

De evaluatie van een compensatieproject voor de muurhagedis (*Podarcis muralis*), langs spoortraject Maastricht-Lanaken



REPTIELEN AMFIBIEËN VISSSEN ONDERZOEK NEDERLAND



De evaluatie van een compensatieproject voor de muurhagedis (*Podarcis muralis*), langs spoortraject Maastricht-Lanaken

Een rapportage van RAVON
in het kader van een afstudeeronderzoek

Amber Blanckaert & Jop Hermans
Juni 2009



STICHTING RAVON
POSTBUS 1413
6501 BK NIJMEGEN
www.ravon.nl



Colofon

© 2009 Stichting RAVON, Nijmegen.

Rapportnummer: S2009-05

Tekst: Amber Blanckaert & Jop Hermans

Begeleiders: Frank Spikmans (RAVON), Henry Kuipers & Martijn Weterings (Van Hall Larenstein)

In opdracht van: Stichting RAVON

Foto omslag: Muurhagedis, Amber Blanckaert.

Wijze van citeren: Blanckaert, A. en J. Hermans, 2009. De evaluatie van een compensatieproject voor de muurhagedis (*Podarcis muralis*), langs spoortraject Maastricht-Lanaken. Stichting RAVON, Nijmegen

VOORWOORD

In Nederland falen compensatieprojecten in veel gevallen. Wij vonden het van groot belang dit onderzoek uit te voeren en bij te dragen aan een optimale inrichting van het compensatiegebied voor de muurhagedis. Mensen vanuit verschillende organisaties hebben een bijdrage geleverd aan het resultaat. Ten eerste willen we Henry Kuipers en Martijn Weterings van het Van Hall Larenstein bedanken voor hun kundige en intensieve begeleiding. Wilbert Bosman en Frank Spikmans van RAVON danken we voor het bieden van de mogelijkheid het onderzoek uit te voeren en voor hun begeleiding bij het onderzoek. Ook willen we Cridi Frissen van CNME Maastricht bedanken voor het bieden van een werkplek in Maastricht en het uitlenen van onderzoeksmaterialen.

Amber Blanckaert & Jop Hermans
Leeuwarden, 9 juni 2009

SUMMARY

The very rare common wall lizard (*Podarvis muralis* (Laurenti, 1768)) is in the Netherlands only present in Maastricht. This is the utmost Northern limit of the range of the species. For a long time it only lived in the Hoge- and Lage Fronten. The species has enlarged its range in the first half of the twentieth century. Part of the railroad between Maastricht and Lanaken, Belgium, which has not been used since the 1980s, was colonized.

ProRail B.V., the supervisor of the railroad, plans to reactivate the railroad. An exemption of the Flora- en faunawet (Flora- and fauna-law), requiring the creation of an compensation area, has been obtained. In order to realize this, RAVON (Reptiles, amphibians and Fish Research Netherlands) was given the assignment to formulate a design plan, an implementation plan, and a management plan for the compensation of the lost habitat of the common wall lizard and some other reptile and plant species. The restoration of the railroad and the realisation of the alternative area commenced in 2008. The main components of the area are 25 stacked walls. The population, consisting of 107 individuals, was translocated to 10 of these walls.

Translocation projects are rarely successful. Projects (worldwide) regarding reptiles and amphibians fail in 65% of the time when the motivation for translocation is due to a conflict with humanity. Realisation of compensation for lost habitat is problematic due to insufficient inventories, lack of expertise, lack of supervision and absence of monitoring and evaluation.

The goal of this study is to gain insight in the quality of the compensatory project. In order to evaluate the compensatory habitat the quality (durable state of preservation) is evaluated by comparing it with successful/dense populated areas (Hoge Fronten and Lage Fronten) and literature. Additionally, 190 (focal animal) observations, which take up to 34hrs in total, were carried out in the Hoge- and Lage Fronten in order to determine which components of the habitat of the common wall lizard are intensely used and thus considered essential. Furthermore, the current condition of the population was mapped.

The components of the habitat which are evaluated in this study are: design and positioning of the walls and the vegetation on and around the walls. Concerning the population: numbers, demography, use of territories and the presence of reproduction. The compensatory habitat is situated alongside the railroad between Maastricht and Lanaken. The successful habitats are also situated in Maastricht.

In order to evaluate the design of the walls, the building style and use of materials are compared to those of successful habitats. The frost resistance was measured by determining the width of possible winter holes. Positioning of the walls was evaluated by measuring exposure to sun, wind and human disturbances. Wall vegetation coverage and mapping of vegetation around the walls was compared to that of three densely populated walls in the Hoge- and Lage Fronten. Population size was measured by two observers who walked along transects that are alongside all components of the compensatory area and they recorded all observed individuals. Here, individual recognition, in the form of photography, was used. Mapping of territories was also done by individual recognition.

It was found that the compensation area differs from the successful habitats and literature on several areas. Walls were homogeneously built, 38% of the walls were sufficiently frost resistant. Researchers have speculated about hibernation in the ground. It is well know that

the common wall lizard usually hibernates in walls. There is also a heavy disturbance from transport truck traffic.

Currently, the population consists of 11 individuals of which 8 are adults. It cannot be determined whether the decrease in population size was due to emigration or mortality. It is also possible that observed individuals colonized the compensation area from other nearby locations.

In conclusion, the compensatory area is of insufficient quality in its current condition for a durable state of preservation. The population size is too low to speak of a viable population. Relatively uncomplicated adjustments can improve the habitat substantially, such as: creating openings in the flanks of the walls and placing bricks of large rocks alongside the walls. More radical adaptations would be to improve the frost resistance and narrow the Industrieweg. Considering colonization is plausible the future outlook for certain regions of the area is positive.

SAMENVATTING

De zeer zeldzame muurhagedis (*Podarcis muralis* (Laurenti, 1768)) komt in Nederland uitsluitend voor in Maastricht. Deze locatie is de uiterste Noord-West grens van het areaal van de soort. Lange tijd leefde de muurhagedis uitsluitend in de Hoge- en Lage Fronten. In de eerste helft van de twintigste eeuw is de soort zich gaan verspreiden. Een deel van het spoortraject tussen Maastricht en Lanaken, dat vanaf de jaren '80 niet meer in gebruik is, werd gekoloniseerd.

ProRail B.V., de beheerder van de spoorlijn, neemt het traject weer in gebruik. Een ontheffing voor de Flora- en faunawet, die inhoudt dat een compenserend leefgebied dient te worden gecreëerd, is verkregen. Hiervoor heeft stichting RAVON (Reptielen, Amfibieën en Vissen Onderzoek Nederland) de opdracht gekregen een inrichtingsplan, een uitvoeringsplan en een beheersplan op te stellen ter compensatie van het verloren leefgebied van de muurhagedis, enkele andere reptielen- en plantensoorten. In 2008 is de restauratie van het spoortraject en de realisatie van het compensatiegebied gestart. De hoofdcomponenten van het gebied zijn 25 stapelmuren. De 100 dieren tellende populatie is op 10 van deze muren geplaatst.

Translocatieprojecten en compensatiegebieden zijn zelden succesvol. Translocatieplaatsingsprojecten (wereldwijd) bij reptielen en amfibieën falen in 65% van de gevallen wanneer het een conflict met de mens betreft. Bij realisatie van compensatie bestaan knelpunten door o.a. slechte inventarisaties, ondeskundigheid, afwezigheid van toezicht en uitblijven van monitoring en evaluatie.

Het doel van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in de kwaliteit van het gehele compensatieproject. Om het compensatiegebied te evalueren is de kwaliteit (duurzame staat van instandhouding) beoordeeld door het nieuwe leefgebied te vergelijken met succesvolle/dichtbevolkte leefgebieden (Hoge- en Lage Fronten) en literatuur. Ter aanvulling zijn in de Hoge- en Lage Fronten zijn 192 observaties (focals), met een gezamenlijke omvang van 34 uur, uitgevoerd om het gebruik van het leefgebied in kaart te brengen en te kunnen beoordelen welke specifieke onderdelen bijzonder belangrijk zijn voor de soort. Tevens is de huidige toestand van de populatie in kaart gebracht.

De onderdelen die binnen dit onderzoek aan het leefgebied zijn beoordeeld zijn: ontwerp en positionering van de muren en muur- en grondvegetatie. Aan de populatie zijn: aantallen, populatieopbouw, territoriumgebruik en aanwezigheid van reproductie onderzocht. Het compensatiegebied ligt langs spoortraject Maastricht-Lanaken. De succesvolle leefgebieden bevinden zich ook in Maastricht.

Om het ontwerp van de stapelmuren te beoordelen zijn bouwstijl en gebruikte materialen vergeleken met die van een succesvolle situatie. Vorstvrijheid is gemeten door de breedten van mogelijke winterholten te bepalen. Positionering van de muren is geëvalueerd door de blootstelling aan zon, wind en aanwezigheid van versturende factoren te meten. De bedekkingsgraad van muurvegetatie en de aanwezigheid van bedekking op de grond rondom de muren is vergeleken met die van drie dichtbevolkte muren in de Hoge- en Lage Fronten. Populatieaantallen zijn gemeten aan de hand van 47 tellingen waarbij twee observatoren op trajecten langs alle compensatieonderdelen lopen en alle waargenomen dieren noteren. Hier is gebruik gemaakt van individuele herkenning (fotografie). Territoriëbepaling is ook aan de hand van individuele herkenning gedaan.

Gevonden is dat de situatie in het compensatiegebied op verschillende vlakken afwijkt van die bij succesvolle muren en de situatie uit de literatuur. Zo zijn muren zeer homogeen gebouwd en is 38% van de muren mogelijk vorstvrij. Er wordt gespeculeerd over overwintering in de grond. Het is bekend dat de muurhagedis gewoonlijk muren gebruikt als overwinterplaats en zijn in het compensatiegebied waarschijnlijk niet voldoende geschikte overwinteringplekken in de grond aanwezig. Tevens is er veel verstoring door vrachtverkeer.

De populatie bestaat momentaal uit 11 individuen, waarvan 8 volwassen dieren. Het is niet met zekerheid vast te stellen of het verdwenen aantal muurhagedissen van de startpopulatie is geëmigreerd of de winter niet heeft overleefd. Ook bestaat de mogelijkheid dat de dieren die waargenomen zijn, afkomstig zijn van nabijgelegen plekken.

Geconcludeerd kan worden dat het compensatiegebied in zijn huidige staat van onvoldoende kwaliteit is voor een gunstige instandhouding van de populatie. De populatiegrootte is te klein om te kunnen spreken van een levensvatbare populatie.

Relatief eenvoudige aanpassingen het leefgebied aanzienlijk verbeteren. Dat zijn: het uithouwen van plateaus en plaatsen van (bak)stenen voor de muren. Meer ingrijpende aanpassingen zijn het meer vorstvrij maken van de muren en het maken van versmallingen in de Industrieweg. Gezien de kans op kolonisatie reëel is, wordt de toekomst voor delen van het compensatiegebied positief geacht.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING.....	1
1.1	Doel.....	3
1.2	Onderzoeksvragen.....	3
1.2.1	Hoofdvraag a.....	3
1.2.2	Hoofdvraag b.....	4
2	METHODIEK.....	5
2.1	Studiegebied.....	5
2.1.1	Locatie.....	5
2.1.2	Componenten van het onderzoeksgebied.....	6
2.2	Biologie van de muurhagedis.....	9
2.2.1	Uiterlijk en demografie.....	9
2.2.2	Leefwijze in Maastricht.....	10
2.3	Onderzoeksmethodiek.....	11
2.3.1	Kenmerken leefgebied.....	11
2.3.2	Kenmerken populatie.....	14
2.3.3	Vergelijking compensatiegebied en succesvolle situatie.....	16
3	RESULTATEN.....	17
3.1	Kenmerken compensatiegebied.....	17
3.1.1	Ontwerp van de muren.....	17
3.1.2	Positionering van de muren.....	18
3.1.3	Muur- en grondvegetatie.....	19
3.1.4	Grondvegetatie, overig.....	20
3.2	Succesvolle situatie.....	21
3.2.1	Ontwerp van de muren.....	21

3.2.2	Positionering van de muren.....	22
3.2.3	Muur- en grondvegetatie.....	23
3.2.4	Relatie tussen vegetatie en gedragingen.....	23
3.3	Kenmerken populatie compensatiegebied.....	25
3.3.1	Aantallentelling en territoriabepaling.....	25
3.3.2	Levensvatbare populatie.....	25
3.3.3	Reproductie.....	25
3.4	Vergelijking compensatiegebied met succesvolle situatie.....	26
4	DISCUSSIE.....	27
4.1	Ontwerp van de muren.....	27
4.1.1	Vorstvrijheid.....	27
4.1.2	Stenen en plateaus.....	27
4.2	Positionering van de muren.....	27
4.2.1	Zon.....	27
4.3	Muur- en grondvegetatie.....	28
4.3.1	Grondvegetatie.....	28
4.3.2	Muurvegetatie.....	28
4.4	Kenmerken populatie.....	28
4.4.1	Territoriabepaling.....	28
4.4.2	Aantallentelling.....	28
4.4.3	Gebruik leefgebied.....	29
5	CONCLUSIES.....	31
5.1	Hoofdvraag a.....	31
5.2	Hoofdvraag b.....	31
6	AANBEVELINGEN.....	33
6.1	Voor het compensatiegebied.....	33
6.2	Voor toekomstige compensatieprojecten.....	33
6.3	Voor toekomstig onderzoek.....	33
	LITERATUUR.....	35
	BIJLAGE 1: INDICATORENSCHEMA KWALITEIT LEEFGEBIED MUURHAGEDIS.....	41
	BIJLAGE 2: KAARTEN EN COMPONENTEN VAN HET COMPENSATIEPROJECT.....	42
	BIJLAGE 3: EERSTE WAARNEMING MUURHAGEDISSEN.....	45
	BIJLAGE 4: VOORBEELD VELDFORMULIER MUURVEGETATIE.....	46
	BIJLAGE 5: VOORBEELD VELDFORMULIER GRONDVEGETATIE.....	47
	BIJLAGE 6: VELDFORMULIER AANTALLENTELLING.....	48
	BIJLAGE 7: VELDFORMULIER TERRITORIUMBEPALING.....	49
	BIJLAGE 8: VELDFORMULIER GEBRUIK LEEFGEBIED.....	50
	BIJLAGE 9: WEERGEGEVENS MAASTRICHT.....	52
	BIJLAGE 10 SPECIFICATIES DIEPTE SPLETEN MUREN.....	53
	BIJLAGE 11: SPECIFICATIES BEDEKKING DOOR ZON.....	54

1 INLEIDING

Nabij de binnenstad van Maastricht liggen de overblijfselen van de vestingwerken de Hoge Fronten. De Hoge Fronten en enkele plaatsen bij deze vestingwerken maken deel uit van het geïsoleerde leefgebied van de muurhagedis (*Podarcis muralis* (Laurenti, 1768)). Deze locatie is de uiterste Noord-West grens van het areaal van de soort (RAVON, 2008a). Dit reptiel is in Nederland een zeer zeldzame soort. Door de beschermde status behoeft de muurhagedis in Nederland strenge bescherming onder de Habitatrichtlijn. De muurhagedis is tevens een soort waarvoor op basis van artikel 75.5 van de Flora- en faunawet een vrijstelling van zijn beschermde status met gedragscode geldt van artikel 8 t/m 12 of een ontheffing nodig is met uitgebreide toets (Naturalis, 2005).

Na kritieke tijden in de eerste helft van de twintigste eeuw (activiteiten zoals: sloop of restauratie van de vestingmuren en het uitblijven van vegetatiebeheer) is de soort zich vanuit de vestingwerken gaan verspreiden (Kruyntjens, 1994b). Een deel van het spoortraject tussen Maastricht en Lanaken, dat vanaf de jaren '80 niet meer in gebruik is, werd door de muurhagedis gekoloniseerd (Spikmans & Bosman, 2007).

ProRail B.V., de beheerder van de spoorlijn, neemt het traject weer in gebruik (Vreeburg, 2007). Dit houdt in dat dit deel van het oorspronkelijke leefgebied verdwijnt. De wettelijke eis is dat een compenserend leefgebied wordt gecreëerd waarbij een duurzaam behoud van reptielen wordt verzekerd (Spikmans & Bosman, 2007; Vreeburg, 2007). Hiervoor heeft stichting RAVON (Reptielen Amfibieën, Vissen Onderzoek Nederland) de opdracht gekregen een inrichtingsplan, een uitvoeringsplan en een beheersplan op te stellen ter compensatie van het verloren leefgebied van de muurhagedis, enkele andere reptielen- en plantensoorten (Spikmans & Bosman, 2007; Vreeburg, 2007) Dit rapport gaat uitsluitend op de muurhagedis in.

Na een ontheffing van de Flora- en faunawet is in 2008 de restauratie van het spoortraject en de realisatie van het compensatiegebied gestart. Het compensatiegebied bevindt zich parallel langs beide zijden van het spoortraject. Nadat een deel van het compensatiegebied gerealiseerd was zijn in de lente van 2008 100 individuen van het oude leefgebied naar de muren verplaatst (Spikmans, 2009).

Uit de praktijk van ontheffingsverlening van de Flora- en faunawet blijkt dat in veel gevallen knelpunten bestaan. Zo is het bijvoorbeeld een gegeven dat vrijwel geen enkele ontheffingsaanvraag een inhoudelijke toets zal kunnen doorstaan: inventarisaties zijn vaak niet recent, incompleet of niet dekkend. (LNV, 2003) Deze aanvragen zijn dus onvoldoende onderbouwd om een verantwoord besluit te kunnen nemen over de mogelijke effecten op de duurzame staat van instandhouding. Ook is in veel gevallen niet duidelijk wie begeleidende deskundigen zijn of hoe men toezicht houdt op het niveau van dit toezicht. (Broekmeyer et al., 2003) Tevens bestaan er knelpunten betreffende naleving van monitoring en evaluatie van natuurcompensatie. Deze vindt zelden plaats, waardoor niet te beoordelen is of de ingreep terecht is toegestaan (Broekmeyer et al., 2003). Zelfs binnen Nederlandse natuurgebieden wordt compensatie in de helft van de gevallen gedeeltelijk of helemaal niet uitgevoerd (De Algemene Rekenkamer, 2007)

Het feit dat voor de reactivering van het spoorlijntraject tussen Maastricht en Lanaken een ontheffing van de Flora- en faunawet is verleend betekent niet per definitie dat het voortbestaan van de muurhagedissenpopulatie is verzekerd. Wel is het zo, dat het inrichtingsplan, uitvoeringsplan en beheersplan voor het compensatieproject door een deskundig begeleidingscomité is opgesteld.

Om vast te stellen of de populatie zich in positieve zin ontwikkelt wordt door RAVON jaarlijks (verplicht tot en met 2012 (Frissen & Spikmans, 2008)) een monitoringsonderzoek uitgevoerd (Spikmans, 2009). Op basis van de resultaten van het monitoringsonderzoek kunnen, waar nodig, de genomen maatregelen bijgestuurd worden om een beter resultaat te behalen. (Spikmans, 2009). Deze zorgplicht is in de handen van Prorail B.V. (Vreeburg, 2007). Aan de hand van de resultaten uit het eerste monitoringsonderzoek, dat in lente/zomer 2008 is uitgevoerd, is de populatie geschat op 35 individuen (Spikmans, 2009). Dit is 35% van de 100 die in het compensatiegebied zijn geplaatst.

Onderzoek naar de resultaten van overplaatsingsprojecten (wereldwijd) bij reptielen en amfibieën geeft aan dat, wanneer de motivatie om dieren over te plaatsen een conflict met de mens is, 65% van de projecten faalt. Een reden hiervoor is dat deze projecten in relatief korte tijdspan worden uitgevoerd. (Germano and Bishop, 2007)

Ter aanvulling aan het monitoringsonderzoek is meer diepgang gewenst omdat alleen bepaling van aantallen geen volledig beeld kan geven van de kwaliteit van het leefgebied (Prick & Kruyntjens, 1992a). Bovendien kan niet nauwkeurig worden bepaald welke onderdelen bijsturing behoeven. Tevens is aanvullend onderzoek van belang omdat de populatie in een hoog tempo lijkt te verdwijnen.

In dit onderzoek is de kwaliteit van het compensatiegebied bepaald. Er zijn vele omschrijvingen van kwaliteit (Felce en Perry, 1995). In dit rapport wordt “duurzame staat van instandhouding” als vertaling gebruikt. Het Habitat Comité heeft een methode om dit aan een soort te meten ontwikkeld (LNV, 2006). Deze methode wordt gebruikt om voor Natura 2000-doelsoorten de staat van instandhouding te meten. Deze wordt beoordeeld door een uitspraak te doen over: verspreiding, populatie, leefgebied en toekomstperspectief. Over verspreiding van de muurhagedis in Nederland is al redelijk veel bekend.

Er is een overzicht van indicatoren betreffende leefgebied en populatie van de muurhagedis opgesteld. Deze indicatoren geven inzicht in de kwaliteit van een gebied voor de muurhagedis (zie bijlage I). Door in de gebieden de onderdelen ontwerp, positionering van de muren en muur- en grondvegetatie te onderzoeken komen de meeste indicatoren aan bod. Aan de populatie zijn aantallen, populatieopbouw en territoriumgebruik onderzocht.

Voor het inschatten van de kwaliteit van het leefgebied is onderzoek aan bovengenoemde geselecteerde onderdelen (bijlage I) noodzakelijk. Deze geselecteerde onderdelen voor het leefgebied zijn van belang. In de noordelijke delen van het verspreidingsgebied is de soort afhankelijk van bijzonder warme micro-klimaten (Dexel, 1986). Vorstvrije verblijfplaatsen zijn van levensbelang (Burke et al., 2002; Claussen, 1990; Dexel 1986; Prick, 1991; Schulte, 2008). Er moet rust heersen in het leefgebied. Verstoring door mensen kan resulteren in het mislukken van thermoregulatie (Prick & Kruyntjens, 1992a). Ook wordt de kwaliteit van de leefomgeving bepaald door goede expositie t.o.v. zon (Bonnemayer & Dietvorst, 1979; Prick & Kruyntjens, 1992a) en de aanwezigheid van een overwegend lage, open begroeiing in de nabijheid van de muren. Deze functioneert als vindplaats voor prooidieren, voor

thermoregulatie en als tijdelijke schuilplaats. (Strijbosch, et al., 1980a) De muren zelf zijn het meest geschikt bij een laag bedekkingspercentage van vegetatie (van der Coelen, 1992). Als teveel schaduw op een muur valt verdwijnen geschikte zonplaatsen (Prick & Kruyntjens, 1992a). Ter aanvulling is in de hoge en lage fronten de dagritmiek en gebruik van microhabitats in kaart gebracht. Dit is gedaan omdat een gebrek aan kennis en inzicht hierover bestaat (pers. comm. Bosman, 2008).

Voor het inschatten van de kwaliteit van de populatie is onderzoek aan de geselecteerde onderdelen vereist. Behalve aantallen is het ook belangrijk de verhoudingen in geslacht en levensfase vast te stellen. Dit zijn indicatoren voor een gezonde populatie (Prick & Kruyntjens, 1992a). Verder kan de kwaliteit van het compensatiegebied geëvalueerd worden door in kaart te brengen op welke plekken in het gebied zich territoria bevinden. Deze locaties hebben voldoende te bieden voor de muurhagedis. Ook resultaten uit gedragsobservaties zijn een indicator. Vooral vertoning van territorialiteit en paargedrag zijn belangrijk. Aanwezigheid hiervan toont aan dat de populatie zich probeert te vermeerderen. (Prick & Kruyntjens, 1992b)

1.1 Doel

Inzicht verkrijgen in de kwaliteit (mate waarin een duurzame staat van instandhouding van de soort wordt gewaarborgd) van het compensatiegebied, spoorwegtraject tussen Maastricht en Lanaken, voor de muurhagedis.

1.2 Onderzoeksvragen

1.2.1 Hoofdvraag a

In welke mate zorgt het compensatiegebied, het spoortraject tussen Maastricht en Lanaken, voor een goede kwaliteit van de muurhagedissenpopulatie?

Subvragen

Wat zijn de karakteristieken in het compensatiegebied betreffende:

- Het ontwerp van de stapelmuren (bouwstijl, vorstvrijheid, stenen, plateaus)
- De positie van de stapelmuren t.o.v. zon, wind en versturende factoren
- De bedekkingsgraad van vegetatie op de stapelmuren
- De grondvegetatie rondom de stapelmuren

Wat zijn de bovengenoemde karakteristieken in de succesvolle situatie voor de Muurhagedis?

- Welk verband bestaat er tussen gedragingen van de muurhagedis en de aanwezige vegetatie waarin deze worden vertoond in de Hoge- en Lage Fronten?

In hoeverre verschilt de situatie in het compensatiegebied van de succesvolle situatie voor de muurhagedis?

1.2.2 Hoofdvraag b

Wat is de kwaliteit van de muurhagedissenpopulatie in het compensatiegebied, het spoortraject tussen Maastricht en Lanaken?

Subvragen

- Hoeveel individuen per levensstadium en geslacht telt de populatie?
- Op welke locaties in het compensatiegebied leven de muurhagedissen?
- Zijn er indicatoren van, of bestaat de mogelijkheid tot reproductie?

Tabel 1. Begripsbepaling onderzoeksvragen

Term	Uitleg
Kwaliteit	Mate van een duurzame staat van instandhouding van de populatie (muurhagedis)
Compensatiegebied	Het nieuwe leefgebied voor de muurhagedis langs spoortraject Maastricht- Lanaken waar o.a. muren en houtstapels zijn gerealiseerd
Duurzaam	Blijvend
Bouwstijl	Afmetingen, vorm, gebruikte materialen
Plateaus	Openingen in een muur of uitstekels aan een muur waar meerdere muurhagedissen kunnen zonnen
Gedragingen	Activiteiten van de muurhagedis in de categorieën: Thermoregulatie (zonnen), locomotie (voortbewegen), rust, waakzaam, sociaal gedrag, enzovoort
Populatie	De 100 muurhagedissen die in het compensatiegebied zijn geplaatst

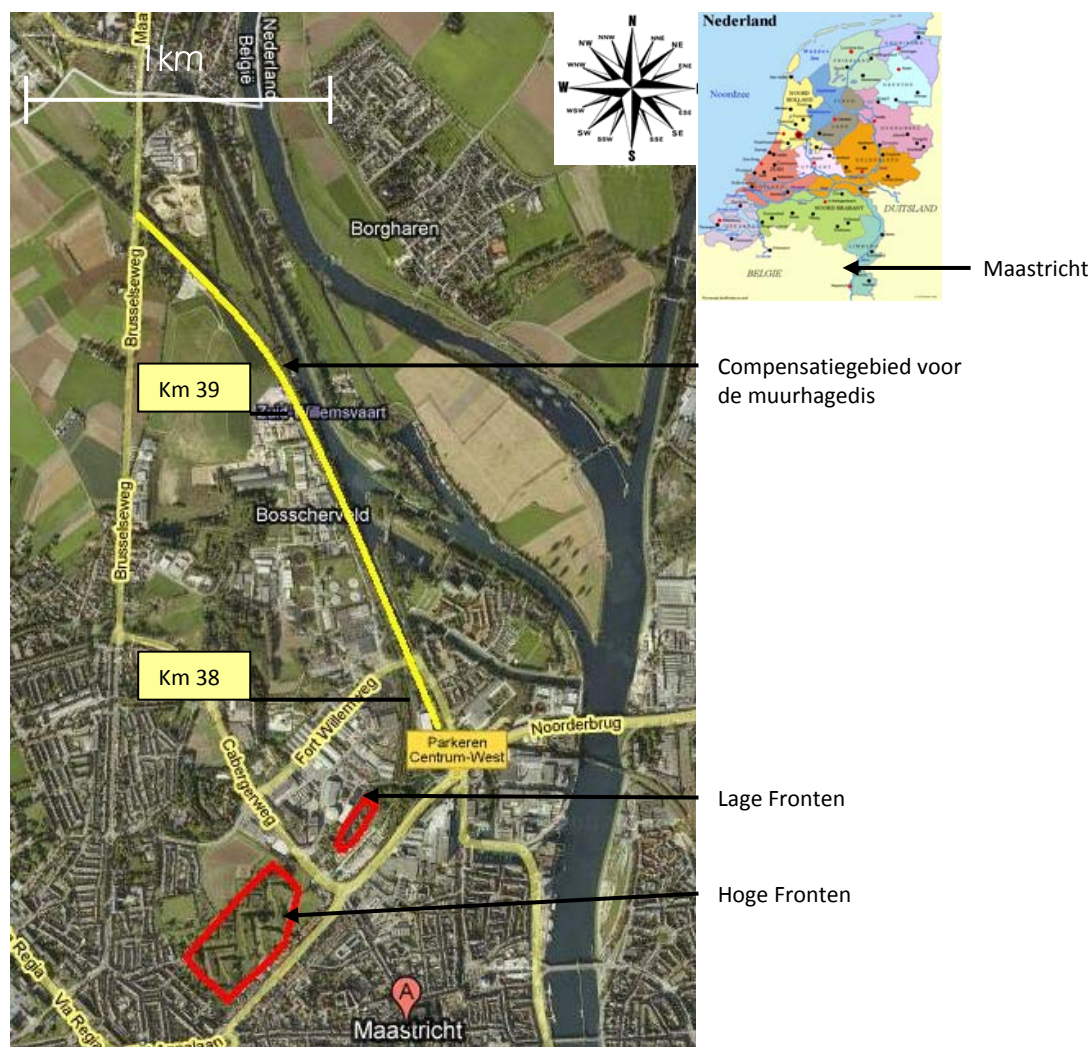
2 METHODIEK

2.1 Studiegebied

2.1.1 Locatie

Het studiegebied bevindt zich in Maastricht (50° 51' 0" N, 5° 41' 0" E), Nederland (zie figuur 1). Het compensatiegebied ligt langs de spoorlijn – waar het oorspronkelijke leefgebied was. Dit deel is ± 2 km lang. Compenserende maatregelen voor de muurhagedis en andere reptielen zijn parallel aan de spoorweg tussen de kilometers 37,6 en 40,6 gerealiseerd. De kilometers 37,7 tot en met 39,3 (1500 meter) vormen een belangrijk deel voor de muurhagedis (Spikmans & Bosman, 2007). In dat gedeelte is het grootste deel van het onderzoek verricht. Detailkaarten van het compensatiegebied zijn opgenomen in bijlage II.

Tevens is onderzoek gedaan in de Hoge- en Lage Fronten. Dit zijn gebieden die dichtbij het compensatiegebied liggen. Hier bevinden zich de grootste populaties van de Muurhagedis van Maastricht. Muren in deze gebieden zijn gebruikt als vergelijkingsmateriaal betreffende de onderzochte kenmerken. De drie succesvolle muren die hiervoor geselecteerd zijn: Courtine A-B (bovenop de Lage Fronten, Maastricht), de meest zuidelijke kop van Couverte-face du Moulin (Hoge Fronten, Maastricht) en de keel bij bastion A (Hoge Fronten). Deze zijn gekozen vanwege hoge populatiedichtheden. Het onderzoek heeft plaats genomen vanaf eind februari 2009 tot eind mei 2009.



Figuur 1: Kaart van het studiegebied in Maastricht. In geel: compensatiegebied, spoortraject Maastricht-Lanaken (Spikmans & Bosman, 2007) In rood: Vestingwerken de Hoge- en Lage Fronten. Rechts: kaart van Nederland, pijl wijst naar gemeente Maastricht (Wikipedia, 2008)

2.1.2 Componenten van het onderzoeksgebied

De compensatiemaatregelen die RAVON noodzakelijk achtte zijn:

Noodzakelijke stappen voor een duurzaam behoud van reptielen:

- Creëren van nieuw leefgebied voor alle drie de voorkomende reptielsoorten
- Tijdelijk afzetten met schermen van het huidige leefgebied
- Wegvangen van de aanwezige reptielen
- Verplaatsen van de reptielen naar het nieuwe leefgebied
- Uitvoering van reptielvriendelijk beheer van het nieuwe leefgebied (Spikmans & Bosman, 2007)

Al deze stappen zijn en worden daadwerkelijk uitgevoerd. Ter compensatie voor het verloren leefgebied zijn stapelmuren en houtstapels geplaatst. Omdat het zuidelijke deel van het spoortraject het belangrijkste is voor de muurhagedis zijn daar de meeste stapelmuren gebouwd. (Spikmans & Bosman, 2007) Daarlangs is tevens een groot deel van de

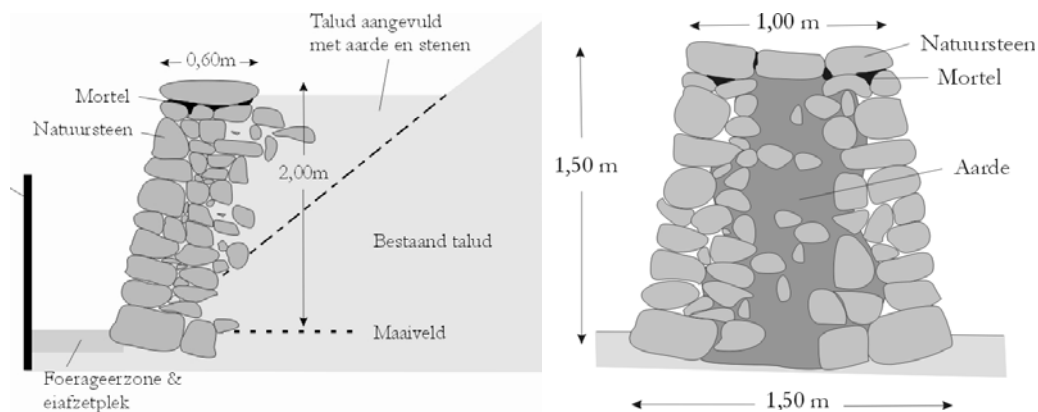
houtstapels gelegd. Deze zijn in de loop van lente 2009 over de gehele lengte van het traject verspreid (pers. comm. Spikmans, 2009a).

In totaal bestaat het leefgebied voor de muurhagedis uit 25 stapelmuren (zie kaarten in bijlage II) en stroken structuurrijke vegetatie. Er zijn twee typen muren. De meeste muren die tegen het talud zijn gebouwd zijn 2 meter hoog. De meeste vrijstaande muren zijn 1 meter hoog. De populatie is alvorens de aanvang van het restauratieproject geschat op 119 individuen van alle leeftijdsklassen. Aan de hand hiervan is gekozen een leefgebied te ontwikkelen voor 100 adulte individuen.

Deze muren hebben elk een lengte van 30-50 meter en worden onderbroken door vlakken van 50 meter met gras, struweel en kruiden. (Zie figuren 2 en 3 en bijlage II voor een impressie) In april 2008 zijn onder andere de stapelmuren langs kilometers 38,1 t/m 38,7 gerealiseerd. De overige stapelmuren tussen december 2008 en april 2009. (Spikmans & Bosman, 2007)



Figuur 2: Nieuw leefgebied voor de muurhagedis langs spoortraject Maastricht - Lanaken. Beneden zijn de hoge stapelmuren - tegen het talud - te zien. Boven de lage stapelmuren - in de spoorwegberm. Foto J. Hermans (2009)



Figuur 3: Schematische weergave van de stapelmuren. Links: hoge stapelmuur tegen talud. Rechts lage vrijstaande stapelmuur (Spikmans & Bosman, 2007).

Een reptielscherm is op vijf tot acht meter vanaf het hart van de spoorweg geplaatst om te voorkomen dat dieren terugkeren naar het oorspronkelijke leefgebied. Dit is in het bijzonder van belang tijdens de constructie van het nieuwe spoor. Deze schermen zijn na afronding van de werkzaamheden (mei, 2009) verwijderd. (Spikmans & Bosman, 2007) Dit scherm, dat binnen de onderzoeksperiode is verwijderd, verdeelde de aanwezige populatie door het gebied te verdelen in een groep van 6 muren 4 muren en de achtergebleven dieren op het oude spoor.

Op een schrale zandlaag rondom de muren zal zich een lage kruidige vegetatie ontwikkelen, die door beheer in stand zal worden gehouden (pers. comm. Spikmans, 2009c). Ook zijn rondom een aantal muren kiezellagen aangebracht.

2.2 Biologie van de muurhagedis

In dit hoofdstuk worden kenmerken van de soort beschreven. Dit zijn alleen kenmerken die gelden voor de populatie in Maastricht. Eerst is informatie over uiterlijk en demografie gegeven. Daarna volgt een beschrijving van de leefwijze gegeven.

2.2.1 Uiterlijk en demografie

De muurhagedis (*Podarcis muralis* (Laurenti, 1768)) is een zeldzaam reptiel in Nederland (van der Coelen, 1992). De soort kan een totale lengte van 19 cm bereiken (tot 7,5 cm van kop tot staart (Arnold, 2002)). Door de klimatologische omstandigheden in Maastricht zijn de dieren gemiddeld kleiner (Strijbosch et al., 1980b; Prick, 1991). De basiskleur is bruin. Adulte (3^e jaars dieren en ouder) mannetjes hebben een netvormige tekening op de rug en de onderzijde is vaak fel oranje. Vrouwelijke exemplaren hebben een meer egaal gekleurde rug, soms met een vage streep. Kenmerkend voor de vrouwtjes zijn de twee lichtgekleurde strepen op de flanken. De sex ratio van een gemiddelde populatie wijkt niet significant af van de verhouding 1:1 (Prick, 1991). Meestal is na drie jaar het geslacht pas duidelijk te herkennen. (van der Coelen, 1992) Juvenielen (1^e jaars dieren) en subadulten (2^e jaars dieren) lijken op een klein vrouwtje. Soms is bij juvenielen de staart echter grijs. (Arnold, 2002; van der Coelen, 1992) Het aantal juvenielen dat geboren wordt kan van jaar tot jaar aanzienlijk verschillen. Dit heeft te maken met klimatologische omstandigheden. Bij hogere temperaturen en veel zon zijn er relatief meer jongen. (Prick, 1991) Zie figuur 4 voor een weergave van de verschillende levensstadia en geslachten.



Figuur 4: Boven: links, ♂ en rechts, ♀ Foto A. Blanckaert (2009), onder: juveniel. Foto J. Hermans (2003)

2.2.2 Leefwijze in Maastricht

Alle leefgebieden in het noordelijk deel van het natuurlijke areaal bevinden zich in rivierdalen omdat hier gunstige klimatologische omstandigheden heersen. Daar leven de dieren op rotsen en muren. Open, met zon beschenen muren zijn de belangrijkste onderdelen van het leefgebied (Strijbosch et al., 1980b). In Maastricht komen in februari of maart de mannelijke muurhagedissen uit hun winterverblijfplaatsen. Vrouwtjes komen rond half maart- eind maart tevoorschijn. Tegen april kunnen de eerste paringen worden waargenomen. Mei-juni is de periode waarin eileg plaatsvindt. De eieren komen in augustus of september uit. Bij een koel voorjaar of een slechte zomer zullen alle activiteiten naar latere tijdstippen worden verschoven. (van der Coelen, 1992) Er zijn aanwijzingen dat, bij gunstige klimatologische omstandigheden, twee of drie keer in een seizoen eieren worden afgezet (Prick, 1991). Uit metingen van de afgelopen jaren blijkt dat de deelpopulatie langs spoortraject Maastricht – Lanaken relatief laat actief wordt. Dit is medio april. (pers. comm. Frissen, 2009a)

In het begin van de actieve periode worden muurhagedissen bij elkaar op plateautjes zonnend aangetroffen. Vooral de subadulten en juvenielen worden, wanneer de territoriale periode begint, verjaagd naar minder geschikte plekken in het leefgebied (vaak plekken met veel begroeiing). Vermoedelijk zorgt dit gedrag voor verspreiding van hagedissen over een groter gebied (dispersie). Het territorium van een mannetje is gemiddeld 25 m². Bij vrouwtjes is het 15 m². Binnen die gebieden is er bij mannetjes een overlap tot 60%. Bij vrouwtjes ligt dit op 55%. De muurhagedis is een opportunist. (Strijbosch et al., 1980b) Voedsel wordt gevangen in zowel de begroeiing als in en op de muren (Bonnemayer & Dietvorst, 1979). Wanneer temperaturen hoog oplopen zijn de dieren niet langer actief op de muren maar vooral in de nabije vegetatie of verblijven in muren (Dexel, 1986). (van der Coelen, 1992)

2.3. Onderzoeksmethodiek

Het onderzoek bestaat uit drie onderdelen: kenmerken leefgebied, kenmerken populatie en de vergelijking van het compensatiegebied met een succesvolle situatie en literatuur. De methodiek is beschreven voor het compensatiegebied en de succesvolle muren. Voor elk onderwerp is tevens literatuur geraadpleegd. In de eerste paragraaf zijn de methode en analyse van de kenmerken van het leefgebied beschreven. Hieronder vallen: ontwerp en positionering van de muren, muurvegetatie en grondvegetatie. In de tweede paragraaf worden methodiek en analyse van de populatiekenmerken beschreven. Dit bestaat uit: aantallentelling, territoriumbepaling en het gebruik van het leefgebied door de muurhagedis. Vervolgens is aangegeven hoe de vergelijking tussen het compensatiegebied en de succesvolle situatie is uitgevoerd.

2.3.1 Kenmerken leefgebied

Ontwerp van de muren

Bouw

Om te bepalen hoe de muren in het compensatiegebied zijn gebouwd zijn kaarten van de muren bestudeerd en zijn met behulp van meetlinten de afmetingen van de muren gemeten. Ook is vastgelegd of het gaat om vrijstaande of tegen het talud aangebouwde muren. Tevens zijn de gebruikte materialen en de bouwstijl vastgelegd. Hetzelfde is gedaan bij de succesvolle muren in de nabijgelegen gebieden.

Vorstvrijheid

Dit onderdeel is in het compensatiegebied aan de 10 muren waarop muurhagedissen zijn uitgezet gedaan. Om te meten in hoeverre de gebouwde stapelmuren vorstvrije plekken bieden zijn bij iedere muur 5 metingen gedaan om de diepte van spleten in de muur te meten. Dit is gedaan door een lange smalle lat (2*0,5 cm breed) zo ver mogelijk in een spleet te schuiven. De gekozen spleten zijn op een hoogte van 40 tot 70 centimeter (waar de muurhagedis het meest aangetroffen wordt) en om de 10 meter gekozen (beginnend op 5 meter). De lat is van centimetermarkering voorzien waarmee de diepte van een spleet is af te lezen.

Om te bepalen of de vorstvrijheid van de muren geschikt is werd het gemiddelde van de 5 metingen als gemiddelde diepte van de spleten bij die muur genomen. In combinatie met de breedte van de muren zorgt dit voor een gegeven over de breedte van de muurkern die de muurhagedis kan gebruiken als winterverblijfplaats. Met behulp van SPSS 15.0 zijn het gemiddelde met bijbehorende standaardfout en de spreiding van de breedten van de muurkernen berekend. Dit is verwerkt in een staafdiagram met de gemiddelde breedte van de muurkernen per muurtype (vrijstaand 1 meter breed, vrijstaand 1,5 meter breed en tegen talud gebouwd) opgebouwd.

Stenen en plateaus

Omdat, zoals beschreven onder kopje “Gebruik leefgebied” (hoofdstuk 2.3.2.), een gedragsstudie is uitgevoerd in de Hoge- en Lage Fronten is kennis verkregen over voorkeuren die de muurhagedis heeft bij het kiezen van micro-habitats. Uit de gegevens en ervaringen die tijdens observaties zijn opgedaan zijn verschillende kenmerken die de voorkeur van de muurhagedis verkrijgen naar voren gekomen. Zo is tijdens dit onderzoek steeds genoteerd waar het dier zich bevindt: muur, grond, losse bakstenen. Hiernaast is ook

informatie verzameld over waar de dieren zich op de muur bevinden: op plateaus, in spleten of (grote) uitsparingen. Dit is gekwantificeerd door per individu te kijken hoeveel tijd er is doorgebracht op een bepaalde locatie. Per locatie: muur, grond, stenen/houtstronken is met SPSS 15.0 een percentage berekend met standaardfout. Dit is getoond in een staafdiagram waarin is aangegeven hoeveel seconden (in procenten) de dieren zich op de verschillende ondergronden (in de Hoge- en Lage Fronten) bevonden. Vervolgens is het compensatiegebied beoordeeld op de aanwezigheid van de gevonden onderdelen die voorkeur verkrijgen.

Positionering muren

Wind

Van alle muren is met behulp van een kompas en kaarten (zie bijlage II) bepaald in welke windrichting t.o.v. het noorden ze zijn geplaatst. Dit is gedaan om de blootstelling aan de wind te bepalen. Voor het bepalen van de dominante windrichting in het gebied is gebruik gemaakt van de KNMI-gegevens van een weerstation in Maastricht. Hiermee is bepaald van welke dominante richting de wind op de muren staat.

Zon

In het compensatie gebied is dit onderdeel op een zeer zonnige dag (<20% bewolking) uitgevoerd. Op vier momenten op de dag (om 08.00 uur, om 11.00 uur, om 14.00 uur en om 17.00 uur) is op deze kaarten aangegeven welke muurdelen op dat moment zon ontvingen. De momenten zijn gekozen omdat deze binnen de periode vallen waarbinnen de muurhagedis actief is. Rond deze tijdstippen zijn zeven minuten gerekend omdat de meting aan alle muren ongeveer 14 minuten duurt. Voor alle momenten en muren is berekend welk percentage van een muur zon ontvangt. Dit is gedaan door de oppervlakten in m² van de ingetekende met zon beschenen vlakken te berekenen. Door vervolgens te berekenen welk percentage van het totale oppervlak van een muur zon ontvangt is een beeld verkregen van de bedekking door zon op een bepaald moment. Op alle tijdstippen is gebruik gemaakt van dezelfde werkwijze. De resultaten uit de vier metingen zijn vervolgens gemiddeld. Het percentage aan zonuren per dag is zo per muur berekend.

Bij de drie succesvolle muren is dit onderdeel ook op een zeer zonnige dag uitgevoerd. Geen van deze muren wordt beschaduwd door obstakels en alle muren hebben slechts één zonzijde. Daarom is er bij deze muren gekozen voor een andere aanpak. Er is gekeken vanaf welk tijdstip een muur door zon wordt beschenen en op welk tijdstip de zon weer wegdraait. Binnen deze periode ontvangt een muur 100% zon. Ook hier worden de gegevens getoond als een percentage.

Verstoring

Om te bepalen in welke mate er in het compensatiegebied sprake is van verstoring is gekeken naar de twee duidelijk aanwezige factoren: trein- en wegverkeer. De aantallen hiervan zijn gevonden door het bedrijf te benaderen dat verantwoordelijk is voor het overgrote deel van het wegverkeer en door uit literatuur te halen wat de verwachting is betreffende treinbewegingen. Zowel in het compensatiegebied als bij de drie succesvolle muren is ook gekeken naar wat verstorende factoren kunnen zijn door gedragsobservaties uit te voeren.

Muurvegetatie

Dit onderdeel is uitgevoerd aan de 10 muren waarop muurhagedissen zijn uitgezet. Het in kaart brengen van het bedekkingspercentage van muurvegetatie heeft plaatsgevonden op

bewolkte, regenachtige en koude dagen. Dit onderdeel vond op twee momenten in de onderzoeksperiode plaats. Het eerste moment was in maart – wanneer groei van vegetatie nog traag is. Het tweede moment was aan het eind van de onderzoeksperiode (mei) – wanneer de begroeiing zich redelijk heeft kunnen ontwikkelen. Om de muurvegetatie te kunnen beoordelen is gebruik gemaakt van een kaart (zie bijlage IV voor een voorbeeld). Om nauwkeurig te kunnen tekenen zijn de kaarten voorzien van een raster. Om het intekenen van de vegetatie te vergemakkelijken zijn de muren verdeeld in kleinere delen. De afbakening was getoond aan de hand van duidelijke markeerpunten (tentharingsen van ± 25 cm). Die zijn langs de muur, 5 meter van elkaar, geplaatst. Steeds zijn de twee kleuren (rood en geel/groen) van de markeringen afgewisseld om het bepalen van de locatie langs of op een muur snel te laten verlopen.

De kartering van de muurvegetatie is gedaan door op een afstand van 1 meter parallel langs de muren te lopen. De hoogte van vegetatie is bepaald met behulp van 1,5 meter lange stokken die iedere 10 en 25 cm zijn gemarkeerd. Tijdens het lopen langs iedere muur zijn de oppervlakten van alle vegetatie ingetekend op het veldformulier.

Dit onderdeel is ook uitgevoerd bij drie dichtbevolkte muren in de nabij gelegen gebieden De Hoge- en Lage Fronten. Hier echter alleen begin mei een meting gedaan.

Van iedere muur is bepaald hoeveel procent van het totale oppervlak bedekt is door vegetatie. Van alle muren is een gemiddelde met standaardafwijking berekend. Het resterende oppervlak van de muren wordt als 'onbedekt' beschouwd.

Grondvegetatie

Dit onderdeel wordt uitgevoerd bij de zelfde muren als bij 'muurvegetatie'. Hier is gebruik gemaakt van een kaart van iedere muur (zie bijlage V). Dit is een bovenaanzicht met daaromheen een raster van vakken die ieder 50*50 cm voorstellen. Het raster loopt tot 2 meter van de meest dichtstbijzijnde muurzijde. De grondvegetatie is per vak in kaart gebracht. De markeringen (tentharingsen) zorgen voor nauwkeurigheid. Om de locatie van een vak op een kaart, tussen de markeringen in, te bepalen is gebruik gemaakt van dezelfde stokken die gebruikt zijn bij het onderdeel muurvegetatie. De datacollectie is in dezelfde periode en weersomstandigheden als de muurvegetatie kartering uitgevoerd.

De muurhagedis blijft, vooral in het begin van het seizoen, redelijk dichtbij de winterverblijfplaats (Prick & Kruytjens, 1992b). Ook tonen verschillende onderzoeken aan dat de muurhagedis een territorium heeft van gemiddeld 15-25 m² (Spikmans & Bosman, 2007). Daarom is de kartering van grondvegetatie alleen tot een afstand van 2 meter vanaf de muren uitgevoerd.

Er is langs een muur gelopen en is in ieder vak genoteerd of meer dan 50% van dit vak bedekt is met vegetatie die voldoende dicht of hoog is om voor een volwassen exemplaar als schuilplaats te dienen, lage bedekking is of onbedekt is. Bij bedekking is ook, met behulp van de 1,5 meter lange stokken, steeds per vak de gemiddelde hoogte genoteerd.

Er is per categorie berekend hoeveel procent van de vlakken rondom de muren bedekt zijn. Hiervan word een gemiddelde van alle muren met standaardafwijking gegeven. Ook is van de strip grondvegetatie rond iedere muur de gemiddelde vegetatiehoogte met standaardafwijking berekend. Dit is ook per categorie gedaan.

2.3.2 Kenmerken populatie

Aantallentelling

Aantallentellingen zijn alleen uitgevoerd in het compensatiegebied. Voor de andere nabijgelegen gebieden waren schattingen van populatiegrootten reeds uitgevoerd.

Binnen dit onderdeel is in eerste instantie gebruik gemaakt van een methode die 'double-observer' wordt genoemd (Sutherland, 2006). Die tellingen zijn gedaan door twee samenwerkende observatoren die met een snelheid van 2 km/uur langs vaste trajecten (richting noorden) lopen. De 'primaire' observator geeft alle individuele waarnemingen aan de 'secundaire' observator door. De secundaire observator noteert al deze. Daarnaast noteert de secundaire observator ook de individuen die de primaire observator heeft gemist. De rollen worden op de helft van een traject omgewisseld zodat ieder 50% van het totale traject loopt. (Sutherland, 2006)

Vanwege een zeer laag aantal waarnemingen is na vijf metingen overgestapt naar een methode die vergelijkbaar is met die van RAVON. Bij aantallentelling van de muurhagedis wordt door hen gebruikt gemaakt van tellingen waarbij op meerdere warme dagen in het seizoen op een vast traject alle geziene individuen worden genoteerd. Hiervoor wordt gekozen omdat dit bij de muurhagedis mogelijk is. (Smit en Zuiderwijk, 2003).

De tellingen zijn gedaan door twee observatoren die met een snelheid van 2 km/uur langs alle onderdelen in het compensatiegebied liepen. Deze 47 aantallentellingen zijn gelijkmatig verspreid over de onderzoeksperiode (van 16 maart t/m 29 mei) uitgevoerd en zijn alleen uitgevoerd op dagen met een temperatuur van 10 C° en hoger, zwakke tot matige wind en < 60% bewolking.

(Verheggen, 1996) geeft aan dat bij muurhagedissen 20-30 tellingen vereist zijn om met een zekerheid van 95% te kunnen stellen dat de werkelijke populatiegrootte niet meer dan 20-25% afwijkt van het maximaal waargenomen aantal. Omdat de telling in deze studie meer dan 30 keer is uitgevoerd wordt aangenomen dat het waargenomen aantal niet meer dan 20% afwijkt van het werkelijke.

De meeste aandacht is gericht op de muren waarop hagedissen zijn uitgezet. De tellingen zijn vrijwel dagelijks uitgevoerd om het waargenomen aantal individuen zo dicht mogelijk bij het werkelijke aantal individuen te kunnen schatten. Om te controleren of individuen zich naar locaties buiten de muren hebben verplaatst zijn tevens op een aantal overige plaatsen, zoals de houtstapels, tellingen gedaan. Deze zijn echter minder frequent gedaan. Verder zijn naastgelegen gebieden bezocht waarvan vermoed wordt dat ze zijn gekoloniseerd door de muurhagedis. Dit zijn onder andere bij de Fort Willemweg, bedrijven langs de Industrieweg en braakliggende industrieterreinen (pers. comm. Spikmans, 2009a).

Van ieder waargenomen individu is steeds, wanneer mogelijk, geslacht en levensstadium genoteerd. Een telformulier is te vinden in bijlage VI.

Territoriabepaling

In het compensatiegebied is als toevoeging aan de reguliere census gebruik gemaakt van individuele herkenning. Dit is nodig om de home range (territorium) van ieder volwassen individu te kunnen bepalen en te zien welke specifieke plekken op de muren worden gebruikt. Herkenning op individueel niveau wordt gedaan aan de hand van fotografie. Een camera (canon EOS 400D) met zoomlens (300mm) is gebruikt zodat foto's genomen konden worden zonder de dieren te verstoren. De fotografiemethode is steeds, wanneer de kans zich voordeed, uitgevoerd. Voor bepaling van home ranges is de positie van ieder individu ingetekend op kaarten (bijlage IV). Voor iedere telling zijn nieuwe kaarten gebruikt. Ook zijn de gegevens ingevuld op een veldformulier (bijlage VII).

Voor het bepalen van home ranges zijn meerdere waarnemingen per dier nodig. Een te klein aantal waarnemingen zorgt voor een kleinere omvang en kleinere overlap van home ranges dan bij een voldoende aantal waarnemingen. Voor zeer realistische resultaten is een aantal waarnemingen van 45 per dier of meer nodig. (Stone & Baird, 2002) In deze studie is het doel echter niet te onderzoeken hoe groot de home range van de muurhagedis is - die reeds bekend is - maar om voorkeurslocaties op de muren te bepalen. Hiervoor is geen exacte weergave van de home range nodig. Om deze reden worden drie waarnemingen op verschillende plaatsen als voldoende beschouwd.

Herkenning aan de hand van fotografie is in Duitsland eerder toegepast. De methode is als geschikt alternatief voor het vangen van de dieren bevonden. Deze methode is echter alleen goed bruikbaar bij kleinere populaties (tot ca. 300 dieren). (Schmidt-Loske, 1996) De kans dat de methode resultaten oplevert is aanzienlijk omdat in de zomer van 2008 de populatiegrootte is geschat op 35 individuen (Spikmans, 2009). Ook is uit eigen pilotonderzoek gebleken dat van individuen die vanaf een afstand van 10 meter zijn gefotografeerd de tekeningen op de flanken duidelijk te herkennen zijn.

Getracht werd steeds het volledige lichaam van een individu in beeld te krijgen om de kans op herkenning te maximaliseren. Individuen zijn als stippen op de kaarten ingetekend. Deze stippen zijn ter herkenning gecodeerd. Aangenomen is dat individuen binnen de onderzoeksperiode niet meer dan 20 meter afleggen en dus op dezelfde muur blijven. Dit wordt aangenomen omdat (Bonnemayes & Dietvorst, 1979) in hun studie vrijwel nooit migraties hebben ontdekt.

Iedere keer wanneer een foto van een individu was gemaakt dat op of nabij een muur zat waar eerder een foto is genomen, wordt deze vergeleken met eerdere foto's. Op deze manier is te bepalen of het om hetzelfde of om een ander individu gaat.

Aan het eind van de onderzoeksperiode zijn de kaarten waarop de positie van individuen is ingetekend per individu samengevoegd. Hierdoor is een individu een aantal malen op één muur of daar nabij ingetekend. Dit wordt gezien als zijn voorkeur gebied. Zo is een grove weergave van de territoria verkregen en is bekend welke plekken op of bij de muren worden gebruikt door de muurhagedis.

Gebruik leefgebied

Om de dagritmiek van de muurhagedis in kaart te brengen is zowel in het compensatiegebied als de twee vergelijkbare gebieden de hoge fronten en de lage fronten een 'focal study' (Martin & Bateson, 2005) uitgevoerd. Hierbinnen zijn alleen muren of muurdelen opgenomen waar de dichtheid relatief hoog ligt. Aangenomen wordt dat deze kwalitatief goede leefgebieden vormen.

Het aantal genomen 'focals' per gebied is bepaald met behulp van schattingen van de populatieomvang in 2008. Het totaal aantal 'focals' is bepaald door de maximaal beschikbare tijd per gebied en uur van de dag te verdelen en het schatten van de beschikbare tijd voor dit onderdeel. In de Hoge Fronten zijn 112 observaties uitgevoerd. In de Lage Fronten zijn dit er 80. Het totaal ligt in de Lage Fronten lager omdat de populatie daar kleiner is. De populatieomvang van het compensatiegebied is dermate klein dat er maar zeven 'focals' genomen konden worden. De observaties zijn in de vergelijkbare gebieden evenredig over de dag (per uur) en per geslacht verdeeld. Het onderdeel is uitgevoerd tussen 09.00 uur en 17.00 uur omdat de actieve periode over het algemeen hier binnen valt.

Adulte muurhagedissen zijn maximaal 10 minuten (bij voorkeur niet korter dan 2 minuten) gevolgd en ieder vertoonde gedraging is per categorie genoteerd (bijlage VIII). Tevens zijn kenmerken (aanwezigheid en hoogte vegetatie, locatie op muur, locatie op grond, locatie op stenen enzovoort) over de exacte locatie waarop een gedraging (in een straal van 5cm) werd

vertoond genoteerd. Dit alles is gedaan vanaf een afstand van ten minste 3 meter om verstoring te minimaliseren. Een verrekijker (Olympus 8x12 DPC I) is, wanneer nodig, gebruikt om te kunnen beoordelen welke gedragingen werden vertoond. Iedere vertoonde activiteit is met behulp van een stopwatch getimed. De studie is alleen op zonnige dagen in de gehele onderzoeksperiode uitgevoerd. (Diego-Rasilla & Perez-Mellado, 2000)

Alle gedragingen zijn gecategoriseerd op een formulier genoteerd (zie bijlage VIII). Tevens is de duur van iedere gedraging, datum, temperatuur, windkracht, tijd van de dag en geslacht genoteerd. Tabel c van bijlage VIII weergeeft gedragingen aan die als 'events' worden beschouwd. Het vertonen van deze 'events' wordt geturfd.

Uit analyse met SPSS 15.0 is een beeld geschetst van de kenmerken van de onderdelen van het onderzoeksgebied waar muurhagedissen bepaalde gedragscategorieën vertonen. Ook is van iedere gedragscategorie als percentage van de duur berekend in welke vegetatietypen deze zijn vertoond. De Friedman test, voor gepaarde waarnemingen, is gebruikt om de verschillen tussen alle typen bedekking te toetsen en de Wilcoxon signed ranks test, voor gepaarde waarnemingen, is gebruikt om significantie tussen steeds twee verschillende typen vegetatie te toetsen. Voor de toets zijn uitsluitend de 'focals' gebruikt waarbinnen een gedraging is vertoond. Ook is significantie alleen getoetst wanneer een voldoende aantal observaties in een bepaald vegetatietype zijn gedaan.

2.3.3 Vergelijking compensatiegebied en succesvolle situatie

Alle gegevens zijn samengevat in een tabel gepresenteerd. De informatie die in literatuur is gevonden, de karakteristieken van de kenmerken die aan de succesvolle muren zijn gemeten en de karakteristieken die aan het compensatiegebied zijn gemeten zijn naast elkaar gezet. Hierdoor worden de verschillen overzichtelijk getoond.

3 RESULTATEN

Het eerste deel geeft de resultaten over de huidige situatie in het compensatiegebied betreffende, ontwerp, positionering en bedekking door vegetatie van de muren. In het tweede deel is, uit onderzoek in de Hoge- en Lage Fronten en literatuur, een ideale situatie geschetst. In het derde deel wordt ingegaan op de populatie die in het compensatiegebied leeft. In het vierde deel wordt het compensatiegebied vergeleken met de ideale situatie. Daarin is ook de populatiegrootte opgenomen.

3.1 Kenmerken compensatiegebied

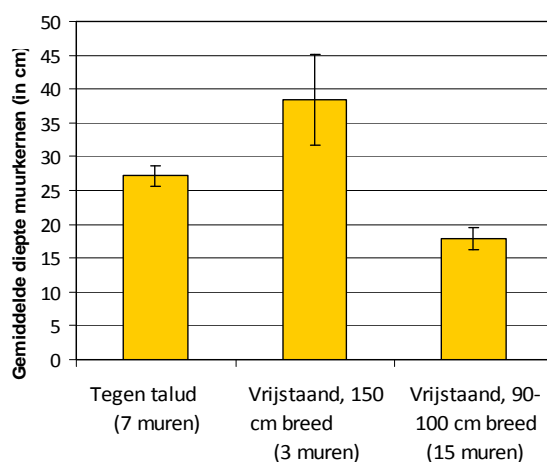
3.1.1 Ontwerp van de muren

Bouw

De 25 muren hebben allemaal dezelfde bouwstijl en steeds is van dezelfde materialen (natuursteen) gebruikt gemaakt. De stenen die fungeren als buitenzijde zijn zonder cement of mortel (m.u.v. de bovenzijde) gestapeld (zie figuur 5). Hierdoor bestaan vele diepe spleten (Zie tabel e, Bijlage X voor de gemiddelde diepten van de spleten). Het gezamenlijk oppervlak van de 10 muren waarop dieren zijn uitgezet is 1515 m². De overige 15 muren hebben gezamenlijk een geschat oppervlak van ± 1600 m².

Vorstvrijheid

Er zijn drie verschillende ontwerpen te onderscheiden. Zeven muren zijn tegen het talud gebouwd. Deze zijn meestal 60 cm breed. Drie muren zijn aan de voet 150 cm breed en 100 cm breed aan de bovenzijde. Vijftien muren zijn aan de voet 90 tot 100 cm breed. Aan de bovenzijde zijn deze 60-65 cm. Figuur 6 weergeeft de gemiddelde diepten voor eventuele winterholen per muurtype.



Figuur 6: Gemiddelde breedten met SEM van eventuele winterholen per muurtype.



Figuur 5: Weergave van de bouwstijl van de stapelmuren. Duidelijk zijn de spleten te herkennen. Foto J. Hermans (2009)

Bij de muren die tegen het talud zijn gebouwd kunnen de dieren het talud in kruipen. De getoonde gemiddelde breedte van de mogelijke winterholen is hierbij dus niet de maximum breedte van een mogelijk winterhol maar de minimale breedte. Dit komt omdat de dieren het talud in kunnen graven. Over alle muurtypen is de minimumbreedte 0 cm en de maximumbreedte 49,2 cm.

Stenen en plateaus

Losse stenen (van minimaal 10 bij 10cm) worden vrijwel niet aangetroffen in het compensatiegebied. Wel zijn rond verscheidene muren kiezellagen aangelegd. Plateaus en uitsparingen worden niet gevonden in dit gebied. Uitsluitend de bovenkanten van de muren en de grond kunnen gebruikt worden als plateau.

3.1.2 Positionering van de muren

Wind

Alle vrijstaande muren die bovenop het talud zijn gebouwd zijn met de flanken op het NO en ZW geïmponeerd. De acht muren die tegen het talud zijn gebouwd zijn met de hoge flank op het ZW geïmponeerd. De dominante windrichting is ZW (Heijboer & Nellestijn, 2002) (zie bijlage IX.). Alle muren zijn hieraan blootgesteld. Op sommige plaatsen bieden gebouwen bescherming tegen de wind.

Zon

Dagelijkse bedekking door zon is gemiddeld $48,5\% \pm 6,4$ SD van de oppervlakte van een muur. De muren met de laagste percentages zijn muren 18 (39,2%) en 19 (37,3%). Die muren ontvangen minder zon omdat ze vrijstaand zijn (beide zijden worden maar een korte periode tegelijk beschenen). Ook belemmeren de bomenrij aan de oostelijke zijde van het spoor en hoge begroeiing langs de muur beschijning door zon. Muur 20 (52,0%) is ook vrijstaand. Deze wordt echter niet belemmerd door de bomenrij. Muur 9 (43,0%) wordt aan het eind van de dag beschaduwed door bomen. Dit zorgt voor een relatief laag percentage. Overige muren hebben bedekkingspercentages die variëren tussen 49,0% en 54,9%. Bedekkingspercentages per muur zijn opgenomen in tabel f, bijlage XI. De muren waarop geen hagedissen zijn uitgezet zijn vergelijkbaar geïmponeerd.

Verstoring

De prognose is dat dagelijks 26 treinbewegingen zullen plaatsvinden door het compensatiegebied. De snelheid van de treinen is laag (30 km/u) (Spikmans & Bosman, 2007).

Vijf stapelmuren, waarop hagedissen zijn geplaatst, zijn met de voorzijde vrijwel direct langs de Industrieweg geplaatst. Dagelijks rijden daar gemiddeld 100 zware vrachtwagens langs (Anonymus, 2009) (zie figuur 7). Opwaaiend stof, luchtdrukverschillen, trillingen, geluid en verschijning van de voertuigen zijn versturende factoren. In 100% van de observaties bij muren die langs de weg zijn geïmponeerd verscholen de dieren zich wanneer een vrachtwagen passeerde.



Fig. 7 Verstoring door vrachtwerkeer. Dagelijks rijden 100 zware vrachtauto's over de Industrieweg. Foto's A. Blanckaert (2009)

3.1.3 Muur- en grondvegetatie

Het bedekkingspercentage van muurvegetatie is toegenomen in de onderzoeksperiode. Begin maart was deze gemiddeld 0,3%, met een minimum van 0% en een maximum van 2,4%. Eind april was de graad toegenomen tot een gemiddelde van 7,7%, met een minimum van 0,5% en een maximum van 24,6%. De toename per muur verschilt sterk (0,5% tot 24,6%) (zie tabel 4).

Tabel 4. Bedekkinggraden muurvegetatie op de stapelmuren langs spoortraject Maastricht-Lanaken in begin maart en eind april 2009.

Muurvegetatie begin maart en eind april 2009			
	Muurvegetatie begin maart (in % + S.D)	Muurvegetatie eind april (in % + S.D)	Toename (in %)
Gem.	0,09 ± 0,14	7,74 ± 8,52	7,65

De grond rondom de muren is in het begin van maart gemiddeld 59,1% bedekt (zie tabel 5). Minimaal was de bedekking 28,5 % en maximaal 97,4%. Eind april was dit gestegen tot 90,1%, met een minimum van 74,5% en een maximum van 99,3%. Deze bedekking bestond in maart voornamelijk (51,7%) uit vegetatie waarin de muurhagedis zich niet kan verschuilen. Aan het eind van april bestond de bedekking voornamelijk uit vegetatie waarin dit wel mogelijk is (53,3%). De gemiddelde hoogte van de grondvegetatie is van 2,2 cm naar 14,1 cm gestegen. Struweel is binnen een straal van 2 meter van iedere muurzijde niet aangetroffen. Aan de uiteinden van sommige muren staan vanaf een afstand van >1m bomen.

Tabel 5. Kenmerken bedekking rondom de stapelmuren in begin maart en eind april 2009.

Grondvegetatie begin maart 2009				
	Bedekking grondvegetatie (in % + S.D)	Lage bedekking (in % + S.D)	Bedekking als schuilplaats (in % + S.D)	Gemiddelde hoogte (in cm + S.D)
Gem.	59,1 ± 21,2	51,7 ± 22,4	7,4 ± 4,9	2,2 ± 1,1
Grondvegetatie eind april 2009				
	Bedekking grondvegetatie (in % + S.D)	Lage bedekking (in % + S.D)	Bedekking als schuilplaats (in % + S.D)	Gemiddelde hoogte (in cm + S.D)
Gem.	90,1 ± 8,3	36,8 ± 12,9	53,3 ± 15,9	14,1 ± 6,8

3.1.4 Grondvegetatie, overig

De stapelmuren zijn gepositioneerd met de gedachte dat foerageerzones aan beide zijden van de muren aanwezig zijn. 14 van de 25 stapelmuren hebben aan de westzijde een zone van 0 tot 1 meter. Oorzaken hiervan zijn de nabijheid van de Industrierweg en het inspectiepad dat langs het treinspoor ligt (pers. comm. Spikmans, 2009b). Overige muren hebben een grotere foerageerzone.

3.2 Succesvolle situatie

3.2.1 Ontwerp van de muren

Bouw

Over succesvolle ontwerpen en materialen is weinig bekend. De Hoge- en Lage Fronten bestaan uit oude vestingmuren. Dit zijn brede, massieve muren die door slijtage op vele plekken zijn beschadigd. Hierdoor zijn ze een geschikt leefgebied voor de muurhagedis gaan vormen. Van belang is de aanwezigheid van spleten. Die fungeren als schuil-, slaap- en overwinteringplaats en maken thermoregulatie mogelijk. (Strijbosch et al., 1980b). Zeer smalle spleten zijn ook vereist om juvenielen de kans te geven te kunnen vluchten van kannibalistische soortgenoten (Schulte, 2008).

Vorstvrijheid

Voor de overwintering moeten beschutte en vorstvrije schuilplaatsen opgezocht kunnen worden (Spikmans & Bosman, 2007). Hierover bestaan uiteenlopende beweringen. Volgens (Dexel, 1986) zijn holen van ten minste 60 cm diep van levensbelang. (Schulte, 2008) schrijft over winterholen tot 2 meter diep, waar de temperatuur niet daalt onder 5°C. (Bonnemayer & Dietvorst, 1979) geven aan dat op de hoge fronten winterverblijfplaatsen minstens 30 cm diep zijn. Wanneer dieren de mogelijkheid hebben zich in te graven en dit tot op een diepte doen van meer dan 25 cm, kan vrieskoude worden overleefd. Hier gaat het echter om een studie en bodemtype in New York (Burke et al., 2002).

Stenen en plateaus

De geobserveerde individuen in de Lage Fronten hebben 33,6% ± 43,7% van de tijd op losse stenen, aan de voet van de muur, doorgebracht. De geobserveerde individuen in de Hoge Fronten brachten 1,5% van de tijd hierop door. (zie figuur 8).

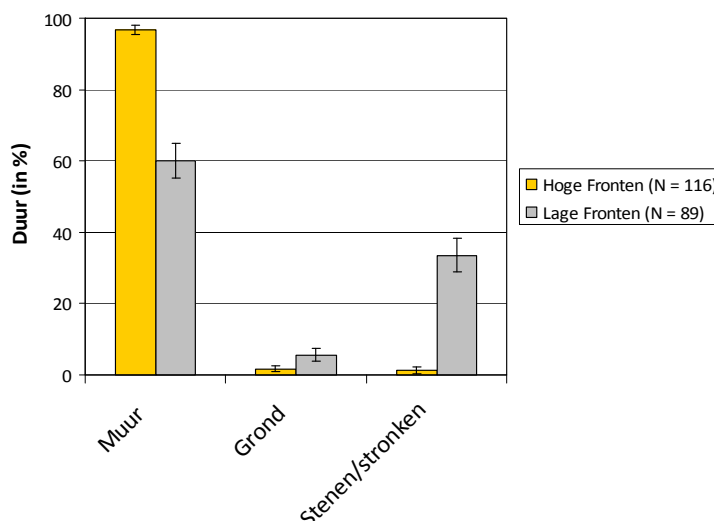


Fig. 8 Gemiddelde doorgebrachte tijd per gebiedscomponent met SEM, weergegeven voor Hoge Fronten en Lage Fronten.

In de Hoge Fronten en Lage Fronten worden dieren zeer regelmatig aangetroffen op plateau'tjes. Dit zijn grote openingen in de muren of stenen die relatief ver uit een muur steken. Bij aanhoudende wind (> 4Bft) werd de muurhagedis tijdens gedragsobservaties in de Hoge Fronten en Lage Fronten vrijwel niet waargenomen. Op muren waar beschutte

openingen (holletjes) die zon ontvangen bestaan werden de dieren echter in dezelfde aantallen als bij windluwte waargenomen.

In het begin van het seizoen werden in de Hoge Fronten en Lage Fronten dieren vaak gezamenlijk in grote openingen in de muur aangetroffen. Het vertonen van paar- en baltsgedrag is in 100% van de 22 gevallen op horizontale vlakken waargenomen, zo is 73,9% op deze plateau's waargenomen (zie figuur 9) Overige 26,1 % is op de grond waargenomen.



Figuur 9: 73,9% van Paar- en baltsgedrag is op plateaus waargenomen. Foto's A. Blanckaert (2009)

3.2.2 Positionering van de muren

Wind

De expositie van geschikte muren is ZW, Z of ZO, maar andere exposities volstaan ook (Bonnemayer & Dietvorst, 1979; Prick & Kruyntjens, 1992a). Tijdens gedragsobservaties in de Hoge- en Lage Fronten bleek dat de meest dichtbevolkte muren Z of ZO geëxposeerd zijn.

Zon

Courtine A-B (Lage Fronten) wordt van 08.00 uur tot 16.30 uur volledig door zon bedekt. De Kop van Cuvre face du Moulin (Hoge Fronten) vóór 08.00 tot na 17.00. Keel Bastion A (Hoge Fronten) ontvangt vóór 08.00 uur zon. Rond 14.20 uur draait de zon weg. De muren ontvangen in deze perioden zon door hun expositie (Z of ZO).

Verstoring

In Duitsland en België leeft de muurhagedis op spoortrajecten die in gebruik zijn. Sporen waar ongeveer 50 treinen per dag rijden zijn bewoond. Wanneer dagelijks 400 verkeersbewegingen plaatsvinden wordt de muurhagedis niet meer aangetroffen. Snelheden die lager dan 60 km/ uur zijn zorgen niet voor ernstige verstoring (Mutz & Donth, 1996). Juvenielen ondervinden stress van dit verkeer. Gewenning treedt echter op. (Spikmans & Bosman, 2007) In de Hoge- en Lage Fronten zijn wandelaars en honden/katten de waargenomen versturende factoren.

3.2.3 Muur- en grondvegetatie

De muren zijn het meest geschikt bij een bedekkingspercentage van planten van 10-40% (Schulte, 2008). Als teveel schaduw op een muur valt verdwijnen geschikte zonplaatsen (Prick & Kruyntjens, 1992a). De vegetatie in de foerageerzone is gewoonlijk schraal. Struweel is hier ongewenst (Spikmans & Bosman, 2007; Stumpel, 2004). De vegetatie dient te bestaan uit grassen en kruiden. Hier is van belang dat snoeien met de hand gebeurt, met behulp van een bosmaaier (pers. comm. Spikmans, 2009c) en/of met behulp van schapen (Stumpel, 2004).

De bedekking van de drie succesvolle muren in de Hoge- en Lage Fronten was gemiddeld 16,3% met een minimum van 2,8% en maximum 33% (zie tabel 6). De bedekkende vegetatie bestaat voornamelijk uit planten die vanaf de grond tegen de muren groeien.

De grondvegetatie rondom de drie dichtbevolkte muren is gemeten in begin mei. Bij alle drie de muren was de grondbedekking 100% en bestond voornamelijk (gem. 97,9%) uit vegetatie die hoog genoeg is om te dienen als schuilplaats. De gemiddelde hoogte van de vegetatie was 26,1 cm.

Tabel 6: Kenmerken muur- en grondvegetatie bij dichtbevolkte muren

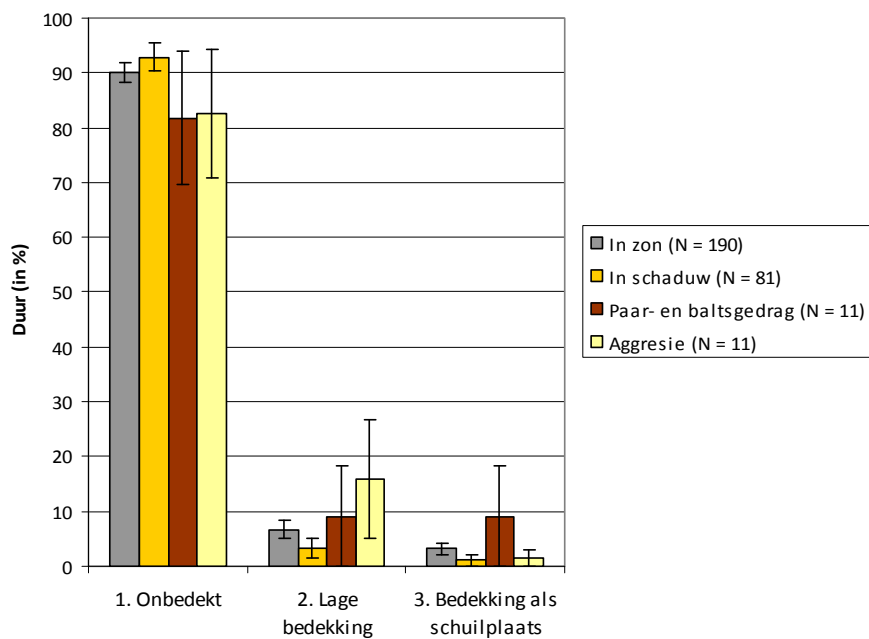
Muurnaam	Muurvegetatie		
	Bedekking muurvegetatie (in %)	Bedekking vegetatie op de grond die tegen de muur staat (in %)	Totaal (in %)
Courtine A-B (Lage Fronten)	9,5	23,5	33,0
Kop Couvre face du Moulin (Hoge Fronten)	3,0	9,9	12,9
Keel Bastion A (Hoge Fronten)	0,03	2,8	2,8
Gem.	4,2	12,1	16,3

Muurnaam	Grondvegetatie		
	Bedekking niet als schuilplaats (in %)	Bedekking als schuilplaats (in %)	Gemiddelde hoogte grondvegetatie (in cm)
Courtine A-B (Lage Fronten)	0,6	99,4	26,3
Kop Couvre face du Moulin (Hoge Fronten)	5,0	95,0	31,1
Keel Bastion A (Hoge Fronten)	0,5	99,0	20,8
Gem.	2,1	97,9	26,1

3.2.4 Relatie tussen vegetatie en gedragingen

De vegetatie waarin de gedragingen worden vertoond is in drie typen onderscheiden (zie figuur 10). Van de totale observatieduur is de muurhagedis 89,7% geobserveerd in type 1, 6,0% in type 2 en 4,3% in type 3. Alle geobserveerde gedrag is voornamelijk gezien op onbedekte locaties. (zie figuur 10) Er een significant verschil tussen de drie typen bedekking voor alle gedragingen: In zon, ($\chi^2 = 283$, d.f. = 2, $P = 0,000$), in schaduw ($\chi^2 = 142$, d.f. = 2, $P = 0,000$), paar- en baltsgedrag ($\chi^2 = 12$, d.f. = 2, $P = 0,003$) en agressie ($\chi^2 = 10$, d.f. = 2, $P = 0,006$).

De tijd die in type 1 is doorgebracht is significant meer dan plaatsen met overige bedekking bij 'In zon' ($Z(1-2) = -11,8$, $Z(1-3) = -12,4$, $P = 0,000$) en 'In schaduw' ($Z(1-2) = -8,1$, $Z(1-3) = -8,1$, $P = 0,000$). 'Paar- en baltsgedrag' ($Z = -2,5$, $P = 0,011$) is ook significant meer gedaan in type 1 dan op plaatsen met overige bedekking. Bij 'Agressie' ($Z(1-2) = -2,5$, $Z(1-3) = -2,9$, $P = 0,013$) bij type 2 en $P = 0,003$ bij type 3) is dit ook het geval.



Figuur 10: De observatieduur in procenten met SEM die per vegetatietype en per gedragscategorie is geobserveerd.

3.3 Kenmerken populatie compensatiegebied

3.3.1 Aantallentelling en territoriabepaling

In het compensatiegebied zijn sporadisch muurhagedissen waargenomen. Op de houtstapels, die tegen het talud opgeslagen lagen, zijn 6 tot 9 individuen waargenomen (19 maart). Deze houtstapels zijn echter verwijderd. In totaal zijn op de stapelmuren 9 verschillende individuen waargenomen (vanaf 15 april). (zie tabel 8) Eigen waarnemingen zijn, op 1 waarneming aan de zuidkop van muur 8 na, uitsluitend aan de oostzijde gedaan. Hier zijn de dieren steeds in de ballast langs de muren, en tot op een hoogte van 30 cm op de muur aangetroffen. Het gaat om 8 volwassen exemplaren. De territoria van de dieren op muur 8 overlappen gedeeltelijk. één ♂ en drie subadulten lijken zich buiten bereik van soortgenoten te bevinden. Voor details van eerste waarnemingen zie tabel a, bijlage III. Op plaatsen buiten het onderzoeksgebied, bij de Fort Willemweg, op bedrijven langs de Industrieweg en een braakliggend industrieterrein, zijn muurhagedissen waargenomen. Het is echter niet te bepalen of deze dieren afkomstig zijn van het onderzoeksgebied.

Tabel 8. Overzicht van alle locaties langs spoortraject Maastricht – Lanaken waar muurhagedissen zijn uitgezet. Ingedeeld per geslacht en levensstadium. Ook is het maximale aantal waargenomen individuen van zomer 2008 (RAVON, 2008b; Spikmans, 2009 (in oranje)) en onderzoek 2009 weergegeven.

Locatie	Totaal aantal individuen	♂	♀	Subadult	Maximaal waargenomen aantal monitoring 2008	Minimaal waargenomen onderzoek 2009
Muur 5	10	5	4	1	-	1
Muur 6	9	4	4	1	-	-
Muur 7	10	4	5	1	-	-
Muur 8	10	4	5	1	4	4
Muur 9	6	2	4	-	-	1
Muur 14	10	5	5	-	-	-
Muur 15	6	2	3	1	-	-
Muur 18	11	5	6	-	3	3
Muur 19	9	4	5	-	8	-
Muur 20	9	4	4	1	1	-
Muur 18, 19 of 20	10	3	7	-	-	-
Oude spoorlijn	n.v.t.	-	-	-	n.v.t.	2
Totaal	100 (+2)	42	52	6	16	11

3.3.2 Levensvatbare populatie

Dit is een populatie in een geïsoleerd leefgebied waarvan de kans uit te sterven kleiner is dan 5% in 100 jaar (Oostenbrugge et al. ,2002). Een levensvatbare hagedissenpopulatie bestaat, afhankelijk van (e)migratiemogelijkheden, uit 150 tot 400 reproductieve individuen (Pouwels et al. 2002).

3.3.3 Reproductie

Er zijn geen directe pogingen tot voorplanting waargenomen. Muur 8 is de enige muur waar zeker meer dan 1 individu leeft. Hier is een ♀ herhaaldelijk gepaard liggend met een ♂ zonnend aangetroffen. Op muur 18 zijn ook een ♀ en een ♂ waargenomen. Deze dieren zijn echter nooit op dezelfde dag of hetzelfde muurdeel aangetroffen. Ook lijkt ♂ nog vrij jong.

3.4 Vergelijking compensatiegebied met succesvolle situatie

De karakteristieken van alle gemeten kenmerken, uit literatuur, bij succesvolle muren en bij het compensatiegebied, zijn samengevat weergegeven (tabel 7).

Tabel 7. Kenmerken compensatiegebied in vergelijking met de succesvolle situatie

Kenmerk	Situatie compensatiegebied	Succesvolle muren	Literatuur	Specificatie compensatiegebied
Bouwstijl muren	Zie figuur 2, 5 en 7	Oude beschadigde vestingmuren	–	Homogene bouw. Stapelmuren van natuursteen.
Losse (bak)stenen	Afwezig	Geclusterd aanwezig	–	Vrijwel geen losse (bak)stenen.
Plateaus	Afwezig	Aanwezig	–	De muurhagedis maakt gebruik van plateaus wanneer deze beschikbaar zijn. Plateaus zijn alleen bovenop de muren aanwezig.
Vorstvrijheid muren	Tussen 0 cm tot 49 cm.	Minimaal 30 cm	Minimaal 60 cm	Zeer diepe en brede spleten. Merendeel van muren niet vorstvrij. 38% van de muren zijn waarschijnlijk voldoende vorstvrij.
Diepte mogelijke winterverblijfplaatsen en	Gemiddeld 27,1 bij taludmuren en 21,2 bij vrijstaande muren			
Gemiddelde bedekking door zon per dag	37,3% tot 54,9%	75% tot 100%	–	Alle muren ontvangen een wezenlijk deel van de dag volle zon. Binnen de mogelijkheden is de positionering optimaal uitgevoerd.
Positionering muren t.o.v. wind	NO en ZW	Z of ZO	ZW, Z of Z	Alle muren zijn blootgesteld aan de dominant aanwezige ZW-wind. Zeventien muren zijn vrijstaand waardoor uitgeweken kan worden naar de NO-zijde. Gebouwen bieden enige bescherming.
Verstoring	Vrachtverkeer en toekomstig treinverkeer	Wandelaars en huisdieren	Treinverkeer weinig verstoring	Vijf muren zijn direct blootgesteld aan verstoring door vrachtverkeer. Vier muren zijn hier in mindere mate aan blootgesteld. De andere muren worden alleen door de trein verstoord. Gewenning voor treinverkeer treedt op
Bedekkingspercentage muurvegetatie	0,5% tot 24,6%	2,8% tot 33%	10% tot 40%	Bedekking in maart zeer laag. Eind april ontwikkelde deze zich redelijk.
Bedekking van vegetatie rondom muren	74,5% tot 99,3% Waarvan vegetatie als schuilplaats gemiddeld 53,3%	100% Waarvan vegetatie als schuilplaats gemiddeld 97,9%	–	Bedekking in maart zeer laag. Eind april hoger, maar onregelmatig. Sommige muren werden overwoekerd. Andere hadden een kale foerageerzone. Ook gemiddeld 44,6% minder vegetatie waarin dieren zich kunnen verstoppen. Hoge vegetatie in succesvolle gebieden heeft geen negatieve invloed. Kale zones zijn hier niet aangetroffen.
Hoogte vegetatie rondom de muren	14,1 ± 6,8 cm	20,8 tot 31,1 cm	–	Vegetatie mag de muren niet overwoekeren. Effecten van de verschillende vegetatiehoogten zijn niet gevonden.
Populatiegrootte	Geschat op 11 individuen	Totaal gebied geschat op 280 individuen (Pers. comm. Frissen, 2009)	150 tot 400 reproductieve individuen is levensvatbaar	Er is geen sprake van een levensvatbare populatie. Kolonisatie vanuit nabij gelegen gebieden is echter mogelijk.

4 DISCUSSIE

4.1 Ontwerp van de muren

4.1.1 Vorstvrijheid

Er wordt aangenomen dat de muurhagedis in het compensatiegebied in de stapelmuren overwintert. De stapelmuren zijn dan ook ontworpen om voldoende overwintergelegenheden te kunnen bieden (Spikmans & Bosman, 2007). Overwinteringplaatsen zijn gewoonlijk diepe spleten (Schulte, 2008). In de Hoge Fronten bevinden zich in de mergelblokken, waarin zich in de onderste lagen van de muren veruit de meeste overwinteringplaatsen bevinden (Prick & Kruyntjens, 2002a; Strijbosch & Bonnemayer, 1980a). Er wordt echter gespeculeerd over het gebruik van overige onderdelen van het leefgebied, zoals de bodem, als overwinteringplaats (Burke et al., 2002; pers. comm. Spikmans, 2009c). Het feit dat enkele individuen op 19 maart zijn aangetroffen op houtstapels, die niet in de nabijheid van een muur lagen, geeft aan dat overwinteringplaatsen inderdaad buiten muren bestaan (pers. obs., 2009). Dergelijke overwinteringplaatsen zijn waarschijnlijk niet voldoende aanwezig in het compensatiegebied. Bij het meten van de vorstvrijheid is een stok van 2*0,5 cm breed gebruikt om de diepte te bepalen van de open spleten in de muur. Lucht kan echter door smallere openingen dan dit stromen. Hierdoor zal de werkelijke gemiddelde diepte van de spleten hoger liggen dan de gemeten diepte. Ook is bij berekening van de breedte van de mogelijke winterholen de maximale breedte van de stapelmuren gebruikt. Gezien de muren trapeziumvormig zijn, is de breedte van de mogelijke winterholen in werkelijkheid kleiner dan berekend.

Het is niet bekend welke methoden andere onderzoekers gebruiken bij het meten van de diepte of breedte van mogelijke winterholen. Wanneer deze afwijkt van de methode die binnen dit onderzoek is gebruikt is het mogelijk dat de gemaakte vergelijking niet juist is.

4.1.2 Stenen en plateaus

Gevonden is dat paar- en baltsgedrag voornamelijk op plateau's wordt vertoond. Paringen zijn 11 keer waargenomen. Dit is onvoldoende om met zekerheid aan te tonen dat plateaus onmisbaar zijn voor het kunnen vertonen van paar- en baltsgedrag. De dieren kunnen wel op de muur gaan zitten maar dit is zeer blootgesteld zowel aan wind als aan roofvogels en andere roofdieren (pers. obs., 2009).

De doorgebrachte tijd op losse stenen en houtstronken is in de Hoge Fronten aanzienlijk lager dan in de Lage Fronten. Dit komt omdat in de Hoge Fronten relatief weinig losse stenen langs de muren liggen (pers. obs., 2009). Langs sommige muren in het compensatiegebied is een kiezellaag aangebracht. Deze kiezellagen vervullen echter niet de functie van losse stenen omdat een muurhagedis zich hier niet achter of onder kan verschuilen.

4.2 Positionering van de muren

4.2.1 Zon

De gemiddelde bedekking door zon is eenmalig gemeten. Dit is gedaan op een moment dat dichtbij het midden van het actieve seizoen van de muurhagedis ligt. Op de dag waarop de bedekking is gemeten staat de zon hoger dan in het begin en eind van seizoen. De omringende bebouwing en bomenrijen wierpen tot in de loop van april

schaduwen over de muren. Aangenomen wordt dat dit na juli ook het geval zal zijn. De bedekkingspercentages door zon liggen, bij enkele muren, in werkelijkheid lager dan de gemeten percentages.

De bedekkingspercentages door zon zijn laag in verhouding met de percentages van de muren in de Hoge- en Lage Fronten. Dit is deels te wijten aan het feit dat een muur onmogelijk volledig zon kan ontvangen. Er zijn altijd zijden of vlakken die niet door zon beschenen worden.

4.3 Muur- en grondvegetatie

4.3.1 Grondvegetatie

De kartering is tot 2m van iedere muurzijde gedaan. Vanaf een afstand van 2 m wordt bij acht muren de vegetatie relatief hoog. Wanneer verder dan 2 m gekarteerd zou zijn, zou de gemeten gemiddelde vegetatiehoogte hoger uitkomen.

Dit onderzoek wijst uit dat vegetatie voor de muurhagedis van minder belang is dan algemeen wordt aangenomen. Het lijkt slechts te dienen als bron van voedseldieren. Andere onderzoeken wijzen echter uit dat vegetatie een belangrijke vluchtplaats is een bepaalde structuur dient te hebben waarvoor speciaal beheer nodig is (Bosman & Spikmans 2007; Prick & Kruyntjens, 1992a).. Binnen dit onderzoek werden vooral stenige onderdelen van het leefgebied gebruikt als schuilplaats.

4.3.2 Muurvegetatie

Het bedekkingspercentage is bepaald door het oppervlak van vegetatie die vanaf de grond tegen een muur groeit en het oppervlak van de vegetatie die in de muur wortelt samen te voegen. De wijze waarop dit in andere studies is gedaan niet gevonden. Vergelijking door gegevens uit literatuur is hierdoor bemoeilijkt.

4.4 Kenmerken populatie

4.4.1 Territoriabepaling

De territoria zijn door midden van 1 tot 4 metingen bepaald. Voor waarheidsgetrouwe resultaten zijn 45 of meer waarnemingen nodig (Stone & Baird, 2002). Het doel was echter om inzicht te krijgen in de locaties van de leefgebieden van de dieren. Voor een exact beeld hiervan zou een hoger aantal waarnemingen dan vier nodig zijn.

4.4.2 Aantallentelling

Resultaat van het monitoringsonderzoek in 2008 dat, enkele maanden na overplaatsing, is dat in september 2008 nog 35 individuen aanwezig waren in het gebied (Spikmans, 2009). Dat is 35% van de oorspronkelijke populatie. Het is aannemelijk dat deze dieren naar nabij gelegen gebieden zijn geëmigreerd.

De individuen die op de stapelmuren zijn waargenomen kunnen van elders dan uit de muren zijn gekomen. Het moment waarop deze individuen voor het eerst zijn waargenomen is bijna een maand later dan de eerste waarnemingen op de houtstapels. Dit werd niet verwacht omdat in voorgaande jaren de populatie langs spoortraject Maastricht – Lanaken explosief actief werd (pers. comm. Alex Kloor). Mogelijk zijn de dieren op muren 8 en 9 afkomstig van de houtstapels waarop de dieren eerder actief waren (pers. obs., 2009).

Deze houtstapels waren bedoeld als tijdelijke verblijfplaats. Deze houtstapels zijn ongeveer 2 weken vóór de waarnemingen op de muren verwijderd en verplaatst naar de overzijde van het spoor (pers. obs., 2009). Deze dieren waren hierdoor genoodzaakt een alternatief leefgebied op te zoeken. Meest dichtbij zijnde muren 9 en 8 zijn 239 en 343 m van deze houtstapels vandaan.

Op muur 18 is twee keer een vrouwelijk individu, eenmaal een man en eenmaal een subadult dier geobserveerd. Dit is opvallend aangezien op die muur 11 individuen zijn uitgezet. De kans bestaat dat dit dier afkomstig is van de overblijfselen van het oude spoor die zeer dicht langs muur 18 liggen. Hiertussen staat een reptielenscherm, maar deze was niet voldoende waardoor dieren onder het scherm door kunnen. De opening onder het scherm was 1,5 meter van de plek van waarneming vandaan. De dieren bij muren 8 en 9 zouden ook op een dergelijke wijze de muren gekoloniseerd kunnen hebben. Ter hoogte van muur 8 staat de look-zonder-look (*Alliaria petiolata*) namelijk tot 80 cm hoog. Er bestaat een mogelijkheid dat de dieren, die afkomstig zijn van overblijfselen van het oude spoor via deze planten over het reptielenscherm zijn gegaan.

Zes van de negen waargenomen individuen bevonden zich bij muren die tegen het talud zijn gebouwd. Mogelijk omdat alleen deze muren voldoende vorstvrij zijn. Dieren kunnen namelijk het talud in kruipen. Drie individuen zijn waargenomen op een muur die aan de voet 150 cm breed is. Wellicht isoleert deze muur voldoende. Net voor de winter 2008 zijn 16 individuen waargenomen in het gebied, in 2009 zijn dat er in totaal nog 11. Overige dieren zijn waarschijnlijk geëmigreerd of hebben de winter niet overleefd. Dit wordt verwacht omdat er in nabijgelegen gebieden populatie muurhagedissen bevinden en in de periode tussen 26 december en 11 januari (17 dagen) de gemiddelde temperatuur in Maastricht $-2,95^{\circ}\text{C}$ was. In die periode was $5,8^{\circ}\text{C}$ het maximum en $-16,2^{\circ}\text{C}$ het minimum. (Meteo Maastricht, 2009) Uit een studie van (Claussen et al., 1990) blijkt dat 1 op de 3 dieren (*Podarcis muralis*) een lichaamstemperatuur van -5°C voor een uur overleeft. (Burke et al., 2002) vonden dat de Italiaanse muurhagedis (*P. sicula*), een nauw verwante soort, een temperatuur van -5°C voor korte duur kan weerstaan bij droge omstandigheden. Bevriezing leidt binnen 15 minuten tot de dood.

4.4.3 Gebruik leefgebied

Bedekking door vegetatie is in dit onderzoek beoordeeld in een straal van $\pm 5\text{cm}$ van het geobserveerde individu. Als de straal groter (bijvoorbeeld 10cm) zou zijn, zou de doorgebrachte tijd in vegetatie hoger zijn dan gemeten. Ook is bij de observaties in hoge vegetatie niet zeker of de hoeveelheid meten accuraat zijn omdat de dieren hierin moeilijker te vinden zijn.

Van geobserveerde individuen werd steeds genoteerd of zij zich op een onbedekte locatie bevonden, in vegetatie waarin een muurhagedis zich kan verschuilen bevonden of in overige vegetatie bevonden. Dieren die zich in vegetatie bevonden zijn moeilijk te observeren (pers. obs., 2009). Regelmatig raakte zij uit beeld. Hierdoor zijn in werkelijkheid dieren meer in dichte vegetatie aanwezig dan binnen dit onderzoek is gemeten.

5 CONCLUSIES

5.1 Hoofdvraag a

In welke mate zorgt het compensatiegebied, het spoortraject tussen Maastricht en Lanaken, voor een duurzame staat van instandhouding (goede kwaliteit) van de populatie?

Het compensatiegebied waarborgt de staat van instandhouding op dit moment onvoldoende. Op het meest zwaarwegende punt (overwinteren in de muren) scoort het slecht. Overwintering in de muren zou in 38% van de muren mogelijk kunnen zijn. Belangrijke onderdelen: (losse (bak)stenen en plateaus), waar de muurhagedis naar zoekt, bestaan niet of nauwelijks. Verstoring in de vorm van treinverkeer zal waarschijnlijk geen belemmerende factor zijn voor de ontwikkeling van de populatie. Het vrachtverkeer over de Industrieweg echter wel. Hieraan zijn vijf muren direct blootgesteld. De positionering van de muren is binnen de mogelijkheden goed gekozen. Tevens is door relatief kleine aanpassingen het leefgebied aanzienlijk te verbeteren.

Welk verband bestaat er tussen gedragingen en de aanwezige vegetatie waarin deze worden vertoond?

De muurhagedis brengt 89,7% van de tijd door op locaties waar geen bedekking aanwezig is. De dieren leven op muren waarlangs de vegetatie zich mag ontwikkelen maar voorwaarde is dat onbedekte oppervlakken op de muren blijven bestaan. Gezien de dieren weinig gebruik maken van vegetatie is geen verband gevonden tussen muur- of grondvegetatie en bepaalde gedragingen. Vegetatie wordt slechts sporadisch als schuilplaats gebruikt. Bij gevaar vluchten de dieren de muur in of verschuilen zich onder losse stenen. Geconcludeerd kan worden dat vegetatie minder van belang is voor het overleven van de muurhagedis mits deze een muur niet overwoekert. Vegetatie blijft echter een bron van voedsel van een groot deel van de prooidieren voor de muurhagedis.

5.2 Hoofdvraag b

Wat is de kwaliteit (staat van instandhouding) van de muurhagedissenpopulatie in het compensatiegebied, het spoortraject tussen Maastricht en Lanaken?

De populatie bestaat uit slechts 11 individuen. Dit aantal is te klein om te kunnen spreken van een levensvatbare populatie. Op dit moment is de kwaliteit van de populatie slecht. Op lange termijn kunnen positieve ontwikkelingen echter plaatsvinden door kolonisatie. Kolonisatie kan vanuit plaatsen die dichtbij het compensatiegebied liggen starten gelijk aan de manier waarop de hagedissen in eerste instantie daar zijn gekomen. Hierbij is bij de muren die tegen het talud zijn gebouwd de kans op succes het grootst vanwege overwintering mogelijkheden.

6 AANBEVELINGEN

6.1 Voor het compensatiegebied

- Het plaatsen van losse (bak)stenen langs de muren zou een relatief goedkope verrijking zijn van het leefgebied. Hiervoor dient Courtine A-B (Lage Fronten) als voorbeeld.
- Het houwen van gaten in de muren zou het leefgebied verbeteren. Het doel is openingen te creëren (plateau's) waarin meerdere dieren tegelijkertijd kunnen verblijven. Afgehouwen stukken steen kunnen langs de muren worden geplaatst.
- Aangeraden wordt de bomenrij die aan de oostelijke zijde van het spoor staat jaarlijks te beoordelen op mate van blokkering van zonlicht. Momenteel belemmert deze rij zonlicht matig. Dit zal met de jaren meer worden en eventuele snoei maatregelen zouden dit onder controle kunnen houden.
- Het verminderen van verstoring door vrachtverkeer door aanpassingen aan de Industrieweg. Zo kunnen er bijvoorbeeld versmallingen worden aangebracht.
- 15 muren zijn wegens bouwkundige onmogelijkheden en ruimtegebrek langs het inspectiepad niet meer dan 1 meter breed gebouwd (pers. comm. Spikmans, 2009b). Ten minste 6 muren staan niet direct langs een pad of aan de rand van het talud. Verbreding van deze muren zal de geschiktheid van die muren verhogen.

6.2 Voor toekomstige compensatieprojecten

- Zorgt voor massieve en beter geïsoleerde muren. Spleten zonder cement of mortel moeten blijven bestaan. Bekijk voor goede voorbeelden de muren op de Hoge- en Lage Fronten en (Prick & Kruyntjens, 1992a).
- Uit dit onderzoek is gebleken dat wanneer aan één ecologische basisvereiste van een soort in een compensatiegebied niet wordt voldaan de kans op uitsterven van een populatie ernstig wordt vergroot. De Flora- en faunawet zou meer functioneel worden (voornamelijk betreffende natuurcompensatie) wanneer in ieder projectplan met deze ecologische basisvereisten rekening wordt gehouden. Dit kan door een deskundig onderzoeker literatuur- én ethologisch onderzoek aan de soort te laten uitvoeren om de basisvereisten in kaart te brengen.
- De Flora- en faunawet schrijft voor dat een duurzame staat van instandhouding gewaarborgd dient te worden. Een eenduidige definitie van deze staat lijkt niet te bestaan. Aangeraden wordt de eis eenduidig en helder te formuleren in de wetgeving.

6.3 Voor toekomstig onderzoek

- Door de mens gecreëerd leefgebied voor dieren lijken in de meeste gevallen enkele jaren nodig te hebben voordat succesvolle kolonisatie mogelijk is. Binnen dit onderzoek bestond de mogelijkheid niet te meten of een ontwikkelingsperiode vereist is. Het advies is hier onderzoek naar uit te voeren. Als blijkt dat een bepaalde ontwikkelingsperiode vereist is, is het aan te raden regels hierover in de Flora- en faunawet op te nemen.

- Vanzelfsprekend moet het voedselaanbod toereikend zijn. Binnen dit onderzoek is geen onderzoek gedaan naar de prooidierdichtheid in het compensatiegebied. De Prooidierdichtheid in het compensatiegebied kan alsnog onderzocht worden.
- Dit onderzoek wekt het vermoeden dat vegetatie uitsluitend als bron van voedsel dient en het slechts van belang is dat vegetatie muren niet overwoekert. Andere onderzoeken wijzen uit dat vegetatie ook als schuilplaats dient en een bepaalde structuur zou moeten hebben dat intensief beheer vereist. Deze verschillende resultaten geven aan dat gebruik van vegetatie door de muurhagedis nader onderzocht dient te worden.

LITERATUUR

Artikelen, boeken en rapporten

- Arnold, E.N. 2002, 'A fieldguide to the reptiles and Amphibians of Europe', HarperCollins Publishers, London, P. 145-146
- Avery, R.A. 1991, 'Temporal dynamics of a vigilance posture in the ruin lizard *Podarcis sicula*', *Amphibia-Reptilia*, Vol. 12, P. 352-356
- Berends, J.E. 1992, 'De rol van visuele en chemische stimuli in prooi-zoekgedrag en prooi-identificatie van drie Lacertidae (*Lacerta vivipara*, *Lacerta agilis* en *Podarcis muralis*)', Rapport 301, werkgroep Dierecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen
- Bonnemayer, J. & Dietvorst, P. 1979, 'De muurhagedis (*Lacerta m. muralis*) in Maastricht: Een autoecologisch onderzoek naar de essentiële criteria voor zijn bescherming', Zoölogisch Lab., Afd. Dieroecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, P. 60
- Broekmeyer, M.E.A. & Ottburg, F.G.W.A. & Kistenkas, F.H. 2003, Flora en Faunawet, toepassing van artikel 75 in de praktijk, Wageningen: Alterra
- Burke, R.L. & Hussain A.A. & Storey J.M. & Storey K.B., 2002, 'Freeze Tolerance and Supercooling Ability in the Italian Wall Lizard, *Podarcis sicula*, Introduced to Long Island, New York', *Copeia*, Vol. 2002 (3), P. 836-842
- Claussen, D.L. & Townsley M.D. & Bausch R.D., 1990, 'Supercooling and freeze-tolerance in the european wall lizard *Podarcis muralis*, with a revisional history of the discovery of freeze-tolerance in vertebrates', *Journal of comparative Biology*, Vol. 160, P. 137-143
- Coelen, van der, J.E.M. 1992, 'Verspreiding en ecologie van amfibieën en reptielen in Limburg', *Natuurhistorisch genootschap Limburg*, Nijmegen, P. 233-242
- De Algemene Rekenkamer, 2007, 'Bescherming van Natuurgebieden', Sdu Uitgevers, 's-Gravenhage
- Dexel, R. 1986, 'Zur Ökologie der Mauereidechse *Podarcis muralis* (LAURENTI, 1768) (Sauria: lacertidae) an ihrer nördlichen Arealgrenze. 1. Verbreitung, Habitat, Habitus und lebensweise', *Salamandra*, vol. 22, p. 63-78
- Diego-Rasilla, F. J. & Perez-Mellado, 2000, 'The effects of population density on time budgets of the Iberian wall lizard (*PODARCIS HISPANICA*)', 2000, *Israel journal of zoology*, Vol. 46, P. 215-229
- Felce, D. & Perry, J. 1995, 'Quality of life: It's definition and measurement', *Research in Developmental Disabilities*, Vol. 16, No. 1, P. 51-74
- Frankham, R. & Ballou J.D. & Briscoe D.A. 2004, 'Introduction to conservation Genetics', Cambridge University Press, Cambridge

- Frissen, D. & Spikmans, F., 2008 Presentatie: 'Nieuw leefgebied voor de muurhagedis', RAVON, 08-11-2008
- Germano, J.M. & Bishop, P.J. 2008, 'Suitability of amphibians and reptiles for translocation, Conservation Biology, Vol. 23. No. 1, P. 7-15
- Heijboer, D. & Nellestijn, 2002, 'Klimaatatlas van Nederland: De normaalperiode 1971-2000', Uitgeverij Elmar, Rijswijk
- Hill D. & Fasham M. & Tucker G. & Shewry M. & Shaw P. 2006, 'Handbook of biodiversity methods', Cambridge University Press, New York
- Jakob, C. & Poizat G. & Veith. M. & Seitz A. & Crivelli A.J., 2003, 'Breeding phenology and larval distribution of amphibians in a Mediterranean pond network with unpredictable hydrology', Hydrobiologia, Vol. 499, P. 51-61
- Kruyntjens, B. 1994b 'Herintroductie en repopulatie van de muurhagedis in en om Maastricht', Natuurhistorisch maandblad, Vol. 83(10), P. 191-195
- LNV, 2003, Ondernemen en de Flora- en faunawet. Versie 1.0 Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag
- LNV, 2006, Natura 2000 Doelendocument – Bijlagedocument, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag, P. 19
- Martin P. & Bateson P. 2005, 'Measuring behavior, an introduction guide', 1986, Cambridge University Press
- Meteo Maastricht, 2009, 'Weer archief: december 2008 en Januari 2009', <http://www.meteomaastricht.nl/> (07-05-2009)
- Mutz, T. & S. Donth, 1996. Untersuchungen zur Ökologie und Populationstruktur der Zauneidechse (*Lacerta agilis*) an einer Bahnlinie im Munsterland. Zeitschrift für Feldherpetologie 3: 123-132.
- Naturalis, 2005, 'Nederlands soortenregister, Podarcis muralis Laurenti, 1768', http://www.nederlandsesoorten.nl/get?site=nlsr&view=nlsr&page_alias=conceptcard&cid=0AHCYFBQBGZI (02-02-2009)
- Oostenbrugge, R. & van der Grift, E.A. & Nijhof, B.S.J. & Opdam, P.F.M. & Reijnen, M.J.S.M. ,2002, 'Levensvatbaarheid populaties', Achtergronddocument bij Natuurbalans 2002, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen
- Pouwels, R. & Reijnen M.J.S.M. & Kalkhoven J.T.R. & Dirksen J. (2002). Ecoprofielen voor soortanalyses van ruimtelijke samenhang met LARCH. Alterra-rapport 493. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen
- Prick, R. 1991, 'De biologie van de muurhagedis' Natuurhistorisch maandblad, Vol. 80, P. 230-238

- Prick, R. & Kruyntjens B. 1992a, 'De muurhagedis en restauratie: conflict of compromis?', *Natuurhistorisch maandblad*, Vol. 81, P. 23-38
- Prick, R. & Kruyntjens B. 1992b, 'De muurhagedis in Maastricht in 1989', *Natuurhistorisch maandblad*, Vol. 81, P. 3-11
- RAVON, 2008a 'soorten-reptielen-muurhagedis', <http://www.ravon.nl/Soorten/Reptielen/Muurhagedis/tabid/142/language/en-US/Default.aspx> (02-02-2009)
- RAVON, 2008b, 'Tabel resultaten wegvangen', ongepubliceerde uitgave van stichting RAVON, Nijmegen
- Schmidt-Loske, K. 1996, 'Fotografische indentifikation von *Podarcis muralis* LAUR., 1768: möglichkeiten und grenzen' *Die Eidechse*, Vol. 17, P. 7-12
- Schulte, U. 2008, 'Die mauereidechse', Laurenti, Bielefeld
- Smit, G.F.J. & Zuiderwijk A. 2003 'Handleiding voor het monitoren van reptielen en amfibieën in Nederland', RAVON-WM, CBS, Amsterdam
- Spikmans, F. & Bosman W. 2007, 'Naar duurzame populaties reptielen op het te reactiveren spoortraject Maastricht-Lanaken, ongepubliceerde uitgave van stichting RAVON, Nijmegen
- Spikmans, F. 2009 'Monitoring reptielen spoorlijn Maastricht-Lanaken 2008', ongepubliceerde uitgave van stichting RAVON, Nijmegen
- Stone, P.A. & Baird T.A. 2002, 'Estimating Lizard Home Range: The Rose Model Revisited', *Journal of Herpetology*, Vol. 36, P. 427-436
- Stumpel, A.H.P. 2004, 'Reptiles and amphibians as targets for nature management', Wageningen, P 140
- Strijbosch, H. & Bonnemayer J.J.A.M. & Dietvorst P.J.M. 1980a, 'De muurhagedis (*Podarcis muralis*) in Maastricht: deel 2, biotoop en biotoopgebruik', *Natuurhistorisch maandblad*, Vol. 69, P. 240-246
- Strijbosch, H. & Bonnemayer, J.J.A.M. & Dietvorst, P.J.M. 1980b, 'The Northernmost population of *Podarcis muralis* (Lacertilia, Lacertidae', *Amphibia-Reptilia*, Vol. 1, P. 161-172
- Sutherland, W. 2006, 'Ecological census techniques', Cambridge university press, Cambridge (UK), P. 137-139
- Verheggen, L., 1996, 'De muurhagedis in de Hoge Fronten in 1995 en 1996', Stichting CNME Maastricht & Mergelland, Maastricht
- Vreeburg S. N. J., 2007, 'Ontheffing Flora- en Faunawet artikel 75, lid 5 en lid 6, onderdeel c', Gepubliceerde uitgave van het ministerie van LNV

Vries, de, T., 2007, 'Workshop data-analyse: Homogeniteit meetinstrument, constructie en beoordeling van een meetschaal', ongepubliceerde uitgave van hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden

Wikipedia, 2008, 'Nederland', <http://nl.wikipedia.org/wiki/Nederland>, (17-02-2009)

Mondelinge mededelingen

Anonymus, persoonlijke communicatie, d.d. 20-04-2009

Bosman. W., Projectleider RAVON, Persoonlijke communicatie, kennismakingsgesprek, d.d. 13-11-2008

Bosman. W., Projectleider RAVON, Persoonlijke communicatie, bezoek onderzoeksgebied, d.d. 13-03-2009

Frissen. C., Beheerder Hoge Fronten (CNME Maastricht), Persoonlijke communicatie, kennismakingsgesprek, d.d. 11-03-2009

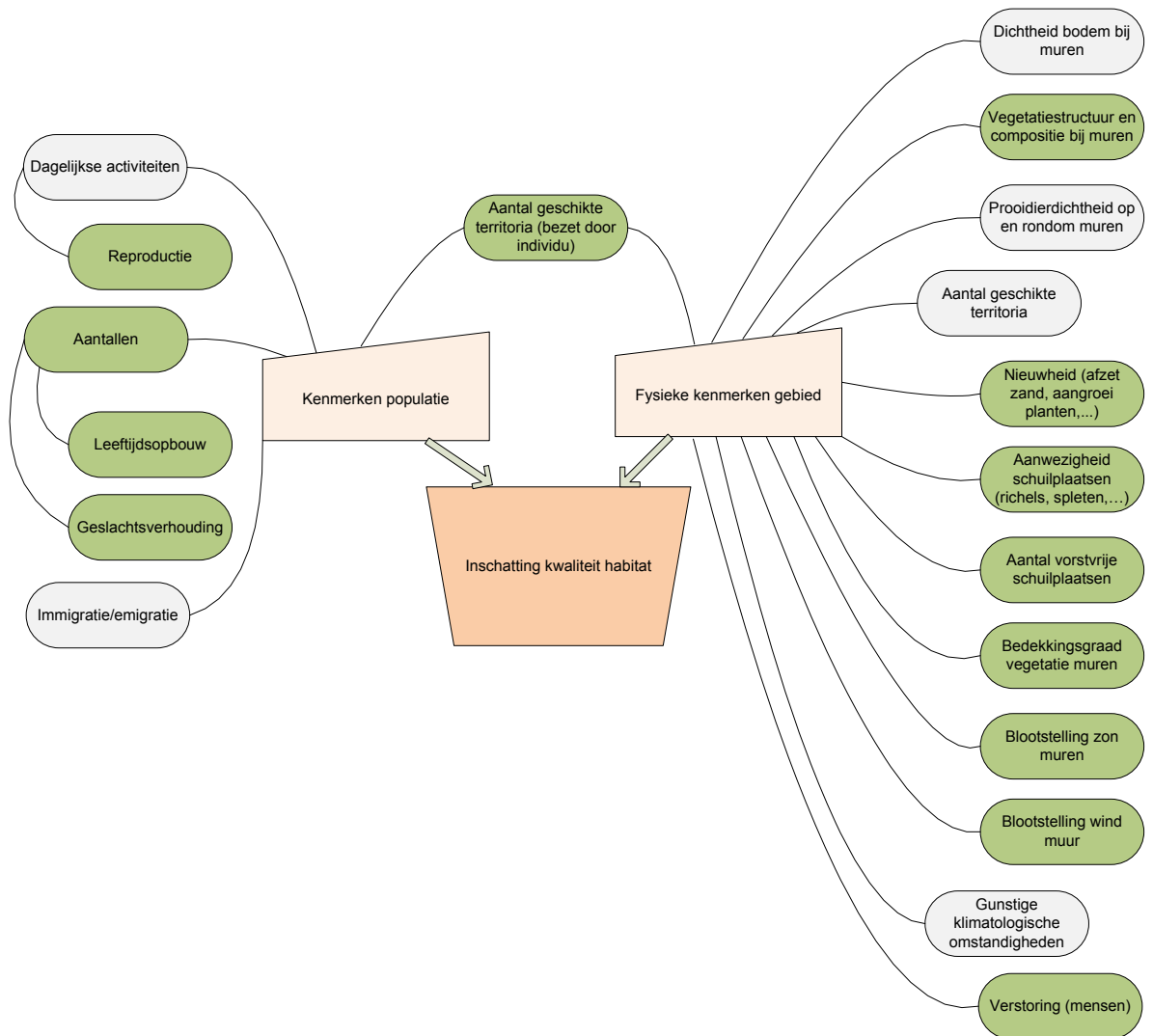
Kloor. A., Monitoringsmedewerker RAVON, Persoonlijke communicatie, kennismakingsgesprek, d.d. 10-03-2009

Spikmans(a). F., Projectleider RAVON, Persoonlijke communicatie, Reactie op onderzoeksvoorstel: De evaluatie van een compensatieproject voor de muurhagedis langs spoortraject Maastricht-Lanaken – 20-02-2009, d.d. 25-02-2009

Spikmans(b). F., Projectleider RAVON, Persoonlijke communicatie, Telefonisch overleg, d.d. 13-05-2009

Spikmans(c). F., Projectleider RAVON, Persoonlijke communicatie, Reactie op concept rapport: De evaluatie van een compensatieproject voor de muurhagedis langs spoortraject Maastricht-Lanaken – 28-05-2009, d.d. 02-06-2009

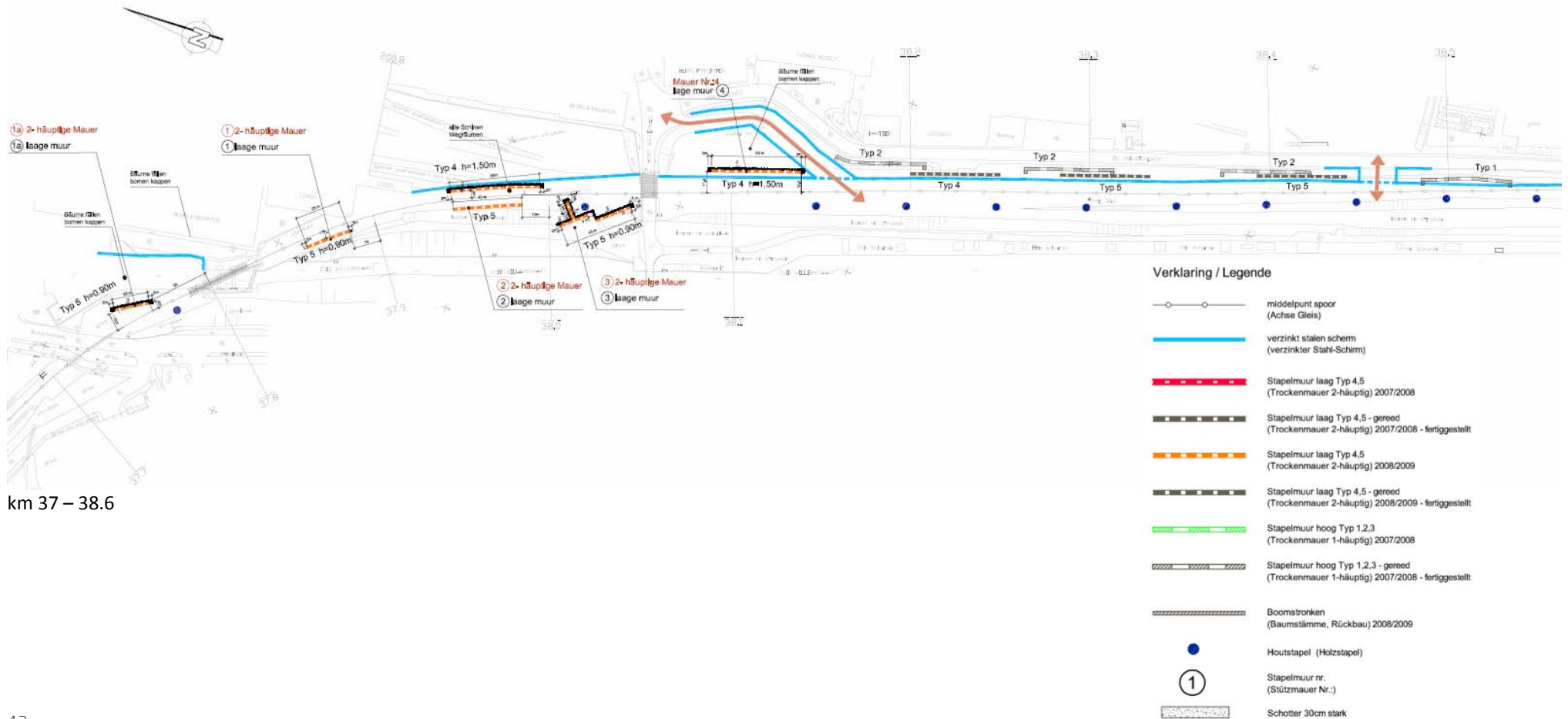
BIJLAGE 1: INDICATORENSCHEMA KWALITEIT LEEFGEBIED MUURHAGEDIS



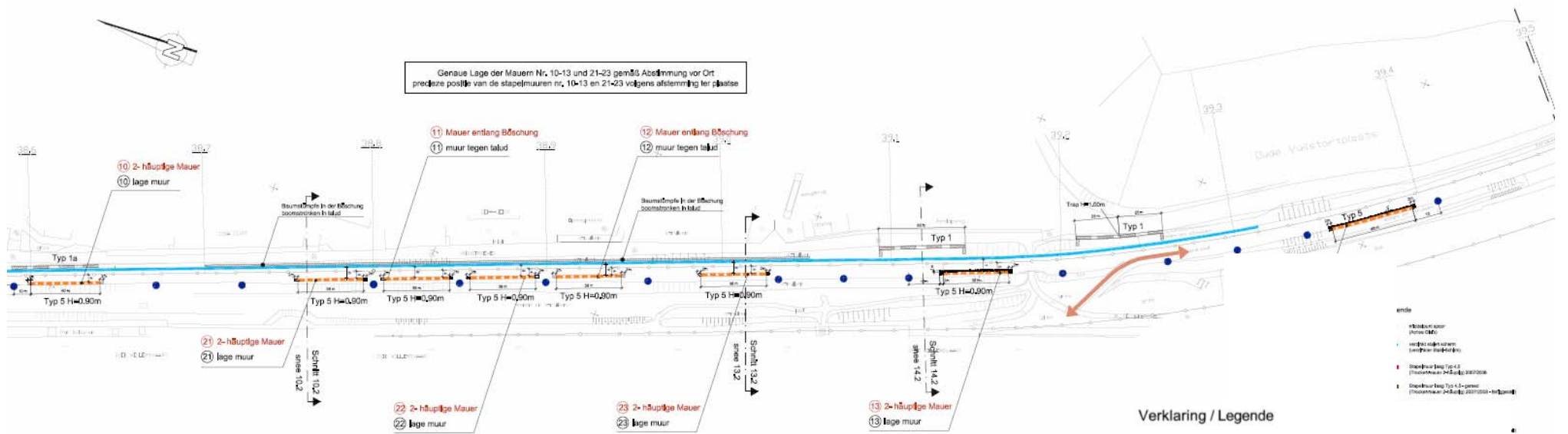
Dit schema weergeeft alle indicatoren die van belang zijn bij het inschatten van de kwaliteit van het leefgebied voor de muurbagedis. In groen wordt in dit onderzoek gemeten.

BIJLAGE 2: KAARTEN EN COMPONENTEN VAN HET COMPENSATIEPROJECT

Kaart 1 op basis van tekening 1.1 versie E van BfU Aachen GmbH
 Kaart 2 op basis van tekening 1.2 versie E van BfU Aachen GmbH
 Kaart 3 op basis van tekening 1.2 versie B van BfU Aachen GmbH



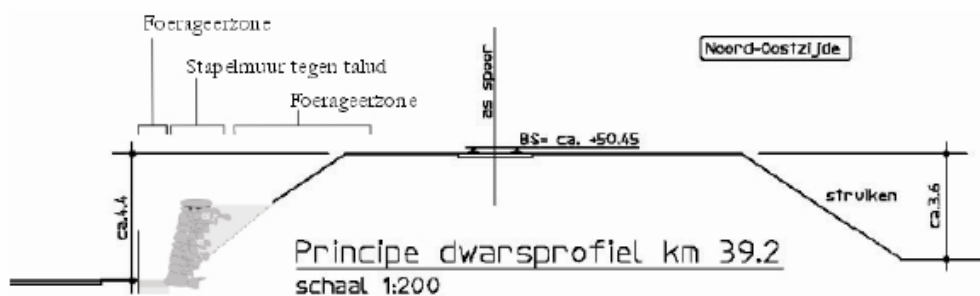
km 37 – 38.6



km 38.6 – 39,5

Verklaring / Legende

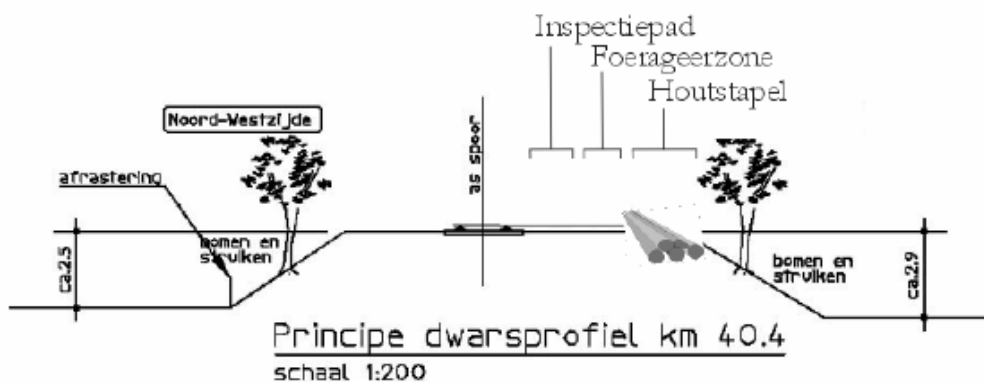
-  middelpunt spoor (Achse Gleis)
-  verzinkt stalen scherm (verzinkter Stahl-Schirm)
-  Stapelmuur laag Typ 4,5 (Trockenmauer 2-hauptig) 2007/2008
-  Stapelmuur laag Typ 4,5 - gereed (Trockenmauer 2-hauptig) 2007/2008 - fertiggestellt
-  Stapelmuur laag Typ 4,5 (Trockenmauer 2-hauptig) 2008/2009
-  Stapelmuur laag Typ 4,5 - gereed (Trockenmauer 2-hauptig) 2008/2009 - fertiggestellt
-  Stapelmuur hoog Typ 1,2,3 (Trockenmauer 1-hauptig) 2007/2008
-  Stapelmuur hoog Typ 1,2,3 - gereed (Trockenmauer 1-hauptig) 2007/2008 - fertiggestellt
-  Boomstronken (Baumstämme, Rückbau) 2008/2009
-  Houtstapel (Holzstapel)
-  Stapelmuur nr. (Stützmauer Nr.)
-  Schotter 30cm sterk



Figuur 14. Voorbeeld van een dwarsprofiel van de spoordijk met een hoge stapelmuur tegen het talud.



Figuur 16. Voorbeeld van een dwarsprofiel van het spoor met een lage stapelmuur in de berm



Figuur 17. Voorbeeld van een dwarsprofiel van het spoor met een houtstapel in de berm

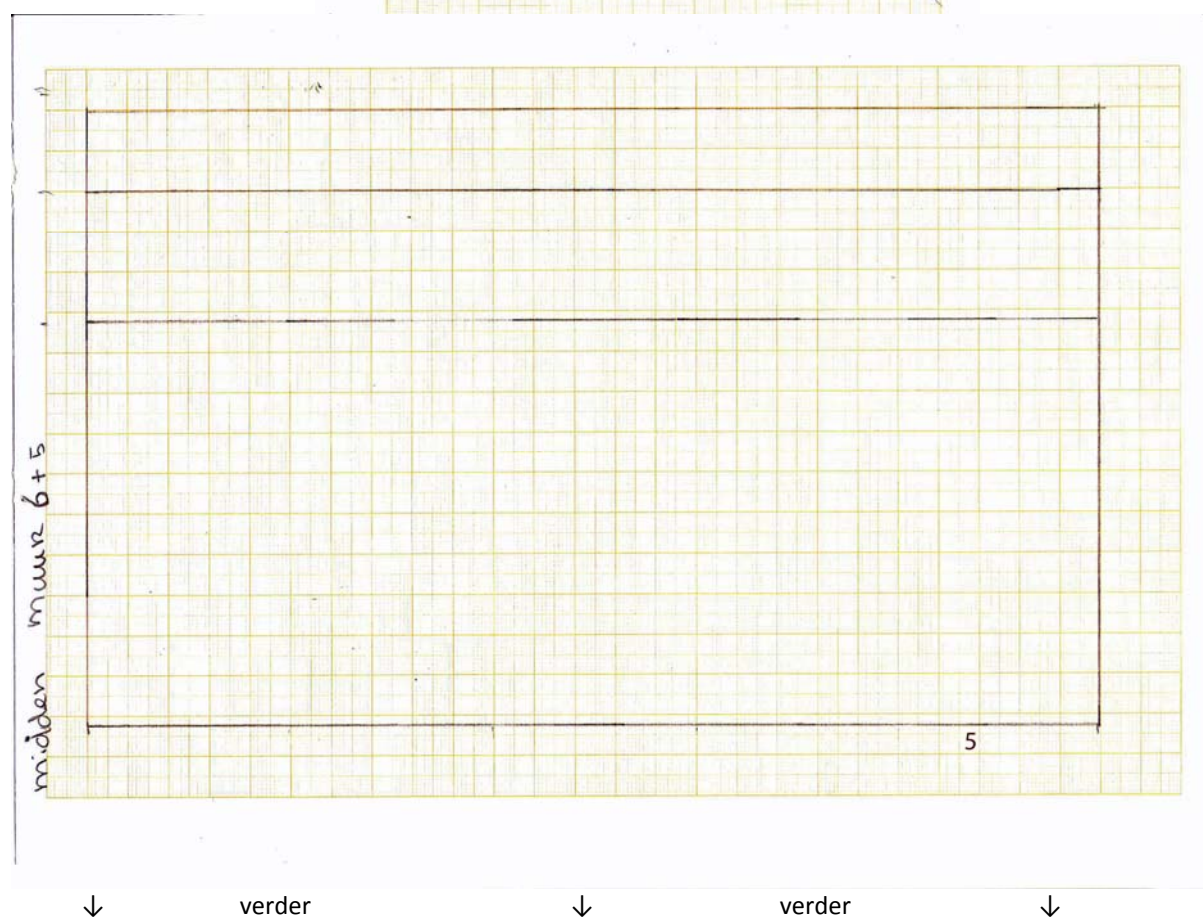
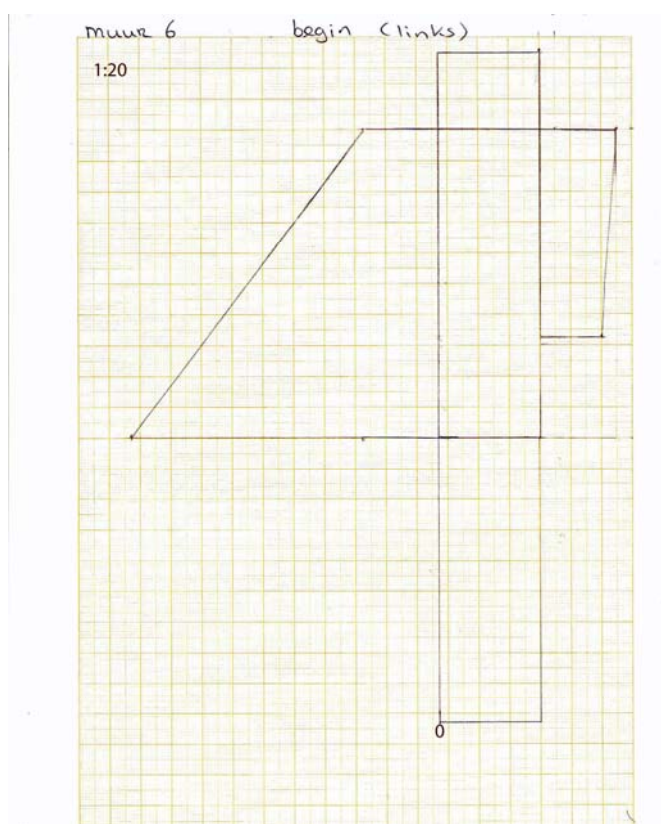
(Spikmans & Bosman, 2007)

BIJLAGE 3: EERSTE WAARNEMING MUURHAGEDISSEN

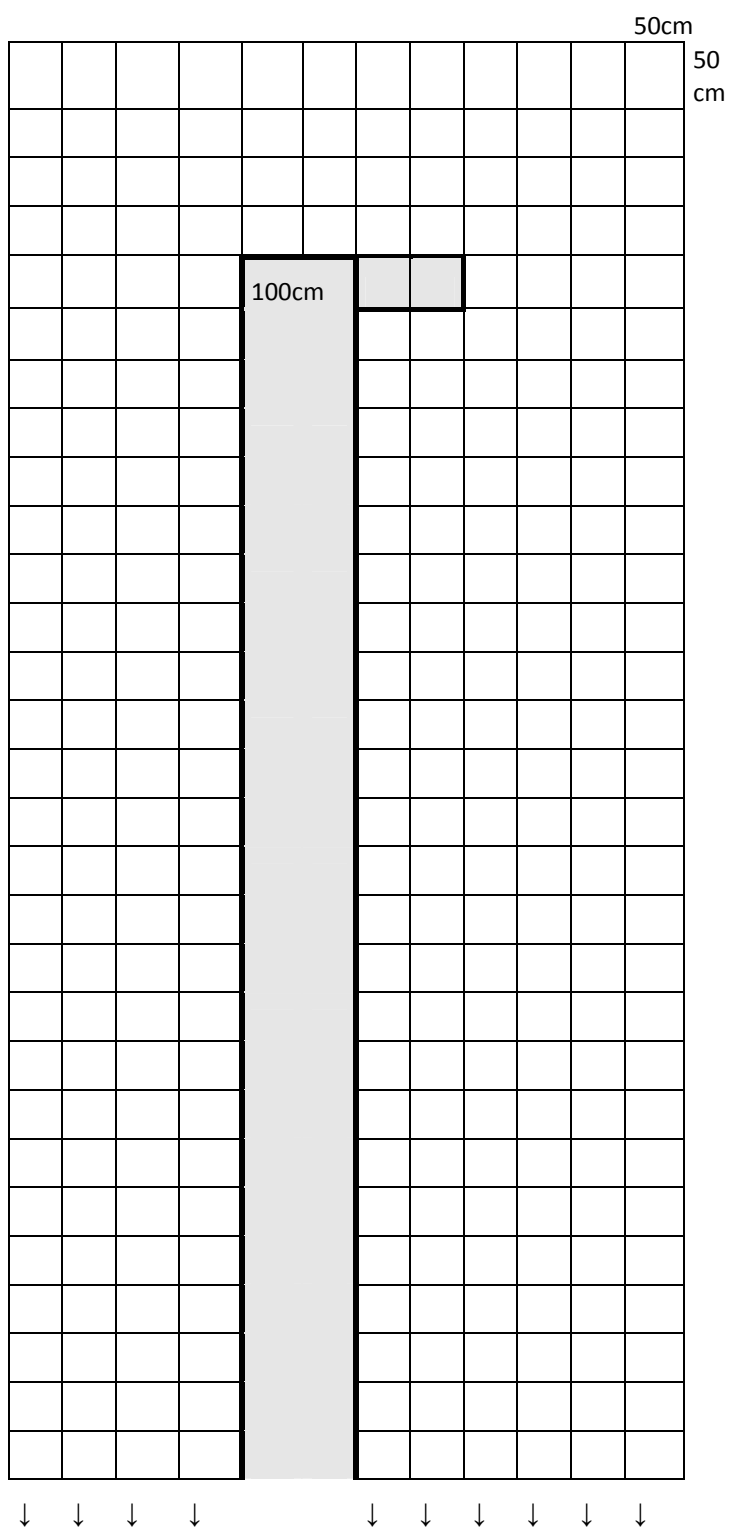
Tabel a. Eerste waarnemingen van de muurbagedis langs spoortraject Maastricht-Lanaken

Locatie	Eerste waarneming	Datum
Houtstapels	3 ♂ + 3-5 onbekend	19 maart
Muur 18	♀ a	15 april
Muur 8	♂ a	15 april
Muur 8	♂ b	20 april
Muur 8	♀ b	20 april
Muur 8	Subadult a	24 april
Stop oud spoor	♂x	24 april
Stop oud spoor	♀x	24 april
Muur 9	♂ c	29 april
Houtstapels overzijde spoor	Subadult b	25 april
Muur 18 (door F. Spikmans)	Subadult c	mei
Muur 5	Subadult d	29 mei
Muur 18	♂ d	29 mei

BIJLAGE 4: VOORBEELD VELDFORMULIER MUURVEGETATIE



BIJLAGE 5: VOORBEELD VELDFORMULIER GRONDVEGETATIE



Muur nr.:

Datum:

Onderzoeker:

BIJLAGE 6: VELDFORMULIER AANTALLENTELLING

		Naam onderzoeker				
		Datum		Begin- eindtijd	van	tot
		Temperatuur	°C	Windkracht (beaufort)		
		Bewolking	Onbewolkt/half/bewolkt/geheel bewolkt			
	Muurdeel code	Geslacht	levensstadium	Ingetekend op kaartnr.	Individuele code	Bijzonderheden (niet op muur,...)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						

BIJLAGE 7: VELDFORMULIER TERRITORIUMBEPALING

Onderzoeker:	
Datum:	

Nummer foto (in camera)	Ingetekend op kaartnr.	Individuele code	Gefotografeerd tijdens telling, obs., anders...	Bijzondere kenmerken individu

Achterkant

Tabel b. Onderscheiden gedragscategorieën

Gedragscategorie	Beschrijving	Specialisaties	Gedragsnummer
Thermoregulatie (zonnen)	Liggen in de zon (Diego-Rasilla & Perez-Mellado, 2000)	Op muur	1a
		Elders, namelijk ...	1b
		Plek die eerder door zon is opgewarmd	1c
		Plek waar geen zin is door bewolking	1d
Locomotie	Duidelijk bewegen van het lichaam (zonder duidelijk doel) (Diego-Rasilla & Perez-Mellado, 2000)	Lichaamsdeel bewegen	2a
		Voortbewegen	2b
Rust	Niet bewegen op koele (niet duidelijk door zon verwarmde) plek (Diego-Rasilla & Perez-Mellado, 2000)	Op muur	3a
		Elders, namelijk ...	3b
Waakzaam	gewoonlijk afwisselende uitbarstingen van beweging met pauzes waarin de hagedissen onbeweeglijk zijn. Vaak met pauzes waarin hoofd zo hoog mogelijk wordt gehouden. De houding dient ter opsporing van potentiële prooi- en roofdieren (Avery, 1991)	<-	4a
		Alleen observerend, zonder letterlijk van plaats te komen	4b
Sociaal gedrag	Uitgebreid repertoire van houdingen en andere uitingen betreffende balts, paring, agressie (Diego-Rasilla & Perez-Mellado, 2000)	Balts	5a
		Paring	5b
		Agressie	5c
Dier uit beeld	Te observeren individu niet zichtbaar (hierna gaat observatie individu weer verder)		6

(Diego-Rasilla en Perez-Mellado, 2000)

Tabel c. Onderscheiden 'events'

Event	Beschrijving
Kop bewegen	Het duidelijk zichtbaar bewegen van het hoofd met geopende ogen.
Bek afvegen	De zijanten van de bek aan een object afvegen
Gapen	Het met gesloten ogen opensperren van de bek
Tongelen	Het kortstondig in de lucht steken van de tong (Berends, 1992)

BIJLAGE 9: WEERGEGEVENS MAASTRICHT

Tabel d. Weergegevens in Maastricht. Normalen per maand en actuele gegevens in uitzettingsperiode en onderzoeksperiode.

	Normalen 1971-2000													
	Jan.	Feb.	Mrt.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.		
gemiddeld maximum (°C)	5,0	5,9	9,7	13,0	17,8	20,3	22,5	22,7	18,8	14,2	8,7	6,1		
gemiddelde temperatuur (°C)	2,6	2,9	5,9	8,4	13,0	15,6	17,7	17,6	14,3	10,3	5,9	3,8		
gemiddeld minimum (°C)	-0,1	-0,2	2,2	4,0	8,0	10,9	13,0	12,8	10,1	6,6	3,0	1,2		
Gemiddeld windsnelheid (m/s)	5,3	4,8	4,9	4,3	4,0	3,8	3,7	3,5	3,9	4,2	4,8	5,2		
Gemiddelde windrichting	ZW	ZW	ZW	W	ZW	W	W	ZW	ZW	Z	ZW	ZW		
	Muurhagedis uitgezet in compensatiegebied (gegevens 2008/2009)													
				Apr. 2008	Mei. 2008	Juni 2008	Juli 2008	Aug. 2008	Sept. 2008	Okt. 2008	Nov. 2008	Dec. 2008	Jan. 2009	Feb. 2009
gemiddeld maximum (°C)				13,8	21,9	22,3	23,5	22,7	18,3	14,6	9,6	4,9	3,6	5,9
gemiddelde temperatuur (°C)				9,6	16,9	17,3	18,6	18,5	14,1	10,9	7,3	2,9	0,4	3,7
gemiddeld minimum (°C)				6,0	11,9	13,1	14,4	15,0	10,5	8,0	5,3	1,2	-2,3	1,9
Gemiddeld windsnelheid (m/s)				5,4	4,1	4,1	4,4	5,5	4,8	5,3	6,2	4,9	5,2	4,9
Gemiddelde windrichting				Z	ONO	ZW	ZW	ZW	ONO	Z	Z	Z	Z	ZW
	Onderzoeksperiode (gegevens 2009)													
				Mrt. 2009	Apr. 2009	Mei. 2009								
gemiddeld maximum (°C)				10,7	18,3	18,1								
gemiddelde temperatuur (°C)				6,9	13,1	13,7								
gemiddeld minimum (°C)				3,8	8,2	9,3								
Gemiddeld windsnelheid (m/s)				6,3	3,6	4,7								
Gemiddelde windrichting				ZW	Z	ZW								

(Heijboer & Nellestijn, 2002; Meteo Maastricht, 2009)

BIJLAGE 10 SPECIFICATIES DIEPTE SPLETEN MUREN

Tabel e. Gemiddelde diepte van de spleten tussen de stenen van de stapelmuren. In oranje zijn de muren waarop bagedissen zijn uitgezet.

Muurtype	Aantal muren	Gemiddelde diepte (in cm)	Aantal muren	Gemiddelde diepte (in cm)
Waarop muurhagedis uitgezet		Muren gebouwd in 2009		
Tegen talud 60 cm diep	7	32,9 (SEM 1,72)		
Losstaand 150cm breed aan voet	1	35,0 (SEM 5,80)	2	37,3 (SEM 5,66)
Losstaand 100 cm breed aan voet	2	33,8 (SEM 2,64)	14	28,9 (SEM 1,25)
Gemiddeld		33,3 (SEM 1,41)		30,0 (SEM 1,32)

Algemeen gemiddelde is 31,2 (SEM = 0,98) cm. Minimum is 9 cm en maximum is 69 cm.

BIJLAGE 11: SPECIFICATIES BEDEKKING DOOR ZON

Tabel f. Bedekking door zon in procenten per muur in vier metingen van de muren waarop muurhagedissen zijn uitgezet.

Muurnr.	Meting 08.00 uur	Meting 11.00 uur	Meting 14.00 uur	Meting 17.00 uur	Gemiddeld (in %)
5	0,6	33,1	85,6	76,6	49,0
6	1,1	34,2	75,0	88,3	49,6
7	26,5	37,8	71,7	83,6	54,9
8	2,4	42,1	83,5	85,6	53,4
9	3,3	38,2	84,8	45,6	43,0
14	0,0	28,9	89,5	92,9	52,8
15	9,1	37,6	85,2	82,0	53,5
18	0,7	62,2	49,2	44,9	39,2
19	1,6	55,9	43,1	48,4	37,3
20	52,3	59,8	52,0	44,0	52,0
					48,5