



# Landhabitatgebruik en overwintering van de Geelbuikvuurpad (*Bombina variegata*) vastgesteld middels telemetrisch onderzoek

JAARROND ONDERZOEK LEVERT CONCRETE BEHEERAANBEVELINGEN OP

## FIGUUR 1

Een volwassen Geelbuikvuurpad (*Bombina variegata*) op de oever van het voortplantingswater (foto: J. Verhees).

J.J.F. Verhees, P. Lemmers & B.H.J.M. Crombaghs, Bureau Natuurbalans – Limes Divergens BV, e-mail: verhees@natuurbalans.nl

Het noordwestelijke deel van het Europese verspreidingsgebied van de Geelbuikvuurpad (*Bombina variegata*) reikt tot in Zuid-Limburg. Rond het jaar 2000 was deze soort hier bijna uitgestorven. Soortgericht habitatbeheer en herintroductie van opgekweekte exemplaren hebben ertoe geleid dat er in de afgelopen jaren over het algemeen een positieve aantalsontwikkeling plaatsvond. Hoewel er relatief veel kennis is opgedaan over de aanleg, het beheer en het gebruik van voortplantingswateren is er nog veel onbekend over het gebruik van de landhabitat door Geelbuikvuurpadden. Wat is bijvoorbeeld de vereiste grootte van een geschikt leefgebied en functioneren aangelegde schuilplaatsen in de vorm van steenhopen en stapelmuren wel als winter- en zomerverblijfplaatsen? Dit is onderzocht door middel van een telemetrisch onderzoek in de jaren 2020 en 2021. De resultaten hiervan worden in dit artikel besproken en hebben geleid tot concrete beheeraan-

bevelingen voor een duurzame instandhouding van de Geelbuikvuurpad in Limburg.

## VERSPREIDING EN ECOLOGIE

De Geelbuikvuurpad [figuur 1] is op de Nederlandse Rode Lijst aangemerkt als ‘ernstig bedreigd’ (VAN DELFT *et al.*, 2007). De soort kent Europese bescherming via de Habitatrictlijn Bijlagen II en IV. Europese lidstaten zijn verplicht om een duurzame instandhouding van zowel de Geelbuikvuurpad als haar leefgebieden te waarborgen en uit te breiden. Hoewel de soort rond 1960 nog op meer dan 80 locaties verspreid door Zuid-Limburg voorkwam (Van NIEUWENHOVEN-SUNIER *et al.*, 1965), is het voorkomen tegenwoordig beperkt tot twaalf leefgebieden. In het hedendaagse landschap zijn deze populaties dermate versnipperd dat nieuwe potentiële leefgebieden of historische leefgebieden, waar de soort is uitgestorven, meestal niet op eigen kracht kunnen worden gekoloniseerd (BOSMAN & CROMBAGHS, 2009). Voor een duurzame instandhouding en het voortbestaan van de Geelbuikvuurpad is een optimaal beheer van de leefgebieden noodzakelijk, evenals connecties ertussen via verbindingzones. In de afgelopen 20 jaar zijn reeds veel maatregelen genomen die gericht zijn op het creëren en waarborgen van voldoende geschikte voortplantingswateren. Mede door herintro-

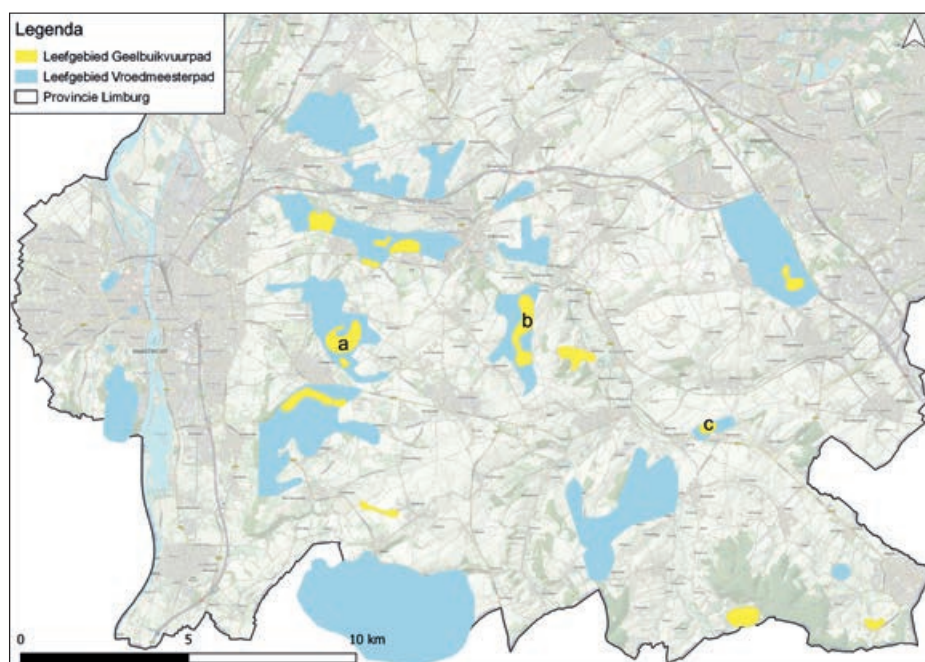
ductie komt de Geelbuikvuurpad anno 2022 voor in verschillende historische en nieuwe leefgebieden. Hoewel het totaal aantal leefgebieden van de soort is toegenomen en de verbindingen tussen leefgebieden veelal zijn verbeterd, is van een duurzame instandhouding van de soort alsmede geschikte biotopen thans nog geen sprake.

Ten behoeve van de voortplanting zijn Geelbuikvuurpadden afhankelijk van zonnig geëxponeerde wateren met een tijdelijk karakter zoals karrensporen, laagtes in zompige (bron)graslanden en tijdelijke regenplassen (BOSMAN *et al.*, 2009). Deze wateren moeten in een pionierstadium verkeren. Daarvoor dienen ze jaarlijks te worden beheerd en teruggebracht tot het begin van de successie. Buiten de voortplantingsperiode brengen Geelbuikvuurpadden veel tijd door in de landhabitat (BOSMAN & CROMBAGHS, 2009). Over de eisen die gesteld worden aan de landhabitat is echter nog veel onbekend (BOSMAN *et al.*, 2009). Concrete inzichten in het gebruik van de landhabitat in de periode voor en na de voortplanting, alsmede kennis van de vereiste grootte van het functioneel leefgebied inclusief (afstanden tot) overwinteringslocaties, ontbreken nog grotendeels. Over de overwinteringslocaties is eveneens weinig bekend, maar vermoed wordt dat overwintering plaatsvindt in muizengangen, holtes in en onder steenhopen en in hellingbossen (BOSMAN & CROMBAGHS, 2009). Op welke manier, waar en wanneer effectief beheer van de landhabitat dient te worden uitgevoerd, alsook de schaal hiervan, berust nog veelal op aannames en 'expert judgement'. Dit geldt ook voor terreindeelen die dienen te worden ontzien tijdens uitvoering van het beheer in verband met verstoring, of erger: sterfte van dieren, zoals bijvoorbeeld tijdens de overwintering. Om meer kennis te vergaren over het gebruik van de landhabitat, zowel in de zomer als in de winter, heeft Natuurbalans – Limes Divergens in 2020–2021 in opdracht van de Provincie Limburg een telemetrisch onderzoek uitgevoerd (VERHEES *et al.*, 2022). Voor het waarborgen van een duurzame instandhouding van de Geelbuikvuurpad, verdere uitbreiding en het realiseren van functionele verbindingen tussen de huidige versnipperde leefgebieden, is deze kennis essentieel.

#### KEUZE VAN ONDERZOEKSLOCATIES EN -METHODE

##### Groeven, droogdalen en kleinschalige cultuurlandschappen

Het voorkomen van de Geelbuikvuurpad in Zuid-Limburg is momenteel beperkt tot twaalf leefgebie-



den [figuur 2]. Deze leefgebieden bevinden zich in verschillende landschapstypen. Tegenwoordig vormen enkele voormalige dagbouwgroeven de belangrijkste leefgebieden, maar komt de soort eveneens voor in grub- en droogdalsystemen en op plekken in kleinschalige cultuurlandschappen. Omdat de habitats in deze biotopen wezenlijk van elkaar verschillen heeft het onderzoek plaatsgevonden in drie typen leefgebieden: Groeve 't Rooth (een voormalige mergelgroeve), het Gerendal (grub- en droogdalsysteem) en in Wahlwiller (kleinschalig cultuurlandschap) [figuur 2]. In het laatste gebied vond alleen onderzoek naar het winterhabitat plaats.

##### Toepassing van PIT-tags

Het telemetrisch onderzoek vond plaats met behulp van Passive Integrated Transponders (PIT-tags). Een PIT-tag is een kleine glazen capsule zonder eigen stroombron waardoor ze in klein formaat beschikbaar zijn. Wanneer ze in een magnetisch veld komt wordt de tag opgeladen en zendt deze een unieke code uit. Hiermee kunnen dieren levenslang individueel herkend worden zonder dat ze herhaaldelijk gevangen hoeven te worden. Dit voorkomt stress en verstoring van het natuurlijke gedrag. Een bijkomend voordeel is dat een dier niet visueel waarneembaar hoeft te zijn voor een detectie. De techniek wordt veel gebruikt ter registratie van huisdieren zoals honden en katten, maar wordt eveneens vaak toegepast bij onderzoek aan amfibieën (LE CHEVALIER *et al.*, 2016; WEBER *et al.*, 2019). In Nederland is het de eerste keer dat deze techniek is toegepast bij Geelbuikvuurpadden.

Voor het aanbrengen van zenders of transponders schrijft de handreiking 'Dierproeven met wilde dieren in hun biotoop' voor dat de handeling het natuurlijke gedrag van de proefdieren niet mag

FIGUUR 2

Versnipperde ligging van de leefgebieden van de Geelbuikvuurpad (*Bombina variegata*) en Vroedmeesterpad (*Alytes obstetricans*) in Zuid-Limburg met daarin aangegeven de onderzoeksgebieden: Groeve 't Rooth (a), Gerendal (b) en Wahlwiller (c).



**FIGUUR 3**  
Middels amfibie-  
schermen en  
valemms is het  
functioneren van  
diverse potentiële  
winterverblijfplaatsen  
voor amfibieën onder-  
zocht, waaronder  
deze stapelmuur die  
direct grenst aan een  
voortplantingswater  
in het Gerendal (foto:  
J. Verhees).

beïnvloeden (CENTRALE COMMISSIE DIERPROEVEN, 2018). Daarnaast wordt voorgeschreven dat een zender maximaal 5% van het lichaamsgewicht mag uitmaken. Omwille van de lichaamsgrootte van Geelbuikvuurpadden is uitsluitend gebruik gemaakt van 12 mm PIT-tags. Deze tags hebben een gewicht van 0,1 gram. Doorgaans wegen Geelbuikvuurpadden 3,5–6,5 gram (BOSMAN *et al.*, 2009), waarmee een 12 mm PIT-tag maximaal 2,9% van het lichaamsgewicht uitmaakt.

Verdeeld over Groeve 't Rooth en het Gerendal zijn 41 Geelbuikvuurpadden van een PIT-tag voorzien. Bureau Natuurbalans beschikt over een proefdiervergunning om dergelijke handelingen te mogen uitvoeren bij amfibieën. Een gedesinfecteerde PIT-tag werd ingebracht in een dorsale lymfzak nadat met een gedesinfecteerd schaarje aan de rugzijde een klein knipje in de huid was gemaakt. De gehele handeling per dier duurde circa twee minuten. Na het inplanteren van de tag werden de dieren enkele uren ter observatie in een donker kunststof terrarium gehouden. De operatie gebeurde in het veld. De dieren vertoonden snel na de ingreep weer natuurlijk gedrag. Zodra dit werd vastgesteld werden ze teruggeplaatst in hun oorspronkelijke habitat. Voor een gedetailleerde beschrijving van de werkwijze wordt verwezen naar VERHEES *et al.* (2022).

Het inplanteren van de PIT-tags bij Geelbuikvuurpadden vond plaats in juni en juli 2020. Hierna zijn individuen meerdere malen per week opgespoord. In de periode juli tot november 2020 was dit minimaal twee keer per week. Dieren werden opgespoord met behulp van Oregon RFID handantennes door zowel land- als waterhabitats systematisch af te zoeken. Hierbij zijn deelhabitats zoals oevervegetaties, steenhopen en (voortplantings) wateren zorgvuldig afgezocht door de handantenne rustig overheen te bewegen. Bij iedere detectie is aangegeven of het individu al dan niet zichtbaar was, zich ophield in land- of waterhabitat, in welk

type habitat het zich bevond (totaal tien categorieën) en werd de afstand van het individu tot de meest dichtbij gelegen waterhabitat genoteerd. In totaal is op 33 dagen gezocht naar gemerkte Geelbuikvuurpadden. Vanwege reparaties aan defecte apparatuur vond tussen 5 en 27 augustus 2020 geen veldwerk plaats.

### Winteronderzoek met amfibieschermen

Het functioneren van steenhopen en stapelmuren als verblijfplaats voor Geelbuikvuurpadden (en andere herpetofauna-soorten) is onderzocht in de leefgebieden Ge-

rendal, Groeve 't Rooth en Wahlwiller. Hierbij zijn relatief kleine steenhopen met een kleine steenfractie afgebroken en onderzocht op aanwezigheid van overwinterende amfibieën. Enkele relatief grote steenhopen en stapelmuren zijn uitgerasterd met behulp van amfibieschermen en valemms [figuur 3]. In het Gerendal is eveneens een scherm geplaatst rondom een kalkhelling met een pioniervegetatie en diverse krimpscheuren. Op basis van het telemetrisch onderzoek ontstond het sterke vermoeden dat deze plek als overwinteringsplaats voor Geelbuikvuurpadden zou kunnen functioneren. Eveneens is een groot deel van de aangrenzende hellingbosrand uitgerasterd om vast te stellen of Geelbuikvuurpadden hier overwinterden. Verdeeld over de drie onderzoeksgebieden zijn zeven steenhopen afgestapeld en zes potentiële overwinteringslocaties (stenhopen en stapelmuren) uitgerasterd. Tegelijkertijd met het afstapelen werden de steenhopen aangrenzend aan de oorspronkelijke steenhoop weer opgebouwd, zodat eventueel aangetroffen dieren weer direct in deze nieuwe steenhoop konden worden teruggeplaatst. Ook bood het af- en opstapelen de kans om middels een daarin geplaatste datalogger meer inzicht te krijgen in de klimatologische omstandigheden in een steenhoop. Voor de resultaten hiervan wordt verwezen naar VERHEES *et al.* (2022). Het afbreken van steenhopen en het plaatsen van amfibieschermen vond plaats tussen 22 februari en 11 maart 2021. De amfibieschermen werden tot 15 mei 2021 dagelijks gecontroleerd, waarna de schermen zijn verwijderd. Voor zover mogelijk zijn van alle aangetroffen herpetofaunasoorten de leeftijd en het geslacht bepaald en zijn Geelbuikvuurpadden gecontroleerd op een PIT-tag.

### TELEMETRISCH ONDERZOEK

#### Telemetrie van meerwaarde?

In de onderzoeksperiode van juli tot november 2020 is in de twee uitgekozen onderzoeksgebieden in totaal op 33 dagen gezocht naar Geelbuikvuurpad-

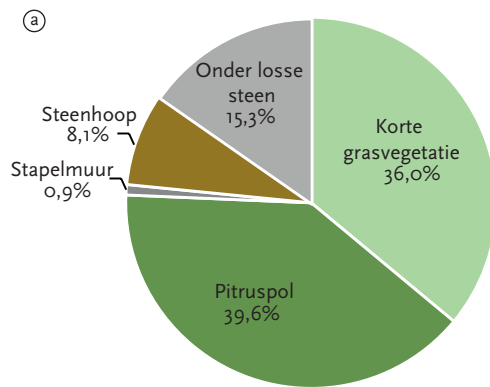
den met een PIT-tag. Hierbij zijn in totaal 475 individuele detecties vastgesteld (Gerendal 56,9%; Groeve 't Rooth 43,1%). Van de 41 getagde Geelbuikvuurpadden zijn in totaal 37 individuen minstens één keer gedetecteerd. Dit komt neer op een terugmeldingspercentage van 90,2% (Gerendal 96%, Groeve 't Rooth 83%). Gemiddeld werd een individuele Geelbuikvuurpad twaalf keer waargenomen. Vergeleken met vangst-terugvangst methoden is dit een zeer hoog aantal terugmeldingen binnen eenzelfde seizoen (LAAN & VERBOOM, 1994).

Op het moment van detecteren bleken de meeste Geelbuikvuurpadden (77,7%) niet zichtbaar; vangst-terugvangst methoden hadden in dit geval dus geen data opgeleverd. Wanneer een Geelbuikvuurpad zich in een waterhabitat bevond werd het dier in ongeveer de helft van de gevallen visueel waargenomen. Met name in de landhabitats werden dus gezenderde Geelbuikvuurpadden gedetecteerd die niet zichtbaar waren.

Gedurende het onderzoek zijn zeven losse PIT-tags teruggevonden. Dit betekent een tagverlies van 17,1%. Door de wekelijkse zoekfrequentie is van deze individuen vastgesteld dat ze hun PIT-tag verloren na minstens zes weken sinds het moment van implanteren. Onbekend is waardoor dit verlies optrad, maar er zijn geen aanwijzingen dat dit een gevolg is van complicaties veroorzaakt door het inbrengen van de PIT-tag. Het is mogelijk dat deze Geelbuikvuurpadden hun PIT-tag via de huid uitstootten of dat predatie plaatsvond. Het percentage tagverlies is vergelijkbaar met andere amfibiestudies waarbij gebruikt werd gemaakt van PIT-tags (BRANNELLY *et al.*, 2014; WEBER *et al.*, 2019). Ondanks het tagverlies kan door het hoge aantal (individuele) detecties, zichtbaar of onzichtbaar, worden geconcludeerd dat de toepassing van PIT-tags geschikt is voor meerjarige habitat- en populatiestudies bij Geelbuikvuurpadden.

### Landhabitatgebruik en homeranges

BOSMAN *et al.* (2009) stellen dat Geelbuikvuurpadden weersafhankelijk doorgaans tot de tweede helft van september actief zijn in de zomerhabitat, waarna ze de overwinteringsplaatsen opzoeken. In voorliggende studie is de periode van 1 juli (start onderzoek) tot 15 september 2020 dan ook onderscheiden als actief seizoen. Van de in totaal 326 detecties in dit seizoen bevond een individu zich in tweederde van de gevallen in een waterhabitat en dus ongeveer een derde van de tijd in de landhabitat. Daarbij bleek de gebondenheid aan waterhabitats in het actief seizoen zeer sterk. In de landhabitat, in de directe omgeving



van de waterhabitats, werd veelal gebruik gemaakt van (korte) grasvegetaties, verspreid gelegen stenen, pollen Pitrus (*Juncus effusus*), stapelmuren en steenhopen [figuur 4a]. Aanwezigheid van deze elementen in de landhabitat, gelegen op zeer korte afstand van waterhabitats, bieden Geelbuikvuurpadden vluchtmogelijkheden voor predatoren en schuilplekken tegen (extreme) weeromstandigheden zoals hitte en langdurige droogte. Steenelementen zoals stapelmuren en steenhopen, maar ook de ondergrond van verspreid liggende losse stenen, blijven vaak vochtiger dan de directe open omgeving. Geelbuikvuurpadden zoeken deze elementen actief op [figuur 4b]. Waarschijnlijk worden om dezelfde reden structuurrijke pollen Pitrus gebruikt. Daarin verbleven in de meest gevallen voor het oog niet zichtbare maar wel detecteerbare dieren.

Van 24 individuele Geelbuikvuurpadden die gedurende het telemetrisch onderzoek meer dan tien keer werden waargenomen is een homerange berekend op basis van Minimum Convex Polygons. Deze methode wordt aanbevolen voor het bepalen van homeranges voor herpetofauna (ROW & BLOUIN-DEMERS, 2004). Het is een simpele methode waarbij de buitenste vindplaatsen met elkaar zijn verbonden en het oppervlak daartussen de home-range representeert. Benadrukt wordt dat de gehanteerde ondergrens van tien waarnemingen per individu een keuze van de auteurs betreft en de MCP homerange relatief snel onder- of overschat kan worden. De MCP homerangegrootte van adulte Geelbuikvuurpadden was voor het Gerendal en Groeve 't Rooth samengenomen gemiddeld 780 m<sup>2</sup> in het actieve seizoen. De homerangegrootte verschilde echter sterk tussen individuele dieren, met een spreiding van 68-3742 m<sup>2</sup>. Binnen leefgebieden was soms sprake van sterke overlap van homeranges [figuur 5]. Van drie subadulte Geelbuikvuurpadden die meer dan tien keer zijn gedetecteerd was de homerange beduidend kleiner dan bij adulten. Gemiddeld was deze homerange 110 m<sup>2</sup> met een spreiding van 95-135 m<sup>2</sup>. Verschil in homerangegrootte tussen beide geslachten was er nauwelijks. De gemiddelde homerange van 15 adulte mannen was 716 m<sup>2</sup> en van zes gedetecteerde vrouwen 940 m<sup>2</sup>, dit

FIGUUR 4  
Geelbuikvuurpadden (*Bombina variegata*) maken (a) in de directe omgeving van waterhabitats gebruik van diverse landhabitats, zoals (b) een recent aangelegde steenhoop in Groeve 't Rooth (foto: T. Amorij).



FIGUUR 5

Homeranges van vier Geelbuikvuurpadden (*Bombina variegata*) in het Gerendal, waarbij iedere gekleurde stip een detectie per individu weergeeft. Hierbij is van twee individuen de ligging van de winterverblijfplaats bekend (aangegeven met cirkels). In deze gevallen wordt de grootte van de homerange buiten het actieve seizoen aanzienlijk vergroot. De betreffende homeranges zijn in oplopende volgorde: 69 m<sup>2</sup> (man blauw), 96 m<sup>2</sup> (subadult; groen), 757 m<sup>2</sup> (man; geel) en 1024 m<sup>2</sup> (man; roze). Omwille van de leesbaarheid zijn vier individuen weergegeven, voor de volledige resultaten wordt verwezen naar VERHEES *et al.* (2022).

verschilde niet significant van elkaar (Mann-Whitney U-test;  $W = 38$ ;  $p > 0,05$ ). Opgemerkt wordt dat in bovenstaande berekeningen in enkele gevallen ook de ligging van de winterverblijfplaatsen van Geelbuikvuurpadden in het Gerendal zijn meegenomen wanneer die bekend was [figuur 5]. Wanneer voor de berekeningen van homeranges in het Gerendal enkel gebruikt wordt gemaakt van waarnemingen tijdens het actieve seizoen dan zijn de homeranges gemiddeld 250 m<sup>2</sup> en dus aanzienlijk kleiner dan de eerdergenoemde 780 m<sup>2</sup>. Deze verschillen laten zien dat het bepalen van de jaarronde homerangegroottes lastig is, maar het vormt een belangrijk gegeven in het kader van landhabitatbeheer.

#### WINTERPERIODE

##### Steenhopen en stapelmuren

Op basis van het winteronderzoek (afstapelen en uitrasteren) is vastgesteld dat stenhopen en stapelmuren functioneren als winterverblijfplaats voor (soms hoge aantallen van) diverse soorten amfibieën. Met name in het Gerendal zijn tientallen Alpenwatersalamanders (*Ichthyosaura alpestris*) aangetroffen die overwinterden in twee stapelmuren [tabel 1]. Ook

in Groeve 't Rooth en Wahlwiller maakte deze soort gebruik van aangelegde stenhopen als winterverblijfplaats. Dergelijke elementen functioneren eveneens als winterverblijfplaats voor de Bruine kikker (*Rana temporaria*), Gewone pad (*Bufo bufo*) en Kleine watersalamander (*Lissotriton vulgaris*) [tabel 1]. Tevens maakten diverse ongewervelden zoals insecten en geleedpotigen gebruik van stenhopen als winterverblijfplaats. Zo werden diverse soorten loopkevers uit het geslacht *Carabus* waargenomen. De eenmalige waarneming van een Getraliede schallebijter (*Carabus clatratus*) die overwinterde in een stenhoop in Groeve 't Rooth is vermeldenswaardig omdat deze soort typerend is voor veengronden en vennen en in Limburg zeldzaam is. Naast het gebruik van stenhopen en stapelmuren als winterverblijfplaats door meer algemeen voorkomende amfibiesoorten is vastgesteld dat ze ook gebruikt worden door zeer hoge aantallen Geelbuikvuurpadden. Verdeeld over de drie onderzoeksgebieden zijn in totaal 175 Geelbuikvuurpadden in hibernacula aangetroffen, waarvan 79 adulten en 96 subadulten. In het Gerendal maakten in totaal 48 adulte en 82 subadulte dieren gebruik van twee stapelmuren als winterverblijfplaats [figuur 6]. In Wahlwiller overwinterden elf adulte en drie subadulte dieren in één uitgerasterde stenhoop.

Dit in tegenstelling tot Groeve 't Rooth waar in één uitgerasterde relatief grote vuurstenhoop en in drie kleine afgestapelde stenhopen geen enkele overwinterende Geelbuikvuurpad werd aangetroffen. In Groeve 't Rooth wordt blijkbaar gebruik gemaakt van andere typen winterverblijfplaatsen, bijvoor-

TABEL 1

Aantallen van andere gevangen soorten amfibieën en reptielen die overwinterden in de diverse onderzochte winterverblijfplaatsen in de leefgebieden Gerendal, Groeve 't Rooth en Wahlwiller.

Leefgebied	Winterverblijfplaats	Alpenwatersalamander ( <i>Ichthyosaura alpestris</i> )	Bruine kikker ( <i>Rana temporaria</i> )	Gewone pad ( <i>Bufo bufo</i> )	Hazelworm ( <i>Anguis fragilis</i> )	Kleine watersalamander ( <i>Lissotriton vulgaris</i> )
Gerendal	Rand Gerendalsbos	168	11	43	1	38
Gerendal	Kalkhelling	91	8	5	5	37
Gerendal	Stapelmuur kalkgrasland	51	2	1	-	9
Gerendal	Stapelmuur grasland	143	-	4	-	25
Groeve 't Rooth	Stenhoop Merapi	9	1	4	-	7
Wahlwiller	Stenhoop weiland	9	3	-	-	8

beeld van de ruimschoots aanwezige puinhellingen. Uit Duits onderzoek blijkt ook dat puinhellingen geschikt zijn als winterverblijfplaats voor onder andere de Geelbuikvuurpad, maar ook voor andere amfibiesoorten zoals de Vroedmeesterpad (*Alytes obstetricans*) (MÖLLER, 1993).

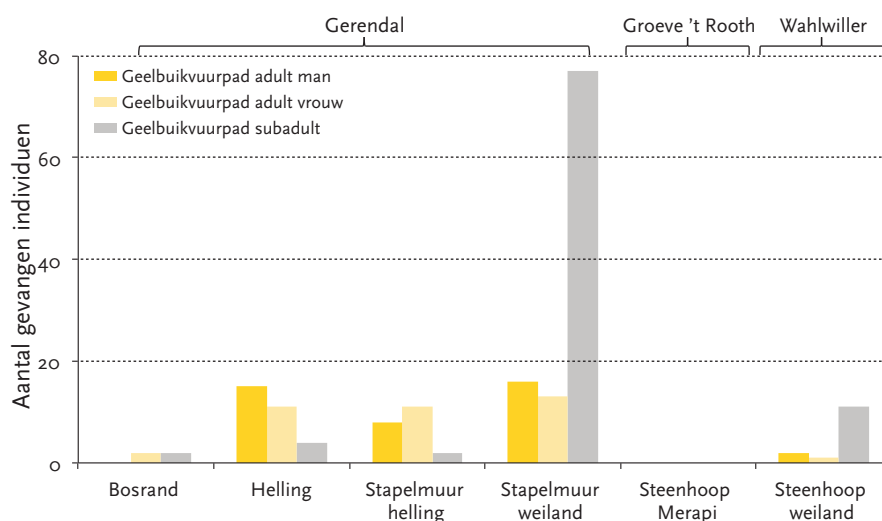
In vier winterverblijfplaatsen waarvan is vastgesteld dat er zowel mannelijke als vrouwelijke Geelbuikvuurpadden overwinterden, was de geslachtsverhouding vrijwel gelijk [figuur 6] en niet significant verschillend (Chi-kwadrat;  $\chi^2 = 1,414$ ;  $df = 3$ ;  $p > 0,05$ ). Op grond hiervan kan worden aangenomen dat het hibernacula-gebruik niet geslachtsafhankelijk is en dat een aangelegd winterverblijf voor zowel subadulte en als adulte dieren functioneert.

### Kalkhelling en hellingbos

Begin oktober 2020 werden in het Gerendal verschillende Geelbuikvuurpadden met een PIT-tag gedetecteerd in een landhabitat op relatief grote afstand van waar ze in het actieve seizoen verbleven. Deze individuen bevonden zich op een kalkhelling aan de voet van het Gerendalsbos. Enkele keren werd waargenomen dat Geelbuikvuurpadden deze helling omhoog kropen of dat een individu zich in een holte, zoals die veelvuldig in de helling aanwezig zijn, bevond. Hierdoor ontstond het vermoeden dat deze kalkhelling gebruikt werd als winterverblijfplaats. Om dit vast te stellen is een deel van de helling (circa 400 m<sup>2</sup>) uitgerasterd met een amfibiescherm en op dezelfde wijze onderzocht als nabijgelegen stapelmuren. Het vermoeden van overwinterende Geelbuikvuurpadden in de helling werd aan de hand van deze onderzoekopstelling bevestigd. In het onderzochte deel van de kalkhelling overwinterden met zekerheid 26 adulte en vier subadulte Geelbuikvuurpadden [figuur 6]. Deze locatie diende eveneens als winterverblijfplaats voor hoge aantallen van meer algemene amfibiesoorten alsmede enkele Hazelwormen (*Anguis fragilis*) [tabel 1].

De winterverblijfplaats betreft een komvormige kalkhelling en is een restant van een voormalige dagbouwgroeve met veel dagzomende mergel [figuur 7]. Door de aanwezigheid van enkele bomen is de helling deels beschermd. De vegetatie bestaat veelal uit grassen en diverse orchideeënsoorten zoals Purperorchis (*Orchis purpurea*) en Soldaatje (*Orchis militaris*). Het substraat bestaat uit fijnkorrelig kalkrijk zand en voor ongeveer 20% uit vuursteenknollen. De helling is rijk aan natuurlijke spleten en holten, ontstaan door boomwortels, krimpscheuren en muizenholten. Het is aannemelijk dat de aange-troffen amfibieën hierin overwinteren.

Vermoed werd dat Geelbuikvuurpadden ook over-



winteren in hellingbossen (BOSMAN & CROMBAGHS, 2009; BOSMAN *et al.*, 2009). Omdat het verlengde van de bovengenoemde kalkhelling grenst aan het Gerendalsbos is middels een circa 70 m lang fuikvormig amfibiescherm een deel van deze bosrand onderzocht. Hierbij zijn in totaal twee adulte en twee subadulte Geelbuikvuurpadden gevangen [figuur 6]. Dit bevestigt dat Geelbuikvuurpadden inderdaad ook overwinteren in hellingbossen. Vergeleken met het aantal vangsten in de direct aangrenzende kalkhelling en stapelmuren lijkt de soort daar echter maar in beperkte mate gebruik van te maken.

### Afgelegde afstanden

In het Gerendal is op basis van detecties in het najaar van 2020, in combinatie met terugvangsten van Geelbuikvuurpadden na de overwintering, van tien individuen met een PIT-tag de exacte winterverblijfplaats vastgesteld. Omdat van deze individuen bekend is waar ze gedurende het actieve seizoen verbleven, is van deze groep de afstand berekend die afgelegd is tot de winterverblijfplaatsen. Op basis van waarnemingen van deze tien individuele Geelbuikvuurpadden is de gemiddeld afgelegde afstand tot hun winterverblijfplaats in het Gerendal 68 m (Standard Error (SE)  $\pm 15$ ). Hierbij is een grote spreiding vastgesteld van 10-117 m. In Groeve 't Rooth zijn in het najaar van 2020 en de hierop volgende winter geen Geelbuikvuurpadden gedetecteerd waarvan redelijkerwijs aangenomen kon worden dat ze in een hibernaculum verbleven. Concrete inzichten in winterverblijfplaatsen van Geelbuikvuurpadden in Groeve 't Rooth ontbreken derhalve. Echter, door het hoge aanbod van winterverblijfplaatsen, zoals bijvoorbeeld puinhellingen, is het niet aannemelijk dat afgelegde afstanden daar groter zijn dan in het Gerendal. Daarnaast kon in het Gerendal worden vastgesteld dat de in winter gevonden Geelbuikvuurpadden met een PIT-tag op zeer korte afstand van een voortplantingswater overwinteren. Vier dieren overwinterden op een afstand van 2-10 m van de waterhabitat

FIGUUR 6  
Aantal overwinterende mannen, vrouwen en subadulte Geelbuikvuurpadden (*Bombina variegata*) in diverse uitgerasterde hibernacula in de leefgebieden Gerendal, Groeve 't Rooth en Wahlwiller.



FIGUUR 7  
Kornvormige kalkhelling, rijk aan krimpscheuren en holten, die als overwinteringslocatie werd gebruikt door Geelbuikvuurpadden (*Bombina variegata*) in het Gerendal. In het stapelmuurtje op de voorgrond overwinterden eveneens hoge aantallen van diverse soorten amfibieën (foto: P. Lemmers).

waar ze gedurende het actieve seizoen verbleven. De overige zes individuen waarvan de winterverblijfplaats bekend werd, verplaatsten zich over iets grotere afstanden, maar gemiddeld is de afstand van de winterverblijfplaats tot het meest nabij gelegen voortplantingswater met 6 m (SE  $\pm 1,5$ ) zeer klein.

#### Verlaten van hibernacula

De eerste uit het hibernaculum trekkende Geelbuikvuurpad is gevangen op 10 maart 2021 [figuur 8]. Dit betrof een subadult exemplaar dat bij een gemiddelde dagtemperatuur van 7 °C (KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT, 2022) werd waargenomen. In combinatie met een etmaalsom van 27 mm neerslag op de dag voorafgaand aan de vangst waren de omstandigheden waarschijnlijk gunstig voor een eerste, vroeg in het jaar uittrekkend individu. Er was echter pas een eerste duidelijke piek van meerdere uittrekkende individuen waarneembaar rond eind maart–begin april, toen de gemiddelde dagtemperatuur piekte tot bijna 17 °C (KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT, 2022). Dit is tevens het moment waarop de eerste adulte Geelbuikvuurpadden werden waargenomen die hun hibernaculum verlieten [figuur 8]. Het verlaten van de winterverblijven vond bij adulte Geelbuikvuurpadden significant later plaats dan bij subadulte Geelbuikvuurpadden (log-rank test;  $p < 0,001$ ). De helft van de subadulte individuen had medio april 2021 het hibernaculum verlaten. Bij adulte Geelbuikvuurpadden was dit begin mei het geval [figuur 8]. Hierbij correleerde de temperatuur op de dag voorafgaand aan de trekbeweging sterk met het totaal aantal uittrekkende Geelbuikvuurpadden (Spearman-correlatie;  $r_s = 0,563$ ;  $p < 0,001$ ). Daarentegen is er geen significante correlatie vastgesteld tussen het aantal uittrekkende Geelbuikvuurpadden en de etmaalsom van de neerslag (Spearman-correlatie;  $r_s = -0,007$ ;  $p > 0,05$ ). Het verlaten van de winterverblijfplaatsen door Geelbuikvuurpadden wordt dus waarschijnlijk sterker bepaald door de temperatuur dan door de neerslag. Dit verschilt met verplaatsingen gedurende het voort-

plantingsseizoen die met name plaatsvinden na perioden van hevige neerslag gevolgd door hoge temperaturen (BOSMAN *et al.*, 2009).

#### OPTIMALISERING VAN HET LEEFGEBIED

##### Landhabitat en verbindingzones

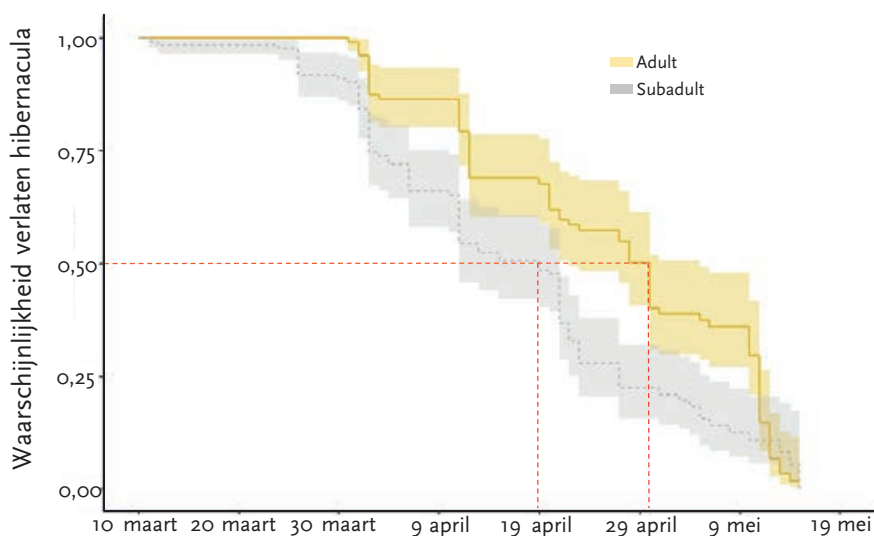
Middels voorliggend onderzoek is vastgesteld dat een homerange van adulte Geelbuikvuurpadden gemiddeld 780 m<sup>2</sup> bedraagt. De mate van onzekerheid over

dit gemiddelde is echter groot, ook gelet op de grote individuele spreiding. Desondanks is in enkele gevallen bekend dat binnen een dergelijke oppervlakte zowel de voortplanting als de overwintering plaatsvond en leent deze kennis zich voor het optimaliseren van het beheer van de landhabitat. De resultaten tonen aan dat voor Geelbuikvuurpadden een relatief klein oppervlak al voldoende kan zijn als geschikt jaarrond leefgebied. Het voorgaande duidt erop dat leefgebieden op een beperkt oppervlak gerealiseerd kunnen worden. Dit heeft zowel consequenties voor de aanleg en het functioneren van relatief smalle verbindingzones als voor het oppervlak rondom een voortplantingswater. Het lijkt kansrijk een goed functioneerde stapsteen in een verbinding te realiseren op een oppervlakte van slechts enkele tientallen vierkante meters. Naast een functie voor dispersie zijn er op basis van de resultaten van dit onderzoek sterke aanwijzingen dat met de juiste maatregelen op één oppervlak zelfs jaarrond leefgebied realiseerbaar is. In het hedendaagse landschap zijn leefgebieden van Geelbuikvuurpadden sterk versnipperd waardoor nieuwe potentiële leefgebieden niet op eigen kracht gekoloniseerd worden (BOSMAN & CROMBAGHS, 2009). Realisatie van verbindingzones is daarmee een essentiële maatregel om geïsoleerde populaties uit te breiden en (opnieuw) met elkaar te verbinden. Door de beperkte homerange is het van belang om in eerste instantie verbindingzones aan te leggen die direct grenzen aan actueel leefgebied. Ondanks beperkte homeranges zijn uit Nederland dispersies tussen leefgebieden bekend over een afstand van 400 m (BOSMAN *et al.*, 2009). Een hoge dichtheid aan voortplantingswateren faciliteert de dispersiemogelijkheden door het landschap (HARTEL, 2008). Het direct aangrenzende landhabitat voldoet wanneer dit bestaat uit een korte vegetatie, zoals schrale graslanden of kalkgraslanden met een open karakter. Op korte afstand van de waterhabitats is een hoog aanbod aan schuilmogelijkheden belangrijk. Steenelementen zoals stapelmuren, steenhopen en zelfs verspreid gelegen losse

stenen zijn geschikt als schuilplaatsen, evenals structuurrijke oevervegetaties met pollen van bijvoorbeeld Pitrus.

### Aanleg van steenhopen en stapelmuren

Geconcludeerd kan worden dat steenhopen en stapelmuren in het Limburgse heuvelland belangrijke verblijfplaatsen zijn voor Geelbuikvuurpadden, maar ook voor andere (amfibie)soorten en Hazelwormen. Dit geldt zowel als verblijfplaats in de winter alsook in de zomer. Om te schuilen graven Geelbuikvuurpadden niet (BOSMAN *et al.*, 2009) maar zoeken ze bestaande schuilplekken op. Met name in leefgebieden anders dan (voormalige) groeven, waar natuurlijke schuilmogelijkheden in de vorm van steenelementen en puinhellingen niet schaars zijn, kunnen stapelmuren en steenhopen een belangrijke functie vervullen. De resultaten wijzen erop dat bij de aanleg van dergelijke schuilplaatsen op korte afstand van geschikte waterhabitats geschikt leefgebied van Geelbuikvuurpadden gerealiseerd kan worden op een relatief klein oppervlak. Ontwikkeling/optimalisatie van zo'n habitat op korte afstand van voortplantingswateren vermindert de noodzaak tot dispersie over grote afstanden. Het draagt mede gezien de hoge vangstaantallen in de onderzochte schuilplaatsen waarschijnlijk bij aan een grotere overlevingskans van juveniele en (sub)adulte Geelbuikvuurpadden. Met name de aanleg van nieuwe verbindingzones biedt goede kansen voor de ontwikkeling van een robuust netwerk voor de soort en daarmee voor het duurzaam voortbestaan ervan. Ten aanzien van de aanleg zijn er enkele belangrijke aanbevelingen te noemen. De locatie van een aan te leggen steenhoop moet zoveel mogelijk worden afgestemd op het landschap en de aanleg vindt bij voorkeur plaats op onopvallende plaatsen zoals perceelscheidingen en overgangsvvegetaties of langs zuidelijk geëxponeerde gradiënten zoals bosranden en graften. Uit de resultaten blijkt dat steenhopen van circa 5 m<sup>3</sup> kansrijk zijn, waarbij een dergelijke minimale omvang van belang is in verband met het verzekeren van vorstvrije omstandigheden. De expositie is bij voorkeur zonnig en op zo kort mogelijke afstand van de waterhabitats. Idealiter wordt de steenhoop gedeeltelijk (voor circa een derde) onder maaiveld aangelegd, dit stelt amfibieën in staat om extreme weersomstandigheden te ontvluchten. Grotere steenhopen zijn waarschijnlijk even effectief, maar wanneer voldoende materiaal beschikbaar is kan beter een tweede verblijfplaats worden gerealiseerd. De opbouw ervan vindt bij voorkeur plaats met gebiedseigen materiaal. Het afwisselend gebruik van kleine en grotere steenfracties resulteert in een



groot aantal gevarieerde holten en een optimaal intern microklimaat. Ook stapelmuren bleken in dit onderzoek zeer goed te functioneren als winterverblijfplaats. Hierbij is het realiseren van vorstvrije omstandigheden eveneens een belangrijk aandachtspunt. Het verdient aanbeveling om steenhopen en stapelmuren af te dekken met een bio-afbreekbaar worteldoek om het dichtslibben van steenholttes te voorkomen. Dit kan het best worden aangebracht direct onder de bovenste laag stenen. Het geheel functioneert zo als een duurzame winterverblijfplaats en niet enkel voor herpetofauna.

### DANKWOORD

*Bij de uitvoering van deze jaarrondstudie zijn veel mensen betrokken geweest. Allereerst worden Huub van Proemereren (Staatsbosbeheer), Patrick Kloet (Stichting het Limburgs Landschap) en Harry Huijben bedankt voor de toestemming voor het onderzoek op hun terreinen. Zeer erkentelijk zijn we de verschillende stagiair(e)s die in 2020 wekelijks getransponderde Geelbuikvuurpadden zochten, alsook de diverse stagiaires en vrijwilligers die in het voorjaar van 2021 dagelijks een controle uitvoerden van de amfibieschermen. In willekeurige volgorde gaat onze dank uit naar: Anke Brouns, Jan Schiebroek, Marc Schils, Gerard Janssen, Cato Dekker, Raymond Daemen, Wout Vloedgraven, Kristy Peters en Thomas Amorij. Tenslotte willen we Raymond Tilmans en Arnold Bakker bedanken voor de projectbegeleiding en hun suggesties ter verbetering van de conceptversie van dit artikel.*

*Dit onderzoek is mogelijk gemaakt dankzij een financiële bijdrage van de Provincie Limburg.*

provincie limburg



**FIGUUR 8**  
Weergave van een Kaplan-Meier survival analyse, waarbij het tijdstip van het verlaten van winterverblijfplaatsen door Geelbuikvuurpadden (*Bombina variegata*) is weergegeven in het voorjaar van 2021. De gele lijn betreft adulte en de grijze stippellijn subadulte Geelbuikvuurpadden. Naast beide lijnen zijn de 95% betrouwbaarheidsintervallen aangegeven. De rode stippellijnen markeren de mediaan (0,50) en daarmee de datum waarop de helft van alle individuen de winterverblijfplaatsen heeft verlaten. Dit is voor adulte individuen significant later in het seizoen (log-rank test;  $p < 0,001$ ).



## Summary

### LAND HABITAT USE OF YELLOW-BELLIED TOADS (*BOMBINA VARIEGATA*), INCLUDING HIBERNACULA, DETERMINED USING TELEMETRY

Implications for conservation assessed established by year-round research

The most north-western part of the distribution range of the European Yellow-bellied toad (*Bombina variegata*) extends into southern Limburg in the Netherlands. From the year 2000 onwards, intensive conservation measures, combined with reintroduction efforts, have prevented this species from becoming extinct in this area. Although much is known about their breeding ecology, relatively little is known regarding their land habitat use, including that during hibernation. Between July and November 2020, the habitat use of 41 Yellow-bellied toads equipped with PIT (passive integrated transponder) tags was studied by monitoring them twice a week. Six potential hibernation refuges were identified and examined during the subsequent winter up to 15 May 2021, by placing a drift fence with pitfall traps. The use of PIT tags proved to be very suitable to study Yellow-bellied toads *in situ*: a total of 475 detections were recorded, which is 90.2% of the PIT-tagged individuals. On average, an individual was detected twelve times, although in 77.7% of cases the animal was not visually spotted. The mean Minimum Convex Polygon home range was 780 m<sup>2</sup>, ranging from 68 to 3742 m<sup>2</sup>. In the breeding season, the toads were extremely closely bound to aquatic habitats. Outside this season, they used land habitats within a few metres from their breeding ponds. Here, they occupied habitats

such as cairns, scattered stones, short grassy vegetations, dry-stone walls and tussocks of Common rush (*Juncus effusus*). During winter, 14 Yellow-bellied toads used a single cairn (7.5 m<sup>3</sup>) as a hibernation refuge, and 130 individuals hibernated in two dry stone walls (2 x 0.5 x 0.5 m), often together with large numbers of Alpine newts (*Ichthyosaura alpestris*), Common frogs (*Rana temporaria*), Common toads (*Bufo bufo*) and Smooth newts (*Lissotriton vulgaris*). Large numbers of Yellow-bellied toads (30) also hibernated in the cavities and cracks of a calcareous slope. The mean distance between land habitat and hibernacula was 68 m, ranging from 10 to 117 m. In the following spring, 50% of all subadults had left their hibernacula in mid-April, while adults left the hibernation sites significantly later, approximately 50% of them leaving in early May. The leaving of hibernacula by Yellow-bellied toads correlated significantly with temperature increase, but not with the amount of precipitation. The results of this study demonstrate that habitats and stepping stones can be constructed on relatively small surface areas. Constructing cairns and dry-stone walls, in combination with breeding ponds, increases the suitability of a site as a year-round functioning habitat. This is a promising method to connect fragmented Yellow-bellied toad populations.

## Literatuur

- BOSMAN, W.W. & B.H.J.M. CROMBAGHS, 2009. Geelbuikvuurpad – *Bombina variegata*. 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 in de periode 1980-2008. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht: 126-137.
- BOSMAN, W.W., R.M. LAAN & J.C.W. VAN DELFT, 2009. Geelbuikvuurpad *Bombina variegata*. In: R.C.M. Creemers & J.J.C.W. van Delft (red.), De amfibieën en reptielen van Nederland. Nederlandse Fauna 9. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis / European Invertebrate Survey, Leiden: 142-153.
- BRANNELLY, L.A., L. BERGER & L.F. SKERRATT, 2014. Comparison of three widely used marking techniques for adult anuran species *Litoria verreauxii alpina*. Herpetological Conservation and Biology 9(2): 428-435.
- CENTRALE COMMISSIE DIERPROEVEN, 2018. Dierproeven met wilde dieren in hun biotoop. Versie december 2018. Centrale Commissie Dierproeven, Den Haag.
- DELFT, J.J.C.W. VAN, R.C.M. CREEMERS & A.M. SPITZEN-VAN DER SLUIJS, 2007. Basisrapport Rode Lijst Amfibieën en Reptielen volgens Nederlandse en IUCN-criteria. Stichting RAVON, Nijmegen.
- HARTEL, T., 2008. Movement activity in a *Bombina variegata* population from a deciduous forested landscape. North-Western Journal of Zoology 4(1): 79-90.
- KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT, 2022. Tijden van zonopkomst en -ondergang. Geraadpleegd 1 september 2022. [https://cdn.knmi.nl/system/ckeditor\\_assets/attachments/154/tijden\\_van\\_zonopkomst\\_en\\_--ondergang\\_2021.pdf](https://cdn.knmi.nl/system/ckeditor_assets/attachments/154/tijden_van_zonopkomst_en_--ondergang_2021.pdf).
- LAAN, R.M. & B. VERBOOM, 1994. De Geelbuikvuurpad in Limburg: het kan nog steeds! Natuurhistorisch Maandblad 83(1): 10-18.
- LE CHEVALIER, H., O. CALVEZ, A. MARTÍNEZ-SILVESTRE, D. PICARD, S. GUÉRIN, F. ISSELIN-NONDEDEU, A. RIBÉRON & A. TROCHET, 2016. Marking techniques in the Marbled newt (*Triturus marmoratus*): PIT-Tag and tracking device implant protocols. Acta Herpetologica 12(1): 79-88.
- MÖLLER, S., 1993. Zur Lebensraumwahl und Fortpflanzungsstrategie der Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) auf einem ehemaligen Truppenübungsplatz im Landkreis Mühlhausen. Landschaftspflege und Naturschutz Thüringen 30: 30-34.
- NIEUWENHOVEN-SUNIER, L. VAN, P.J.H. VAN BREE & S. DAAN, 1965. Notities over de geelbuikvuurpad *Bombina variegata* (Linnaeus, 1758) in Nederland. Natuurhistorisch Maandblad 54(1): 7-14.
- ROW, J.R., & G. BLOUIN-DEMERS, 2004. Kernels are not accurate estimators of home-range size for herpetofauna. Copeia 4: 797-802.
- VERHEES, J.J.F., P. LEMMERS & B.H.J.M. CROMBAGHS, 2022. Land-, water- en winterhabitatgebruik van de Geelbuikvuurpad en Vroedmeesterpad. Jaar-rond telemetrisch onderzoek met nadruk op stapelmuren en steenhopen als (winter)verblijfplaats inclusief effectiviteit van betonbakken als voortplantingswater. Natuurbalans - Limes Divergens BV, Nijmegen.
- WEBER, L., M. ŠMEJKAL, D. BARTOŇ & M. RULÍK, 2019. Testing the applicability of tagging the Great crested newt (*Triturus cristatus*) using passive integrated transponders. PLoS ONE 14(7): e0219069.