

Risicoanalyse steekmuggenoverlast extra waterberging Onlanden

A&W-rapport 23-022



in opdracht van

Waterschap
NOORDERZIJLVEST



Risicoanalyse steekmuggenoverlast extra waterberging Onlanden

A&W-rapport 23-022

M. Terpstra

Foto Voorplaat

De Onlanden, Foto A&W

M. Terpstra 2023

Risicoanalyse steekmuggenoverlast extra waterberging Onlanden. A&W-rapport 23-022

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

Opdrachtgevers**Waterschap Noorderzijlvest**

Stedumermaar 1

9735 AC Groningen

Telefoon 0503048911

Uitvoerder**Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv**

Suderwei 2

9269 TZ Feanwâlden

Science Park 400, Matrix II, k1.08/1.09

1098 XH Amsterdam

Telefoon 0511 47 47 64

info@altwym.nl

www.altwym.nl

© Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv. Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

Projectnummer

23-022

Projectleider

M. Terpstra

Status

Eindrapport

Autorisatie

M. Koopmans

Paraaf**Datum**

10 maart 2023

Kwaliteitscontrole

T. Smink

Paraaf

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Ecologie steekmuggen	2
2.1	Algemeen stekende muggen	2
2.2	Soorten in de Onlanden	4
2.3	Natte natuur en risico's	6
3	Methode	8
3.1	Leidraad risicoanalyse steekmuggen en knutten	8
3.2	GIS-analyse	9
3.3	Risicobeoordeling	9
4	Risicoanalyse	10
4.1	Leidraad risicoanalyse steekmuggen en knutten	10
4.2	Veranderingen geschikt larvaal leefgebied tijdens inundatie	11
4.3	Veranderingen geschikt larvaal leefgebied bij opdroging	15
4.4	Beoordeling worst-case scenario's	15
4.5	Beschrijving risicogebieden	17
5	Conclusie	18
6	Literatuur	19
	<i>Bijlage 1 Inundatiekaarten</i>	<i>21</i>

1 Inleiding

De Onlanden is een groot natuurgebied ten zuidwesten van de stad Groningen. De ontwikkeling van dit gebied is een belangrijke schakel in de maatregelen om wateroverlast tegen te gaan in de stad Groningen en de omgeving. De provincies Groningen, Friesland, Drenthe en de waterschappen Noorderzijlvest, Hunze & Aa's en het Wetterskip Fryslân hebben onderzocht of de huidige waterberging nog voldoet voor de toekomst. Dit onderzoek, Droge Voeten 2050, liet zien dat er extra waterberging nodig is om te voldoen aan de te verwachte wateroverlast door klimaatverandering en bodemdaling.

Vanwege de plannen voor extra waterberging in De Onlanden is er in 2022 een procedure gestart voor een MER en Projectbesluit. Momenteel liggen er drie oplossingsrichtingen voor de extra waterberging op tafel die verder zullen worden onderzocht (OR1-OR3). Voor de OR1 en OR2 wordt een maximaal peil van +0,15 beoogd, 35cm hoger dan het huidige maximum. Voor OR3 wordt een maximaal peil +0,18 gehanteerd. Bij deze laatste oplossingsrichting wordt een deel van het bergingsgebied ontzien voor de extra waterberging, waardoor er meer druk komt te liggen om de overgebleven gebieden. Tijdens het Projectbesluit zijn er door de omgeving onder andere zorgen geuit over de effecten van deze extra waterberging op het risico op overlast van muggen. Hierop is besloten het risico op muggenoverlast ten gevolge van de extra waterberging mee te nemen in de MER-procedure. Aangezien er geen verschil is in het maximale peil tussen OR1 en OR2 worden deze niet los van elkaar onderzocht op het punt van muggenoverlast. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek is gevraagd door het waterschap Noorderzijlvest om een risicoanalyse voor de mogelijke muggenoverlast op te stellen. Hierin staan de volgende vragen centraal:

- Is er als gevolg van de aanvullende waterschijf extra muggenoverlast te verwachten?
- Is er verschil tussen OR1 en OR3 t.a.v. de muggenoverlast?

Deze rapportage geeft antwoord op bovenstaande vragen door middel van een risicoanalyse muggenoverlast. Hiervoor worden de verwachte hydrologische veranderingen geanalyseerd en is beschikbare literatuur over muggen geraadpleegd. In het volgende hoofdstuk wordt de ecologie van steekmuggen belicht, met de nadruk op in de Onlanden voorkomen soorten en de relatie met het gebied. Vervolgens wordt er in hoofdstuk 3 aandacht besteed aan de insteek van de risicoanalyse, de randvoorwaarden en beoordeelde scenario's worden hier verder toegelicht. In hoofdstuk vier worden de resultaten van de risicoanalyse gepresenteerd. Vervolgens worden de onderzoeksvragen beantwoord in de conclusie.

2 Ecologie steekmuggen

2.1 Algemeen stekende muggen

Muggen (*Nematocera*), waaronder steekmuggen (*Culicidae*), zijn een belangrijke schakel in de ecologie van natte natuurgebieden. De larven van muggen zijn aquatisch en leven van algen en bacteriën. Zowel de larven als de volwassen exemplaren van muggen worden gegeten door verschillende dieren, waaronder vissen, amfibieën, vogels en andere insecten.

Insecten planten zich voort in hun volwassen stadium, bij steekmuggen (*Culicidae*) hebben de vrouwtjes hiervoor bloed nodig als eiwitbron voor het afzetten van de eieren. Dit kunnen ze halen bij amfibieën of vogels, maar ook bij zoogdieren (waaronder mensen). Zonder deze bloedmaaltijd is voortplanting onmogelijk. Hoewel mensen muggen vaak associëren met steken, zijn het dus enkel de vrouwtjes van de soorten uit een aantal families die steken. In Nederland zijn er rond de 34 soorten steekmuggen gevestigd, waarvan er een aantal weinig eisen stellen aan hun leefgebied, en daarvoor veelvuldig voorkomen bij bebouwing en daar voor overlast kunnen zorgen bij mensen.

Ook vrouwtjes van sommige soorten knutten (*Ceratopogonidae*) kunnen steken. Deze insectenfamilie bestaat uit veel soorten zeer kleine muggen (<4mm), waarvan bekend is dat bij sommige soorten de vrouwtjes bloed nodig hebben voor hun voortplanting (voornamelijk uit het geslacht *Culicoides*). Er zijn rond de 23 soorten uit het geslacht *Culicoides* bekend in Nederland. In Nederland komt overlast van deze groep bij mensen minder vaak voor dan overlast van steekmuggen. Dit komt omdat massale ontwikkeling van knutten vaak voorkomt in natuurlijke venige gebieden, waar doorgaans minder mensen wonen.

Zowel knutten als steekmuggen zijn gebonden aan natte omgevingen. Steekmuggen hebben open water nodig voor de ontwikkeling van de larven. Stilstaand, vaak kleinschalig of tijdelijk, water (zoals plassen, dakgoten, regentonnen) is uitermate geschikt voor huissteekmuggen die vlotjes van eieren afzetten. Muggen die gebonden zijn aan meer natuurlijke leefomgevingen (hier genoemd moerassteekmuggen) zijn afhankelijk van een natuurlijke en zeer vochtige omgeving met een natuurlijke oever voor de eileg.

Knutten zijn minder gebonden aan open water, en kunnen massaal voorkomen in veenbodems of vochtige strooisellagen. Andere soorten komen juist massaal voor op slibbige bodems op de randen tussen nat en droog, vaak in dynamische milieus. Een andere groep plant zich voort in mest of sterk verrijkte milieus.

Levenscyclus

Het leven van een mug begint als ei, dat wordt gelegd op de oever of aan het wateroppervlak, afhankelijk van de soort. Als dit gebeurt in ondiep tijdelijk water is er weinig predatie, aangezien roofdieren deze wateren langzamer koloniseren. De larven van steekmuggen leven van algen, schimmels of bacteriën, daarom is het van belang dat er organisch materiaal in het water aanwezig is. De meeste soorten zijn dan ook gebonden aan ondiep water met (drijvende watervegetatie of algen. Deze plekken warmen snel op en beiden betere bescherming tegen roofdieren (Golding *et al.* 2015). In open water zijn vrijwel geen muggenlarven te vinden, enige vorm van vegetatie is noodzakelijk (Yadav *et al.* 2012). Ze leven op aan het wateroppervlak, aangezien ze met hun ademhalingsbuis zuurstof uit de lucht halen. De larven doorgaan drie larvestadia voordat ze verpoppen. Hoewel niet zo mobiel als de larven, kan een pop zich nog wel voortbewegen om te ontsnappen aan mogelijke roofdieren. Als de pop op het punt staat uit

te komen, zal deze naar het wateroppervlak gaan waar vervolgens een volwassen mug tevoorschijn komt. De muggen zoeken een markant punt (bijvoorbeeld hoge vegetatie) in de omgeving waar ze aan de voortplanting kunnen beginnen. Op deze plekken kunnen zo zwermen van muggen ontstaan. Na de voortplanting zullen de vrouwtjes op zoek gaan naar een bloedmaaltijd voor de ontwikkeling van de eieren. De afstand die ze hiervoor kunnen afleggen verschilt per soort. De meeste soorten zijn slechte vliegers en verplaatsen zich vanaf 2 beaufort niet tegen de wind in. Steekmuggen vliegen doorgaans langs opgaande begroeiingen of laag bij de grond, hier hebben ze bescherming tegen de wind en huist een gunstig vochtig microklimaat. De voortplantingscyclus kan zich meerdere keren per jaar herhalen. Het aantal cycli dat per jaar kan voorkomen verschilt per soort en de omstandigheden.

Soortengroepen steekmuggen

Elke soort steekmug heeft zijn eigen ecologie en is gebonden aan bepaalde leefomgevingen. Voor het gemak verdelen we de soorten in twee groepen op basis van hun eileg en overwinteringsfase. De eerste groep legt de eieren als vlotjes (*Culex*, *Culiseta*) of individueel (*Anopheles*) op het wateroppervlak, vanwege een aantal belangrijke algemene overlastsoorten die bij deze groep horen noemen we ze hier de huissteekmuggen (*Culex*, *Culiseta* subgenus *Culiseta* en *Anopheles*). De tweede groep legt de eieren op vochtige bodems, meestal oevers, die later in het jaar overstroomd raken, die noemen we hier de moerassteekmuggen (*Aedes*, *Ochlerotatus* en *Culiseta* subgenus *Culicella*).

Huissteekmuggen

Huissteekmuggen kunnen overwinteren doorgaans als volwassen exemplaar (met uitzondering van enkele *Anopheles*-soorten), een aantal generalistische soorten doen dit ook in gebouwen. Dit gebeurt niet in grote aantallen, vandaar dat de dichtheid aan huissteekmuggen in het voorjaar relatief laag is. Deze planten zich voort naargelang de omstandigheden dat toelaten waardoor er in de loop van het seizoen een toename ontstaat, met een piek in de nazomer. Over het algemeen zijn huissteekmuggen niet heel kritisch wat betreft hun leefomgeving, zowel als larve en als volwassen mug. Zo kunnen de volwassen huissteekmuggen in relatief droge gebieden (zoals huizen en slaapkamers) voorkomen en worden eieren ook gelegd in minder natuurlijke wateren (plassen, dakgoten, regentonnen, vijvers). Doordat de er meerdere generaties in een jaar elkaar opvolgen komen deze soorten voor in (semi)permanent water. Vaak zijn dit afgesloten geïsoleerde plekken of oeverranden met voldoende beschutting. Op deze plekken is vaak genoeg voedsel beschikbaar en er zijn vaak weinig tot geen roofdieren in aanwezig. De eisen aan het leefgebied met betrekking op waterkwaliteit, voedselbeschikbaarheid, lichtintensiteit en vegetatiestructuur verschillen per soort.

Moerassteekmuggen

Moerassteekmuggen zijn daarentegen volledig gebonden aan natuurlijke natte leefgebieden met een natuurlijke waterdynamiek. Deze soorten doen het slecht in een omgeving met een lage luchtvochtigheid, maar kunnen massaal voorkomen in natuurlijke gebieden zoals hoogvenen, moerasbossen en overstromingsvlakten. Anders dan de huissteekmuggen overwinteren ze als ei. Deze eieren zullen pas uitkomen als de omgeving aan de juiste eisen voldoet. Dit heeft altijd te maken met het inunderen van de eieren, maar ook temperatuur, zuurstofgehalte en duur van de inundatie spelen daarbij een rol. De locatie van de eieren is kritisch, aangezien de eieren gevoelig zijn voor uitdroging en ze moeten worden gelegd op plekken die gegarandeerd overstroomd. Gebieden die vaak onder water staan zijn minder geschikt, doordat hier meestal ook grotere populaties roofdieren aanwezig zijn. In plekken die minder vaak inunderen is er een grotere kans op uitdroging. Dit zijn ook plekken die naar overstroming het snelst weer opdrogen, waardoor er minder kans is voor de ontwikkeling van de larven. Vegetaties die verband houden met wisselende waterstanden zoals rietvegetaties zijn zeer geschikt voor deze typen

steekmuggen. Doordat de ontwikkeling van de larven tot volwassen steekmug verband houdt met het voorkomen van specifieke omgevingsfactoren, komen deze muggen vaak massaal tegelijk uit. Voor veel soorten is dit in het begin van het seizoen in het late voorjaar. In de nazomer kan nog een tweede, minder synchrone, generatiepiek ontstaan.

Knutten zijn een grote groep kleine muggen (<4mm), waarvan vooral soorten van het geslacht *Culicoides* een bloedmaaltijd nodig hebben om hun eieren te ontwikkelen. In Nederland zijn 23 soorten uit dit geslacht bekend. Ze zijn, net als steekmuggen, gebonden aan vochtige milieus, maar er is nog veel onbekend over de ecologie. Verschillen tussen soorten en/of groepen die meer met natuurlijke of met bebouwde omgeving te maken kunnen hebben, is (nog) niet gemaakt. Knutten kunnen voorkomen in veel verschillende type natte omgevingen. Deze muggen zijn minder gebonden aan open water en kunnen zich ook in vochtige bodems ontwikkelen, zoals in plas-dras situaties. Vooral in het begin van de zomer kunnen knutten massaal voorkomen. In de nazomer is er minder activiteit.

2.2 Soorten in de Onlanden

Door eerder onderzoek naar stekende insecten in de Onlanden is er al bekend welke soorten veel voorkomen. Hieronder is een lijst van de drie meest gevangen volwassen steekmuggen uit het onderzoek van Verdonschot (2017).

- | | |
|------------------------------------|------|
| 1. <i>Culex pipiens</i> | 5639 |
| 2. <i>Coquillettidia richardii</i> | 2681 |
| 3. <i>Aedes cinereus</i> | 1451 |

Van deze drie soorten en een aantal andere waargenomen soorten is kort de ecologie belicht. Deze informatie is gebruikt in de risicobeoordeling.

Culex pipiens

Deze steekmug is een generalist die in allerlei typen water voor kan komen. De soort is niet kieskeurig qua larvaal leefgebied, zolang er maar voldoende organisch materiaal aanwezig is. Onder de juiste omstandigheden (watertemperatuur van 30 °C) kunnen ze binnen een week volwassen worden. Bij 20 °C en 15 °C duurt dit respectievelijk twee en drie weken (Wegner, 2009; Becker *et al.* 2020). Wanneer er in de zomer voor een langere periode water blijft staan kan *C. pipiens* in grote aantallen tot ontwikkeling komen (Strelková & Halgoš, 2012).

Een vorm van *C. pipiens* (*C. p. biotype molestus*) heeft zich gespecialiseerd op verstoorde menselijke omgevingen en plant zich het gehele jaar voort (Becker *et al.* 2020). In urbane omgevingen kan *C. pipiens* zich in allerlei (semi)permanente wateren voortplanten, zolang er maar weinig predatiedruk aanwezig is (Liu *et al.* 2019). De vorm *pipiens* komt op natuurlijkere plekken voor en is gespecialiseerd op vogels. Bij verstoorde menselijke omgevingen kan *C. pipiens* voor overlast zorgen binnen- en buitenshuis (Becker *et al.* 2020).

Coquillettidia richardii

De enige in Nederland voorkomende soort uit het geslacht *Coquillettidia* heeft een unieke levenscyclus. Deze leggen net als huissteekmuggen de eieren op het wateroppervlak. De larven leven echter, in plaats van aan het wateroppervlak, bij de wortels van waterplanten. Door zich vast te boren in emergente vegetatie, bijvoorbeeld lisdodde, kunnen deze muggen via deze planten zuurstof ontvangen. Larven van deze soort zijn daarmee volledig afhankelijk van (semi)permanente wateren met een uitgebreide oevervegetatie (Becker *et al.* 2020).

Aedes cinereus

Larven van deze soort komen in verschillende leefgebieden voor, zoals beschaduwde poelen in overstromingsvlakten, zeggenmoerassen of oevers met helofyten. De soort staat bekend als een smeltwatermug, dat wil zeggen dat hun levenscyclus is aangepast op de dynamiek van smeltwater (Wegner, 2009; Becker *et al.* 2020). In Nederland komt de soort ook algemeen voor in nat tot vochtige moerassen. De soort komt meer voor in neutraal tot zuurder water, basisch water wordt gemeden (Wegner, 2009). In kort begraasde percelen komen ze vrijwel niet voor, er is een sterke relatie de aanwezigheid van polvormige planten zoals Pitrus (Östman *et al.* 2015, Lindström *et al.* 2021). Onder gunstige omstandigheden (temperaturen tussen 24-25 °C) kunnen de larven zich binnen acht tot tien dagen ontwikkelen. De larven komen doorgaans uit rond april, waarbij volwassen dieren in mei verschijnen. De volwassen steekmuggen verspreiden zich weinig en zullen niet gauw grote afstanden over open vlaktes overbruggen. Er zijn maximale afstanden van 1,5 kilometer bekend, maar verspreiden zich gemiddeld rond de 700-800 meter. De eieren worden gelegd op lage plekken in het landschap met een grote waarschijnlijkheid van overstroming in de winter en het voorjaar. De soort overwintert als ei en is gevoelig voor verdroging (Wegner, 2009; Becker *et al.* 2020).

Culiseta annulata

Dit is een in Nederland algemeen voorkomende steekmug. Ze leggen de eieren in (semi)permanente wateren, zowel open als beschaduwde plekken. De larven komen voor in poelen, plassen, sloten en onnatuurlijke structuren zoals regentonnen. Op plekken met mest-verrijkt water kunnen ze grote aantallen bereiken. Vaak komt *C. annulata* samen met *C. pipiens* voor. De volwassen dieren zijn tevens in huis aan te treffen, waar de imago's kunnen overwinteren. De populatieopbouw begint in het voorjaar en loopt op tot in september. Het duurt 18 dagen tot ontwikkeling na eileg bij 20-23 graden, 16 dagen bij 24-2 graden en boven de 31 graden overleven larven het niet (Becker *et al.* 2020).

Anopheles claviger groep

Er zijn verschillende soorten binnen deze groep die moeilijk te onderscheiden zijn. De larven leven in schoon stilstaand (semi)permanent water. In rietvelden langs poelen of meren of in poelen omringd door opgaande begroeiingen. Ze kunnen ook voorkomen in vegetatierijke sloten. De larven overwinteren in water dat niet bevroert. De volwassen steekmuggen ontwikkelen zich in het vroege voorjaar. De volwassen steekmuggen zullen niet snel gebouwen betreden.

Anopheles maculipennis groep

Onderscheid tussen de soorten binnen deze groep gaat op basis van het uiterlijk van de eieren. Het is niet zeker welke soort dus voorkomt binnen de Onlanden. *A. maculipennis* s.s. komt voor in rivieroevers en kunnen goed tegen verstoorde leefgebieden. Deze soort komt vaak samen voor met *C. pipiens*. Larven kunnen overleven in vegetatielose voedselrijke wateren. De volwassen steekmuggen komen ook woningen binnen en steken daar vee en mensen (Becker *et al.* 2020).

Aedes vexans

Deze steekmug is alleen in 2015 in de Onlanden aangetroffen. De reden dat deze steekmug het benoemen waard is, is omdat deze soort in riviergebieden in Europa voor veel overlast zorgt. Plaatselijk worden deze ook bestreden (Becker, 2018). Samen met *A. sticticus* (niet aangetroffen in de Onlanden) zijn ze gespecialiseerd in omgevingen met wisselende waterstanden. Beide soorten zijn niet wijd verspreid in Drenthe (Ibañez-Justicia *et al.* 2015). *A. sticticus* is meer gebonden aan half-beschaduwde overstromingsvlaktes, zoals in ooibossen (Wegner, 2009). Tijdens overstroming van de rivier zullen veel eieren en larven verspoelen, in overblijvende plassen na het terugtrekken van het vloedwater kunnen deze soorten in grote aantallen tot

ontwikkeling komen (Rettich *et al.* 2007). Beide soorten kunnen grote afstanden afleggen. *A. vexans* is een sterke vlieger die gemakkelijk kilometers van hun broedplaatsen vandaan worden teruggevonden (Verdonschot & Besse-Lototskaya, 2014). Deze muggensoort is een echte specialist van rivierdalen en is vaak dominant aanwezig over andere muggensoorten. Deze kunnen zich snel voortplanten in geïsoleerde wateren die ontstaan in de laagten van uiterwaarden. De soort legt eieren op het droge in de vegetatie of op andere structuren (boomstammen) en prefereren vochtige plekken, maar geen natte plekken. Bij inundatie gaan de meeste eieren in ontwikkeling. De eieren die droog blijven kunnen enkele jaren (tot vijf jaar) overleven (Becker *et al.* 2020). In onderzoek uit Polen komt naar voren dat plekken met Ruw beemdgras (*Poa trivialis*), Rietgras (*Phalaris arundinacea*) en Grote brandnetel (*Urtica dioica*) zowel als vegetaties bestaand uit Rietgras, Grote vossenstaart (*Alopecurus pratensis*) en Veenwortel (*Polygonum amphibium*) geschikte plekken zijn voor de eileg. Ook onderzoek uit Amerika laat zien dat de grootste dichtheden van larven te vinden zijn in gebieden begroeid met Rietgras (Sharkey *et al.* 1988). Larven zijn gevoelig voor uitdroging en een groot deel zal sterven bij complete verdroging van het oppervlaktewater. Wel is in een laboratoriumsetting een klein percentage van de larven in staat om in een verdroogde situatie in de vochtige bodem zich tot volwassen mug te ontwikkelen (Schäfer & Lundström, 2006).

Overige soorten

Er zijn verschillende algemene steekmuggen die vooral voorkomen in natte bosgebieden. De belangrijkste zijn *Ochleroratus cantans*, *O. punctor*, *O. communis* en *Culiseta morsitans*. De *Ochleroratus*-soorten steken ook mensen, meestal in de schemerperiode. De soort verspreidt zich maar weinig vanuit de beboste gebieden en geven daardoor minder snel overlast in bebouwde omgevingen. *C. morsitans* steekt voornamelijk vogels. Een andere *Ochleroratus*-soort, *O. flavescens*, is ook in de Onlanden aangetroffen, maar deze soort komt nooit in grote aantallen voor (Becker *et al.* 2020).

2.3 Natte natuur en risico's

Doordat steekmuggen gebaat zijn bij vochtige en natte omstandigheden, zullen vernattende maatregelen een positief effect hebben op de muggenpopulatie. Rondom woningen is dit ongewenst, aangezien stekende insecten voor overlast kunnen zorgen. Daarnaast zijn er zorgen over de verspreiding van ziekten die tot op heden weinig tot niet in Nederland voorkomen, maar die met oog op klimaatverandering en de komst van exotische muggen zich mogelijk breder verspreiden. In deze rapportage worden geen uitspraken gedaan over de risico's op door muggen overdraagbare ziekten. Het RIVM beoordeelt momenteel de kans dat muggen ziekteverwekkers overdragen naar mensen in Nederland als zeer klein. Voor meer (actuele) informatie over steekmuggen en ziekten wordt doorverwezen naar de websites van het RIVM en de NVWA.

Steekmuggen kunnen in verschillende milieus leven, maar zijn altijd gebonden aan open stilstaand water. Voor de meeste soorten geldt dat tijdelijk water het meest gunstig is, vanwege het vrijwel ontbreken van predatoren. Bij vernattende natuurontwikkeling kunnen dergelijke situaties voorkomen. Het langer vasthouden van water in de winter kan ervoor zorgen dat er in het voorjaar plassen in lager gelegen gebieden ontstaan die geschikt zijn voor de voortplanting van steekmuggen. Daarnaast zal hevige regenval in de zomer ook tijdelijk geschikte voortplantingsplekken kunnen creëren. Een aantal soorten stekende knutten kan zich ook in vochtige bodems ontwikkelen, zonder dat er sprake is van open water. Kans op massaontwikkeling van steekmuggen is het meest aanwezig als er in het voorjaar (april-juni) voor een lange tijd (meer dan tien dagen) geïsoleerde wateren aanwezig zijn. Knutten kunnen in

dezelfde periode ook massaal ontwikkelen, waarmee ook risico's kunnen ontstaan in vochtige graslanden. Voor de hersteldoelen voor natte natuur zijn dit vaak gewenste situaties om natuurlijke hydrologische systemen en de daarbij horende flora en fauna te stimuleren. Het tegengaan van de ontwikkeling van steekmuggen en knutten is dus meestal niet een optie. Daarnaast zijn (steek)muggen een belangrijke schakel in een natuurlijk ecosysteem. Het kan ook voorkomen dat nieuw ingerichte natuur in de eerste jaren uitzonderlijk geschikt blijkt voor de snelle vestiging van steekmuggen, doordat de nieuwe ontstaande natte plekken nog niet volledig zijn ontwikkeld met de bijbehorende drukkende factoren, zoals predatoren (vissen, grotere insecten) en periodieke uitdroging. Na enkele jaren van ontwikkeling van het systeem komen steekmuggen dan niet meer of hooguit incidenteel in grote aantallen voor.

In het kader van de Onlanden voldoet het natuurgebied al aan de bovenstaande beschrijving en is in essentie al zeer geschikt voor de ontwikkeling van steekmuggen. Het heterogene landschap in samenspel met wisselende waterstanden creëert geschikt leefgebied voor muggenlarven. In deze risicobeoordeling kijken we echter naar een incidentele extra waterberging, die het systeem en het landschap niet permanent aanpast.

3 Methode

Binnen de risicoanalyse wordt uitgegaan van twee oplossingsrichtingen. Het verschil tussen deze twee oplossingsrichtingen is een waterpeil van +0.03 meter. Om het risico te kunnen beoordelen wordt de maximale inundatie van deze twee oplossingsrichtingen in kaart gebracht met behulp van ArcGIS. Hierbij wordt ook het huidige maximale peil (-0.20) bekeken, om de verschillen te duiden. De risicoanalyse is gebaseerd op volledige inzet van de capaciteit van het bergingsgebied.

Voor deze risicoanalyse wordt uitgegaan van een worst-case scenario. Uit dit scenario is bijvoorbeeld gebleken dat het bergingsgebied ééns in de 25 jaar wordt ingezet en dat het geborgen water binnen 10 dagen weer afgevoerd kan worden. Dit betreffen echter statistische verwachtingen. In de praktijk kunnen zich ook andere scenario's voordoen die meer worst-case zijn voor lokale effecten, buiten de klimaatscenario's om. Aangezien deze, ondanks de minimale kans, niet uit te sluiten zijn nemen we deze mee in de studie. Er zijn vier extra scenario's geschetst die zijn getoetst op het risico:

- Inzet van het bergingsgebied in twee opeenvolgende jaren.
- Inzet van het bergingsgebied in de zomerperiode (kritische periode flora, fauna).
- In hetzelfde jaar tweemaal inzet van het bergingsgebied, waarbij het bergingsgebied in de tussentijd leegloopt.
- Inzet van het bergingsgebied met een leeglooptijd van 15 en 20 dagen i.p.v. 10 dagen.]

We gaan hierbij niet vanuit dat bovenstaande scenario's tegelijkertijd optreden. Dit aangezien de kans dat bovenstaande scenario's überhaupt optreden al dusdanig klein dat het gelijktijdig optreden als onrealistisch wordt geacht

3.1 Leidraad risicoanalyse steekmuggen en knutten

De Leidraad risicoanalyse steekmuggen en knutten is een Excel-tool, waarmee het risico op steekmuggenoverlast kan worden bepaald voor bestaande en geplande natuurgebieden. De tool werkt met een vragensysteem die voor verschillende landschapselementen een risico-oordeel inschat. Het kan worden gebruikt voor gebiedsbeheerders en projectontwikkelaars om zo nodig passende maatregelen te nemen om risico op overlast door stekende insecten te verminderen. De tool gaat uit van algemene beginselen over risicogevoelige leefgebieden en de algemene ecologie van steekmuggen en knutten. Elk gebied is anders en er zal dus met maatwerk moeten worden beoordeeld. Deze leidraad wordt binnen deze risicoanalyse daarom gebruikt als een hulpmiddel om aan te geven welke landschapselementen risicovol zijn en of en hoe dit verandert tussen de Ausgangssituation en de inzet van de extra waterberging. De volgende risicocategorieën worden door de leidraad onderscheiden:

Risicoscore	Vertaling
1	geen of zo nu en dan een steek
2	regelmatig een steek of meerdere steken in kortere periode
3	>1 keer per 2-3 jaar en langer dan 2-3 weken niet meer lekker buiten kunnen zitten
4	jaarlijks 2-3 weken niet meer lekker buiten kunnen zitten (de Wieden en Weerribben, rondom Nieuwkoop)
5	jaarlijks meerdere maanden lek gestoken (zoals bij Engbertdijksvenen)
>5	een incidentele plaagsituatie

3.2 GIS-analyse

Er is een GIS-analyse uitgevoerd op basis van het AHN. Hiermee is de inundatie in kaart gebracht tijdens het huidige maximale peil, OR1 en OR3. Hierbij zijn de permanente wateren uit het raster gefilterd, aangezien deze vlakken een verkeerd beeld geven van de werkelijke waterdiepte. Vervolgens is de verwachte waterdiepte tijdens het huidige maximale peil, OR1 en OR3 bepaald en in klassen van tien centimeter verdeeld. De kaarten komen overeen met de inundatiekaarten aangeleverd door Koolstra Advies (2023), alleen is het scenario OR3 toegevoegd en zijn de verwachte waterdieptes weergegeven in plaats van het AHN. Op basis van deze gegevens is bepaald welke oppervlaktes een bepaalde waterdiepte hebben tijdens maximale inzet van de waterberging.

3.3 Risicobeoordeling

Het risico op overlast op stekende insecten ten gevolge van de geplande extra waterberging wordt beoordeeld op basis van de resultaten uit de Leidraad risicobeoordeling steekmuggen en knutten, de GIS-analyse, gebiedskennis en de ecologie van de aanwezig soorten steekmuggen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen het risico tijdens het maximale gebruik van de capaciteit en de periode van opdroging. De meest risicovolle locaties worden besproken, waarmee ook in link wordt gelegd met wat dit betekent voor de verschillende worst-case scenario's. De uiteindelijke risicobeoordeling is daarmee beschrijvend van aard en niet volledig afgebakend. Er kan op basis van deze beoordeling een inschatting worden gemaakt van de gevolgen van de inzet van de extra waterberging op het voorkomen van overlastsituaties door stekende insecten. Er kunnen nog altijd onverwachte situaties voorkomen die niet binnen deze beoordeling zijn voorzien.

4 Risicoanalyse

Deze risicoanalyse is opgebouwd uit meerdere paragrafen. In de Leidraad risicoanalyse steekmuggen en knutten worden voornamelijk de risicovolle elementen beschreven in de algemene zin. Daarna wordt op basis van de GIS-analyse bepaald welke veranderingen er plaatsvinden in het geschikt leefgebied voor muggen tijdens de inundatie (paragraaf 4.2) en bij opdroging (paragraaf 4.3). Hierbij wordt uitgegaan van het scenario dat de inzet van het bergingsgebied plaatsvindt in de periode maart-april. In volgende paragraaf 4.4 worden de vier extra scenario's behandeld. Tot slot worden de risico's van de meest belangrijke locaties samengevat in paragraaf 4.5.

4.1 Leidraad risicoanalyse steekmuggen en knutten

Om een beeld te geven van de risico's op steekmuggen overlast wordt gebruik gemaakt van de Leidraad risicoanalyse steekmuggen en knutten van Alterra Wageningen University and Research. Met deze Excel-tool kan een risicoschatting voor overlast van stekende insecten worden gemaakt van bestaande en/of nieuwe natuurgebieden waarbij gebruik wordt gemaakt van natuurtypen volgens de natuurindex of waaraan landschapselementen kunnen worden toevoegen.

Op basis van het Natuur Beheer Plan van de provincie Drenthe zijn de meest belangrijke natuurtypen in het waterbergingsgebied in kaart gebracht. Het gaat hier om de typen N05.04 Dynamisch moeras, N10.01 Nat schraalland, N10.02 Vochtig hooiland, N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland, N12.06 Ruigteveld, N14.02 Hoog- en laagveenbos en 14.03 Haagbeuken- en essenbos. Voor al deze typen zijn risicovolle landschapselementen te verwachten volgens de Leidraad.

Voor de meest relevante landschapselementen is een risicobeoordeling gegenereerd door het invullen van een vragenlijst in sleutelvorm. Er zijn verschillende scenario's ingevuld om een beeld te krijgen van de verschillende risico's in het gebied. Hierbij komt duidelijk naar voren dat bij de meeste landschapselementen een groot of zeer groot risico is op steekmuggenoverlast bij de omgeving (tabel 4.1). Hier moet worden vermeld dat deze elementen nu ook in de Onlanden voorkomen. Dit betekent dat al grote delen van de Onlanden volgens de risicoanalyse Steekmuggen en Knutten een groot risico hebben op steekmuggenoverlast. Tot op heden zijn er nog geen grootschalige overlastsituaties bekend in de omgeving van de geplande extra waterberging. Hier zijn destijds bij de inrichting van de Onlanden ook maatregelen voor getroffen, zoals het aanbrengen van muggenbulten.

Uitbreiding van de risicovolle elementen bij de extra waterberging zal tijdelijk plaatsvinden voor plas-dras grazig terrein, ondiep open water en droogvallen water. Oeverzones, rietmoeras en bosmoeras zullen niet in oppervlakte groeien aangezien de zeer incidentele overstromingen geen grootschalige veranderingen in de vegetatiestructuren teweeg zullen brengen. In de risicoanalyse wordt uitgegaan van blijvende of terugkerende elementen. Voor de extra waterberging van de Onlanden gaat het bijvoorbeeld bij droogvallend water om een zeer incidentele overstroming, dit is niet hetzelfde als een maandenlange geïnundeerde vlakte die pas vanaf mei opdroogt waar in de risicoanalyse vanuit wordt gegaan. Deze risicoanalyse is daarmee een goede indicatie voor de risicovolle elementen die nu al aanwezig zijn in de Onlanden, maar zijn niet toereikend voor de beoordeling van de extra waterberging. In de volgende paragrafen wordt hier meer op in gegaan.

Tabel 4.1 Risicovolle landschapselementen aanwezig in de Onlanden.

Landschapselement	Risicobeoordeling	Opmerking
Plas-dras grazig terrein	>5	Zowel jaarlijks voorjaars of incidenteel
Oeverzone	3	Incidentele overstroming
Ondiep open water	2	Anders dan zeer voedselrijk en <50% vegetatiebedekking, troebel
Ondiep open water	3	het water is voor >50% begroeid met riet
Ondiep open water	4	het water is zeer voedselrijk en/of is voor >50% bedekt met flab/kroos
Droogvallend water	2	Incidentele overstroming
Droogvallend water	5	Jaarlijks nat in het voorjaar
Rietmoeras	4	Incidentele overstroming
Rietmoeras	>5	Jaarlijks nat in het voorjaar
Bosmoeras	>5	Incidentele overstroming & water regelmatig zuurstofloos en organisch belast
Bosmoeras	2	Incidentele overstroming & water niet regelmatig zuurstofloos en organisch belast
Bosmoeras	>5	Jaarlijkse nat in het voorjaar

4.2 Veranderingen geschikt larvaal leefgebied tijdens inundatie

Op het moment van de extra waterberging zal het aandeel geschikt leefgebied voor steekmuggen veranderen. Hierbij zullen niet alleen grotere delen onder water komen te staan, maar wordt er ook op andere locaties een hogere waterstand verwacht. Dit betekent dat de geïnundeerde vlakten die tijdens het huidige maximum worden gebruikt een andere geschiktheid krijgen voor de ontwikkeling van stekende insecten.

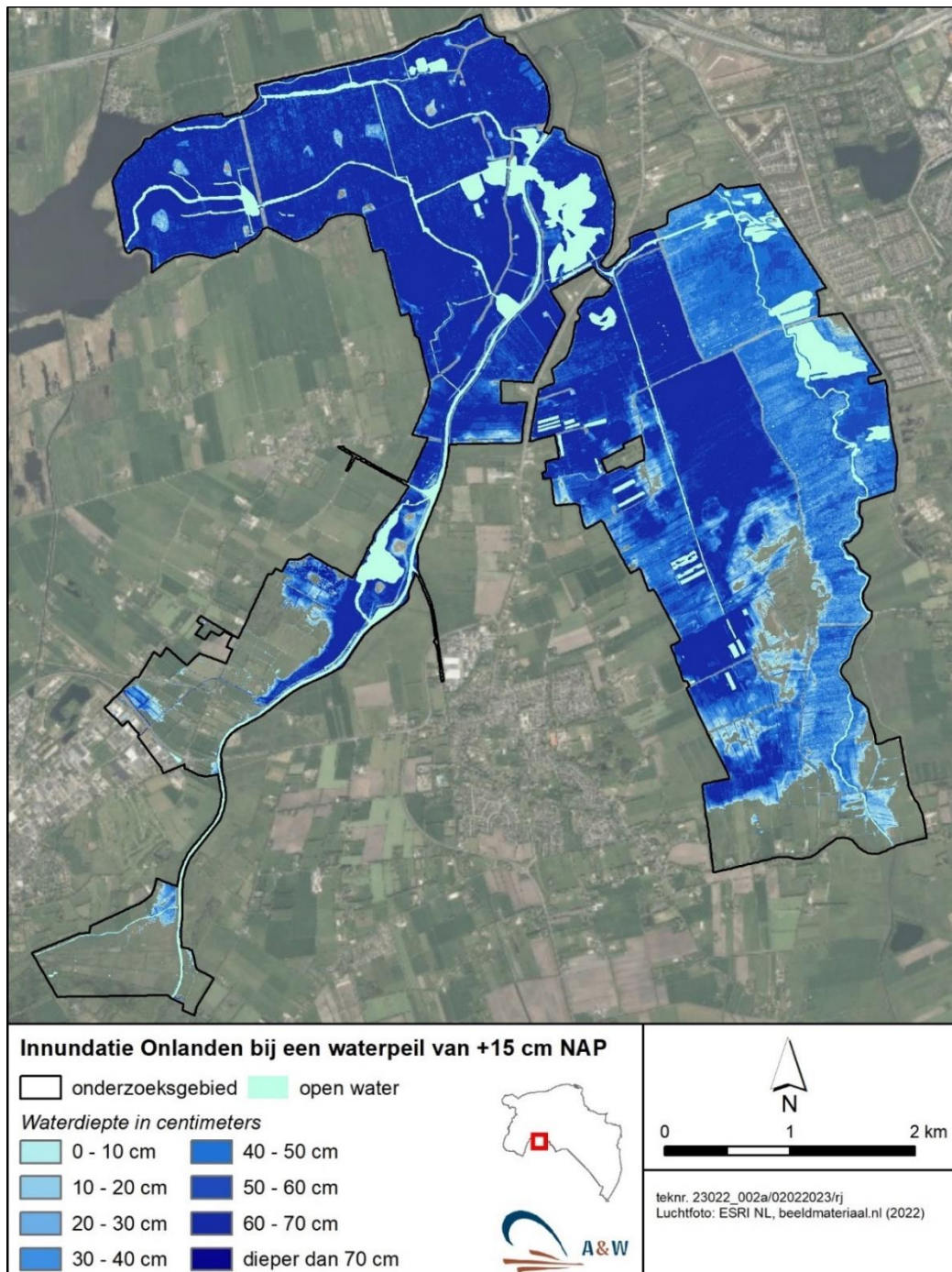
Tabel 4.2 Overzicht oppervlakte inundatie met een waterdiepte tot 50 cm en van meer dan 50 cm in drie scenario's (uitgangssituatie, OR1 en OR3)

Waterdiepte (cm)	Uitgangssituatie (ha)	OR1 (ha)	OR3 (ha)
0-50	1188,2	519,3	534,2
>50	18,4	909,0	900,4
Totaal	1206,6	1428,3	1434,7

In figuur 4.1 is te zien dat in het hele gebied een hogere waterstand wordt voorzien tijdens de extra waterberging. Een groot deel van het oppervlak (>900 hectare) heeft tijdens de inundatie een waterdiepte van meer dan 50 centimeter (tabel 4.2). In deze toestand zal het minder geschikt zijn voor massale ontwikkeling van steekmuggen, aangezien van de meeste soorten de muggenlarven in water met een diepte van rond de 20 cm leven (Kenyeres *et al.*). Soorten als *Culex pipiens* en *Culiseta annulata* kunnen ook in waterstanden van meer dan 60cm voorkomen, maar dit zal doorgaans in lagere dichtheden zijn dan in ondiepere wateren. In Saudi-Arabië bleek *C. pipiens* in urbane gebieden vooral in wateren met waterdieptes van zeven centimeter voor te komen, waar ze vrijwel ontbraken in wateren met een diepte van 50 centimeter (Mo'awia Mukthar Hassan *et al.* 2020). In vergelijking met de uitgangssituatie is het een drastische vermindering in oppervlak van ondiepe wateren (<50cm). Met de huidige waterberging heeft rond de 1100 hectare deze waterdiepte, tijdens het gebruik van extra waterberging wordt dat 500 hectare.

Het is belangrijk dit aspect mee te nemen, aangezien er tijdens de inundatie in vergelijking met de uitgangssituatie volgens deze benadering netto minder geschikt leefgebied voor de massale ontwikkeling van steekmuggen beschikbaar is. De hogere waterstanden zorgen er tevens voor dat er minder geïsoleerde plassen aanwezig zijn tijdens het gebruik van de waterberging. Dit

stimuleert aanwezige roofdieren om zich te verspreiden, wat een drukkende werking heeft op de aanwezigheid van muggenlarven (Rubbo *et al.* 2011, Dalal *et al.* 2017). Tevens zal er in de open gebieden een toename van golfslag zijn door extra windspeling. In de hogere moerasvegetaties en rietlanden zal dit minder prominent aanwezig zijn.



Figuur 4.1 Waterdiepte bij inzet waterberging OR1 (+15cm NAP).

Hoewel er in het hele gebied netto minder ondiepe gebieden aanwezig zullen zijn, tijdens het gebruik van de geplande extra waterberging, zullen er aan de randen nieuwe plekken onder water komen te staan. Dit zijn voor een groot deel plekken waar situaties kunnen ontstaan met ondiep water dat geschikt is voor muggenlarven. De meeste nieuwe geïnundeerde delen zullen

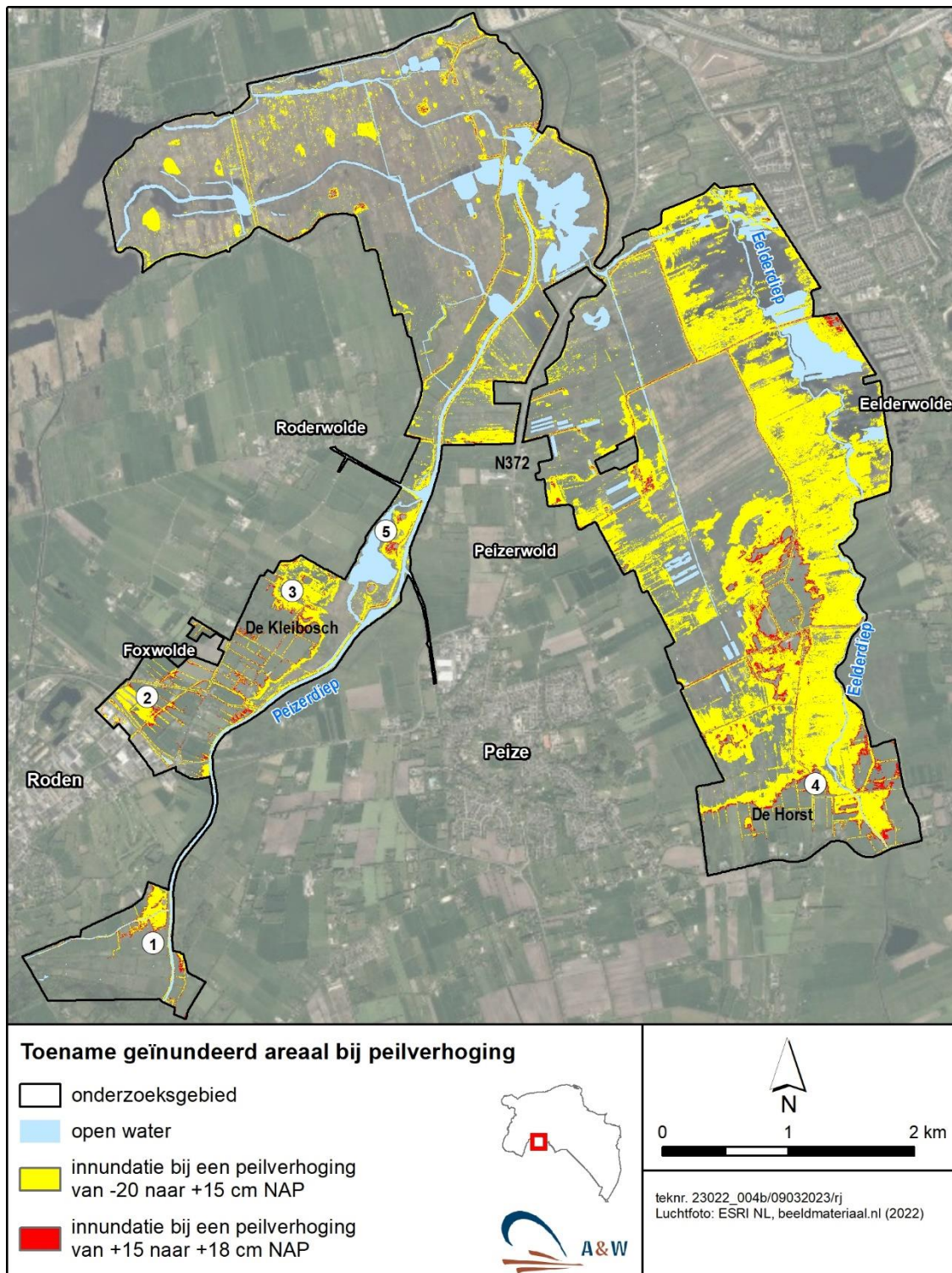
in het centrum van de Onlanden plaatsvinden rond de Noorddijk en de Zuiderdijk. In het zuiden nabij De Horst zullen er laagtes in de graslanden inunderen die op zo'n 260 meter van de dichtstbijzijnde bewoning liggen. Dit zijn vooral plekken waar een waterdiepte van 0-20 centimeter wordt verwacht en geschikt voortplantingsgebied voor steekmuggen ontstaat. Ook bij Foxwolde zal plaatselijk meer ondiep water komen te staan dan in de huidige situatie, zelfs op een aantal plekken op korte afstand van de bebouwing. Ten noorden van De Kleibosch (ten oosten van de Roderwoldeweg) komen er ook meer ondiepere stukken bij. Deze delen zullen geschikter worden voor bos-bewonende steekmuggen zoals *A. communis* en *A. punctor*. Of er op deze locaties sprake zal zijn van plaagsituaties is op voorhand moeilijk te zeggen. Wel bestaan de nieuw te inunderen oppervlakten voornamelijk uit kort gemaaid of begraasd gras. Kort gemaaide of strak begraasde percelen huisvesten minder steekmuggen, in open overstromingsvlakten worden de meeste steekmuggen gevonden bij polvormige grassen die voor structuur zorgen (Östman *et al.* 2015). De delen met pitrus liggen over het algemeen lager en komen grotendeels ook met de huidige waterberging onder water te staan. Voor de meeste soorten zijn deze plekken ongeschikt voor eileg, aangezien hier beschutte structuren ontbreken. Tevens is de inundatie dusdanig onregelmatig (eens in de 25 jaar), dat soorten van overstromingsvlakten zich hier niet op kunnen aanpassen. Er zijn immers geen factoren aanwezig die duiden op jaarlijkse overstromingen. Ook is de verwachting dat knutten zich niet zo snel aanpassen. Aquatische knutten leven meer in randzones, zoals in slibbige oevers, die niet voorkomen in de extra te inunderen gebieden. Voor generalistische soorten steekmuggen zijn deze nieuwe ondiepe plekken wel geschikt. Het gaat hier dan bijvoorbeeld om *Cx. pipiens* en *C. annulata*. Wanneer er in het voorjaar sprake zal zijn van inzet van de extra waterberging in combinatie met hoge temperaturen kunnen deze muggen tot ontwikkeling komen. Echter zijn in het voorjaar het aantal volwassen steekmuggen van deze soorten relatief laag, waardoor ze niet de dichtheden zullen bereiken die in de nazomer aanwezig kunnen zijn.

Naast de open plekken zullen er een aantal ruiger begroeide stukken onder water komen. In het zuidelijke deel bij het Peizerdiep gaat dit om aanzienlijk deel ruige vegetatie. Echter is deze locatie relatief ver verwijderd van bewoning, met de eerste woning op 400 meter afstand. Ten westen van het Eelderdiep is in figuur 4.1 te zien dat er een groot deel extra inundatie wordt verwacht met een waterstand van 30 tot 35 centimeter met enkele ondiepere putjes. Dit gebied heeft een vrij ruige begroeiing en is in de uitgangssituatie ook al grotendeels geïnundeerd. In dit gebied wordt verwacht dat er tussen de rietvegetaties wel geschikte voorplantingsgebieden voor steekmuggen ontstaan, maar dat er door het groter aaneengesloten water en de algehele verhoging van de waterstand geen merkbaar verschil in risico zal zijn ten opzichte van de uitgangssituatie. In het noorden bij de Matsloot zullen weinig nieuwe plekken onder water komen te staan, het gaat hier vooral om de muggenbulten die centraal in het natuurgebied liggen. De wilgen zullen niet volledig onder water komen te staan en behouden hun functie als muggenbult.

Uiteraard is dit een versimpelde afspiegeling van de realiteit. De Onlanden is een divers gebied met verschillende vegetatiestructuren. Tussen hogere vegetaties, zoals riet, pitrus, of wilgenstruweel, kunnen geschikte plekken ontstaan voor steekmuggenlarven. Ondanks dat kan toch worden geconcludeerd dat er naar verwachting geen vergroot risico is op steekmuggenoverlast tijdens de inundatieperiode. We gaan hierbij uit van het volgende:

- Grote oppervlakten zullen een dieper waterpeil krijgen, waardoor er ook minder geïsoleerde wateren zijn dan tijdens de huidige maximale berging. Er zal netto minder geschikt leefgebied worden voor muggenlarven ontstaan.
- De meeste nieuw onder te lopen oppervlakten hebben een kort begraasd karakter en zijn minder geschikt voor vestiging van steekmuggen van overstromingsvlakten.
- De inundatie zal naar verwachting plaatsvinden in de winterperiode (dwz de natste periode). In de echte winterperiode is het risico op muggenoverlast nihil.

- Generalistische huissteekmuggen zijn in de voorjaarsperiode nog weinig aanwezig, waardoor de kans op massale ontwikkeling klein is.
- Locaties met ruigere structuren zijn in de uitgangssituatie ook al geschikt voor steekmuggen of liggen ver van de bebouwde omgeving.



Figuur 4.2 Extra inundatie bij OR1 (geel) en OR3 (rood) ten opzichte van huidig maximaal peil.

4.3 Veranderingen geschikt larvaal leefgebied bij opdroging

De gebieden die met de huidige bergingscapaciteit al onder water komen te staan, zullen tijdens het leeglopen en opdroging dezelfde geschiktheid houden. We gaan er namelijk van uit dat hierbij dezelfde laagtes over zullen blijven ongeacht de oorspronkelijke hoogte van het waterpeil. Bij opdroging zullen aaneengesloten wateren geïsoleerd raken. Voor sommige soorten van overstromingsvlakten, zoals *A. vexans*, is dit het moment dat de eieren uitkomen. Het risico op het voorkomen van deze soorten in de oppervlakten die met de huidige berging overstromen blijft onveranderd.

Met de extra waterberging wordt respectievelijk 221,7 hectare en 228 hectare extra geïnundeerd land verwacht voor OR1 en OR3 ten opzichte van het huidige maximaal. De extra oppervlakten die bij OR3 in vergelijking met OR1 extra onderwater komen zijn verspreid over het hele onderzoeksgebied (figuur 4.2). Doordat dit zo verspreid ligt is er qua risico op steekmuggenoverlast geen verschil tussen deze twee oplossingsrichtingen.

Voor de gebieden die alleen tijdens de extra waterberging onder water lopen, hebben we te maken met een kans op uitbreiding van geschikt leefgebied tijdens de opdrogingsperiode. Dit gaat vooral om diepere laagtes waar water achter blijft staan. Het AHN heeft niet het detailniveau waarmee kleine oppervlakten aan laagtes in het maaiveld kunnen worden bekeken. Het is waarschijnlijk dat de extensief beheerde percelen een heterogeen oppervlak hebben met voldoende plekken waar water kan blijven staan. In het hoofdsceario gaan we uit van een leeglooptijd van 10 dagen, het is onbekend hoelang het precies zal duren voordat alle laagtes ook leeg zijn gelopen of opgedroogd. Zoals aangegeven in de vorige paragraaf zijn juist in deze gebieden geschikte wateren voor de ontwikkeling van generalistische soorten steekmuggen. Wanneer het water 10 dagen blijft staan en het hierna nog enkele dagen duurt voordat de laagste delen zijn opgedroogd, kan dit net genoeg zijn voor de volledige ontwikkeling van steekmuggen. Deze komen dan iets dichterbij de bewoning te liggen dan met het huidige waterpeil. Op basis van de eerdergenoemde redenen is er geen sprake van een vergroot risico op steekmuggenoverlast tijdens de leegloofase wanneer dit in maart-april voorkomt.

4.4 Beoordeling worst-case scenario's

Binnen de twee aangenomen oplossingsrichtingen beoordelen we het risico in vier verschillende scenario's. Zoals aangegeven is het verschil tussen OR1 en OR3 verwaarloosbaar. De beoordeling van de vier scenario's is daarmee gelijk voor beide oplossingsrichtingen. Vanwege de geringe kans van het voorkomen van verschillende worst-case scenario's op hetzelfde moment is er gekozen om deze scenario's niet te stapelen. Dit betekent bijvoorbeeld dat het risico niet wordt beoordeeld voor inzet van het bergingsgebied in twee opeenvolgende jaren én dat deze ook nog plaatsvinden in de kritische periode voor flora en fauna.

De kritische periode voor flora en fauna valt voor een groot deel in de zomerperiode (april-september). In de echte winterperiode is het risico op muggenoverlast nihil. In deze risicobeoordeling gaan we ervan uit dat buiten de kritische periode het waterbergingsgebied wordt ingezet in de voorjaarsperiode, maart-april. Dit doen we aangezien dit, in tegenstelling tot ingebruikname in de periode september-februari, wanneer temperaturen doorgaans te laag zijn voor massale muggenontwikkeling.

- Inzet van het bergingsgebied in twee opeenvolgende jaren.

Wanneer het bergingsgebied in twee opeenvolgende jaren in wordt ingezet, gaan we ervan uit dat dit twee keer in dezelfde periode (maart-april) gebeurt. Het risico op steekmuggenoverlast is in dit scenario iets groter dan in het normale scenario. Dit komt doordat de gebieden, die eerder zijn ondergelopen, na droogval door soorten van het geslacht *Aedes* kunnen zijn gebruikt om hier eieren te leggen. In het tweede jaar kunnen deze eieren uitkomen. Dit scenario zal daarmee een iets groter risico op overlast met zich meebrengen, vooral in de laagste delen van de nieuw te inunderen gronden. Hierbij moet wel gemeld worden dat dit risico slechts iets groter is dan de uitgangssituatie. In vele gevallen zullen de geïnundeerde gronden namelijk niet direct geschikt zijn voor deze soort muggen en het is onbekend of deze gronden worden herkend als geschikt ovipositieplek.

- Inzet van het bergingsgebied in de zomerperiode (kritische periode flora, fauna).

Met de inzet van de extra waterberging in de zomerperiode (mei-september) zal het risico op muggenoverlast toenemen. Hoewel er in dit scenario alsnog een groot deel van het onderzoeksgebied te maken zal krijgen met een dieper waterpeil, zal dit water wel sneller opwarmen. De zomerperiode is gunstig voor soorten van overstromingsvlakten en minder kritische soorten zoals *Cx. pipiens* en *C. annulata*. Het opwarmende water zorgt er ook voor dat de ontwikkeling van larven naar volwassen steekmuggen kan plaatsvinden binnen tien dagen.

Hierbij moet wel rekening worden gehouden dat dit voor *Aedes* soorten minder van belang is wanneer aangezien we te maken hebben meer een zeer incidentele overstroming (25 jaar). Hoewel eieren van sommige soorten wel tot vijf jaar kunnen overleven, is het wel van belang dat de eieren op plekken worden gelegd die regelmatig overstromen. Plekken die slechts eens in de 25 jaar onder water komen te staan, zullen niet de abiotische factoren beschikken die geschikt voor de afzet van eieren.

In dit scenario is er sprake van een verhoogd risico op overlast van huissteekmuggen nabij Foxwolde en de Hors (figuur 4.2). Mogelijk is er ook een verhoogd risico op moerassteekmuggen in Eelderwolde, vanwege geschikte moerasige vegetaties rond het Eelderdiep en de daaraan gekoppelde potentiële uitbreiding van larvaal leefgebied.

- In hetzelfde jaar tweemaal inzet van het bergingsgebied, waarbij het bergingsgebied in de tussentijd leegloopt.

Wanneer het bergingsgebied twee keer wordt ingezet in éénzelfde jaar gaan we uit dat dit gebeurt in de voorjaarsperiode. De leeglooptijd blijft hetzelfde, wat ongunstig is voor de meeste soorten in deze tijd van het jaar. Er wordt ingeschat dat het twee keer inzetten van het bergingsgebied in de voorjaarsperiode niet tot een vergroot risico op steekmuggen zal leiden, aangezien de eerste keer al vroeg in het voorjaar zal plaatsvinden. Voor de meeste soorten zal dit met een uitlooptijd van tien dagen niet voldoende zijn om zich aan te passen aan de veranderende situatie.

- Inzet van het bergingsgebied met een leeglooptijd van 15 en 20 dagen i.p.v. 10 dagen.

Wanneer de extra waterberging wordt ingezet in het voorjaar en de leeglooptijd 15 tot 20 dagen zal zijn, is er een vergroot risico op steekmuggenoverlast. Dit risico zal vooral aanwezig zijn bij de Horst, Peizerwold en Foxwolde. Door de langere uitlooptijd hebben steekmuggen meer tijd om zich tot volwassen mug te ontwikkelen, zeker met de lagere temperaturen die te verwachten zijn in het voorjaar.

4.5 Beschrijving risicogebieden

Eelderdiep

Rond het Eelderdiep zijn in de huidige situatie droogvallende ondiepe wateren aanwezig met een dikke sliblaag. Tevens zijn hier uitgestrekte rietmoerassen aanwezig die inunderen vanuit oude slootpatronen. Met de AHN is te zien dat er veel geïsoleerde laagtes aanwezig zijn, die in de uitgangssituatie ook al zeer geschikt zijn voor muggen. Deze gebieden liggen op zeer korte afstand van de bebouwde kom. Door de huidige geschiktheid voor steekmuggen wordt er in geen scenario een vergroot risico op steekmuggen verwacht in vergelijking met de uitgangssituatie.

Zuidelijk Peizerdiep

In het meest zuidelijke deel van het onderzoeksgebied (nr. 1 in figuur 4.2) zijn ruigere vegetaties aanwezig, waar in de scenario's met een langere leeglooptijd en inzet in de zomerperiode meer geschikt leefgebied ontstaat voor de ontwikkeling van steekmuggen. De afstand tot woningen is hier echter dusdanig (> 250 m) dat er geen vergroot risico aanwezig is.

Foxwolde & De Kleibosch

Bij Foxwolde inunderen grotere delen dan in de uitgangssituatie (nr. 2 in figuur 4.2). Tevens lijken de sloten hier meer uit de oevers te treden waardoor er geïsoleerde tijdelijke plassen kunnen ontstaan. Hier zijn tijdens de scenario's in de zomerperiode en met een langere uitlooptijd meer steekmuggen te verwachten.

Bij de Kleibosch (nr. 3 in figuur 4.2) zal het ook geschikter worden voor bossoorten, echter is dit gebied in de huidige situatie al zeer geschikt. Hierdoor is er geen vergroot risico op steekmuggenoverlast in een van de scenario's.

De Horst

In de zuidoostelijke zijde van het onderzoeksgebied (nr. 4 in figuur 4.2) zullen tijdens de inzet van de extra waterberging meer plekken inunderen die dicht bij de bewoning liggen. In de scenario's van de inzet in de zomer en een langere leeglooptijd zal dit leiden tot een vergroot risico op steekmuggenoverlast. Het zal hierbij voornamelijk gaan om generalistische soorten steekmuggen.

Peizerwold

Bij Peizerwold, ten westen van de N372 (nr. 5 in figuur 4.2), zal een ruige pitrusvegetatie inunderen bij de inzet van de waterberging. De dichtstbijzijnde woning is op 100 meter afstand van deze laagte. Tijdens inzet van het bergingsgebied in de zomerperiode of bij een uitlooptijd van 15-20 dagen in het voorjaar kan dit tot een vergroot risico op steekmuggenoverlast leiden. In het voorjaar zal dit gaan om *Aedes*-soorten, waarschijnlijk *A. cinereus* en in de zomer *C. pipienes*.

Overlast

Uit dit hoofdstuk komt naar voren dat er op een aantal plekken in het onderzoeksgebied een vergroot risico aanwezig is op steekmuggenoverlast. Een vergroot risico betekent niet direct dat er ook overlast zal plaatsvinden. Overlast is niet een objectief begrip en is moeilijk te meten. Wanneer er in de geschetste situaties op deze plekken een vergrootte productie van steekmuggen zal plaatsvinden én deze zich richting omliggende woningen verplaatsen zal dit alsnog van korte duur zijn. Doordat het gebied relatief snel weer leegloopt, zijn de geschikte voortplantingslocaties slechts een korte tijd beschikbaar, waardoor de muggenpopulaties weer snel terug zullen lopen.

5 Conclusie

Op basis van de risicoanalyse kan het volgende worden geconcludeerd:

Is er als gevolg van de aanvullende waterschijf extra muggenoverlast te verwachten?

De kritische periode voor flora en fauna valt voor een groot deel in de zomerperiode (april-september). In de echte winterperiode is het risico op muggenoverlast nihil. In deze risicobeoordeling gaan we ervan uit dat buiten de kritische periode het waterbergingsgebied wordt ingezet in de voorjaarsperiode, maart-april. Dit doen we aangezien dit, in tegenstelling tot ingebruikname in de periode september-februari, wanneer temperaturen doorgaans te laag zijn voor massale muggenontwikkeling.

Tijdens de inundatieperiode van 10 dagen zal er geen extra muggenoverlast worden verwacht aangezien de inundatie in de meeste scenario's wordt verwacht in de voorjaarsperiode. In deze periode is 10 dagen een te korte tijd voor massale ontwikkeling van steekmuggen. Tevens zorgt het extra waterpeil over het hele gebied voor een afname van ondiep en geïsoleerd water.

Na het teruglopen van het water op meerdere plekken ondiepe plekken ontstaan die geschikt zijn voor de ontwikkeling van steekmuggen. In het scenario van de inzet van het bergingsgebied in de zomerperiode en het scenario met een langere leeglooptijd zal hier een vergroot risico ontstaan op muggenoverlast. De meest risicovolle locaties zijn besproken in paragraaf 4.5 en spelen alleen bij de worst case scenario's.

Is er verschil tussen OR1 en OR3 t.a.v. de muggenoverlast?

Het verschil in geïnundeerde oppervlakten tussen OR1 en OR3 is zeer nihil. Het oppervlak wordt evenredig verdeeld over het onderzoeksgebied en zal daarmee plaatselijk slechts voor een kleine uitbreiding van geschikt leefgebied voor muggen zorgen. Aangezien een groot deel van de Onlanden in de uitgangssituatie en in OR1 voldoende geschikt leefgebied voor steekmuggen creëert, zal de extra inundatie een verwaarloosbaar effect hebben op het risico op steekmuggenoverlast ten opzichte van OR1.

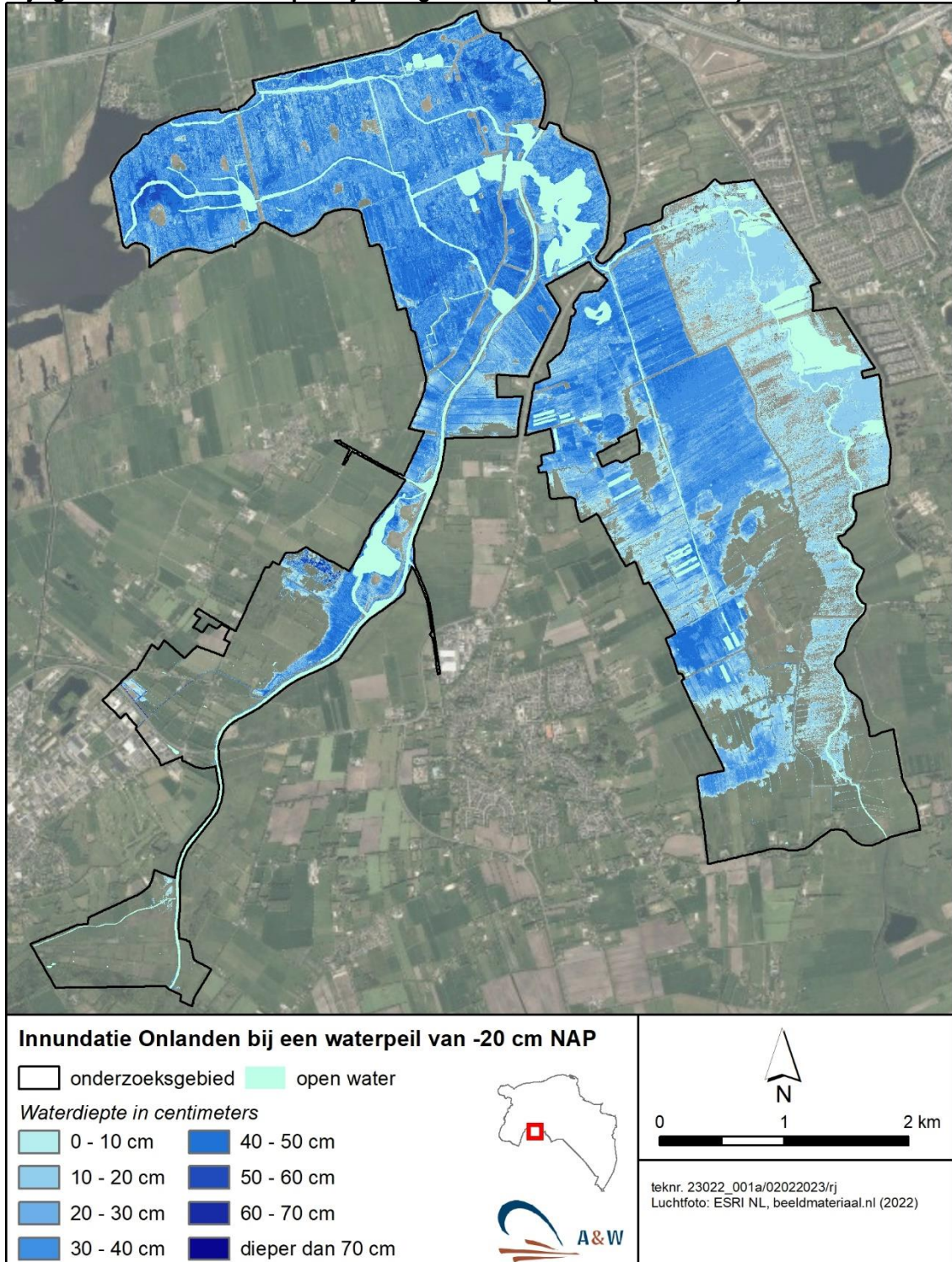
6 Literatuur

- Becker N., Ludwig M. & Su T. 2018. Lack of Resistance in *Aedes vexans* Field Populations After 36 Years of *Bacillus thuringiensis* subsp. *Israelensis* Applications in the Upper Rhine Valley, Germany. *Journal of the American Mosquito Control Association*, Vol. 34 (2), pp. 154-157.
- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Madon, M., Dahl, C., & Kaiser, A. (2020). *Mosquitoes and their control, third edition*. Springer Science & Business Media
- Dalal A., Cuthbert R. N., Dick J. T. A., Gupta S. 2017. Water depth-dependent notonectid predatory impacts across larval mosquito ontogeny. *Pest Management Science*, Volume 75, Issue 10 p. 2610-2617
- František R., Imrichová, K & Šebesta O. 2007. Seasonal comparisons of the mosquito fauna in the flood plains of Bohemia and Moravia, Czech Republic. *European Mosquito Bulletin*, 23(2007), 10-16. *Journal of the European Mosquito Control Association*.
- Golding N., Nunn M. A. & Purse B. V. 2015. Identifying biotic interactions which drive the spatial distribution of a mosquito community. *Parasites Vectors*, vol. 8, 367
- Ibañez-Justicia A., Stroo A., Dik M., Beeuwkes J. & Scholte E. J. 2015. National Mosquito (Diptera: Culicidae) Survey in The Netherlands 2010–2013. *Journal of Medical Entomology*, Vol. 52, Issue 2, Pages 185–198
- Kenyeres, Z., Bauer, N. T., Tóth, S., & Sáringer-Kenyeres, T. 2011. Habitat requirements of mosquito larvae. *Romanian Journal of Biology-Zoology*, 56(2), 147-162.
- Lindström A, Eklöf D, Lilja T. 2021. Different Hatching Rates of Floodwater Mosquitoes *Aedes sticticus*, *Aedes rossicus* and *Aedes cinereus* from Different Flooded Environments. *Insects*, 12(4):279.
- Liu X, Baimaciwang, Yue Y, Wu H, Pengcuociren, Guo Y, Cirenwangla, Ren D, Danzenggongga, Dazhen, Yang J, Zhaxisangmu, Li J, Cirendeji, Zhao N, Sun J, Li J, Wang J, Cirendunzhu, Liu Q. 2019. Breeding Site Characteristics and Associated Factors of *Culex pipiens* Complex in Lhasa, Tibet, P. R. China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(8):1407.
- Mo'awia Mukhtar Hassan, N. D., Al-Atawi, A. A. S., Kaabi, M. A. M. M., Alatawi, S. S. E., Haider, N. A. H., & Al-Atawi, A. A. M. (2020). Characterization and distribution of larval habitats of *Culex pipiens* complex (diptera: culicidae) vectors of west Nile virus in Tabuk town, Saudi Arabia. *International Journal of Mosquito Research*, 7(5), 60-68.
- Östman Ö., Wengström Å., Gradin U., Wissman J., Schäfer M. & Lundström J. O. 2015. Lower abundance of flood water mosquito larvae in managed wet meadows in the lower Dalälven floodplains, Sweden. *Wetlands Ecology and Management*, vol. 23, pp. 257–267
- Rubbo, M. J., Lanterman, J. L., Falco, R. C., & Daniels, T. J. 2011. The influence of amphibians on mosquitoes in seasonal pools: can wetlands protection help to minimize disease risk?. *Wetlands*, 31, 799-804.
- Schäfer M. L. & Lundström J. O. 2006. Different responses of two floodwater mosquito species, *Aedes vexans* and *Ochlerotatus strictus* (Diptera: Culicidae), to larval habitat drying. *Journal of Vector Ecology*, Vol. 31 (1), p. 123-128
- Sharkey K. R., Sjorgren R. D. & Kulman H. M. 1988. Larval Densities of *Aedes vexans* (Diptera: Culicidae) and Other Mosquitoes in Natural Plant Habitats of Minnesota Wetlands. *Environmental Entomology*, Vol. 17 (4), pp. 660-663
- Strelková L. & Halgoš J. 2012. Mosquitoes (Diptera, Culicidae) of the Morava River floodplain, Slovakia. *Cent. Eur. J. Biol.*, 7(5)
- Verdonschot, P., Besse-Lototskaya, A. 2012. Leidraad Risicomanagmet Overlast Steekmuggen en Knutten. Alterra-rapport 2298, Onderdeel van Wageningen UR, Wageningen.

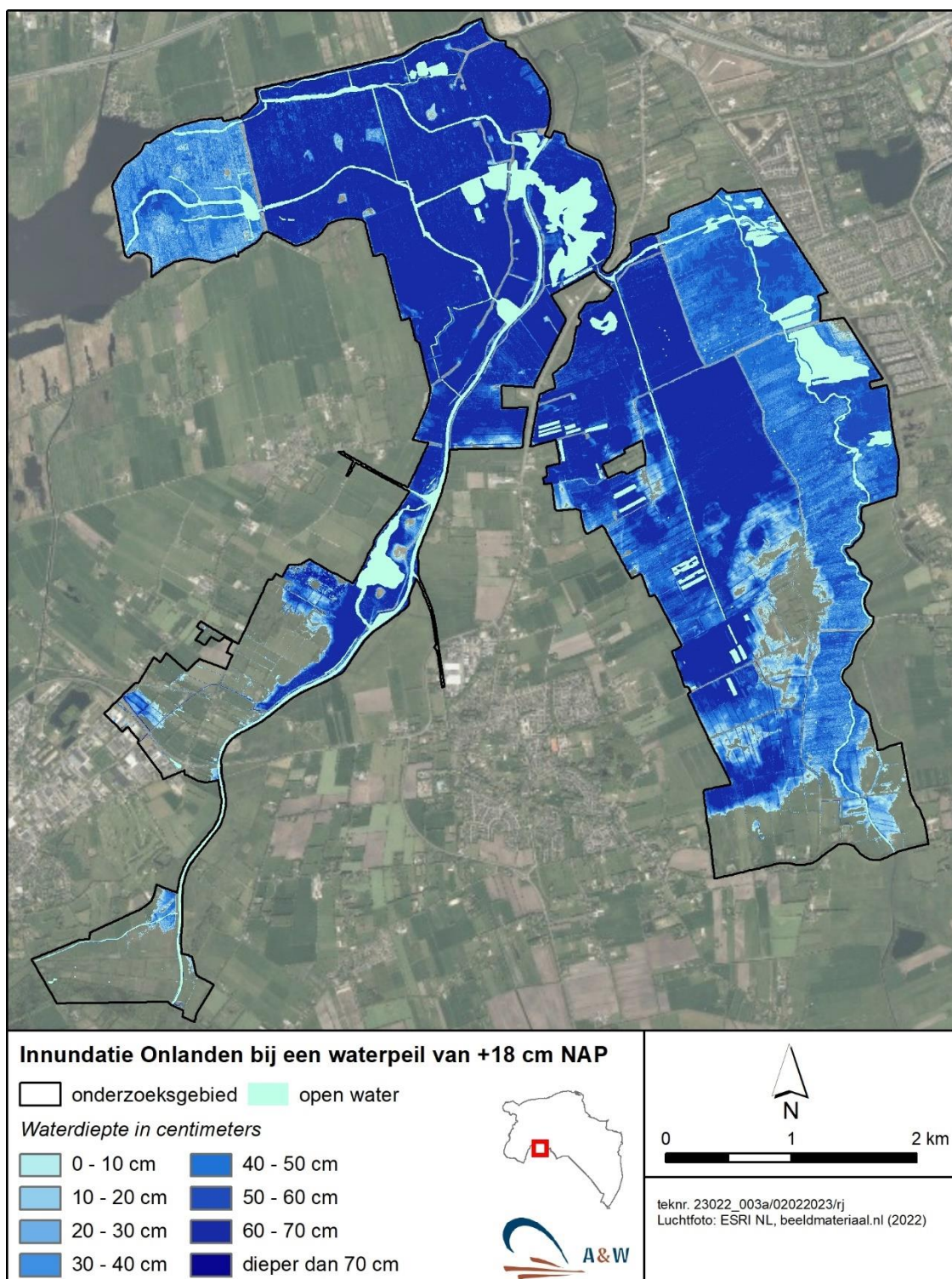
- Verdonschot P. F. M. & Besse-Lototskaya A. A. 2014. Flight distance of mosquitoes (Culicidae): A metadata analysis to support the management of barrier zones around rewetted and newly constructed wetlands). *Limnologica*, Vol. 45, pp. 69-79
- Verdonschot P.F.M. & Dekkers T.B.M. 2017. Vijf jaar monitoring (2013 t/m 2017) van stekende insecten in de Onlanden. Notitie Zoetwaterecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 61 pp.
- Wegner E. 2009. The characteristics of the most troublesome mosquito species (Diptera: Culicidae) in Poland. *Fragmenta Faunistica*, Vol. 52 (2): 157-179
- Yadav P., Foster W. A., Mitsch W. J. & Grewal P. S. 2012. Factors affecting mosquito populations in created wetlands in urban landscapes. *Urban Ecosystems*, vol. 15(2)

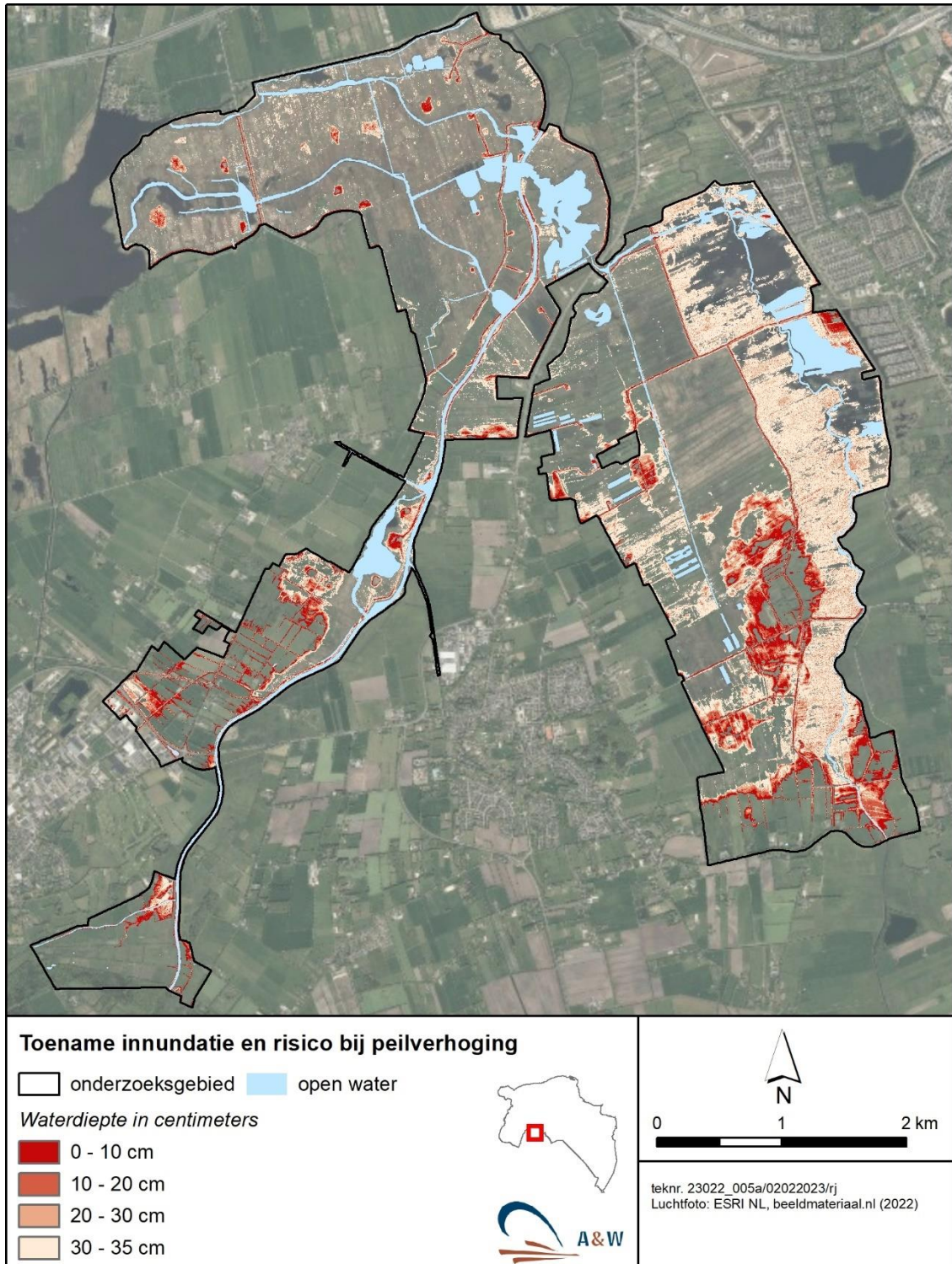
Bijlage 1 Inundatiekaarten

Bijlage 1.1 Waterdiepte bij huidig maximaal peil (-0.20cm NAP)



Bijlage 1.2 Waterdiepte bij OR3 (+0.18cm NAP)



Bijlage 1.3 Waterdieptes van extra inundatie bij een peilverhoging van +0.38NAP

Adres

Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden
Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl

www.altwym.nl

Adres Amsterdam

Gebouw Matrix II,
Science Park 400/K1.08/1.09
1098 XH Amsterdam