



ALTERRA

WAGENINGEN UR



Heikikkers in Meerstad

Toepassing van het model LARCH op de heikikker (*Rana arvalis*) in het project Meerstad als onderbouwing voor een duurzame instandhouding van deze soort

Alterra-rapport 2342
ISSN 1566-7197

F.G.W.A. Ottburg, R. Pouwels en H.A.H. Jansman

Heikikkers in Meerstad

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Bureau Meerstad in het kader van ontwikkeling Meerstad.

Heikikkers in Meerstad

Toepassing van het model LARCH op de heikikker (*Rana arvalis*) in het project Meerstad als onderbouwing voor een duurzame instandhouding van deze soort

F.G.W.A. Ottburg, R. Pouwels en H.A.H. Jansman

Alterra-rapport 2342

Alterra Wageningen UR
Wageningen, 2012

Referaat

Ottburg, F.G.W.A., R. Pouwels en H.A.H. Jansman, 2012. Heikikkers in Meerstad; Toepassing van het model LARCH op de heikikker (*Rana arvalis*) in het project Meerstad als onderbouwing voor een duurzame instandhouding van deze soort. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2342. 56 blz.; 15 fig.; 4 tab.; 47 ref.

Ten oosten van de stad Groningen wordt het gebied Meerstad ontwikkeld voor 6500 woningen in het concept 'wonen op en aan het water'. In het ontwikkelingsgebied komt de beschermde heikikker voor. Bij de ontwikkeling van Meerstad gaat leefgebied van deze soort verloren en het is de vraag of de regionale populatie daardoor duurzaam zal kunnen overleven. Alterra is gevraagd om aan te geven of de populatie heikikkers in Harksteder Broeklanden wel of niet een essentieel onderdeel is van de metapopulatie heikikker in en rond Meerstad. Daarnaast is Alterra gevraagd om middels toepassing van het kennisstelsel LARCH te komen tot een voorstel van maatregelen voor een ruimtelijke configuratie van gebieden ter instandhouding van een duurzame populatie heikikkers in Midden-Groningen in relatie tot het project Meerstad. Bureau Meerstad wil dit bereiken door investeringen in de vorm van mitigatie- en compensatiemaatregelen, zoals habitatplekken en ecologische verbindingzones.

Trefwoorden: barrière, corridor, duurzaamheid, ecologisch infrastructuur, ecologische verbindingzone, habitat, heikikker, kerngebied, LARCH, metapopulatie, ontsnippering, *Rana arvalis*, sleutelgebied, sleutelpopulatie, versnippering.

Foto's omslag: boven een overzicht plangebied Meerstad. Foto Fabrice Ottburg. Onder heikikkers in paartijd. Foto Martijn van Loo. Foto's Fabrice Ottburg tenzij anders vermeld.

ISSN 1566-7197

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

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

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

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

Alterra-rapport 2342

Wageningen, September 2012

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	11
2 Soortprofiel Heikikker	13
2.1 Kenmerken	13
2.2 Verspreiding	14
2.2.1 Verspreiding in Groningen	14
2.3 Habitat	15
2.4 Home range en dispersie	16
2.5 Populatiegrootte en maximale dichtheden	18
2.6 Inteelt en de uitsterfspiraal	18
2.7 Bedreigingen voor de heikikker	20
2.8 Ligging plangebied Meerstad	21
2.9 Barrières in het plangebied Meerstad	22
2.10 Richtlijnen voor aanleg en onderhoud van voortplantingswateren	24
2.11 Richtlijn voor ecologische verbindingzones	25
2.12 Mitigerende maatregelen	26
3 LARCH29	
3.1 Analysemethode LARCH in het algemeen	29
3.2 Rekenmethode LARCH	30
3.3 Evalueren ecologische netwerken	31
4 LARCH-resultaten	35
4.1 Huidige situatie van de heikikker in het plangebied Meerstad	35
4.2 Scenario 0 tot en met 5	37
4.2.1 Scenario 0	38
4.2.2 Scenario 1	39
4.2.3 Scenario 2	40
4.2.4 Scenario 3	41
4.2.5 Scenario 4	42
4.2.6 Scenario 5	43
5 Conclusies	45
6 Aanbevelingen	47
Dankwoord	49
Literatuur	51
Bijlage 1. Begrippenlijst	55

Samenvatting

Ten oosten van de stad Groningen wordt het gebied Meerstad ontwikkeld, waar mogelijk 6500 woningen zullen worden gebouwd. Initiatiefnemer hiervoor is Bureau Meerstad. In het ontwikkelingsgebied komen heikikkers voor, een beschermde diersoort die voorkomt in bijlage IV van de Habitatrichtlijn en in bijlage II van de Bern Conventie. Bij de ontwikkeling van Meerstad gaat leefgebied (habitat) van deze soort verloren en het is de vraag of de regionale populatie daardoor duurzaam kan overleven.

Bureau Meerstad heeft door Stichting Ravon (Reptielen Amfibieën Vissen Onderzoek Nederland) onderzoek laten uitvoeren naar het voorkomen van heikikkers in het ontwikkelingsgebied. Vastgesteld werd dat heikikkers verspreid over het gebied voorkomen en dat er twee grote concentraties zijn: in de Harksteder Broeklanden en in het natuurgebied Rijpema. Uit een andere belangrijke populatie te Driemerenweg zijn al de heikikkers weggevangen (en verplaatst naar Rijpema en omgeving) omdat het gebied werd bebouwd. Bij het onderzoek is alleen naar de voortplantingsactiviteit gekeken; er is geen onderzoek gedaan naar de plaatsen waar de dieren in de zomer en in de winter verblijven. De conclusie van Stichting Ravon (Van Rijsewijk en Spitzen-Van der Sluijs, 2008) was dat de Harksteder Broeklanden populatie een essentieel onderdeel is van het netwerk van populaties in het gebied en daarom werd geadviseerd om de Harksteder Broeklanden als geheel te behouden. Dit heeft grote gevolgen voor de uitvoering van het ontwikkelingsplan.

Alterra is gevraagd de bevindingen van Stichting Ravon te toetsen, vooral of de conclusie klopt dat de Harksteder Broeklanden populatie een essentieel onderdeel is van de metapopulatie heikikkers in en rond Meerstad.

Daarnaast is Alterra gevraagd om middels toepassing van het kennissysteem LARCH (Landschapsecologische Analyse en Ruimtelijke Configuratie van Habitat) te komen tot een voorstel van maatregelen voor een ruimtelijke configuratie van gebieden ter instandhouding van een duurzame populatie heikikkers in Midden-Groningen in relatie tot het project Meerstad. Dit kan worden bereikt door investeringen in de vorm van mitigatie- en compensatiemaatregelen, zoals habitatplekken en ecologische verbindingzones. De voorliggende studie geeft advies wat Bureau Meerstad het beste kan doen om de heikikker te behouden in relatie tot de ontwikkeling van het gebied Meerstad.

Het kennissysteem LARCH is gebaseerd op het concept van metapopulaties en berekent voor versnipperinggevoelige diersoorten de benodigde habitatgrootte en de duurzaamheid van hun habitatnetwerken. Het type uitspraken dat met LARCH over de heikikker wordt gedaan, betreft vooral de ruimtelijke structuur van het plangebied Meerstad in relatie tot de EHS (Ecologische Hoofd Structuur). Deze ligt ten oosten van het plangebied.

Er zijn zes belangrijke stappen, scenario nul tot en met vijf, doorlopen met LARCH die leiden tot concrete voorstellen hoe men kan omgaan met de heikikker in het plangebied Meerstad en de naast gelegen EHS.

Scenario 0.

In dit scenario wordt de nulsituatie vastgesteld voordat de Driemerenweg verdween. Dit geeft inzicht in het aantal netwerken, de duurzaamheid en de grootte van de populaties in het studiegebied.

Scenario 1.

Dit is de huidige situatie waarin de Driemerenweg als gebied voor de heikikkers is verdwenen en de bekende compensatiegebieden voor de heikikkers zijn gerealiseerd. Dit scenario vormt de basis voor de scenario's 2 tot en met 5.

Scenario 2.

In dit scenario verdwijnt Harksteder Broeklanden voor de heikikker en worden er géén ecologische verbindingzones gerealiseerd.

Scenario 3.

In dit scenario verdwijnt Harksteder Broeklanden voor de heikikker, maar worden er wel ecologische verbindingen gerealiseerd aan de zuidkant van het plangebied. Op hoofdlijnen van 'Kerkepad naar Middelbert', via 'Eemspoort', 'Westerbroek' richting de EHS naar 'Woudsbloem Ae's', 'Woudbloem' en noordelijker.

Scenario 4.

Harksteder Broeklanden blijft gehandhaafd voor de heikikkers en er worden ecologische verbindingzones, twee stuks, gerealiseerd tussen Harksteder Broeklanden en Rijpema.

Scenario 5.

Harksteder Broeklanden blijft gehandhaafd voor de heikikkers en vanuit 'Kerkepad naar Middelbert' wordt een ecologische verbinding aan de noordzijde van het Slochterdiep gezocht. Van hieruit loopt deze verbinding terug naar Harksteder broeklanden en via 'Rijpema' richting de EHS bij 'Woudbloem' en noordelijker.

Scenario 5a.

Een variant op scenario 5 is scenario 5a. In dit scenario wordt ten westen van Harksteder Broeklanden een knip gelegd in het duurzame netwerk van scenario 5 en wordt ervoor gekozen om de gebieden ten westen van deze 'knip' op te geven voor de heikikker.

Er zijn geen scenario's doorgevoerd met daarin de Ecologische Hoofd Structuur (EHS) van Zuidlaardermeer naar Midden Groningen. De EHS, toegespitst op de heikikker, zou een groter geheel kunnen vormen met de heikikkers van Meerstad mits er goede ecologische verbindingzones worden gerealiseerd voor de heikikker.

Om de stappen te doorlopen zijn voor de betrokken soort ecologische inzichten nodig zoals dispersie- en migratieafstanden, populatiedichtheden, huidige verspreiding en potentiële habitatplekken. Deze worden beschreven in hoofdstuk 2 'Soortprofiel heikikker'. Op basis van deze beschrijvingen en hoofdstuk 3 'LARCH' wordt geconcludeerd dat een kernpopulatie, in de LARCH-terminologie beter bekend als sleutelgebied, bij heikikkers uit minimaal 1000 volwassen dieren moet bestaan. De oppervlakten van een sleutelgebied (kernleefgebied) voor Heikikkers in het plangebied moet minimaal 500 ha zijn. Deze oppervlakte houdt er rekening mee dat het leefgebied ingebed is in het agrarisch landschap. Als voorwaarde voor een duurzame populatie moet de 500 ha aan leefgebied zowel landhabitat in de vorm van populierenopstanden, wilg-opstanden, hoog geaccidenteerd terreinendelen en extensief begroeid grasland als ook voortplantingswateren in de vorm van rietmoerasjes, rietsloten, slecht onderhouden deels verlande sloten, waterhoudende laagtes in pitrusvelden en poelen bevatten. De bovenstaande vuistregel geeft de eisen van een sleutelgebied weer. Op deze vuistregel worden de LARCH-aanname inclusief lokale uitsterfkans toegepast. De uitkomst hiervan geeft aan wanneer een (netwerk)populatie duurzaam is. Er wordt daarbij vanuit gegaan dat er binnen dit netwerk geen barrières meer aanwezig zijn en dat gebieden niet meer versnipperd zijn.

De twee belangrijkste conclusies zijn:

1. Harksteder Broeklanden vormt voor de heikikker één van de vier sleutelgebieden in de metapopulatiestructuur zoals die aanwezig zijn. Voor deze metapopulatiestructuur met 3000-4000 Reproductieve Eenheden (RE) ofwel 6000-8000 volwassen heikikkers is Harksteder Broeklanden essentieel en dient daarom als geheel te worden behouden.
2. Van de gedraaide LARCH scenario's benadert alleen scenario 5 de uitgangssituatie zoals deze is beschreven in scenario 0, de nulmeting. Met de handhaving van Harksteder Broeklanden en het realiseren van een corridor met stapstenen worden alle gebieden aan elkaar 'geknoopt'. Dit zorgt ervoor dat de gebieden ten noorden van het Slochterdiep voor het eerst in de analyses duurzaam worden. In combinatie met de te realiseren verbindingen en het behoud van de drie sleutelgebieden (Harksteder Broeklanden, Rijpemaas en Woudbloem) wordt een metapopulatie gehandhaafd die 3000-4000 RE ofwel 6000-8000 volwassen heikikkers bevat. Dit scenario biedt tevens de beste mogelijkheden om in de toekomst de heikikkers eenvoudiger en sneller te laten aansluiten op potentiële en al aanwezige leefgebieden in de Ecologische Hoofd Structuur (EHS) ten oosten van het plangebied.

1 Inleiding

Ten oosten van de stad Groningen wordt het gebied Meerstad ontwikkeld, waar mogelijk 6500¹ woningen zullen worden gebouwd. In het ontwikkelingsgebied komen heikikkers voor, een beschermde diersoort die voorkomt in bijlage IV van de Habitatrichtlijn en in bijlage II van de Bern Conventie. Bij de ontwikkeling van Meerstad gaat leefgebied (habitat) van deze soort verloren en het is de vraag of de regionale populatie daardoor duurzaam zal kunnen overleven.

Bureau Meerstad heeft door Stichting Ravon (Reptielen Amfibieën Vissen Onderzoek Nederland) onderzoek laten uitvoeren naar het voorkomen van heikikkers in het ontwikkelingsgebied. Vastgesteld werd dat heikikkers verspreid over het gebied voorkomen en dat er twee grote concentraties zijn: in de Harksteder Broeklanden en in het natuurgebied Rijpema. Uit een andere belangrijke populatie te Driemerenweg zijn de heikikkers al weggevangen (en verplaatst naar Rijpema en omgeving) aangezien het gebied werd bebouwd. Bij het onderzoek is alleen naar voortplantingsactiviteit gekeken; er is geen onderzoek gedaan naar de plaatsen waar de dieren in de zomer en in de winter verblijven. De conclusie van Stichting Ravon (Van Rijsewijk en Spitzen-Van der Sluijs, 2008) was dat de Harksteder Broeklanden-populatie een essentieel onderdeel is van het netwerk van populaties in het gebied en daarom werd geadviseerd om de Harksteder Broeklanden als geheel te behouden. Dit heeft grote gevolgen voor de uitvoering van het ontwikkelingsplan.

Alterra is gevraagd de bevindingen van Stichting Ravon te toetsen, vooral of de conclusie klopt dat de Harksteder Broeklanden-populatie een essentieel onderdeel is van de metapopulatie heikikker in en rond Meerstad. Daarvoor is in het voorjaar en najaar veldonderzoek verricht waarbij de focus lag op overige potentiële heikikker-gebieden evenals de voor het functioneren van de metapopulatie van belang zijnde verbindingsroutes.

Alterra is vervolgens gevraagd om door toepassing van het kennisstelsel LARCH (Landschapsecologische Analyse en Ruimtelijke Configuratie van Habitat) te komen tot een voorstel van maatregelen voor een ruimtelijke configuratie van gebieden ter instandhouding van een duurzame populatie heikikkers in Midden-Groningen in relatie tot het project Meerstad. De resultaten van deze LARCH-analyse worden gepresenteerd in de voorliggende rapportage. Daarin zijn de bevindingen van alle vooronderzoeken, zoals verspreidingsonderzoeken en potentiële corridors en aanwezige barrières meegenomen. Dit kan worden bereikt door investeringen in de vorm van mitigatie- en compensatiemaatregelen, zoals habitatplekken, ecologische verbindingszones.

¹ Het oorspronkelijke plan van Bureau Meerstad voorzag in 10.000 woningen. Dit is in 2011 door Bureau Meerstad bijgesteld naar 6500 woningen.

2 Soortprofiel Heikikker

2.1 Kenmerken

De heikikker lijkt veel op de bruine kikker (*Rana temporaria*), maar is daarvan te onderscheiden door zijn korte spitse snuit, grotere harde metatarsusknobbel (graafknobbel aan de achtervoet) en opvallende ruglijsten. De bovenkant is grijsbruin, lichtbruin tot roodbruin, geheel ongevlekt of vol met zwarte vlekken, en vaak met een lichte, opvallende rugstreep. De buik is wit, de keelstreek soms gevlekt.

In de paartijd, maart-april, hebben de mannetjes verdikte voorpoten met op de duimen grote zwarte paringswratten (copulatieborstels), maar het meest opvallende is dan de hemelsblauwe kleur (Figuur 1). Dit duurt slechts enkele dagen en neemt na de piek van de paring snel af. De roep in de paartijd bestaat uit een kort durend zacht 'wuob-wuob-wuob' en wordt tentoongespreid door een koor van mannetjes. Buiten de paartijd zijn mannetjes en vrouwtjes niet van elkaar te onderscheiden. Direct na de winterrust zijn heikikkers nogal donker van kleur, maar dit geldt ook voor andere kikkersoorten (Ottburg, 2008).



Figuur 1

Een hemelsblauw mannetje heikikker. Alleen in het vroege voorjaar tijdens de paartijd kunnen de mannetjes zo blauw worden.

Foto: Martijn van Loo.

2.2 Verspreiding

De heikikker heeft een ruime Euraziatische verspreiding. De westelijke verspreidingsgrens loopt via het oosten van Frankrijk, België, Nederland, Denemarken en het zuiden van Noorwegen naar Zweden. Het meest noordelijke voorkomen ligt hoog in Finland. In Nederland komt de heikikker in alle provincies voor. In het oosten liggen de verspreidingskernen in Drenthe, Overijssel, Gelderland, Noord-Brabant en Limburg, in het middenin Utrecht en oostelijk Zuid-Holland (Ottburg, 2008). Van oudsher is de soort bekend van heideterreinen, maar ook op de overgangen van klei naar veen kan ze algemeen zijn, zoals Vijfheerenlanden (laagveendistrict) in Zuid-Holland (De Jong en Vos, 2009). Opvallend is het voorkomen op Texel, terwijl de soort op de andere Waddeneilanden ontbreekt. De soort is in alle provincies aangetroffen, maar de zwaartepunten liggen in het Veluwe-Drents district en in het laagveendistrict (De Jong en Vos, 2009). Een grote kernpopulatie van heikikkers is aanwezig in Vijfheerenlanden.

2.2.1 Verspreiding in Groningen

De meeste recent beschreven verspreiding van de heikikker in Nederland per provincie staat in; 'Nederlandse Fauna deel 9: de amfibieën en reptielen van Nederland' (Creemers en Van Delft (red.), 2009). Zo ook de provincie Groningen. Hierin wordt een onderscheid gemaakt in drie perioden, namelijk 1) voor 1971, 2) 1971-1995 en 3) 1996-2007. Voor de eerste periode geldt dat wordt gemeld dat de heikikker uit alle Nederlandse provincies bekend is, maar wordt er niets specifiek over de provincie Groningen gemeld. Uit het waarnemingsbeeld blijkt dat het dan om drie bekende kilometerhokken gaat die op de grens met Drenthe liggen.

In de tweede periode, 1971-1995, ontstaat er een completer verspreidingsbeeld. Op uurhokbasis lijkt de heikikker algemeen voor te komen, maar schijn bedriegt. Populaties in beekdalen en in het laagveen staan dan al onder druk en in de jaren '70 en '80 van de vorige eeuw zorgt verdroging en verzuring van voortplantingswateren voor een gestage achteruitgang. Datgene wat aangetroffen wordt is waarschijnlijk een fractie van wat eerder in deze gebieden voorkwam (De Jong en Vos, 2009). Uit Groningen is de heikikker bekend uit het Westerkwartier, Zuidoost-Groningen en rond het Schildmeer. In totaal gaat het dan om 11 kilometer hokken.

In de derde en meest recente periode, 1996-2007, wordt de achteruitgang van de heikikker sterk duidelijk, vooral uit gebieden die al eerder in beeld zijn gebracht valt dit te herleiden. In Groningen is met een stijging van 9 kilometerhokken naar 20 de heikikker toegenomen ten opzichte van de vorige periode. In midden Groningen worden kleine relictpopulaties aangetoond en de soort is nog op diverse plaatsen in het Westerkwartier, Gorecht en Westerwolde aanwezig. Vooral in Westerwolde is sprake van grotere aantallen dieren (Felix en Hoogerwerf, 2000; Hoogerwerf en Luijten, 1999; Luijten, 1995, 2004).

Uit de beschrijving van de drie perioden kan worden geïnterpreteerd dat de heikikker in Groningen is toegenomen, maar schijn bedriegt. Hier is sprake van een waarnemingsartefact c.q. witte gebieden. Over een periode van 40 jaar is de heikikker in slechts 20 kilometerhokken in Groningen aangetroffen. In relatie met het project 'Meerstad' blijkt al dat de heikikker op meer plaatsen wordt aangetroffen. Een terechte conclusie is dat voor delen van Groningen onbekend is of de soort er wel/niet voorkomt.



Figuur 2

Links een zevental blauwe mannetjes tijdens de roepperiode. Foto: Martijn van Loo. Rechts een amplex houding. Het mannetje omklemt het vrouwtje in de okselstreek tijdens de paartijd. Foto: Wouter Schuitema.

2.3 Habitat

De heikikker komt voor op zandgronden, hoog- en laagvenen, op heide, in beekdalen, in klei-op-veen en komkleigebieden en ook in uiterwaarden. Hierbij gaat het vaak om oude ongestoorde gebieden met een hoge grondwaterstand. Ook in oude cultuurgebieden als polders waar men een natuurlijk peilbeheer nastreeft vormt een ideaal habitat voor heikikkers (Ottburg, 2008). Voor het afzetten van de ei-klompen zijn open, kleine ondiepe wateren favoriet, zoals poelen, vennen, petgaten en (oude) deels verlande sloten. Het voortplantingswater moet in voldoende mate begroeid zijn en een laag dynamisch karakter hebben (Spitzen-Van der Sluijs et al., 2007). De waterkwaliteit moet door kwel of door geringe overstromingsfrequentie goed zijn. Heikikkers kunnen zich in relatief zuur water, tot pH 4, voortplanten (Lenders en Stronks, 1989). De soort is niet bestand tegen de aanwezigheid van grote vissen (Lenders et al., 1993).

Naast de eisen van het voortplantingswater dient in directe nabijheid voldoende landhabitat aanwezig te zijn in de vorm van hoogwatervrije ruige overhoekjes (rivierengebied) of bos in de nabijheid van de voortplantingswateren (Van Delft, 2003). De heikikker overwintert voornamelijk op het land en overwinteringslocaties bestaan uit vorstvrije, vochtige en beschutte plaatsen onder boomstronken, dichte vegetaties en dergelijke (Schops, 1999).

In het agrarisch gebied heeft de heikikker een duidelijke voorkeur voor verwilderde greppels met water, houtwallen met sloten die af en toe water voeren en extensief weiland en elzenbosjes. Verplaatsingen vinden onder andere via slootranden plaats (Hartung, 1991; Lutz, 1992). In het Groningse landschap (Figuur 3 en Figuur 4) in relatie tot het project Meerstad zijn de beschreven elementen allemaal aanwezig met uitzonderingen van de houtwallen. Het zijn vooral de sloten met rietranden, populieropstanden en natte broekbossen (en vloeiveld) die de openheid afwisselen en geschikt habitat vormen voor de heikikkers.



Figuur 3

Links een paar-bereid mannetje Heikikker. Dit dier werd aangetroffen in het rechts afgebeelde voortplantingswater in Rijkpema.

2.4 Home range en dispersie

De home range waarin de heikikker foerageert en het grootste gedeelte van de tijd doorbrengt is niet zeer groot. Uit telemetrisch onderzoek blijkt dat heikikkers in de landhabitat zeer plaatstrouw zijn met een gemiddelde verplaatsing van 32 meter per dag (Lutz, 1992). Dispersieafstanden worden geschat op 1-3 kilometer (Hartung, 1991; Vos en Chardon, 1998; Vos et al., 2001). Pas gemetamorfoseerde dieren werden in de periode half juli tot half oktober tot op 1200 meter van het voortplantingswater terug gevangen (Hartung, 1991). De landhabitat bevindt zich in onmiddellijke omgeving van het voortplantingswater tot op een afstand van 300 meter (Hellbernd, 1987). Het verspreidingsvermogen wordt beïnvloed door de aard van het tussenliggende landschap. Leefgebieden hebben een geringere kans om bezet te zijn naarmate ze dichter bij wegen liggen (Vos en Chardon, 1998). Ook de genetische verwantschap tussen populaties neemt af naar mate er meer wegen tussen de leefgebieden liggen (Vos et al., 2001).



Figuur 4

Een impressie van Heikikker-habitat in het Groningse landschap. V.l.n.r. 1) Rietmoeras in Harksteder Broeklanden 2) Ei-afzetplaats in Rijpema 3) Staatsbosbeheer terrein Woudbloem 4) Vloeveld van Woudbloem 5) Populieren opstanden waarin heikikkers graag verblijven 6) Overzicht van Sans Souci 7) Landhabitat in de vorm van pitrus naast wilgenopslag in Rijpema en 7) Staatsbosbeheer terrein Scharmer Ae in Woudbloem zuid.

2.5 Populatiegrootte en maximale dichtheden

De heikikker is een soort die zowel voorkomt in natuurgebieden als in kleinschalige agrarische landschappen. De dichtheden in de verschillende typen leefgebieden kunnen sterk variëren. Om tot geschikte gegevens te komen voor het plangebied is daarom een intensieve inventarisatie gedaan. De gegevens van deze inventarisatie zijn gebruikt om te komen tot richtlijnen voor de potentiële dichtheden in de verschillende typen leefgebieden en voor de groottes van sleutelgebieden.

De dichtheden die bekend zijn uit de literatuur komen uit verschillende gebieden uit Europa. In Wit-Rusland zijn populatiedichtheden in de landhabitat bekend van 250-350 dieren per hectare en zijn de dichtheden in het voortplantingswater zelfs hoger, namelijk 15-20 dieren per m² (Kuzmin, 1999). In het noordoosten van Duitsland zijn in een 7 hectare groot overstromingsgebied in Mecklenburg 8000 dieren vastgesteld (is 1142 heikikkers/hectare) en in een 40 hectare groot 'Torfstichkomplex' (turf- c.q. veengebied) zijn meer dan 10.000 (is 250 heikikkers per hectare) volwassen heikikkers geschat (Günther en Nabrowsky, 1996). Dit zijn uitzonderlijk hoge dichtheden in perioden waar de soort geconcentreerd voorkomt, zoals tijdens de voortplanting. Voor Nederland zijn minder gegevens bekend. Stumpel (2004) meldt in zijn proefschrift de volgende bekende populatiegrootten voor volwassen heikikkers in Nederland: Heerenven bij Bergen (Limburg) met 600 dieren, Hoekenbrink bij Smilde (Drente) met 1000 dieren, Bokkenleegte bij Diever (Drenthe) met 275 dieren en de Meinweg bij Herkenbosch (Limburg) met meer dan 3400 dieren.

Wanneer sleutelgebieden ingebed liggen in een agrarisch landschap zal de oppervlakten van een sleutelgebied (kernleefgebied) voor heikikkers minimaal 500 ha moeten zijn. Deze oppervlakte is groter dan de eerder genoemde voorbeelden van gebieden die minimaal 1000 volwassen dieren herbergen. Binnen een sleutelgebied moeten alle elementen aanwezig zijn die nodig zijn voor de overleving van de heikikkerpopulatie. Dit betreft zowel landhabitat in de vorm van populierenopstanden, wilgopstanden, hoog geaccidenteerd terreinendelen en extensief begroeid grasland als ook voortplantingswateren in de vorm van rietmoerasjes, rietsloten, slecht onderhouden deels verlande sloten, waterhoudende laagten in pitrusvelden en poelen bevatten. Wanneer het sleutelgebied ingebed zou liggen in kwalitatief hoogwaardige en robuuste natuur, zoals natte heideterreinen in de EHS, zou deze oppervlakte kleiner kunnen zijn. Het Handboek Robuuste Verbindingen (Alterra, 2001) hanteert voor deze sleutelgebieden een minimale oppervlakte van 50 ha.

Op basis van deze oppervlakte wordt de LARCH-aanname voor een sleutelgebied toegepast inclusief lokale uitsterfkans. De uitkomst hiervan geeft aan wanneer een (netwerk)populatie duurzaam is. Er wordt daarbij vanuit gegaan dat er binnen dit netwerk geen barrières meer aanwezig zijn en dat gebieden niet meer versnipperd zijn.

2.6 Inteelt en de uitsterfspiraal

Door natuurlijke oorzaken, maar de laatste eeuw voornamelijk door menselijk handelen, kunnen grote aaneengesloten populaties in meerdere kleinere populaties versnipperd raken. Voor de meeste soorten in Nederland, waaronder de heikikker, is dat inmiddels de realiteit. De belangrijkste bedreigingen voor soorten zijn vernietiging en versnippering van het leefgebied, vervuilende stoffen, overbenutting en invasieve soorten. Het buffervermogen van kleine populaties om minder gunstige perioden te overleven is kleiner dan van grote aaneengesloten populaties. Ook de mate van versnippering en de grote van de individuele subpopulaties is daarbij van belang. Een groep van subpopulaties die onderling nog met elkaar verbonden is door emigratie en immigratie (metapopulatie) heeft betere overlevingskansen dan een volledig geïsoleerde populatie (zie hoofdstuk 3). Populaties kunnen overleven door een gezonde balans tussen sterfte en geboorte, maar tevens emigratie en immigratie. Dit hoofdstuk gaat in op de processen die spelen voor kleine en/of geïsoleerde populaties.

Kleine populaties lopen, als gevolg van een toevallige combinatie van negatieve demografische- en omgevingsfactoren, een groter risico uit te sterven dan grotere populaties (Figuur 5). Naast het numerieke aspect spelen ook populatiegenetische processen een belangrijke rol bij het voortbestaan van de populaties (Keller en Waller, 2002). Omdat de genetische variatie per individu niet groot kan zijn en daarmee ook het aanpassingsvermogen aan veranderende milieuomstandigheden beperkt is, wordt het adaptatievermogen van een populatie vooral bepaald door de gezamenlijke genetische variatie van de individuen. Binnen grote populaties is er over het algemeen een grotere genetische variatie dan binnen kleine populaties.

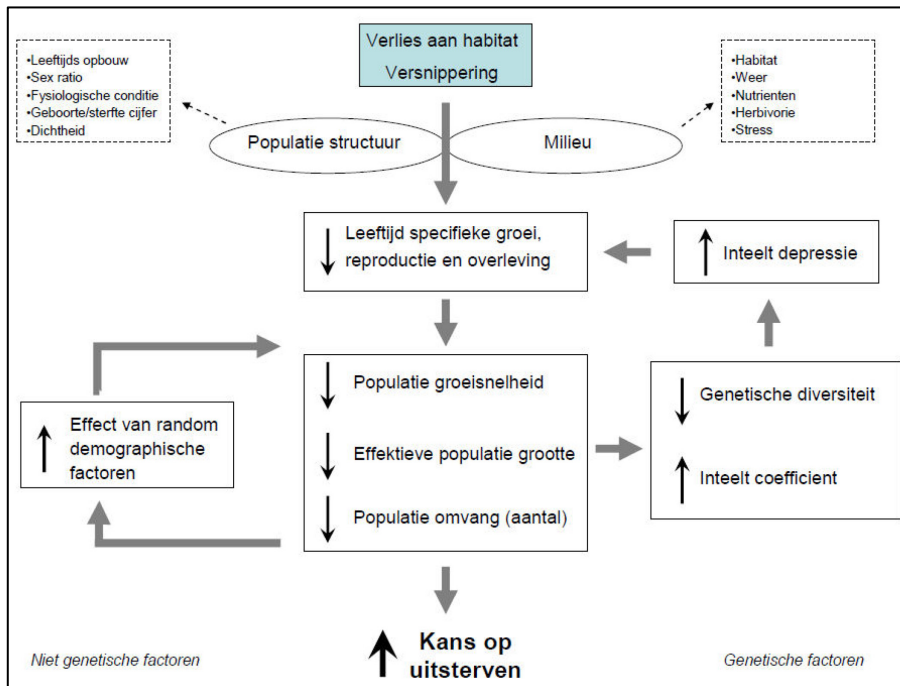
Een proces dat daarbij een belangrijke rol speelt is de genetische drift. Bij het doorgeven van de genetische variatie van de ene generatie naar de volgende, kan verlies van variatie optreden. Dit effect zal sterker zijn naarmate de populatie omvang kleiner is. De meest extreme vorm van genetische drift treedt op bij paring tussen verwanten. Organismen beschikken dan ook over verschillende mechanismen om inteelt te voorkomen. Eén zo'n mechanisme is bijvoorbeeld geslachtsafhankelijke dispersie, waarbij de mannetjes verder wegtrekken dan de vrouwtjes of juist andersom. Bij kleine, geïsoleerde populaties kan aan een belangrijke voorwaarde voor het behoud van genetische variatie, het min of meer willekeurig kiezen van een partner ('random mating'), niet worden voldaan, omdat er daarvoor te weinig potentiële partners zijn. Behalve als gevolg van genetische drift, kan de genetische variatie afnemen door selectie, migratie, inteelt en bottlenecks. Een demografische bottleneck is het proces waarbij een populatie in korte tijd sterk in aantal achteruitgaat. Indien dit een sterke afname van de genetische variatie tot gevolg heeft (als deze bottleneck niet snel door populatiegroei wordt gevolgd) dan spreekt men van een genetische bottleneck.

Afname van de genetische variatie kan leiden tot een verlaagde vitaliteit of fitness. Onder fitness wordt verstaan het reproductieve succes gedurende het leven van een individu. Hoewel dit niet eenvoudig te analyseren is, wordt het vaak gemeten aan de grootte en groei van individuen, vruchtbaarheid, levensverwachting, groeisnelheid en eventueel de metabolische efficiëntie van stoffen.

Van populaties die geïsoleerd raken, kunnen als gevolg van selectie en genetische drift de genetische eigenschappen zich wijzigen. De mate waarin deze lokale adaptatie plaats vindt, is enigszins gerelateerd aan de populatieomvang, de duur van de isolatie en de mate waarin het nieuwe leefmilieu verschilt van het oorspronkelijke. Genen met voordelige eigenschappen voor het speciale leefmilieu gaan frequenter voorkomen dan de minder gunstige genen. Daarnaast kan co-adaptatie plaatsvinden. Dit betekent dat bepaalde genen elkaars werking kunnen verbeteren als zij in hetzelfde individu aanwezig zijn en dus tegelijkertijd tot expressie kunnen komen. Als een lokaal geadapteerde populatie weer in contact wordt gebracht met soortgenoten uit een andere populatie, hetzij natuurlijk door het opheffen van een migratiebarrière, hetzij kunstmatig door het uitwisselen van individuen, kan dit leiden tot uitteelt of outbreeding depression. Hiermee wordt bedoeld het opheffen van de lokale adaptatie en co-adaptatie dat resulteert in een afnemende fitness (Frankham et al., 2002).

Als gevolg van een groeiende wereldbevolking, in combinatie met een toenemende welvaart, komen steeds meer natuurgebieden en hun soorten onder druk te staan door versnippering en isolatie. Het natuurbeheer richt zich dan ook op de belangrijkste vragen hoe groot een populatie moet zijn om duurzaam te kunnen overleven (MVP: minimum viable population size) en daarnaast hoe soorten en dus hun genen onderling kunnen uitwisselen. Aangezien verschillende soorten andere voortplantingsstrategieën hanteren is de wetenschap er nog niet uit hoe groot de genetische variatie in een populatie moet zijn (en dus mede hoe groot een populatie moet zijn) om duurzaam te kunnen overleven. Wel kan de genetische diversiteit in populaties gemeten worden, zodat genetische diversiteit een graadmeter is voor de status van populaties. In een populatie kunnen individuen verspreid zijn over enkele subpopulaties, mits er onderlinge uitwisseling is, en daarmee genetische verversing. Aangenomen wordt dat per generatie minimaal een individu van de ene naar de andere populatie moet uitwisselen en daar moet bijdragen aan de voortplanting om de genetische diversiteit stabiel te houden (Levins, 1970; Hansson, 1991). Of individuen van de ene subpopulatie naar de andere kunnen migreren hangt vervolgens weer af van de capaciteiten van de soort maar ook van de afstand en de barrière-werking van het te overbruggen landschap.

Het beheer en behoud van biodiversiteit richt zich dus nadrukkelijk niet alleen op het niveau van soorten, maar vooral ook op behoud van genetische variatie binnen populaties van een soort. Die genetische variatie is namelijk van belang voor de veerkracht van de soort om te kunnen aanpassen aan veranderende leefomstandigheden zoals het klimaat.



Figuur 5

De uitsterfspiraal (bron: Alterra Wageningen UR).

2.7 Bedreigingen voor de heikikker

Actoren die in Nederland de populatie-genetische processen beïnvloeden en die worden gezien als de bedreigingen voor de heikikker zijn onder andere de schaalvergroting (intensivering) in de landbouw, uitbreiding van het stedelijk gebied en infrastructuur. Habitat van de heikikker wordt hierdoor niet alleen vernietigd, maar netwerken van populaties raken op die manier ook versnipperd, wat tot gevolg kan hebben dat lokale populaties uitsterven. Voorts vormt verzuring een belangrijke bedreiging. Door een te lage zuurgraad van de voortplantingswateren gaan eiklonen schimmelen, zodat er in het desbetreffende water geen reproductie meer plaats vindt (Ottburg, 2008). Een andere al langere bekende bedreiging vormen exotische vissen zoals de Amerikaanse hondsvij (Umbra pygmaea) en de zonnebaars (Lepomis gibbosus) die zijn geïntroduceerd in poelen en vennen (Van Eve, 2005). Minder bekend in Nederland is de invloed van exotische rivierkreeften op (heikikkers, onder andere de predatie op larven, door bijvoorbeeld de rode Amerikaanse rivierkreeft (Procambarus clarkii) (Roessink et al., 2009).

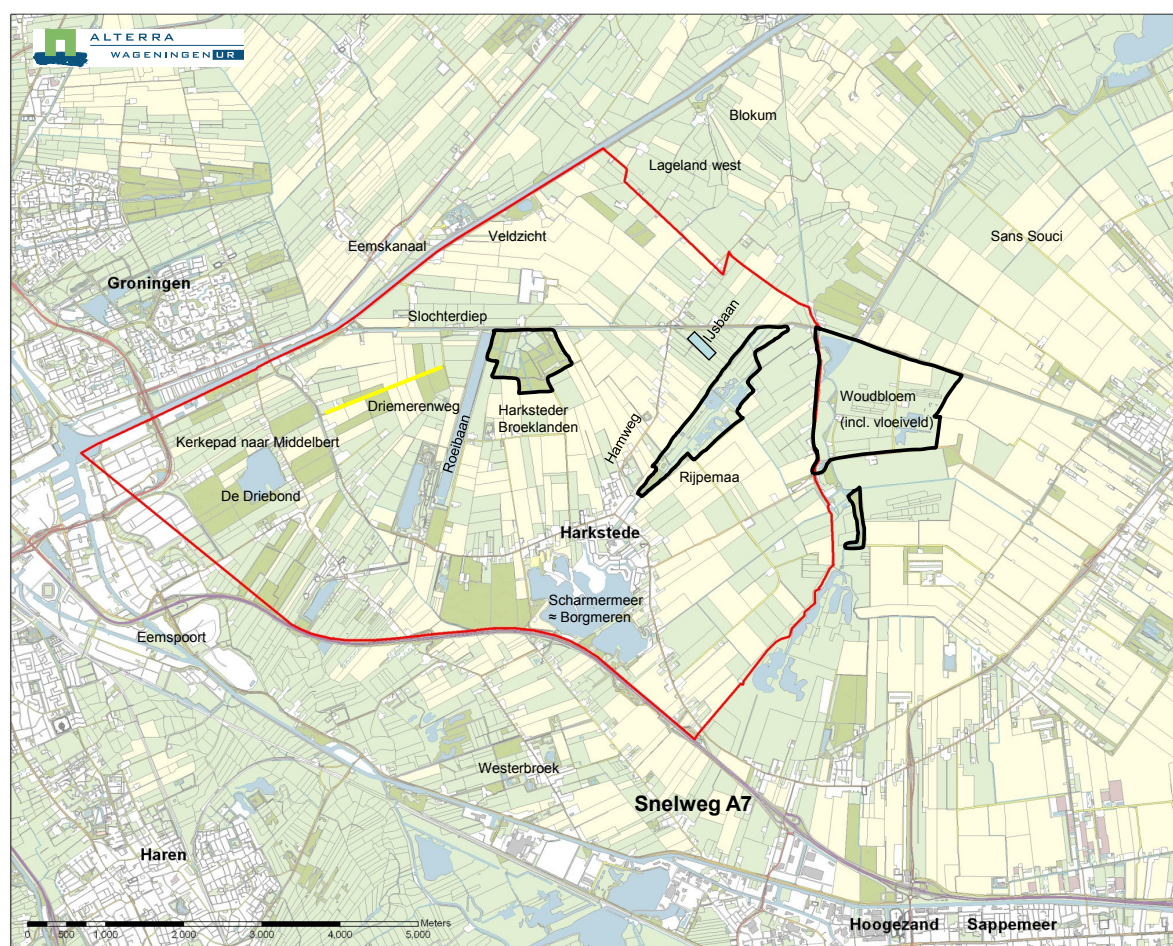
Voor de heikikker in en rondom het plangebied Meerstad in Groningen speelt nog een ander belangrijk aandachtspunt. In deze omgeving komen bodems voor waarin tijdens de afzetting, op de grens tussen zoet en zout, pyrietvorming zal hebben plaatsgevonden (Van Delft et al., 2005). Dit komt vooral voor in organische stofrijke slappe kleilagen (katteklei) en in moerige- of veenlagen. In katteklei² zit veel pyriet, een ijzersulfide dat

² De naam katteklei refereert aan de gele jarosietvlekken die bij oxidatie ontstaan. Formeel is het dus pas katteklei na oxidatie.

na blootstelling aan de lucht oxideert. Hierbij wordt jaroziert en zwavelzuur gevormd. Dit kan tot extreme verzuring leiden als in de bodem onvoldoende zuurbuffer in de vorm van kalk aanwezig is. De bodems in het gebied zijn kalkarm of kalkloos en hebben dus een geringe zuurbuffer. Voortplantingswateren met een pH lager dan 4 zijn ongeschikt voor heikikkers (Lenders en Stronks, 1989) en andere amfibieën. Bij het realiseren van nieuwe voortplantingswateren en of natte verbindingzones moet men er op toezien dat tijdens het graven van deze wateren niet tot in deze lagen wordt gegraven, zeker als daardoor pyriethoudende lagen boven het waterniveau komen te liggen. Zolang de bodem permanent verzadigd is met water is het risico klein. Om het voorkomen van potentieel pyriethoudende lagen vast te stellen wordt aanbevolen op locaties waar dergelijke wateren aangelegd worden éérst een veldbodemkundig onderzoek uit te laten voeren.

2.8 Ligging plangebied Meerstad

Meerstad is gesitueerd aan de oostkant van de stad Groningen rondom de plaats Harkstede (Figuur 6). Het landschap is hoofdzakelijk agrarisch vormgegeven, afgewisseld met natuurgebieden zoals Harksteder Broeklanden en Rijpema. Ook de lintbebouwing van het dorp Harkstede evenals andere aanwezige buurtschappen kenmerkt het plangebied.



Figuur 6

Ligging van plangebied Meerstad ten oosten van de stad Groningen rondom de plaats Harkstede. De rode lijn geeft de grens van het plangebied weer. De zwarte omliggende gebieden van west naar oost zijn respectievelijk de sleutelgebieden Harksteder Broeklanden, Rijpema en Woudbloem.

2.9 Barrières in het plangebied Meerstad

In een natuurlijke situatie zijn verschillende deelhabitats als het zomer- en winterleefgebied van de heikikker in een aaneengesloten gebied te vinden en vindt genetische uitwisseling tussen (deel)populaties onderling plaats. Naarmate de afstand tussen populaties toeneemt, maar ook met de hoeveelheid wegen en bebouwing (woonwijken, industrie e.d.) die zich tussen de populaties bevinden, neemt de genetische variatie binnen een populatie af (Vos et al., 2001). Naast habitatdegradatie vormt versnippering dus nog altijd een bedreiging voor de heikikker.

Binnen het plangebied van Meerstad liggen de volgende zes netwerkbarrières die aanwezige populatienetwerken begrenzen c.q. van elkaar afsnijden (Figuur 8). Binnen de LARCH analyse zijn deze zes netwerkbarrières meegenomen als een 100% barrière voor heikikkers en vormen zodoende de grens van een ecologisch netwerk:

1. Eemskanaal.
2. Eemskanaal Zuidzijde.
3. Slochterdiep en de direct parallel ten noorden gelegen weg vanaf het Eemskanaal richting Slochteren.
4. Hoofdweg, vanaf de Ruischerbrug via Harkstede richting Hoogezand (N986).
5. Middelberter- en Engelberterweg, de dorpsweg vanaf Eemskanaal door Middelbert en Engelbert naar de A7.
6. Snelweg A7 vanaf Groningen tot en met Hoogezand-Sappemeer.

Naast netwerkbarrières zijn er ook zogeheten lokale barrières aanwezig. Van de lokale barrières wordt in de huidige situatie verwacht dat deze geen 100% barrière vormen voor de uitwisseling tussen populaties. Met de uitbreiding van Meerstad is het niet ondenkbaar dat de intensiteit op de wegen toeneemt en daarmee ook de barrière voor de heikikkers. Vooral de weg vanaf Harkstede via Lageland richting het Eemskanaal is een aandachtspunt voor de toekomst. Dit zelfde geldt in mindere mate ook voor de Hoofdlaan en Pilotenweg. Hier kan men op voorsorteren met ontsnipperende maatregelen voor de heikikker.

Onder de lokale barrières worden de volgende B-wegen gerekend:

1. Hamweg, de weg van Harkstede via Lageland richting het Eemskanaal.
2. Woudbloemlaan, vanaf Harkstede via Woudbloem richting Slochteren.
3. Hooilandsweg, vanaf Woudbloemlaan richting Slochterdiep.
4. Veenlaan, de weg direct ten westen van Scharmer Ae tussen Woudbloem en Slochterdiep.



Figuur 7

De buitenste netwerkbarrières van het plangebied worden gevormd door het Eemkanaal (links) en de Snelweg A7.



Figuur 8

Overzicht van de zes netwerkbarrières en de vier lokale barrières binnen het plangebied.



Figuur 9

Ook het Slochterdiep en de direct aangrenzende weg vormt een netwerkbarrière voor heikikkers. De rechter foto is genomen ter hoogte van Harksteder Broeklanden.

2.10 Richtlijnen voor aanleg en onderhoud van voortplantingswateren

In diverse publicaties wordt beschreven aan welke voorwaarden voortplantingswateren moeten voldoen om geschikt te zijn als voortplantingsplaats voor amfibieën in het algemeen (Crombaghs en Hoogerwerf, 1992; Hanekamp 1997 en 2004; Van Uchelen, 2006). De soortenrijkdom aan amfibieën neemt toe als er meerdere wateren aanwezig zijn, als de wateren relatief groot zijn en als er ecologische verbindingzones tussen de verschillende wateren aanwezig zijn. Optimaal is een fijnmazig mozaïek van wateren van ongeveer gelijke grootte, diepte en ligging ten opzichte van de zon met voldoende geschikt landhabitat in de directe omgeving (Van Uchelen, 2006).

Naast het aanleggen van wateren is ook het onderhoud van de (voortplantings)wateren een aandachtspunt. Alle wateren, uitgezonderd vennen, hebben een tamelijk intensief onderhoud nodig van regelmatig schonen, zoals bijvoorbeeld het verwijderen van opslag (jong opgeschoten hout, zoals wilg en els) langs de oevers bij poelen. Juist dit onderhoud schiet vaak tekort. Naast het aanleggen van wateren is het dus van belang om ook een beheerplan voor de wateren op te stellen en naast tijd ook geld te reserveren voor toekomstig onderhoud (dit geldt ook voor de landhabitat).

De heikikker stelt specifieke eisen aan zijn voortplantingswateren. Onderstaand worden puntsgewijs richtlijnen gegeven om geschikte voortplantingswateren te creëren en/of te behouden:

- Stilstaand zacht relatief voedselarm water met een lage pH (4,5-6,0). In sloten is het water voedselarm tot matig voedselrijk.
- Over het algemeen veel ondiepe delen, variërend van 0 tot 40 centimeter. Slechts enkele delen variëren van 60 tot maximaal 80 centimeter diep.
- Geen beschaduwing en flauwe oevers. Zeer geleidelijk verlopend talud met een lage begroeiing, bijvoorbeeld pitrus. In de zomer heeft de heikikker de voorkeur voor oevers die sterk begroeid zijn met planten zoals waterpeper, perzikkruid, managras en liesgras.
- In de voortplantingswateren zijn ten tijde van ei-afzetting nauwelijks waterplanten aanwezig, maar structuur in de vorm van afgestorven water- en oeverplanten zijn welkom evenals opkomende begroeiing bestaande uit mannagras en liesgras. Later in het seizoen kunnen de wateren zich kenmerken met waterplant begroeiingen zoals tenger fonteinkruid, drijvend fonteinkruid, smalle waterpest, kikkerbeet en puntkroos.
- Geen vis. De beste voortplantingswateren zijn wateren waarin zich geen vissen bevinden.

Richtlijnen voor de landhabitat

In paragraaf 4.3 'Habitat' wordt reeds weergegeven in welk type landhabitat heikikkers voorkomen.

Met betrekking tot de heikikkers in relatie tot Meerstad in Groningen zijn het vooral de volgende habitattypen die van belang zijn: rietmoerasjes, rietsloten, oude (deels) verlande sloten, broekbossen, populieropstanden (zeer geschikt overwinteringshabitat) en bij warme zomers verblijven de heikikkers graag in de strooisellaag. Waargenomen tijdens het veldwerk in 2009 en 2010), vloeivelden (zoals Woudsend), pitrusvelden met hoge grondwaterstanden en verruigde extensief beheerde graslanden met een lage beweidingsdruk (zeer extensief begrazen met runderen en paarden) is per 100 hectare bij jaarrond begrazing maximaal vijf dieren, met zomerbegrazing maximaal acht dieren en bij winterbegrazing maximaal twee dieren (Van Uchelen, 2006).

Beheersingrepen en onderhoud

Onderhoudswerkzaamheden aan voortplantingswateren zoals sloten en poelen dienen ten alle tijde tussen oktober en begin maart te worden uitgevoerd. De heikikkers overwinteren dan elders, namelijk op het land, en ondervinden zo geen schade. Men dient echter ook rekening te houden met andere flora- en faunawaarden. Om beheersmaatregelen met zo min mogelijke schade aan flora en fauna te kunnen uitvoeren, wordt voorgesteld om de maatregelen in een natuurkalender te verwerken gerelateerd aan de betreffende soorten.

Beheerwerkzaamheden aan voortplantingswateren en de landhabitat dienen altijd gefaseerd te worden uitgevoerd, zoals het opschonen van de voortplantingswateren of het terugzetten van de voortschrijdende

successie van de vegetatie op de landhabitat. Grote delen van het terrein moeten ongestoord blijven. Gedurende het hele jaar, ook tijdens de voortplantingstijd, verblijven er heikikkers op het land. De gefaseerde aanpak draagt er toe bij dat een populatie niet teveel schade wordt toegebracht.

2.11 Richtlijn voor ecologische verbindingszones

Een ecologische verbindingszone verbindt de verschillende leefgebieden van de heikikker met elkaar. De 'natuur' in deze ecologische verbindingen kan uit verschillende deelbiotopen (ecosysteemtypen) bestaan. Om gebieden optimaal met elkaar te verbinden dient de ecologische verbinding te bestaan uit een schakel van stapstenen die door een corridor aaneen worden geregen. De oppervlakte van de stapstenen bedraagt 5,5 hectare per stapsteen en is nodig als extra leefgebied om de uitwisseling tussen sleutelgebieden voor de heikikker te realiseren. Voor het realiseren van de corridor voor de heikikker wordt uitgegaan van de maten zoals vermeld in het Handboek Robuuste Verbindingen (Alterra, 2001) (Tabel 1).

Tabel 1

Beschrijving ecologische verbindingszone voor de heikikker (Alterra, 2001).

Type	Minimale breedte (m)	Maximale onderbreedte (m)	Beschrijving corridor	
			Inrichting corridor	Toelichting
Dispersie: nat/droog	25 meter	50 meter	Greppel/sloot Droge ruigte Struweel Heide/Schrале vegetatie	De corridor bestaat uit structuurrijk struweel met een zoom van ruigte en heischrale vegetatie. Bij voorkeur langs een greppel of sloot.



Figuur 10

Voorbeeld van een reeds aanwezige geschikte sloot in plangebied Meerstad tussen Harksteder Broeklanden en Rijpema die kan worden opgenomen in één van de twee te realiserende verbindingszones in LARCH scenario 4 en 5.

Aanbevolen wordt om bij de realisatie van ecologische verbindingzones rekening te houden met aanwezige landschapselementen zoals sloten (Figuur 10), greppels, pitrusvelden en ruigten die al voldoen als heikikker habitat en deze elementen te benutten c.q. op te nemen in de te realiserende corridor. Dit geeft direct een kwalitatieve voorsprong. Naast inrichting van de ecologische verbindingzones en stapstenen dient er ook voor te worden gezorgd dat het beheer en onderhoud van deze elementen is afgestemd op de heikikker.

2.12 Mitigerende maatregelen

Heikikkers zijn plaatstrouwe dieren die in het voorjaar bijna altijd terug proberen te keren naar het water waar ze als larve hebben geleefd. De trekroutes tussen water- en landhabitat moeten voldoende beschutting bieden, zodat de dieren niet een gemakkelijke prooi zijn voor anderen. Het is van wezenlijk belang dat trekroutes en leefgebieden niet worden doorsneden door wegen. Wanneer dat wel het geval is kunnen (deel)populaties alleen duurzaam voortbestaan wanneer voorzieningen worden getroffen zoals het tijdelijk afsluiten van wegen tijdens de voorjaarstrek, de weg in amfibiescherm met bijbehorende amfibietunnels leggen of zelfs een weg aanleggen op palen. Zulke maatregelen worden mitigerende maatregelen genoemd (Figuur 11).

Een aandachtspunt binnen plangebied Meerstad zijn de aanwezige vaarwegen en de harde overgangen die aanwezig zijn in de vorm van beschoeiingen. Beschoeiingen maken zachte overgangen van nat naar droog met daartussen moerasachtige zones niet mogelijk. Door de abrupte harde steile wand is het voor amfibieën niet mogelijk om uit het water te treden. Als aan weerszijde zo'n beschoeiing aanwezig is zullen te water geraakte amfibieën (maar ook andere dieren) verdrinken. Zo ligt bijvoorbeeld het Slochterdiep in de beschoeiing, alleen geldt voor de huidige situatie dat op veel plaatsen de beschoeiingen kapot zijn, waardoor er toch weer een geleidelijke overgang is ontstaan. Indien in het kader van project Meerstad de beschoeiingen worden hersteld, en daarmee weer de harde overgang zijn vorm krijgt, wordt aanbevolen om een gerichte knelpunten-analyse met betrekking tot mitigerende maatregelen te laten uitvoeren en hierin de beschoeiingen mee te nemen. Op strategische locaties kunnen dan FUP's (Fauna Uitreed Plaats) worden gerealiseerd al dan niet in combinatie met amfibieschermen en amfibietunnels.



Figuur 11

Illustratie van een amfibietunnel met bijbehorend scherm. Deze vaste mitigatiemaatregel zorgt ervoor dat amfibieën tijdens de voor- en najaarstrek ongehinderd hun landhabitat en voortplantingswater kunnen bereiken. De foto's zijn genomen naast Kasteel Doorwerth in Gelderland.

Een voorbeeld van zo'n locatie is het Slochterdiep ter hoogte van Harksteder Broeklanden. Hier zou de geleidelijke overgang over de gehele lengte van het Slochterdiep (lees de lengte van Harksteder Broeklanden) moeten worden gehandhaafd, de weg over dezelfde lengte in amfibiescherm worden geplaatst en iedere 250 meter één amfibietunnel (vier per kilometer).

Mitigerende maatregelen zijn vaak onderhoud gevoelig. Schermen kunnen kapot gaan, tunnels kunnen langdurig onderwater staan en dergelijke. Aanbevolen wordt dan ook om naast realisatie van mitigerende maatregelen een beheer en onderhoudsplan op te stellen voor de genomen mitigerende maatregelen afgestemd op de wensen van heikikker.

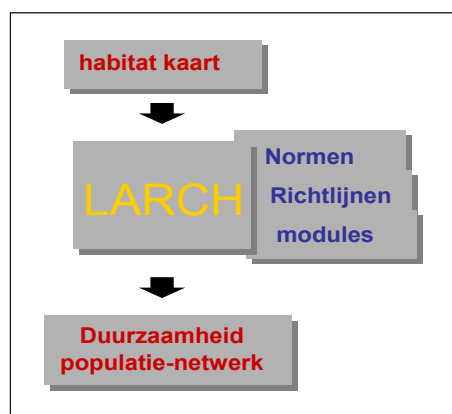
3 LARCH

3.1 Analysemethode LARCH in het algemeen

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van het ruimtelijke expertsysteem LARCH, (Figuur 12) acroniem voor Landschapsecologische Analyse en Richtlijnen Configuratie van Habitat³. Het expertsysteem is gebaseerd op het concept van metapopulaties en berekent voor versnipperinggevoelige diersoorten de duurzaamheid⁴ van hun habitatnetwerken. LARCH bepaalt daarbij de levensvatbaarheid van metapopulaties op basis van zowel draagkracht als de ruimtelijke configuratie van leefgebieden (Snep et al., 2000; Schotman, 2002). Het systeem is al bij veel landschapsecologisch onderzoek met succes ingezet.

LARCH heeft de volgende kenmerken (Foppen en Chardon, 1998):

- Het bepaalt de potentie van habitatplekken voor het vormen van netwerken zodat levensvatbare (meta)populaties kunnen worden geherbergd. Het is daarom gebaseerd op habitat en niet op het al dan niet voorkomen van de betreffende soort (Opdam et al., 2003).
- Het is gebaseerd op een selectie van soorten, die gevoelig zijn voor versnippering van habitatnetwerken (Vos et al., 2001).
- Het gaat uit van normen voor sleutelgebieden, corridors en stapstenen, en de afstanden daartussen, die gebaseerd zijn zowel op empirische studies als op modelsimulaties (Verboom et al., 1997, 2001; Foppen et al., 1998).
- Het is gebaseerd op expert judgement en literatuurgegevens over dispersieafstanden.



Het expertsysteem maakt het mogelijk diverse ruimtelijke analyses van een landschap uit te voeren. Hierbij wordt 'door de ogen van een diersoort' naar een landschap gekeken en kunnen verschillende uitspraken worden gedaan over de geschiktheid van een landschap voor een soort of soortgroep.

Figuur 12

Schema LARCH inclusief input en output.

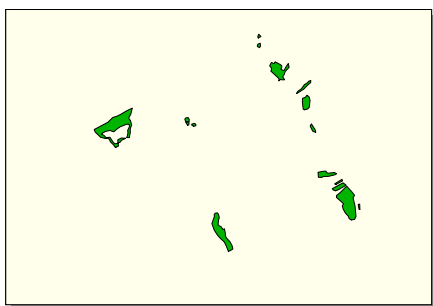
³ Voor een uitgebreide beschrijving van de methodiek van het modelinstrumentarium LARCH wordt verwezen naar Pouwels et al. (2002) en Verboom en Pouwels, 2004.

⁴ Zie bijlage 1 Begrippenlijst.

LARCH bepaalt de duurzaamheid van habitatnetwerken. Een habitatnetwerk is een gebied waarin de habitatplekken op dusdanige afstand van elkaar liggen dat ze voor de betreffende soort als onderling verbonden kunnen worden beschouwd (d.i. de afstand tussen de habitatplekken is kleiner dan de dispersieafstand van de soort). Hierdoor vormen de individuele paren van die soort samen een meta- (of netwerk-) populatie. De structuur van de aanwezige begroeiing wordt geanalyseerd, waarbij deze wordt omgezet in een habitatkaart. De kaart geeft dan informatie over de ligging van potentieel belangrijke habitatplekken binnen en eventueel buiten het studiegebied. Deze informatie kan een belangrijke rol spelen bij de vraag; op welke plaatsen het beste kan worden geïnvesteerd in aankoop en inrichting en voor het beheer van terreinen ten behoeve van het behoud van een specifieke soort en zijn karakteristieke leefomgeving.

3.2 Rekenmethode LARCH

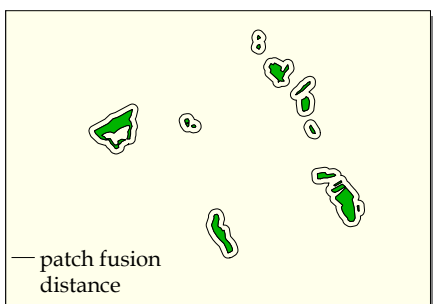
Het modelleren van soorten in LARCH vergt een goed inzicht in de (populatie-)ecologie van een soort. Naast habitateisen zijn ook de gegevens over homerange, dispersieafstand, normen van duurzaamheid en dergelijke noodzakelijk. De ruimtelijke analyses die door het expertsysteem LARCH worden uitgevoerd zijn dan ook vrij complex. Er zijn vier analysestappen te onderscheiden, te weten: 1) bepalen van (potentiële) leefgebieden van soorten daarin, 2) bepalen van lokale populaties, 3) bepalen van habitatnetwerken en 4) bepalen van de duurzaamheid van habitatnetwerken. Om de werking zo duidelijk mogelijk toe te lichten, wordt in de onderstaande figuren de stappen middels een illustratie van een willekeurig gebied verder toegelicht.



Stap 1: de habitatkaart

De begroeiingstypenkaart wordt voor iedere soort omgezet in een habitatkaart. Van ieder begroeiingstype is bekend of en in welke mate de soort de habitat kan gebruiken: van preferent habitat is minder oppervlak nodig om een paartje te huisvesten dan van marginaal habitat. Op basis van het oppervlak per begroeiingstype kunnen dus potentiële leefgebieden (habitatplekken) van de soort worden aangegeven (ongeacht of ze bezet of onbezet zijn). Per habitatplek wordt de draagkracht van die plek voor de soort

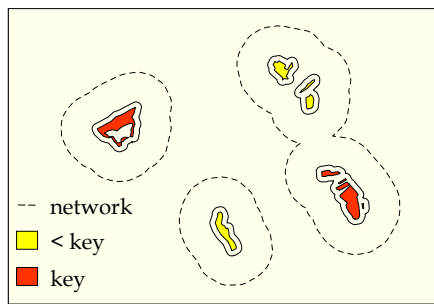
bepaald. De draagkracht is de maximale dichtheid die een soort in een begroeiingstype kan bereiken. De kwaliteit van de habitatplek is dus gerelateerd aan zowel het begroeiingstype als de afmetingen van het oppervlak en wordt in klassen aangegeven van 'marginaal', via 'sub-optimaal', naar 'optimaal habitat'.



Stap 2: bepalen van lokale populaties

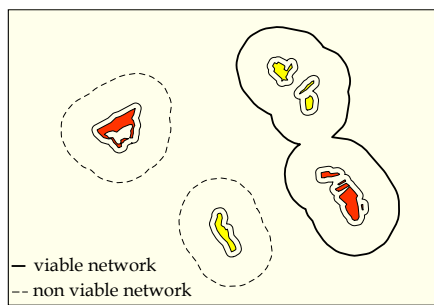
Dieren verplaatsen zich voor het uitvoeren van hun dagelijkse activiteiten (foerageren, rusten, slapen en dergelijke), binnen een bepaald gebied. Het gebied waarbinnen die verplaatsingen zich voltrekken wordt homerange genoemd. De verplaatsingen binnen de homerange bepalen welke soortgenoten geregeld contact hebben en dus tot dezelfde lokale populatie behoren. De aan elkaar grenzende homeranges vormen dan een netwerk van habitatplekken die bij een lokale populatie horen. De maximaal binnen een home-

range afgelegde afstand is hierbij een maat voor de potentiële uitwisseling tussen habitatplekken. Individuen van een soort waarvan de homerange overlappen worden tot dezelfde lokale populatie gerekend.



Stap 3: bepalen van habitatnetwerken

LARCH bepaalt van de lokale populaties of ze groot genoeg zijn voor een paartje van de betreffende soort. Ook wordt gekeken in hoeverre lokale populaties fungeren als sleutelpopulatie. Sommige individuen leggen een grotere bereidheid aan de dag om afstanden te overbruggen of hindernissen te nemen om een nieuwe habitatplek te koloniseren (dispersie). Via dispersie kan een dier dus in een andere lokale populatie terecht komen. En zoals een lokale populatie een netwerk is van habitatplekken, maximaal gescheiden door de afstand die de homerange aangeeft, zo zijn de lokale populaties op hun beurt in een netwerk- of metapopulatie verbonden binnen die dispersieafstand. Via dispersie vindt uitwisseling tussen lokale populaties binnen het netwerk plaats.



Stap 4: bepalen van de duurzaamheid van habitatnetwerken

De duurzaamheid van de habitatnetwerken voor de soort wordt bepaald op basis van inzichten in de metapopulatie-dynamiek van de betreffende soort. Afhankelijk van de omvang van het netwerk en de ruimtelijke configuratie (onderlinge afstand, verbindingen) en grootte van de afzonderlijke habitatplekken wordt een netwerk ingedeeld naar 'niet duurzaam', 'duurzaam' of 'sterk duurzaam'. Een duurzaam netwerk heeft een kans op uitsterven die kleiner is dan 5% in 100 jaar, een sterk duurzaam netwerk heeft een kans op uitsterven kleiner dan 1% in 100 jaar (Verboom en Pouwels, 2004).

3.3 Evalueren ecologische netwerken

Bij het evalueren van de ecologische netwerken wordt gebruik gemaakt van duurzaamheidsnormen die gebaseerd zijn op veldgegevens, literatuur en modelsimulaties (aannamen) als wel de norm voor sleutelgebieden (Verboom et al., 1997, 2001). Deze normen zijn soortspecifiek (Tabel 2). Er worden drie typen ecologische netwerken onderscheiden: 1) netwerken met 'Minimum Viable Population' (MVP)⁵, 2) netwerken met sleutelgebied en 3) netwerken zonder MVP en sleutelgebied. Elk type netwerk moet voldoende leefgebied hebben, wil een soort er duurzaam voorkomen. Het totale oppervlakte leefgebied neemt toe met de mate van versnippering (Figuur 13).

⁵ Zie bijlage 1 Begrippenlijst.

Tabel 2

Overzicht van normen voor type netwerken (naar Verboom et al., 1997; Van der Grift et al., 2003). MVP = 'Minimum Viable Population'; RE = Reproductieve Eenheid (bijlage 1).

Soortgroep	Sleutelgebied (aantal RE)	Norm netwerk met MVP (aantal RE)	Norm netwerk met sleutelgebied (aantal RE)	Norm netwerk zonder MVP en sleutelgebied (aantal RE)
Hagedissen	100	150	250	400
Amfibieën/heikikker	500	750	750	1000

Deze normen worden gebruikt om de duurzaamheid van netwerken weer te geven in drie klassen (Tabel 3). De kans op uitsterven van sterk duurzame netwerken is minder dan 1% in 100 jaar. Voor milieugevoelige soorten kan over het algemeen worden aangenomen dat er meer RE nodig zijn voor een duurzaam netwerk. RE staat voor Reproductieve Eenheid en is gelijk aan één man en één vrouw. Een sleutelgebied voor de heikikker betreft dan ook 1000 volwassen dieren.

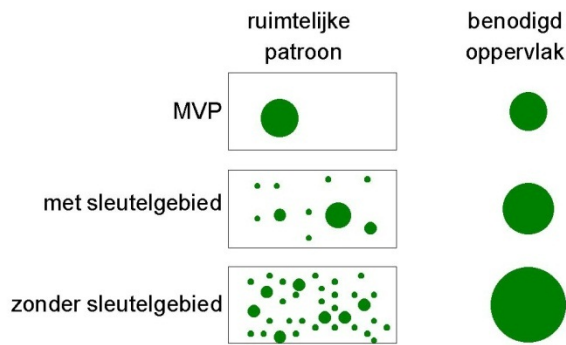
Tabel 3

Mate van duurzaamheid.

Waarde t.o.v. norm	Mate van duurzaamheid	Kans op uitsterven in 100 jaar
0,001 – 1	niet duurzaam	> 5%
1 – 5	duurzaam	≤ 5%
≥ 5	sterk duurzaam	≤ 1%

Vanaf het moment dat de verkregen waarde voor een specifiek gebied, zoals dat van de heikikkerpopulatie in het plangebied van Meerstad, groter of gelijk is aan de norm (waarde t.o.v. norm is tussen 1 en 5 of groter dan 5) is de onderzochte populatie duurzaam. Hoe hoger de waarde hoe duurzamer de populatie. Als de waarde echter onder de norm is, is de onderzochte populatie niet duurzaam⁶.

⁶ Duurzaam wordt in het kader van dit rapport gedefinieerd als een populatie waarvoor de kans op uitsterven kleiner is dan 5% in 100 jaar. Duurzaam betekent hier NIET lang. Zo kan een niet-duurzame populatie toch nog enkele, soms zelfs 10-tallen, jaren blijven bestaan.



Figuur 13

Schematische voorbeelden van het benodigde oppervlak aan leefgebied in een netwerk voor duurzaam voorkomen gerelateerd aan drie typen netwerken.

Voor een MVP geldt dat het kan gaan om een geïsoleerde populatie die duurzaam is. Belangrijkste voorwaarde voor het handhaven van een MVP is dat er te allen tijde optimaal beheer dient te worden uitgevoerd. Hier is namelijk géén risicospreiding van de betreffende soort. Alle individuen bevinden zich in hetzelfde gebied (locatie), waardoor de kans op uitsterven door calamiteiten groot is. Voor de andere twee illustraties in Figuur 13 ‘met sleutelgebied’ en ‘zonder sleutelgebied’ geldt dat er wel risicospreiding is, omdat de betreffende soort in meerdere deelpopulaties voorkomt die tot één netwerk behoren. Hierdoor is de kans op uitsterven, door een lokale calamiteit, minder groot. Voor de LARCH-analyse van de ‘heikikker in Meerstad’ worden de normen (tabel 1) gehanteerd die behoren bij een netwerk met sleutelgebied en een netwerk zonder sleutelgebied (Figuur 13).

Op basis van overzicht van normen voor type netwerken (Tabel 2), de veldstudie (paragraaf 4.1) en beschreven populatiegrootte en maximale dichtheden (paragraaf 2.5) wordt geconcludeerd dat een kernpopulatie in een sleutelgebied, bij heikikkers uit minimaal 1000 volwassen dieren of wel 500 RE moet bestaan. In deze studie is met 500 RE voor een sleutelgebied gewerkt.

In de LARCH-analyse wordt voor het overbruggen van ongeschikt leefgebied twee parameters gebruikt. Bij het vormen van sleutelgebieden wordt 20 meter (lokale fusieafstand/homerange) gehanteerd en bij het vormen ecologische netwerken 2000 meter (netwerkafstand).

4 LARCH-resultaten

Het type uitspraken dat van LARCH over de heikikker mag worden verwacht, gaat in dit onderzoek vooral over de ruimtelijke structuur binnen het plangebied van Meerstad. Het geeft inzicht in de potentie binnen het plangebied Meerstad voor de heikikker.

Bij de analyse worden de volgende vijf stappen ondernomen die moeten leiden tot concrete voorstellen hoe om te gaan met de heikikker in en nabij plangebied Meerstad.

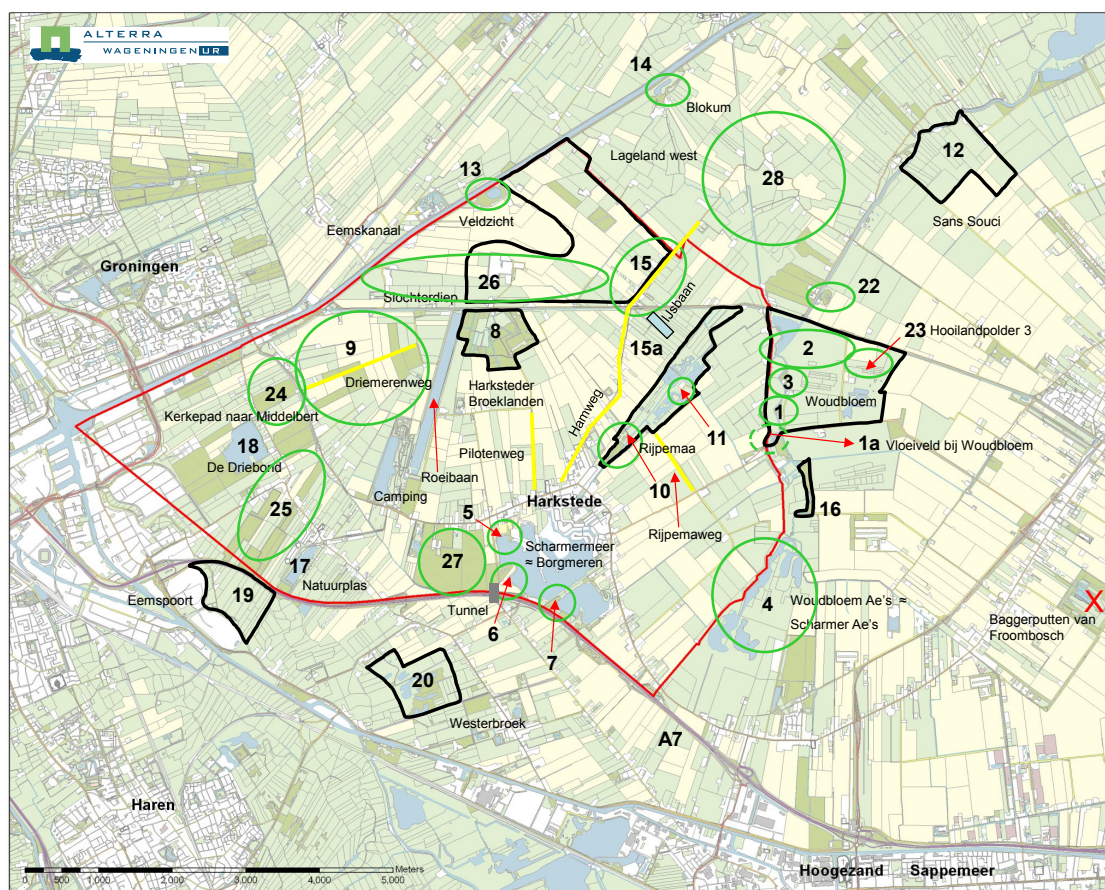
1. Het genereren van een kaart met potentiële habitat locaties voor heikikkers in het plangebied. Deze gebieden zijn geïnventariseerd op het voorkomen van heikikkers.
2. Voor de analyse is gebruik gemaakt van verspreidingsgegevens van de heikikker uit rapporten van Stichting RAVON, Buro Bakker, gegevens afkomstig van lokaal gevestigde Staatsbosbeheer en eigen veldinventarisaties in seizoen 2009 en 2010.
3. Stap 1 en 2 vormen gezamenlijk de definitieve kaart (Figuur 15) waarop de verspreiding van de heikikker wordt weergegeven.
4. Digitale kaarten (GIS bestanden):
 - a. Infrastructuur
 - b. Landgebruik, zoals bebouwing, landbouw en natuur.
5. Informatie van Bureau Meerstad over de ontwikkelingen binnen het plangebied.

4.1 Huidige situatie van de heikikker in het plangebied Meerstad

Om de potentiële habitats voor de heikikker rondom het plangebied in beeld te krijgen zijn middels een deskstudie en een veldbezoek in het voorjaar van 2009 de potentiële gebieden in beeld gebracht. Deze kaart draagt er toe bij dat er gerichter kan worden geïnventariseerd op heikikkers (Figuur 14). Op basis van de inventarisatie is het 'Kerkepad naar Middelbert' (gebied 24) toegevoegd.

De voortplantingsactiviteit van heikikkers is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden en het weersverloop. In het voorjaar vanaf half maart zijn de heikikkers in het voortplantingswater te vinden. Dit is de periode dat de kooractiviteit plaats vindt, een periode die soms maar één week duurt. Kooractiviteit (c.q. de roepende mannetjes) kan zich dus binnen enkele dagen afspelen en verspreidt zijn over enkele weken (half maart t/m begin april). Naast het tellen van roepende mannetjes zijn ook zichtwaarnemingen van adulte dieren relevant naast het tellen van afgezette eiklompjes. Door verschillende telploegen tegelijkertijd in te zetten kan een mogelijke concentratie van activiteiten in de tijd worden opgevangen.

Om een beeld te krijgen waar zich de heikikkers bevinden in de landfase, of potentiële verbindingen mogelijk zijn e.d. zijn in het najaar van 2009 en voorjaar van 2012 door middel van zichtwaarnemingen van juveniele en adulte dieren inventarisaties uitgevoerd. Inventarisaties zijn verricht gedurende de dag en later in de avond met behulp van een zaklamp. Tijdens de inventarisatie lag de nadruk vooral op de gebieden waarover nauwelijks iets bekend was. Alle gebieden zijn uiteraard bezocht, maar van gebied 9 (Driemerenweg), 10/11 (Rijpemaas) en 8 (Harkstede Broeklanden) werd gezien de situatie snel duidelijk dat het hier gaat om belangrijke sleutelgebieden voor de heikikker. Ook Woudbloem (gebieden 1, 2 en 3) herbergt een grote populatie heikikkers. Voor de overige gebieden geldt dat inzichtelijk moet worden gemaakt of er wel/niet heikikkers aanwezig zijn en of er mogelijke uitwisseling tussen gebieden onderling mogelijk is.



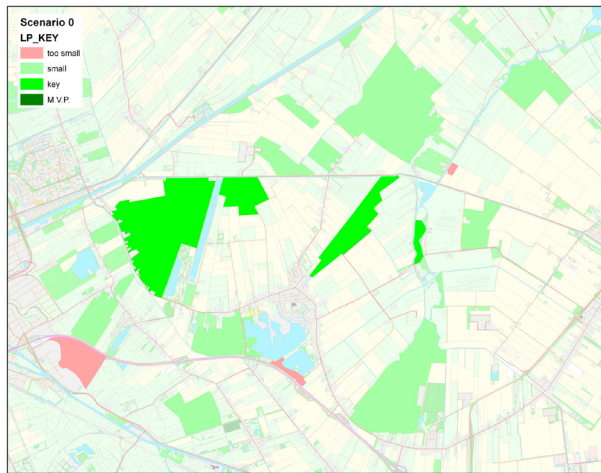
Figuur 14

Overzichtskaart met daarop potentiële gebieden waarin heikikkers kunnen voorkomen. De rode lijn in de figuur geeft de begrenzing weer van het plangebied. De zwart omlinje gebieden betreffende de eerste onderzochte deelgebieden in en buiten het plangebied.

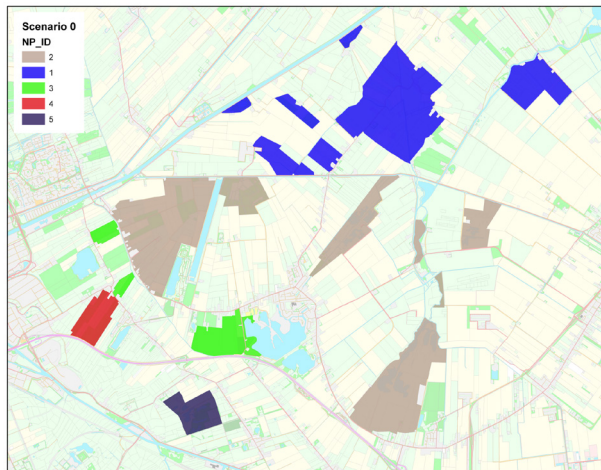
In totaal gaat het om 28 gebieden (Figuur 14) die zijn onderzocht op het voorkomen van heikikkers. Gebied 21 betreft de baggerputten van Froombosch (nummer ontbreekt op de kaart). Gezien de afstand en isolatie ten opzichte van het plangebied is dit gebied in het verdere onderzoek komen te vervallen. Op basis van de veldbezoeken en de eerder genoemde literatuur is de onderstaande kaart (Figuur 15) met daarin de aantallen heikikkers per gebied gehanteerd voor de LARCH-analyses.

4.2.1 Scenario 0

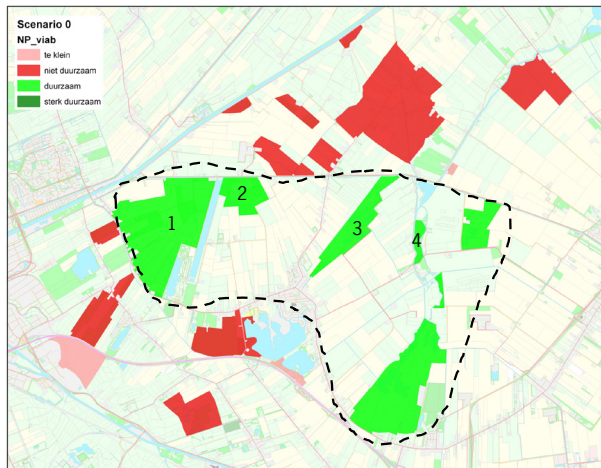
In dit scenario wordt de nulsituatie vastgesteld voordat Driemerenweg verdween. Dit geeft inzicht in het aantal netwerken, de duurzaamheid en de grootte van de populaties in het studiegebied.



In deze kaart zijn 4 sleutelgebieden aanwezig. Dit zijn de zogeheten 'key' gebieden in helder groen.



In het studiegebied zijn vijf ecologische netwerken aanwezig die door infrastructuur worden gescheiden. De vier sleutelgebieden liggen in één netwerk (nummer 2).



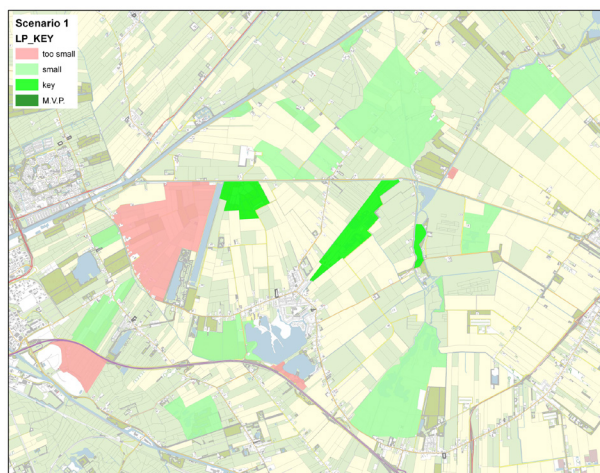
Alleen het netwerk met de vier sleutelgebieden is duurzaam en bevat 3000-4000 RE.

- 1 = Driemerenweg.
- 2 = Harksteder Broeklanden.
- 3 = Rijpema.
- 4 = Woudbloem.

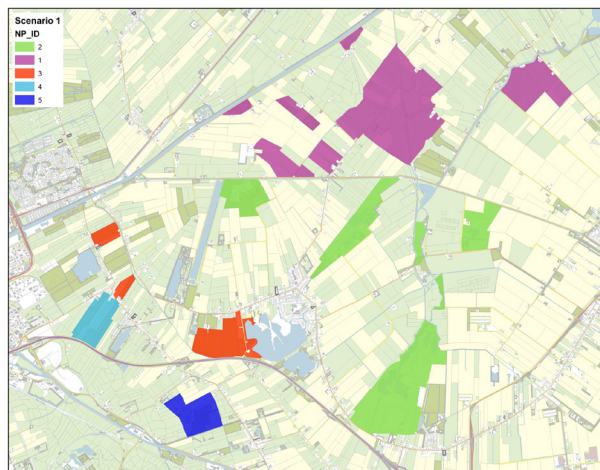
Stippellijn: verduidelijken van het duurzame netwerk.

4.2.2 Scenario 1

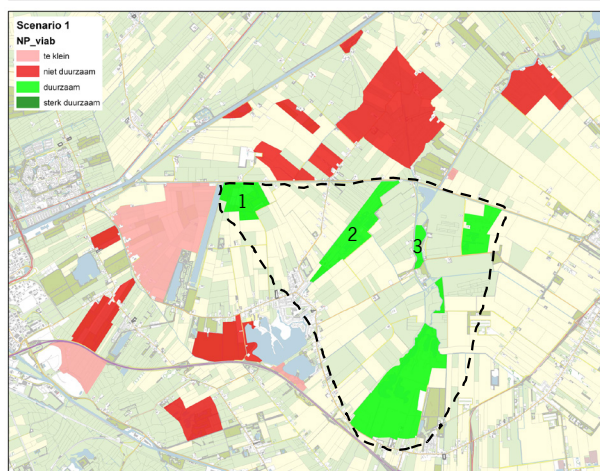
Dit is de huidige situatie waarin de Driemerenweg als gebied voor de heikikkers is verdwenen en de bekende compensatiegebieden voor de heikikkers zijn gerealiseerd. Dit scenario vormt de basis voor de scenario's 2 tot en met 5.



In het studiegebied zijn 3 sleutelgebieden ('key') aanwezig.



In het studiegebied zijn vijf ecologische netwerken aanwezig die door infrastructuur worden gescheiden. De drie sleutelgebieden liggen in één netwerk (nummer 2).



Alleen het netwerk met de drie sleutelgebieden is duurzaam en bevat 2500-3000 RE.

1 = Harksteder Broeklanden

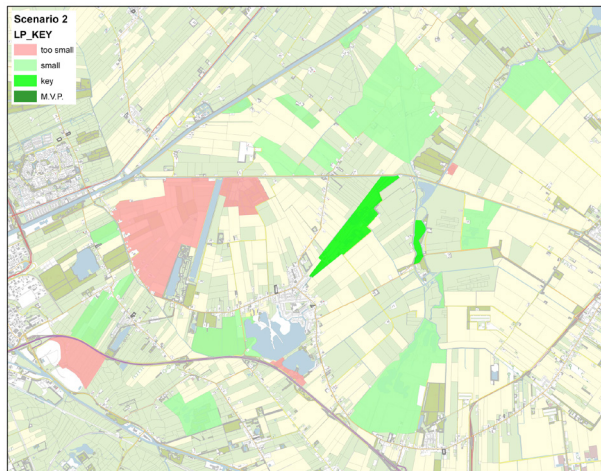
2 = Rijpema

3 = Woudbloem

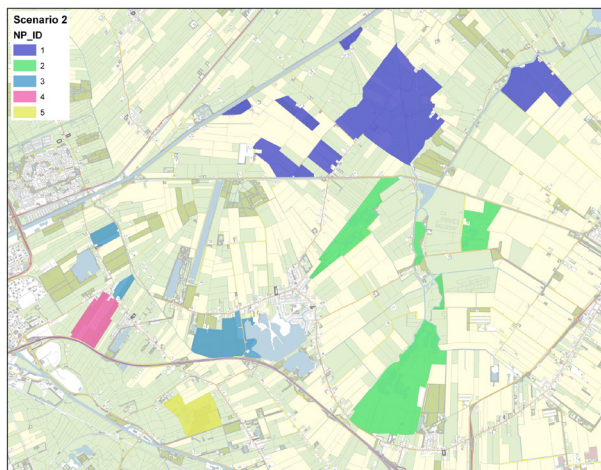
Stippellijn: verduidelijken van het duurzame netwerk.

4.2.3 Scenario 2

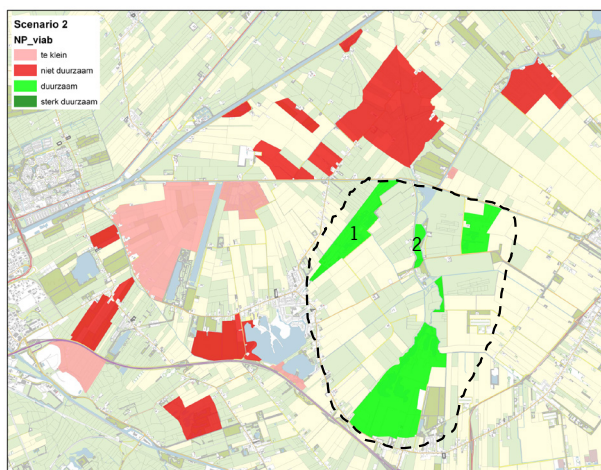
In dit scenario verdwijnt Harksteder Broeklanden voor de heikikker en worden er géén ecologische verbindingzones gerealiseerd.



In het studiegebied zijn 2 sleutelgebieden ('key') aanwezig.



In het studiegebied zijn vijf ecologische netwerken aanwezig die door infrastructuur worden gescheiden. De twee sleutelgebieden liggen in één netwerk (nummer 2).



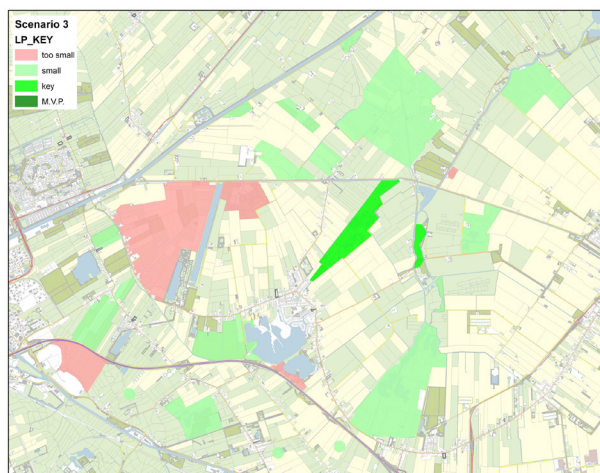
Alleen het netwerk met de twee sleutelgebieden is duurzaam en bevat 1500-2000 RE.

1 = Rippemaa
2 = Woudbloem

Stippellijn: verduidelijken van het duurzame netwerk.

4.2.4 Scenario 3

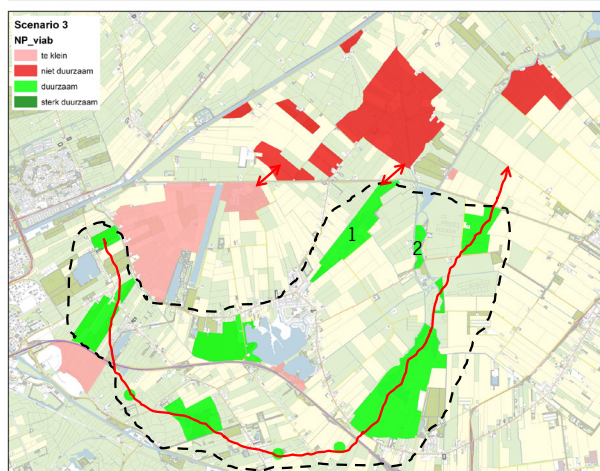
In dit scenario verdwijnt Harksteder Broeklanden voor de heikikker, maar worden er wel ecologische verbindingen gerealiseerd aan de zuidkant van het plangebied. Op hoofdlijnen van 'Kerkepad naar Middelbert', via 'Eemspoort', 'Westerbroek' richting de EHS naar 'Woudsbloem Ae's', 'Woudbloem' en noordelijker.



In het studiegebied zijn 2 sleutelgebieden ('key') aanwezig.



In het studiegebied zijn twee ecologische netwerken aanwezig die door het Slochterdiep worden gescheiden. Vier netwerken zijn met behulp van stapstenen (rondjes in figuur) en een corridor (de rode pijl) samengevoegd tot één netwerk. De twee sleutelgebieden, Rijpema en Woudbloem, liggen in dit netwerk (nummer 2).



Alleen het netwerk met de twee sleutelgebieden is duurzaam en bevat 2000-2500 RE.

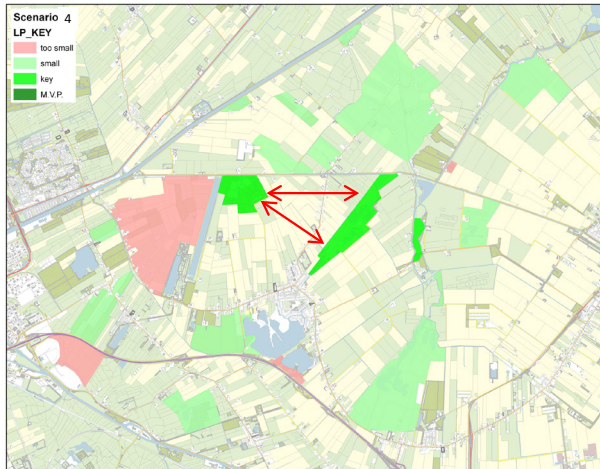
1 = Rijpema
2 = Woudbloem

Stippellijn: verduidelijken van het duurzame netwerk.

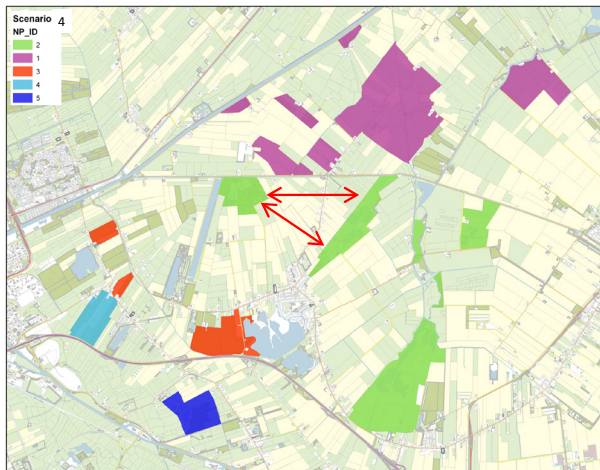
Scenario 2 en 3 is voor Bureau Meerstad voor de komende tien jaar geen reëel scenario. In deze periode zal Harksteder Broeklanden gehandhaafd blijven. Wellicht dat dit scenario in de toekomst reëler wordt als Meerstad kans ziet zich door te ontwikkelen.

4.2.5 Scenario 4

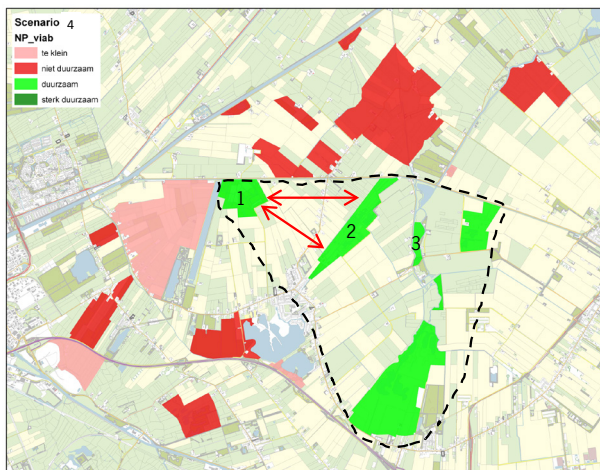
Harksteder Broeklanden blijft gehandhaafd voor de heikikkers en er worden ecologische verbindingzones, twee stuks, gerealiseerd tussen Harksteder broeklanden en Rijpema.aa.



In het studiegebied zijn 3 sleutelgebieden ('key') aanwezig. De ligging van de ecologische verbindingzones tussen Harksteder Broeklanden en Rijpema.aa wordt weergegeven door de twee rode pijlen.



In het studiegebied zijn vijf ecologische netwerken aanwezig die door infrastructuur worden gescheiden. De drie sleutelgebieden, Harksteder Broeklanden, Rijpema.aa en Woudbloem, liggen in één netwerk (nummer 2).



Aleen het netwerk met de drie sleutelgebieden is duurzaam en bevat 2500-3000 RE.

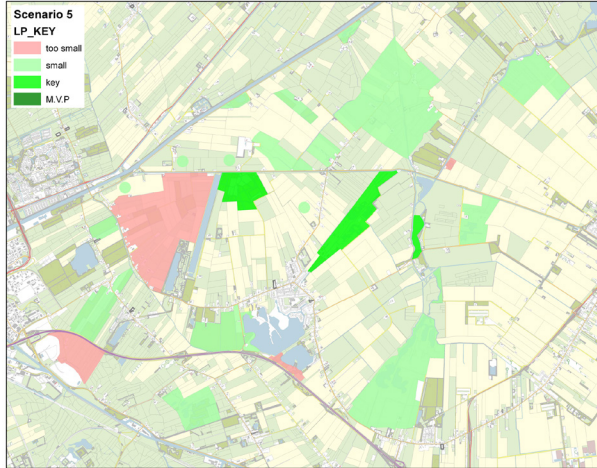
- 1 = Harksteder Broeklanden
- 2 = Rijpema.aa
- 3 = Woudbloem

Stippellijn: verduidelijken van het duurzame netwerk.

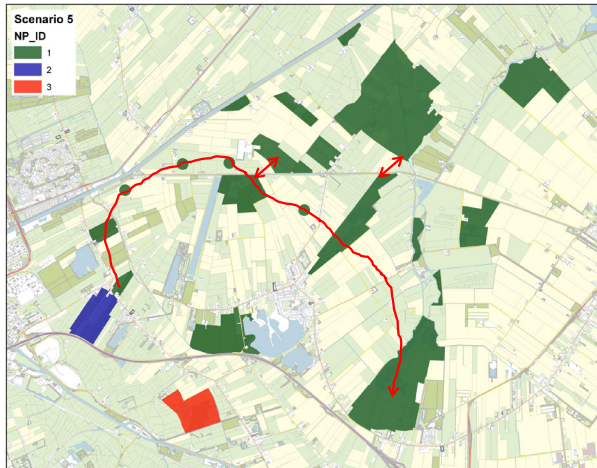
De uitkomsten met LARCH van scenario 4 is identiek aan scenario 1. Dit komt doordat gebieden wel tot één ecologisch netwerk worden gerekend of niet. Nu is aangenomen dat Harksteder Broeklanden en Rijpema.aa binnen de dispersieafstand van de Heikikker liggen en dat de tussenliggende lokale weg geen barrière vormt. Wanneer echter begonnen wordt met werkzaamheden rond Harksteder Broeklanden en het meer wordt vergroot, zal dit waarschijnlijk niet meer het geval zijn. Minimaal zullen tijdelijk de oevers minder geschikt zijn en zullen tussenliggende geschikte biotopen verdwijnen. Daarom is er voor gekozen om in het tussenliggende gebied enkele verbindende elementen aan te leggen. Hierdoor zal Harksteder Broeklanden beter met het ecologische netwerk verbonden zijn en zal de stabiliserende werking van het sleutelgebied kunnen functioneren binnen dit netwerk.

4.2.6 Scenario 5

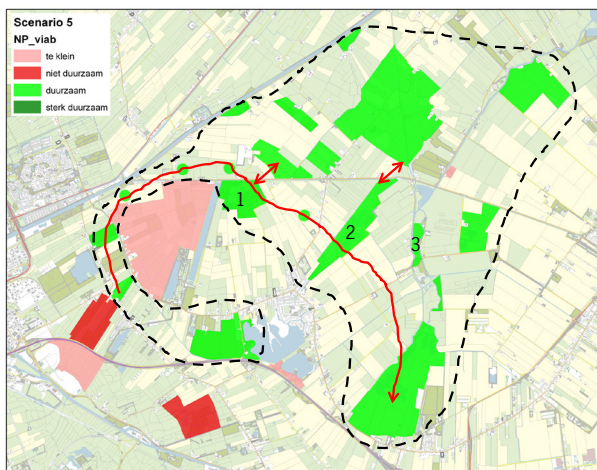
Harksteder Broeklanden blijft gehandhaafd voor de heikikkers en vanuit 'Kerkepad naar Middelbert' wordt een ecologische verbinding aan de noordzijde van het Slochterdiep gezocht. Van hieruit loopt deze verbinding terug naar 'Harksteder broeklanden' en via 'Rijpema' richting de EHS bij 'Woudbloem' en noordelijker.



In het studiegebied zijn 3 sleutelgebieden ('key') aanwezig.



In het studiegebied zijn drie ecologische netwerken aanwezig die door infrastructuur worden gescheiden. Drie netwerken zijn met behulp van stapstenen (rondjes in figuur) en corridor (de rode pijl in de figuur) samengevoegd tot één netwerk. De drie sleutelgebieden liggen in dit netwerk (nummer 1).



Alleen het netwerk met de drie sleutelgebieden is duurzaam en bevat 3000-4000 RE.

- 1 = Harksteder Broeklanden
- 2 = Rijpema
- 3 = Woudbloem

Stippellijn: verduidelijken van het duurzame netwerk.

Vanuit de heikikker gezien pakt scenario 5 het beste uit. Aandachtspunt is het zuidelijk deel, ook onder snelweg A7. Aanbevolen wordt om ook het zuidelijke deel c.q. de gebieden die bezet zijn met heikikkers te laten aansluiten op de toekomstige Ecologische Hoofd Structuur (EHS). Vanuit het gebied Westerbroek van Natuurmonumenten (dit is het rode gebied onder de snelweg) moeten ecologische verbindingzones (EVZ's) richting de EHS en richting Slochter Ae's worden gerealiseerd die zijn ingericht met heikikker habitat. Ook dienen deze EVZ's optimaal beheerd te worden voor de heikikker.



Een variant op scenario 5 is scenario 5a. In dit scenario wordt ten westen van Harksteder Broeklanden een knip gelegd in het duurzame netwerk van scenario 5 (de zwarte balk) en wordt ervoor gekozen om de gebieden met een rood kruis erdoor heen op te geven voor de heikikker. De heikikker zal dan in de opgegeven locaties op termijn verdwijnen, maar sterft niet uit in het overige netwerk. Wel treedt areaal verlies op voor de heikikker dat elders dient te worden gecompenseerd. In scenario 5a wordt compensatie niet weergegeven. Ook is deze niet meegenomen in de LARCH-analyse. Indien dit scenario van toepassing is wordt aanbevolen om compensatie uit te voeren in de aangrenzende EHS ten noordoosten of het zuiden van het plangebied.

Samenvattend

Op basis van de LARCH-analyses kan een overzicht gegeven worden in hoeverre de populaties van de Heikikkers in het plangebied in de verschillende scenario's afwijken van de oorspronkelijke 0-situatie of deze benaderen. Het blijkt dat de duurzaamheid van het netwerk alleen in scenario 5 even hoog is als in scenario 0. Dit gaat echter ten koste van één sleutelgebied, maar door het realiseren van de corridor met stapstenen, wordt het netwerk ruimtelijk uitgebreid en worden enkele grote barrières gemitigeerd. Voorwaarde om duurzaamheid op lange termijn te behouden in dit scenario is dat de corridors en overige leefgebieden goed aangelegd en beheerd worden.

Tabel 4

Overzicht per scenario; duurzaamheid netwerk, aantal sleutelgebieden, aantal reproductieve eenheden (RE) in betreffende netwerk en eventuele aansluiting met de EHS.

	Duurzaamheid netwerk	Aantal sleutelgebieden	RE in duurzame netwerken	Aantal volwassen heikikkers	Aansluiting overige EHS
Scenario 0	2,77	4	3000-4000	6000-8000	-
Scenario 1	2,3	3	2500-3000	5000-6000	-
Scenario 2	1,58	2	1500-2000	3000-4000	-
Scenario 3	1,91	2	2000-2500	4000-5000	Deels (zuidkant)
Scenario 4	2,3	3	2500-3000	5000-6000	
Scenario 5	2,8	3	3000-4000	6000-8000	Deels (noordkant)

5 Conclusies

In een eerder stadium is door Stichting RAVON geconcludeerd dat het natuurgebied Harksteder Broeklanden een essentieel onderdeel is van het netwerk van populaties heikikkers in het plangebied en daarom werd geadviseerd om de Harksteder Broeklanden als geheel te behouden. Op basis van de veldbezoeken in 2009 en 2010 aangevuld met reeds bestaande inventarisaties door verschillende ecologische adviesbureau's komt Alterra tot de zelfde conclusie. Harksteder Broeklanden vormt voor de heikikker één van de vier sleutelgebieden (kernleefgebieden) in de metapopulatie structuur zoals deze voor de realisatie aan de Driemerenweg aanwezig was. De overige drie sleutelgebieden zijn Rijpema, Woudbloem en voorheen ook Driemerenweg.

LARCH-analyses

In scenario 0 is de nul situatie vastgesteld voordat Driemerenweg verdween. Dit scenario laat zien dat de uitgangssituatie bestaat uit vier sleutelgebieden die één duurzaam netwerk vormen in het plangebied, dat er vijf verschillende ecologische netwerken aanwezig zijn die door infrastructuur worden gescheiden en dat alleen het netwerk met de vier sleutelgebieden (Driemerenweg, Harksteder Broeklanden, Rijpema en Woudbloem) duurzaam is en 3000-4000 Reproduceerbare Eenheden (RE) ofwel 6000 tot 8000 volwassen heikikkers bevat.

Tijdens en na realisatie van Meerstad zal een vergelijkbaar groot metapopulatie netwerk met 3000-4000 RE ofwel 6000-8000 volwassen heikikkers in een metapopulatiestructuur aanwezig moeten zijn. Inmiddels is één van de vier sleutelgebieden, de Driemerenweg, reeds weggefallen en deels gecompenseerd in het sleutelgebied Rijpema. In scenario 1 is te zien dat met het wegvallen van Driemerenweg als sleutelgebied er een terugval is van vier naar drie sleutelgebieden, weliswaar nog steeds duurzaam, maar het aantal RE zakt naar 2500-3000 ofwel 5000-6000 heikikkers.

Scenario 2 laat zien dat het laten wegvallen van sleutelgebied Harksteder Broeklanden tot gevolg zal hebben dat er nog twee sleutelgebieden over zijn en de duurzaamheid terug valt naar 1500-2000 RE ofwel 3000-4000 heikikkers. Dit onderstreept het belang waarom Harksteder Broeklanden als sleutelgebied dient te worden behouden.

Ook in scenario 3 verdwijnt Harksteder Broeklanden voor de heikikker, maar worden er wel ecologische verbindingen gerealiseerd aan de zuidkant van het plangebied. Op hoofdlijnen van 'Kerkepad naar Middelbert', via 'Eemspoort', 'Westerbroek' richting de EHS naar 'Woudsbloem Ae's', 'Woudbloem' en noordelijker. Nu blijven er twee sleutelgebieden aanwezig, Rijpema en Woudbloem, maar worden alle heikikker-gebieden ten noorden van het Slochterdiep niet duurzaam. Wel worden de gebieden in het zuiden van het plangebied door realisatie van de ecologische verbindingen duurzaam binnen een netwerk van twee sleutelgebieden met 2000-2500 RE ofwel 4000-5000 volwassen heikikkers.

Scenario 4 biedt ruimte voor 2500-3000 RE ofwel 5000-6000 volwassen heikikkers, mits Harksteder Broeklanden blijft gehandhaafd en er twee ecologische verbindingzones, toegespitst op de heikikker, worden gerealiseerd tussen Harksteder Broeklanden en Rijpema.

Van de gedraaide scenario's benadert alleen scenario 5 de uitgangssituatie qua duurzaamheid zoals deze is beschreven in scenario 0 de nul meting. Met de handhaving van Harksteder Broeklanden en het realiseren van een corridor met stapstenen vanuit 'Kerkepad naar Middelbert' langs de westzijde van het plangebied richting het Slochterdiep, van daaruit het Slochterdiep overstekend naar de leefgebieden ten noorden van het

Slochterdiep om vervolgens terug te steken naar Harksteder Broeklanden en via Rijpema richting de EHS bij Woudbloem en noordelijker worden alle gebieden aan elkaar ‘geknoopt’. Dit zorgt ervoor dat de gebieden ten noorden van het Slochterdiep voor het eerst in de analyses duurzaam worden. In combinatie met de te realiserende verbindingen en het behoud van de drie sleutelgebieden (Harksteder Broeklanden, Rijpema en Woudbloem) wordt een metapopulatie gehandhaafd die 3000-4000 RE ofwel 6000-8000 volwassen heikikkers bevat. Dit scenario komt overeen met de nul-situatie. Tevens biedt dit scenario de beste mogelijkheden om in de toekomst de heikikkers eenvoudiger en sneller te laten aansluiten op potentiële en reeds aanwezige leefgebieden in de Ecologische Hoofd Structuur (EHS) ten oosten van het plangebied.

Met betrekking tot een sleutelgebied wordt geconcludeerd dat een sleutelpopulatie (kernpopulatie) bij heikikkers uit minimaal 1000 volwassen dieren moet bestaan. De oppervlakten van een sleutelgebied voor heikikkers in het plangebied moet minimaal 500 ha zijn. Deze oppervlakte houdt er rekening mee dat het leefgebied ingebed is in agrarisch landschap. Als voorwaarde voor een duurzame populatie moet de 500 ha aan leefgebied zowel landhabitat in de vorm van populierenopstanden, wilgopstanden, hoog geaccidenteerde terreinendelen en extensief begroeid grasland als ook voortplantingswateren in de vorm van rietmoerasjes, rietsloten, slecht onderhouden deels verlande sloten, waterhoudende laagtes in pitrusvelden en poelen bevatten. De bovenstaande vuistregel geeft de eisen van een sleutelgebied weer.

6 Aanbevelingen

Naast het beoordelen van de ecologische aspecten in dit onderzoek met betrekking tot de heikikker is er geen prioritering van overige knelpunten gemaakt. Het is echter raadzaam om dit wel in ogenschouw te nemen. Belangrijke factoren zijn: vigerend natuurbeleid, soortenbeleid, gebiedsgerichte aanpak (in relatie tot de EHS), kosten, juridische verantwoordelijkheden, eventueel multifunctioneel gebruik van faunavoorzieningen (bijvoorbeeld in plaats van een amfibietunnel een tunnel aanleggen die functioneert tot middelgrote zoogdieren), draagvlak in de regio en dergelijke.

Aanbevolen wordt om een plan van aanpak, maar ook om een beheerplan voor de heikikker in relatie tot Meerstad te laten op stellen. Hierin kunnen aspecten worden opgenomen als:

- Knelpunten analyse in relatie tot barrières.
- Waar en welke mitigatie-maatregelen moeten worden uitgevoerd.
- Beheer en onderhoudsplan aan mitigerende maatregelen.
- Uiteindelijke ligging van ecologische verbindingzones met bijbehorende stapstenen.
- Veldbodemkundig onderzoek in relatie tot katteklei en nieuw te realiserende voortplantingswateren en/of verbindingswateren.
- Beheer en onderhoud van (voortplantings)wateren.
- Beheer en onderhoud van landhabitat (zomer- en winterhabitat).
- Etc.

Dit beheerplan kan een onderdeel uitmaken van een soortbeschermingsplan heikikker voor Meerstad.

Om in de toekomst de lokale staat van instandhouding c.q. de duurzaamheid van de heikikker in Meerstad te kunnen volgen wordt aanbevolen om de heikikker te monitoren. Daarbij bevelen wij aan om de 'methodebepaling staat van instandhouding' voor habitatsoorten te volgen. De volgende vier aspecten zijn van belang: verspreiding, populatie, leefgebied en toekomstperspectief. Voor het laatste kan op termijn het gebruik van LARCH voor zowel effecten van beheer- als voor inrichtingsvarianten, van dienst zijn.

Voor de heikikker in en rondom het plangebied Meerstad in Groningen speelt nog een ander belangrijk aandachtspunt. In deze omgeving komen bodems voor waarin tijdens de afzetting, op de grens tussen zoet en zout, pyrietvorming zal hebben plaatsgevonden. Dit komt vooral voor in organische stofrijke slappe kleilagen (katteklei) en in moerige- of veenlagen. In katteklei zit veel pyriet, een ijzersulfide dat na blootstelling aan de lucht oxideert. Hierbij wordt jeroziet en zwavelzuur gevormd. Dit kan tot extreme verzuring leiden als in de bodem onvoldoende zuurbuffer in de vorm van kalk aanwezig is. De bodems in het gebied zijn kalkarm of kalkloos en hebben dus een geringe zuurbuffer. Bij het realiseren van nieuwe voortplantingswateren en/of natte verbindingzones moet men er op toezien dat tijdens het graven van deze wateren niet tot in deze lagen wordt gegraven, zeker als daardoor pyriethoudende lagen boven het waterniveau komen te liggen. Om het voorkomen van potentieel pyriethoudende lagen vast te stellen wordt aanbevolen op locaties waar dergelijke wateren aangelegd worden éérst een veldbodemkundig onderzoek uit te laten voeren.

Dankwoord

Van Bureau Meerstad bedanken wij in het bijzonder Michiel de Boer. De prettige en constructieve samenwerking werd erg op prijs gesteld.

Op 9 februari en 15 oktober 2010 zijn er twee overlegmomenten geweest waarbij de tot dan toe laatste stand van zaken werd besproken. Tijdens het eerste overleg waren hierbij aanwezig Piet Dijkstra, Anne Boonstra, Ron Fijn (Dienst Landelijk Gebied-Noord), Leon Luijten (Staatsbosbeheer), Jan Kleine (Directie Bureau Meerstad) en Michiel de Boer (projectleider, Bureau Meerstad) en Aaldert de Vrieze (Bureau Meerstad). Tijdens het tweede overleg waren dit Ron Fijn en Michiel de Boer. Wij danken hen voor hun visie en input tijdens deze vergaderingen.

Marieke Harkink (Bureau Meerstad) heeft het projectleiderschap in de eindfase na het vertrek van Michiel de Boer overgenomen. Haar bedanken wij voor de afronding.

Van Staatsbosbeheer bedanken wij Leon Luijten voor de keren dat hij ons heeft voorzien van lokale veldkennis en de keren dat hij met ons mee is geweest in het veld.

Dick en Petra Bekker zijn wij erkentelijk voor hun gastvrije onthaal. Dick in het bijzonder voor de keren dat hij 's avonds en 's nachts is mee geweest tijdens het inventariseren van heikikkers.

Van Alterra bedanken wij de collega's Ton Stumpel, Karin Didden, Wim Dimmers en Dennis Lammertsma voor de bijdrage die zij hebben geleverd aan het veldwerk en Michiel van Eupen en Ruut Wegman voor hun bijdrage in de LARCH-analyses.

Literatuur

Alterra, 2001. Handboek Robuuste Verbindingen; ecologische randvoorwaarden. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte.

Creemers, R.C.M. en J.J.C.W. van Delft (Ravon) (redactie), 2009. De amfibieën en reptielen van Nederland. – Nederlandse Fauna 9. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, European Invertebrate Survey – Nederland, Leiden. 475 p.

Crombaghs, B. en G. Hoogerwerf, 1992. Actieplan voor het behoud en herstel van amfibieënpopulaties in het Noordoosten van Noord-Brabant. Limes Divergens, Adviesbureau voor natuur en landschap, Nijmegen.

De Jong, Th. en C.C. Vos, 2009. Heikikker (*Rana arvalis*) in: Creemers, R.C.M. en J.J.C.W. van Delft (Ravon) (Redactie), 2009. De amfibieën en reptielen van Nederland. Nederlandse Fauna 9. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, European Invertebrate Survey - Nederland, Leiden. 475 p.

Delft, S.P.J. van, R.H. Kemmers en A.G. Jongmans, 2005. Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1161.

Felix, R. en G. Hoogerwerf, 2000. Monitoringsonderzoek amfibieën provincie Groningen, tussenrapportage resultaten 1999. Natuurbalans/Limes divergens, Nijmegen.

Foppen, R.P.B. en J.P. Chardon, 1998. LARCH-EUROPE a model to assess the biodiversity potential in fragmented European ecosystems. Rapport nr. 98/4, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.

Foppen, R., J. Graveland, M. de Jong en A. Beintema, 1998. Naar levensvatbare populaties moerasvogels; achtergrond document voor 'Beschermingsplan Moerasvogels' van Vogelbescherming Nederland. Rapport nr. 393, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.

Frankham, R., J.D. Balou en D.A. Briscoe 2002. Introduction to Conservation Genetics. Cambridge University Press.

Grift, E.A. van der, R. Pouwels en R. Reijnen, 2003. Meerjarenprogramma Ontsnippering; knelpuntenanalyse. Alterra-rapport 768, Alterra, Wageningen. 168 pp.

Günther, R. en H. Nabrowsky, 1996: Moorfrosch *Rana arvalis* in: Günther, R. (Hrsg): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands, Jena, Gustav Fisher: 364-388.

Hanekamp, G., 1997. Poelen en andere kleine wateren. Landschapsbeheer Nederland, Utrecht.

Hanekamp, G., 2004. Poelen en andere kleine wateren. Landschapsbeheer Nederland, Utrecht.

Hansson, L., 1991. Dispersal and connectivity in metapopulations: 89-103. In: GILPIN, M, and I. HANSKI (eds.), 1991. Metapopulation dynamics: empirical and theoretical investigations: Academic Press, San Diego.

- Hartung, H., 1991. Untersuchungen zur terrestrischen Biologie von Populationen des Moorfrosches (*Rana arvalis* Nilsson 1842) unter besonderer Berücksichtigung der Jahresmobilität. Proefschrift Universität Hamburg.
- Hellbernd, L., 1987. Zweijährige Untersuchungen am laichplatz vom Moorfrosch (*Rana arvalis Nilson*) und Grasfrosch (*Rana temporaria L.*) In: D. Glandt en R Podloucky (Red.), Der Moorfrosch – Metelener Artenschutzsymposium. Beiheft Schriftenreihe Naturschutz Landschaftsplege Niedersachsens 19: 119-130.
- Hoogerwerf, G. en L. Luijten, 1999. Onderzoek watergebonden fauna provincie Groningen 1998, in de mileubeschermingsgebieden Zuidelijk Westerkwartier, Westerwolde en Gorecht. Natuurbalans/Limes divergens, Nijmegen.
- Keller L.K. en D.M. Waller 2002. Inbreeding effects in wild populations. TREE 17: 230-241.
- Kuzmin, S.L., 1999. The amphibians of the former Soviet Union. Moscow, Pensoft Sofia.
- Lenders, H.J.R., C.C.H. Marijnissen en R.P.W.H. Felix, 1993. Waarnemen en herkennen van amfibieën en reptielen in het veld. 4e geheel herziene druk, Stichting RAVON, Nijmegen.
- Lenders en Stronks, 1989. Amfibieën en reptielen door het dal. Verspreiding, bedreiging en bescherming van de herpetofauna in de Gelderse Vallei. Provincie Gelderland, Dienst Landinrichting en Landbouw, afdeling Natuur- en Landschap.
- Levins, R., 1970. Extinction: 77-107. In: M. Gershenhaber (ed.). Some mathematical questions in biology. Lectures on mathematics in life sciences. Volume 2. American Mathematical Society, Providence RI.
- Luijten, L., 1995. Waarnemingen van amfibieën en reptielen in Westerwolde in 1995. Rapport in eigen beheer m.m.v. de provincie Groningen.
- Luijten, L., 2004. Heikikkers in Midden-Groningen. RAVON 17, jg. 6 (2): 17-18.
- Lutz, K., 1992. Zur ökologie von Froschlurchen in der Agrarlandschaft. Untersuchungen der Habitatnutzung von Grs- und Moorfroschen im Sommerlebensraum in der Landschaft Stapelholm. Hamburg (ongepubliceerd bericht). In: D. Glandt, Der Moorfrosch. Einheit und vielfalt einer Braunfroschart. Beiheft der Zeitschrift für Feldherpetologie 10, Laurenti Verlag, Bielefeld.
- Opdam, P. en R. Hengeveld, 1990. Effecten op planten- en dierpopulaties. In M.C. van den Berg (red.): De versnippering van het Nederlandse landschap: onderzoekprogrammering vanuit zes disciplinaire benaderingen, 95-158. Publicatie RMNO nr. 45. Raad voor het Milieu- en Natuuronderzoek, Rijswijk.
- Opdam, P.F.M., J. Verboom en R. Pouwels, 2003. Landscape cohesion: an index for the conservation potential of landscapes for biodiversity. Landscape Ecology 18: 113-126.
- Ottburg, F.G.W.A., 2008. Heikikker (*Rana arvalis*) In: Janssen, J.A.M. en H.J. Schaminée, 2008. Europese Natuur in Nederland. Soorten van de Habitatrichtlijn. Tweede sterk herziene en uitgebreide druk. KNNV Uitgeverij, Zeist. P. 183.
- Pouwels, R., R. Jochem, M.J.S.M. Reijnen, S.R. Hensen en J.G.M. van der Gref, 2002. LARCH voor ruimtelijke ecologische beoordelingen van landschappen. Alterra-rapport 492. Alterra, Wageningen. 112 blz.

- Roessink, I., S. Hudina en F.G.W.A. Ottburg, 2009. Literatuurstudie naar de in Nederland invasieve rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) en de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*). Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1923. 56 blz.; 54 fig.; 10 tab.; 1 ref.; p. 132.
- Shaffer, M.L., 1981: Minimum population sizes for species conservation. *Bioscience* 31 (2): 131-134.
- Schops, I., 1999. Amfibieën en reptielen in Limburg. Verspreiding, bescherming en herkenning. Likona.
- Schotman, A.G.M., 2002. Onderbouwing en uitbreiding van het kennisstelsel LARCH, dispersievermogen, lokale populatie afstand en duurzaamheid van lokale populaties. Alterra-rapport 213. Alterra, Wageningen. 97 pp.
- Snep, R.P.H., H. Timmermans en W. Timmermans, 2000. Populatiernetwerken in de stad Arnhem; een pilotstudie aan de hand van een tweetal vogelsoorten. Alterra-rapport 152. Alterra, Wageningen. 46 pp.
- Snep, R.P.H., R.G.M. Kwak, H. Timmermans en W. Timmermans, 2001. Landschapsecologische analyse van het Rotterdamse havengebied; LARCH-scenariostudie naar natuurpotenties van braakliggende terreinen en leidingstroken. Alterra-rapport 231. Alterra, Wageningen. 79 pp.
- Spitzen - Van der Sluis, A.M., G.W. Willink, R. Creemers, F.G.W.A. Ottburg, R.J. de Boer, P.M.L. Pfaff, W.W. de Wild, D.J. Stronks, R.J.H. Schröder, M.T. de Vos, D.M. Soes, P. Frigge en R.P.J.H. Struik, 2007. Atlas Reptielen en amfibieën in Gelderland. 1985-2005. Stichting RAVON, Nijmegen. 178 p.
- Stumpel, A.H.P., 2004. Reptiles and amphibians as targets for nature management. Proefschrift Wageningen Universiteit. Alterra scientific contributions 13. Alterra Green world research, Wageningen.
- Van Delft, J.J.C.W., 2003. Amfibieën en vissen in de Heesseltse uiterwaarden. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Van Erve, 2005. Heikikker (*Rana arvalis*) In: Delft, J.J.C.W. en W. Schuitema, 2005. Werkatlas amfibieën en reptielen in Noord-Brabant. RAVON Noord-Brabant/Stichting RAVON, Nijmegen.
- Van Rijsewijk, A. en A.M. Spitzen-van der Sluijs (2008): De heikikker in Meerstad. Stichting RAVON, Nijmegen. 33 pp.
- Van Uchelen, E., 2006. Praktisch natuurbeheer: amfibieën en reptielen. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Verboom, J., P.C. Luttikhuis en J.T. Kalkhoven, 1997. Minimumarealen voor dieren in duurzame populatiernetwerken (Minimum areas for animals in sustainable population networks). Rapport nr. 259, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Verboom, J., R. Foppen, J.P. Chardon, P.F.M. Opdam en P.C. Luttikhuis, 2001. Introducing the key patch approach for habitat networks with persistent populations: an example for marshland birds. *Biological Conservation* 100 (1): 89-100.
- Verboom, J. en R. Pouwels, 2004. Ecological functioning of ecological networks: a species perspective. In: Jongman R.H.G. en G. Pungetti (eds.). *Ecological networks and greenways. Concept, design, implementation*, 56-72. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Vos, C.C. en J.P. Chardon, 1998. Effects on habitat fragmentation and road density on the distribution pattern of the Moorfrog *Rana arvalis*. *Journal of Applied Ecology* 35: 44-56.

Vos, C.C., A.G. Antonisse-De Jong, P.W. Goedhart en M.J.M. Smulders, 2001. Genetic similarity as a measure for connectivity between fragmented moor frog (*Rana arvalis*) populations. *Heredity* 86: 598-608.

Vos, C.C., J. Verboom, P.F.M. Opdam en C.J.F. Ter Braak, 2001. Towards ecologically scaled landscape indices. *The American Naturalist* 157: 24-41.

Bijlage 1. Begrippenlijst

Voor een uitgebreidere beschrijving wordt verwezen naar Pouwels et al. 2002.

Backbone: met 'backbone structuur' wordt hier bedoeld de vaste verblijfgebieden voor de heikikker, waarin de soort voor de toekomst wordt veiliggesteld in het aanpalende gebied ten oosten van het plangebied Meerstad.

Barrière: element dat de dispersiestroom relatief sterk of volledig blokkeert.

Corridor: lijnvormig landschapselement van een verbinding. Functioneel gezien een strook land of water die zodanig is ingericht, dat planten en dieren zich bij voorkeur via deze strook verplaatsen in plaats van daarbuiten. De overlevingskans is groter, waardoor grotere afstanden worden afgelegd.

Dispersie: ongerichte beweging van een organisme naar (mogelijke) habitatplek (leefgebied).

Draagkracht: elke populatie in een leefgebied heeft een theoretisch maximum. Dat maximum is voor te stellen als een plafond in de populatieomvang. Een veel gebruikte aanduiding van dit begrip is 'de draagkracht'. De draagkracht is voor vogels vaak makkelijk uit te drukken in het aantal territoria.

Duurzaam (levensvatbaar): een ecologisch netwerk of landschap is duurzaam als de overlevingskans groter is dan 95% in 100 jaar. Een (meta)populatie is levensvatbaar. Met behulp van diverse normen wordt de duurzaamheid berekend. Een ecologisch netwerk kan de duurzaamheidsgrens overschrijden of onderschrijden. In het eerste geval is de landschappelijke situatie goed, in het tweede geval mankeert er iets aan die situatie en kan er bekeken worden hoe er verbetering mogelijk is.

Ecologisch netwerk: verzameling habitatplekken waarbinnen één metapopulatie van een soort kan functioneren. Dat houdt in dat alle plekken voor individuen van de soort bereikbaar zijn, maar laat onverlet dat een deel in de praktijk onbezet kan zijn.

Habitat (standplaats): de verzameling van waarden van voor een soort relevante leefvoorwaarden waarbij aan de fysiologisch bepaalde eisen voor voortplanting en overleving van een soort wordt voldaan. Deze eisen kunnen dus betrekking hebben op zowel edafische of klimatologische factoren, als op biotische factoren (vgl. parasiet of schimmel).

Habitatplek: ruimtelijk gedefinieerde plek waar habitat van een soort is gerealiseerd. Een ecotoop kan samenvallen met de habitatplek, maar deze kan ook binnen het ecotoop afgrensbaar zijn, dan wel samenvallen met een mozaïek van ecotopen.

Homerange: het gebied waarin een dier foerageert en het grootste gedeelte van de tijd doorbrengt. De grootte ervan hangt af van de grootte van het dier en zijn wijze van voedsel verzamelen.

Kerngebieden (sleutelgebied): leefgebied waarin een sleutelpopulatie kan voorkomen. Een concrete ruimtelijke afgrensbare plek, die voldoet aan de voorwaarden voor leven en voorplanten van een soort.

Levensvatbare populatie: geïsoleerde populatie van een zodanige omvang dat de uitsterfkans erg klein is.

Lokale populatie: een ruimtelijk af te grenzen populatie waarbinnen 'random mating' plaatsvindt.

Metapopulatie: ruimtelijk gestructureerde populatie, verdeeld in lokale populaties die in habitatplekken voorkomen, die met elkaar via dispersie een ecologisch netwerk vormen.

Minimum Viable Population (MVP): leefgebied of populatie van zodanige omvang dat deze een uitsterfkans heeft die kleiner is dan 5% in 100 jaar.

Netwerkpulatie: synoniem voor metapopulatie.

Reproductieve eenheid (RE): het minimum aantal dieren dat voor de voortplanting kan zorgen, noemen we een reproductieve eenheid. In veel gevallen is dat een mannetje en een vrouwtje (een paar); in een beperkt aantal gevallen is het een kleine sociale groep (RU = Reproductive Unit).

Sleutelpopulatie (sleutelgebied): relatief grote populatie die levensvatbaar is onder de conditie dat er één immigrant per generatie is (Verboom et al., 2001). Er is netto meestal een dispersiestroom in de richting van de overige delen van het ecologisch netwerk.

Stapstenen: stapstenen zijn kleine habitatplekken, die doordat ze niet te ver uit elkaar liggen op dezelfde manier fungeren als een corridor.

Versnippering: het uiteenvallen van het leefgebied van een planten- of diersoort in kleinere eenheden (snippers of fragmenten) habitat, dat wordt gescheiden door als habitat ongeschikt terrein of een barrière (Opdam en Hengeveld, 1990).



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

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

Meer informatie: www.alterra.wur.nl