
Omgaan met mogelijke overlast van stekende insecten in en rondom de natuurgebieden Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld

Piet F.M. Verdonschot

Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research
juni 2017

Auteurs

Piet F.M. Verdonschot

(correspondentie: piet.verdonschot@wur.nl)

Opdrachtgever

Tauw bv

Projectgroep**Wijze van citeren**

Verdonschot P.F.M. 2017. Omgaan met mogelijke overlast van stekende insecten in en rondom de natuurgebieden Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld. Wageningen Environmental Research, Zoetwaterecosystemen, Wageningen. 28 pp.

Trefwoorden

stekende insecten, steekmug, knut,

Beeldmateriaal

ISBN: 978-94-6343-617-5

DOI: <http://dx.doi.org/10.18174/418368>

Dit project is uitgevoerd in opdracht van Tauw bv en Staatsbosbeheer.

© 2017 Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research (Alterra)

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

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

Notitie Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research

Wageningen, juni 2017

Inhoud

1	Inleiding	7
1.1	Achtergrond en probleemstelling	7
1.2	Doelen	7
2	Quick-scan risico analyse en aanbevelingen t.a.v. aanvullende maatregelen en beheer	8
2.1	Aanpak	8
2.2	Ecologische groepen van steekmuggen en knutten	8
2.3	Toekomstige vegetatie- en gebiedstypen	9
2.4	Risico-analyse stekende insecten onderzoeksgebied	14
2.5	Overige aspecten bij risico's op stekende insecten	20
3	Conclusies en aanbevelingen	24
4	Referenties	30

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en probleemstelling

De natuurgebieden Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld maken deel uit van het Natura 2000-gebied Dinkelland. Stroothuizen is circa 60 ha en Punthuizen (inclusief Beuninger Achterveld) circa 135 ha groot. Beide gebieden bestonden vroeger uit droge en natte heide, natte slenkvormige laagtes met vennen en schraalland. Delen van deze gebieden zijn kort ontgonnen geweest, maar worden al 25-30 jaar verschraald. Het waterpeil in deze gebieden en de omgeving is gedaald en door de verdroging is de natuurwaarde achteruitgegaan. Volgens de PAS-gebiedsanalyse en de beheerplannen moeten er in en bij deze Natura 2000 gebieden herstelmaatregelen uitgevoerd worden. De maatregelen betreffen het vernatten van deelgebieden door het verwijderen van detailontwatering (verondiepen en verwijderen drainage), het verwijderen/dempen en verondiepen van sloten en legger waterlopen, het aanleggen van slenken met als doel het verhogen van de grondwaterstanden (stijging GLG tot 40 cm en GHG tot 50 cm of meer).

Omwonenden signaleren risico's op overlast van stekende insecten en vrezes verspreiding van ziekten. Ze maken zich zorgen over de verslechtering van de situatie als gevolg van herinrichting, vooral omdat sommige bewoning op korte afstand van herin te richten deelgebieden liggen. TAUW/SBB heeft Wageningen Environmental Research (Alterra) gevraagd om mee te denken en te adviseren over de effecten van de geplande maatregelen op de stekende insecten en het bedenken van mogelijke praktische aanpassingen van de vernattingsplannen om eventuele overlast door stekende insecten te voorkomen.

1.2 Doelen

De doelen van deze analyse zijn:

- De uitvoeren van een quickscan risico-analyse op het herinrichtingsplan 'Punthuizen, Stroothuizen en Beuninger Achterveld' op de risico's op stekende insecten.
- Het meedenken over en aanbevelingen geven voor de praktische aanpassing van de inrichting en beheer indien daadwerkelijke risico's uit de quickscan risico-analyse naar voren komen.
- Het verzorgen van een voorlichtingsavond voor de bewoners met voorlichting over stekende insecten en uitkomsten van de quickscan risico-analyse.

2 Quick-scan risico analyse en aanbevelingen t.a.v. aanvullende maatregelen en beheer

2.1 Aanpak

De analyse bestaat uit:

1. Het beoordelen van plannen en kaarten van de herinrichting op mogelijk overlast door stekende insecten voor omwonenden door het uitvoeren van een kwalitatieve quickscan risico-analyse op het worst-case (natste) scenario. Hierbij is gebruik gemaakt van de 'Leidraad Risicomanagement Overlast Steekmuggen en Knutten' (Verdonschot & Besse-Lototskaya, 2012). De analyse is ondersteund door een veldbezoek.
2. De resultaten van de quickscan zijn, waar mogelijk en na overleg met de opdrachtgever, direct vertaald in voorlopige adviezen richting inrichting en beheer. De resultaten van deze bespreking worden verwerkt in de risico-analyse notitie.

2.2 Ecologische groepen van steekmuggen en knutten

In de discussies rondom de steekmuggen en knutten problematiek in de moerasgebieden spelen de volgende ecologische groepen steekmuggen en knutten een rol:

Huissteekmuggen ontwikkelen zich in kleine, vaak tijdelijke waterpartijen (vrijwel alle tijdelijke wateren, emmers, badkuipen, regentonnen, blikjes, autobanden, dakgoten en overige antropogene waterpartijen) met sterke wisselingen in milieuomstandigheden. Predatoren ontbreken in deze wateren.

Moerassteekmuggen ontwikkelen zich meestal in geïsoleerde, ondiepe wateren zoals moerassen, greppels en inundatiezones. De broedplaatsen vertonen een aantal gemeenschappelijke kenmerken: meestal semi-permanent, geïsoleerd van permanente wateren, al dan niet beschadwd door bomen/hogere begroeiing, veel organisch materiaal op de bodem, waardoor mogelijk lage zuurstofconcentraties optreden en een arme gemeenschap aan overige insecten en ongewervelden (weinig predatoren aanwezig).

Slootsteekmuggen ontwikkelen zich in permanente wateren met veel plantengroei (vooral drijvende draadalg en kroosloten of sloten met een ruige oevervegetatie (achterstallig onderhoud)). De wateren hebben een diverse gemeenschap van overige insecten en ongewervelden. Een rijke vegetatie dient als schuilmogelijkheid om een te grote predatiedruk te vermijden.

Plantenboorsteekmuggen ontwikkelen zich aan (de larve boort in zachte plantendelen en blijft aan de plant aangehecht) dieper groeiende emergente (boven het water

uitstekende) water- en oeverplanten. Het betreft vaak kraagvegetaties van lisdodde, riet, liesgras en dergelijke.

Knutten ontwikkelen zich in allerlei habitats, zoals mest, mierennesten, rottend hout, plantensappen, meren, oeverzones, rivieren, temporaire wateren, boomholten, natte graslanden, laagveenwateren, brakke en zoute wateren en zoute bodems. Overlast voor mensen wordt vooral veroorzaakt door soorten uit het geslacht Culicoides. Dit geslacht ontwikkelt zich eveneens in een brede range aan habitats.

2.3 Toekomstige vegetatie- en gebiedstypen

In de gebiedsanalyse voor de PAS Dinkelland (Provincie Overijssel 2015) zijn voor de deelgebieden Stroothuizen, Beuninger Achterveld en Punthuizen een aantal maatregelen voorgesteld die bestaan uit het verwijderen van ontwatering uit en rond Natura 2000 gebied met grondwaterafhankelijke vegetatie.

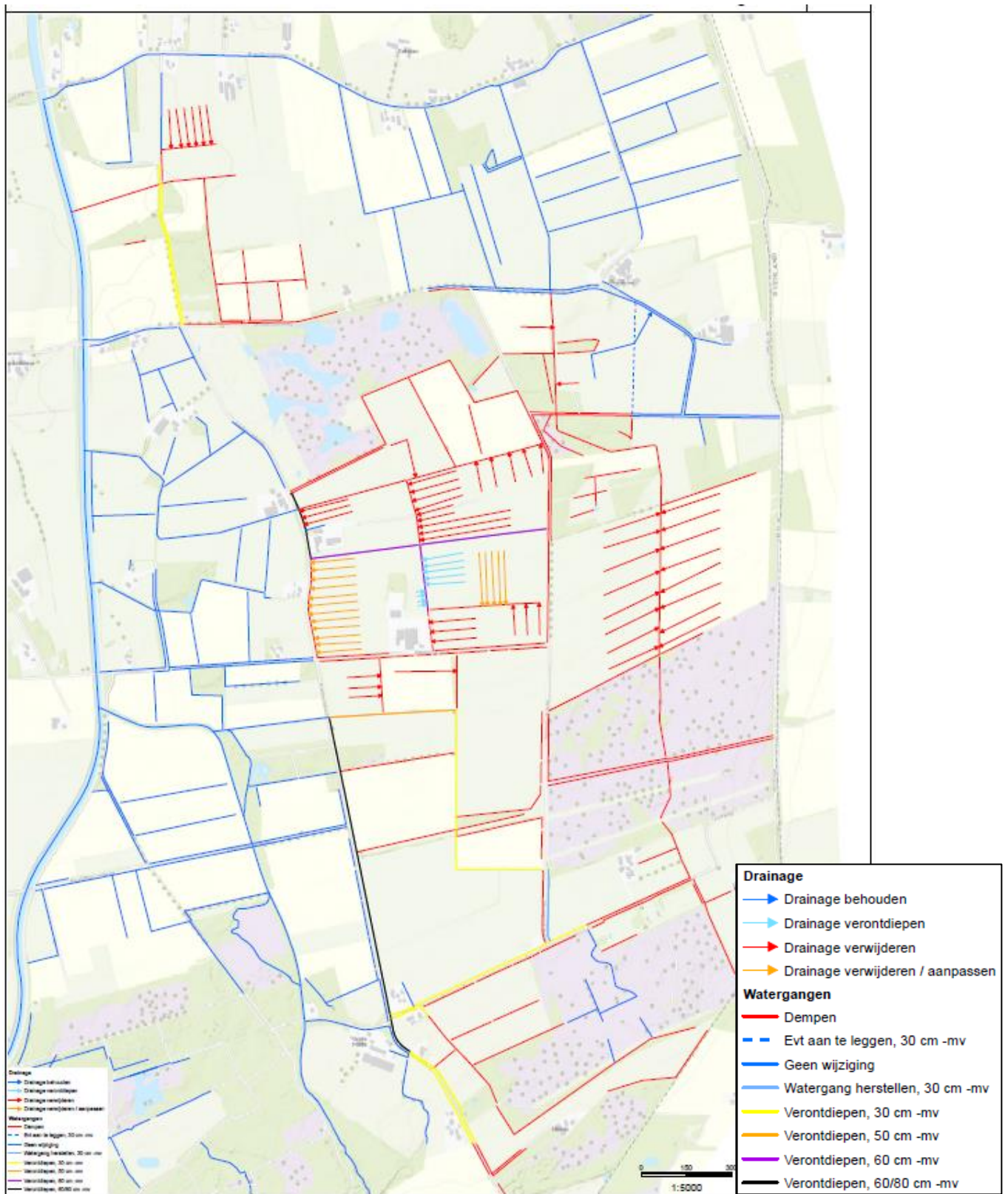
Het doel van de vernatting is het versterken van de aangewezen habitattypen.

Concreet betekenen de hydrologische maatregelen dat waterlopen (leggerwaterlopen, detailontwatering) worden gedempt, verondiept of verminderd en dat drainage wordt verwijderd of verminderd (figuur 1). Lokaal worden daarmee ook eutrofiërende grondwaterstromen weggenomen. De hydrologische effecten van deze maatregelen zijn gebaseerd op hydrologische modellering en zijn vertaald naar realisatie van de habitattypen en vernatting van omliggende landbouwgronden.

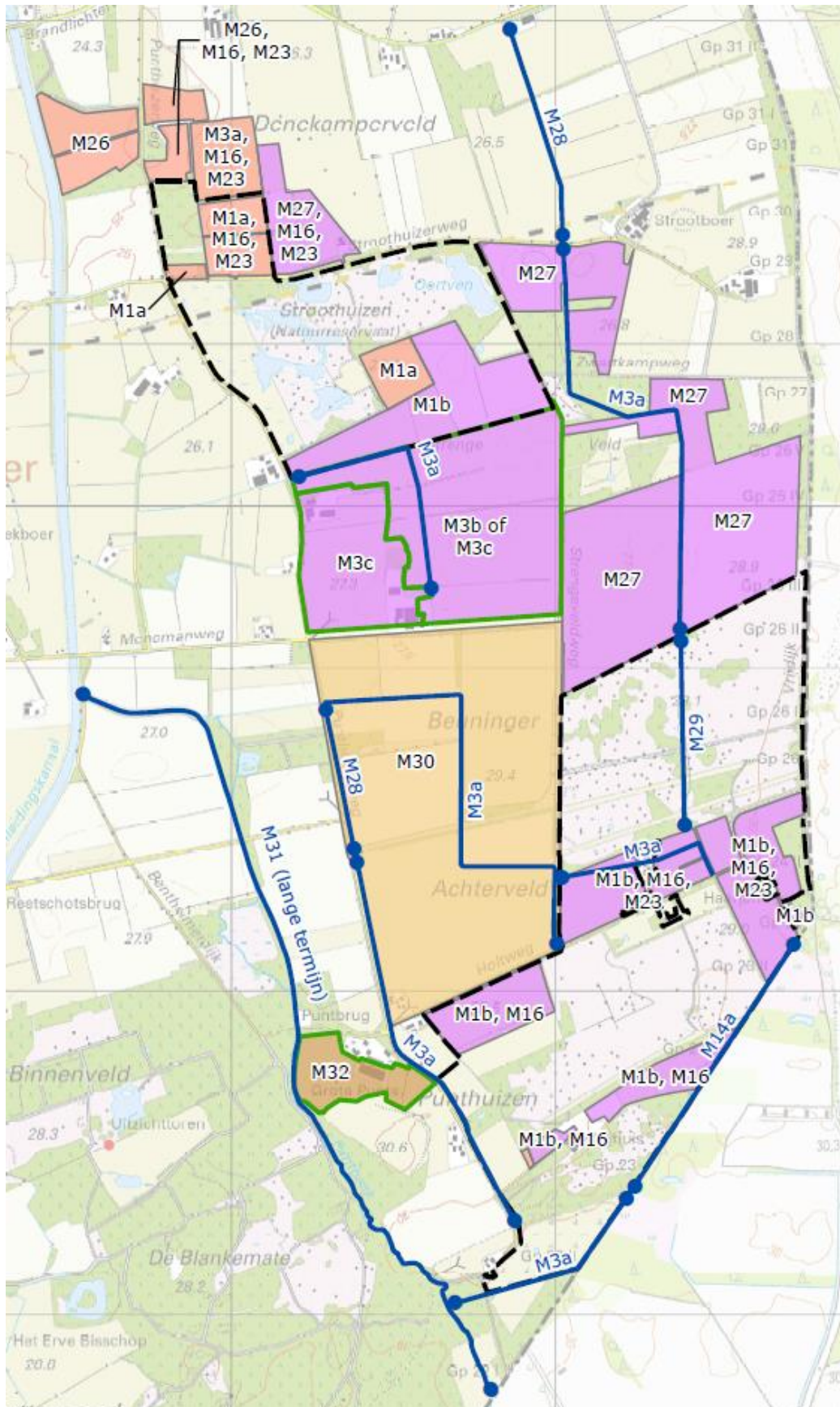
Naast hydrologische maatregelen worden ook gerichte maatregelen genomen die de vermessing via het grondwater verminderen of wegnemen, zoals het stoppen van bemesting (figuur 1, 2, 3 en 4). Landbouwgronden binnen de Natura 2000 begrenzing worden omgevormd naar natuur (droge heide, baluwgrasland) door de fosfaatrijke toplaag af te graven. Tenslotte worden er enkele slenken gegraven (figuur 3).

De herstelmaatregelen voor de Natura 2000 gebieden betreffen (figuur 2):

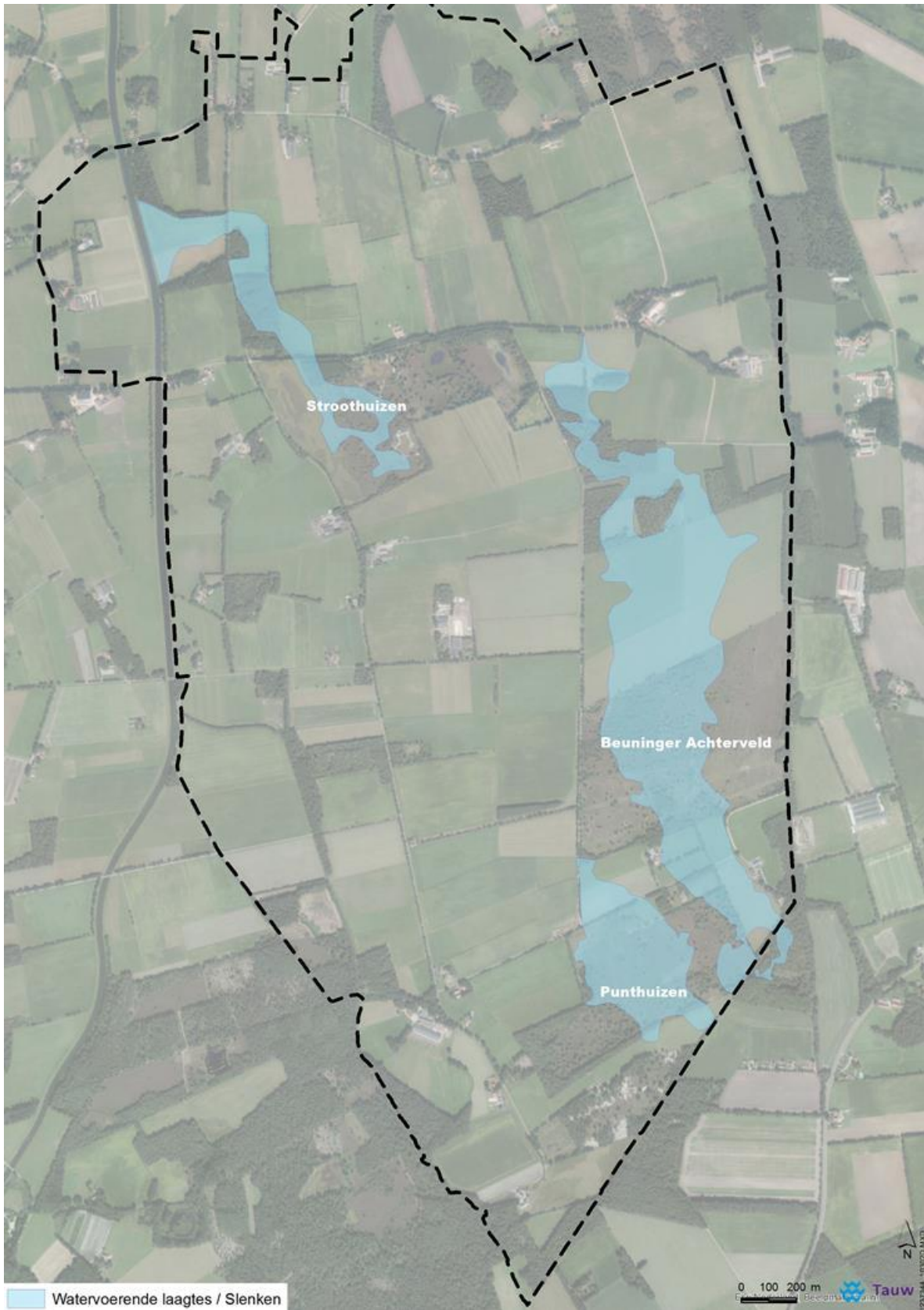
- M1a verwijderen ontwatering (dempen sloten, verwijderen buidraains)
- M1b verwerven, verwijderen ontwatering (dempen sloten, verwijderen buidraains) en inrichten percelen nieuwe natuur EHS en binnen N2000 gebied
- M3a dempen leggerwaterloop
- M3b verwijderen detailontwatering, ophogen bodem met voortzetting agrarisch gebruik
- M3c verwerven, verwijderen huidige detailontwatering en stoppen bemesting
- M16 stoppen bemesting in percelen binnen N2000
- M23 ondiep afgraven/uitgraven oorspronkelijke laagten voor natuurherstel in voormalige landbouwpercelen
- M26 verwijderen detailontwatering, stoppen agrarisch gebruik in verworven nieuwe natuur EHS buiten N2000 gebied ivm sterke vernatting, eventueel inrichten
- M27 verwerven, verwijderen detailontwatering, stoppen agrarisch gebruik in verworven nieuwe natuur EHS buiten N2000 gebied ivm sterke vernatting, eventueel inrichten
- M28 verondiepen leggerwaterloop
- M29 dempen greppel
- M30 lokaal ophogen maaiveld met grond, verondiepen lokale ontwatering, verleggen detailontwatering op Puintbeek en leggerloop 32010002
- M31 onderzoeksopgave



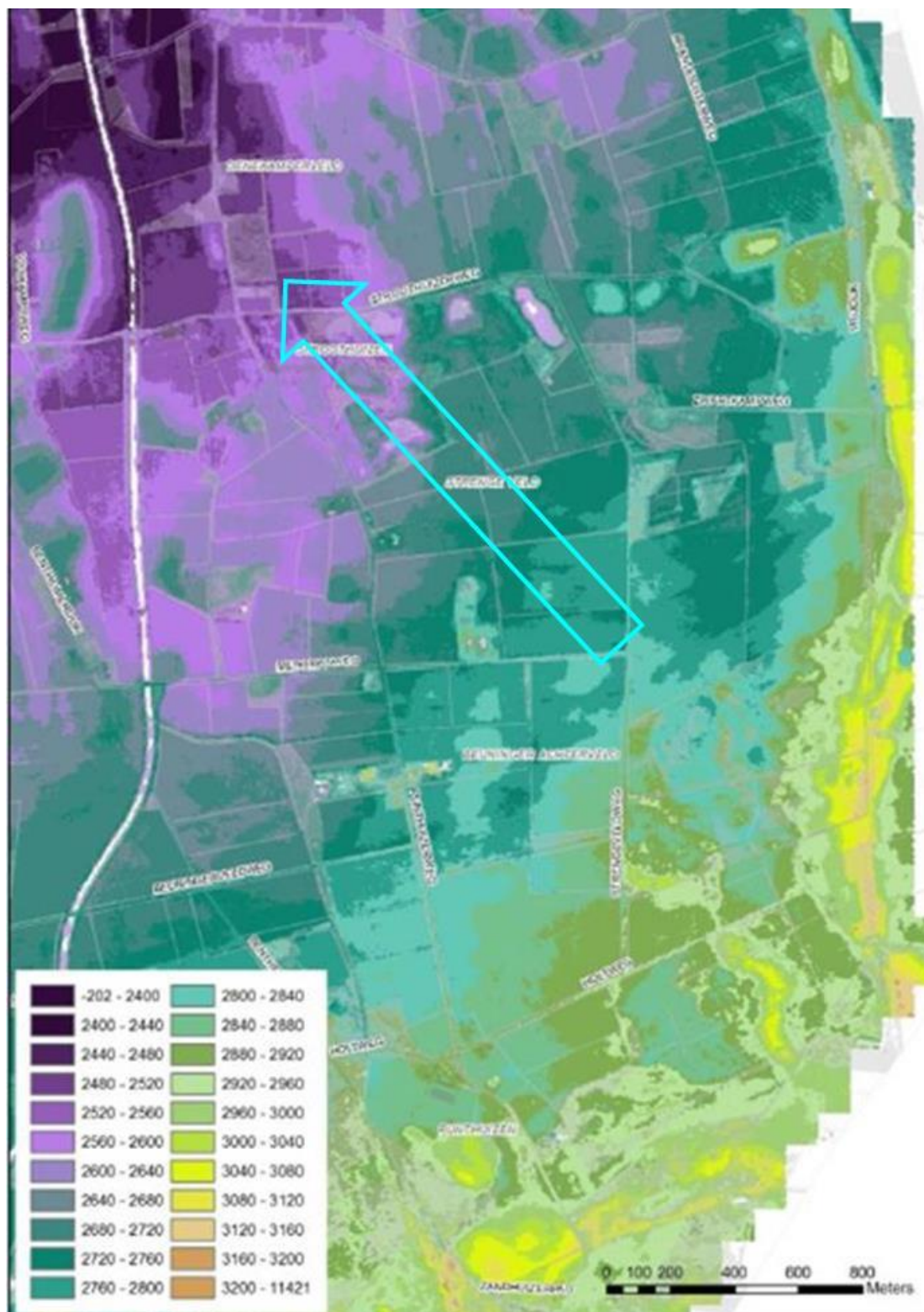
Figuur 1. Voorgenomen hydrologische maatregelen.



Figuur 2. Voorgenomen herstelmaatregelen voor Natura 2000 gebieden. Voor verklaring codes zie tekst.



Figuur 3. Voorgenomen te herstellen slenken.



Figuur 4. Hoogteligging en hoofdstromingsrichting.

M32 eventuele vergoeding natschade of ophogen maaiveld in beheersgebied EHS ivm vernatting door dempen waterloop; nog uitwerken in samenspraak
Daarnaast worden drie slenken hersteld (figuur 3).

De toekomstige staat van habitattypen en landbouwpercelen is voor de risico-analyse vertaald naar voor stekende insecten relevante gebiedstypen. Deze voor stekende insecten relevante typen die ook voldoende oppervlak van het gebied innemen zijn opgenomen in tabel 1.

Tabel 1. Relatie tussen N2000 habitattypen, (omgevormde of vernatte landbouwpercelen, waterelementen en landschapselementen in het onderzoeksgebied.

	Landschapselement
Habitatype N2000	
Zwakgebufferd ven (H3130)	Stilstaand open water (voedselarm)
Vochtige heide (H4010A)	Vochtige-natte heide
Droge heide (H4030)	Droge heide
Jeneverbesstruweel (H5130)	Droog struweel
Blauwgrasland (H6410)	(Zeer) nat (-5 cm) hooiland (matig voedselarm tot matig voedselrijk)
Overgangs- en trilveen (H7140A)	(Zeer) natte (-5 cm) veenvegetatie ((matig) voedselarm)
Pioniervegetatie met snavelbies (H7150)	Inunderend (-20 cm) tot nat, pioniervegetatie (voedselarm)
Kalkmoeras (H7230)	Inunderend (-20 cm) tot nat, moerasvegetatie (matig voedselrijk)
Oude eikenbos (H9190)	Droog-vochtig bos
Hoogveenbos (H91D0)	(Zeer) nat (-5 cm) bos (voedselarm)
Landbouwpercelen	
Zeer nat tot nat naar nieuwe natuur omgevormde graslanden	(Zeer) nat (-5 cm) grasland (voedselrijk) / (Zeer) natte moerasvegetatie ((matig) voedselrijk)
Zeerr nat tot nat naar nieuwe natuur omgevormd struweel	(Zeer) nat (-5 cm) struweel (voedselrijk)
Opgehoogde graslanden (nat tot vochtig)	Nat tot vochtig grasland ((matig) voedselrijk)
Vernatte graslanden	(Zeer) nat grasland (voedselrijk)
Waterelementen	
Sloten	Stilstaand open water ((matig) voedselrijk)
Poelen, plasjes, vijvers	Stilstaand open water ((matig) voedselrijk)
Puntbeek	Stromend water

2.4 Risico-analyse stekende insecten onderzoeksgebied

Alvorens in te gaan op het optreden van steekmuggen- of knuttenoverlast en het herinrichten van natte en moerasgebieden ter voorkoming van overlast zijn enkele opmerkingen over de levensstrategie van stekende insecten belangrijk. Het is op voorhand belangrijk te realiseren dat stekende insecten vooral weerafhankelijk zijn. In nattere jaren is overal meer overlast dan in drogere jaren.

De meeste stekende insecten hebben een r-strategie. Dit betekent dat stekende insecten snelle groeiers zijn met een korte levensduur, ze investeren veel energie in

de reproductie en produceren veel eieren. Het broed wordt niet verzorgd, de sterfte van jonge larven is daarom hoog. Deze levensstrategie is een aanpassing aan het leven in instabiele milieus (bijvoorbeeld pionierstadia, storingssituaties). Van nature zijn steeds ontwikkelingstendensen (successie) aanwezig die de rol van r-strategen doen afnemen ten gunste van de zogenaamde K-strategen (langzame groeiers met een lange levensduur en weinig nakomelingen) door directe wijzigingen in het biologische milieu (zoals het optreden van concurrenten en natuurlijke vijanden, veranderingen in het voedselaanbod) en indirecte wijzigingen in het abiotische milieu (zoals het stabiel worden van fysische en chemische factoren). Om de ontwikkeling van stekende insecten te 'sturen' wordt gebruik gemaakt van deze kennis.

Een groot deel van het onderzoeksgebied wordt vernet waarbij wordt gestreefd naar een hoog en redelijk stabiel peil. Indien in het gebied geen redelijk stabiel peil kan worden bereikt en het peil te snel gaat uitzakken dan ontstaan veel hogere risico's op stekende insecten. Het instellen van een laag dynamisch peil is zowel voor de mnatuurdoelen als tegen de stekende insecten een belangrijk gegeven.

Voor de voor steekmuggen en knutten relevante gebiedstypen is een risico-analyse uitgevoerd:

Open water en oever

- Stromend water
- Stilstaand open water (voedselarm)
- Stilstaand open water ((matig) voedselrijk)
- Oever-verlandingszone

Vochtige-zeer natte lage vegetatie

- Droge heide
- Vochtige-natte heide
- (Zeer) natte (-5 cm) veenvegetatie ((matig) voedselarm)
- (Zeer) natte (-5 cm) moerasvegetatie ((matig) voedselrijk)
- Nat tot vochtig grasland ((matig) voedselrijk)
- (Zeer) nat (-5 cm) hooiland (matig arm-matig -rijk)
- (Zeer) nat (-5 cm) grasland (voedselrijk)

Inunderende gebieden

- Inunderend (-20 cm) tot nat, pioniervegetatie (voedselarm)
- Inunderend (-20 cm) tot nat, moerasvegetatie (matig voedselrijk)

Bos en struweel

- Droog struweel
- Droog-vochtig bos
- (Zeer) nat (-5 cm) struweel (voedselrijk)
- (Zeer) nat (-5 cm), bos (voedselarm)

De risicoscore is als volgt gedefinieerd:

Risicoscore Risico-omschrijving

blanco	Geen; geen of zo nu en dan een steek.
+	Zeer laag; regelmatig een steek of meerdere steken in kortere periode bij buiten zitten.
++	Laag; >1 keer per 2-3 jaar en langer dan 2-3 weken niet meer lekker buiten kunnen zitten.
+++	Matig; jJaarlijks 2-3 weken niet meer lekker buiten kunnen zitten.
++++	Hoog; jaarlijks meerdere maanden zeer frequent gestoken worden.

>++++ Zeer hoog; een overlastsituatie (zoals op Schiermonnikoog, Griendtsveen).

Open water en oever

- Stromend water

Risico: Geen (0). Het open water is permanent en bewegend. Steekmuglarven kunnen niet in stromend water leven. De oeverzone wordt apart beschreven.

Maatregelen: Geen.

- Stilstaand open water (voedselarm)

Risico: Geen tot zeer laag (0(+)). Het open water is permanent, voedselarm en er leven rovers. Er kan een enkele moerassteekmug ontwikkelen vanwege hun zuurtolerantie. De oeverzone wordt apart beschreven.

Maatregelen: Geen.

- Stilstaand open water ((matig) voedselrijk)

Risico: Geen (0) (vooral bij matig voedselrijk) tot zeer laag (+)(voedselrijk). Het open water is permanent, er leven rovers.

Indien kroos optreedt dan ontstaat matig risico (+++) op slootsteekmuggen omdat door de krooslaag de sloot een slechte zuurstofhuishouding heeft en er maar weinig rovers kunnen leven. Het betreft vaak wel slechts een beperkt oppervlak.

Indien een rijke emergente (zachte) vegetatie optreedt dan ontstaat matig risico (+++) op plantenboorsteekmuggen omdat die hier talrijk kunnen voorkomen. Het betreft vaak wel slechts een beperkt oppervlak en is uitzonderlijk.

Knutten treden alleen bij ontwikkeling van riet op.

De oeverzone wordt apart beschreven.

Maatregelen: Geen of bij slibophoping en dichtgroeien (verlandingszone vanuit de oever) regelmatig schonen (1-4 x jaar). Het voorkomen van te hoge voedingsstoffengehalte of door regelmatig verwijderen van voedselrijk bodemslib (baggeren) kan de kroosontwikkeling worden beperkt.

- Oever-verlandingszone

Risico: Laag (++) tot hoog (+++++) op steekmuggen en hoog (+++++) op knutten nbij aanwezigheid van een rietkraag.

Hoog alleen bij brede flauwe talus en moeraszones van meerdere meters breed. Door het tijdelijk open water en modderige zones rondom de vegetatie vormen het ideale broedplaatsen voor verschillende groepen steekmuggen en knutten. Door de hogere voedselrijkdom is er ook voldoende voedsel beschikbaar.

Maatregelen: Regelmatig aflopend en steiler talud inrichten en regelmatig schonen ((1)2-4 x jaar). Het risico wordt nog groter indien de oeverzone met lage helofyten of de slootoever de volgende kenmerken gaat dragen: bulten-slenken, verruigd, extensief betreden door vee, veenbodem en voedselrijker (ex-landbouwgrond). In de verbrede sloten kan een constant peil en goede waterkwaliteit bijdragen aan verlagen van het risico. Het regelmatig plegen van onderhoud: maaien en vlak houden. De periode van zomerinundatie kort houden en/of niet herhalend laten optreden, zeker niet in afwisseling met droogval.

Vochtige-zeer natte lage vegetatie

- Droge heide

Risico: Geen (0).

Maatregelen: Geen.

- Vochtige-natte heide

Risico: Geen (0) voor steekmuggen. Knutten zeer laag (+).

Bij natte heide moerassteekmuggen (++++) als langer durende inundatie optreedt en bij langduriger grondwater aan maaiveld meer knutten (+++).

Maatregelen: Geen of bij tot hoge grondwaterstand peil iets laten dalen. Bij inundatie oppervlakkig afwateren.

- (Zeer) natte (-5 cm) veenvegetatie ((matig) voedselarm)

Risico: Steekmuggen laag (+), behalve indien plas-dras situaties in de zomer fluctueren dan zeer hoog (+++++), bij plas-dras huissteekmuggen matig (+++). Knutten aanwezig (+++) of hoog (++++) indien het water in de zomer tot juist onder maaiveld blijft. Let op: Het risico wordt groter indien het terrein de volgende kenmerken gaat dragen: bulten-slenken, verruigd, beweid, veenbodem en voedselrijker (ex-landbouwgrond).

Maatregelen: Voorkomen dat jaarlijks hetzelfde inundatieregime optreedt. Het voorkomen dat langdurig water op het maaiveld achterblijft. Het regelmatig plegen van onderhoud: maaien en vlakker houden. Niet of alleen licht beweiden. De periode van zomerinundatie kort houden (<10 dagen) en niet herhalend laten optreden, zeker niet in afwisseling met droogval. Grondwater onder maaiveld in de zomer iets laten wegzakken. Voorkom voedselverrijking.

- (Zeer) natte (-5 cm) moerasvegetatie ((matig) voedselrijk)

Risico: Matig (+++) tot zeer hoog (++++) op steekmuggen en zeer hoog (++++) op knutten nbij aanwezigheid van een rietvegetatie.

Door het tijdelijk open water en modderige zones rondom de vegetatie vormen het ideale broedplaatsen voor verschillende groepen steekmuggen en knutten. Door de hogere voedselrijkdom is er ook voldoende voedsel beschikbaar.

Maatregelen: Het risico stijgt als het moeras dicht en weelderig begroeid raakt en de volgende kenmerken gaat dragen: bulten-slenken, verruigd, extensief betreden door vee, veenbodem en voedselrijker (ex-landbouwgrond). Het handhaven van een constant peil en goede waterkwaliteit dragen bij aan het verlagen van het risico. Het regelmatig maaien en vlak houden dragen eveneens bij. De periode van zomerdroogte kort houden en/of niet herhalend laten optreden m.a.w. een afwisseling droog-nat is niet gewenst.

- Nat tot vochtig grasland ((matig) voedselrijk)

Risico: Zeer laag (+) tot hoog (++++) voor steekmuggen en laag (++) tot zeer hoog (++++) voor knutten.

Bij natte graslanden kans op moeras- en meer nog op huissteekmuggen (++++) vooral als langer durende inundatie optreedt en bij langduriger grondwater aan maaiveld veel meer knutten (+++++).

Maatregelen: Geen of bij tot hoge grondwaterstand peil iets laten dalen. Bij inundatie oppervlakkig afwateren door bijvoorbeeld begreppeling.

- (Zeer) nat (-5 cm) hooiland (matig arm-matig -rijk)

Risico: Laag (++) tot hoog (+++++). Het risico wordt groter indien het terrein de volgende kenmerken gaat dragen: bulten-slenken, verruigd, beweid, veen/leembodem

en voedselrijk (ex-landbouwgrond). Water op land betekent steekmuggen risico, water tot aan maaiveld in winter tot mei betekent knutten risico.

Maatregelen: Voorkomen dat jaarlijks hetzelfde inundatieregime optreedt. Het voorkomen dat (langdurig) water op het maaiveld achterblijft. Het regelmatig plegen van onderhoud: maaien en vlak houden. Niet zwaar of alleen licht beweiden. Voorjaarsinundatie op tijd afwateren. De periode van zomerinundatie kort houden en/of niet herhalend laten optreden, zeker niet in afwisseling met droogval.

- Zeer nat grasland (voedselrijk)

Risico: Steekmuggen laag (++) of zeer hoog (+++++) bij geaccidenteerd terrein met regelmatig water op het land langer dan 10 dagen na regen in de zomer. Knutten matig (+++) zeer hoog (+++++), het laatste wanneer het water in het voorjaar en de (voor)zomer niet onder het maaiveld wegzakt.

Maatregelen: Voorkomen dat jaarlijks zelfde inundatieregime optreedt indien water op het maaiveld komt. Wanneer water op het maaiveld komt of te lang tot aan maaiveld staat iets verdrogen (greppels graven). Land regelmatig onderhouden door maaien (verschralen) en vlak houden. Niet of alleen licht beweiden. Voorkomen dat tijdelijke (>1 week) zomerinundaties optreden.

Inunderende gebieden

- Inunderend (-20 cm) tot nat, pioniervegetatie (voedselarm)

Risico: Matig (+++) tot zeer hoog (+++++) voor moerassteekmuggen en aanwezig voor knutten zeer laag (+) tot hoog (++++). Hoog risico op moerassteekmuggen ontstaat snel omdat deze voorjaarssoorten aangepast zijn aan moerasituaties en inunderende gebieden in het voorjaar vaak dit karakter dragen. Degelijke gebieden hebben een redelijk voorspelbare waterstand die in het voorjaar hoog is. De steekmuggen komen daardoor synchroon uit en treden in die maanden dan ook talrijk op. In de zomer zijn ze verdwenen. De ondiepe bodem rondom stengels biedt broedplekken aan knutten. Dus water op land betekent steekmuggen risico, water tot aan maaiveld in winter tot mei betekent knutten risico. Het risico wordt groter met toenemende voedselrijkdom en indien het terrein de volgende kenmerken gaat dragen: bulten-slenken, verruigd, beweid en veen/leembodem.

Maatregelen: Dergelijke gebieden met moerassteekmuggen zijn onderdeel van het natuurlijke systeem. Belangrijk is de voedselrijkdom laag te houden en de waterstand niet onregelmatig fluctuerend (peilbeheer). Wel voorkomen dat jaarlijks hetzelfde inundatieregime optreedt. Het iets verdrogen of iets verder vernatten met greppels of schuin aflopend terrein. Het regelmatig plegen van onderhoud: maaien en vlak houden. Niet of alleen licht beweiden. Voorjaarsinundatie op tijd afwateren. De periode van zomerinundatie kort houden en/of niet herhalend laten optreden, zeker niet in afwisseling met droogval.

- Inunderend (-20 cm) tot nat, moerasvegetatie (matig voedselrijk)

Risico: Steekmuggen zeer hoog (+++++) en knutten hoog (++++) vooral wanneer het water in het voorjaar en de (voor)zomer niet onder het maaiveld wegzakt.

Maatregelen: Voorkomen dat water tot het maaiveld komt of te lang tot aan maaiveld staat, dus iets verdrogen (greppels graven). Verder door maaien grasland verschralen. Nat grasland heeft een gemiddeld hoge grondwaterstand die leidt tot risico op knutten ontwikkeling. Steekmuggen hebben open water nodig wat nauwelijks voorkomt op egale schraallanden meer het risico wordt groter indien het terrein de volgende

kenmerken gaat dragen: bulten-slenken, verruigd, beweid, veenbodem en voedselrijker (ex-landbouwgrond).

Struweel en bos

- Droog struweel

Risico: Geen (0).

Maatregelen: Geen.

- Droog-vochtig bos

Risico: Geen (0). Bij vochtige bodem knutten zeer laag (+). Bij inundatie zie nat bos.

Maatregelen: Geen of bij tot hoge grondwaterstand peil iets laten dalen. Bij inundatie oppervlakkig afwateren.

- (Zeer) nat (-5 cm) struweel (voedselrijk)

Risico: Matig (+++) tot zeer hoog (++++).

Maatregelen: Zorg dragen dat geen tijdelijk water tot in mei achterblijft of constant peil handhaven of peil tot maaiveld zodat geen open water aanwezig is of meer open water creëren en onderling met permanent water verbinden. Daarnaast kan bos voor volwassen muggen als verbinding functioneren; dan boscorridor onderbreken. Tegelijk kan bos als refugium werken en daarom pleksgewijs bos aanbrengen.

- (Zeer) nat (-5 cm), bos (voedselarm)

Risico: Steekmuggen laag (+), behalve indien plas-dras situaties in de zomer fluctueren dan matig (+++). Knutten zeer laag tot laag (+(+)), het laatste als het water in de zomer tot juist onder maaiveld blijft. Het risico wordt groter indien het terrein de volgende kenmerken gaat dragen: bulten-slenken, verruigd, veenbodem en voedselrijker (ex-landbouwgrond). Bos werkt wel als schuilplaats voor volwassen stekende insecten.

Maatregelen: Voorkomen dat jaarlijks hetzelfde inundatieregime optreedt. Het voorkomen dat langdurig water op het maaiveld achterblijft. In voorjaar voldoende vroeg water tot maaiveld laten zakken. De periode van zomerinundatie kort houden (<10 dagen) en zeker niet in afwisseling met droogval. Het of niet herhalend laten optreden, zeker niet in afwisseling met droogval. Grondwater onder maaiveld in de zomer iets laten wegzakken. Voorkom voedselverrijking.

Tabel 2. Risico op stekende insecten.

risicosoortgroepen <i>Landschapselementen</i> (GHG cm –mv)	moeras- steekmug	huis- steekmug	sloot- mug	plantenboor- steekmug	knut
Stromend water	0	0	0	0	0
Stilstaand open water (arm)	0(+)	0	0	0	0
Stilstaand open water (rijk)	0	+(+) ¹	+(++) ¹	+(++) ¹	0(+) ¹
Oever-verlandingszone	++(++)	++(++)	++(++)	++(++)	++(++)
Droge heide	0	0	0	0	0
Vochtige-natte heide	(+++) ²	(+++) ²	0	0	+(++) ²

(Zeer) natte veenvegetatie ((matig) arm)	++(+++) ²	(+++) ²	0	0(+)	++(++) ²
(Zeer) natte moerasvegetatie ((matig) rijk)	+++(++) ¹²	++(+++) ¹²	(+++) ¹²	+(+++) ¹²	+++(++) ¹²
Nat-vochtig grasland ((matig) rijk)	(+++) ²	++(++) ²	0	0	++(+++) ²
(Zeer) nat hooiland (matig arm-matig rijk)	(++) ²	(++++) ²	0	0	++(++) ²
(Zeer) nat grasland (rijk)	(++++) ²	++(+++) ²	0	0	+++(++) ²
Inunderend-nat pioniervegetatie (arm)	+++(++) ¹²	++(++) ¹²	(+) ¹	+(+) ¹	+(+++) ²
Inunderend-nat moerasvegetatie (matig rijk)	++++(+) ¹²	+++(++) ¹²	(++) ¹	++(++) ¹	++(++) ²
Droog struweel	0	0	0	0	0
Droog-vochtig bos	0	0	0	0	0
(Zeer) nat struweel (rijk)	+++(++) ²	+(+) ²	0	0	+(++)
(Zeer) nat bos (arm)	+(++)	0	0	0	+(+)

1: bij voedselverrijking en met soms het ontstaan kroosdek of rijke/ruige ontwikkeling emergente vegetatie

2: bij inundatie door grond-, regen- of oppervlaktewater; vaak wisseling van peil droog-nat

2.5 Overige aspecten bij risico's op stekende insecten

Aanlegfase, bufferzones en eindtoestand

In de gebiedsdelen die voedselarm zijn/worden en waar de waterstand redelijk stabiel is nemen de risico's op stekende insecten sterk af (risico zeer laag + tot geen 0). Het hier in dit gebied nagestreefde eindbeeld draagt deze kenmerken. Om die reden is het steeds van belang de aandacht vooral te richten op de overgangs-/buffergebieden tussen de natuur en agrarische gebieden en op de ontwikkelingsfase. Zeker na de aanlegfase zullen meer schommelingen in de waterstand optreden en zal de voedselrijkdom nog hoger zijn. Maatregelen om toename in stekende insecten te voorkomen moeten daarom steeds gericht worden op de bufferzone, de waterstand en voedselrijkdom.

In de overgangs-/buffergebieden betreft het de maatregelen:

- Instellen en handhaven van een zo constant mogelijk water en grondwaterpeil
- Een open zone die als barriere werkt tussen bewoning en natuurgebied.
- Pleksgewijs laten staan van bossages aan de zijde van het natuurgebied die als opvangbosjes werken voor stekende insecten.
- Voorkomen van voedselverrijking of versneld verminderen van voedselrijkdom.
- Voorkomen dat aan- en afvoersloten verrijken en verlanden (regelmatig schonen).

Tijdens en na de aanlegfase (tot 5 jaar na aanleg) ontstaan vaak veel nieuwe tijdelijke wateren die zich vormen na afgraven, verwijderen van bomen of de aanleg laagtes/slenken. Hier gedijen steekmuggen uitstekend. Dergelijke gebieden hebben een risico op veel stilstaand water en nat-droog situaties waarin rovers ontbreken nog en dat geeft kansen op broedplaatsen voor steekmuggen. Bij een natte veenbodem kunnen knutten en dazen ontwikkelen.

Na aanleg wordt het bewaken (vinger-aan-de-pols-houden) door regelmatig monitoren (hiertoe worden enkele monitoringslokaties gekozen aan de zijde van de bewoning en in de rand van het gebied en deze plekken worden maandelijks tussen april en september gemeten (gedurende 24 uur) zeer aanbevolen. Het advies is sowieso bij voorkeur na de zomer aanleggen.

Afstand tussen broedgebieden en bewoning

Een ruime afstand tussen mogelijke broedgebieden van steekmuggen en knutten en bewoning (de plaats waar de volwassen steekmuggen naar toe vliegen) kan effectief werken tegen bepaalde soorten steekmuggen en knutten en overlast beperken. 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). Wanneer het tussenliggend gebied steekmug en knut onvriendelijk wordt ingericht gaat het tussenliggende gebied als barrière werken.

Steekmuggen zijn in 4 groepen vliegers zijn te verdelen: sterke, goede, matige en zwakke vliegers. Barrières verminderen het aantal stekende insecten dat woningen bereikt altijd. De effectiviteit van barrières hangt samen met verschillende aspecten:

- de soort (ecologie), incl. de vliegcapaciteit
- de populatiegrootte van de soort in het betreffende gebied
- de te verwachten omvang van de overlast wat samenhangt met het oppervlak van het broedgebied en de afstand tot bewoning
- de aanwezigheid prooien voor en in barrière
- de locale topografie en milieumomstandigheden (inrichting) van de barrière
- de oriëntatie t.o.v. de heersende windrichting
- het begroeiingstype
- de tolerantie van de omgeving/gebruikers

Drie aspecten worden hierna nader toegelicht:

1. Vliegcapaciteit van de stekende insecten

Van veel Nederlandse soorten stekende insecten is de vliegcapaciteit niet bekend. Van sommige knutten is bekend dat het zeer goede vliegers zijn. Er is een mismatch tussen ecologische groepen van huissteekmuggen, slootsteekmuggen, moerassteekmuggen en plantenboorsteekmuggen en de vier vlieggroepen. Met andere woorden: binnen iedere ecologische groep van steekmuggen kunnen zowel zwakke als sterke vliegers zitten. Dit laatste resultaat betekent dat het van de lokale omstandigheden afhangt of een barrière zin heeft, omdat het van deze omstandigheden afhangt welke soort zich ontwikkelt. Wanneer bekend is welke soort of soorten zich ontwikkelen of kunnen ontwikkelen en welke vliegcapaciteit die hebben, kan pas aangegeven worden of een barrière meer of minder effectief zal zijn. Bosmoerassteekmuggen bijvoorbeeld zijn zwakke vliegers en daar kan een smalle barrière al veel effect oogsten.

2. Afstand en inrichting van het tussenliggende gebied

De overlast veroorzaakt door zwakke en matige vliegers kan met smallere barrières die op een juiste manier zijn ingericht worden beperkt. Een barrière van 50-70 m geeft een 90% vermindering in aantallen zwakke vliegers terwijl dit bij matige vliegers met 140- 200 m wordt bereikt. Voor de goede en sterke vliegers zijn veel bredere barrières nodig om een 90% vermindering te bereiken.

Omgekeerd als het broedgebied verre van optimaal is en er dus maar heel lage aantallen steekmuggen optreden is een 90% reductie niet nodig om toch geen overlast te krijgen. 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 (ook wel muggenbulten genoemd) versterken de barrièrewerking.

3. Aard, het oppervlak en de kwaliteit van het broedgebied

De habitatkwaliteit en het oppervlak van broedplaatsen is van groot belang bij de inschatting van potentiële overlast. Dit is een belangrijk onderdeel van de risico inschatting. Het ligt voor de hand dat hoe groter de oppervlakken aan potentieel broedgebied, hoe groter de kans op overlast zal zijn omdat er dan meer larven volwassen worden. Als dan ook de habitatkwaliteit van de specifieke broedplek optimaal is dan kunnen zich nog hogere aantallen stekende insecten ontwikkelen. Vaak zijn wisselend droog-natte oftewel dynamische landschapstypen de belangrijkste bon voor overlast van steekmuggen, omdat daar kwaliteit en kwantiteit van broedgebied het hoogst zijn. Dynamische omstandigheden treden bijvoorbeeld op na afgraven of plaggen. Voor knutten is het moeilijker te definiëren wanneer de kwaliteit van het broedgebied het hoogst is maar het hangt samen met grondwater aan maaiveld en voedselrijkdom.

Een voorbeeld bij oppervlak zijn de broedplaatsen van slotsteekmuggen, die vooral te vinden zijn in permanente oppervlaktewateren met veel plantengroei of flabontwikkeling. Gezien de ruimtelijk spreiding en het beperkte oppervlakte van de sloten in deze regio zal het voorkomen van deze steekmuggen niet tot overlast (zie kader) leiden.

Wat is overlast?

Ieder mens ervaart overlast verschillend. Bij de risicoanalyse op steekmuggen en knutten is het begrip overlast wel van groot belang. Een referentienorm voor overlast is voor Nederland niet opgesteld. Belangrijk is daarom de bestaande situatie zo kwantitatief mogelijk vast te stellen om deze in de toekomst met de nieuwe situatie te kunnen vergelijken.

Het aanleggen van barrières helpt altijd maar dat de effectiviteit is niet alleen afhankelijk is van (1) de soort met een bepaalde vliegcapaciteit (4 vlieggroepen), maar ook van (2) de inrichting van de buffer ('Hoe onneembaar is de barrière voor de steekmug of knut?'), (3) de aard (in relatie tot de ecologische groepen steekmuggen en knutten), het oppervlak en kwaliteit van het broedgebied en (4) de ruimtelijke positionering t.o.v. bosschages en woningen. Dit betekent dat bovengenoemde 4

aspecten in relatie tot de weersomstandigheden, omdat die uiteindelijk de dynamiek van het water sturen, in de discussies rondom buffers en barrières meegenomen moeten worden. Deze complexiteit vraagt om een lokale benadering.

De belangrijkste zones waar tussen het onderzoeksgebied en bewoning barrières effectief kunnen zijn, betreft de erfranden. Hier kan een open water of kort-grazige vegetatie als barrière functioneren. Met het pleksgewijs (geen corridor) behouden van bosschages aan de 'natuurzijde' van de barrière worden veel meer steekmuggen in het gebied 'gehouden'. De graslanden richting woonhuis/boerderij zouden juist kort begraasd of gemaaid moeten blijven om de barrière nog verder te versterken.

3 Conclusies en aanbevelingen

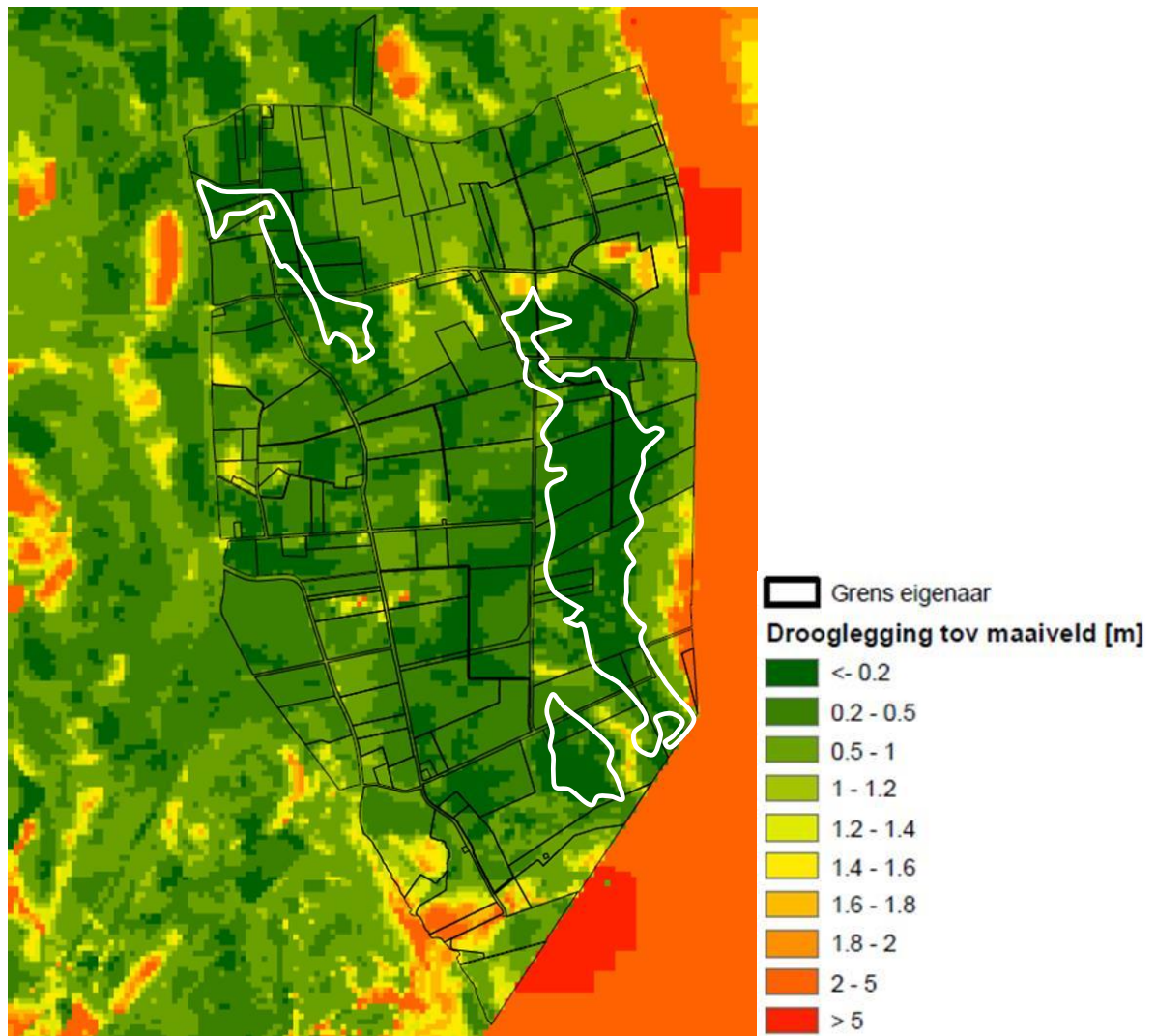
Tabel 2 geeft in tabelvorm de samenvatting van de resultaten van de risico-analyse. Voor het onderzoeksgebied valt op dat risico's op overlast van zowel steekmuggen en knuttensterk bepaald wordt door de mate van instabiliteit of dynamiek in de grondwater (inundatie) beweging en de voedselverrijking. Beide factoren kunnen bij onvoldoende sturingsmogelijkheden te dynamisch worden en tot overlast aanleiding geven.

De risicobeoordeling is vooral gericht op de kans op het ontwikkelen van stekende insecten, het aanwezige oppervlak van het potentieel risicogebied en de afstand tot bewoning zijn nog niet meegenomen. Er moet dus rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat lokaal het risico groter of kleiner kan zijn afhankelijk van de heersende omstandigheden. Op de inhoudelijke aspecten van afstand tot bewoning en oppervlak en geschiktheid van broedgebied is in paragraaf 2.5 nader in gegaan.

In de toekomstige situatie krijgen een aantal gebiedsdelen een peil dat kan tot +20 cm boven maaiveld reiken (donker groen in figuur 5). Dit worden daadwerkelijke risicogebieden voor het ontwikkelen van steekmuggen indien hier het water in drogere perioden tot of onder maaiveld wegzakt. Vooral in combinatie met voormalige landbouwgrond (voedselrijkdom) of met veraarding van veen (voedselverrijking) is de kans op overlast aanneembaar. De zones met een grondwaterstand van 20 tot 50 cm onder maaiveld kunnen plaatselijk leiden tot situaties met langdurig grondwater aan maaiveld door spreiding in de werkelijkheid ten opzichte van de modelresultaten. Deze situatie treedt vooral op waar dergelijke gebiedsdelen overgaan in de vorige categorie. Hier is de kans op overlast van knutten aanneemelijk.

De vernatting betekent in de toekomstige situatie dat gebiedsdelen gaan verarmen en daarmee zal de kans op overlast van stekende insecten verkleinen. Andere gebiedsdelen zullen juist mogelijk bijdragen aan overlast omdat ze natter worden, dicht bij bewoning zijn gelegen en nog voedselrijk zijn of door (extensieve) beweiding blijven. Om dit laatste risico te verminderen worden de volgende aanvullende maatregelen aanbevolen om bij de inrichting in overweging te nemen:

- De plas-dras tot zeer natte gebieden zodanig inrichten dat water slechts kort durend boven maaiveld staat vooral in het voorjaar wegzakt en in de zomer korter dan een week boven het maaiveld blijft. Bij voorkeur niet of slechts licht begrazen. Of als alternatief het water langdurig boven maaiveld houden of plaatselijk permanent open wateren aan te leggen en het gebied vlak houden zodat het overtollige water naar permanent water kan afstromen. De tijdelijke wateren kunnen dan met het permanente meebewegen wat predatoren van stekende insectenlarven de kans geeft het aantal larven laag te houden. Deze meebeweging op termijn garanderen door gerichte inrichting en onderhoud (door maaien en afvoeren).
- In de natte niet geïnundeerde gebieden het (grond)water in het voorjaar tot onder maaiveld weg laten zakken om knutten geen kans te geven. Voorkomen van mest op het land draagt verder bij een vermindering van knutten.



Figuur 5. GHG t.o.v. maaiveld voor de toekomstige situatie. De witte contouren geven de ligging van de slenken aan.



Figuur 6. Concept eindbeeld van het te herinrichten gebied.

- Eventuele bos(schages) in het nu nog open gebied te onderbreken en lokaal plukken bosschage aanplanten om zo volwassen steekmuggen te concentreren op afstand van bewoning. Bijvoorbeeld zijn in het eindbeeld bossachages en vernindende houtwallen opgenomen. Deze kunnen zodanig worden gesitueerd dat er geen 'steekmuggencorridors' ontstaan.

Tijdens het herinrichten van het gebied dient rekening te worden gehouden met risico's op overlast a.g.v. de aanlegfase omdat dan nieuwe tijdelijke wateren ontstaan. Dit geeft een risico op veel stilstaand water en nat-droog situaties waarin de rovers nog ontbreken. Dit biedt kansen voor steekmuggen. De natte venige bodems geven, vooral na beroering, kansen op ontwikkeling van knutten en ook dazen. Daarom wordt aanbevolen om de aanlegfase (jaar 1-5) te begeleiden met monitoring (vinger-aan-de-pols) zodat tijdig kan worden ingegrepen. De aanleg start bij voorkeur pas na de zomer, dat zet de stekende insecten op achterstand.

Door het nemen van bovengenoemde maatregelen worden de risico's op overlast na herinrichting beperkt. Bij afwijkingen in de voorgenomen en hier geanalyseerde realisatie (vooral t.a.v. peilen) is nieuw advies nodig.

Uiteraard wordt aanbevolen de adviezen uit dit rapport bij de verdere ontwikkeling en inrichting en toekomstig beheer van het gebied te gebruiken. Het belangrijkste advies is ondanks dat in het natuurgebied het meer geschikt leefgebied voor stekende insecten zal ontstaan er effectieve maatregelen kunnen worden genomen in het buffergebied tussen het natuurgebied en de bewoning. Als dat gebeurt dan is het risico op overlast door stekende insecten voor aanwonenden belangrijk verlaagd.

Het monitoren (vóór aanleg en tijdens de eerste ontwikkelingsfase van het gebied) om tijdig aanvullende maatregelen te kunnen nemen door de nulsituatie bij bewoning vastleggen (referentie) en die te vergelijken met de daarna opgetreden veranderingen wordt ten zeerste aanbevolen. Het vaststellen van een nulsituatie nabij de bewoning zou een vergelijking van de veranderingen door de herinrichting duidelijk maken. Het vastleggen van de nulsituatie / referentie is juist zinvol wanneer na de inrichting een discussie ontstaat over wel of niet sprake van de vergroting van het overlast. Het monitoren na aanleg helpt bij het vinger-aan-de-pols houden van de situatie zodat de overlast tijdig kan worden voorkomen door ingrijpen op basis van de monitoringsresultaten.

De aanbevolen maatregelen zijn nogmaals kort samengevat in Tabel 3.

Tabel 3. Samenvatting aanbevolen maatregelen op basis van de risico-analyse.

Gebiedstypen	Maatregel	Aandacht voor
Stromend water	Geen.	Oeverzone.
Stilstaand open water (arm)	Geen.	Oeverzone.
Stilstaand open water (rijk)	Voorkomen kroos of massaal zachte helofyten, verlanden en verslibben door schonen.	Oeverzone en voedselverrijking.

Gebiedstypen	Maatregel	Aandacht voor
Oever-verlandingszone	Taludvorm regelmatig, regelmatig schonen/maaien, goede waterkwaliteit, constant peil, zomerinundaties voorkomen.	Vermoerassen. Nabijheid van bewoning.
Droge heide	Geen.	
Vochtige-natte heide	Geen of bij te hoog gw-peil, iets laten zakken en bij inundatie oppervlakkig afwateren.	Peil van het grondwater.
(Zeer) natte veenvegetatie ((matig) arm)	Voorkomen van herhalend langdurig tijdelijk water op het land door onderhoud en eventuele oppervlakkige begreppeling. Niet beweiden.	Inundatieregime en afstand tot bewoning.
(Zeer) natte moerasvegetatie ((matig) rijk)	Voorkomen van te vergaande verruiging, onregelmatige microstructuur en Voorkomen van herhalend langdurig tijdelijk water op het land door onderhoud en eventuele oppervlakkige begreppeling. Niet beweiden.	Inundatieregime en afstand tot bewoning.
Nat-vochtig grasland ((matig) rijk)	Bij te hoge grondwaterstand peil laten zakken, inundaties voorkomen bv. door begreppelen.	Grondwaterpeil.
(Zeer) nat hooiland (matig arm-matig rijk)	Bij te hoge grondwaterstand peil laten zakken, inundaties voorkomen bv. door regelmatig maaien, vlak houden, niet beweiden. Zomerinundaties door begreppelen afwateren.	Grondwaterpeil.
(Zeer) nat grasland (rijk)	Bij te hoge grondwaterstand peil laten zakken, inundaties voorkomen bv. door regelmatig maaien, vlak houden, niet beweiden. Zomerinundaties door begreppelen afwateren.	Grondwaterpeil.
Inunderend-nat pioniervegetatie (arm)	Voedselrijkdom laag houden door voorkomen toevoer landbouwater. Zorg voor permanente wateren en zo hoog mogelijk peil. Is dit mogelijk dan maatregelen cf. zeer natte moerasvegetatie.	Voedselrijkdom en grond- en oppervlaktewaterpeil.
Inunderend-nat moerasvegetatie (matig rijk)	Voedselrijkdom laag houden door voorkomen toevoer landbouwater. Zorg voor permanente wateren en zo hoog mogelijk peil. Is dit mogelijk dan maatregelen cf. zeer natte moerasvegetatie.	Voedselrijkdom en grond- en oppervlaktewaterpeil.
Droog struweel	Geen.	-
Droog-vochtig bos	Geen of zorgen dat grondwater niet tot maaiveld komt.	Grondwaterpeil.

Gebiedstypen	Maatregel	Aandacht voor
(Zeer) nat struweel (rijk)	Of permanent nat houden of peil vroeg genoeg in voorjaar laten uitzakken. Corridors mogelijk onderbreken.	Grond- en oppervlaktewaterpeil.
(Zeer) nat bos (arm)	Of permanent nat houden of peil vroeg genoeg in voorjaar laten uitzakken. Corridors mogelijk onderbreken.	Grond- en oppervlaktewaterpeil.

4 Referenties

Achtergrond literatuur

- Becker, N., Petric, D., Boase, C., Lane, J., Zgomba, M., Dahl, C. & Kaiser, A. 2003. Mosquitoes and Their Control. Kluwer Academic, New York.
- Mohrig W. 1969. Die Culiciden Deutschlands. Parasitol. Schr. 18, 260 p.
- Service, M.W. 1993. Mosquitoes (Culicidae). Medical insects and arachnids, 120-240.
- Verdonschot, P.F.M. 2013. Bloedzuigende insecten deel 4. Kriebelmuggen. Dierplagen informatie 4: 6-9.
- Verdonschot, P.F.M. 2013. Bloedzuigende insecten deel 3. Dazen. Dierplagen informatie 1: 16-19.
- 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. 2012. Bloedzuigende insecten deel 2. Knutten. Dierplagen informatie 4: 16-20.
- Verdonschot, P.F.M. 2012. Bloedzuigende insecten deel 1. Steekmuggen. Dierplagen informatie 3: 4-7.
- Verdonschot Piet F.M. 2009. Verkenning van de steekmuggen- en knuttenproblematiek bij klimaatverandering en vernatting. Alterra rapport 1856. 76 pp.
- Verdonschot, P.F.M., Schmidt, G., Leeuwen, P.H.J. van & Schot, J.A. 1988. Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen. RIN, Leersum, rapp. 88/31: 1-109.