

# De status van de Heikikker in het Meinweggebied

## EEN ACTUEEL OVERZICHT VAN VERSPREIDING, POPULATIEOMVANG EN KOORPERIODE

H.J.M. van Buggenum, Rijdstraat 118, 6114 AM Susteren, email: hvanbuggenum@gmail.com

R.P.G. Geraeds, Bergstraat 70, 6131 AW Sittard, email: rob.geraeds@kpnplanet.nl

A.J.W. Lenders, Groenstraat 106, 6074 EL Melick, email: tlenders@home.nl

De Heikikker (*Rana arvalis*) is voor het Meinweggebied een karakteristieke soort van heidevelden en vennen. Het dier bleek tot ongeveer 2005 een neerwaartse trend te vertonen (LENDERS, 2005). Een actueel inzicht in de status van de soort in het Meinweggebied ontbrak echter. Daarom zijn in 2010 en 2011 alle potentiële voortplantingsplaatsen onderzocht. Parallel aan het vaststellen van de populatiegrootte is ook onderzoek gedaan naar enkele waterkwaliteitsaspecten en de duur van de koorperiode. Hierbij is gebruik gemaakt van een moderne methodiek, die verrassende resultaten opleverde.

### VOORTPLANTING VAN DE HEIKIKKER

Een van de amfibiesoorten met een zeer vroege en kortdurende paartijd is de Heikikker [figuur 1 en 2]. De mannetjes komen op geschikte locaties bij elkaar en lokken de vrouwtjes met een relatief zachte roep. Tijdens de paring worden de eiklompjes meestal in de warme, ondiepe randzones van een water afgezet. De hogere watertemperatuur stimuleert de voortplantingsdrift van de adulte dieren, de ontwikkeling van eieren en de groei van de larven (GLANDT, 2006). In een voortplantingswater is daarom de locatie van de koorplaatsen jaarlijks vrijwel hetzelfde. Omdat de Bruine kikker (*Rana temporaria*) vaak gelijktijdig koorvorming heeft en de eiklompjes sterk op elkaar lijken, moeten de legsels zorgvuldig worden gedermineerd (zie VAN DIEPENBEEK & CREEMERS, 2006). In het Meinweggebied is de Bruine kikker meestal iets eerder op de voortplantingslocatie aanwezig dan de Heikikker. De

Bruine kikker zoekt eveneens de warmste oeverplekken op. Of er op dit vlak sprake is van voortplantingsconcurrentie is niet bekend (LENDERS, 2005).

Heikikkers maken voor de voortplanting gebruik van verschillende watertypen, maar hebben een voorkeur voor relatief voedselarm water. Op de hogere zandgronden, zoals in het Meinweggebied, gaat dit meestal gepaard met een hoge zuurgraad (overeenkomend met een lage pH-waarde) van het water. Hoewel de soort een hoge tolerantie ten aanzien van de zuurgraad heeft, zal de voortplanting mislukken als de pH lager wordt dan 4 tot 4,5 (LEUVEN *et al.*, 1984). De embryo's sterven, waarna de eitjes beschimmelen. Wanneer dit eenmaal het geval is breiden de schimmels zich snel uit over de gehele eiklomp waardoor mogelijk ook de nog levende embryo's afsterven (VON BÜLOW *et al.*, 2011).

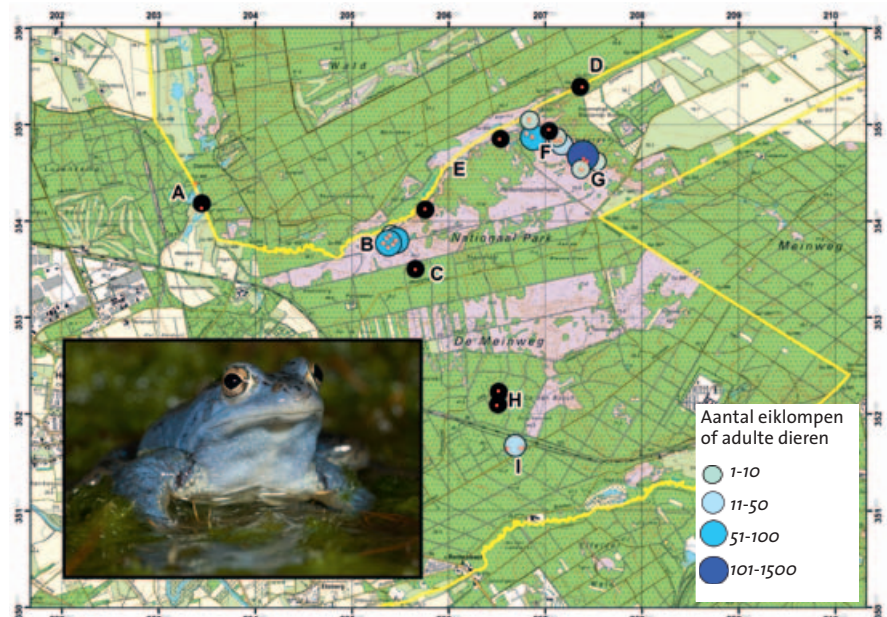
### VELDONDERZOEK

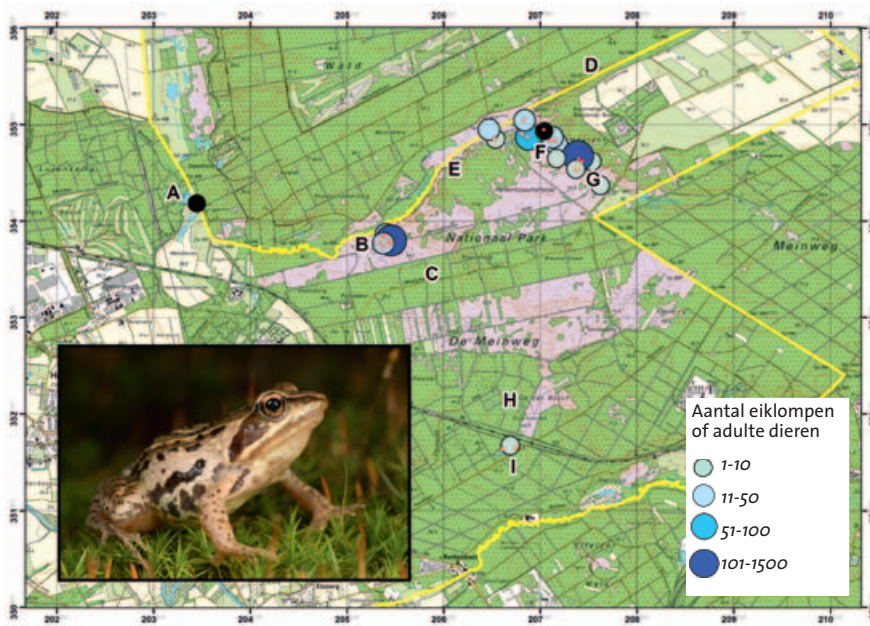
#### Populatieomvang

Omdat de eiklompjes van de Heikikker en de Bruine kikker niet kriskras door elkaar heen worden aangetroffen, kunnen de legsels worden gebruikt om de populatieomvang van de Heikikker (en Bruine kikker) te bepalen. Eén vrouwtje legt namelijk meestal één eiklomp. Daarnaast geeft de kooromvang (het aantal roepende of zichtbare mannetjes) een indicatie van de populatiegrootte. Op basis van recente gegevens en eerdere populatieontwikkelingen (LENDERS, 2004; 2005) is een selectie gemaakt van de te onderzoeken potentiële koor- en eifzetplaatsen van de Heikikker in het Meinweggebied. In figuur 1 en 2 zijn de onderzochte vennen aangegeven. Voor de koor- en eiklompstel-

FIGUUR 1

Ligging van de in 2010 onderzochte vennen. Een rood stipje markeert de locatie van een memo-recorder. Een zwart bolletje betekent geen waarnemingen. De overige symbolen indiceren van klein naar groot de klassen 1-10, 11-50, 51-100 en 101-1500 eiklompjes of adulte dieren (voor locatienamen, -nummers en precieze aantallen zie tabel 1). In de figuur een afbeelding van een mannelijke Heikikker (*Rana arvalis*) (foto: P. van Hoof) (topografische kaart: © Dienst voor het kadaster en de openbare registers, Apeldoorn 2012).





FIGUUR 2

Ligging van de in 2011 onderzochte vennen. Een rood stipje markeert de locatie van een memorie-recorder. Een zwart bolletje betekent geen waarnemingen. De overige symbolen indiceren van klein naar groot de klassen 1-10, 11-50, 51-100 en 101-1500 eiklommen of adulte dieren (voor locatie-namen, -nummers en precieze aantallen zie tabel 1). In de figuur een afbeelding van een vrouwelijke Heikikker (*Rana arvalis*) (foto: P. van Hoof) (topografische kaart: © Dienst voor het kadaster en de openbare registers, Apeldoorn 2012).

2012). Daartoe was het hele ven van 17 maart tot 20 april afgezet met een afrastering met ingegraven vangemmers. In 2010 (19 maart) en 2011 (22 maart en 8 april) zijn andere potentiële voortplantingslocaties van de Heikikker aanvullend bekeken.

lingen werden in 2010 (22 en 26 maart) en in 2011 (14 en 19 maart) alle geschikt geachte vennen en poelen bezocht. Bij elke ronde werd het exact aantal gevonden eiklommen, het aantal roepende mannetjes (met daarin opgenomen ook het aantal zichtwaarnemingen) en het aantal vrouwtjes (alleen zichtwaarnemingen) genoteerd. Bij meerdere bezoeken per jaar geldt het hoogste aantal als jaartelling. Het onderzoek van het Rondven liep in 2011 parallel met het vangen van Knoflookpadden (*Pelobates fuscus*) in het kader van een kweekexperiment om deze soort voor de Meinweg te behouden (VAN HOOF *et al.*,

### Kooractiviteit

Het onderzoek naar de kooractiviteit begon met het uitleggen van programmeerbare, digitale memorecorders aan de rand van de potentiële voortplantingswateren. Dergelijke recorders blijken zeer geschikt te zijn om onderzoek te doen naar de aanwezigheid van geluidproducerende kikkers en padden (VAN BUGGENUM, 2008). De ligging van de aldus onderzochte vennen is weergegeven in figuur 1 en 2. Na afloop van de veldperiode zijn de gemaakte geluidopnamen op de computer met behulp van audiosoftware geanalyseerd. Er is gebruik gemaakt van de Audacity en AVS Audio Editor. Het geluid van de roepende Heikikkers blijkt voldoende hard te zijn om bruikbare opnamen te krijgen van mannetjes die zich tot op enkele tientallen meters van de memorecorder bevinden. Er kon onderscheid worden gemaakt in drie klassen van roepintensiteit: (0) geen roepend dier, (1) één of enkele, veelal onregelmatige roepende dieren en (2) meerdere tot veel dieren met aaneensluitende koorvorming. Op basis van deze klassen is een maat ontwikkeld voor de totale kooractiviteit per onderzoekstijdstip per dag. Vervolgens is getoetst of deze kooractiviteit samenhangt met de populatiegrootte (Spearman's rangcorrelatie-coëfficiënt). Om inzicht te krijgen in een mogelijke invloed van het weer op de kooractiviteit zijn gegevens gebruikt van weerstation Montfort, dat gelegen is op een afstand van ongeveer 12 km van het Meinweggebied. Er wordt aangenomen dat de gegevens (gemiddelde, minimum- en maximumdagtemperatuur en neerslaghoeveelheid) representatief zijn voor de weersomstandigheden in het onderzoeksgebied.

### Waterkwaliteit

Omdat de pH-waarde van het water de meest kritische factor is voor het voortplantingssucces heeft het waterkwaliteitsonderzoek zich voornamelijk gericht op de zuurgraad van de voortplantingswateren. De eerste metingen aan de zuurgraad in een groot aantal wate-

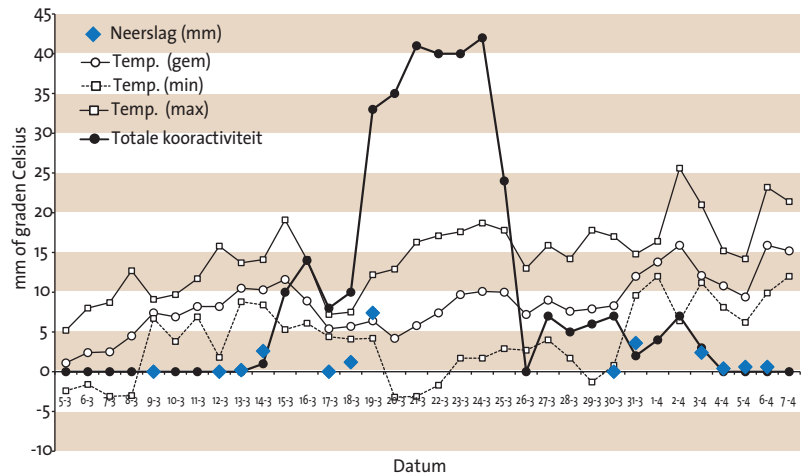
Deelgebied Voortplantingswater	Eiklommen		Zicht en roep man		Zicht vrouw	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
<b>Herkenboscher Ven</b>						
Melickerven (1)	0	0	0	0	0	0
<b>Rolvennen</b>						
Rolven-noord (15)	0	8	1	14	0	0
Rolven-oost (17)	70	14	2	140	1	2
Rolven-west (16)	70	12	11	9	1	0
<b>De Pijp</b>						
De Bak (22)	0	–	0	–	0	–
<b>Boven Bosbeekdal</b>						
Neerlands Grensven (42)	0	–	0	–	0	–
<b>Midden Bosbeekdal</b>						
Eerste dalpoel (28)	0	–	0	–	0	–
Vossenkop (32)	0	0	0	0	0	0
Duits ven (-)	–	4	–	20	–	0
<b>Westelijke Slenk</b>						
Elfenmeertje (44)	56	14	1	55	0	1
Nieuw ven (45)	0	2	0	26	0	1
Klein Elfenmeertje (48)	1	14	0	20	0	1
Gagelplas (49)	40	15	6	2	0	1
Snavelzeggeven (50)	–	0	–	5	–	0
Knolrusven (47)	0	–	0	–	0	–
<b>Oostelijke Slenk</b>						
Slenkven (58)	625	1357	11	23	6	3
Wildweiven (59)	0	2	0	0	0	0
Langs de doorsteek (61)	0	0	2	0	0	0
Rondven (62)	–	7	–	2	–	6
<b>Drie vennen</b>						
Trilven (34)	0	–	0	–	0	–
Steenheuvelven (35)	0	–	0	–	0	–
<b>Op den Bosch</b>						
Vlodropperven (36)	35	6	7	0	0	0

TABEL 1

Overzicht van de onderzochte locaties, getelde eiklommen, roepende mannetjes en zichtwaarnemingen van beide geslachten in 2010 en 2011 (de naamgeving en locatienummers verwijzen naar LENDERS, 2004).

FIGUUR 3

Totale kooractiviteit in het Meinweggebied in relatie tot temperatuur en neerslag (weerstation Montfort) in 2011.



ren werden in 1976 door FRIGGE *et al.* (1979) gedaan. Vervolgens is in het begin van de jaren tachtig en negentig van de vorige eeuw de pH in verschillende wateren opnieuw gemeten (LENDERS, 1984; 1994). Vanaf 1985 zijn door het Waterschap Roer en Overmaas (voorheen Zuiveringschap Limburg) langjarige tijdreeksen over de waterkwaliteit van meerdere vennen verzameld. In 2010 en 2011 zijn tijdens het veldwerk ook enkele gegevens verzameld, namelijk pH, geleidbaarheid (EGV), watertemperatuur en zuurstofverzadiging. De gevonden waarden zijn getoetst aan de normen voor een goede waterkwaliteit voor vennen (VAN DER MOLEN & POT, 2007).

## REPRODUCTIE

### Tellingen van eiklopren

De resultaten van de tellingen zijn weergegeven in tabel 1. Ze laten over beide jaren globaal dezelfde resultaten zien. Er is tussen de onderzoeksjaren 2010 en 2011 geen significant verschil gevonden in de rangvolgorde van het aantal eiklopren per locatie (Wilcoxon-toets voor gepaarde waarnemingen). Dit betekent dat de voortplantingswateren in beide jaren een overeenkomstig belang voor de populatie hebben gehad. Een indicatie van deze populatieomvang en het verspreidingsbeeld is weergegeven in figuur 1 en 2. Hierin zijn ook de locaties opgenomen waarbij op de geluidsoptnamen wel (enige) kooractiviteit is waargenomen, maar waar geen eiklopren of adulte dieren zijn gezien.

### Koorvorming

In 2010 zijn de memorecorders op 27 februari geplaatst. De gemiddelde temperatuur was die dag 7,5 °C. Daarna bleek een periode te volgen van ongeveer twee weken met veel lagere temperaturen en nachtvorst (2-12 maart). Pas op 17 maart steeg de gemiddelde dagtemperatuur weer tot bijna 8 °C, met een dagmaximum van ruim 14 °C. De eerste roepende mannetjes zijn een dag later, op 18 maart, waargenomen (Vlodropperven). Vervolgens lieten Heikikkers zich horen op 20 maart (Rolven-west en Slenkven), op 23 maart (Nieuw ven, Rolven-oost en Wildweiven) en 25 maart (Rolven-noord en Elfenmeertje). Er zit dus een verschil van meer dan een week tussen het koor van de vroegst beginnende en laatst beginnende locatie. Enkele dagen na de eerste roepende mannetjes begon de hoofdkoorperiode met aaneensluitende koorroepen van meerdere tot vele dieren gedurende de middag, namiddag en/of avond. De memorecorders bleken in 2010 helaas tussen 23 en 26 maart te stoppen met het maken van opnamen, omdat ze waren voorzien van oplaadbare batterijen. Deze hebben kennelijk onvoldoende capaciteit om langer dan drie tot vier weken te functioneren bij de gewenste dagelijkse opnameduur van 15-30 minuten. Daarom kon op geen enkele locatie het einde van de koorperiode worden bepaald. Bovendien zijn hierdoor waarschijnlijk koren gemist op locaties waar later wel eiklopren zijn gevonden of waar zichtwaarnemingen zijn gedaan (Gagelplas, Klein Elfenmeertje en Langs de doorsteek).

In 2011 zijn alkalinebatterijen gebruikt, waarvan achteraf is gebleken dat ze gedurende de hele onderzoeksperiode hebben gefunctioneerd. De resultaten van het geluidsonderzoek zijn weergegeven in tabel 2. Op alle onderzochte locaties zijn mannetjes van de Heikikker roepend waargenomen. Uit de verzamelde gegevens kunnen meerdere karakteristieken van de koorperiode in 2011 worden afgeleid. De eerste roepers zijn in dat jaar in de Gagelplas (14 maart) gevonden. Vervolgens begonnen de koren, verspreid over het Meinweggebied, in het Slenkven, Langs de doorsteek, Rolven-west, Wildweiven (15 maart), Vlodropperven, Elfenmeertje en Klein Elfenmeertje (16 maart), Nieuw ven (17 maart), Rolven-oost en Rolven-noord (20 maart). Als laatste startte een klein koor in de Vossenkop (22 maart). Evenals in 2010 is er dus ook in 2011 een spreiding in het koorbegin van ongeveer een week. In de meeste gevallen begon in 2011 de hoofdkoorperiode van de koorvorming één tot vier dagen later. Voor deze hoofdkoorperiode is de spreiding in de start slechts drie tot vijf dagen, dus er vindt binnen het Meinweggebied een grote mate van gelijktijdige koorvorming plaats. De totale duur van de periode varieert per locatie en bedraagt, met uitzondering van de Vossenkop, 10 tot 21 dagen (gemiddeld  $15,5 \pm 3,6$  dagen;  $n = 11$ ). De duur van de hoofdkoorperiode is veel korter en bedraagt drie tot negen dagen (gemiddeld  $6,3 \pm 1,5$  dagen). De berekende Spearmans correlatiecoëfficiënt tussen de totale koorduur c.q. hoofdkoorperiode en de geschatte populatieomvang leverde geen significante waarden op. Dit betekent dat de duur van kooractiviteit onafhankelijk was van het aantal aanwezige mannetjes.

In het Rondven kan aan de hand van de gevonden eiklopren en de vangsten in de emmers worden geconcludeerd dat in dit deel van de Meinweg in 2011 de trek naar het water plaatsvond van 19 maart tot 4 april. Mogelijk zijn er vóór die periode ook al dieren naar het water getrokken, maar er lagen op 17 maart nog geen eiklopren in het water. De trek vanuit het water naar het land valt in dezelfde periode. Dit geeft aan dat de paartijd van deze kleine populatie gedurende een vrij lange periode heeft plaatsgevonden.

Als de gevonden resultaten worden vergeleken met de weersomstandigheden blijkt dat in de eerste dagen van maart 2011 nog sprake was van enkele dagen met nachtvorst en gemiddelde dagtemperaturen van minder dan 8 °C. Er viel geen neerslag en er was nog geen kooractiviteit [figuur 3]. Enkele dagen voor het begin van de koorperiode zijn er minimum temperaturen van ruim 8 °C, maximum dagtemperaturen van ongeveer 14 °C en gemiddelde dagtemperaturen van rond de 10 °C gemeten. Voor het eerst sinds langere tijd valt er wat regen. Op 15 maart, als de maximum dagtemperatuur oploopt tot



Datum (2011)	Gagelplas	Slenkven	Langs de doorsteek	Vlodropperven	Elfenmeertje	Klein elfenmeertje	Rolven-oost	Rolven-noord	Rolven-west	Wildweiven	Nieuwven	Vossenkop
11-mrt	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
12-mrt	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
13-mrt	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
14-mrt	0,0,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
15-mrt	1,1,0	1,1,1	0,1,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,1	0,1,1	0,0,0	0,0,0
16-mrt	1,0,2	1,1,2	0,0,0	0,0,1	0,1,0	1,0,1	0,0,0	0,0,0	1,0,0	0,1,1	0,0,0	0,0,0
17-mrt	0,0,1	0,0,2	0,0,2	0,0,0	0,0,0	0,0,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,1	0,0,1	0,0,0
18-mrt	0,0,2	0,0,1	1,0,1	0,0,1	0,0,0	0,1,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,1	0,0,1	0,0,0
19-mrt	2,2,0	2,2,1	1,2,2	1,0,2	2,1,0	1,0,0	0,0,0	0,0,0	2,2,2	2,0,1	0,2,1	0,0,0
20-mrt	1,0,0	2,2,1	2,2,0	2,0,2	1,1,0	2,2,1	2,2,2	0,0,1	0,1,1	2,0,0	2,2,0	0,0,0
21-mrt	2,0,0	2,0,0	2,2,2	2,0,2	2,0,0	2,2,2	1,2,2	0,0,1	2,2,2	2,1,1	2,2,0	0,0,0
22-mrt	2,0,0	0,0,1	1,0,2	0,0,2	2,2,2	2,2,2	2,2,2	0,0,2	2,2,2	0,0,1	2,1,2	1,0,1
23-mrt	2,0,1	0,0,1	0,0,2	2,0,2	2,2,2	0,1,2	2,2,2	2,2,2	2,0,2	2,0,2	2,2,2	0,0,1
24-mrt	2,1,1	1,1,1	2,2,1	0,0,2	2,0,2	0,2,1	2,2,2	2,0,2	2,2,2	2,0,2	2,2,0	0,0,1
25-mrt	1,0,0	0,0,0	0,0,0	1,0,0	2,0,2	0,0,1	2,0,2	1,0,1	2,0,2	1,0,1	2,2,1	1,0,1
26-mrt	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
27-mrt	0,0,0	0,0,0	1,0,1	0,0,1	0,0,0	0,0,1	0,0,0	0,0,1	0,0,1	1,0,1	0,0,0	0,0,0
28-mrt	0,0,0	0,0,0	1,0,0	0,0,1	0,0,0	1,0,0	1,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	1,0,0	0,0,0
29-mrt	0,0,0	0,0,0	1,0,1	0,0,1	0,0,0	1,0,0	0,0,0	0,0,1	1,0,0	0,0,0	0,1,0	0,0,0
30-mrt	0,0,0	0,0,0	0,0,1	0,0,1	0,0,1	0,0,1	0,0,1	0,0,1	0,0,1	0,0,1	0,0,0	0,0,0
31-mrt	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,1	0,0,1	0,0,0	0,0,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
1-apr	0,0,0	0,0,0	1,0,1	0,0,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,1	0,0,0	0,0,0
2-apr	0,0,0	0,0,0	0,0,1	1,1,1	0,0,0	0,1,0	0,0,1	0,0,0	0,0,0	0,1,0	0,0,0	0,0,0
3-apr	0,0,0	0,0,0	0,0,1	0,0,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,1	0,0,0	0,0,0
4-apr	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
5-apr	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
6-apr	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
7-apr	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
Totale duur koorperiode (dagen)	12	10	20	19	16	18	14	12	16	21	13	4
Totale duur hoofdperiode (dagen)	9	6	8	6	7	5	6	3	7	6	7	4

TABEL 2

Resultaten van het onderzoek naar de koorvorming met memorecorders in de onderzoeksperiode 11 maart tot 7 april 2011 (voor een verklaring van de cijfers: zie methode. De dagen met een hoge kooractiviteit zijn aangeduid met een gele kleur, die met een lage kooractiviteit met donkerblauw.).

19°C, starten op meerdere locaties de eerste roepende mannetjes. Op 17 en 18 maart volgen enkele koelere dagen en de totale kooractiviteit gaat fors naar beneden. Op 19 maart valt een flinke hoeveelheid neerslag en in combinatie met een maximum dagtemperatuur van 12°C blijkt dit een prikkel te zijn voor het begin van een aaneengesloten hoofdkoorperiode die vervolgens zeven dagen aanhoudt. Overdag stijgt de temperatuur tot boven de 16°C. Dat er in de loop van de nacht en vroege ochtenduren lichte nachtvorst is heeft geen invloed op de kooractiviteit van de erop volgende dag. De dieren roepen bij hogere dagtemperaturen in ieder geval vanaf de middag tot in de avonduren. Op 26 maart dalen de maximum- en gemiddelde dagtemperatuur en is de hoofdkoorperiode abrupt ten einde. Vervolgens volgt een periode tot en met 3 april waarin op de meeste locaties nog slechts enkele roepende dieren worden geregistreerd [zie tabel 2].

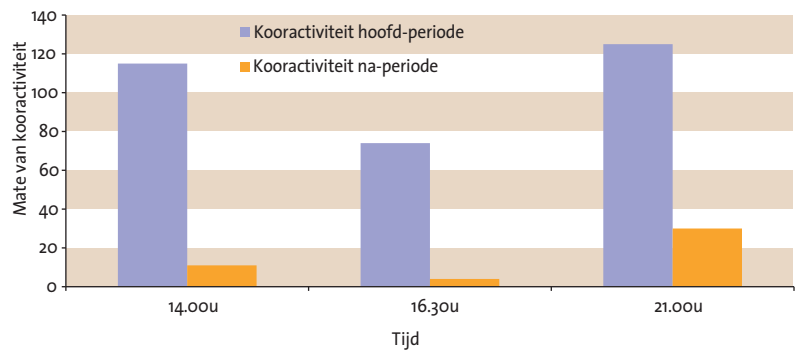
Voor de beschikbare opnametijdstippen kan uit de berekende totale kooractiviteit worden afgeleid dat de grootste activiteit tijdens de hoofdkoorperiode (14 tot 25 maart) plaatsvindt in de vroege middagen (14.00 uur) en in de avonduren (21.00 uur). De intensiteit is op beide tijdstippen ongeveer even hoog. Op het einde van de middag is er een dip [figuur 4]. In de na-periode (26 maart tot 3 april) is de grootste roepactiviteit alleen in de avonduren gemeten. De dip in de namiddag is ook weer zichtbaar.

### Waterkwaliteitsgegevens

De langjarige meetreeksen van het waterschap geven een goede indruk van de variatie in gehalten en waarden van een aantal parameters in de periode 1985-2011. Het Elektrisch Geleidend Vermogen (EGV) is een maat voor de totale hoeveelheid ionen in het water en geeft hiermee een indicatie voor de voedselrijkdom. Uit de langjarige metingen blijkt het EGV in de vennen redelijk stabiel te zijn. De waarden in de verschillende vennen schommelen voor het merendeel tussen 2 en 10 µS/cm, enkele incidentele uitschieters daargelaten. Het zijn dus allemaal relatief voedselarme wateren die voor een belangrijk deel door regenwater worden gevoed. Kleine, zwak gebufferde vennen met een goede waterkwaliteit hebben een zuurstofverzadiging van 60%-120% (VAN DER MOLEN & POT, 2007). Het merendeel van alle uitgevoerde metingen ligt binnen deze range. Het zoutgehalte moet lager liggen dan 40 mg Cl/liter. Alle metingen voldoen ook hieraan. Op het gebied van nutriënten moet de totale hoeveelheid fosfaat lager zijn 0,1 mg P/liter. Bijna alle metingen voldoen aan deze norm. Een opvallende uitzondering is het Vlodropperven, waar gedurende de gehele onderzoeksperiode bijna de helft van de metingen een te hoog fosfaatgehalte laat zien. Het totale stikstofgehalte moet lager zijn dan 2 mg N/liter. Ook hieraan voldoen de meeste metingen, maar het Vlodropperven is ook hier weer een

FIGUUR 4

Totale kooractiviteit in het Meinweggebied in relatie tot het opnametijdstip in 2011 (telkens 10 minuten opname-duur vanaf het vermelde tijdstip).



uitzondering. LENDERS (1989) constateerde voor het Vlodropperven (aangeduid met Eendenpoel) over de periode 1977-1987 al een soortgelijke ontwikkeling en schrijft deze, met ondersteuning van hoge gehalten aan chlorofyl-A en faeopigment-A, toe aan periodiek optredende algenbloei. De wisselende gehalten aan stikstof, sulfaat en fosfaat in combinatie met een hoog zuurstofverbruik duiden erop dat dit proces zich in het Vlodropperven van tijd tot tijd nog steeds herhaalt.

De pH van vennen moet tussen (4,0) 4,5 en 6,5 (7,5) liggen. Deze parameter levert voor de vennen in het Meinweggebied een interessante reeks op. In figuur 5 zijn de gemeten pH-waarden in het veld van drie belangrijke voortplantingswateren van de Heikikker weergegeven. Hieruit blijkt dat eind jaren tachtig van de vorige eeuw nog duidelijk sprake was van verzuring als gevolg van stikstofdepositie uit de lucht ("zure regen"). In de periode 1990-1995 verbeterd de toestand al iets, maar veel metingen liggen nog tussen pH 4 en 5. Vanaf 1996 blijkt de pH te stabiliseren in de bandbreedte die kenmerkend is voor zwak gebufferde vennen. Voor de gehele periode is een (significante) positieve lineaire trend aanwezig. Dit beeld sluit aan bij de eigen metingen van de zuurgraad en de beschikbare literatuurgegevens. Werd in 1976 nog veelvuldig een zuurgraad tussen pH 3 en 4 gemeten (FRIGGE *et al.*, 1979), in 2010 en 2011 is de laagst gemeten pH 4,37 (Klein Elfenmeertje in april 2011). De meeste metingen liggen thans tussen pH 5 en 7 [tabel 3].

In figuur 6 is de gemiddelde watertemperatuur van de metingen uit de voorjaarsmaanden maart tot en met mei weergegeven. In het sterk beschaduwde Vlodropperven blijkt de watertemperatuur vrij constant te zijn met waarden van 10-15°C. De zonnig gelegen Rolvennen en het Elfenmeertje vertonen sterkere fluctuaties en een ontwikkeling naar hogere waarden. De berekende lineaire trend, waarbij alleen de jaren met metingen zijn gebruikt, is echter alleen voor het Elfenmeertje statistisch significant.

DISCUSSIE

Methode

Ten aanzien van de effectiviteit van de toegepaste onderzoeksmethoden voor het bepalen van de aanwezigheid van Heikikkers in potentiële voortplantingswateren blijkt dat het maken van dagelijkse geluidsopnamen een iets grotere trefkans oplevert dan tellingen van eiklommen of het doen van zichtwaarnemingen op enkele veldwerkdagen. Zo zijn er in 2010 roepende mannetjes opgenomen in het Wildweiven en in het Nieuw ven, terwijl hier tijdens de

veldbezoeken geen zichtwaarnemingen zijn verricht. In 2011 zijn enkele of meerdere roepende dieren in de Vossenkop en Langs de doorsteek alleen op de geluidsopnamen aangetroffen. Voor de overige locaties komen de inventarisatieresultaten in beide jaren goed met elkaar overeen.

De trefkans heeft vooral te maken met de langere tijd van waarnemen met de memorecorders. De vennen zijn zo immers dagelijks onderzocht. Ook kan het te maken hebben met het verschijnsel dat roepende mannetjes bijzonder schuw zijn en bij de geringste verstoring onder water wegduiken. Dat geldt vooral als een koor niet op volle sterkte roept. Bij normaal veldonderzoek wordt dan ook aanbevolen om bij potentiële koorplaatsen 20 tot 30 minuten te wachten als bij nadering geen roepende dieren worden gehoord (GLANDT, 2008b). Het aantreffen van enkele roepende mannetjes betekent overigens niet dat er ook daadwerkelijk paring en eiafzet zal plaatsvinden. Dit kan alleen worden vastgesteld door de zichtwaarnemingen en het tellen van eiklommen. Bovendien is dit voor het bepalen van de populatieomvang de beste methode, omdat geluidsopnamen slechts een grove schatting van het aantal roepende mannetjes opleveren.

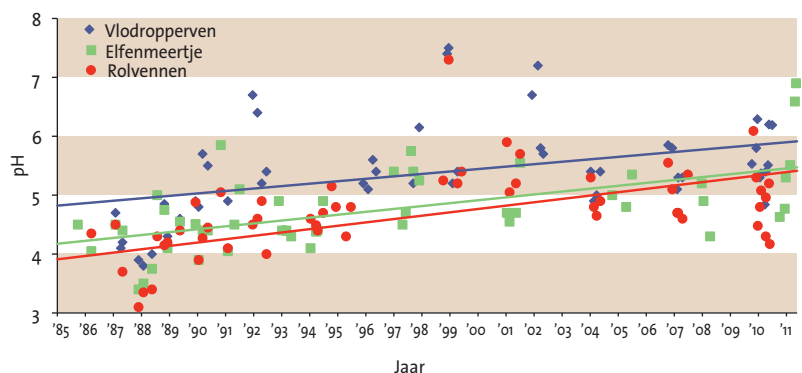
Het aantal aangetroffen adulte dieren blijkt niet altijd een goede indicatie te zijn voor de populatieomvang. In 2010 wijkt voor de onderzochte locaties de rangvolgorde van het aantal gevonden eiklommen af van de rangvolgorde van het aantal waargenomen mannetjes (Wilcoxon-toets voor gepaarde waarnemingen). In 2011 wijken de betreffende rangvolgordes echter niet significant van elkaar af. De meest waarschijnlijke verklaring voor het verschil is het tijdstip waarop de verschillende telmethoden zijn toegepast. Een andere verklaring zou kunnen zijn dat eiklommen op onbereikbare plaatsen of in dieper water zijn afgezet en niet worden ontdekt (VON BÜLOW *et al.*, 2011).

Status

De landelijke trend van de Heikikker in de periode 1997-2010 is stabiel (GOVERSE & VAN DER MEIJ, 2011). In Limburg bestaat over de gehele provincie een beeld waarbij her en der (vaak kleinere) populaties wegval-

FIGUUR 5

Langjarige veldmetingen en trends van de pH in drie voortplantingswateren van de Heikikker (*Rana arvalis*) (gegevens Waterschap Roer en Overmaas).



Locatie	Datum							
	maart 1977	aug. 1977	mei 1983	april 1993	2 feb. 2010	26 maart 2010	11 maart 2011	8 april 2011
Vlodropperven	4,9	5,6	5,0	5,1	6,38	5,51	6,54	6,89
Steenheuvelven	4,0	5,2			6,98	5,53		
Trilven	5,4	5,6			6,69	4,84		
Wildweiven	3,6	3,3	3,3	4,4	6,36	5,09	5,25	6,28
Langs de doorsteek					5,75	4,62	5,95	6,11
Slenkven					7,19	6,56	6,88	-
Gagelplas					5,30	5,28	5,84	5,07
Klein Elfenmeertje	4,0	4,0	3,9	3,7	5,75	5,00	6,87	4,37
Knolrusven	3,8	4,2	3,7	4,0	6,00	5,09		
Grensven	6,4	5,4	5,3	6,3	7,41	6,89		
Nieuwven					5,17	4,79	5,66	5,29
Vossenkop	3,2	3,3	3,9	3,7	5,89	5,49	5,46	5,04
Elfenmeertje	3,9	3,8	4,0	5,3	6,36	5,55	6,41	5,34
De Bak					6,05	5,53		
Eerste Dalpoel					6,40	6,91		
Rolven-noord	3,5	3,4	4,2	4,9	6,41	5,62	6,00	5,40
Rolven-west	5,1	5,6	4,2		5,80	5,75	5,65	5,44
Rolven-oost	4,4	5,6	4,7		6,17	6,01	6,36	6,72
Melickerven	3,5	4,9	4,0	3,7	6,39	6,03		

len. Zo is de enige populatie in Zuid-Limburg (op de Brunssummerheide) thans verdwenen (DORENBOSCH, 2009). Echte grote kernpopulaties zijn nog steeds in de peelgebieden, de Maasduinen en de Meinweg aanwezig.

Voor een vergelijking van de status en de populatieomvang in het Meinweggebied met andere gebieden zijn enkele onderzoeken beschikbaar. Het dichtst bij de Meinweg gelegen gebied waar Heikikkers voorkomen is de Beegderheide aan de westzijde van de Maas. In dit belangrijke kerngebied is de Heikikker nog zeer algemeen. De soort is in 1995 en 2001 bij gebiedsdekkende inventarisaties aangetoond in nagenoeg alle vennen, met in het laatste jaar een gebiedstotaal van meer dan 5.000 eiklommen (HEIJLIGERS, 2003). De Heikikker lijkt zich ter plekke gemakkelijk te kunnen handhaven.

Een gebied waar langjarig onderzoek is verricht naar populatieontwikkelingen bij de Heikikker is Landgoed De Hamert. Rond het Heerenven schommelde het aantal Heikikkers tussen 1969 en 1984 globaal tussen 200 en 500 dieren. Er was sprake van een redelijke stabiliteit die alleen werd beïnvloed door het mislukken van de voortplanting gedurende enkele jaren (BUGTER, 1987). Deze situatie is daarna niet veranderd (DORENBOSCH, 2009).

Op de Meinweg vertoont de soort tot ongeveer 2005 een negatieve trend (LENDERS, 2005). De aanvankelijk brede verspreiding (FRIGGE *et al.*, 1979) is teruggevallen tot drie deelgebieden. De populatie rond het Melickerven is thans verdwenen. In het gebied Op den Bosch lijkt in het Vlodropperven nog maar een kleine restpopulatie aanwezig te zijn, terwijl er in de laatste decennia van de vorige eeuw jaarlijks vele honderden roepende mannetjes en eiklommen werden geteld. De situatie rond de Rolvennen is echter stabiel en op een redelijk aantalsniveau. Alleen in de Slenk kan gesproken worden van een positieve ontwikkeling. Daar neemt het aantal Heikikkers in de laatste jaren spectaculair toe. Het Slenkven blijkt in 2010 en 2011 het belangrijkste voortplantingswater voor de Heikikker te zijn [figuur 1 en 2]. Het aantal eiklommen is hier in de laatste vier jaren met een factor 70 toegenomen, namelijk van 20 eiklommen in 2008 tot ruim 1350 in 2011. Het ven is in 1997 aangelegd en voldoet op alle parameters aan de ideale voortplantingsplaats voor de Heikikker: ondiepe zonbeschenen oevers, ongeveer neutrale zuurgraad en omgeven door een vrijwel optimaal landbiotoop. Alleen dankzij de positieve

TABEL 3

*De zuurgraad (pH) van enkele vennen door de jaren heen. De gegevens uit 1976, 1983 en 1993 zijn afkomstig uit FRIGGE *et al.* (1979) en LENDERS (1984; 1994).*

ontwikkelingen in de Slenk herbergt de Meinweg nog steeds een van Limburgs grootste Heikikkerpopulaties. Een melding van Duitse onderzoekers van 30 eiklommen van de Heikikker in de Grensvennen (mondelijke mededeling Peter Kolshorn) in 2010 vraagt om nadere studie. In dat jaar konden met de memorecorders in die vennen geen dieren worden aangetoond, wat waarschijnlijk te maken had met het vermelde technische probleem. Elders in het Duitse deel van het Bosbeekdal en in de Lüse-kamp vonden de Duitse onderzoekers in 2010 geen eiklommen of kooractiviteit meer. De komende jaren moet het noordelijke Bosbeekdal opnieuw worden onderzocht, zeker nu door beheersmaatregelen (ontbossing) dit deelgebied qua landbiotoop veel geschikter is geworden.

### Koorvorming

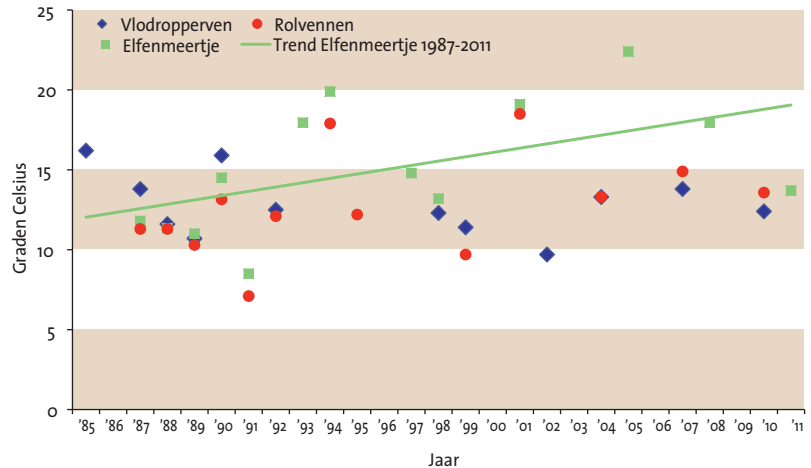
Binnen het Europese areaal van de Heikikker zijn er verschillen in koor karakteristieken, voortplantingsperiode en andere fenologische aspecten gevonden. Dit heeft vooral te maken met de geografische ligging, het aanwezige klimaat en de jaarlijks wisselende weersomstandigheden. Om hiervan een indruk te krijgen wordt verwezen naar publicaties uit Zuid-Zweden (LOMAN, 2008), Noorwegen (DOLMEN, 2008), Roemenië (DEMETER & BENKÖ, 2008), Noord-Frankrijk (GODIN *et al.*, 2008) en Duitsland (SCHNEIDER & GLANDT, 2008). Voor een overzicht van enkele andere onderzoeken kan GLANDT (2008A) worden geraadpleegd.

In onze provincie ligt het voortplantingsseizoen met koorvorming vooral in de maand maart. De eerste eiklommen worden in Limburg in de eerste helft van deze maand gemeld en de piek ligt in de tweede helft van maart (DORENBOSCH, 2009). Dit komt grotendeels overeen met de resultaten uit Nordrhein-Westfalen, waar ook regionale en weersafhankelijke variaties zijn aangetoond (zie VON BÜLOW *et al.*, 2011).

Het koorge drag van de Heikikker is al in de jaren zeventig en begin jaren tachtig van de vorige eeuw uitgebreid onderzocht door de Katholieke Universiteit (KU) Nijmegen. Al in 1969 en 1970 werd voor een onderzoek bij een van de Overasseltse en Hatertse Vennen gebruik gemaakt van een zender, ontvanger en recorder. De kooractiviteit vond zowel 's nachts als overdag plaats. Door technische mankementen kon echter geen volledig beeld van het verloop van de kooractiviteit worden verkregen (STUMPTEL, 1970; VAN GELDER & HOEDEMAEKERS, 1971). Gedurende enkele jaren daarna is het onderzoek herhaald met als resultaat dat er wisselende koorperiodes bleken te zijn. Er was wel telkens sprake van een vroege periode met een piek in kooractiviteit en een periode erna met een lagere kooractiviteit (SMOLDERS & VERHAGEN, 1972; CLAASSEN & SMEETS, 1973; VAN DER BILT & VAN GINHOVEN, 1974). Deze vorm van koorge drag is tijdens ons onderzoek ook bij alle afzonderlijke vennen in het Meinweggebied gevonden en komt tot uiting in de totale kooractiviteit in het gebied [tabel 2 en figuur 3]. Dat dit niet altijd het geval is bewijst een onderzoek in het Reestdal. PIERIK & SCHEPERS (1973) vonden hier kooractiviteit van 23 maart tot 19 april 1973, waarbij in totaal drie pieken aanwezig wa-

FIGUUR 6

Gemiddelde watertemperatuur in het voorjaar (maart-mei) in drie voortplantingswateren van de Heikikker (*Rana arvalis*). Het Elfenmeertje vertoont een significant stijgende trend (gegevens Waterschap Roer en Overmaas).



ren. Het merendeel van de eiklommen werd echter tijdens de eerste piek afgezet.

Bij de dagritmiek van de kooractiviteit spelen temperatuur, neerslag, lichtsterkte en de voortgang van het seizoen een rol. Het blijkt dat in principe de hele dag kooractiviteit kan plaatsvinden, maar fluctuerend in intensiteit gedurende een etmaal. Ook in VON BÜLOW *et al.* (2011) worden enkele onderzoeksgegevens over dit onderwerp gepresenteerd. De aanwezigheid van een zekere dagritmiek kon door ons vanwege de gekozen onderzoeksmethode slechts globaal worden aangetoond [figuur 4].

Het ecologisch onderzoek van de KU Nijmegen dat zich vanaf ongeveer 1970 - 1983 op Landgoed De Hamert heeft afgespeeld, heeft eveneens veel gegevens over het voortplantingsgedrag van de Heikikker opgeleverd. Daarbij is geen gebruik gemaakt van geluidsopnamen, maar wel van fuiken en barrières. Ook hier kwam naar voren dat het verloop van de voorjaarsstrek, de duur en de intensiteit van de koorperiode positief gecorreleerd is met de omgevingstemperatuur en de hoeveelheid neerslag (VAN GELDER & HOEDEMAEKERS, 1971). Ons tweejarig onderzoek in het Meinweggebied toont aan dat de voorjaarstemperatuur en de aanwezigheid van neerslag inderdaad het begin van de koorperiode in sterke mate bepalen. In het koude voorjaar van 2010 startten de mannetjes ongeveer een week later met hun koorroep dan in 2011. Evenals veel van de hiervoor vermelde onderzoeken, vinden ook de auteurs dat het koor op koelere dagen (deels) stil valt en dat er een snelle reactie op temperatuurstijging is. Wel blijkt dat het begin en de duur van de koorperiode in het Meinweggebied per ven kunnen verschillen. De verschillen worden verklaard doordat koorvorming vooral afhankelijk is van het aanwezige (micro-) klimaat, maar ook van genetische factoren die per populatie anders kunnen zijn (GLANDT, 2006).

De piek van de koorvorming van de Heikikker blijkt in 2011 in elke voortplantingslocatie ongeveer een halve week tot ruim een week te duren. De totale koorperiode ligt per locatie op een gemiddelde van ruim twee weken met uitschieters naar twintig dagen. Vooral het abrupte en vrijwel gelijktijdige einde van de hoofdkoorperiode in alle onderzochte vennen is opmerkelijk. Dit is waarschijnlijk het gevolg van een relatief sterk dalende temperatuur, het afwezig zijn van neerslag en het 'klaar' zijn met de eiafzet door het merendeel van de aanwezige vrouwtjes rond 25 maart.

### Waterkwaliteit

Verzuring van voortplantingswateren moet in het verleden een groot probleem voor de Heikikker zijn geweest. Een pH van 4 tot 4,5 geldt immers als kritische ondergrens waarbij embryo's afsterven en eiklommen beschimmelen (STEINBORN & HILDENHAGEN, 1981; LEUVEN *et al.*, 1984; DE JONG & VOS, 2009). VON BÜLOW *et al.* (2011) geven niet alleen aan dat bij een pH lager dan 4 vrijwel alle eiklommen beschimmeld zijn, maar dat dan ook bijna 100% van de eitjes afsterft. PAHKALA *et al.* (2001) tonen ook aan dat de ontwikkeling van de larven in water met pH 5 achter blijft ten opzichte van larven in water met pH 7,6. Er is meer uitval, er zijn meer afwijkingen en de larven blijven ook kleiner.

Larven uit beschimmelde eiklommen hebben een tot 20% verminderd lichaamsgewicht (ULLER *et al.*, 2009).

In 1976 zijn in de Meinweg totaal ruim 1.700 eiklommen van Heikikkers in elf verschillende vennen en poelen gevonden. In de meerderheid van deze wateren was meer dan 80% van de eiklommen beschimmeld. Slechts in drie wateren was minder dan 10% van de eieren beschimmeld (FRIGGE *et al.*, 1979). De reproductie van de soort moet destijds erg laag zijn geweest. De zuurgraad van de onderzochte locaties lag dan ook tot ongeveer 1995 in de gevarenzone [figuur 5]. Tegenwoordig schommelt de zuurgraad in de onderzochte wateren voornamelijk tussen pH 5 en 7. In 2010 en 2011 zijn dan ook geen beschimmelde eiklommen meer gevonden, waardoor dit verschijnsel geen bedreiging meer vormt voor de reproductie. Deze ontwikkeling komt overeen met de bevindingen van BULTEEL (2004) die in de Antwerpse Kempen tot 1997 nog sterk beschimmelde legsels aantreft en vanaf 2000 met een stijgende pH een duidelijke populatiegroei constateert.

Het Vlodropperven heeft ten aanzien van de waterkwaliteit mogelijk een andere problematiek. De wateranalyses vertonen ten aanzien van enkele parameters een sterk fluctuerend beeld. Periodieke algenbloei, met daaraan gekoppeld een grote larvensterfte als gevolg van zuurstoftekort, kan de populatie ter plekke behoorlijk hebben gedicimeerd.

### CONCLUSIES EN MEER ONDERZOEK

Het op traditionele wijze tellen van eiklommen geeft voor de Heikikker een goede indicatie voor de populatiegrootte. Een probleem bij deze inventarisaties is echter dat de eiklommen soms moeilijk zijn te onderscheiden van die van de Bruine kikker en dat de periode van eiafzetting sterk gespreid kan plaatsvinden. Kleinere populaties worden bovendien gemakkelijk gemist omdat roepende dieren niet worden opgemerkt en de weinige eiklommen niet worden herkend of weggezaakt zijn in dieper water. Aanvullend onderzoek met digitale memorecorders levert een goed beeld op van de duur en intensiteit van de koorperiode en blijkt ook een belangrijk hulpmiddel te zijn voor het ontdekken van kleine populaties. De geluidsopnamen zijn echter in beperkte mate indicatief voor de populatieomvang, zeker als de opnames een omvangrijke kooractiviteit registreren. Met behulp van de dagelijkse geluidsopnamen kon wel worden vastgesteld dat ook voor de Meinweg de omgevingstemperatuur en de hoeveelheid neerslag sterke triggers zijn voor de start en de duur van de voortplanting.





FIGUUR 7

Het Slenkven was in 2010 en 2011 de belangrijkste voortplantingslocatie van de Heikikker (*Rana arvalis*) in het Meinweggebied (foto: R. Geraeds).

Voor het onderzoeksgebied is gebleken dat de Heikikker, ondanks een verhoging van de pH van de vennen, nog maar in drie deelgebieden voorkomt. Op één plek, het Vlodropperven, neemt het dier behoorlijk in aantal af, wat in dat ven mogelijk te maken heeft met slechte milieuomstandigheden tijdens de voortplantingsperiode. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door een verstoorde balans van de voedingsstoffen waardoor periodiek algenbloei optreedt. Ook het feit dat dit ven volledig omgeven is door bos kan een mogelijke verklaring zijn, aangezien de Heikikker een voorkeur heeft voor open terreinen als zomerleefgebied. Bij de Rolvennen is een zekere stabilisatie opgetreden, ter-

wijl in het derde leefgebied (de Slenk) de aantallen sterk toenemen. Aanvullend onderzoek zal moeten uitwijzen wat de precieze oorzaken van de populatieveranderingen zijn en wat er gedaan moet worden om alle populaties in het Meinweggebied te laten uitbreiden.

#### DANKWOORD

Wij danken de heer Th. Smeets (Montfort) voor het leveren van de weergegevens en het Waterschap Roer en Overmaas voor het beschikbaar stellen van de waterkwaliteitsgegevens. Ook een woord van dank aan Staatsbosbeheer en het Overlegorgaan Nationaal Park De Meinweg voor de benodigde vergunningen en ondersteuning. Aanvullende informatie over de status van de Heikikker op Duits grondgebied werd aangeleverd door P. Kolshorn (Biologische Station Krickenbecker Seen). Karine Letourneur (kantoor NHGL) wordt bedankt voor het vervaardigen van de kaartjes. De studie is uitgevoerd met financiële ondersteuning van de Provincie Limburg in het kader van de Natuurkwaliteitsimpuls voor Nationaal Park De Meinweg.

## Summary

### STATUS OF THE MOOR FROG AT THE MEINWEG NATIONAL PARK

#### Recent survey of distribution, population density and chorus period

The breeding status of the Moor frog (*Rana arvalis*) at the Meinweg National Park in the Dutch province of Limburg was studied during 2010 and 2011. In addition to the traditional method of estimating reproductive success by counting frogspawn, digital memo recorders were used to record chorus activity. The water quality was assessed by measuring several parameters, particularly the acidity of the fens.

The use of memo recorders enabled us to detect Moor frogs at low population densities in waters where no spawn was found, making this technique a useful method to study the distribution of this species.

Comparing our results with previous investigations clearly showed that the Moor frog has suffered severe decline in recent decades. In spite of a favourable development in the acidity of potential spawning waters (i.e. higher pH), fewer water bodies were used for reproduction. The Moor frog seems to have become extinct at some sites, while

other sites show declining numbers. Only at one site was the aquatic habitat (and possibly also the land habitat) so favourable that the Moor frog showed an almost exponential growth in the numbers of egg clusters. This site alone means that the Meinweg area is still one of the most important reserves for this species in the province of Limburg. Assessing the cause of population extinctions or declines in some parts of the Meinweg requires an understanding of the relative effects of local, regional and global biotic as well as abiotic factors. This will be the subject of forthcoming studies.

## Zusammenfassung

### DER STATUS DES MOORFROSCHES IM GEBIET DES MEINWEGES

#### Eine aktuelle Untersuchung der Verbreitung, der Populationsdichte und der Rufaktivitäten

In den Jahren 2010 und 2011 wurde das Fortpflanzungsverhalten des Moorfrosches (*Rana arvalis*) im Gebiet des Meinweges, einem Nationalpark im Herzen der Niederländischen Provinz Limburg, studiert. Zusätzlich zur traditionellen Froschlaichzählungen wur-

den digitale Recorder zur Aufnahme der Paarungsrufe aufgestellt. Daneben wurde die Wasserqualität über verschiedenen Parameter gemessen, wobei ein besonderes Augenmerk auf den Säuregrad der Moorteiche gerichtet wurde.

Durch den Einsatz des Recorders war es möglich kleine Populationen mit geringer Dichte in Gewässern nachzuweisen, in denen kein Laich gefunden wurde. Diese Technik eignet sich dazu die Verteilung dieser Art zu erforschen.

Ein Vergleich der Ergebnisse dieser Untersuchung mit den Ergebnissen vergangener Studien zeigt eine ernsthafte Abnahme der Populationen in den vergangenen Jahrzehnten. Durch einen Anstieg des pH-Wertes der Gewässer werden einige Gewässer nicht mehr zum Laichen angenommen. In einigen Gebieten ist der Moorfrosch verschwunden, in anderen hat sich die Anzahl der Tiere verringert. Nur in einem Gebiet war das Gewässer (und evtl. auch das Landbiotop) so günstig, dass sogar eine exponentielle Zunahme des Froschlaiches des Moorfrosches zu beobachten war. Dieses Gebiet macht den Meinweg weiterhin zu einem wichtigen Reservat für diese Art in der Provinz Limburg. Um das Verschwinden bzw. die Abnahme der Populationen an manchen Stellen des Meinweges besser beurteilen zu können ist



es wichtig die relativen Effekte lokaler, regionaler und globaler biotischer en abiotischer factoren te verstehen. Diese werden in den nächsten Jahren weiter untersucht.

## Literatuur

- BILT, E. VAN DER & H. VAN GINHOVEN, 1974. Kooractiviteit en abiotische milieufactoren bij *Rana temporaria*, *Rana arvalis*, *Pelobates fuscus* en *Rana esculenta* in het Ketelven, 1974. Nijmegen; Zoologisch Laboratorium Afdeling Dieroecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen. No. 88.
- BUGGENUM, H.J.M. VAN, 2008. Monitoring the regional distribution of the European treefrog (*Hyla arborea*) using inexpensive scheduled digital voice recorders. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 15 (2): 229-238.
- BUGTER, R., 1987. De heikikkerpopulatie op 'De Hamert' tussen 1969 en 1984. Rapport no. 276. Zoologisch Laboratorium, Afdeling Dieroecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- BÜLOW, B. VON, A. GEIGER & M. SCHLÜPMANN, 2011. Moorfrosch *Rana arvalis*. In: Hachtel, M. Schlüpmann, K. Weddelling, B. Thiesmeier, A. Geiger & C. Willigalla (red.). *Handbuch der Amphibien und Reptilien Nordrhein-Westfalens*. Band 1. Laurenti Verlag, Bielefeld: 725-762.
- BULTEEL, G., 2004. Paaiplaatsen van heikikkers (*Rana arvalis*) op de schietvelden van de Antwerpse Noorderkempen. *Ankora Jaarboek 2003*: 27-47.
- CLAASSEN, TH. & W. SMEETS, 1973. Kooractiviteit en abiotische milieufactoren bij vier Anurasoorten in het Ketelven in de periode maart-juli 1973. Nijmegen; Zoologisch Laboratorium Afdeling Dieroecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen. No. 70.
- DEMETER, L. & Z. BENKŐ, 2008. Note on a large population of *Rana arvalis* in Romania. In: D. Glandt & R. Jehle (Hsgr.), *Der Moorfrosch – The moor frog*. Supplement der Zeitschrift für Feldherpetologie 13. Laurenti Verlag, Bielefeld: 355-358.
- DIEPENBEEK, A. VAN & R. CREEMERS, 2006. Herkenning Amfibieën en Reptielen. Stichting RAVON, Nijmegen.
- DOLMEN, D., 2008. Distribution, habitat ecology and status of the moor frog (*Rana arvalis*) in Norway. In: D. Glandt & R. Jehle (Hsgr.), *Der Moorfrosch – The moor frog*. Supplement der Zeitschrift für Feldherpetologie 13. Laurenti Verlag, Bielefeld: 167-178.
- DORENBOSCH, M., 2009. Heikikker – *Rana arvalis*. In: H.J.M. van Buggenum, R.P.G. Geraeds & A.J.W. Lenders (red.), *Herpetofauna van Limburg*. Verspreiding en ecologie van amfibieën en reptielen over de periode 1980-2008. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht: 192-203.
- FRIGGE, P., V. KOBUSSEN, K. MUSTERS & G. VAN WERSCH, 1979. Inventarisatie herpetofauna Meynweggebied. Rapport no. 141. Zoologisch Laboratorium, Afdeling Dieroecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- GELDER, J.J. VAN & H.C.M. HOEDEMAEKERS, 1971. Sound activity and migration during the breeding period of *Rana temporaria* L., *R. arvalis* Nilsson, *Pelobates fuscus* Laur. and *Rana esculenta* L. *Journal of Animal Ecology* 40: 559-568.
- GLANDT, D., 2006. Der Moorfrosch. Einheit und Vielfalt einer Braunfroschart. Beiheft der Zeitschrift für Feldherpetologie 10. Laurenti-Verlag, Bielefeld.
- GLANDT, D., 2008A. Der Moorfrosch (*Rana arvalis*): Erscheinungsvielfalt, Verbreitung, Lebensräume, Verhalten sowie Perspektiven für den Artenschutz. In: D. Glandt & R. Jehle (Hsgr.), *Der Moorfrosch – The moor frog*. Supplement der Zeitschrift für Feldherpetologie 13. Laurenti Verlag, Bielefeld: 11-34.
- GLANDT, D., 2008B. Methoden der Beobachtung und Bestandserfassung von Moorfroschen (*Rana arvalis*) als Grundlage für Schutzmaßnahmen. In: D. Glandt & R. Jehle (Hsgr.), *Der Moorfrosch – The moor frog*. Supplement der Zeitschrift für Feldherpetologie 13. Laurenti Verlag, Bielefeld: 431-442.
- GODIN, J., S. RONDEL, G. LEMOINE & M. MARCHYLLIE, 2008. The moor frog (*Rana arvalis*) in the North of France. In: D. Glandt & R. Jehle (Hsgr.), *Der Moorfrosch – The moor frog*. Supplement der Zeitschrift für Feldherpetologie 13. Laurenti Verlag, Bielefeld: 269-282.
- GOVERSE, E. & T. VAN DER MEIJ, 2011. Meetnet Amfibieën: resultaten 2010. RAVON. Schubben & Slijm 9: 12-15.
- HEILIGERS, H.W.G., 2003. Amfibieën en reptielen van de Beegderheide. Een vergelijking van het voorkomen van voor en na de uitvoering van de herstelmaatregelen. *Natuurhistorisch Maandblad* 92 (5): 107-111.
- HOOF, P.H. VAN, B.H.J.M. CROMBAGHS, R.P.G. GERAEDS & D. SCHUT, 2012. Laatste kans voor de Knoflookpad in Nationaal Park De Meinweg. Kweek en uitzet als redmiddel voor behoud. *Natuurhistorisch Maandblad* 101 (10): 205-212.
- JONG, TH. H. DE & C.C. VOS, 2009. Heikikker *Rana arvalis*. In: R.C.M. Creemers & J.J.C.W. van Delft, (RAVON) (eds). *De amfibieën en reptielen van Nederland*. Nederlandse Fauna 9, Leiden: Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis. *European Invertebrate Survey Nederland*: 199-208.
- LENDERS, A.J.W., 1984. Het voorkomen van de Knoflookpad (*Pelobates fuscus* (Laurenti)) in relatie met de zuurgraad van het voortplantingswater. *Natuurhistorisch Maandblad* 73 (2): 30-35.
- LENDERS, A.J.W., 1989. Populatiodynamica bij watersalamanders in relatie tot het beheer van vennen. Een meerjarig onderzoek aan de Eendenpoel in het Meynweggebied. Staatsbosbeheer, Roermond.
- LENDERS, A.J.W., 1994. De Knoflookpad in Midden-Limburg anno 1993. De trieste balans van een bijna uitgestorven diersoort? *Natuurhistorisch Maandblad* 83 (4): 72-35.
- LENDERS, A.J.W., 2004. Habitatbeheer voor amfibieën in Nationaal Park De Meinweg. Deel I: De voortplantingswateren. *Natuurhistorisch Maandblad* 93 (12): 321-327.
- LENDERS, A.J.W., 2005. Habitatbeheer voor amfibieën in Nationaal Park De Meinweg. Deel IV: De echte kikkers. *Natuurhistorisch Maandblad* 94 (7): 133-140.
- LEUVEN, R.S.E.W., C. DEN HARTOG, M.M.C. CHRISTIAANS & F.G.F. OYEN, 1984. Effects of acid precipitation on amphibians and fish. In: E.H. Adema & J. van Ham (red.). *Zure regen: oorzaken, effecten en beleid*. Proceedings Symposium Zure Regen – Hertogenbosch 17-18 Nov. 1983. Pudoc, Wageningen: 184-186.
- LOMAN, J., 2008. Studies on the moor frog (*Rana arvalis*) in south Sweden. In: D. Glandt & R. Jehle (Hsgr.), *Der Moorfrosch – The moor frog*. Supplement der Zeitschrift für Feldherpetologie 13. Laurenti Verlag, Bielefeld: 195-205.
- MOLEN, D.T. VAN DER & R. POT, 2007. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. Rapport 32. Utrecht, Stowa.
- PAHKALA, M., A. LAURILA, L.O. BJÖRN & J. MERILÄ, 2001. Effects of ultraviolet-B radiation and pH on early development of the moor frog *Rana arvalis*. *Journal of Applied Ecology* 38: 628-636.
- PIERIK, J.F.M. & C.M. SCHEPERS, 1973. Een inventarisatie van Anurasoorten en een onderzoek naar de voortplantingsactiviteit daarvan in het Reestgebied in N.W. Overijssel. Nijmegen; Zoologisch Laboratorium Afdeling Dieroecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen. No. 79.
- SCHNEIDER, H. & D. GLANDT, 2008. Beitrag zur Kenntnis der Rufe des Moorfrosches (*Rana arvalis*). In: D. Glandt & R. Jehle (Hsgr.), *Der Moorfrosch – The moor frog*. Supplement der Zeitschrift für Feldherpetologie 13. Laurenti Verlag, Bielefeld: 159-166.
- SMOLDERS, J.W.TH. & J.G.M. VERHAGEN, 1972. Kooractiviteit en abiotische milieufactoren bij *Rana temporaria temporaria* L., *Rana arvalis arvalis* Nilsson, *Pelobates fuscus fuscus* Laurenti en *Rana esculenta* L. Rapport no. 66. Zoologisch Laboratorium, Afdeling Dieroecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- STEINBORN, G. & D. HILDENHAGEN, 1981. Moorfrosch - *Rana a. arvalis* Nilsson, 1742. In: R. Feldmann (Hrsg.). *Die Amphibien und Reptilien Westfalens*. Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen 43: 93-96.
- STUMPEL, A.H.P., 1970. Geluidactiviteit van Amfibieën (Anura) in het Ketelven gedurende de voortplantingsperiode in 1970. Rapport no. 45. Zoologisch Laboratorium, Afdeling Dieroecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen, Nijmegen.
- ULLER, T., J. SAGVIK & M. OLSSON, 2009. Pre-hatching exposure to water mold reduces size at metamorphosis in the moor frog. *Oecologia* 160 (1): 9-14.