

Vuursalamanderdrama: soort op rand van **uitsterven** in Nederland

Frank Spikmans, Wilbert Bosman, Annemarieke Spitzen, Edo Goverse, Marnix de Zeeuw & Tom van der Meij

De vuursalamander is Nederlands' enige inheemse landsalamander. Zijn huidige voorkomen is beperkt tot Zuid-Limburg en de grootste populatie leeft in het Bunderbos. Lange tijd was er in het Bunderbos sprake van een stabiele populatieomvang, maar de laatste jaren worden er verontrustend weinig dieren gezien. Bovendien zijn er diverse dode vuursalamanders aangetroffen. Wat zijn de oorzaken hiervan en wordt de vuursalamander in ons land plotseling met uitsterven bedreigd?

De vuursalamander (*Salamandra salamandra*) is een forse landsalamander en met zijn zwartgeel gevlekte, glimmende lijf

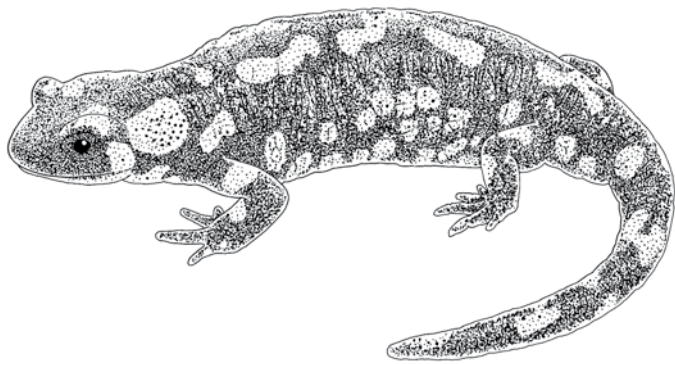
een opvallende verschijning. Zijn leefgebied bestaat uit vochtige bron- en hellingbossen met bronbeekjes (Gubbels, 2009b). De huidige verspreiding is in Nederland beperkt tot Zuid-Limburg. Er zijn twee oorspronkelijke populaties bekend, in het Bunderbos en in het zuidelijke Geuldal (Gubbels, 2009a, b). Daarnaast weet zich een uitgezette populatie sinds 1993 te handhaven op de Putberg bij Ubachsberg (Janssen & Huijgens, 2001; Gubbels, 2009a). De populatie in het Bunderbos is het grootst en bestaat naar schatting uit vele honderden dieren (Gubbels, 2009b). Sinds 2010 kwamen er bij RAVON meldingen binnen van dode vuursalamanders in het Bunderbos. Tegelijkertijd was er een extreem scherpe daling in het aantal dieren dat werd waargenomen in de trajecten van het Meetnet Amfibieën van het



Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). RAVON heeft het initiatief tot een onderzoek genomen en voor het opstarten daarvan financiering gekregen van de Provincie Limburg. Het doel is enerzijds te achterhalen wat de oorzaak is van dit plotselinge ineenstorten van de populatie in het Bunderbos. Anderzijds wordt een aantal levende vuursalamanders opgevangen in terraria, zodat middels een kweekprogramma de salamanders later weer in de natuur uitgezet



(Foto: Jelger Herder)



(Tekening: Paul Veevliet)

kunnen worden. Van de populatie in het Geuldal is veel minder bekend. Hier is gestart met monitoring van de beken en hun directe omgeving. In dit artikel wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken van de vuursalamander in Zuid-Limburg, door zowel een historisch als een meer recent overzicht te geven van het populatieverloop. Het meest recente overzicht is verkregen door analyse van de NEM meetnetgegevens.

Populatieomvang tussen 1971 en 1995

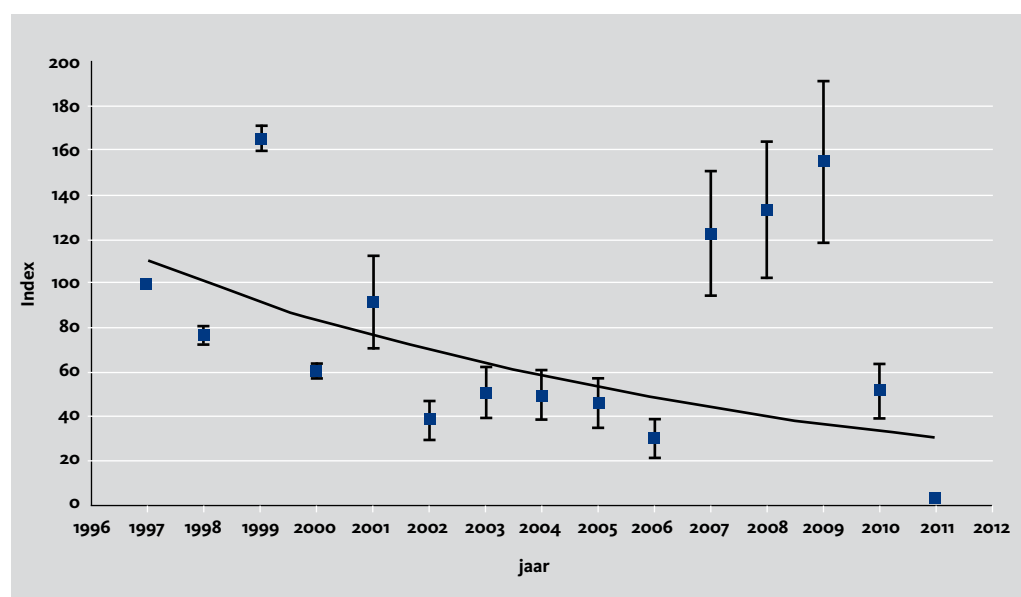
In de periode 1971-1995 is intensief en systematisch onderzoek gedaan naar de verspreiding en populatiegrootte in het Bunderbos (Gubbels, 1988; 1992; 1994). Op basis van een vangst-terugvangst onderzoek dat werd uitgevoerd in 1986, werd geschat dat de dichtheid van vuursalamanders in het Bunderbos 400 volwassen dieren per halve hectare was (Gubbels, 1988). Het leefgebied in het Bunderbos strekt zich in deze periode uit van het dorp Geulle tot aan Bunde en omvat 144 hectare verspreid over zes kilometerhokken. De dichtheden van vuursalamanders zijn niet in elke hectare even hoog. De werkelijke populatiegrootte kan op basis van deze gegevens worden geschat op vele honderden exemplaren (Gubbels, 2009b). De populatie was in deze periode vitaal, hoewel de levensvatbaarheid op lange termijn al kwetsbaar werd geacht (Gubbels, 1988). In de laatste Rode Lijst wordt de populatiegrootte geschat op 500 tot 1000 voortplantende dieren (van Delft *et al.*, 2007). Ook wordt geconcludeerd dat de achteruitgang in de verspreiding 57% is.

Monitoringsonderzoek van 1997 tot en met 2011

Sinds 1997 wordt de populatie van de vuursalamander in het Bunderbos bijna jaarlijks intensief onderzocht in het kader van het NEM Meetnet Amfibieën. In de periode 1997-2007 zijn er jaarlijks vier trajecten onderzocht. In de beginjaren is zeer intensief gemonitord, in latere jaren werd dit minder intensief. Vanaf 2009 worden er zes trajecten onderzocht en vinden er jaarlijks 17 tot 31 telronden plaats. Eén traject dat direct langs het spoor ligt en sinds 1997 werd onderzocht, wordt vanwege veiligheidsvoorschriften sinds 2009 niet meer bezocht. Ter compensatie zijn elders in het gebied drie nieuwe trajecten uitgezet die sindsdien jaarlijks worden gemonitord. Van de jaren 2006 en

2008 zijn geen data beschikbaar van het Bunderbos. In het Geuldal liggen zes monitoringstrajecten, op de Putberg één. In beide gebieden worden de trajecten onregelmatig onderzocht. Tellingen vinden plaats onder gunstige omstandigheden, 's nachts bij vochtig (nat) en niet te koud weer (Groenveld *et al.*, 2011). De indexen en trendberekeningen zijn gebaseerd op de gemiddelde aantallen van de (meestal) vier telronden.

Trendanalyses zijn uitgevoerd met behulp van het programma TRIM (Trends & Indices for Monitoring data) en zijn gebaseerd op een log-lineaire Poisson regressiemethode (Pannekoek & Van Strien, 2005). Hierbij worden jaarlijkse indexen en een trend over meerdere jaren berekend, waarbij rekening is gehouden met seriële correlatie tussen jaren. Vanwege de relatief hoge standaardfouten zijn diverse varianten voor de analyses doorgerekend, waaronder het jaarlijks waargenomen maximum per telronde en de presentie per traject. De hier gepresenteerde variant is gekozen omdat deze de laagste standaardfout opleverde. Het statistische pakket TRIM kan omgaan met missende waarden (lees ontbrekend monitoringsjaar) (Van der Meij *et al.*, 2009). Er is getracht na te gaan of temperatuur en vochtigheid, de



Figuur 1. Ontwikkeling van de landelijke index (\pm standaarddeviatie) voor de vuursalamander in de periode 1997 – 2011. De trendlijn laat een sterke afname zien ($p < 0,05$). Voor het ontbreken van data van 2006 en 2008 uit het Bunderbos wordt door TRIM een correctie toegepast.

telperiode en waarnemerswisselingen verklarend kunnen zijn geweest voor de waargenomen aantallen. Gebleken is dat dit geen factoren waren die van invloed zijn geweest en waarvoor zou kunnen worden gecorrigeerd.

Resultaten

Landelijke trend

De vuursalamander laat op basis van de monitoringsdata in de periode 1997-2011 een sterke afname zien ($p < 0,05$) (figuur 1). De jaarlijkse achteruitgang is gemiddeld 9%. Over de hele periode is er sprake van een achteruitgang van 75%. Hoewel er over de hele periode sprake is van variatie in het waargenomen aantal dieren, is het aantal vuursalamanders in 2011 opvallend laag.

Bunderbos

Het maximaal aantal vuursalamanders dat jaarlijks per bezoek wordt waargenomen, varieert in de periode vóór 2011 van 71 tot 241 (tabel 1). De hoogste aantallen werden waargenomen eind jaren '90. In 2011 daalt het aantal waargenomen vuursalamanders drastisch naar slechts vier dieren. Tijdens 27 bezoeken aan het gebied in 2011,

jaar	trajectnummer							totaal
	1	2	3	4	5	6	7	
1997	10	81	58	18	-	-	-	167
1998	6	64	68	3	-	-	-	141
1999	41	150	39	11	-	-	-	241
2000	6	41	32	18	-	-	-	97
2001	10	63	98	11	-	-	-	182
2002	5	41	36	3	-	-	-	85
2003	4	39	43	4	-	-	-	90
2004	4	46	52	7	-	-	-	109
2005	4	28	32	7	-	-	-	71
2006	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	8	78	37	20	-	-	-	143
2008	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	17	-	46	17	27	12	6	125
2010	8	-	14	6	14	14	41	97
2011	0	-	0	1	0	0	3	4

Tabel 1. Maximaal aantal waargenomen vuursalamanders op basis van gemiddeld vier telronden in het Bunderbos per traject in de periode 1997-2011 (- = niet onderzocht).

worden er op slechts drie avonden nog vuursalamanders waargenomen. Ter vergelijking: in 2009 en 2010 (aantal

bezoeken respectievelijk 17 en 31) ging er geen bezoek voorbij zonder waarnemingen van de soort. In 2011 zijn op vier van de zes onderzochte trajecten geen vuursalamanders meer gevonden (tabel 1). Op de andere twee trajecten is het maximaal waargenomen aantal in 2011 niet hoger dan drie.

Geuldal

In het zuidelijke Geuldal nabij Epen zijn populaties van enkele tientallen dieren aanwezig langs de volgende zijbeken van de Geul: Klitserbeek, Belleterbeek, Berversbergbeek en Cottesserbeek. Langs de Mässel en Bommerigerbeek worden incidenteel vuursalamanders waargenomen (Gubbels, 2009b). In 2010 is langs de Mässel één dier waargenomen. De voorlaatste waarneming hier dateerde van eind jaren 80. In het Geuldal is maar ten dele een structurele langjarige monitoring uitgevoerd en hierdoor is het aantal waarnemingen beperkt waardoor het onvoldoende



Bunderbos (Foto: Wilbert Bosman)





Belleterbeek (Foto: Wilbert Bosman)

informatie geeft over de ontwikkelingen van de aantallen.

Putberg

In 1994 werd een nieuwe populatie van de vuursalamander ontdekt op de Putberg bij Ubachsberg (Janssen & Huijgens, 2001). Het gaat hier om

in 1993 uitgezette vuursalamanders, afkomstig uit de Belgische Ardennen (Gubbels, 2009a). Vanaf 2000 maakt deze locatie deel uit van het NEM Meetnet Amfibieën. Het aantal volwassen vuursalamanders dat hier jaarlijks is waargenomen varieert van 1 tot maximaal 15. Daarnaast

zijn er op meerdere plekken larven waargenomen (maximaal 36). Deze cijfers wijzen op een populatie van minstens enige tientallen individuen. De laatste jaren is de bezoekfrequentie op de Putberg laag. In 2010 werd de laatste waarneming gemeld (één larf).



Dode vuursalamander in het Bunderbos op 27 januari 2011 (Foto: Johan Loermans)

Dode vuursalamanders

In 2008 verschenen op Waarneming.nl voor het eerst drie meldingen van dode vuursalamanders. Sinds 2010 zijn er in totaal 21 dode vuursalamanders gevonden, waarvan 17 in het Bunderbos. Vier dode dieren zijn bij de Putberg gevonden. De dode vuursalamanders werden vaak op klaarlichte dag gevonden, op paden of de bosbodem en vertoonden geen verwondingen die er op wijzen dat ze door predatoren, wandelaars, fietsers of auto's gedood zouden zijn. Ook vorst kon geen rol spelen op de momenten dat de dieren werden gevonden. In de periode voor 2008 zijn nooit dode vuursalamanders gevonden (mond. med. R. Gubbels). Het is hoogst ongebruikelijk om dode salamanders aan te treffen in het veld.



Wat veroorzaakt deze achteruitgang?

De oorzaak van de waargenomen sterfgevallen en de plotselinge achteruitgang van de vuursalamander in het Bunderbos is nog onbekend. Gezien het hoge aantal dood gevonden dieren lijkt een ziekte of een vergiftiging een voor de hand liggende oorzaak. Dode vuursalamanders zijn onderzocht op ziektes door het Dutch Wildlife Health Centre (DWHC) en de Universiteit van Gent (België), maar vooralsnog is de oorzaak niet opgehelderd. Daarom wordt ingezet op een breed onderzoek. Onderzocht wordt of habitatkwaliteit, water- en bodemkwaliteit, ziekten, genetische erosie, wegvangsten, bijplaatsingen, verstoring door recreatie en predatie een rol spelen.

De lopende monitoringsprogramma's worden voortgezet en zijn geïntensiveerd in zowel het Bunderbos als in het Geuldal. Er wordt onderzoek gedaan om vast te stellen of er succesvolle reproductie plaatsvindt in de populatie.

De kwaliteit van land- en waterhabitat dient nader te worden onderzocht. Het onderzoek naar water- en bodemkwaliteit moet zich zeker richten op de macrofaunasamenstelling en de aanwezigheid van zware metalen, herbiciden en andere bestrijdingsmiddelen en nitraatconcentraties. Ook de accumulatie van deze stoffen in vuursalamanders dient te worden onderzocht.

De vondsten van dode individuen en de recente sterke afname van de populatie doen vermoeden dat er een ziekteverwekker of acute vergiftiging in het spel is. Een bekende oorzaak voor de achteruitgang en het uitsterven van amfibieën wereldwijd is chytridiomycose (Rachowicz *et al.*, 2006). In 2009 is een steekproef genomen onder alle soorten amfibieën in Nederland

en Vlaanderen, waaruit bleek dat een wisselend percentage per soort besmet was, maar geen van deze dieren vertoonde symptomen van de ziekte (Spitzen-van der Sluijs *et al.*, 2010). De achteruitgang van de vuursalamander wordt in Spanje in verband gebracht met chytridiomycose (Bosch & Martínez-Solano, 2006). Mogelijk spelen ook ranavirussen een rol. Deze kunnen massale sterfte veroorzaken in populaties amfibieën (Schoegel *et al.*, 2010; Duffus & Cunningham, 2010). In 2010 is massale sterfte van groene kikkers en kleine watersalamanders als gevolg van ranavirus vastgesteld in Nederland (Kik *et al.*, 2011). Nader onderzoek naar de aanwezigheid van deze ziekteverwekkers en

in de afgelopen dertig jaar illegaal buitenlandse vuursalamanders in het Bunderbos zijn losgelaten (Gubbels, 2009a). Deze dieren kwamen uit diverse Europese landen en wijken op genetisch niveau waarschijnlijk af van de Zuid-Limburgse populatie. Met de uitzetting van buitenlandse vuursalamanders bestaat niet alleen de kans dat nieuwe ziekten geïntroduceerd worden. Hybridisatie met dieren van de oorspronkelijke populatie kan bovendien leiden tot



(Foto: Jelger Herder)

andere infectieziekten is gewenst. Hierbij wordt samengewerkt met de Universiteit van Gent. In een te kleine en geïsoleerde populatie leiden inteelt en genetische drift tot een afname van de genetische variatie, wat kan leiden tot een afname van de conditie van individuen. Een populatie wordt dan kwetsbaar voor catastrofes en de kans op uitsterven neemt toe. Voor een duurzame populatie zijn in zijn algemeenheid gesteld minimaal 500 tot 5000 individuen nodig (Soulé, 1980; Smulders *et al.*, 2007). Onderzoek naar de genetische variatie bij de vuursalamander in het Bunderbos is gewenst. Het is ook bekend dat

genetische vervuiling met als risico dat dieren minder goed aangepast raken aan de lokale situatie (Dubois, 2006). De vuursalamander is een populaire soort om in een terrarium te houden. Ondanks de beschermde status van de soort worden er mogelijk dieren weggevangen voor de handel of om zelf thuis te houden. Het wegvangen van vuursalamanders is gemeld uit het Bunderbos en het Geuldal (Gubbels, 2009a). Wanneer er structureel dieren worden weggevangen, kan dit leiden tot een sterke afname van de populatieomvang en genetische verarming. Ook dient onderzocht te worden of er sprake is van een verstoring van vuursalamanders door wandelaars, mountainbikers, honden of fotografen. Gezien het zorgwekkend lage aantal dieren dat nog aanwezig is en om



te voorkomen dat het genetisch materiaal van deze populaties volledig verloren gaat, worden in 2012, met toestemming van het Ministerie van EL&I, dieren uit de populatie verzameld en voorlopig in terraria gehouden. Dit biedt tevens de mogelijkheid te starten met een kweekprogramma en over te gaan tot bijplaatsing dan wel herintroductie zodra er duidelijkheid is over de oorzaak. Dit alles met als doel het herstel van levensvatbare populaties van de vuursalamander te bewerkstelligen. Om maatregelen te kunnen nemen die het uitsterven van de vuursalamander voorkomen, is RAVON in samenwerking met verschillende organisaties een diepgaand onderzoek gestart naar de oorzaken

Samenvatting

De vuursalamander komt in Nederland uitsluitend voor in Zuid-Limburg. De grootste populatie leeft in het Bunderbos, waar de situatie lange tijd stabiel is geweest. De populatieomvang wordt in de jaren '90 nog geschat op vele honderden dieren. Eind jaren '90 ligt het maximaal aantal waargenomen vuursalamanders tijdens een telronde nog ver boven de 200. Sinds 2010 worden er meldingen gedaan van dode vuursalamanders in het Bunderbos. Tegelijkertijd neemt het aantal dieren dat in het Bunderbos wordt waargenomen in de trajecten van het meetnet Amfibieën van het Netwerk Ecologische Monitoring sterk af. In het Bunderbos wordt de vuursalamander in 2011 nog maar op twee van de zes trajecten gevonden en is het maximaal aantal waargenomen vuursalamanders tijdens een bezoek slechts vier. Een trendanalyse op basis van de landelijke monitoringsgegevens toont aan dat er sprake is van een sterke afname over de periode 1997-2011. De achteruitgang bedraagt 75%. RAVON initieert een plan waarbij de oorzaak van de plotselinge ineenstorting van de populatie wordt onderzocht. Hierbij is onder meer aandacht voor ziekten, voortplantingssucces, kwaliteit en

verstoring van de habitat. Monitoring van de populaties wordt voortgezet en is geïntensiveerd. Een deel van de resterende levende vuursalamanders wordt veiliggesteld door opvang in terraria om later weer in de natuur uitgezet te kunnen worden, als de oorzaak van het ineenstorten van de populatie is achterhaald.

Summary

Dramatic decline in the Fire Salamander in the Netherlands - a species on the edge of extinction

The recent sharp decline in a hitherto flourishing and stable population of the Fire Salamander (*Salamandra salamandra*) is causing great concern. The species only occurs in the southernmost part of the Netherlands, in the province of Limburg. The largest population is in the Bunderbos, a deciduous woodland with springs on the slopes of a stream valley. In the 1990s, this population was estimated at several hundred individuals. At the end of that decade, the maximum number that could be sighted during a single evening was well above 200. However, in 2010 came the first signs that something was seriously wrong: dead animals were reported. At the same time, the results of the "Netwerk Ecologische Monitoring" programme showed a dramatic decline in their numbers. In 2011, the Fire Salamander was present on only two out of six transects in the Bunderbos. Moreover, on a single evening, no more than four individuals were seen. A trend analysis of records based on all populations from 1997-2011 showed a drop of 75%. RAVON has set up a broad action plan to study the cause of this decline and try to prevent the species from disappearing from the Netherlands. Future studies aim to examine the role of disease, their production success, and the quality and possible disturbance of the habitat. Monitoring is being continued and intensified. A number of the remaining salamanders is being kept in captivity until the cause of the decline has been ascertained. If we manage to do this, they will be returned to the Bunderbos.

Dankwoord

De monitorders in het Bunderbos, Geuldal en Putberg (Anke Brouns, Chris Eikens, Rob Gubbels, Gerard Janssen, Ingo Janssen, Nico Janssen, Rob Keulers, George Knottnerus en Raymond Tilmans) worden bedankt voor hun jarenlange inspanningen en het doorgeven van de waarnemingen. Rob Gubbels (Waterschap Roer en Overmaas) wordt ook bedankt omdat hij ons, naast zijn data, ook van detailinformatie voorzag. Staatbosbeheer heeft toestemming verleend voor de uitvoering van het onderzoek. Meldingen van dode vuursalamanders zijn afkomstig van Rob Gubbels, Rob Keulers en Johan Loermans (B-Ware). We willen Ronald Zollinger, Raymond Creemers en Rob van Westrienen bedanken voor het becommentariëren van een eerdere versie van dit artikel. Het onderzoek naar de vuursalamander is mede mogelijk gemaakt dankzij een financiële bijdrage van de Provincie Limburg en Stichting Dierenrampenfonds. Het is de bedoeling een vervolgartikel met een actualisatie van de situatie van de vuursalamander geplaatst te krijgen in één van de volgende nummers van het Natuurhistorisch Maandblad.

Literatuur

- Bosch, J. & I. Martínez-Solano, 2006. Chytrid fungus infection related to unusual mortalities of *Salamandra salamandra* and *Bufo bufo* in the Peñalara Natural Park, Spain. *Oryx* 40: 84-89.
- Delft, J.J.C.W. van, R.C.M. Creemers & A. Spitzen-van der Sluijs, 2007. Basisrapport Rode Lijsten Amfibieën en Reptielen volgens Nederlandse en IUCN-criteria. Stichting RAVON, Nijmegen, in opdracht van Directie Kennis, Ministerie van LNV.
- Dubois, A., 2006. Species introductions and reintroductions, faunistic and genetic pollution: some provocative thoughts. *Alytes* 24(1-4): 147-164.
- Duffus, A.L.J. & A.A. Cunningham, 2010. Major disease threats to European amphibians. *Herpetological Journal* 20: 117-127.
- Groenveld, A., G. Smit & E. Goverse, 2011. Handleiding voor het Monitoren van Amfibieën in Nederland. RAVON



- Werkgroep Monitoring, Amsterdam.
Gubbels, R.E.M.B., 1988. Kwantitatieve gegevens van een populatie vuursalamanders in het Bunderbosch c.a. Schatting van de populatiegrootte in 1986. *Natuurhistorisch Maandblad* 77: 107-109.
- Gubbels, R.E.M.B., 1992. Vuursalamander. In: J.E.M. van der Coelen (red.), 1992. *Verspreiding en ecologie van amfibieën en reptielen in Limburg*. Natuurhistorisch Genootschap Limburg/Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht & Stichting RAVON, Nijmegen: 35-45.
- Gubbels, R.E.M.B., 1994. Vuursalamanders in het Zuidelijk Geuldal. Verslag van een excursie van de Herpetologische Studiegroep. *Natuurhistorisch Maandblad* 83(12): 229-230.
- Gubbels, R.E.M.B., 2009a. Vuursalamander – *Salamandra salamandra*. In: H.J.M van Buggenum *et al.* (red.), 2009. *Herpetofauna van Limburg. Verspreiding en ecologie van amfibieën en reptielen in de periode 1980 – 2008*. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht: 48-59.
- Gubbels, R.E.M.B., 2009b. Vuursalamander *Salamandra salamandra*. In: R.C.M. Creemers & J.J.C.W. van Delft, 2009. *De amfibieën en reptielen van Nederland*. Nederlandse Fauna 9. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, European Invertebrate Survey – Nederland, Leiden.
- Janssen, I. & S. Huijgens, 2001. Vuursalamanders in oostelijk Zuid-Limburg. *Natuurhistorisch Maandblad* 90: 8-11
- Kik, M.M.A., A. Spitzen-van der Sluijs, F. Pasmans, P. Wohlsein, A. Gröne & J.M. Rijks, 2011. Ranavirus-associated mass mortality in wild amphibians, the Netherlands, 2010: A First report. *The Veterinary Journal*, 190(2): 284-286.
- Meij, T. van der, A. van Strien, G. Smit & E. Goverse, 2009. Trendberekening bij het Meetnet Amfibieën. *RAVON* 31 10(4): 57-62.
- Pannekoek J. & A.J. van Strien, 2005. TRIM 3 manual. Trends and indices for monitoring data. CBS, Statistics Netherlands, Voorburg, Netherlands (als freeware te vinden via www.ebcc.info).
- Rachowicz, L.J., R.A. Knapp, J.A.T. Morgan, M.J. Stice, V.T. Vredenburg, J.M. Parker & C.J. Briggs, 2006. Emerging infectious disease as a proximate cause of amphibian mass mortality. *Ecology* 87: 1671-1683.
- Schoegel, L.M., P. Daszak, A.A. Cunningham, R. Speare & B. Hill, 2010. Two amphibian diseases, chytridiomycosis and ranaviral disease, are now globally notifiable to the World Organization for Animal Health (OIE): An assessment. *Diseases of Aquatic Organisms* 92: 101-108.
- Smulders, M.J.M., P.F.P. Arens, H.A.H. Jansman, J. Buiteveld, G.W.T.A. Groot Bruinderink & H.P. Koelewijn, 2007. Herintroduceren van soorten, bijplaatsen of verplaatsen: een afwegingskader. *Alterra-rapport 1390, PRI-rapport 128*. Alterra, Wageningen.
- Soulé, M.E., 1980. Thresholds for survival: maintaining fitness and evolutionary potential. In: M.E. Soulé & B.A. Wilcox, (eds.), 1980. *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sinauer, Sunderland, Mass.: 111-124.
- Spitzen-van der Sluijs, A.M., R. Zollinger, W. Bosman, P. van Rooij, F. Clare, A. Martel & F. Pasmans, 2010. SHORT REPORT *Batrachochytrium dendrobatidis* in amphibians in the Netherlands and Flanders (Belgium). Stichting RAVON, Nijmegen, 26 p.

Frank Spikmans, Wilbert Bosman, Annemarieke Spitzen & Edo Goverse

RAVON
Postbus 1413
6501 BK Nijmegen
w.bosman@ravon.nl

Marnix de Zeeuw & Tom van der Meij

CBS (BSV) Natuurstatistieken
Postbus 24500
2490 HA Den Haag

provincie limburg



Actuele informatie is te vinden op www.sosvuursalamander.nl
Scan de QR-code hiernaast voor een directe verwijzing naar de site.

