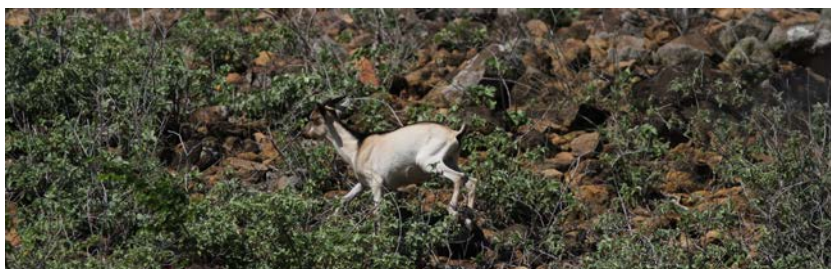


Populatieschatting geiten op Bonaire

Sander Lagerveld, Dolfi Debrot, Paulo Bertuol, Narangerel
Davaasuren & Francesca Neijenhuis

Rapport C115/15



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Ministerie van Economische Zaken (EZ)
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

BAS code BO-11-011.05-043 HD3559

Publicatiedatum:

25 augustus 2015

IMARES is:

- Missie Wageningen UR: *To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.*
- IMARES is hét Nederlandse instituut voor toegepast marien ecologisch onderzoek met als doel kennis vergaren van en advies geven over duurzaam beheer en gebruik van zee- en kustgebieden.
- IMARES is onafhankelijk en wetenschappelijk toonaangevend.

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
--	--	---	--

© 2014 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V14.2

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	4
1 Inleiding.....	5
2 Materiaal en methode.....	7
3 Resultaten	9
4 Discussie	18
5 Conclusie.....	22
4 Aanbevelingen.....	24
5 Literatuur	25
6 Kwaliteitsborging	26
Bijlage 1: Transecten per regio	27
Bijlage 2: Waarnemingen van schapen.....	28
Bijlage 3: Waarnemingen van ezels	29
Bijlage 4: Model output Distance	30
Verantwoording	48

Samenvatting

Op basis van 75 lijntransecten van 500 m worden in dit verslag de eerste kwantitatieve schattingen gedaan van het geitenbestand van Bonaire. Deze transecten werden met behulp van het programma Distance 6.2 via een 'random systematic design' over het eiland verdeeld. Het veldonderzoek heeft plaatsgevonden in de periode 6 - 13 december 2014.

In totaal werden 96 groepen geiten vastgesteld met in totaal 473 dieren. Dieren in het bos komen in kleine groepen voor en zijn erg schuw omdat er op gejaagd wordt, in de kunuku-gebieden en in de kustzone zijn de dieren weinig schuw en is de gemiddelde groepsmaatte beduidend hoger. Ongeveer 62% van de dieren in het landbouwgebied bevindt zich in een afgesloten kunuku, de rest kan naar buiten lopen, of doet dat al. Ongeveer 50% van de dieren kwam voor in de landbouwgebieden, 12% in de kustgebieden, 37% in het bos en 1% in de stedelijke gebieden. Gezien het gedrag (tabel 5) en de gemiddelde groepsmaatte (tabel 3) lijkt het aannemelijk dat het grootste deel van de dieren in de kustgebieden uitgezwermde kunuku dieren zijn. Indien we er van uitgaan dat 80% (aanname) van deze dieren eigenlijk kunuku-dieren zijn dan zijn er op Bonaire dus ongeveer 60% kunuku geiten en ongeveer 40% dieren die 's avonds niet "thuis komen" en die hierdoor als "semi-verwilderd" ("orea largu") te beschouwen zijn.

In het bos was de dichtheid aan geiten het hoogst in het Washington-Slagbaai National Park waar de laagste dichtheid te verwachten zou zijn op basis van zijn bestemming en beheer als natuurgebied. In het kale zuidelijke deel van het eiland waren de aantallen conform verwachtingen het laagst. De dichtheden in de kunuku-gebieden leken geografisch weinig te verschillen. In de kustzone kwamen de meeste geiten in het centrale deel voor terwijl zij in de stedelijke omgeving schaars waren. In totaal werden vier groepen schapen (totaal 37 dieren) en 20 groepen ezels (totaal 55 dieren) geobserveerd. Door het beperkte aantal waarnemingen konden geen populatieschattingen worden gemaakt.

Voor het totale eiland wordt een totaal van ongeveer 32.200 geiten berekend, waarbij het aantal dieren in het bos (ca 12.000) mogelijk is onderschat. De veetellingen die in deze studie voor het eerst kwantitatief inzicht geven in de geitenpopulatie van Bonaire komen overeen met de verwachtingen gebaseerd op eerdere professionele kwalitatieve schattingen. Echter, ondanks grote onderzoeksinspanning (75 transecten), is er een relatief grote bandbreedte in het geschatte minimum en maximum aantal. Op basis van een betrouwbaarheidsinterval van 95% bedraagt het minimale aantal dieren ongeveer 19.800 individuen, en het maximale aantal ca. 52.600 dieren.

Op basis van de resultaten kan gesteld worden dat oudere "expert-based" kwalitatieve schattingen van de geiten voor Bonaire als redelijk betrouwbaar bestempeld kunnen worden. Daarentegen is de recente "schatting" van het totaal aantal geiten voor Bonaire op basis van officiële cijfers van het slachthuis onbetrouwbaar. Dit komt doordat de meeste geiten op locatie of thuis worden geslacht.

Tot slot kan op basis van wat bekend is van semi-aride, natuurlijke beweiding wereldwijd, geconcludeerd worden dat de dichtheden van loslopend vee op Bonaire veel hoger zijn dan wat duurzaam mogelijk is voor de extensieve veehouderij. Een nieuwe vorm van veehouderij wordt daarom aanbevolen, niet alleen om de sector daadwerkelijke kansen te bieden maar ook om de negatieve ecologische en economische consequenties van het huidige systeem te verminderen.

1 Inleiding

Het houden van geiten is op Bonaire van cultureel-historische betekenis (Openbaar Lichaam Bonaire en het Ministerie van Economische Zaken 2014) en in het beleid dat door de LVV (Landbouw, Veeteelt en Visserij sector) is opgesteld, staat dat de sector juist moet groeien, mede als antwoord op de stijgende voedselprijzen op de wereldmarkt. Ook al wordt geschat dat minder dan 1% van de economische actieve bevolking full time werkzaam is in de landbouw, veeteelt en visserij, heeft deze sector een sociaaleconomische functie voor veel mensen. In de Beleidsnota Cultuur Bonaire: "Op en rond de kunukus" (Openbaar Lichaam Bonaire 2010) zou op basis van duurzame landbouw en nieuwe functies weer inkomen en werk gecreëerd kunnen worden. Als actiepunten zijn in dit rapport onder andere opgenomen:

- Stimuleren van de landbouw (productie en verkoop eigen landbouwproducten) door Kriabon, LVV en kunukeros;
- Onderhoudsplan dammen en putten door LVV DROB en kunukeros;
- Promoveren van het weer gaan leven in de kunuku door Kriabon, LVV en kunukeros;
- Organiseren van de kunukeros door kunukeros en LVV;
- Tegengaan van vandalisme in de kunukus door Kriabon, kunukeros, LVV, SSV (Beveiligingsdienst overheid), politie en de gezaghebber.
- Opstellen van een beheers- en ontwikkelplan voor de kunuku-gebieden door JAZ (Juridische en Algemene Zaken) en DROB.

In het meest recente Natuurbeleidsplan Caraïbisch Nederland wordt de huidige vorm van ongestructureerde veeteelt als bedreiging voor de natuur erkend (Ministerie van Economische Zaken 2013). Dit terwijl duurzaam gebruik van de natuur en niet de landbouw de belangrijkste economische pijler vormt voor de moderne economie en het toekomstperspectief voor Bonaire (Van der Lely et al. 2013; Schep et al. 2012). Daarnaast is een overmaat aan loslopend vee ook een van de grootste obstakels voor de duurzame landbouw en veeteelt ontwikkeling zelf. Dit komt door de reeds lang erkende schade aan vegetatie, bodem en waterhuishouding door overbegrazing, nutriënt-uitputting en erosie (Kolars 1966; Pisanu et al. 2005; Bakker et al. 2010; Müller et al. 2011; Gilliland 1952).

Daarom is er duidelijk de noodzaak om een nieuwe visie te ontwikkelen voor de agrarische en veeteelt sector. In het Natuurbeleidsplan Bonaire 1999 – 2004 (Eilandsraad van het Eilandgebied Bonaire 1999) staan reeds een aantal maatregelen genoemd (die verder met de Dienst Landbouw, Veeteelt en Visserij zouden worden ontwikkeld) om verantwoord gebruik van de grond te bewerkstelligen met als doel om bodem erosie door overbegrazing door geiten en ontginning te voorkomen.

Als eerste stap en essentieel gegeven is daarbij een goede schatting nodig van het aantal geiten dat op Bonaire rondloopt. Ander vee vormt in vergelijking met de geit namelijk een zeer klein deel van de totale veestapel van het eiland. Stellingen omtrent het aantal geiten op Bonaire lopen sterk uiteen. De Beleidsnota Cultuur stelt op basis van expert-informatie van de Dienst LVV, dat er op Bonaire ruim dertigduizend geiten voorkomen, en dat er 375 geitenhouders actief zijn (Openbaar Lichaam Bonaire 2010, p26). De nieuwste Beleidsvisie 2014-2019 Landbouw, Veeteelt en Visserij Bonaire meldt echter, op basis van een extrapolatie van de officiële slachtcijfers van het slachthuis Amboina, dat het aantal geiten tussen 1363 en 4054 dieren zou zijn, en het aantal kunukero's actief in de veeteelt op 200 (Openbaar Lichaam Bonaire 2014, p15 & 66). Gezien deze grote verschillen onderstreept de beleidsvisie dan ook "de noodzaak van een gedegen inventarisatie van de schapen en geitenkuddes en de telers en hun ambities als basis voor een veeteeltbeleid" (Openbaar Lichaam Bonaire 2014, p67). Deze studie levert hier een bijdrage aan doormiddel van empirisch onderzoek, teneinde een onderbouwde schatting te leveren van het aantal geiten op Bonaire, indien mogelijk verbijzonderd naar regio.

Deze studie vormt deel van een driedelig opdracht van het Ministerie van Economische Zaken (EZ) van Nederland en het Openbaar Lichaam Bonaire (OLB) waarin van eind 2014 tot het voorjaar van 2015 een verkennende studie werd uitgevoerd naar de mogelijkheden om de geitenhouderij op Bonaire te verzoenen met het behoud van de terrestrische en mariene natuur en de toeristische economie die daarvan afhankelijk is. De gehele studie bestaat uit drie fasen, waarvan er ondertussen twee zijn afgerond. De telling die hier wordt gepresenteerd is onderdeel van de eerste fase. Een verkenning van de historie van de geitenhouderij op Bonaire is ook onderdeel van de eerste fase. In de tweede fase is een reeks gesprekken gevoerd met een variëteit van betrokkenen op het eiland, waarin ook eerste ideeën voor oplossingen aan de orde zijn gekomen. Mede op grond van deze gesprekken en de resultaten van de eerste fase zijn vervolgens vier beleidsscenario's uitgewerkt, waaronder het nul-scenario waarin niets gedaan wordt. Dit alles wordt later aan de opdrachtgevers gepresenteerd. Oogmerk van de derde –nog uit te voeren– fase van deze studie is het uitwerken en doorrekenen van één of meer voorkeursscenario's. Daarbij is in het proces een verdere dialoog voorzien met de betrokkenen op het eiland, om de voorkeursscenario's van verdere onderbouwing én draagvlak te voorzien.

De doelstellingen van dit onderzoek zijn:

- Een kwantitatieve schatting te maken van het aantal geiten op Bonaire, alsmede inzicht verkrijgen in de verspreiding van dieren over het eiland.
- Vergelijking van oudere "expert-based" kwalitatieve schattingen van geiten-aantallen voor Bonaire.
- Interpretatie van de geschatte dichtheden in relatie tot wat bekend is over de duurzame draagcapaciteit voor vergelijkbare semi-aride ecosystemen.

2 Materiaal en methode

Veldmethodes

Er zijn verschillende mogelijkheden overwogen om een schatting te maken van het aantal geiten op Bonaire. Ten dele zijn deze overwegingen gedaan op basis van op Bonaire uitgevoerde opportunistische pilot-studies met het gebruik van drones en luchtfotos (door Erik Meesters, IMARES) en onderzoek naar de mogelijkheid om foto's te nemen door laagvliegende vliegtuigen en de juridische randvoorwaarden voor de inzet hiervan boven de grote delen van het eiland waarvoor vliegverboden gelden. Technische beschouwingen ten aanzien van de verschillende mogelijkheden waren als volgt:

- Luchtfoto's: met een drone, helikopter of vliegtuig zou het eiland vlakdekkend vanuit de lucht gefotografeerd kunnen worden. Dieren in kunuku's zonder bomen, de stedelijke omgeving en op de kustvlakten zouden op deze manier goed in beeld kunnen worden gebracht. Dieren in een omgeving met bos of struiken zullen echter vaak worden gemist, vooral tijdens de regentijd waarbij alle vegetatie is uitgelopen. Omdat deze methode zal leiden tot een sterke onderschatting van het totale aantal geiten in sommige gebieden is hiervoor niet gekozen.
- Wellicht worden minder dieren gemist indien gebruik wordt gemaakt van een warmtebeeldcamera. Een correcte identificatie (is het object daadwerkelijk een geit of een schaap) zal dan een uitdaging gaan worden en daarom is hiervoor niet gekozen.
- Interviews: de geitenhouders zouden persoonlijk kunnen worden benaderd met de vraag hoeveel geiten zij in hun bezit hebben. Deze methode kent twee bezwaren. In de eerste plaats zijn geiten een 'gevoelig' onderwerp op Bonaire waardoor het niet waarschijnlijk lijkt dat er veel medewerking komt voor een dergelijk onderzoek. In de tweede plaats blijven de verwilderde geiten op deze manier buiten beschouwing. Onderzoek d.m.v. interviews zal dan ook leiden tot een forse onderschatting van het aantal dieren op het eiland.
- Vlak dekkend veldonderzoek; hierbij wordt het gehele gebied doorkruist waarbij dan in principe alle individuen worden gedetecteerd. Deze methode zou in principe de meest betrouwbare resultaten opleveren, maar gezien de enorme inspanning die dit soort onderzoek met zich meebrengt, is dit geen realistische optie.
- Veldonderzoek op basis van de distance sampling methodiek (Buckland et al. 2001). Dit is een breed geaccepteerde methode om dichtheden te schatten waarmee uiteindelijk de omvang van een populatie te bepalen is. Een belangrijk basisconcept bij distance sampling is dat de waarschijnlijkheid dat een dier wordt waargenomen afneemt wanneer de afstand tot de waarnemer toeneemt. Op sommige plekken in de stedelijke omgeving (hoge muren) zal dit uitgangspunt niet opgaan, maar op het overgrote deel van het eiland dat praktisch overal min of meer begroeid is gaat dit wel op. Distance sampling lijkt dan ook de beste optie voor dit onderzoek.

Op basis van deze beschouwingen is gekozen voor de distance sampling aanpak. Zie Buckland et al (Buckland et al. 2001; Buckland et al. 2004) voor de achtergronden van deze methode.

Geiten en schapen op Bonaire kunnen voor het onervaren oog op elkaar lijken daar de meest-voorkomende (tropische) schapenrassen geen wol hebben (Barbados black-belly en South African black-head sheep). Het beste kenmerk is in veel gevallen de staart (smal, kort en omhoog gericht bij een geit en breed, lang en naar beneden gericht bij een schaap).

Survey ontwerp

In eerste instantie is m.b.v. GIS het relevante landoppervlak voor geiten bepaald (dus exclusief de saliñas, industriegebieden en het vliegveld). Vervolgens zijn 75 lijntransecten van 500 m (het maximaal haalbare in de beschikbare tijd voor het veldonderzoek) met behulp van het programma Distance 6.2 (<http://distancesampling.org>) via een zogenaamd 'random systematic design' (Buckland et al. 2001) over het eiland verdeeld in transecten. Eenmaal op het eiland bleek dat het geen haalbare kaart was om deze

transecten aan te houden. De vegetatie is op de meeste plaatsen zo dicht, met zoveel stekels, dat er geen doorkomen aan was op de meeste locaties. Bij één transect is het nog wel geprobeerd en is met een machete een doorgang geforceerd. Het resultaat was veel lawaai, geen enkele waarneming en een geperforeerd en bebloed waarnemersteam. Alleen in het oostelijk kustgebied, waar dichte vegetatie ontbreekt, konden de oorspronkelijke transecten aangehouden worden. Op de andere locaties werd het dichtstbijzijnde pad, onverharde weg of verharde weg gekozen, en werd daar het transect gelopen. In totaal heeft het veldwerk 70 uur in beslag genomen en werden 75 transecten gelopen.

Transecten werden gelopen met twee personen; de waarnemer (SL) voorop en de navigator (PB) daarachter. Bij elk transect werd een waypoint (GPS locatie) van het beginpunt genomen en hemelsbreed 500 meter verder een waypoint van het eindpunt. In sommige gevallen was het niet mogelijk 500 meter af te leggen. Bij elke waarneming werd ook een waypoint genomen en werd (loodrecht op het transect) de afstand gemeten tot het centrum van de groep met een Leica CRF 1000-R afstandmeter. Verder werd de soort genoteerd (geit, schaap, ezel), de groepsgrootte en de respons op de waarnemer (geen reactie, weglopen of wegrennen). Indien de omstandigheden dat toelieten werd de leeftijd van de dier bepaald ('Onvolwassen' of 'Volwassen'). Zo mogelijk werd ook het geslacht genoteerd. Van de dieren die uitsluitend zijn gehoord is wel de locatie genoteerd, maar deze zijn niet in de analyse meegenomen. Bij elke waarneming werd ook het percentage horizontale vegetatiebedekking geschat.

Tijdens het veldwerk werd ook een indeling gemaakt in de verschillende regio's. Als basis werd het ruimtelijke ontwikkelingsplan van Bonaire gebruikt (<http://publicatie.burovijn.nl/Bonaire>) dat is aangepast op basis van de indrukken in het veld. M.b.v. GIS werden de oppervlakken van de verschillende regio's bepaald. Alle waypoints zijn geladen in Google Earth waar de feitelijk gelopen afstand per transect is bepaald (bijlage 1).

Analyse

Voor de modelberekeningen is het programma Distance 6.2 gebruikt waarbij alle waarnemingen met een afstand groter dan 150 m (4% van de waarnemingen) buiten beschouwing zijn gelaten. Dit waren waarnemingen met een afstand van respectievelijk 188, 325, 490 en 571 m. In de geëvalueerde modellen zijn 'half-normal' en 'hazard-rate' detectiefuncties gebruikt met 'cosine adjustments'. Om een populatie-omvang per regio te verkrijgen is gestratificeerd waarbij de 'encounter rate' en de 'groepsgrootte' op regioniveau zijn bepaald. De detectiefunctie is globaal gefit omdat in elke regio de aanbevolen minimaal aantal waarnemingen van tenminste 60 – 80 niet is gehaald (Buckland et al. 2001). In alle regio's waren meer dan de (aanbevolen) 20 transecten aanwezig, met uitzondering van het stedelijke gebied met 6 transecten (en slechts een waarneming). In eerste instantie zijn een aantal modellen gedefinieerd met 'Conventional Distance Sampling' en vervolgens met 'Multiple Covariate Distance Sampling' waarin de invloed van de covariaten 'vegetatiebedekking', 'stratum' en 'groepsgrootte' is onderzocht.

In Distance zijn verschillende alternatieve modellen met elkaar vergeleken en op basis van het Akaike's Information Criterion is een 'Multiple Covariates Distance Sampling' model gekozen met de horizontale vegetatiebedekking als covariaat.

3 Resultaten

Figuur 1 laat de transecten zien die door Distance zijn uitgezet in een 'random systematic design' , alsmede de feitelijk gelopen transecten. In de meeste gevallen kon in de buurt een alternatief transect gevonden worden, met uitzondering van transect 70 en 72 waar meer dan een kilometer moest worden uitgeweken.



Figuur 1: De 75 transecten die zijn uitgezet via een 'random systematic design' in rood en de feitelijk gelopen transecten (in geel).

Tijdens het veldwerk werd al snel duidelijk dat er op Bonaire 'goatwise' vijf verschillende regio's onderscheiden kunnen worden (zie ook figuur 2):

1. Agricultural (kunuku) areas (AGRI)

Regio's met dicht struikgewas en veel cactussen, afgewisseld met stukjes landbouwgrond (kunuku's) die soms compleet zijn afgegraasd, maar in andere gevallen dicht zijn begroeid. Lokale regelgeving schrijft voor dat geiten de eigen grond niet mogen verlaten. In de praktijk echter lopen veel geiten los omdat de poort van veel kunukus openstaat en/of omheiningen in deplorabele staat verkeren.

2. Coastal and semi-open scrub areas (CDOS)

Geiten komen ook voor op de vlaktes en in het droge struikgewas nabij de kust. In deze gebieden gaat het waarschijnlijk om zowel verwilderde dieren als uitzwermende kunuku-dieren.

3. Forest and dense scrub areas (DFDS)

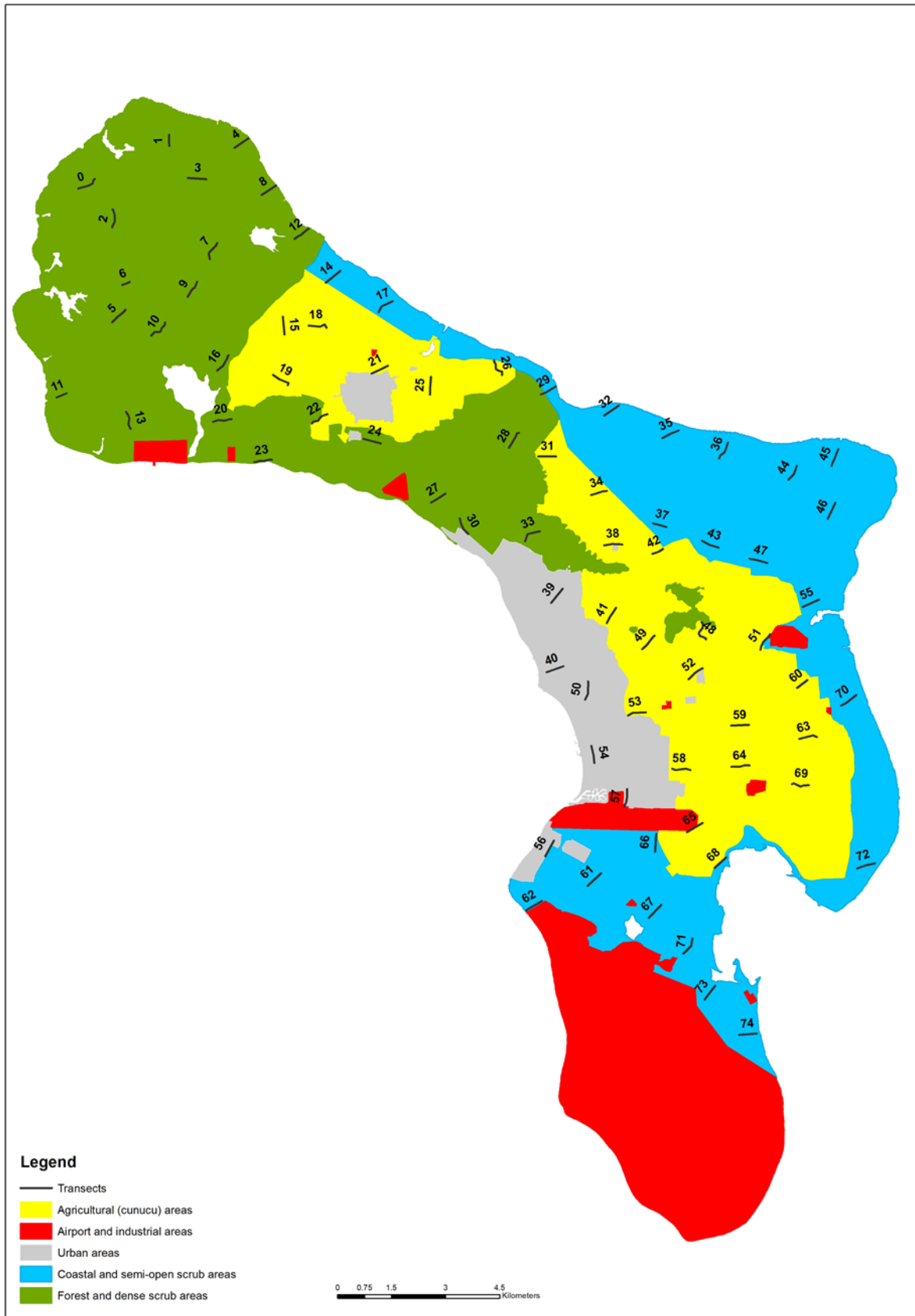
Dit gebied omvat niet alleen het Washington-Slagbaai NP, maar ook de aanliggende gebieden Labra en Brazil en het gebied ten zuidoosten daarvan. Bij de overdracht van het Washington NP aan de landsregering van de Nederlandse Antillen in 1969 heeft de toenmalige eigenaar bedongen dat zijn zoon tot aan zijn dood geiten mag houden in dit gebied. Bij de aankoop van Slagbaai door de Stichting Nationale Parken Nederlandse Antillen in 1977 is een onbekend aantal ongemerkte, loslopende geiten als integraal deel van de plantage overgekomen op de nieuwe eigenaar. Deze verwilderde dieren hebben zich inmiddels ook verspreid over de aanliggende gebieden Labra en Brazil. Er is een substantieel aantal geiten in het gebied aanwezig en de begrazingsdruk is hoog. Op een flink aantal plekken is er nauwelijks ondergroei aanwezig. Geiten in Washington worden bejaagd (met goedkeuring van de eigenaar). In Slagbaai, Labra en Brazil worden ze voornamelijk gestroopt. Geiten zijn in deze gebieden erg schuw.

4. Urban areas (URB)

Geiten worden soms ook in tuinen in de stedelijke omgeving gehouden en loslopende geiten worden dan ook geregeld aangetroffen in het stedelijke gebied (pers mededeling Paulo Bertuol).

5. Airport and industrial areas

Het vliegveld en de meeste industriegebieden zijn omheind en daar komen geiten dan ook niet voor. Het Cargill gebied is wel toegankelijk voor geiten maar naar verluidt komen deze hier niet voor (pers mededeling Paulo Bertuol).



Figuur 2: de verschillende regio's op Bonaire, inclusief de gelopen transecten

In tabel 1 staan de oppervlakken van de verschillende regio's, de totaal afgelegde transectafstand en de gemiddelde vegetatiebedekking van de transecten. De vegetatiebedekking is vanzelfsprekend een belangrijk gegeven i.v.m. de detectiekans. In het stedelijk gebied en de kustgebieden is de vegetatie (gemiddeld) spaarzaam aanwezig, in de kunuku gebieden is al veel meer begroeiing aanwezig en het bos is het dichtst begroeid.

Tabel 1: Oppervlak, totale transectlengte en gemiddelde vegetatiebedekking per regio.

Areas	Surface [km ²]	Total transect length [km]	Average of Vegetation cover
Agricultural (kunuku) areas (AGRI)	64	12	46%
Coastal and semi-open scrub areas (CDOS)	63	11	22%
Forest and dense scrub areas (DFDS)	82	11	63%
Urban areas (URB)	20	3	14%
Airport and industrial areas	42	-	-
Total	271	37	41%

In tabel 2 staat het aantal afgelegde transecten per regio, alsmede op welke 'ondergrond' het transect gelopen is. Alleen in de kustregio's was het in veel gevallen mogelijk om het oorspronkelijke (cross country) transect aan te houden. In de andere gebieden moest veelal worden uitgeweken naar een pad of een weg.

Tabel 2: Aantal transecten per regio inclusief de 'ondergrond'.

Areas	Transects				
	Total number	Cross country	Trail	Dirt road	Main road
Agricultural (kunuku) areas	24	1		19	4
Coastal and semi-open scrub areas	23	15	1	7	
Forest and dense scrub areas	22	4	7	9	2
Urban areas	6	-	-	1	5
Airport and industrial areas	-	-	-	-	-
Total	75	20	8	36	11

In tabel 3 staat het aantal waarnemingen (van groepen), het aantal individuen en de gemiddelde groeps grootte. Opvallend is dat de gemiddelde groeps grootte in de landbouwgebieden en in de kustgebieden ongeveer gelijk zijn, en veel groter dan het gemiddelde in het bos.

Tabel 3: Aantal geiten per regio en de gemiddelde groeps grootte en het gemiddelde per transect.

Areas	Number of groups	Number of individuals	Average groupsize
Agricultural (kunuku) areas	32	240	7.5
Coastal and semi-open scrub areas	17	129	7.6
Forest and dense scrub areas	46	101	2.2
Urban areas	1	3	3.0
Airport and industrial areas	-	-	-
Total	96	473	4.9

In de landbouwgebieden zijn lang niet alle kunuku's afgesloten. Geregeld staat de poort open of verkeert de omheining in deplorabele staat zodat geiten gemakkelijk de omgeving in kunnen lopen. In tabel 4 staat het aantal waarnemingen, het aantal individuen en de gemiddelde groeps grootte van geiten in deze regio. Hieruit blijkt dat ongeveer 62% van de dieren opgesloten is, de rest kan ofwel gemakkelijk het terrein af, of loopt al in kleine groepjes in de directe omgeving.

Tabel 4: Aantal geiten in de kunuku regio en de gemiddelde, minimale en maximale groeps grootte.

Agricultural (kunuku) areas	Number of groups	Number of individuals	Groupsize		
			Average	Minimum	Maximum
Closed kunuku	9	148	16.4	2	48
Open kunuku	5	28	5.6	2	10
Outside kunuku	18	64	3.6	1	17
Total	32	240	7.5	1	48

Geiten in de verschillende gebieden reageren anders op de waarnemer. De geiten in het bos, waar ze bejaagd worden, rennen meestal meteen weg wanneer ze de waarnemer zien (tabel 5). In het landbouwgebied en de kustzone komt een vluchtreactie weinig voor.

Tabel 5: Respons op de waarnemer per regio.

Areas	Number of individuals	No response	Moving away	Running away
Agricultural (kunuku) areas	240	82%	8%	11%
Coastal and semi-open scrub areas	129	72%	19%	9%
Forest and dense scrub areas	101	7%	21%	72%
Urban areas	3	100%	0%	0%
Airport and industrial areas	-	-	-	-
Total	473	63%	13%	23%

Op het eiland lijken meer geiten dan bokken aanwezig te zijn (tabel 6), maar aangezien dit voor een vrij beperkt deel van de dieren is bepaald, dient deze verhouding niet als hard getal te worden gebruikt. Van meer dieren is de leeftijd bepaald, waarbij is gebleken dat het in 16% van de gevallen om onvolwassen dieren ging.

Tabel 6: Leeftijd en geslacht per regio.

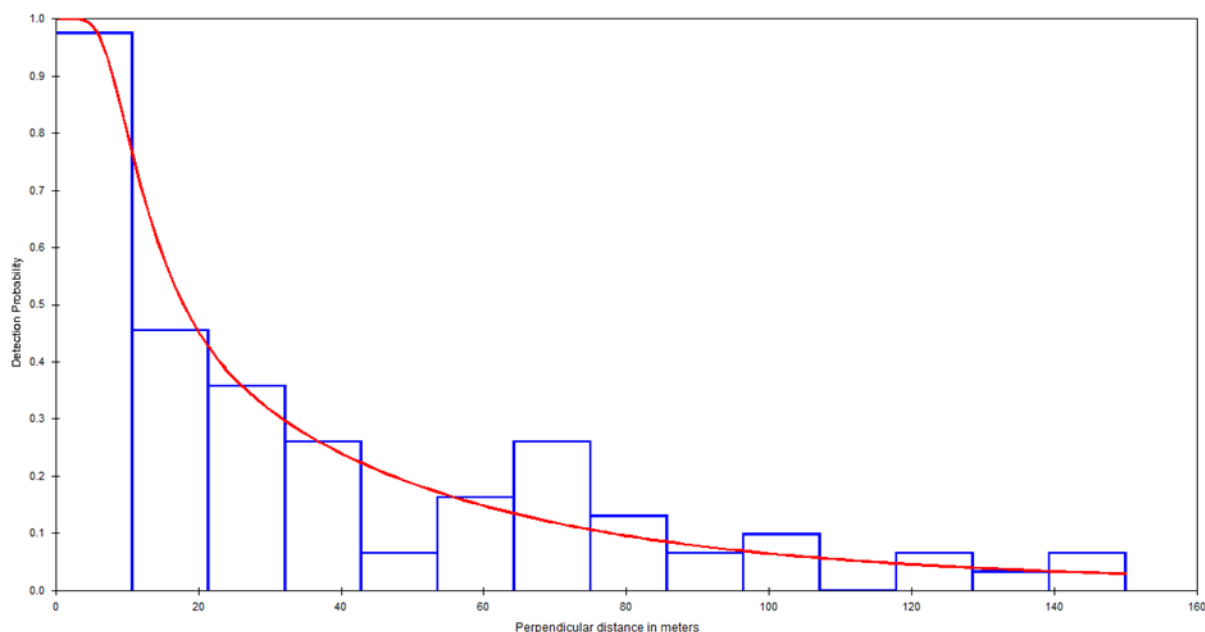
Areas	Adults			Siblings		
	Total	Males	Females	Total	Males	Females
Agricultural (kunuku) areas	72	14	20	10	-	-
Coastal and semi-open scrub areas	33	4	14	10	-	-
Forest and dense scrub areas	68	8	15	14	1	1
Urban areas	3	-	-	-	-	-
Airport and industrial areas	-	-	-	-	-	-
Total	176	26	49	34	1	1

In Distance zijn verschillende alternatieve modellen met elkaar vergeleken en op basis van het Akaike's Information Criterion is daaruit het 'optimale' model geselecteerd (Buckland et al. 2001). In dit geval was de minimale (=beste) AIC 798.82. De settings van dit model waren:

- Datafilter: waarnemingen > 150 m niet meenemen in de analyse (4%)
- Multiple Covariates Distance Sampling
- Covariaat: horizontale vegetatiebedekking
- Variantie: empirisch bepalen
- Stratificatie: per stratum (regio)
- Modeluitkomsten:
 - Dichtheid bepalen: global en per stratum
 - 'Encounter rate' : per stratum
 - Detectiefunctie: globaal
 - Groepsgrootte: per stratum
- Functie: hazard rate met 'cosine adjustments'
- Groepsgrootte: 'size bias' regressie

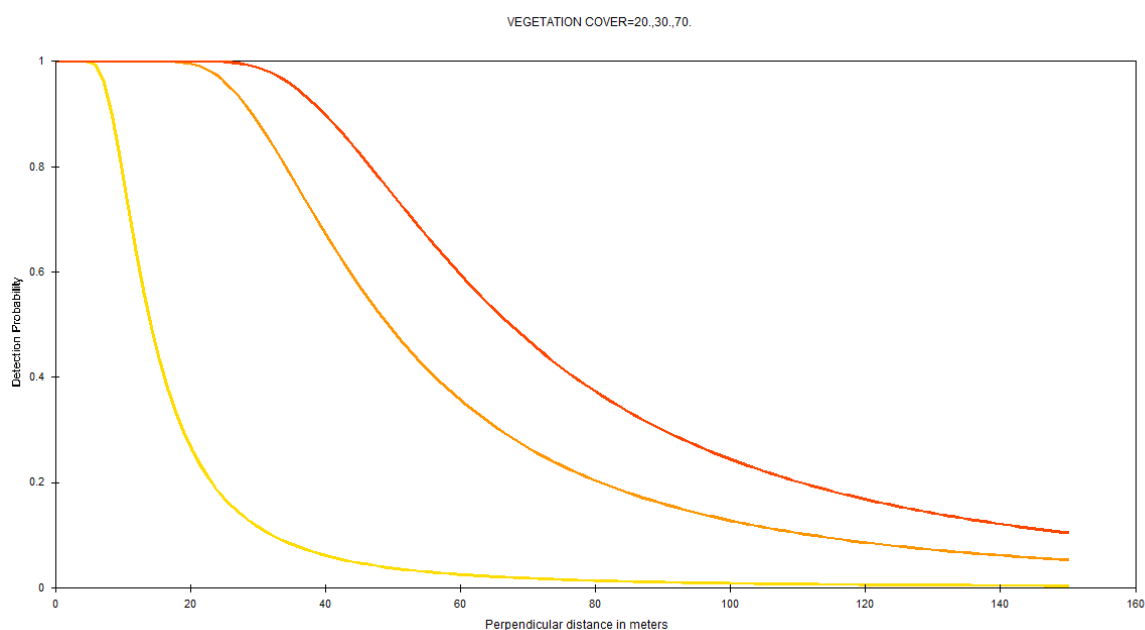
De complete modeloutput staat in bijlage 4.

In figuur 3 staat de (globale) detectiefunctie op basis van de waarnemingen binnen een afstand van 150 m. Hieruit blijkt dat de detectiekans snel lager wordt als de afstand tot de waarnemer groter wordt. Dit komt doordat een groot deel van Bonaire (dicht) is begroeid.



Figuur 3: Globale detectiefunctie.

De invloed van de 'Vegetatiebedekking' kan goed zichtbaar worden gemaakt indien detectiefuncties voor verschillende waarden van deze covariaat worden bepaald (figuur 4). Hieruit blijkt dat de detectiekans zeer sterk toeneemt wanneer de vegetatiebedekking afneemt.



Figuur 4: Detectiefuncties voor verschillende waarden van de Vegetatiebedekking.

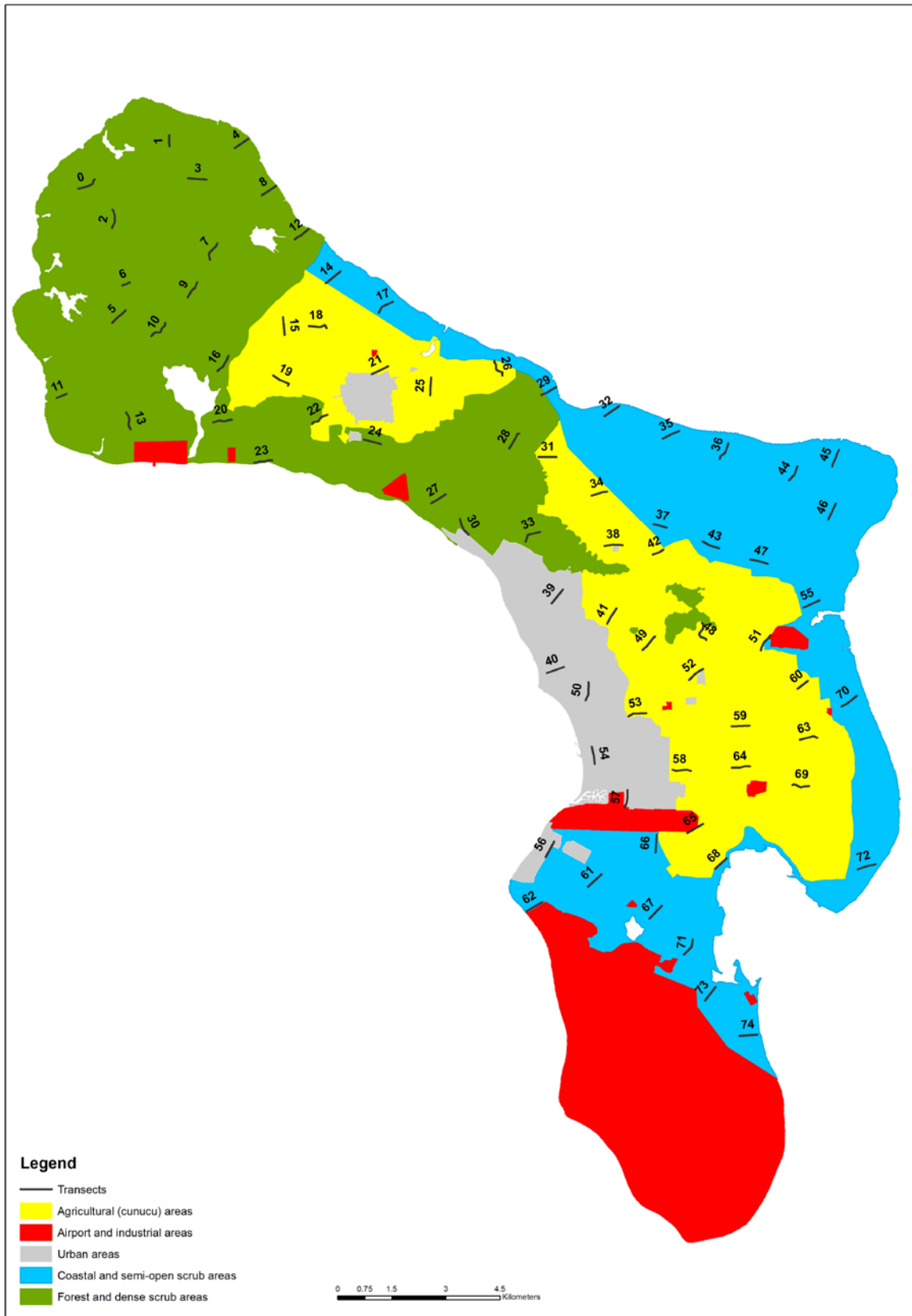
Tabel 7: dichtheden van groepen, dichtheid van individuen en aantal per regio en het totaal, inclusief de variantie (%CV), het aantal vrijheidsgraden (df) en het betrouwbaarheidsinterval (95% confidence interval).

Density groups	Estimate	%CV	df	95% Confidence Interval	
Agricultural (kunuku) areas	40,133	29,21	32,99	22,423	71,829
Coastal and semi-open scrub areas	20,639	44,87	25,5	8,5501	49,821
Forest and dense scrub areas	65,556	29,46	29,95	36,367	118,17
Urban areas	5,1982	99,99	5,15	0,62288	43,382
Total	40,86	21,78	71,85	26,604	62,757
Density individuals	Estimate	%CV	df	95% Confidence Interval	
Agricultural (kunuku) areas	249,83	38,45	61,5	118,91	524,91
Coastal and semi-open scrub areas	61,792	54,63	38,47	21,969	173,8
Forest and dense scrub areas	146,87	31,16	37,13	79,263	272,13
Urban areas	15,595	99,99	5,15	1,8687	130,15
Total	141,12	25,14	135,87	86,501	230,24
Number of individuals	Estimate	%CV	df	95% Confidence Interval	
Agricultural (kunuku) areas	16057	38,45	61,5	7642	33736
Coastal and semi-open scrub areas	3871	54,63	38,47	1376	10887
Forest and dense scrub areas	12012	31,16	37,13	6483	22257
Urban areas	309	99,99	5,15	37	2578
Total	32248	25,14	135,87	19766	52612

In tabel 7 zijn de belangrijkste modeluitkomsten samengevat op drie verschillende niveaus (dichtheid van groepen, dichtheid van individuen en het totale aantal individuen). De hoogste dichtheid 65,6 groepen per km² wordt aangetroffen in het bos, gevolgd door een dichtheid van 40 groepen/km² in de kunuku gebieden. Dit zijn ook de gebieden met het hoogste aantal dieren, maar doordat de gemiddelde groepsgrootte in het bos veel kleiner is dan in de kunuku-gebieden is de dichtheid van individuen daar het hoogst (250 dieren/km²).

Voor het totale eiland wordt een totaal van ongeveer 32.200 dieren berekend. Op basis van het (95%) betrouwbaarheidsinterval wordt het minimale aantal dieren op ongeveer 19.800 individuen geschat, en het maximale aantal op ca. 52.600 dieren. Van deze dieren komt ongeveer 50% voor in de landbouwgebieden, 12% in de kustgebieden, 37% in het bos en 1% in de stedelijke gebieden. Gezien het uitblijven van een respons op de waarnemer (tabel 5) en de gemiddelde groepsgrootte (tabel 3) lijkt het aannemelijk dat het grootste deel van de dieren in de kustgebieden uitgezwermde kunuku dieren zijn. Indien we er van uitgaan dat 80% (globale aanname) van deze dieren eigenlijk kunuku-dieren zijn dan zijn er op Bonaire dus ongeveer 60% kunuku geiten en 40% dieren zonder eigenaar.

Figuur 5 laat het aantal waargenomen dieren per transect zien. In de regio 'bos' valt op dat er geen enkele geit is waargenomen in het zuidelijke deel van deze regio, terwijl ze in het NP, Labra & Brazil algemeen zijn. In de kustzone zijn geiten het meest algemeen in het centrale deel.



Figuur 5: Aantal geiten per transect.

4 Discussie

Bij Distance sampling zijn er een aantal aannamen van belang voor een betrouwbare populatieschatting (Buckland *et al.* 2001).

1. Dieren op de transectlijn worden met 100% zekerheid gedetecteerd
2. Dieren worden gedetecteerd voordat ze reageren op de waarnemer.
3. De gemeten afstand tot de transectlijn is correct.
4. De dichtheden zijn statistisch uniform verdeeld t.o.v. de transectlijn.

Ad 1

Aangezien alle transecten waren gelegen op een goed begaanbare weg/pad of door min of meer open terrein liepen, is het onwaarschijnlijk dat dieren op de transectlijn zijn gemist.

Ad 2

Dieren die uitwijken voor de waarnemer beïnvloeden de vorm van de detectiefunctie. Het aantal waarnemingen nabij de transectlijn neemt dan af, waardoor het snijpunt van de detectiefunctie met de y-as lager komt te liggen en de geschatte dichtheid dus ook afneemt. In het landbouwgebied en in de kustzone komt een vluchtreactie weinig voor en daarom is het niet waarschijnlijk dat in deze gebieden de dichtheidsschatting substantieel is beïnvloed. In het bos echter (waar de dieren gewoonlijk schuw zijn en het zicht beperkt is) kan niet uitgesloten worden dat dieren zich van de waarnemer hebben verwijderd. Het is daarom mogelijk dat de dichtheid in het bos wordt onderschat.

Ad 3

De afstanden zijn nauwkeurig gemeten met behulp van een goed functionerende laser-gebaseerde afstandmeter.

Ad 4

In principe wordt afgeraden om transecten te lopen over een weg of een pad (Buckland *et al.* 2001), omdat deze enerzijds meestal niet-random verdeeld zijn over een gebied en anderzijds invloed kunnen hebben op het aantal dieren (door aantrekking of vermijding). Doordat wij in alle gevallen (wanneer het oorspronkelijke transect niet toegankelijk was) zijn uitgeweken naar het dichtstbijzijnde pad/weg gaan wij er van uit dat de gelopen transecten wel ongeveer random zijn verdeeld over het studiegebied. Daarnaast hebben wij niet geconstateerd dat geiten worden aangetrokken door paden/wegen, of dat ze die vermijden. Wij gaan er daarom van uit dat het uitwijken naar een begaanbaar pad of weg geen grote invloed heeft gehad op de resultaten van deze survey.

Dit is voor het eerst dat er een gerichte kwantitatieve telling is geweest van het aantal geiten op Bonaire. Onze schatting levert een dichtheid op van 1,41/ha (minimaal 0,86 en maximaal 2,30). Eerdere schattingen in de jaren 50 van de vorige eeuw kwamen ook uit in deze orde van grootte. Als belangrijkste bron daarvoor kan genoemd worden de studie van Westermann and Zonneveld (1956). De gevolgen van hoge vee-dichtheden zijn onder meer, een vermindering of zelfs het ontbreken van de successie van de vegetatie, degradatie van biotopen, erosie, en veelal een lage opbrengst en slechte kwaliteit van het slachtvee. Bij actief beheer van geschikt weide areaal, zoals dit wettelijk als "agrarisch gebied" bestemd is in het eilandelijk bestemmingsplan voor Bonaire, is te verwachten dat de draagcapaciteit wellicht hoger zal zijn (Alberta RMB 2004). Naast Westermann and Zonneveld (1956) hebben diverse andere auteurs door de jaren heen er op gewezen dat voor het huidig systeem van gebrekkig weide- en kuddebeheer, de veestapel te hoog was (Duclos 1954; Coblentz 1980).

Het is welbekend dat semi-aride ecosystemen zoals van Bonaire (De Freitas et al. 2005) extra gevoelig zijn voor overbegrazing (Skarpe 1991). Onbeheerde geitenpopulaties kunnen een ernstigste bedreiging vormen voor de endemische flora en fauna van eilanden wereldwijd en dat geldt ook voor Caribisch Nederland (Van Buurt en Debrot 2012). Aantasting van inheemse plantengemeenschappen door geiten en/of andere uitheemse grazers creëert zelfs vaak omstandigheden die de vestiging en verspreiding van invasieve, uitheemse plantensoorten bevordert. Naast directe vraat levert de verstoring dus een mogelijk verdere en permanentere degradatie van de inheemse flora door invasieve exoten een voordeel te geven (Fig. 6). Verschillende voorbeelden van dergelijke dynamiek worden aangetoond en/of besproken door Debrot en de Freitas (1993) en Van der Burg et al. (2012). De beperking, beheer en/of eradicatie van geitenpopulaties op eilanden vormt daarom ondertussen ook een van de belangrijkste middelen ter bescherming van de biodiversiteit (Campbell and Donlan 2005). Zo kunnen twee succesvolle eilanden-eradicaties van geiten reeds genoemd worden voor de Dutch Caribbean (Campbell and Donlan 2005). Daarbij is een belangrijk aandachtspunt dat het vaak erg moeilijk is voor de lokale bevolking om het causaal verband te begrijpen tussen overbegrazing en de veroorzaakte verarmde vruchtbaarheid van de bodem en verdroging (Skarpe 1991). Wanneer planten grondig worden begraasd en bedekking verdwijnt dan treedt er sneller verlies op van organische stof in de bodems en hierna is herstel van de bodems nauwelijks mogelijk (Albaladejo et al. 1998). In zoute gebieden van Thailand beschrijven Nemoto and Panchaban (1991) hoe overbegrazing leidt tot verzilting in de droge tijd en toegenomen erosie in de regentijd. Op het semi-aride Sta. Catalina Island in California werd de natuurlijke begroeiing verarmd en over-begraasd met geit-dichtheden van 0,25/ha (Coblentz 1977). Op Pinta Galapagos was een geiten dichtheid van 1,69/ha aanleiding om geiten uit te roeien waarna het ecologisch herstel ook zeer snel bleek te zijn (Hamann 1993). In aride delen van Zuid Australië beschrijven Pople et al. (1996) gemiddelde dichtheden van geiten van 0,25/ha en hoger als zijnde een ernstig milieu en landbouw plaag. Tot slot, Brennan et al. (1993) beschrijven de noodzaak om geiten te dunnen bij dichtheden van 0,16/ha. Voor semi-aride gebieden in Australië worden geiten al bij gemiddelde dichtheden van minder dan 0,1/ha beschouwd als een ernstig landbouw en milieuplaag (Southwell and Pickles 1993; Southwell et al. 1993).

Op Curacao is gebleken dat dunnen tot 0.1 geit per hectare voldoende is om snelle ecologisch herstel toe te staan (Debrot and de Freitas, pers. comm.). Dit is dan ook gekozen als doel voor de huidige vee-vangacties voor het Slagbaai Park.

Al in 1952 had Duclos (1954) aanbevolen om de veestapel terug te brengen naar 2000 om herstel van bodems en het bosbestand toe te staan in Bonaire. Westermann and Zonneveld (1956, p. 40) wezen ook overtuigend al op verschillende problemen veroorzaakt door ontbossing en door overbegrazing:

- erosie was toen overal ernstig
- de aangelegde water reservoirs liepen daardoor regelmatig vol met slib,
- er was veel verlies van schaars zoetwater vanwege de slechte waterhuishouding van het geërodeerde land en
- er kwamen op laaggelegen delen periodieke overstromingen voor door de slechte waterhuishouding
- vernieuwing van de bomenvegetatie duidelijk bijna onmogelijk was geworden (Westermann and Zonneveld 1956, p. 47) hetgeen vandaag betekent dat veel inheemse bomen met uitsterven worden bedreigd (De Freitas and Rojer 2013)



Figuur 6. Infestatie met de invasieve boom Calotropis procera door extreme overbegrazing door verwilderde ezels op het terrein van Donkey Sanctuary, Bonaire (Foto: A. Debrot).

Recentere studies maken daarnaast duidelijk dat loslopend en onbeheerd vee ook verschillende andere maatschappelijke kosten met zich meebrengt. Dit zijn onder andere a) gevaar voor het verkeer b) oorzaak van stof (Nolet and Veen 2009), c) kostbare omheiningen voor eenieder die een tuin wil hebben d) schade aan landbouw, tuinen en plantsoenen door vraat, erosie en bodemuitputting e) oorzaak voor verval van het koraalrif mede door eutrofiering (Slijkerman et al. 2014) en sediment (Meesters et al. 1992, Figuur 7). Vooral dit laatste probleem is van grote economisch gevolg voor Bonaire. Debrot and Sybesma (2000) gaven overbegrazing en erosie aan als twee van de drie grootste bedreigingen voor het koraal rif aan. Korallen vormen namelijk de basis voor het moderne duiktoerisme en voor de visstand, en leiden ernstig aan de frequente modderstromen en andere bedreigingen waardoor deze cruciale pijler van duiktoerisme en visserij al jaren snel achteruit gaan (Fabricius 2005; Bak et al. 2005).



Figuur 7. Voorbeeld van een modderstroom op het rif na een korte regenbui op Curaçao (Foto: A. Debrot).

5 Conclusie

Bonaire kan 'goatwise' worden ingedeeld in vijf gebieden:

1. **Agricultural (kunuku) areas** : met gedomesticeerde geiten, wel of niet binnen de kunuku
2. **Coastal and semi-open scrub areas** : met uitgezwermde kunuku-dieren alsmede 'wilde' dieren.
3. **Forest and dense scrub areas** : met 'wilde' dieren in kleine groepjes.
4. **Urban areas**: soms worden gedomesticeerde dieren in tuinen gehouden in de stedelijke omgeving.
5. **Airport and industrial areas**: hier zijn geen geiten aanwezig.

In totaal werden 75 transecten geïnventariseerd met een totale lengte van 37 km. In de meeste gevallen kon het transect niet 'cross country' worden afgelopen, maar werd uitgeweken naar een pad of een weg.

In totaal werden 96 groepen geiten vastgesteld met in totaal 473 dieren. Dieren in het bos komen in kleine groepen voor en zijn erg schuw omdat er op gejaagd wordt, in de kunuku-gebieden en in de kustzone zijn de dieren weinig schuw en is de gemiddelde groepsgrootte beduidend hoger.

Ongeveer 62% van de dieren in het landbouwgebied bevindt zich in een afgesloten kunuku, de rest kan naar buiten lopen, of doet dat al.

In Distance zijn verschillende alternatieve modellen met elkaar vergeleken en op basis van het Akaike's Information Criterion is daaruit het 'optimale' model geselecteerd. In dit geval was dit een 'Multiple Covariates Distance Sampling' model waarbij als covariaat de (horizontale) vegetatiebedekking was meegenomen.

Voor het totale eiland wordt een totaal van ongeveer 32.200 geiten berekend, met een bandbreedte van ca. 19.800 - 52.600 dieren (95% betrouwbaarheidsinterval). Het is mogelijk dat het aantal dieren in het bos wordt onderschat. Eerdere schattingen variëren van 4.054 (Openbaar Lichaam Bonaire 2014) tot ruim 30.000 (Openbaar Lichaam Bonaire 2010). Deze survey versterkt deze laatste (hoge) schatting (nl. 32.200 geiten). Het hier geschatte minimum aantal (ca 19.800) ligt ver boven de geschatte 4.054 geiten in de Beleidsvisie Landbouw van 2014. Van deze dieren komt ongeveer 50% voor in de landbouwgebieden, 12% in de kustgebieden, 37% in het bos en 1% in de stedelijke gebieden.

De meeste dieren in de kustzone betreffen waarschijnlijk uitgezwermde kunuku-dieren. Indien we ervan uitgaan dat 80% van deze dieren eigenlijk kunuku-dieren zijn (globale aanname), dan zijn er op Bonaire ongeveer 60% kunuku geiten en ongeveer 40% dieren die 's avonds niet "thuis komen" en die hierdoor als semi-verwilderd te beschouwen zijn.

In het bos zijn geiten het meest algemeen in het Washington-Slagbaai NP, terwijl ze in het zuidelijke deel van het eiland niet of nauwelijks lijken voor te komen. De dichtheden in de kunuku-gebieden lijken geografisch weinig te verschillen. In de kustzone lijken de meeste geiten in het centrale deel voor te komen terwijl zij in de stedelijke omgeving schaars zijn.

Tijdens deze survey werden schapen en ezels ook genoteerd, met in totaal vier groepen schapen (totaal 37 individuen) en 20 groepen ezels (totaal 55 individuen). De geografische locaties staan in bijlage 2 en 3. Door het beperkte aantal waarnemingen konden geen populatieschattingen worden gemaakt.

Op basis van de resultaten kan gesteld worden dat oudere "expert-based" kwalitatieve schattingen van de geiten voor Bonaire als redelijk betrouwbaar bestempeld kunnen worden. Daarentegen is het zo dat de recente "schatting" van het totaal aantal geiten voor Bonaire als zijnde tussen 1363 en 4054 dieren op basis van de extrapolatie van de officiële slachtcijfers van het slachthuis Amboina en zoals te vinden in de nieuwste

beleidsvisie 2014-2019 Landbouw, Veeteelt en Visserij Bonaire (Openbaar Lichaam Bonaire 2014, p66) duidelijk een volkomen verkeerd beeld schetsen. Dit komt vanwege het feit dat de officiële slacht van geiten een zeer klein deel vormt van de werkelijke inofficiële slacht (welbekende slacht "bou di palu" en thuis).

De bepaling van ecologische draagcapaciteit voor uitheemse grazers is afhankelijk van de bestemmingsdoelen voor een bepaald gebied, de gekozen beheersvorm en de veelal inherente bodem en vegetatie-eigenschappen (Alberta RMB 2004). Zonder dat er lokaal diepgaand onderzoek naar exacte dichtheden en draagcapaciteit is uitgevoerd is het, op basis van wat elders bekend is van semi-aride, natuurlijke beweiding wereldwijd, en de gedocumenteerde decennialange degradatie van bodem, flora, en vegetatie van Bonaire, duidelijk dat de dichtheden van loslopend vee op Bonaire veel hoger zijn dan wat duurzaam houdbaar is onder de huidige vorm van onbeheerde extensieve veehouderij.

Economische berekeningen hebben voor Bonaire aangetoond dat de natuur zowat de belangrijkste natuurlijke hulpbron is voor het eiland en dat indien er (ook) op het gebied van de extensieve veehouderij geen actie wordt ondernomen, de economische waarde van de natuur als drijfveer voor het toerisme in komende jaren ernstig zal afnemen (Van der Lely et al. 20012; Schep et al 20013). De recent opgeleverde TEEB-studie becijfert dat de optie "niets doen" (aan geiten en Lionfish), betekent dat binnen tien jaar de totale economische waarde (TEV) van de natuur van Bonaire zal afnemen van \$105 miljoen naar \$60 miljoen, en in dertig jaar naar \$40 miljoen (TEEB 2013). Een nieuwe vorm van veehouderij is derhalve dringend nodig, niet alleen om de sector daadwerkelijk nieuwe perspectieven te bieden om maar ook om de negatieve ecologische en economische consequenties van het huidig systeem te beperken.

4 Aanbevelingen

Dit werk vormt een beperkte en nauw-omschreven component van een uitgebreidere driedelige studie waarin de geitenvraagstelling in breder perspectief wordt geplaatst. Verschillende scenario's worden in een vervolgproject verder uitgewerkt en besproken (Neijenhuis et al., in prep.). Derhalve komen uitgebreide aanbevelingen voornamelijk elders voor en niet in dit rapport. Hier stippen wij daarom slechts een paar aandachtspunten voor het verdere werk kort aan.

- In het kader van overtuigingskracht die nodig is om modernisering binnen de sector te effectueren, zou het nuttig zijn om de economische, ecologische en sociale effecten van begrazing op Bonaire scherp in beeld te krijgen. Dat is nu nog niet het geval.
- Onderzoek om economische alternatieven te ontwikkelen zou nuttig zijn en vormt reeds een vervolgstap in het driedelig project waarvan deze studie de eerste is.
- Voor de eventueel te ontwikkelen bedrijfsmatige veehouderij binnen de agrarisch-bestemde gebieden is het waardevol om te bepalen wat de draagcapaciteit is/zou zijn voor elk te ontwikkelen scenario.
- Er zijn verschillende voorbeelden van zowel mislukte als succesvolle beheersing en eradicatie van grazers populaties in de Dutch Caribbean. Hier kan op voortgebouwd worden in de ontwikkeling van een strategie voor elke van de minstens drie contrasterende situaties die er momenteel bestaan op Bonaire.
- Indien (maar ook alleen wanneer) er controle maatregelen worden ondernomen, is de periodieke monitoring van dichtheden van grazers (en dus ook geiten) essentieel voor de evaluatie van de doeltreffendheid van die maatregelen.

Tot slot ook een aanbeveling van methodologisch-technische aard: Tijdens het veldwerk is uitsluitend de horizontale vegetatiebedekking bepaald en deze is in de analyse gebruikt. Bij een eventueel vervolgonderzoek (of ander onderzoek) zou ook de verticale vegetatiebedekking moeten worden gescoord, als maat voor de 'doorkijkbaarheid'. Wellicht kan met deze covariaat een nog betere model fit gerealiseerd worden.

5 Literatuur

- Albaladejo, J., M. Martinez-Mena, A. Roldan, and V. Castillo. 1998. Soil degradation and desertification induced by vegetation removal in a semiarid environment. *Soil Use and Management* 14 (1): 1-5. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-2743.1998.tb00602.x>.
- Bak, R. P., G. Nieuwland, and E. H. Meesters. 2005. Coral reef crisis in deep and shallow reefs: 30 years of constancy and change in reefs of Curacao and Bonaire. *Coral Reefs* 24 (3): 475-479.
- Bakker, J. D., F. Rudebusch, and M. M.M. 2010. Effects of long-term livestock grazing and habitat on understory vegetation. pp 334-344. . *Provo, Utah, USA. Western North American Naturalist* 70 (3).
- Brennan, M., H. Moller, and J. P. Parkes. 1993. Indexes of density of feral goats in a grassland forest habitat, Marlborough, New-Zealand *New Zealand Journal of Ecology* 17 (2): 103-106.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers, and L. Thomas. 2001. *Introduction to Distance Sampling*. Oxford: xford University Press.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers, and L. Thomas, eds . 2004. *Advanced Distance Sampling*. Oxford: Oxford University Press.
- Burg, W. J., van der, J. de Freitas, A. O. Debrot and L. A. P. Lotz. 2012. Naturalised and invasive alien plant species in the Caribbean Netherlands: status, distribution, threats, priorities and recommendations. PRI report 437. Imares report C185/11. 82 pp.
- Buurt, G. van, and A. O. Debrot. 2012. Exotic and invasive terrestrial and freshwater animal species in the Dutch Caribbean. IMARES Report number C001/12. 37 pp.
- Campbell, K. and C. J. Donlan. 2005. Feral goat eradications on islands. *Conservation Biology* 19(5): 1362–1374.
- Coblentz, B. E. 1977. Some Range Relationships of Feral Goats on Santa Catalina Island, California. *Journal of Range Management* 30 (6): 415-419.
- . 1980. Goat problems in the national parks of the Netherlands Antilles.
- De Freitas, J. A., B. S. J. Nijhof, A. C. Rojer, and A. O. Debrot. 2005. *Landscape ecological vegetation map of the island of Bonaire (Southern Caribbean)*. Edited by Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. Amsterdam.
- De Freitas, J. A., and A. C. Rojer. 2013. New plant records for Bonaire and the Dutch Caribbean islands *Caribbean journal of science* 47 (1): 114-117.
- Debrot A.O. and de Freitas J.A. 1993. A comparison of ungrazed and livestock-grazed Rock vegetations in Curaçao. *Biotropica* 25(3): 270-280.
- Debrot, A. O., and J. Sybesma. 2000. "The Dutch Antilles, Chapter 38." In *Seas at the Millennium: an Environmental Evaluation, Vol. I. Regional Chapters: Europe, The Americas and West Africa*, edited by C. R. C. Sheppard, 195-614. Amsterdam: Elsevier.
- Duclos, B. H. 1954. Report on agricultural development in the Netherlands Antilles, i. Agricultural development plan for Bonaire (14 pp., including 3 sketch-maps). 2. Reforestation plan for Aruba (7 pp., including 2 sketch-maps and 5 drawings). Type-written report, translated from French, made for the Caribbean Commission, Trinidad.
- Eilandsraad van het Eilandgebied Bonaire. *Natuurbeleidsplan Bonaire 1999 - 1004* 1999. Available from <http://www.stinapa.org/pdfs/Natuurbeleidsplan-1999-2004.pdf>.
- Fabricius, K. E. 2005. Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis *Marine Pollution Bulletin* 50: 125-146.
- Gilliland, H. B. 1952. The Vegetation of Eastern British Somaliland. Johannesburg, South Africa *Journal of Ecology* 40 (1): 91-124.
- Hamann, O. 1993. On Vegetation Recovery, Goats and giant Tortoises on Pinta Island, Galapagos, Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 2: 138-151.
- Kolars, J. 1966. Locational Aspects of Cultural Ecology The Case of the Goat in Non-Western Agriculture. . *American Geographical Society. Geographical Review* 56 (4): 577-584.
- Meesters, E. H., A. Bos, and G. J. Gast. 1992. Effects of sedimentation and lesion position on coral tissue regeneration Paper read at Proc. 7th Int. Coral Reef Symp. Guam 2.
- Ministerie van Economische Zaken. 2013. *Natuurbeleidsplan Caribisch Nederland*.
- Müller, J. L., M. M. Babub, P. L. Saklanib, A. C. Mayera, S. Marquardt, and K. M. 2011. Forage resource use by cattle or goats at an Indian protected area: Differences and implications for conservation. *Journal of Arid Environments* 77: 130-137.
- Nemoto, M., and S. Panchaban. 1991. Influence of livestock grazing on vegetation in a saline area in Northeast Thailand *Ecological Research* 6 (3): 265-276.
- Nolet, C., and M. Veen. 2009. *Stofonderzoek Bonaire*. edited by Stichting Kibrahacha/Wageningen UR.
- Openbaar Lichaam Bonaire. 2010. *Beleidsnota Cultuur Bonaire*.
- . 2014. *Beleidsvisie Landbouw Veeteelt Visserij Bonaire 2014-2029*.

- Openbaar Lichaam Bonaire en het Ministerie van Economische Zaken. 2014. Plattelandsontwikkelingsplan Bonaire. En nu aan de slag! edited by Openbaar Lichaam Bonaire en het Ministerie van Economische Zaken.
- Pisanu, P., P. Bayne, R. Harden, and A. Eggert. 2005. Pisanu, P., Bayne, P., Harden, R. and Eggert, A. 2005. Feral goats (*Capra hircus* L.) in the Macleay River gorge system, North-eastern New South Wales, Australia. II impacts on rainforest vegetation. . *Armidale, Australia. Wildlife Research* 32: 111-119.
- Pople, A. R., G. C. Girigg, S. C. Cairns, P. Alexander, L. A. Beard, and R. P. Henzell. 1996. Trends in Numbers and Changes in the Distribution of Feral Goats (*Capra hircus*) in the South Australian pastoral Zone. *Wildlife Research* 23: 687-396.
- Alberta RMB (Rangeland Management Branch) 2004. Methodology for calculating carrying and grazing capacity on public rangelands. Rangeland Management Branch, Alberta Public Lands and Forests. Pub No I/197. 25 pp.
- Schep, S., P. Van Beukering, L. Brander, and E. Wolfs. 2012. *The tourism value of nature on Bonaire: Using choice modelling and value mapping*. Edited by University of Amsterdam IVM Institute for Environmental Studies.
- Skarpe, C. 1991. Impact of Grazing in Savanna Ecosystems. *Ambio* 20 (8 Forestry and the Environment (Dec., 1991)): 351-356
- Slijkerman, D. M. E., R. d. León, and P. d. Vries. 2014. A baseline water quality assessment of the coastal reefs of Bonaire, Southern Caribbean. *Marine Pollution Bulletin* 86 (1–2): 523-529. <http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.054>.
- Southwell, C., and G. S. Pickles. 1993. Abundance, distribution, and rate of increase of feral goats in western Australia. *Rangeland journal* 15 (2): 334-338.
- Southwell, C., K. Weaver, N. Sheppard, and P. Morris. 1993. Distribution and relative abundance of feral goats in the rangelands of eastern Australia. *Rangeland journal* 15 (2): 331-333.
- TEEB. 2013. The total economic value of nature on Bonaire. Exploring the future with an ecological-economic simulation model.
- Van der Lely, J. A. C., P. van Beukering, L. Muresan, D. Z. Cortes, E. Wolfs, and S. Schep. 2013. The total economic value of nature on Bonaire. Exploring the future with an ecological-economic simulation model. IVM Institute for Environmental Studies.
- Westermann, J. H., and J. I. S. Zonneveld. 1956. Photo-geological observations and land capability and land use survey of the island of Bonaire (Netherlands Antilles). In *Afd. Trop. Prod.* 47, edited by Royal Trop. Inst. Meded. 123. Amsterdam, The Netherlands.

6 Kwaliteitsborging

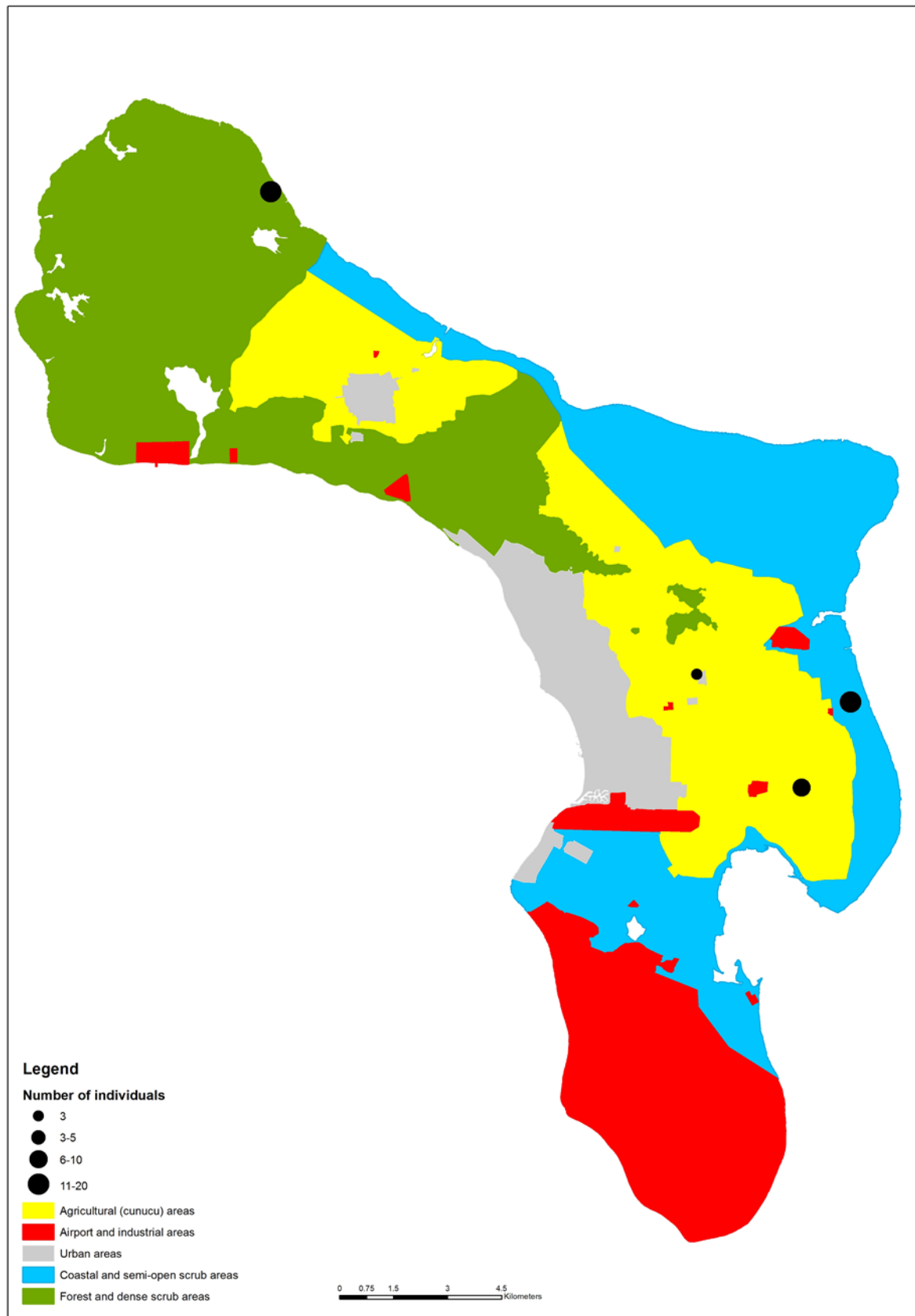
IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Bijlage 1: Transecten per regio

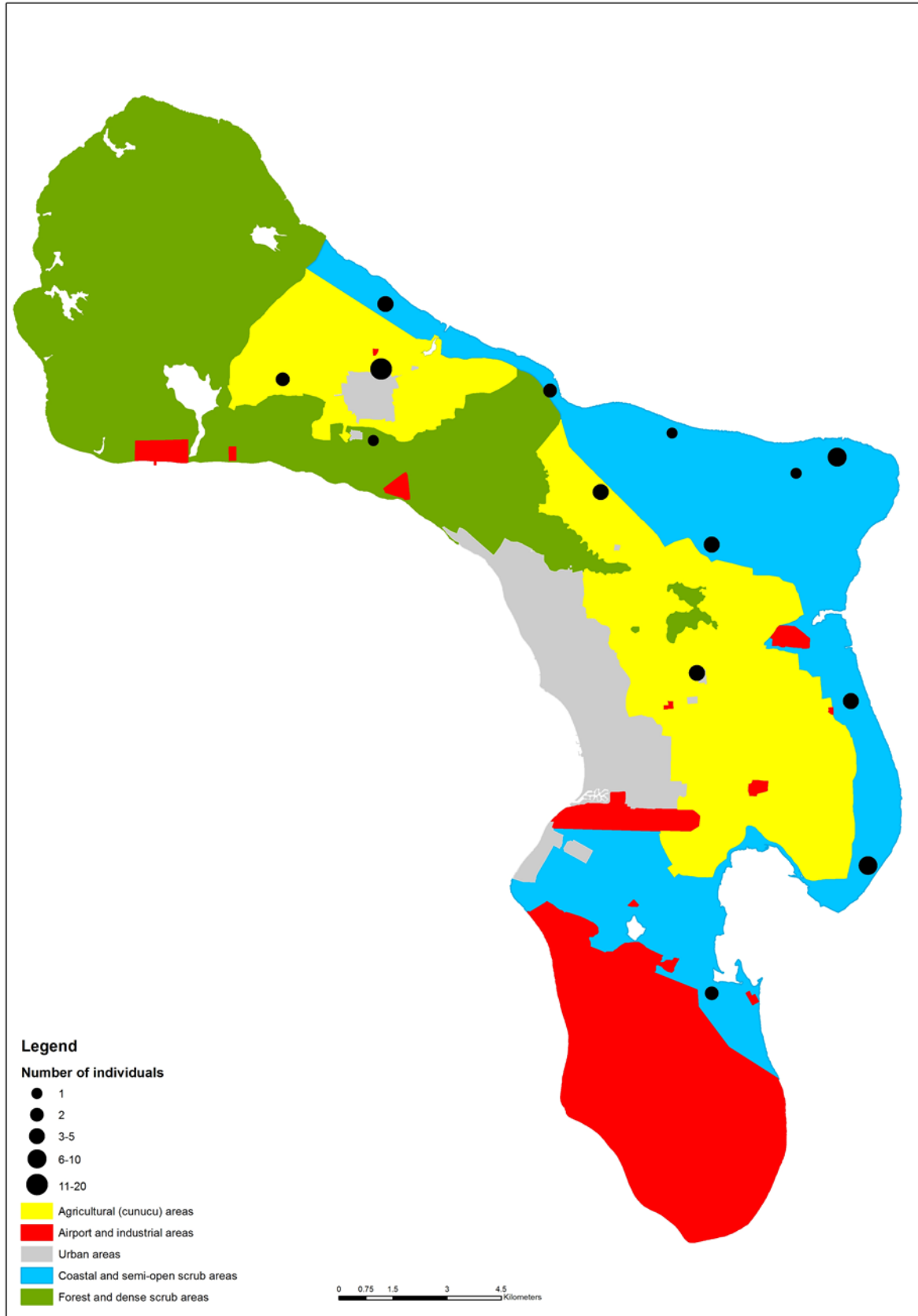
Area	Transect Number	Length [m]	Terrain
AGRI	15	497	Dirt road
AGRI	18	565	Dirt road
AGRI	19	553	Dirt road
AGRI	21	503	Dirt road
AGRI	22	519	Main road
AGRI	25	500	Dirt road
AGRI	26	535	Dirt road
AGRI	31	499	Dirt Road
AGRI	34	451	Dirt road
AGRI	38	506	Dirt road
AGRI	41	501	Main road
AGRI	42	328	Dirt road
AGRI	48	650	Dirt road
AGRI	49	510	Dirt road
AGRI	51	519	Main road
AGRI	52	509	Main road
AGRI	53	513	Dirt road
AGRI	58	517	Dirt road
AGRI	59	499	Dirt road
AGRI	60	362	Cross country
AGRI	63	515	Dirt road
AGRI	64	511	Dirt road
AGRI	65	505	Dirt road
AGRI	69	495	Dirt road
URB	39	503	Dirt road
URB	40	496	Main road
URB	50	519	Main road
URB	54	489	Main road
URB	56	494	Main road
URB	57	503	Main road

Area	Transect number	Length [m]	Terrain
CDOS	14	525	Cross country
CDOS	17	526	Dirt road
CDOS	29	459	Cross country
CDOS	32	495	Cross country
CDOS	35	497	Cross country
CDOS	36	518	Cross country
CDOS	37	384	Dirt road
CDOS	43	503	Dirt road
CDOS	44	465	Cross country
CDOS	45	504	Dirt road
CDOS	46	491	Dirt road
CDOS	47	500	Dirt road
CDOS	55	500	Dirt road
CDOS	61	507	Cross country
CDOS	62	505	Cross country
CDOS	66	499	Trail
CDOS	67	499	Cross country
CDOS	68	440	Cross country
CDOS	70	515	Cross country
CDOS	71	522	Cross country
CDOS	72	517	Cross country
CDOS	73	480	Cross country
CDOS	74	498	Cross country
DFDS	0	571	Cross country
DFDS	1	312	Trail
DFDS	2	542	Trail
DFDS	3	514	Dirt road
DFDS	4	468	Cross country
DFDS	5	513	Dirt road
DFDS	6	228	Dirt road
DFDS	7	545	Dirt road
DFDS	8	476	Cross country
DFDS	9	512	Main road
DFDS	10	604	Dirt road
DFDS	11	304	Trail
DFDS	12	484	Cross country
DFDS	13	517	Trail
DFDS	16	546	Dirt road
DFDS	20	523	Dirt road
DFDS	23	507	Trail
DFDS	24	505	Dirt road
DFDS	27	467	Dirt road
DFDS	28	512	Trail
DFDS	30	513	Main road
DFDS	33	556	Trail

Bijlage 2: Waarnemingen van schapen



Bijlage 3: Waarnemingen van ezels



Bijlage 4: Model output Distance

Parameter Estimation Specification

Encounter rate by stratum

Detection probability for all data combined

Expected cluster size by stratum

Density by stratum

Pooled estimate of density is made from area weighted stratum estimates

Distances:

Analysis based on exact distances

Width specified as: 150.0000

Clusters:

Analysis based on exact sizes

Expected value of cluster size computed by: regression of $\log(s(i))$ on $g(x(i))$

Estimators:

Estimator 1

Key: Hazard Rate

No adjustment terms

Covariates: VEGETATION COVER

Estimator selection: Choose estimator with minimum AIC

Estimation functions: not constrained to be monotone

Variances:

Variance of n: Empirical estimate from sample
(design-derived estimator R^2/P^2)

Variance of $f(0)$: MLE estimate

Goodness of fit:

Cut points chosen by program

Glossary of terms

Data items:

n - number of observed objects (single or clusters of animals)

L - total length of transect line(s)

k - number of samples

K - point transect effort, typically $K=k$

T - length of time searched in cue counting

ER - encounter rate (n/L or n/K or n/T)

W - width of line transect or radius of point transect

$x(i)$ - distance to i-th observation

$s(i)$ - cluster size of i-th observation

r-p - probability for regression test

chi-p- probability for chi-square goodness-of-fit test

Parameters or functions of parameters:

m - number of parameters in the model

$A(i)$ - i-th parameter in the estimated probability density function(pdf)

$f(0)$ - $1/u$ = value of pdf at zero for line transects

u - $W \cdot p$ = ESW, effective detection area for line transects

$h(0)$ - $2 \cdot \pi / v$

v - $\pi \cdot W \cdot W \cdot p$, is the effective detection area for point transects

p - probability of observing an object in defined area

ESW - for line transects, effective strip width = $W \cdot p$

EDR - for point transects, effective detection radius = $W \cdot \sqrt{p}$

rho - for cue counts, the cue rate

DS - estimate of density of clusters

$E(S)$ - estimate of expected value of cluster size

D - estimate of density of animals

N - estimate of number of animals in specified area

Effort : 37134.00
samples : 75
Width : 150.0000
observations: 92

Model

Hazard Rate key, $k(y) = 1 - \text{Exp}(-(y/s)**-A(2))$

$s = A(1) * \text{Exp}(\text{fcn}(A(3)))$

Parameter A(1) is the intercept of the scale parameter s.

Parameter A(2) is the power parameter.

Parameter A(3) is the coefficient of covariate VEGETATION COVER.

A(1) bounds = (1.5000 , 0.10000E+07)

A(2) bounds = (1.0000 , 20.000)

Iter	LN(likelihood)	Parameter Values		
1	-424.947	36.5485	2.00000	0.000000
2	-396.634	106.918	2.47793	-0.312565E-01
3	-396.411	107.236	2.29423	-0.312493E-01
4	-396.411	107.236	2.29423	-0.312493E-01

Results:

Convergence was achieved with 4 function evaluations.

Final Ln(likelihood) value = -396.41059

Akaike information criterion = 798.82117

Bayesian information criterion = 806.38654

AICc = 799.09387

Effort : 37134.00
 # samples : 75
 Width : 150.0000
 # observations: 92

Model

Hazard Rate key, $k(y) = 1 - \text{Exp}(-(y/s)**-A(2))$

$s = A(1) * \text{Exp}(\text{fcn}(A(3)))$

Parameter A(1) is the intercept of the scale parameter s.

Parameter A(2) is the power parameter.

Parameter A(3) is the coefficient of covariate VEGETATION COVER.

Parameter	Point Estimate	Standard Error	Percent of Variation	Coef.	95 Percent Confidence Interval
A(1)	107.2	5.726			
A(2)	2.294	3.567			
A(3)	-0.3125E-01	0.4745E-02			
f(0)	0.31231E-01	0.37556E-02	12.03	0.24615E-01	0.39626E-01
p	0.21346	0.25669E-01	12.03	0.16824	0.27084
ESW	32.019	3.8503	12.03	25.236	40.626

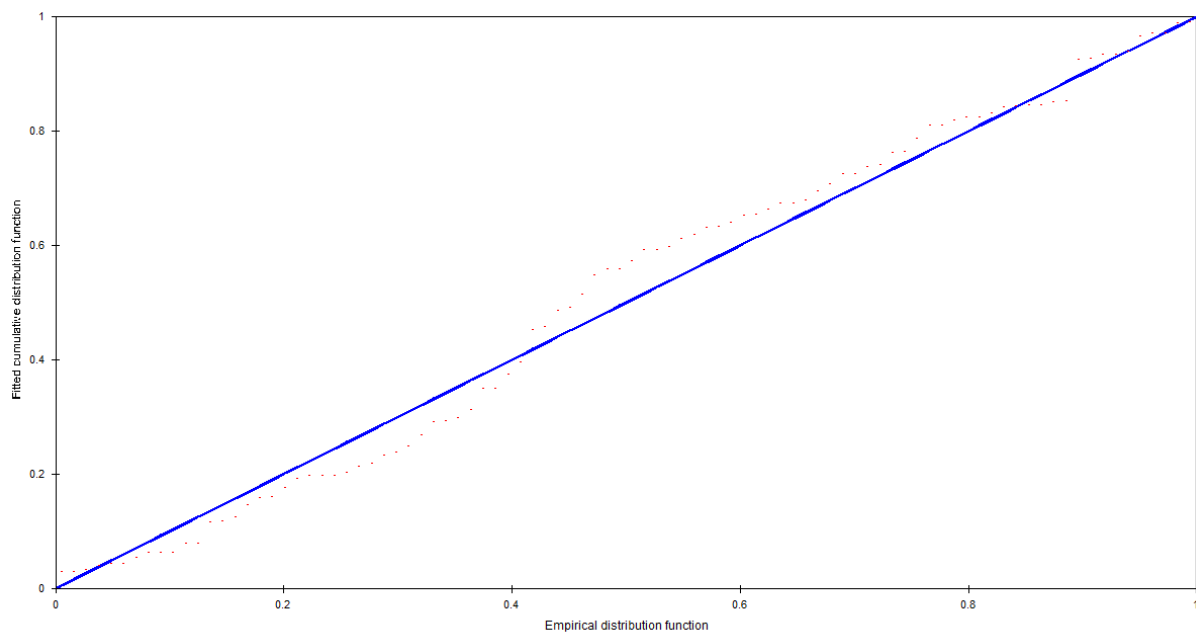
Sampling Correlation of Estimated Parameters

	A(1)	A(2)	A(3)
A(1)	1.000	0.082	-0.877
A(2)	0.082	1.000	-0.065
A(3)	-0.877	-0.065	1.000

Distribution of estimated detection probabilities given covariates, p(z)

p(z)	Number	Proportion
0.0-0.1	4	0.0435
0.1-0.2	32	0.3478
0.2-0.3	7	0.0761
0.3-0.4	2	0.0217
0.4-0.5	23	0.2500
0.5-0.6	6	0.0652
0.6-0.7	12	0.1304
0.7-0.8	6	0.0652
0.8-0.9	0	0.0000
0.9-1.0	0	0.0000

Smallest value of p(z): 0.6717E-01



Kolmogorov-Smirnov test

$D_n = 0.0825$ $p = 0.5584$

Cramer-von Mises family tests

W-sq (uniform weighting) = 0.1350 $0.400 < p \leq 0.500$

Relevant critical values:

W-sq crit(alpha=0.500) = 0.1187

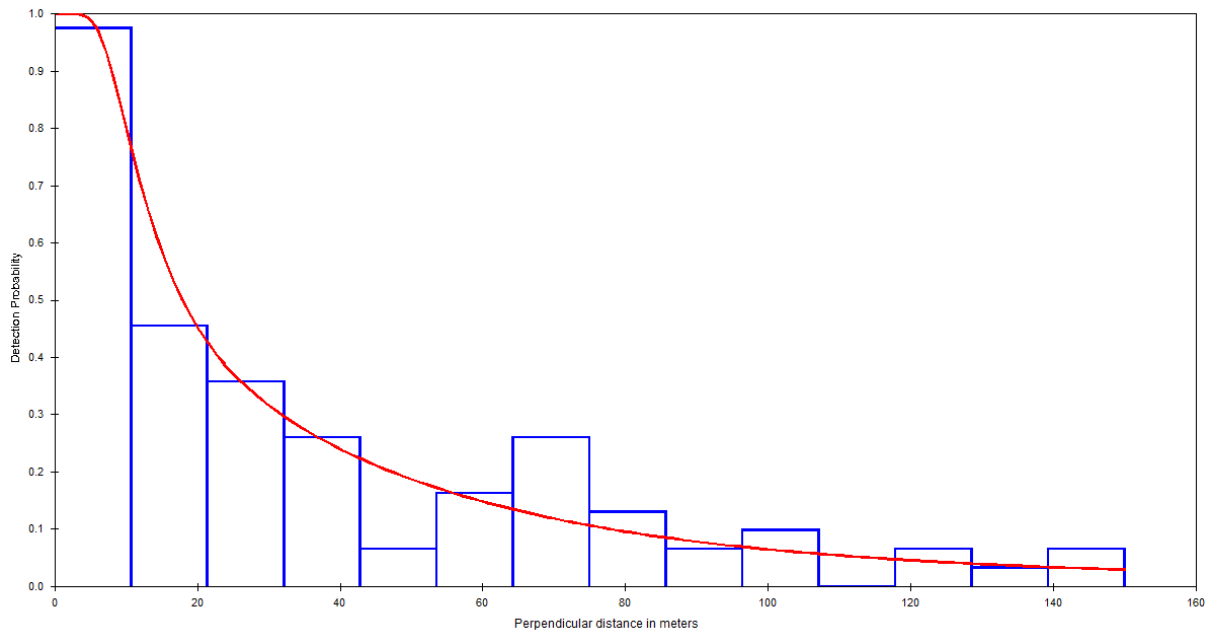
W-sq crit(alpha=0.400) = 0.1463

C-sq (cosine weighting) = 0.0946 $0.400 < p \leq 0.500$

Relevant critical values:

C-sq crit(alpha=0.500) = 0.0769

C-sq crit(alpha=0.400) = 0.0958



Cell i	Cut Points	Observed Values	Expected Values	Chi-square Values	
1	0.000	10.7	30	29.07	0.030
2	10.7	21.4	14	17.42	0.673
3	21.4	32.1	11	10.89	0.001
4	32.1	42.9	8	7.94	0.001
5	42.9	53.6	2	6.05	2.711
6	53.6	64.3	5	4.70	0.019
7	64.3	75.0	8	3.70	5.015
8	75.0	85.7	4	2.94	0.383
9	85.7	96.4	2	2.37	0.057
10	96.4	107.	3	1.93	0.594
11	107.	118.	0	1.59	1.593
12	118.	129.	2	1.33	0.337
13	129.	139.	1	1.12	0.013
14	139.	150.	2	0.96	1.135

Total Chi-square value = 12.5622 Degrees of Freedom = 10.00

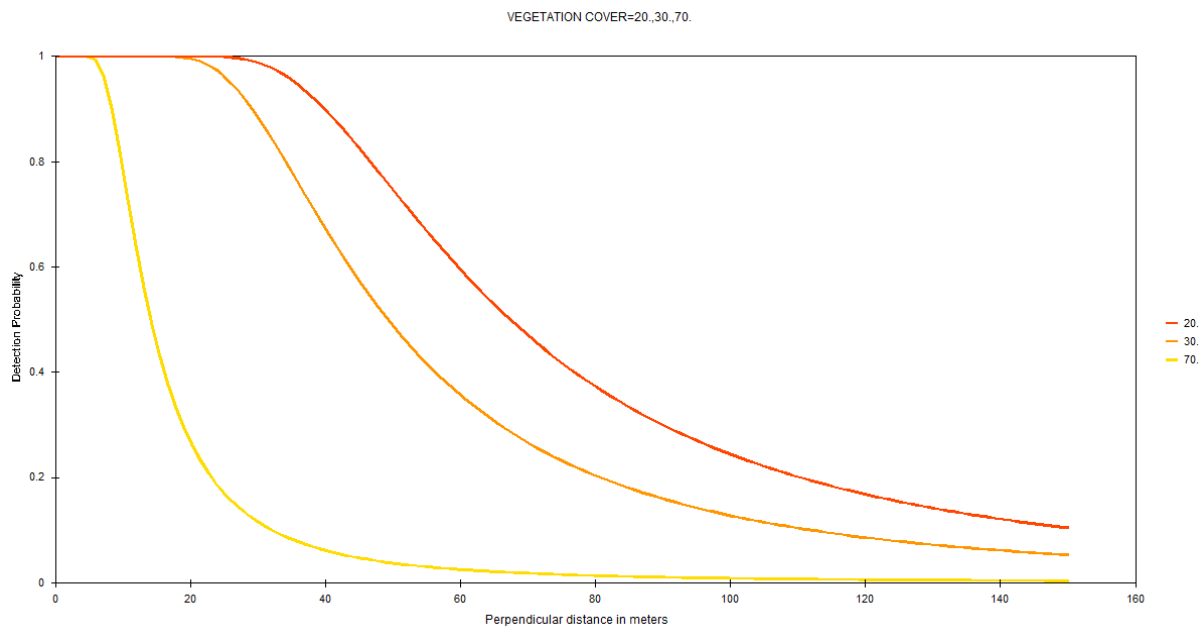
Probability of a greater chi-square value, P = 0.24919

The program has limited capability for pooling. The user should judge the necessity for pooling and if necessary, do pooling by hand.

Cell i	Cut Points	Observed Values	Expected Values	Chi-square Values	
1	0.000	10.7	30	29.07	0.030
2	10.7	21.4	14	17.42	0.673
3	21.4	32.1	11	10.89	0.001
4	32.1	42.9	8	7.94	0.001
5	42.9	53.6	2	6.05	2.711
6	53.6	64.3	5	4.70	0.019
7	64.3	75.0	8	3.70	5.015
8	75.0	85.7	4	2.94	0.383
9	85.7	96.4	2	2.37	0.057
10	96.4	107.	3	1.93	0.594
11	107.	118.	0	1.59	1.593
12	118.	129.	2	1.33	0.337
13	129.	150.	3	2.08	0.406

Total Chi-square value = 11.8203 Degrees of Freedom = 9.00

Probability of a greater chi-square value, P = 0.22363



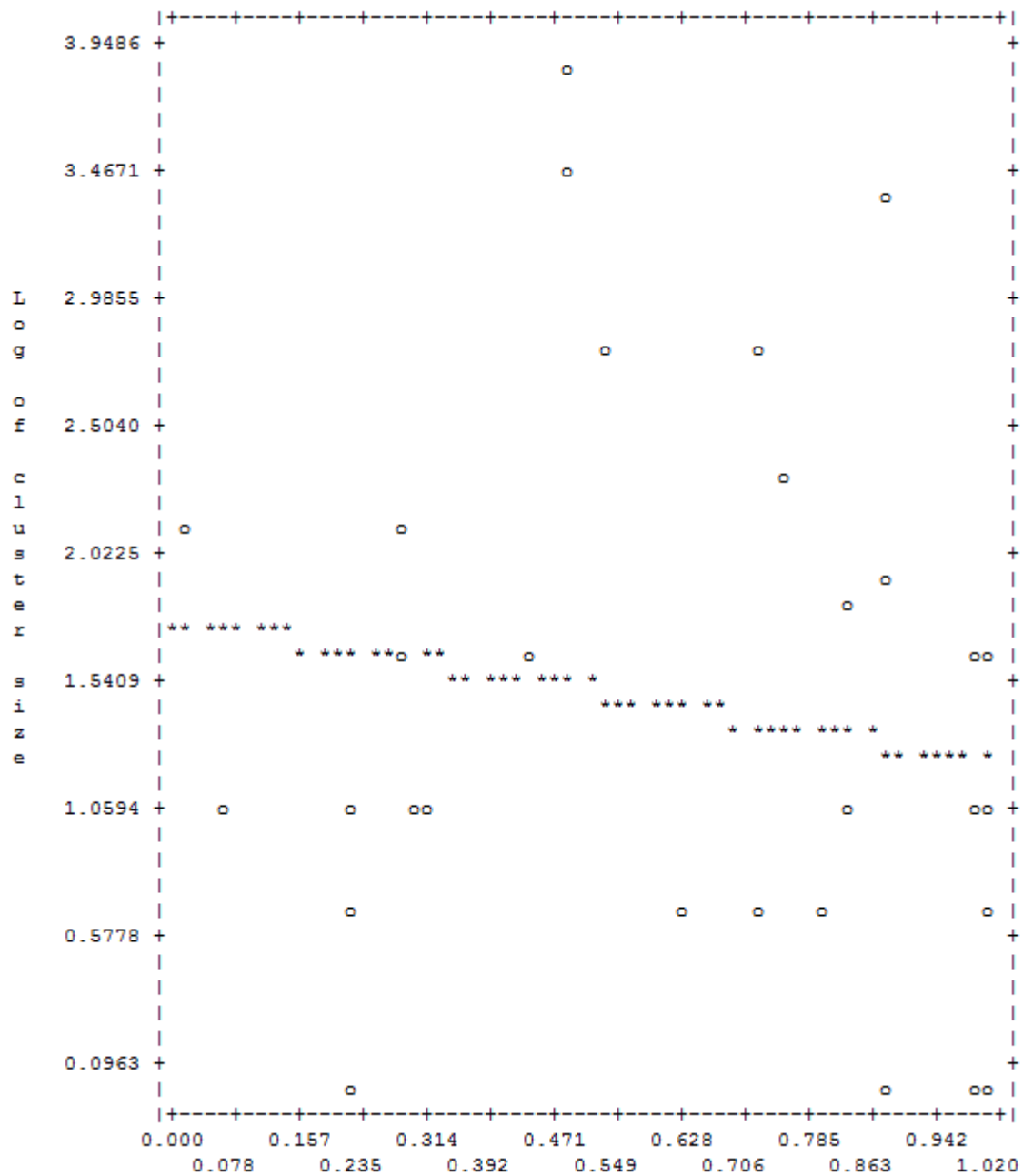
Stratum : 1. AGRI
 Effort : 12062.00
 # samples : 24
 Width : 150.0000
 # observations: 31

Expected cluster size estimated based on regression of: $\log(s(i))$ on $g(x(i))$

Regression Estimates

Slope	=	-0.550158	Std error	=	0.596875
Intercept	=	1.77436	Std error	=	0.425418
Correlation	=	-0.1687	Students-t	=	-0.921731
Df	=	29	Pr(T < t)	=	0.182137

Expected cluster size	=	6.2251	Standard error	=	1.5570
Mean cluster size	=	7.6774	Standard error	=	1.9252

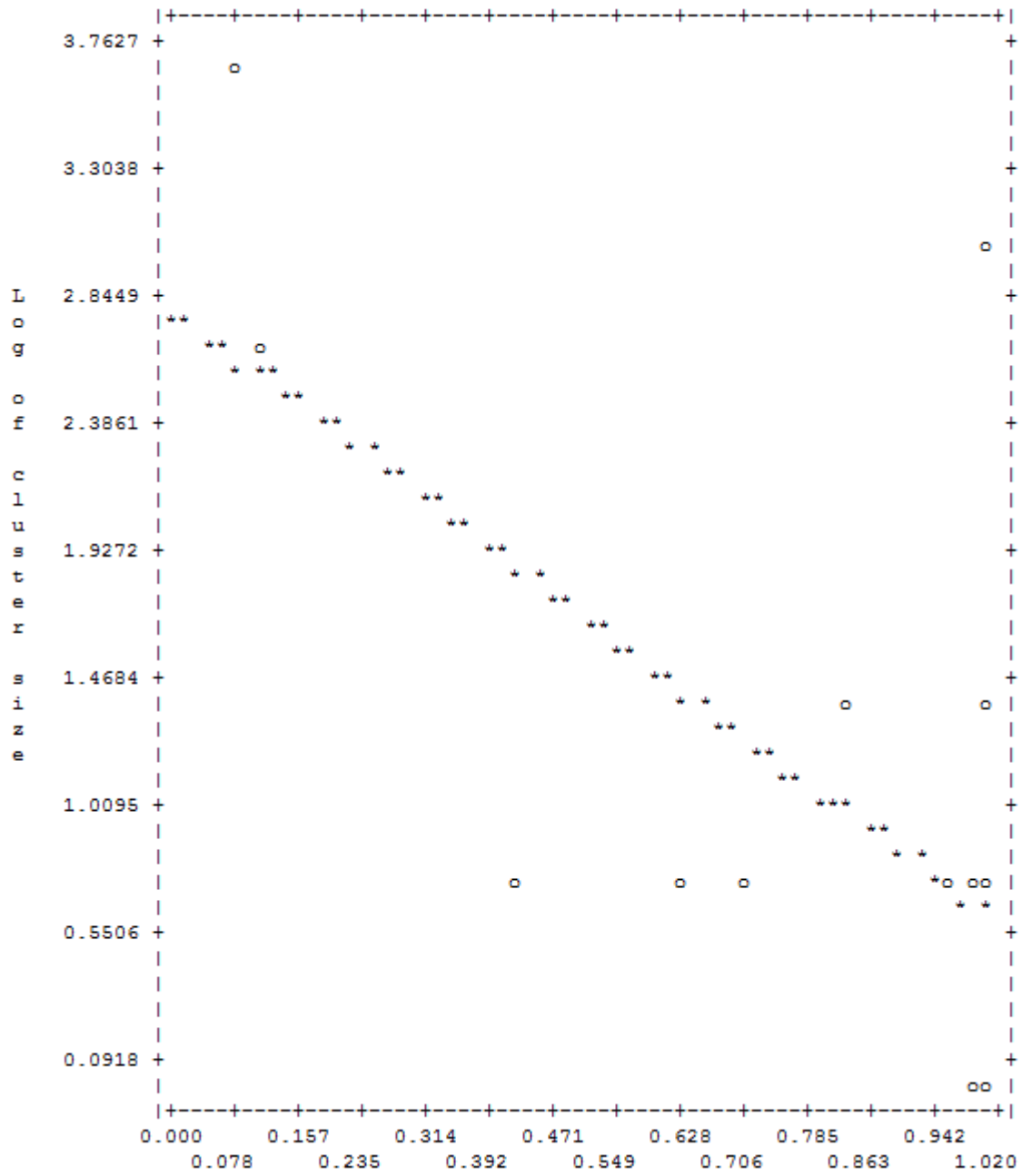


Stratum : 2. CDOS
 Effort : 11349.00
 # samples : 23
 Width : 150.0000
 # observations: 15
 Expected cluster size estimated based on regression of: $\log(s(i))$ on $g(x(i))$

Regression Estimates

 Slope = -2.18627 Std error = 0.765249
 Intercept = 2.79380 Std error = 0.645227
 Correlation = -0.6210 Students-t = -2.85694
 Df = 13 Pr(T < t) = 0.673825E-02

Expected cluster size = 2.9939 Standard error = 0.93293
 Mean cluster size = 6.6000 Standard error = 2.7976



Stratum : 3. DFDS
Effort : 10719.00
samples : 22
Width : 150.0000
observations: 45
Expected cluster size estimated based on regression of: $\log(s(i))$ on $g(x(i))$
Regression Estimates

Slope = 0.241714 Std error = 0.268907
Intercept = 0.370657 Std error = 0.212640
Correlation= 0.1358 Students-t = 0.898876
Df = 43 Pr(T < t) = 0.813138
Expected cluster size = 2.2403 Standard error = 0.22747
Mean cluster size = 2.1556 Standard error = 0.28772
** Warning: Size bias adjustment has increased expected cluster size. **

Model

Hazard Rate key, $k(y) = 1 - \text{Exp}(-(y/s)**-A(2))$

$s = A(1) * \text{Exp}(\text{fcn}(A(3)))$

Parameter A(1) is the intercept of the scale parameter s.

Parameter A(2) is the power parameter.

Parameter A(3) is the coefficient of covariate VEGETATION COVER.

	Point	Standard	Percent	95% Percent	
Parameter	Estimate	Error	of Variation	Confidence	Interval
f(0)	0.31231E-01	0.37556E-02	12.03	0.24615E-01	0.39626E-01
p	0.21346	0.25669E-01	12.03	0.16824	0.27084
ESW	32.019	3.8503	12.03	25.236	40.626
n/L	0.25701E-02	0.68405E-03	26.62	0.14959E-02	0.44156E-02
DS	40.133	11.721	29.21	22.423	71.829
E(S)	6.2251	1.5570	25.01	3.7613	10.303
D	249.83	96.067	38.45	118.91	524.91
N	16057.	6174.4	38.45	7642.0	33736.

Measurement Units

Density: Numbers/Sq. kilometers

ESW: meters

Component Percentages of Var(D)

Detection probability : 9.8

Encounter rate : 47.9

Cluster size : 42.3

Stratum : 2. CDOS

Effort : 11349.00

samples : 23

Width : 150.0000

observations: 15

Model

Hazard Rate key, $k(y) = 1 - \text{Exp}(-(y/s)**-A(2))$

$s = A(1) * \text{Exp}(\text{fcn}(A(3)))$

Parameter A(1) is the intercept of the scale parameter s.

Parameter A(2) is the power parameter.

Parameter A(3) is the coefficient of covariate VEGETATION COVER.

	Point	Standard	Percent	95% Percent	
Parameter	Estimate	Error	of Variation	Confidence	Interval
f(0)	0.31231E-01	0.37556E-02	12.03	0.24615E-01	0.39626E-01
p	0.21346	0.25669E-01	12.03	0.16824	0.27084
ESW	32.019	3.8503	12.03	25.236	40.626
n/L	0.13217E-02	0.57139E-03	43.23	0.56017E-03	0.31185E-02
DS	20.639	9.2612	44.87	8.5501	49.821
E(S)	2.9939	0.93293	31.16	1.5511	5.7791
D	61.792	33.758	54.63	21.969	173.80
N	3871.0	2114.8	54.63	1376.0	10887.

Measurement Units

Density: Numbers/Sq. kilometers

ESW: meters

Component Percentages of Var(D)

Detection probability : 4.8

Encounter rate : 62.6

Cluster size : 32.5

Stratum : 3. DFDS

Effort : 10719.00

samples : 22

Width : 150.0000

observations: 45

Model

Hazard Rate key, $k(y) = 1 - \text{Exp}(-(y/s)**-A(2))$

$s = A(1) * \text{Exp}(\text{fcn}(A(3)))$

Parameter A(1) is the intercept of the scale parameter s.

Parameter A(2) is the power parameter.

Parameter A(3) is the coefficient of covariate VEGETATION COVER.

	Point	Standard	Percent	Coef.	95% Percent
Parameter	Estimate	Error	of Variation	Confidence	Interval

f(O) 0.31231E-01 0.37556E-02 12.03 0.24615E-01 0.39626E-01

p 0.21346 0.25669E-01 12.03 0.16824 0.27084

ESW 32.019 3.8503 12.03 25.236 40.626

n/L 0.41982E-02 0.11291E-02 26.90 0.24231E-02 0.72734E-02

DS 65.556 19.314 29.46 36.367 118.17

E(S) 2.2403 0.22747 10.15 1.8264 2.7480

D 146.87 45.766 31.16 79.263 272.13

N 12012. 3743.1 31.16 6483.0 22257.

Measurement Units

Density: Numbers/Sq. kilometers

ESW: meters

Component Percentages of Var(D)

Detection probability : 14.9

Encounter rate : 74.5

Cluster size : 10.6

Stratum : 4. URB

Effort : 3004.000

samples : 6

Width : 150.0000

observations: 1

Model

Hazard Rate key, $k(y) = 1 - \text{Exp}(-(y/s)**-A(2))$

$s = A(1) * \text{Exp}(\text{fcn}(A(3)))$

Parameter A(1) is the intercept of the scale parameter s.

Parameter A(2) is the power parameter.

Parameter A(3) is the coefficient of covariate VEGETATION COVER.

Parameter	Point Estimate	Standard Error	Percent of Variation	Coef.	95% Percent Confidence Interval
f(0)	0.31231E-01	0.37556E-02	12.03	0.24615E-01	0.39626E-01
p	0.21346	0.25669E-01	12.03	0.16824	0.27084
ESW	32.019	3.8503	12.03	25.236	40.626
n/L	0.33289E-03	0.33045E-03	99.27	0.39606E-04	0.27979E-02
DS	5.1982	5.1980	99.99	0.62288	43.382
E(S)	3.0000	0.00000	0.00	3.0000	3.0000
D	15.595	15.594	99.99	1.8687	130.15
N	309.00	308.98	99.99	37.000	2578.0

Measurement Units

Density: Numbers/Sq. kilometers

ESW: meters

Component Percentages of Var(D)

Detection probability : 1.4

Encounter rate : 98.6

	Estimate	%CV	df	95% Confidence Interval	
Stratum: 1. AGRI					
n	31.000				
k	24.000				
L	12062.				
n/L	0.25701E-02	26.62	23.00	0.14959E-02	0.44156E-02
Left	0.0000				
Width	150.00				
Stratum: 2. CDOS					
n	15.000				
k	23.000				
L	11349.				
n/L	0.13217E-02	43.23	22.00	0.56017E-03	0.31185E-02
Left	0.0000				
Width	150.00				
Stratum: 3. DFDS					
n	45.000				
k	22.000				
L	10719.				
n/L	0.41982E-02	26.90	21.00	0.24231E-02	0.72734E-02
Left	0.0000				
Width	150.00				
Stratum: 4. URB					
n	1.0000				
k	6.0000				
L	3004.0				
n/L	0.33289E-03	99.27	5.00	0.39606E-04	0.27979E-02
Left	0.0000				
Width	150.00				

Pooled Estimates:

	Estimate	%CV	df	95% Confidence Interval	

Hazard/Cosine					
m	3.0000				
LnL	-396.41				
AIC	798.82				
AICc	799.09				
BIC	806.39				
f(0)	0.31231E-01	12.03	89.00	0.24615E-01	0.39626E-01
p	0.21346	12.03	89.00	0.16824	0.27084
ESW	32.019	12.03	89.00	25.236	40.626

	Estimate	%CV	df	95% Confidence Interval	

Stratum: 1. AGRI

Average cluster size

7.6774 25.08 30.00 4.6365 12.713

Hazard/Cosine

r -0.16871

r-p 0.18214

E(S) 6.2251 25.01 29.00 3.7613 10.303

Stratum: 2. CDOS

Average cluster size

6.6000 42.39 14.00 2.7600 15.783

Hazard/Cosine

r -0.62104

r-p 0.67382E-02

E(S) 2.9939 31.16 13.00 1.5511 5.7791

Stratum: 3. DFDS

Average cluster size

2.1556 13.35 44.00 1.6491 2.8176

Hazard/Cosine

r 0.13581

r-p 0.81314

E(S) 2.2403 10.15 43.00 1.8264 2.7480

Stratum: 4. URB

Average cluster size

3.0000 0.00 0.00 3.0000 3.0000

Hazard/Cosine

r 0.0000

r-p 1.0000

E(S) 3.0000 0.00 0.00 3.0000 3.0000

	Estimate	%CV	df	95% Confidence Interval	

Stratum: 1. AGRI					
Hazard/Cosine					
DS	40.133	29.21	32.99	22.423	71.829
D	249.83	38.45	61.50	118.91	524.91
N	16057.	38.45	61.50	7642.0	33736.
Stratum: 2. CDOS					
Hazard/Cosine					
DS	20.639	44.87	25.50	8.5501	49.821
D	61.792	54.63	38.47	21.969	173.80
N	3871.0	54.63	38.47	1376.0	10887.
Stratum: 3. DFDS					
Hazard/Cosine					
DS	65.556	29.46	29.95	36.367	118.17
D	146.87	31.16	37.13	79.263	272.13
N	12012.	31.16	37.13	6483.0	22257.
Stratum: 4. URB					
Hazard/Cosine					
DS	5.1982	99.99	5.15	0.62288	43.382
D	15.595	99.99	5.15	1.8687	130.15
N	309.00	99.99	5.15	37.000	2578.0

Pooled Estimates:

	Estimate	%CV	df	95% Confidence Interval	

DS	40.860	21.78	71.85	26.604	62.757
D	141.12	25.14	135.87	86.501	230.24
N	32248.	25.14	135.87	19766.	52612.

Verantwoording

Rapport C115/15

Projectnummer: 4308701037

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord:

Dennis Lammertsma
Onderzoeker

Handtekening:

Datum:

25 augustus 2015

Akkoord:

Jakob Asjes
Hoofd afdeling Ecosystemen

Handtekening:

Datum:

25 augustus 2015