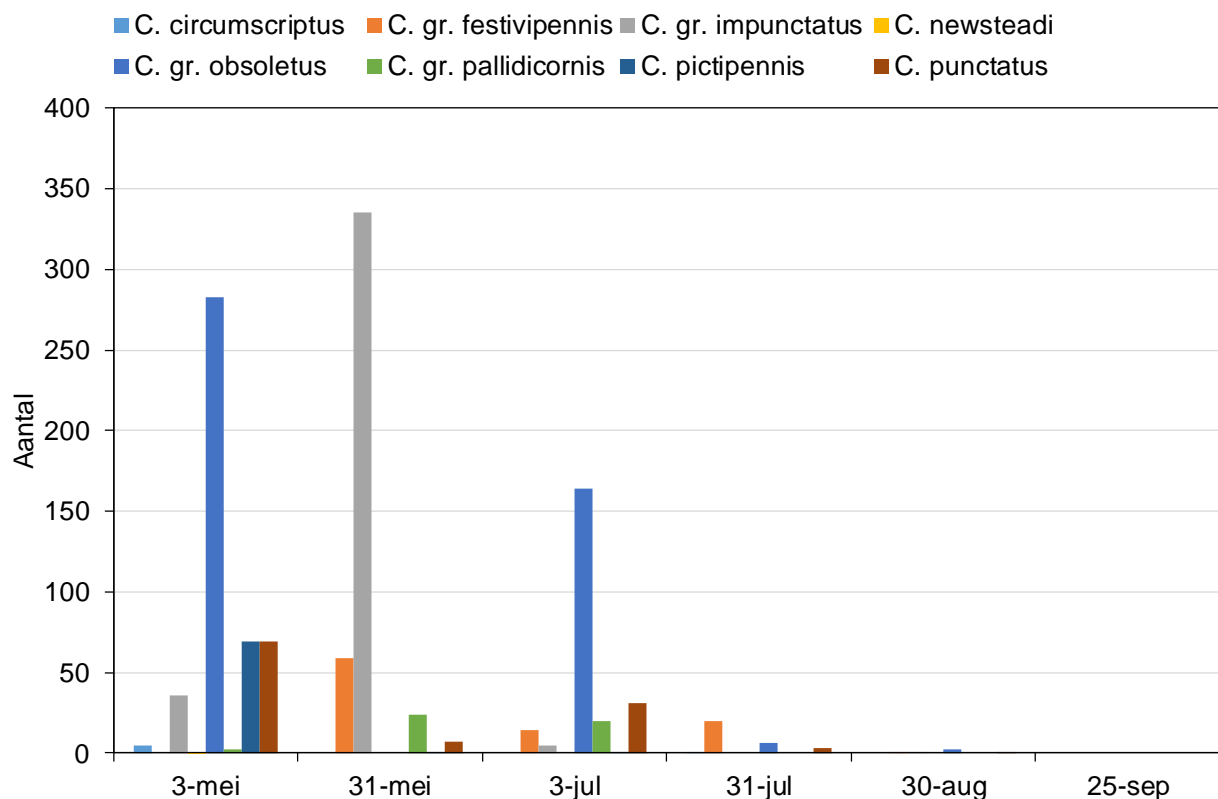


3.2.2 Volwassen knutten

Het totaal aantal knutten verzameld in 2018 is alleen hoger in de maand mei (Tabel 3.4, Figuur 3.6, 3.8). Het meest dominante knutten taxon behoort tot de soortgroep *Culicoides gr. impunctatus* in eind mei. Deze soortgroep leeft in drassig, zure bodems, zoals moerassen en de overgangszones aan de rand van moerassen, in vochtige en natte terrestrische habitats en in voedselarme moerassen en veenmoerassen. De habitat wordt vaak gekenmerkt door biezengrassen zoals zompruis en veldrus, evenals de aanwezigheid van *Sphagnum spp.*, heide en pijpenstrootje. Het grondwaterniveau is jaarrond hoog. Daarnaast is de groep *Culicoides gr. obsoletus* talrijker begin mei en begin juli. Deze soortgroep komt voor in rottende vegetatie, mengsels van mest en stro, organisch verrijkte bodems vooral nabij stallen en organisch verrijkte bodems.

Tabel 3.4: Totale aantallen knutten per soort(groep) verzameld in 2018.

	3-mei	31-mei	3-jul	31-jul	30-aug	25-sep	Totaal
<i>C. circumscriptus</i>	5			1			6
<i>C. gr. festivipennis</i>		59	14	20	1		94
<i>C. gr. impunctatus</i>	36	335	5		1		377
<i>C. newsteadi</i>	1						1
<i>C. gr. obsoletus</i>	283		164	6	2		455
<i>C. gr. pallidicornis</i>	2	24	20				46
<i>C. pictipennis</i>	69	1	1				71
<i>C. punctatus</i>	69	7	31	3	1		111
Totaal	465	426	235	30	5		1161

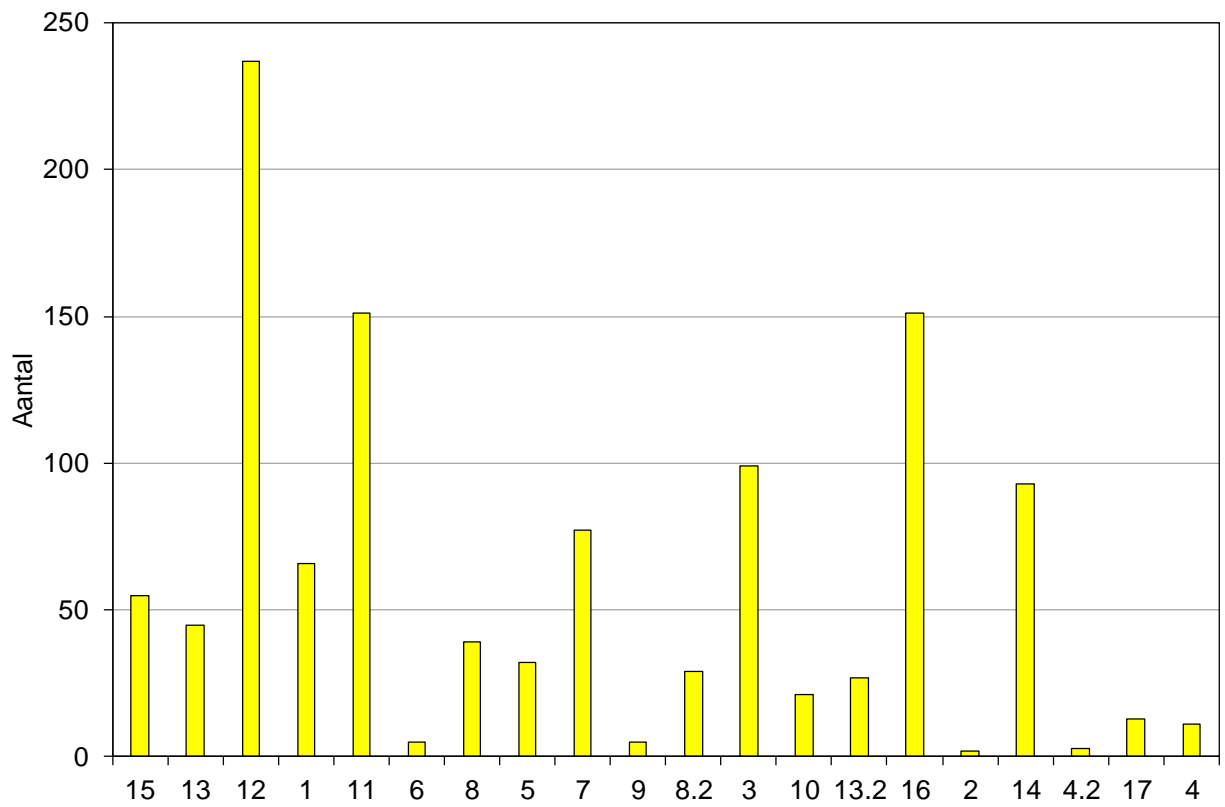


Figuur 3.6: Totale aantallen volwassen knutten per maand per soort(groep) in 2018.

De verdeling van de aantallen volwassen knutten is redelijk gelijk verdeeld met twee uitschieters (Tabel 3.4, Figuur 3.7). Hoge aantallen van *C. gr. obsoletus* op locatie 12 en van *C. gr. impunctatus* op locatie 16.

Tabel 3.4: Aantal volwassen knutten per soort(groep) per locatie in 2018

Locatie	Locatienummer	<i>C. circumscriptus</i>	<i>C. gr. festivipennis</i>	<i>C. gr. impunctatus</i>	<i>C. newsteadi</i>	<i>C. gr. obsoletus</i>	<i>C. gr. pallidicornis</i>	<i>C. pictipennis</i>	<i>C. punctatus</i>	Totaal
Bavesbeekweg - bos	15		10	1		23	4	10	7	55
Bavesbeekweg 1	13		1			26		1	17	45
Bavesbeekweg 7	12	3	2	39		163		10	20	237
Bergweg 21	1			36		13	2	1	14	66
Camping Berkenven	11		10	2		98	11	19	11	151
Driehoeksweg 21	6		1						4	5
Graveland 35	8	2	1			25	5	1	5	39
Groendijk 8	5		1	7	1	3	4	3	13	32
Kavelpad - locatie 7	7		13	55		2	4		3	77
Kavelpad - locatie 9	9		1	1		1	1		1	5
Kerklaan 5	8.2		4			22	1		2	29
Kloosterstraat 27	3	1	4	52		32		7	3	99
Oude Hoevenweg 149A	10		4	3		3		6	5	21
Oude Hoevenweg 99	13.2					27				27
Paterswal 16	16		21	123		2		3	2	151
Paterswal 6A	2					1		1		2
Paterswal 9 - Arend	14		18	57		4	7	4	3	93
Schoolstraat 2	4.2						3			3
Sluiskade NZ 76	17		3	1		2	4	3		13
van Royensweg 60	4					8		2	1	11
Totaal		6	94	377	1	455	46	71	111	1161



Figuur 3.7: Totale aantallen volwassen knutten per locatie in 2018.

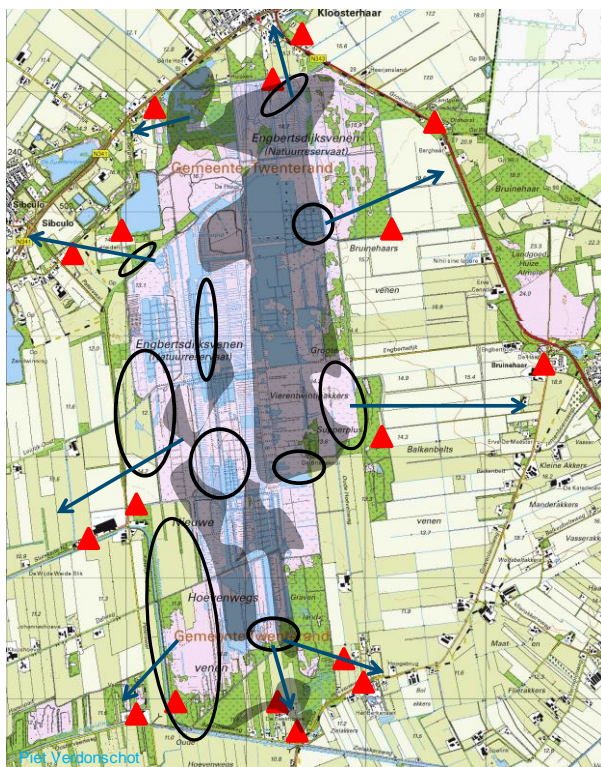
4 Discussie en conclusies

4.1 Quickscan analyse

De quickscan analyse geeft aan dat hydrologisch dynamische, voedselrijke milieus potentieel risicovol zijn. Na uitvoering van de maatregelen komen grote delen van het natuurgebied onder invloed te staan van oppervlakkig inonderend water in het voorjaar. Dergelijke milieus worden een broedplaats voor steekmuggen indien het water in het late voorjaar onder maaiveld is gedaald en er geen verbinding is met permanent water. Over de waterbeweging in de tijd is tot nu toe geen informatie beschikbaar. Dat maakt een risico inschatting moeilijk. Op basis van de vegetatiekaart, bodem en ondergrond gegevens, (grond)waterstromen en inrichting is de verwachting dat delen van het gebied een vrij stabiele (grond)waterstand krijgen. In dergelijke gebiedsdelen ontstaan geen broedplaatsen.

De risicovollere gebiedsdelen zijn gelegen in de zones waar geen ondoorlatende ondergrond aanwezig is, waar hogere voedselrijkdom aanwezig is en waar sturing op het peil moeilijker is. Dit geldt vooral voor de randen van het gebied en met name de zuid- en westzijde en kleinere delen in het noorden.

Vanuit zeven van deze meer risicovollere gebiedsdelen zijn daarom de monitoringslocaties gepositioneerd om de nulsituatie vast te leggen (Figuur 4.1).



Figuur 4.1: Positionering van de monitoringslocaties (rode driehoekjes) ten opzichte van de meer risicovolle gebiedsdelen (ellipsen).

In de heringerichte situatie, na uitvoering van de maatregelen, zal de hydrologie in het gebied zelf meer stabiel zijn, maar deze zal in de bufferzones meer dynamisch zijn. Het is daarom van het grootste belang dat duidelijkheid komt over de verwachte peilen en fluctuaties hierin over het jaar van de bufferzones.

Vooraf ten oosten en lokaal in het westen zijn hydrologische bufferzones gepland. Hier kunnen naar verwachting langdurig tijdelijke wateren ontstaan (met water op maaiveld in winter en voorjaar en met een hogere voedselrijkdom). Dit is een uitstekende omstandigheid voor moerassteekmuggen. Wanneer in deze periode water tot maaiveld rijkt ontstaat een verhoogde kans op ontwikkeling van

knutten. Lagere grondwaterstanden of permanent water op maaiveld bieden geen ruimte aan stekende insecten. Hogere grondwaterstanden en begrazing kan tot zomersteekmuggen leiden doordat grazend veepootputjes in de bodem veroorzaakt en mest kan weer tot meer knutten aanleiding geven. Beweiding van natte delen van de bufferzone wordt ten zeerste afgeraden. De hydrologische bufferzones wordt zo ingericht dat oppervlaktewater van noord naar zuid door het gebied te laten stromen. Hierdoor wordt de zuidzijde en de daaraan grenzende nog zuidelijker gelegen landbouwgebieden natter. Mitigerende maatregelen zijn nodig om verhoogde kans op stekende insecten tegen te gaan.

Tijdens de herinrichting bij het nemen van maatregelen ontstaan altijd tijdelijke omstandigheden die aanleiding kunnen zijn voor het ontwikkelen van hogere aantallen stekende insecten. Deze dieren profiteren van de tijdelijke verstoring door de maatregelen, zoals het afgraven van grond of het aanleggen van (tijdelijk) ondiep water. Juist een aanleg in het najaar voorkomt dat er snel eitjes kunnen worden afgezet en beperkt daarmee de kans op tijdelijk hoge aantallen. Een en ander is wel afhankelijk van de lokale omstandigheden en de ingreep.

4.2 Volwassen steekmuggen

Het patroon van ontwikkeling van volwassen steekmuggen rondom het hoogveengebied Engbertsdijksvenen in 2018 liet een 'klassiek' beeld van een moerassteekmuggenpopulatie zien met hoge aantallen *Ochlerotatus punctor* in het vroege voorjaar en *Aedes cinereus* in het latere voorjaar, die daarna uitdoven. Het klassieke beeld van het optreden van volwassen moerassteekmuggen is een gevolg van het opdrogen van tijdelijke wateren in het gebied in het voorjaar.

De aantallen liggen niet hoger dan rondom andere hoogveengebieden en leiden niet tot overlast situaties in de omgeving, behalve mogelijk de hogere aantallen op locatie 5.

Huissteekmuggen speelden alleen lokaal een beperkte rol maar veroorzaken in dit gebied geen overlast. De plantenboorsteekmuggen ontwikkelden zich slechts lokaal in lage aantallen.

Een vergelijking met de plaagsituatie in 1987-1988 is niet te maken omdat destijds geheel andere meettechnieken zijn toegepast.

4.3 Volwassen knutten

De dominante knuttengroep is de moerassoort *Culicoides gr. impunctatus*. Deze knut is aangepast aan het leven in moerassen en wordt in meerdere hoogveengebieden in Nederland aangetroffen. De andere iets talrijkere groep is *C. gr. obsoletus* die juist meer aanwezig is in agrarische gebieden waar mest en hoge grondwaterstanden samen komen.

De aantallen liggen relatief laag en leiden niet tot overlast in de omgeving.

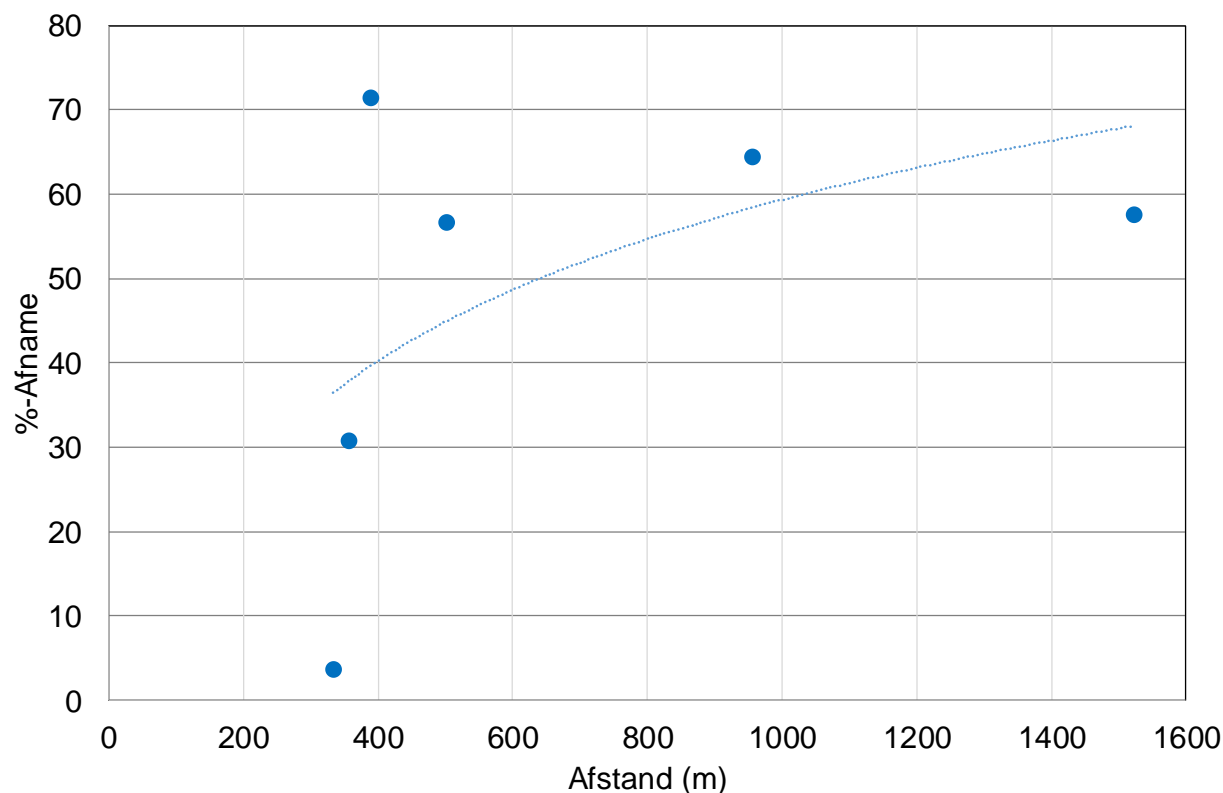
4.4 Vliegafstand

In 7 van de 8 situaties tussen twee monitoringslocaties, een op de rand van het natuurgebied en een verder weg van deze rand, blijkt een afname in aantallen steekmuggen op te treden (Tabel 4.1). Op circa 1500 m is het aantal met ongeveer 70% afgenomen (Figuur 4.2). Alleen locatie 17 heeft meer steekmuggen t.o.v. locatie 16. Dit is een gevolg van het hoge aantal huissteekmuggen van lokale oorsprong. Opgemerkt moet worden dat de relatie (het logaritmisch verband) nog omgeven is met een redelijke onzekerheid ($R^2=0.26$).

Beperken we deze analyse tot moerassteekmuggen dan is er een afname van 70-90% op circa 200-600 m en van 95% op circa 1500 m (1 waarneming).

Tabel 4.1: Combinatie van locaties aan de rand van het natuurgebied en de dichtstbijzijnde verderop gelegen locatie met aantallen steekmuggen en afstand tussen beide locaties.

Locatie-combinatie	Rand natuurgebied	Verderop gelegen locatie	Vershil	Afstand	%-verschil
1-2	340	147	-193	500	57
5-4	696	198	-498	389	72
7-6	358	127	-231	956	65
9-8	280	118.5	-161.5	1522	58
12-13	145	139.5	-5.5	333	4
15-14	292	202	-90	356	31
16-17	131	298	167	611	-127



Figuur 4.2: Procentuele afname van het aantal steekmuggen in relatie tot afstand van het natuurgebied.

Voor knutten blijken 6 van de 8 locaties aan de rand van het natuurgebied hogere aantallen te bevatten (Tabel 4.2). Dit duidt erop dat ook de knutten vooral afkomstig zijn uit het natuurgebied. De afname bereikt na circa 500 m al meer dan 95%.

Tabel 4.2: Combinatie van locaties aan de rand van het natuurgebied en de dichtstbijzijnde verderop gelegen locatie met aantallen knutten en afstand tussen beide locaties.

Locatie-combinatie	Rand natuurgebied	Verderop gelegen locatie	Vershil	Afstand	%-verschil
1-2	66	2	-64	500	97
5-4	32	8.5	-23.5	389	73
7-6	77	5	-72	956	94
9-8	50.5	5	-45.5	1522	90
(10-11)	21	151	130	244	-619
12-13	237	38.5	-198.5	333	84
15-14	55	93	38	356	-69
16-17	151	13	-138	611	91

5 Literatuur

- Koks L. & Lenders S. 2014. Herinrichting Kleine Dommel-Heeze-Geldrop. Ecohydrologische systeemanalyse (ESA). Anteagroup. 110 pp.
- Lemmens M. 2017. Projectplan Natuurontwikkeling Rielloop. Waterschap De Dommel. 66 pp.
- Verdonschot P.F.M. & Besse-Lototskaya A., 2012. Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten: Toelichting op de Leidraad. Alterra-rapport 2298, 59 pp.
- Verdonschot P.F.M. & Besse-Lototskaya A.A. 2014. Flight distance of mosquitoes (Culicidae): A metadata analysis to support the management of barrier zones around rewetted and newly constructed wetlands. *Limnologica* 45 (2014) 69– 79.

Bijlagen

Bijlage 1 Impressie van de meetlocaties

Locatie 1, Bergweg 21: In strook hazelaars naast waterplas.



Locatie 2, Paterswal 6A: Naast stal onder groepje vlierstruiken.



Locatie 3, Kloosterstraat 27: Achterin de tuin in haag van struiken.



Locatie 4, van Royensweg 60: In dennenbos bij beschutting van vlier.



Locatie 4.2, Schoolstraat 2 Kloosterhaar: In voortuin onder struiken.



Locatie 5, Groenendijk 8: In rand van bos en struiken.



Locatie 6, Driehoeksweg 21: In wal onder bomen en tussen struiken.



Locatie 7, Kavelpad - locatie 7: In hoek van bos bij lijsterbes en berken.



Locatie 8, Graveland 35: Onder bomen en struiken.



Locatie 8.2, Kerklaan 5 Langeveen: Onder rododendrons.



Locatie 9, Kavelpad - locatie 9: Eind van kavelpad. In rand van bos.



Locatie 10, Oude Hoevenweg 149A: In struiken langs een sloot.



Locatie 11, Camping Berkenven: Onder grote coniferen.



Locatie 12, Bavesbeekweg 7: In bosrand naast paardenwei.



Locatie 13, Bavesbeekweg 1: Langs de weg bij boom en rododendron.



Locatie 13.2, Oude Hoevenweg 99 de Pollen: Onder eikenbomen achter schuur.



Locatie 14, Paterswal 9 – Arend: Onder bomen en Amerikaanse laurier.



Locatie 15, Bavesbeekweg – bos: In berkenbos met mos.



Locatie 16, Paterswal 16: Rand eikenbos (vrij open) .



Locatie 17, Sluiskade NZ 76: In houtwal met eikenbomen.



Bijlage 2 Milieukenmerken van de meetlocaties

Datum	Locatie nummer	Beschaduwing (%)	Temperatuur (° C)		Luchtvochtigheid (%)	
			min	max	min	max
2-3 mei 2018	1	80-100	7	17	44	99
	2	80-100	6	17	45	99
	3	60-80	5	25	33	99
	4	80-100	6	16	46	93
	5	80-100	5	19	37	99
	6	60-80	7	20	38	99
	7	60-80	6	17	43	99
	8	60-80	7	18	39	93
	9	0-20	3	21	39	99
	10	80-100	5	23	33	99
	11	60-80	5	27	33	99
	12	60-80	6	21	34	95
	13	60-80	7	19	41	99
	14	60-80	7	18	42	99
	15	60-80	7	17	45	99
	16	60-80	7	18	43	99
	17	60-80	7	20	38	95
30-31 mei 2018	1	80-100	18	26	51	99
	2	80-100	16	26	53	99
	3	60-80	17	31	36	99
	4	80-100	17	25	50	99
	5	80-100	16	26	53	99
	6	60-80	18	29	41	99
	7	80-100	18	29	49	99
	8	80-100	18	27	48	99
	9	80-100	17	27	51	99
	10	80-100	18	28	41	99
	11	80-100	17	26	46	99
	12	80-100	16	28	51	99
	13	60-80	16	28	52	99
	14	80-100	18	27	55	99
	15	60-80	17	29	48	99
	16	80-100	17	28	55	99
	17	80-100	17	27	49	99
2-3 juli 2018	1	80-100	11	24	29	99
	2	80-100	8	26	21	99
	3	60-80	9	33	14	99
	4	80-100	10	28	24	99
	4.2	80-100	12	27	27	94
	5	80-100	9	26	29	99
	6	60-80	11	27	22	94

Datum	Locatie	Beschaduwing (%)	Temperatuur (° C)		Luchtvochtigheid (%)	
	nummer		min	max	min	max
	7	60-80	10	29	26	99
	8	60-80	12	27	20	97
	8.2	80-100	10	25	22	99
	9	80-100	10	26	29	96
	10	80-100	10	27	22	99
	11	80-100	11	25	21	95
	12	60-80	8	28	27	97
	13	60-80	11	27	20	95
	13.2	80-100	11	25	27	94
	14	80-100	11	25	29	99
	15	60-80	10	27	23	98
	16	80-100	10	26	28	99
	17	80-100	11	27	29	98
30-31 juli 2018	1	80-100	17	32	29	99
	2	60-80	16	35	29	96
	3	60-80	17	37	29	99
	4.2	80-100	18	31	31	92
	5	80-100	16	33	33	99
	6	60-80	18	35	24	89
	7	80-100	17	31	28	99
	8.2	80-100	18	31	28	92
	9	80-100	17	33	28	95
	10	80-100	17	35	27	99
	11	80-100	18	30	35	99
	12	80-100	17	31	31	99
	13.2	80-100	18	33	30	99
	14	80-100	18	30	34	99
	15	80-100	18	31	33	99
	16	80-100	18	30	33	99
	17	80-100	17	32	34	99
29-30 aug 2018	1	80-100	14	23	55	99
	2	40-60	14	24	55	99
	3	40-60	14	25	50	99
	4.2	80-100	14	23	59	99
	5	80-100	13	23	59	99
	6	60-80	14	25	51	99
	7	80-100	13	24	59	99
	8.2	80-100	13	23	54	99
	9	80-100	14	23	54	99
	10	60-80	14	24	51	99
	11	80-100	14	22	62	99
	12	80-100	14	23	57	99
	13.2	60-80	14	23	55	99

Datum	Locatie nummer	Beschaduwing (%)	Temperatuur (° C)		Luchtvochtigheid (%)	
			min	max	min	max
	14	60-80	14	22	60	99
	15	80-100	13	23	60	99
	16	80-100	13	22	60	99
	17	80-100	14	24	56	99
24-25 sept 2018	1	60-80	3	15	56	99
	2	40-60	1	16	57	99
	3	60-80	2	17	50	99
	4.2	80-100	3	15	59	99
	5	80-100	0	15	57	99
	6	60-80	4	17	49	99
	7	60-80	3	24	37	99
	8.2	80-100	4	14	54	99
	9	80-100	2	17	48	99
	10	40-60	2	15	49	99
	11	80-100	3	14	49	99
	12	80-100	2	15	54	99
	13.2	60-80	4	16	56	99
	14	80-100	4	16	53	99
	15	80-100	3	17	53	99
	16	80-100	1	14	56	99
	17	80-100	2	14	53	99