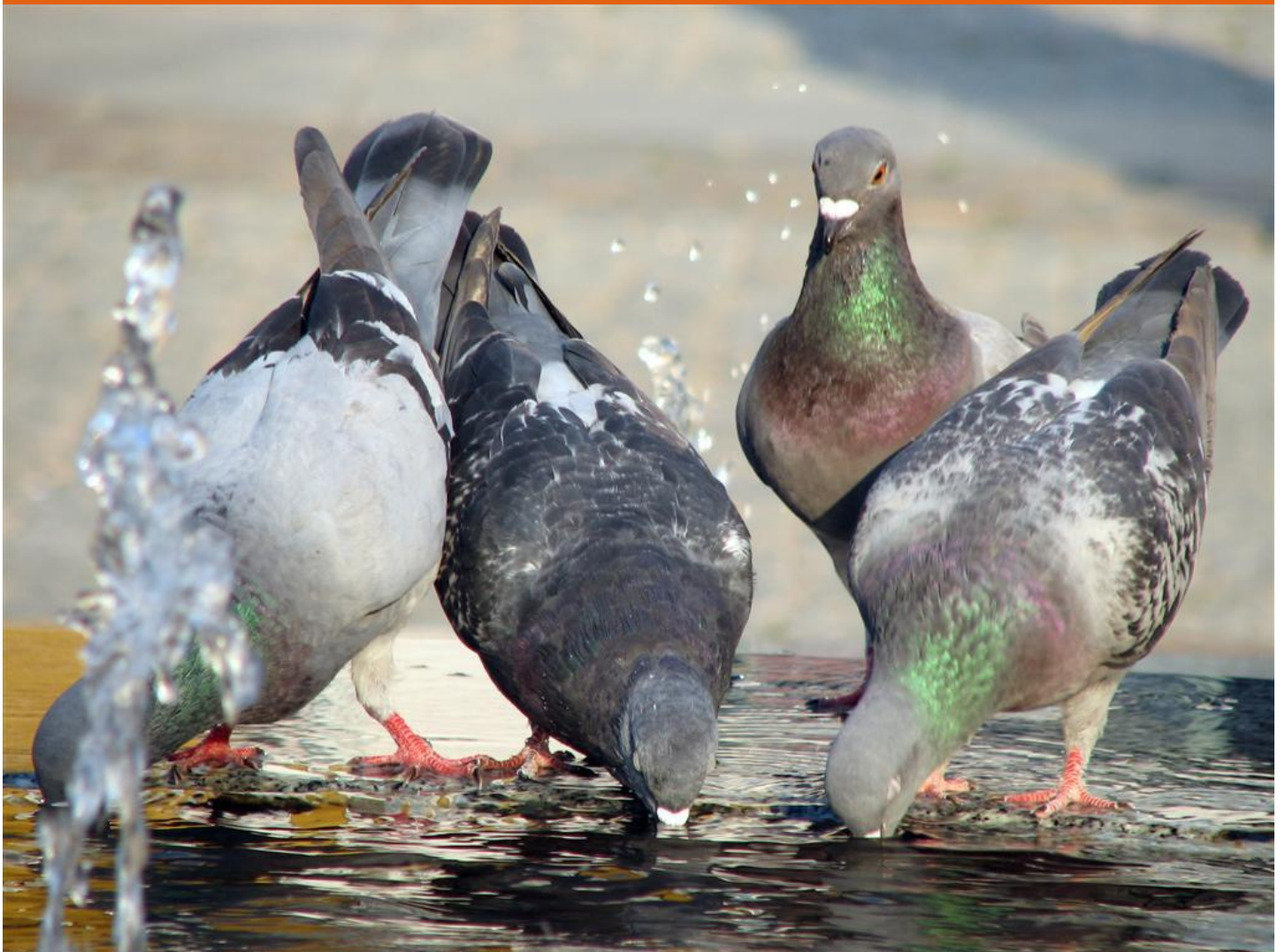


PERCEEL 2: STADSDUIVENMONITORING

Gecoördineerd beheer van de stadsduivenpopulatie in de
Brusselse gemeenten

7 JUNI 2018



Arcadis Belgium nv

België

03 360 83 00

www.arcadis.com

Projectnummer: BE0118000028



Gecertificeerde VEB norm voor erkende bodemdeskundige



Arcadis Belgium is ISO 14001 gecertificeerd voor multidisciplinaire adviesverlening voor het ontwerpen en realiseren van integrale oplossingen op gebied van infrastructuur, ruimte & verkeer, gebouwen & installaties, milieu en water. Projecten op locatie.



Arcadis Belgium is ISO 9001 voor de vestigingen in Vlaanderen en Brussel gecertificeerd voor multidisciplinaire adviesverlening voor het ontwerpen en realiseren van integrale oplossingen op gebied van infrastructuur, ruimte & verkeer, gebouwen & installaties, milieu en water. Projecten op locatie.

Wijze van citeren: Gecoördineerd beheer van de stadsduivenpopulatie in de Brusselse gemeenten: Selecteren en uitwerken van een methodiek voor stadsduivenmonitoring (2018). Arcadis in opdracht van het Brussels Instituut voor Milieubeheer.

Het tot stand komen van dit rapport werd gefaciliteerd door een stuurgroep bestaande uit vertegenwoordiging van: het Brussels Instituut voor Milieubeheer (groene ruimten en dierenwelzijn), Brusselse Raad voor dierenwelzijn, de kabinetten van ministers Debaets en Fremault, Vogelbescherming, Brulocalis, Natagora en Arcadis.

Dossiergegevens

Opdrachtgever **BRUSSELS INSTITUUT
VOOR MILIEUBEHEER**
François Dambly
Havenlaan 86C/3000
1000 Brussel

Besteknummer **2017H0608**

Projectnummer **BE0118000028**

Contactpersoon en correspondentieadres

Contactpersoon **HANS VAN GOSSUM**
M +32 498 93 16 09
E hans.vangossum@arcadis.com

Correspondentie
adres Arcadis Belgium NV
Posthofbrug 12
2600 Antwerpen
www.arcadis.com

Arcadis Belgium nv
België

Inhoudsopgave

1 TAAKSTELLING	6
2 ACHTERGROND	7
2.1 Biologie van stadsduiven	7
2.2 Bestaande vogelmonitoring	8
2.3 Aandachtspunten bij het tellen van stadsduiven	10
2.3.1 Detecteerbaarheid	10
2.3.2 Gedrag van duiven	11
2.4 Duivenaantallen en bestaande monitoring	11
3 CATALOGUS TELMETHODEN	12
3.1 Indices en aanwezig/afwezig inschattingen	13
3.1.1 Indices van relatieve abundantie	13
3.1.2 Aan- of afwezig technieken	14
3.2 Absolute inschattingstechnieken	14
3.2.1 Vangmethoden	14
3.2.1.1 Vangst – hervangst	14
3.2.1.2 Wegvangen	16
3.2.2 Telmethoden	16
3.2.2.1 Gecorrigeerde kwadraattellingen	16
3.2.2.2 Distance sampling met lijntransecten	17
3.2.2.3 Distance sampling met punttransect	18
3.3 Beoordeling	19
4 METHODIEK VOOR HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST	20
4.1 Inleiding	20
4.2 Hoeveel transecten?	21
4.2.1 Andere studies	23
4.2.2 Het gebruik van strata	25

4.2.3 Ruimtelijk niveau voor uitspraken	26
4.2.4 Aantal transecten voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest	26
4.2.5 Aantal tellingen per transect	26
4.3 Duiven tellen in de praktijk	27
4.4 Van het tellen van duiven naar resultaten	27
4.4.1 Ingeven van de gegevens	27
4.4.2 Dataverwerking met Distance software	27
4.4.2.1 Inleiding tot de Distance-software (Thomas <i>et al.</i> , 2010)	27
4.4.2.2 Data-exploratie	28
4.4.2.3 Modelselectie	28
4.4.3 Finale analyse	28
4.5 Wie doet wat?	29
5 TRANSECTENKAART VOOR HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST	30
	32
6 CONCLUSIES	34
7 LITERATUUR	35

1 TAAKSTELLING

De algemene doelstelling van het project is het beheren en op termijn verminderen van de stadsduivenpopulatie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De inzet is om te komen tot een globaal beleid voor een gecoördineerd beheer tussen de gemeenten/gewest, waarbij dit beleid wordt uitgewerkt onder de vorm van een actieplan (dit kan bv. als een code goede praktijk) met aanbevelingen en concrete maatregelen die door de gemeenten en het gewest op een gecoördineerde manier dienen te worden uitgevoerd.

Het startpunt voor de opmaak van dit actieplan is het wetenschappelijk verslag van 2011 opgesteld door de Federale Raad voor Dierenwelzijn van België (beschikbaar via deze link: http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/rapport_hetbeheervandeduivenpopulatieindesteden.pdf).

Zoals in het bestek voor de opdracht uiteengezet, bestaat het project uit twee luiken:

- Perceel 1 betreft de studie over het gecoördineerd gemeentelijk beheer van stadsduivenpopulaties in de stad (o.a. methode van bestrijden, coordinatie tussen gemeenten/gewest, communicatieplan);
- Perceel 2 heeft als doel om te komen tot een methodiek voor het opvolgen van de aantallen stadsduiven.

Het voorliggende rapport handelt over perceel 2, met name het bepalen van een methodiek voor het opvolgen van de aantallen duiven. Concreet betekent dit het selecteren van een telmethode en bijhorende analysemethodiek voor duiven in het Brusselse Gewest. Dit onderdeel wordt uitgevoerd door Arcadis.

Van belang is dat het resultaat van de telmethodiek toelaat om de volgende vragen te beantwoorden:

1. een precieze diagnose kunnen opstellen van de huidige situatie (nulstaat of referentiepunt voor toekomstige evaluaties);
2. het effect van toekomstig ingevoerde maatregelen kunnen evalueren ;
3. de follow-up op lange termijn van de evolutie van de duivenpopulatie verzekeren.

Op basis van de literatuur wordt nagegaan welke telmethodieken voorhanden zijn. Deze inventarisatie wordt gekoppeld aan een evaluatie per methodiek van de voor- en nadelen in functie van de toepasbaarheid in de Brusselse context. Bij de evaluatie van telmethodieken wordt rekening gehouden met onder andere de volgende aspecten:

- kosten van de uitvoering van de methode;
- toepasbaarheid van de methode door de verschillende Brusselse gemeenten;
- continuïteit in de tijd;
- wetenschappelijk onderbouwd komen tot uitspraken voor de drie genoemde vragen.

Additioneel evalueren we de mogelijkheden om op basis van de geselecteerde telmethodiek te komen tot een eenvoudige verwerkingsmethodiek waarbij de telresultaten kunnen worden ingevoerd en waarbij dit meteen leidt tot de verwerking. Door de verwerkingsmethodiek en de er bijhorende 'outputs' te combineren met een beknopte handleiding willen we daarbij voorzien in een 'tool' die na oplevering door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zelfstandig gebruikt kan worden. Van bij de start wordt er rekening mee gehouden dat dit kan betekenen dat de werkmethode geheel of gedeeltelijk op maat dient te worden ontwikkeld. Minimaal zal er een vertaalslag dienen te gebeuren van de geselecteerde telmethodiek naar een verwerkingsmethodiek. Mogelijk zal er door Arcadis dienen te worden voorzien in aanpassingen aan de telmethodiek om op gepaste wijze te komen tot antwoorden voor de drie gestelde vragen.

2 ACHTERGROND

Doordat onze steden alsmaar uitbreiden, moeten de dieren die tussen de mensen leven zich aanpassen aan onze nieuwe omgevingen. Vele soorten hebben zich aangepast aan die nieuwe levensomstandigheden, waaronder de stadsduif, de *Columba livia domestica*, die van de rotsduif afstamt. Vandaag de dag is de stadsduif hét voorbeeld van een wild dier dat dichtbij de mens in een stedelijk milieu leeft en dat sommige mensen hinderlijk vinden terwijl anderen er juist dol op zijn (Dehay, 2008). Als argument voor de aanwezigheid van stadsduiven wordt gewezen op de nuttige functies van de stadsduif als afval- en onkruidzadenopruimer en de vreugde die sommige stadsbewoners aan deze dieren beleven. Anderen wijzen op de schadelijke kanten van te grote aantallen stadsduiven, zoals de aantasting van (monumentale) gebouwen door uitwerpselen, het verstopt raken van dakgoten, mogelijke gezondheidsrisico's in verband met ziektes die door duiven zouden kunnen worden overgebracht op mensen, en geluidsoverlast door koerende duiven.

Wanneer we met een grote duivenpopulatie te maken krijgen, wordt die een bron van overlast. De hoofdproblematiek die stadsduiven stellen zijn hun uitwerpselen. Deze uitwerpselen beschadigen en ontsieren gebouwen, straten, standbeelden en pleinen. De problemen hangen samen met de dichtheid en de concentratie op een welbepaalde plaats en niet met de aanwezigheid van de soort op zich (Meinig & Boye, 2001). Duiven zijn namelijk groepsvogels, die samentroepen, wat een reden tot bezorgdheid wordt voor eigenaars van gebouwen en voor gemeentebesturen (Haag-Wackernagel & Moch, 2004).

De voornaamste beperkende factoren voor duiven in steden zijn het voedsel om te overleven, de groei en de voortplanting, maar ook de ruimte die beschikbaar is om zich te voeden, zich voort te planten (nestplaatsen) en te rusten. Andere factoren die een invloed hebben op de aantallen zijn de eventuele aanwezigheid van roofvijanden en de concurrentie tussen soorten. Als men duivenpopulaties op lange termijn wil beheersen, moet men deze op een geïntegreerde manier beheren en moet men gedetailleerd onderzoek doen naar de specifieke eigenschappen van een stad (zie ook de conclusies van het wetenschappelijk verslag van 2011 opgesteld door de Federale Raad voor Dierenwelzijn van België:

http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/rapport_hetbeheervandeduivenpopulatieindesteden.pdf.

In wat volgt gaan we kort in op:

- enkele algemene aspecten van de biologie van stadsduiven die van belang zijn bij het bepalen hoe te komen tot een duivenmonitoring;
- gaan we in op de reeds lopende vogelmonitoringsinitiatieven in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest;
- staan we stil bij hoe inzicht kan verkregen worden in het aantal duiven in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest;
- evalueren we of de bestaande vogelmonitoring kan bijdragen tot de op te zetten duivenmonitoring.

2.1 Biologie van stadsduiven

De *Columba livia domestica* is een sedentaire dagvogel. Hij brengt de meeste tijd dicht bij zijn schuilplaats door, waar zijn rustplek en zijn nest is (Broussois, 2005; Baud, 1995). Meer dan 32% van de duiven blijft op ongeveer 300m van het nest en slechts 7,5% ervan legt afstanden van meer dan 2 km af (Dehay, 2008). Hun uitwerpselen beschadigen en ontsieren gebouwen, straten, standbeelden en pleinen. Bovendien zijn duiven vaak erg opdringerig. Stadsduiven zijn r-geselecteerde organismen: dit zijn dieren met een korte levensduur en hoge voortplantingscapaciteit.

- **Voortplanting:** De duif is een dier met indrukwekkende voortplantingscapaciteiten. Eén koppel duiven kan gemiddeld 5 tot 6 nesten per jaar uitbroeden. Een broedsel bestaat over het algemeen uit 2 duivenjongen die snel geslachtsrijp zijn. De voortplanting gebeurt

voornamelijk in de lente en de zomer maar kan het hele jaar door plaatsvinden als er genoeg voedsel is. Men kan dus stellen dat de voortplantingsgeschiktheid van duiven ervoor zorgt dat hun aantal exponentieel en vrij snel blijft groeien. Het broedsucces blijkt in hoofdzaak gerelateerd aan nestgelegenheid en voedselaanbod.

- **Mortaliteit:** De jaarlijkse adulte sterfte wordt in hoge mate bepaald door het voedselaanbod en schommelt rond de 30% (Murton et al., 1972; Sol et al., 1998). Het aandeel aan sterfte door predatie (zoals bv. door slechtvalk) bij volwassen stadsduiven is beperkt, met weinig tot geen populatieregulerend effect tot gevolg (cf. Murton et al., 1972). Ook mortaliteit door afvangst, alhoewel die zeer hoog kan zijn, blijkt slechts een beperkt populatieregulerend effect te hebben wanneer voedselbeschikbaarheid en nestgelegenheid ongelimiteerd zijn (Murton et al., 1972).
- **Migratie en dispersie:** duiven behorende tot eenzelfde stad kunnen beschouwd worden als één beheereenheid (Giunchi et al. 2012). Dit omdat elk lokaal ingrijpen op de aantallen binnen een stad wordt gecompenseerd door het natuurlijke patroon van dispersie van jonge duiven (Giunchi et al. 2012). Inderdaad, ook al zijn er doeltreffende maatregelen om bepaalde locaties tegen duiven te beschermen, het probleem van de uitwerpselen wordt daarbij gewoonweg verplaatst naar andere plekken in de stad zonder dat dit een invloed heeft op de grootte van de populatie.

2.2 Bestaande vogelmonitoring

Het 'informatie- en toezichtnetwerk voor de staat van het Brusselse leefmilieu' werd in 1992 opgericht. In dat kader wordt de opvolging van de avifauna grotendeels verzekerd door Natagora (werkgroep AVES) die op verzoek van Leefmilieu Brussel zorgt voor de jaarlijkse monitoring, de occasionele broedvogelatlas en specifieke studies. Tot op heden werden er twee atlassen van de broedvogels van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gerealiseerd; zij bestrijken de periodes 1989-1991 en 2002-2004. Verder worden er ook jaarrapporten opgesteld over de evolutie van de algemene broedvogels en worden specifieke opvolgingen voor geselecteerde vogelsoorten gerealiseerd (o.a. Natagora-AVES (2012); Paquet & Weiserbs (2017); Weiserbs (2010), Weiserbs (2012; Weiserbs et al 2013).

Sinds 1992 worden jaarlijkse tellingen gedaan in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest van de algemene broedvogels. Dat gebeurt via de 'luisterpunt'-methode. Bij elke opname worden ter hoogte van een bepaald luisterpunt alle vogels geïventariseerd die gedurende een tijdsspanne van 15 minuten gezien of gehoord worden, zonder enige afstandsbeperking. In de praktijk gebeurt dit in elk station tweemaal per jaar in de lente, vroeg in de ochtend. De toepassing van deze techniek is vooral bedoeld voor de opvolging van soorten die hun territorium afbakenen door te zingen. Bijna een derde van de Brusselse broedvogels wordt via deze weg gevolgd. De niet in aanmerking genomen soorten zijn soorten waarvoor de techniek van de luisterpunten niet geschikt is (watervogels, zwaluwen, nachtelijke roofvogels, ...) alsook zeldzame broedvogels waarvoor het aantal contacten ontoereikend is.

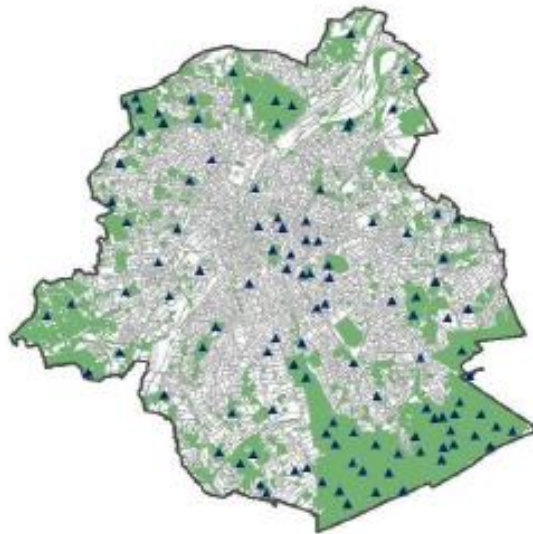
Het netwerk van luisterpunten dat in het begin 60 stations telde, werd geleidelijk aan uitgebreid tot 114 stations in 2011. De stations worden zodanig gekozen dat ze de diverse, in het Brussels Gewest aanwezige groene ruimten bestrijken (bouwlanden, diverse bosformaties en -structuren, vochtige gebieden, tuinen, parken, braakliggende terreinen, enz.); sommige punten bevinden zich in dichtbebouwde omgevingen (Figuur 2.1).

De variabele waarmee rekening wordt gehouden bij de analyse van de luisterpunten is het 'genormaliseerde aanwezigheidspercentage'. Dit wordt als volgt berekend: voor elk jaar wordt het totale aantal vogelkoppels dat ter hoogte van de luisterpunten waargenomen wordt, gedeeld door het aantal luisterpunten dat dat jaar bezocht werd. Voor elk jaar wordt deze gemiddelde waarde gedeeld door de waarde die in het eerste opvolgingsjaar (1992) opgetekend werd. Dankzij deze normalisering

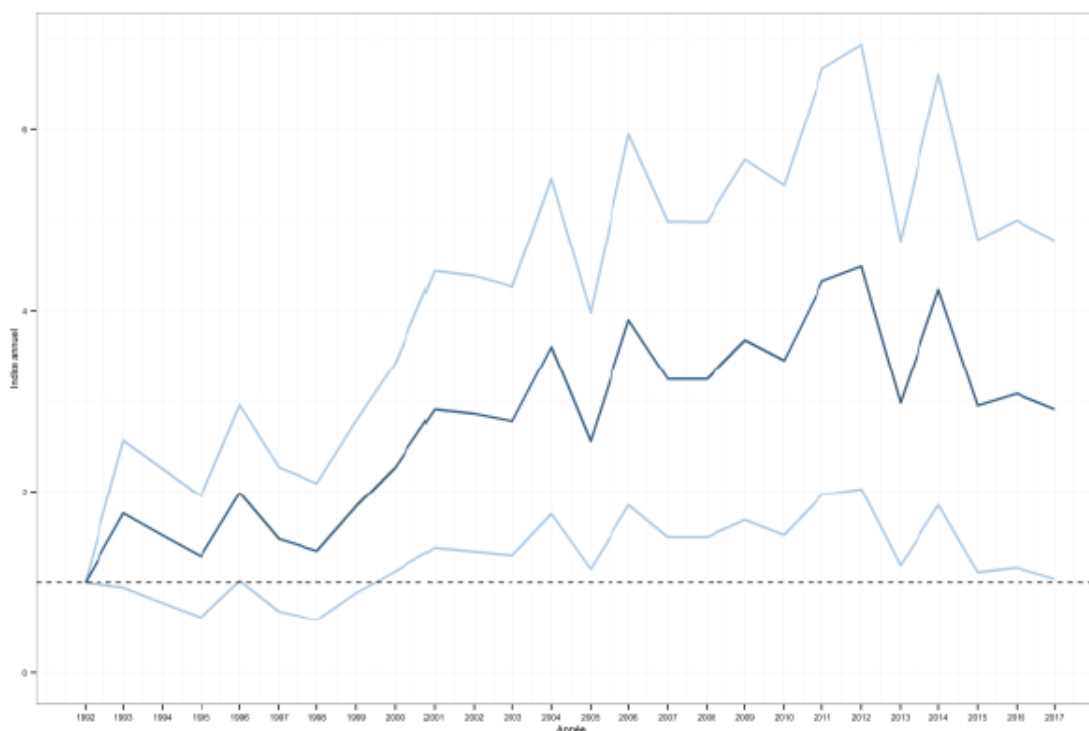
BE0118000028

kan de evolutie van soorten waarvan de aantallen sterk schommelen, snel vergeleken worden (Figuur 2.2 voor stadsduiven).

Een andere bron van informatie over het voorkomen van vogels in Brussel is afkomstig van de exploitatie van de gegevens die op het niveau van de websites bru.observations.be en bru.waarnemingen.be, initiatieven van Natagora en Natuurpunt, worden ingevoerd. Via deze in 2008 gecreëerde websites die een groeiend succes kennen, kunnen natuurkenners hun observaties ingeven en met anderen delen. Die observaties worden dagelijks beheerd en gevalideerd door een groep experts en maken het voorwerp uit van overeenkomsten die het Brussels Hoofdstedelijk Gewest toelaten om deze gegevens te gebruiken.



Figuur 2.1 Huidige locaties voor de vogelmonitoring met de luisterpuntmethode in Brussel (Paquet & Weiserbs, 2017).



Pigeon biset féral, *Columba livia*

Figuur 2.2 Evolutie van de populatie stadsduiven sinds het begin van de tellingen met de luisterpuntmethode. De grafiek toont de gemiddelde jaarlijkse toename in aantallen en is dus geen weergave van aantalschattingen (Paquet & Weiserbs, 2017).

2.3 Aandachtspunten bij het tellen van stadsduiven

2.3.1 Detecteerbaarheid

Waar de ontwikkeling van beheersmaatregelen tegen duivenoverlast in steden goed onderzocht is, is het onderzoek naar een efficiënte methode voor de bepaling van de grootte of dichtheid van de populatie echter veel beperkter. Algemeen genomen bestaan er veel mogelijke technieken voor het uitvoeren van vogeltellingen. Echter, deze technieken leveren vaak weinig bruikbare resultaten wanneer toegepast voor stadsduiven omwille van het verschillende karakter van een stad in vergelijking met een landelijke omgeving. Een stedelijke omgeving wordt gekenmerkt door een complexe structuur aan gebouwen en infrastructuur en een moeilijkere zichtbaarheid dan pakweg een park of natuurgebied. Hierdoor, zal een waarnemer er dikwijls niet in slagen alle duiven waar te nemen die aanwezig zijn nabij een observatiepunt. De detecteerbaarheid van duiven is m.a.w. beperkter dan de in werkelijkheid aanwezige duivenaantallen.

Wanneer het mogelijk is om binnen een gebied de volledige populatie te tellen, m.a.w. elke vogel is (gemakkelijk) zichtbaar, dan volstaat het om simpelweg elke vogel te tellen. In de realiteit is dit in een stedelijke context niet mogelijk. Daardoor wordt er gedurende vogelmonitoring veelal gewerkt met proefvlakken, waarbinnen een inschatting van de populatiegrootte gemaakt wordt. In urbane gebieden zijn duiven daarbij ook niet allen detecteerbaar, waardoor er eveneens nood is aan een detectieprobabiliteit om de gemiste proportie van de populatie in rekening te brengen. Logischerwijze is het integreren van een maat voor deze detecteerbaarheid in de analysemethodiek noodzakelijk om

een uitspraak te kunnen doen over de effectief aanwezige vogelpopulatie (Giunchi *et al.*, 2007; Giunchi *et al.*, 2014; Van Heezik & Seddon, 2017).

2.3.2 Gedrag van duiven

Naast het probleem van de detecteerbaarheid, speelt het gedrag van de duiven zelf een rol bij de moeilijkere telomstandigheden. Duiven vertonen vaak een geclusterde distributie en een grote densiteit, waarbij de groepjes duiven over verschillende locaties kunnen voorkomen. Hierbij is het gebleken dat verplaatsingen van individuen tussen de groepen verwaarloosbaar is (Sol & Senar, 1995). Hierdoor is een goede (gestratificeerde) verdeling van de proefvlakken over het gebied cruciaal voor het bekomen van een goede inschatting van de aantallen duiven (Buijs & Van Wijnen, 2001; Giunchi 2012). Een gestratificeerde of gelaagde steekproef wordt toegepast wanneer de populatie ten aanzien van een bepaald kenmerk is verdeeld in klassen. Voor duiven is een veel voorkomende opdeling het onderscheid tussen het stadscentrum en de randstad. De onderverdelingen worden 'strata' genoemd.

2.4 Duivenaantallen en bestaande monitoring

Samenvattend dient om (1) inzicht te krijgen in de aantallen duiven en in (2) of de maatregelen tegen overlast effectief zijn, rekening te worden gehouden met:

- Aspecten van de biologie van de soort zoals groepsgedrag en hoge densiteit, voortplanting doorheen gans het jaar en het voorkomen van stadsduiven in de complexiteit van de stedelijke omgeving waarbij observatie van alle individuen niet evident is;
- De vereiste dat de gehanteerde methodiek toelaat om te corrigeren voor de detectiekans.

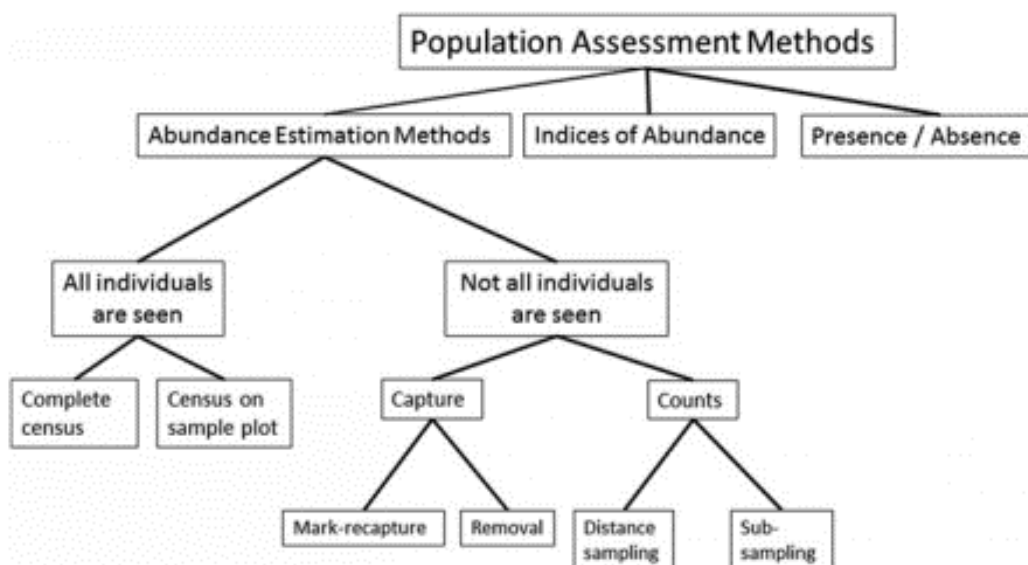
Rekening houdende met voorgaande punten betekent dit dat de bestaande monitoring van vogels in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest slechts beperkt bruikbare informatie oplevert voor het monitoren van de aantallen duiven of het evalueren van de effectiviteit van maatregelen. De bestaande monitoring geeft wel inzicht in de evolutie van de aantallen duiven doorheen de tijd. Een bemerking is dat het merendeel van de observatiepunten gelegen zijn in groene ruimten. Het is niet zeker dat deze groene ruimten representatieve proefvlakken zijn voor stadsduiven (zie hoofdstuk 3 waarin ingegaan wordt op gestratificeerde dataverzameling).

3 CATALOGUS TELMETHODEN

In wat volgt wordt een beknopt overzicht gegeven van de beschikbare telmethodes voor het schatten van populatie-aantallen. Op hoofdlijnen zijn er drie manieren om de grootte van een populatie te bepalen:

- De volledige populatie tellen: dit vereist het kunnen zien van alle individuen en deze afzonderlijk van elkaar te kunnen tellen.
- Een steekproef of proefvlak nemen en aan de hand daarvan de populatiegrootte bepalen. Deze methode wordt vooral toegepast wanneer de populatiedichtheid groot is en wanneer het niet eenvoudig is om alle individuen afzonderlijk te kunnen waar nemen. Bij deze methode tel je het aantal individuen op een klein gebied. Om een betrouwbaar beeld te krijgen herhaal je dit voor verschillende kleine gebieden. Dit laat toe om het gemiddelde aantal individuen per klein gebied te bepalen, wat op zich toelaat om te extrapoleren naar de oppervlakte van het totale gebied.
- Gebruik maken van vangst-terugvangstmethode: hierbij worden individuen gevangen en gemerkt. Door opeenvolgende vangstsessie uit te voeren kan aan de hand van het aantal gemerkte versus het aantal ongemerkte dieren een schatting gemaakt worden van de populatiegrootte.

De methode voor het schatten van de populatiegrootte van een soort kunnen geplaatst worden in een framework zoals werd opgesteld door Lancia *et al.* (1996) (Figuur 3.1). We maken gebruik van dit schema in de verdere bespreking van de verschillende mogelijke methodieken.



Figuur 3.1 Kader voor de schattingsmethodieken voor het bepalen van populatiegroottes (Lancia *et al.*, 1996).

In een eerste instantie kan er onderscheid gemaakt worden tussen de methoden om inschatting te maken over de **absolute aantallen** (waarbij een populatiegrootte of densiteit wordt bekomen) en methoden die uitgaan van een **bepaalde index** of die uitgaan van **aanwezig/afwezig** om een inschatting te maken van het voorkomen van een soort. We bespreken de verschillende technieken in relatie tot de vraag of ze toelaten om (1) een goede schatting te bekomen van een populatie stadsduiven en (2) of ze toelaten om de effectiviteit van maatregelen te evalueren. We bespreken de verschillende technieken daarbij één voor één en vatten nadien de belangrijkste elementen samen in een overzichtelijke tabel.

3.1 Indices en aanwezig/afwezig inschattingen

3.1.1 Indices van relatieve abundantie

Principe

Een index van relatieve abundantie houdt in dat de relatieve grootte van een populatie wordt berekend, om zo vergelijkingen tussen populaties op de zelfde locatie of tijd mogelijk te maken. Dergelijke index bepaalt echter nooit de absolute populatiegrootte.

Een veelgebruikte methode binnen vogelmonitoring is de “*point count*” methode, welke voornamelijk in (tropische) bossen wordt gebruikt (Volpato, 2009). Hierbij worden vaste punten aangeduid over een studiegebied, van waaruit over een bepaalde vaste tijd waarnemingen worden gedaan. Als men over verschillende jaren heen waarnemingen worden gedaan op dit zelfde punt en over dezelfde tijdspanne, kunnen per punt de resultaten worden vergeleken.

Sinds 1992 wordt er in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest een opvolging van de algemene broedvogels georganiseerd op basis van een luisterpunt-methode, wat een afgeleide is van deze point-count methode. Hierbij worden bij elke opname ter hoogte van een bepaald luisterpunt alle vogels geïnventariseerd die gedurende een tijdspanne van 15 minuten gezien of gehoord worden waarbij er geen afstandsbeperking geldt.

Voordelen

- Het voordeel aan de indices methodiek is de relatief lage kostprijs en moeite die er mee gepaard gaat.
- De *point count*-methode is wellicht de simpelste vogelmonitoringsmethode.
- In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn er als sinds 1992 data beschikbaar over de aantallen stadsduiven via de methode van de luisterpunten (cf. hoofdstuk 2.2).
- De luisterpuntmethode laat toe om kaarten te maken die tonen hoe en waar een soort of soortgroepen toenemen of afnemen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Weiserbs, 2010).

Nadelen

- Deze techniek is voornamelijk bedoeld voor soorten die hun territorium afbakenen door te zingen.
- Indices zijn enkel geschikt wanneer verschillen tussen populaties moeten worden ingeschat. Dergelijke methoden zijn steeds verbonden aan bepaalde veronderstellingen of assumpties. Een kritische assumptie is bijvoorbeeld dat er een direct verband (correlatie) bestaat tussen de vooropgestelde index en de volledige populatiegrootte, welk dan weer vereist dat alle individuen eenzelfde detecteerbaarheid hebben. Zonder de inschatting van de detectiekans van een vogelsoort, ziet Anderson (2003) de methode niet gefundeerd genoeg om een wetenschappelijk verantwoorde uitspraak te doen over de populatiegrootte.
- Ook halen Norvell *et al* (2003) aan dat de mogelijke verschillen tussen de waarnemers of het verschil in efficiëntie van eenzelfde waarnemer op verschillende tijdstippen tot een vertekening van de resultaten kan leiden.
- De populatietrends gebaseerd op de relatieve abundantie-technieken zijn veelal onstabiel in vergelijking met de absolute technieken (Norvell *et al.*, 2003).

Conclusie

Dit is geen geschikte methode om de aantallen duiven in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest op te volgen. Het belangrijkste knelpunt is dat er geen rekening wordt gehouden met de detectiekans, een parameter waarmee rekening dient te worden gehouden in een stedelijke context.

3.1.2 Aan- of afwezig technieken

Principe

Bij aanwezig/afwezig wordt het studiegebied onderverdeeld in hokjes, waarbij de waarnemer per hokje nagaat of een (vogel)soort al dan niet aanwezig is. Hierbij is de aanwezigheid van één individu voldoende, en maakt het totale aantal waargenomen individuen per hokje niet uit. Een belangrijke assumptie is dat elk individu perfect zichtbaar moet zijn, om zekerheid te hebben over de aanwezigheid per locatie. Dergelijke methoden worden veelal gebruikt in wildlife-studies, waar vaak niet mogelijk is om specifieke aantallen in te schatten.

Voordelen

- De tellingen zijn zeer eenvoudig.

Nadelen

- Er wordt geen rekening gehouden met het groepsgedrag van duiven.
- De techniek laat geen aantal- of densiteitsinschattingen toe.

Conclusie

Er wordt bij deze methode geen rekening mee gehouden dat duiven groepsdieren zijn. Deze methode is daarom niet bruikbaar voor het monitoren van duiven in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Doordat er geen rekening wordt gehouden met de aantallen duiven op een locatie is deze methode evenmin geschikt om uitspraken te doen over de effectiviteit van beheermaatregelen.

3.2 Absolute inschattingstechnieken

Absolute inschattingstechnieken hebben het doel de effectieve populatiegrootte of de densiteit van een bepaalde soort in een bepaald gebied te bepalen (Krebs, 1999). Een opsplitsing in methodieken kan gemaakt worden tussen methoden waar de detecteerbaarheid geen probleem is (m.a.w. waarbij elk individu van de soort zonder veel problemen kan worden waargenomen) en methoden waarbij een volledige detecteerbaarheid onwaarschijnlijk is (individuen die wel binnen een proefvlak aanwezig zijn, maar niet kunnen worden waargenomen) (Figuur 3.1). In een stedelijke omgeving en rekening houdende met de biologie van duiven is de randvoorwaarde van een volledige detecteerbaarheid van alle individuen niet voldaan. De methoden die uitgaan van een volledige detecteerbaarheid zijn daarom niet geschikt en worden niet verder toegelicht.

We bespreken enkel die methoden die gebruikt worden wanneer niet alle individuen kunnen worden gezien. Een onderscheid kan gemaakt worden tussen twee categorieën: **de vangmethoden** en **telmethoden**.

3.2.1 Vangmethoden

3.2.1.1 Vangst – hervangst

Principe

Bij vangst-hervangst methoden wordt een deel van de populatie gevangen en gemarkeerd (bv. door het ringen van de vogel). De gevangen exemplaren worden na het merken terug vrijgelaten in het studiegebied. Op een later tijdstip wordt opnieuw een deel van de populatie gevangen, gemarkeerd en vrijgelaten. Door de verhouding van gemarkeerde en niet gemarkeerde dieren te vergelijken, kan een inschatting gemaakt worden van de volledige populatie.

Voordelen

- Een voordeel van de vang-hervangst techniek is dat individuen niet dubbel geteld kunnen worden. Dit laatste kan wel het geval zijn bij tellingen als de soort mobiel is.
- Heezik & Seddon (2017) stellen dat de techniek geschikt is voor het tellen van vogels binnen stadsparken en andere groene ruimtes.
- De verminderde detecteerbaarheid van de soorten is geen knelpunt, aangezien er niet wordt geteld maar steeds een vast aantal individuen worden gevangen. Echter, er bestaat ook een ruime literatuur over of individuen wel of niet identiek zijn in de kans om gevangen te worden (trap happiness en shyness).
- Is een goede methode om naast de populatiegrootte ook inschattingen te maken van sterftcijfers.

Nadelen

- In een stedelijke omgeving wordt deze techniek zelden toegepast (Van Heezik & Seddon, 2017). Eén van de redenen is dat toegang nodig is tot de locaties waar duiven gevangen zullen worden. Toegang is daarbij nodig om privé-eigendom te betreden, gezien het grootste deel van een stad hieruit bestaat. Ook zijn stadspopulaties vaak zeer groot, waardoor ook een groot aantal markeringen van duiven noodzakelijk is om te komen tot gefundeerde uitspraken.
- Conform de wetgeving op dierenwelzijn mogen de dieren geen enkele pijn ondergaan, lijden, angst hebben of blijvende schade, die vermijdbaar is, ondergaan.
- Er worden strenge assumpties gekoppeld aan de methode (Gregory *et al.*, 2004):
 - Vraagt veel tijd, waarbij het “leren vangen” van de duiven mee een bepaalde expertise vraagt. Omzichtig omgaan met de individuen is van belang.
 - Een veronderstelling voor de analyse van de observaties is dat een “gesloten” populatie binnen het studiegebied of het proefvlak verondersteld dient te worden, waarbij er geen duiven binnen of buiten het studiegebied komen (ook niet via geboortes of sterftes).
 - De gevangen exemplaren mengen zich volledig vrij in de populatie. Dit is echter weinig het geval.
 - De techniek gaat ervan uit dat het markeren er niet voor zorgt dat de overlevingskans verandert, of dat een gemarkeerd individu evenveel kans heeft om opnieuw gevangen te worden als de niet-gemarkeerde individuen.
 - De markeringen dienen duidelijk zichtbaar te blijven of vallen niet af. Dit is geen knelpunt bij duiven indien vogelringen gebruikt worden.

Conclusie

Vangst-hervangsttechnieken kunnen een potentiële methode bieden voor het inschatten van een vogelpopulatie. De methode is echter zeer arbeidsintensief en hangt nauw samen met strenge assumpties, waardoor het niet de meest optimale methode is (zie verder).

3.2.1.2 Wegvangen

Principe

Vele steden (Londen, Washington, Dresden) passen het eenvoudige principe van “vangen/eliminieren” toe als maatregel om de duivenaantallen te doen dalen en de overlast door duiven te verlagen. We stellen hier de vraag in hoeverre het wegvangen van duiven een geschikte methode is om een inschatting te maken van de aantallen duiven. Het belangrijkste knelpunt is dat meerdere studies hebben aangetoond dat de techniek van het wegvangen geen invloed heeft op de grootte van de populatie op lange termijn (Murton et al., 1972; Haag-Wackernagel, 1984; Kautz, 1985; Kautz, 1990; Kautz & Malecki, 1990; Sol & Senar, 1995; Schnitzler, 1999; Magnino et al., 2009). De techniek moet permanent en op dergelijk grote schaal worden toegepast dat het louter vangen en doden al snel gedoemd is om te mislukken (Haag-Wackernagel, 2002). Volgens Dehay (2008) zou het mislukken van een programma waarbij gewerkt wordt op basis van massale slachting te wijten kunnen zijn aan het feit dat een afname van de dichtheid van een duivenpopulatie leidt tot een toename van het geboortecijfer. En als de natuurlijke sterfte afhangt van de dichtheid, dan zou een afname van de dichtheid de levensduur van de niet-gedode dieren kunnen doen toenemen. De veroorzaakte sterfte zou geen aanvullende, maar een vervangende sterfte zijn (Sol et Senar 1992). Het wegnemen van individuen leidt tot een snelle immigratie van individuen uit niet-gecontroleerde gebieden (Sol & Senar 1995). Dat versterkt de natuurlijke turnover binnen de duivenpopulaties (Lefebvre 1991). Ter herinnering: één koppel duiven kan tot 12 duivenjongen per jaar hebben. Die hoge fertiliteit gaat gepaard met een lage natuurlijke sterfte van gemiddeld 10% (Haag-Wackernagel, 1984). Populaties beheersen door individuen te elimineren heeft dus enkel lokale en tijdelijke effecten doordat de subpopulaties aan elkaar gekoppeld zijn: duiven van naburige sectoren komen de weggevallen individuen vervangen (Rose et al. 2006b).

Voordelen

- Net als bij de vangst-hervangst methode valt de mogelijke vertekening door een verminderde detecteerbaarheid weg.

Nadelen

- Populaties beheren door het elimineren is geen efficiënte methode, met slechts tijdelijke effecten tot gevolg.
- In het verleden is al vaker gebleken dat de methode faalt als bestrijdingsmethode door het snelle populatieherstel.

Conclusie

De wegvangmethode is geen geschikte methode voor het opvolgen van de populatiegroottes van de duiven. Verder is het ook geen adequate methode voor het nagaan of de populatiemaatregelen al dan niet succesvol zijn, dit omdat meerdere studies reeds hebben aangetoond dat het geen goede maatregel is om de duivenpopulatie te beperken.

3.2.2 Telmethoden

3.2.2.1 Gecorrigeerde kwadraattellingen

Principe

De kwadraattelmethode hanteert hetzelfde principe als bij een volledige vogeltelling met proefvlakken, waarbij elke (zichtbare) vogel binnen een afgebakend proefvlak wordt geteld, maar een correctiefactor wordt gebruikt om de verminderde detecteerbaarheid binnen het proefvlak in rekening te brengen. Zo wordt per proefvlak het getelde proefvlakaantal vermenigvuldigd met deze correctiefactor.

Er bestaan 2 mogelijkheden voor de waardebeoordeling van deze correctiefactor:

- 1) De 'simpele kwadraattelling': waarbij een 'gemiddelde' correctiefactor van 3.5 wordt gebruikt. Deze waarde werd door Senar (1996) bepaalde op basis van verschillende correctiefactoren uit de literatuur.
- 2) Het inschatten van een meer toegepaste (op maat) correctiefactor door het uitvoeren van een dubbele telinschatting. Hierbij wordt in een afgebakend proefvlak een intensieve telling uitgevoerd (bv. op basis van een vangst-hervangst methode). Daarna wordt de kwadraattelling uitgevoerd, waarbij op basis van beide telresultaten een correctiefactor kan worden opgesteld.

Voordelen

- Het toepassen van een robuuste correctiefactor leidt tot accurate resultaten.
- Het gebruik van de gemiddelde correctiefactor levert ruwe resultaten op.

Nadelen

- De precisie van de inschatting van de correctiefactor is vaak niet correct, aangezien de variabiliteit plaats- en tijdsafhankelijk is.
- De procedure voor het inschatten van de correctiefactor is tijdrovend en duur.

Conclusie

We verwijzen naar de studie van Giunchi *et al.* (2007), waarin de kwadraattellingmethode wordt vergeleken met Distance sampling (zie verder). Hieruit volgende dat de kwadraattellingen wel precieze resultaten leverde, maar ongeschikt is voor het nagaan van populatietrends van duiven door de te hoge vertekening van de resultaten bij het gebruik van een vaste correctiefactor over het volledige studiegebied heen. Het verlagen van de vertekening door het gebruik van locatie-specifiekere correctiefactoren haalt echter de precisie naar beneden en zorgt tevens voor een hogere kostprijs. Distance sampling gaf een populatie-inschatting met minder dan 1/3 van het werk wanneer vergeleken met de arbeidsinspanning nodig voor de kwadraattelling.

3.2.2.2 Distance sampling met lijntransecten

Principe

Tijdens de telling legt de waarnemer willekeurig verspreide lijntransecten (= telroutes) af waarlangs elke zichtbare duif wordt genoteerd, inclusief diens loodrechte afstand tot het transect. Aan de hand van de afstanden van het transect tot de individuen, kan een detectieprobabiliteit worden opgesteld, om het verband tussen de afstand en de afnemende waarneembaarheid vast te leggen. Door het gebruik van dergelijk model kan een accurate inschatting van de volledige populatie worden bekomen, waarbij tevens de afnemende detecteerbaarheid met de afstand tot de telroute in rekening wordt gebracht.

De telroutes kunnen volledig random over het studiegebied verdeelt worden, of op een gestratificeerde manier, waarbij het studiegebied wordt onderverdeeld in zones (bijvoorbeeld urbaan en suburbane zone gezien duiven een voorkeur hebben voor oudere en dichter op elkaar staande gebouwen). Hierbij wordt bijgevolg rekening gehouden met de structuurverschillen tussen de strata, waardoor een andere populatiegrootte per strata wordt verwacht.

Volgens Senar (1996) dient minstens 1/4 van het studiegebied onderzocht te worden om tot betrouwbare resultaten te komen.

Distance sampling kan worden aanzien als een kosteneffectieve telmethodiek voor de inschatting van vogelpopulaties waarbij het aspect van detecteerbaarheid in rekening wordt gebracht (Giunchi, 2007).

Voordelen

- De detecteerbaarheid van de individuen wordt zeer nauw in rekening gebracht, waardoor de vertekening van de resultaten grotendeels wordt gereduceerd.
- De methode is al in verschillende steden succesvol toegepast voor de bepaling van stadsduivenpopulatie:
 - Giunchi *et al.* (2007) in stadcentrum Pisa
 - Bureau Stadsnatuur Rotterdam (2010) in Rotterdam
 - Dobeic *et al.* (2011) in stadscentrum Ljubljana
 - Ryan (2011) in stadscentrum Wellington
- Distance sampling laat ook toe om onderverdelingen te maken tussen verschillende subgebieden in de stad (bijvoorbeeld: urbaan versus suburbaan), zoals elk van voorgenoemde studies ook hebben toegepast. Zo kunnen tussen deze gebieden verschillende probabiliteitsmodellen worden gezocht, wat het toelaat om case-specifieker te werken.
- De positie van een vogel t.o.v. het transect is in stedelijke context relatief gemakkelijk in te schatten door de locatie van de vogel aan te duiden op een plannetje of luchtfoto van het gebied. Deze locaties kunnen achteraf in een GIS-systeem worden ingebracht, waarbij de loodrechte afstanden kunnen berekend worden.
- Er is gespecialiseerde software ter beschikking voor het berekenen van de loodrechte afstanden op basis van de ingegeven waarnemingspunten (Distance software van Thomas et al., 2005).

Nadelen

- Er wordt gewerkt met lijntransecten, waarbij enkele (statistische) assumpties gelden:
 - De transecten moeten random verspreid worden over de verschillende strata (Buckland, 2001), maar in een stedelijke context is dit vrijwel enkel mogelijk langs de bestaande weginfrastructuur om het tellen van duiven toe te laten.
 - Alle vogels die zich op het transect zelf bevinden, moeten volledig zichtbaar zijn.
 - Vogels dienen te worden opgemerkt, voordat ze worden opgeschrikt door de waarnemer.
 - Een correcte afstandsinschatting is van groot belang.
- Er is een complexe berekening aan de modelbepaling gekoppeld, waarvoor statistische kennis bij de dataverwerker vereist is.

Conclusie

Distance sampling is een kosteneffectieve telmethodiek waarin de telproblemen die samen gaan met de stedelijke context (structuur, slechte zichtbaarheid) en het gedrag van de duiven (clustervorming) zo goed als mogelijk worden opgevangen. Het werken met lijntrajecten geeft als voordeel dat over een groter gebied kan gemonitord worden.

3.2.2.3 Distance sampling met punttransect

Principe

Gedurende een punttransect beweegt de waarnemer zich net als bij een lijntransect over een uitgelegd transect, maar wordt er gestopt op verschillende punten, waarbij de vogels de kans krijgen om zich terug te 'settelen'. Hierna start de effectieve waarneming voor een vooraf bepaalde tijdsduur. De monitoring en afstandsbeoordeling gebeurt op dezelfde wijze als bij de distance sampling met een lijntraject, maar dit steeds ten opzichte van het gekozen punt.

Net zoals bij de lijntransecten is het mogelijk om te kiezen voor een volledig random puntverdeling, of een random gestratificeerde verdeling.

Voordelen

- Punten zijn gemakkelijker te verdelen over een gebied dan lijnen.
- Meer tijd voor het waarnemen van de individuen.

Nadelen

- De kans op dubbele tellingen is groter dan de variant met lijntransecten.
- Correcte afstandsinschattingen zijn van groter belang dan bij lijntransecten.
- Punttellingen worden over het algemeen als minder efficiënt aanzien (Buckland *et al.*, 2001).
- Er kunnen minder individuen geteld worden in vergelijking met de aanpak met lijntrajecten per eenheid van tijd (Wilson *et al.*, 2000).

Conclusie

Distance sampling met punten lijkt sterk op de variant met lijntrajecten, met als enig verschil dat een beperktere oppervlak wordt gemonitord. Het voordeel is dat de punten gemakkelijker verdeeld kunnen worden over het studiegebied en meer tijd ter beschikking is om alle potentieel aanwezige duiven te monitoren. In vergelijking met de lijntrajecten is de finale gemonitorde oppervlakte echter beduidend lager waardoor de kost/moeite-ratio hoger komt te liggen.

3.3 Beoordeling

Onderstaande tabel geeft een beoordeling van de toepasbaarheid van de besproken telmethodieken voor de beoogde duivenmonitoring in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest aan de hand van 5 parameters.

Een kleurcode wordt gehanteerd voor de evaluatie van elk van de parameters waarbij:

	De methode scoort goed voor de beschouwde parameter
	De methode scoort middelmatig voor de beschouwde parameter
	De methode scoort slecht voor de beschouwde parameter

Tabel 1 Beoordelingskader voor de selectie van de te weerhouden telemethodiek.

Methode	Kost*	Biologie**	Detectie [£]	Aantallen [§]	Maatregel ^l
Indices van relatieve abundantie					
Aan- of afwezig					
Vangst-hervangst					
Wegvangen					
Proefvlaktellingen					
Kwadrattellingen met correctiefactor					
Distance sampling lijntransect					
Distance sampling puntransect					

* Voor het aspect kost werd rekening gehouden met zowel het financiële luik, als met de inzet van personeel.

** Houdt rekening met aspecten zoals het voorkomen door duiven in groepen en het leven in de complexe omgeving van de stad met uitdagingen naar het kunnen waarnemen van dieren in een matrix van gebouwen en infrastructuur

£ Het is een onderdeel van de methodologie om te corrigeren voor de detectiekans

§ De techniek laat toe om uitspraken over de aantallen duiven zowel m.b.t. plaats als tijd (continuïteit, door herhaalde metingen te doen overheen de jaren)

† De techniek laat toe om uitspraken te doen over de effectiviteit van maatregelen

Algemene conclusie: Uit tabel 1 blijkt duidelijk dat de methode van distance sampling met lijntransect de meest geschikte methodiek is voor de duivenmonitoring in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

4 METHODIEK VOOR HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

4.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 werden de verschillende methoden voor het tellen van duiven geëvalueerd. Hieruit bleek dat *Distance Sampling* (Buckland *et al.*, 2001) de best beschikbare methode is. Wanneer vergeleken met de andere methoden geeft *Distance sampling* de beste resultaten om de duivenpopulatie in te schatten. Daarnaast is *Distance Sampling* ook de best beschikbare methode voor het evalueren van de effectiviteit van toegepaste controlemaatregelen (Giunchi *et al.* (2012); Norvell *et al.* (2003); de Baerdemaeker & Grutters, 2010; Dobeic *et al.* (2011)). Wanneer *Distance sampling* met lijntransecten en met puntransecten wordt vergeleken, komt de methodiek met lijntransecten naar voor als de meest geschikte aanpak om toegepast te worden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Distance sampling als methode werd eerder reeds verschillende keren toegepast bij het tellen van dieren. Dit eerdere werk heeft geleid tot specifieke software (Thomas *et al.* 2010) die gratis online beschikbaar is. Deze software is te downloaden via <http://distancesampling.org>. De site bevat ook verdere informatie en instructievideo's over de software (in de Engelse taal). Met de software komt tevens een *user guide* waarin de werking van de software stap voor stap wordt uitgelegd.

In het vervolg van dit hoofdstuk gaan we er vanuit dat voor het tellen van de duiven in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gebruik zal gemaakt worden van *Distance sampling* met lijntransecten en van de gratis beschikbare software (Thomas *et al.* 2010).

In de verdere bespreking leggen we de focus op die elementen die aandacht vragen om te komen tot een effectief en efficiënt opvolgen van de duivenpopulatie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. We bespreken daarbij achtereenvolgens:

- Hoe te bepalen hoeveel transecten er dienen te worden uitgezet?;
- Welke aspecten van belang zijn bij het tellen van de duiven;
- Hoe te komen van het tellen van duiven tot resultaten;
- Stellen we eveneens de vraag of alle acties door de gemeenten kunnen opgenomen worden, of, alternatief, bediscussiëren we of het voor sommige acties aangewezen is dat deze door een derde partij worden uitgevoerd.

Voor de specialistische lezer verwijzen we naar de meer diepgaande informatie in de vakliteratuur m.b.t. de methodiek van *Distance sampling*:

- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., & Laake, J. L. (2005). *Distance sampling*. John Wiley & Sons, Ltd.

- Buckland S. T., Rexstad E. A., Marques T. A. (2015). Distance Sampling: Methods and Application
- Thomas, L., Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Laake, J. L., Strindberg, S., Hedley, S. L., ... & Burnham, K. P. (2010). Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*, 47(1), 5-14.

De handleiding van de Distance software (Thomas *et al.* 2010) is als bijlage bij dit rapport opgenomen.

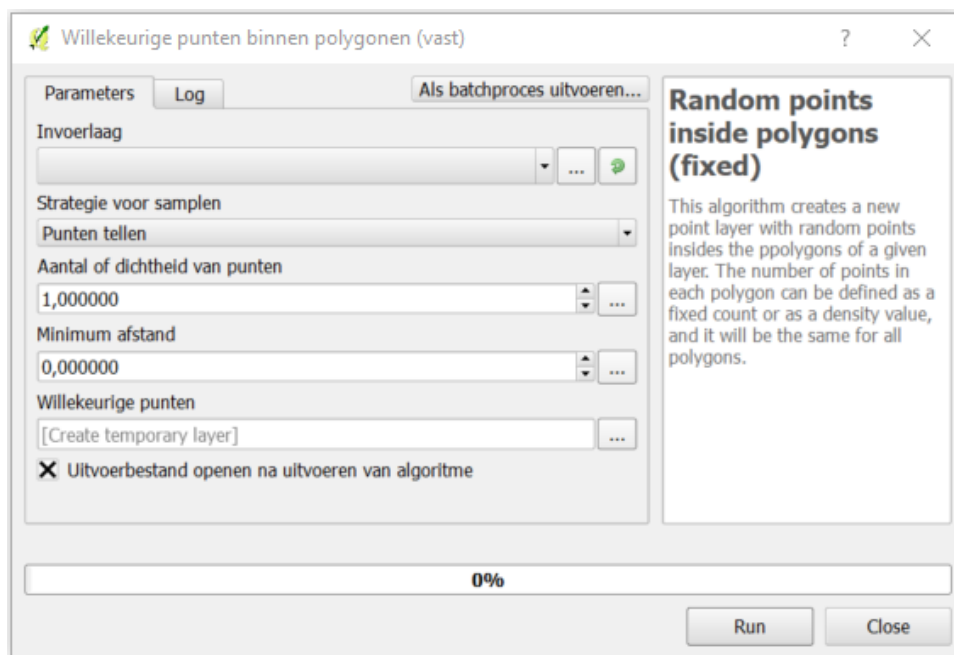
4.2 Hoeveel transecten?

De *Distance* software (Thomas *et al.* 2010) laat toe om de transecten ruimtelijk uit te zetten. In Box 1 geven we ook een toelichting over hoe de transecten ruimtelijk kunnen uitgezet worden in QGIS. We vermelden deze mogelijkheid ermee rekening houdende dat QGIS een algemeen softwarepakket is gekend bij onder andere het Brussels Instituut voor Milieubeheer en minder specialistisch is dan de *Distance* software. Het uitzetten van de transecten kan dus zowel gebeuren in de *Distance* software als in QGIS. Kort samengevat dienen in de *Distance* software of in QGIS punten willekeurig verspreid over de totale oppervlakte van het steekproefgebied gebied te worden gelegd. Water, bebouwing en vliegvelden worden bij voorkeur uitgesloten bij het plaatsen van de punten, om ervoor te zorgen dat de punten niet al te ver van een werkelijk begaanbare locatie liggen. Desgewenst kunnen ook andere gebieden (bv. groengebieden) uitgesloten worden zodat er in deze gebieden geen transecten komen te liggen. Vervolgens kunnen startende vanuit de gegenereerde punten telroutes worden ingetekend. We verwijzen hierbij naar Giunchi *et al.* (2007) voor de lengte van de transecten: 300m, en een minimale afstand tussen de verschillende transecten van 150m afstand.

BOX 1: Uitzetten van transecten in QGIS

De verdeling van het aantal gekozen transecten dient willekeurig te gebeuren, wat mogelijk is a.d.h.v. gepaste Geografisch informatiesysteem (GIS)-software. Het gratis open source GIS-softwarepakket QGIS biedt enkele mogelijkheden om op een eenvoudige manier tot een willekeurige verdeling over het studiegebied/de strata te komen. We sommen 2 mogelijkheden op:

- Tot QGIS behoort de standaardtool 'willekeurige punten binnen polygonen (vast)' (via Vector > Onderzoeksgereedschap). Een vast opgegeven aantal punten kunnen hierbij willekeurig verspreid worden binnen vooropgestelde polygonen. Zo kan er een polygoon worden aangemaakt per strata, en wordt er per polygoon een vast aantal telroutes. Verder kan er ook een minimum afstand worden opgelegd, om overlappende routes te vermijden (door bijvoorbeeld een minimumafstand van 150m in te stellen).



- Indien het vooropgestelde aantal telroutes verschilt per strata, kan de tool per strata toegepast worden of kan gebruik gemaakt worden van de gelijkaardige tool 'willekeurige punten binnen polygoenen (variabel)', waarbij er per polygoon (strata) een attribuut wordt toegekend met het aantal vooropgestelde telroutes.

Een aantal vragen dienen echter voorafgaand te worden beantwoord omdat deze een rechtstreekse invloed zullen hebben op het aantal transecten dat uitgezet dient te worden. We bespreken hierbij achtereenvolgens

- de beschikbare informatie uit andere studies om inzicht te krijgen in hoeveel transecten dienen te worden uitgezet;
- de noodzaak van het gebruik van strata;
- de ruimtelijke schaal waarop inzichten nodig zijn en hoe dit zijn weerslag heeft op het aantal transecten;
- het aantal tellingen dat per transect dient te gebeuren op jaarbasis.

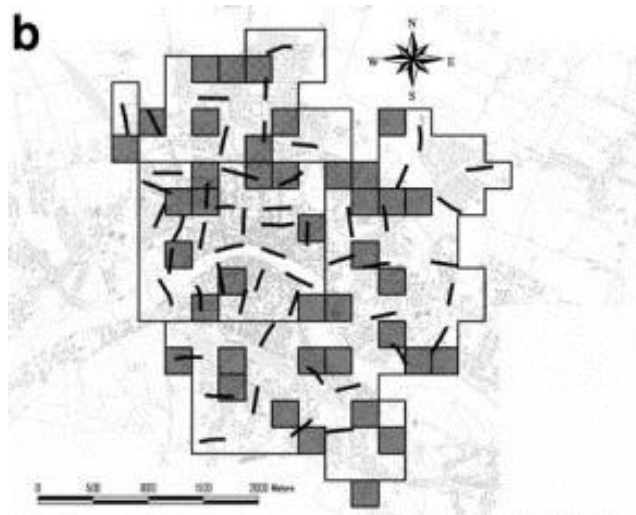
4.2.1 Andere studies

In gelijkaardige studies naar stadsduivenpopulaties met Distance Sampling bestaan verschillen in het aantal gelopen transecten en in de algemene aanpak van de telling. Om hiervan een beeld te krijgen, worden in wat volgt 3 gelijkaardige studies uitgelicht. Voor elk van de studies geven we aan hoeveel transecten werden uitgezet en waar deze in de stad gelegen zijn. Op kaartjes van elk van de steden wordt visueel voorgesteld waar de transecten liggen binnen de stad.

- **Pisa (Giunchi *et. al.*, 2007)**

Giunchi *et. al.* (2007) beschouwden 2 strata in Pisa (Urbaan en Sub-urbaan). Enkel het meest bebouwde gedeelte van Pisa werd onderzocht en het omringende groene gebied werd uit de studie weggelaten. Een totaal van 40 lijntrajecten werden proportioneel over elk van de strata verdeeld. Over het urbane stratum (oppervlakte van 2,6 km²) werden 10 transecten uitgelegd. Het suburbane stratum (oppervlakte van 7,7 km²) kreeg de overige 30 transecten toegekend.

Dit komt neer op ca. 1 transect per 0,26 km².



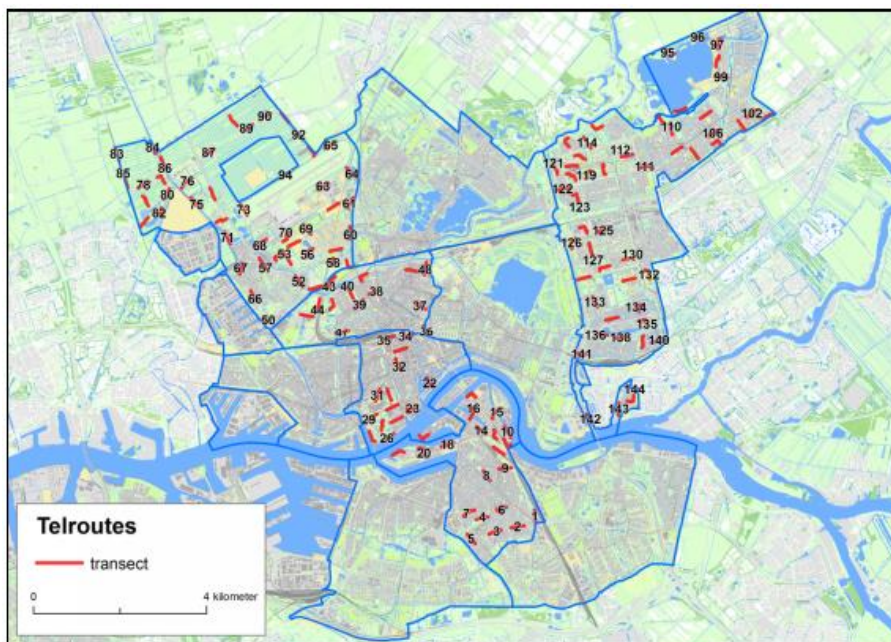
Figuur 4.1 Verdeling van de transecten voor de monitoring van de stadsduiven in Pisa. De vierkante hokjes staan voor de oppervlakten die werden gebruikt voor de kwatraattelling die simultaan met Distance sampling werd uitgevoerd om een vergelijking tussen beide methoden mogelijk te maken (Giunchi *et al.*, 2007).

- **Rotterdam (de Baerdemaeker & Grutters, 2010)**

In dit voorbeeld werd Rotterdam eveneens opgedeeld in een urbaan en een suburbaan gedeelte als strata. Rotterdam is een havenstad met een totaaloppervlak van 319 km². Een groot oppervlak bestaat uit water, waardoor de oppervlakte aan land 205 km² beslaat. Dit is verder op te delen in 15 deelgebieden (deelgemeenten en grote bedrijventerreinen). Om dit onderzoeksoppervlak nog verder te reduceren werd een streekproefgebied van vijf representatieve deelgebieden vooropgesteld. In slechts 47 km² van dit steekproefgebied werd daadwerkelijk geteld (3 urbaan, 2 suburbaan).

144 telroutes werden proportioneel verdeeld over de 2 strata van het steekproefgebied. Het urbane stratum (oppervlakte van 35km²) kreeg hiervan 49 telroutes, het suburbane stratum (oppervlakte 67 km²) kreeg 95 telroutes.

Door middel van extrapolatie werden de resultaten binnen het steekproefgebied vertaald tot gans Rotterdam. Het havengebied wordt buiten beschouwing gelaten door zijn verschillend karakter.

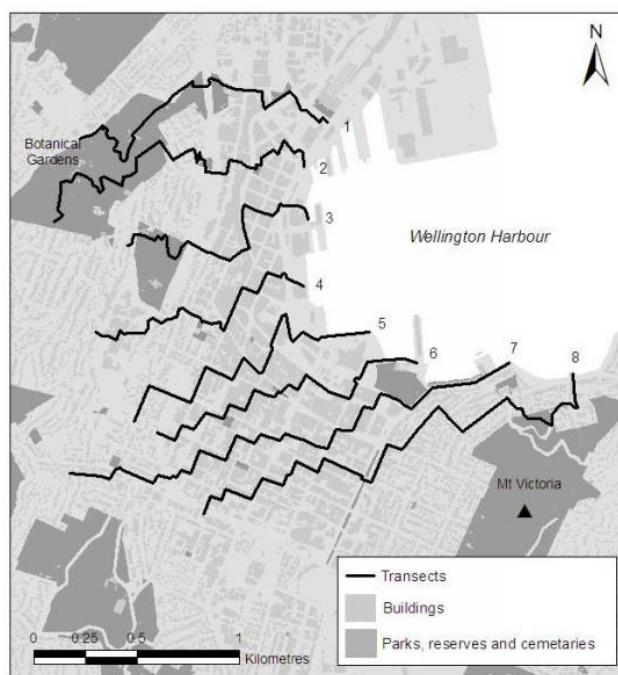


Figuur 4.2 Verdeling van de transecten voor de stadsduivenmonitoring in Rotterdam (de Baerdemaeker & Grutters, 2010).

- **Wellington city (Ryan, 2011)**

In dit onderzoek werd de stad Wellington, met een totale oppervlakte van 290 km², onderzocht. Aangezien het merendeel van de duiven er in het stadscentrum vertoeven, met een kleiner gedeelte in de buitenwijken werd het studiegebied begrenst tot dit centrale gedeelte, de hieraan grenzende buitenwijken maar ook de parkgebieden en het havengebied.

Een variant van de Distance Sampling met lijntrajecten werd toegepast. In plaats van een hele reeks kleine teltrajecten werd gekozen voor 8 grote trajecten, zoals geïllustreerd wordt in Figuur 4.3. Dit leverde een totale afstand van 15,4 km. Er werd geteld in de late zomer (februari – maart) en in de late winter (juli – augustus). Waarnemingen tot een maximale afstand van 80m van de waarnemer werden gebruikt in de analyse.



Figuur 4.3 Plaatsing van de 8 telroutes over het studiegebied in Wellington (Ryan, 2011)

4.2.2 Het gebruik van strata

Een te beantwoorden vraag voor het Brusselse gewest is of er een onderscheid gemaakt zal worden tussen verschillende strata. Uit voorgaande studies blijkt dat hiervoor de structuur van de stad onderzocht dient te worden. Relevant hierbij is dat stadsduiven meer aangetrokken zijn tot dense en oudere gebouwen, wat typerend is voor de oudere stadskernen (Sacchi *et al.*, 2002). In eerdere studies wordt er daarom soms een onderscheid gemaakt tussen het urbane en het suburbane gebied. De reden hiervoor is dat de detectiekans tussen beide strata kan verschillen en dat deze preferentieel voor elk van de twee strata afzonderlijk wordt opgesteld. Echter, volgens eenzelfde logica kunnen er argumenten aangereikt worden voor het eveneens gebruiken van afzonderlijke strata voor groenzones versus bebouwde zones, of voor stadsdelen die duidelijk verschillen in het aandeel oude gebouwen versus nieuwbouw of die duidelijk verschillen in functie (bv. haven, vliegveld, park, industriezone, woonzone,). Voor elk van deze genoemde strata kan er sprake zijn van een verschillende detectiekans voor het waarnemen van duiven. Indien er met strata wordt gewerkt, dienen de transecten proportioneel per strata verdeeld te worden. We stellen twee mogelijke werkwijzen voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor:

- Gelijkaardig aan eerder studies wordt er een onderscheid gemaakt tussen transecten gelegen in het urbane en transecten gelegen in het suburbane gebied. De transecten dienen proportioneel over deze twee strata te worden verdeeld. Er dient in dit geval gedefinieerd te worden wat verstaan wordt onder urbaan en suburbaan en hoe deze twee strata van elkaar verschillen. Brussel centrum zou bv. als urbaan kunnen worden gedefinieerd en de andere gemeenten als suburbaan.
- Voor redenen van eenvoud en om de kosten beheersbaar te houden wordt er niet gewerkt met strata voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. In dat geval wordt er van een gemiddelde detectiekans overheen de verschillende stadsdelen uitgegaan. Belangrijk is dan dat de transecten zo worden uitgezet dat de verschillende gebieden waarin deze komen te liggen zo gelijkaardig als mogelijk zijn en gelijktijdig ook representatief zijn voor de stad. Om hieraan tegenmoet te komen stellen we voor om enkel transecten uit te zetten daar waar er bebouwing is onder de vorm van woningen of historische gebouwen (bv. geen industriezones, haven, vliegveld, groenzones).

4.2.3 Ruimtelijk niveau voor uitspraken

Een laatste punt is de beleidsvraag op welk ruimtelijke niveau uitspraken gedaan dienen te worden op basis van de duivenmonitoring. Het is vanzelfsprekend dat het aantal transecten veel hoger dient te zijn indien er voor elk van de 19 gemeenten afzonderlijk een uitspraak nodig is.

Daarnaast kan de vraag worden gesteld of uitspraken nodig zijn specifiek over de locaties waar maatregelen genomen worden tegen overlast door duiven. M.a.w. dient de duivenmonitoring toe te laten om de duivenaantallen in *globo* op te volgen of is het wenselijk om tot uitspraken te komen over de lokale ruimtelijke schaal waar acties genomen worden om de duivenaantallen te beperken. Mogelijk ligt de nadruk zelfs op het kunnen doen van uitspraken over dit lokale niveau. In dat laatste geval zou geopteerd kunnen worden om de transecten niet gerandomiseerd te leggen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, maar gericht op die locaties waar wordt ingegerepen waarbij het dan wel een aandachtspunt is dat deze locaties vergelijkbaar zijn (bv. stedelijk en niet een park).

4.2.4 Aantal transecten voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Volgens Senar (1996) dient minstens 1/4 van het studiegebied onderzocht te worden om tot betrouwbare resultaten te komen. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest heeft een oppervlakte van 161 km². Delen die niet als stedelijk gebied geïdentificeerd worden, zoals de grotere groenzones (o.a. het Zoniënwoud) en grote wateroppervlakken worden niet meegenomen in het aflijnen van het studiegebied. Afgaande op eerdere studies (Giunchi, 2007 & de Baerdemaeker & Grutters, 2010) kan er voor de dichtheid of het aantal transecten gerekend worden op ca. 1 transect per 0,5 km². Een keuze dient te worden gemaakt of transecten worden toegekend aan verschillende strata.

Verder kunnen er met betrekking tot ruimtelijke niveau van uitspraak 2 opties worden voorgesteld wat betreft het aantal te nemen trajecten:

- Een steekproef wordt genomen van het aantal deelgemeentes uit het totaal van 19 deelgemeentes, waarbij de deelgemeentes zo representatief mogelijk worden uitgekozen. In een latere fase wordt dan een extrapolatie van de resultaten gemaakt over de overige deelgemeentes. Het voordeel hierbij is dat een beperkter aantal transecten dichter op elkaar kunnen worden uitgezet en toch betrouwbare resultaten bekomen kunnen worden.
- In elke deelgemeente wordt proportioneel naar de strata een aantal transecten gelegd. Een groter aantal transecten ten opzicht van voorgaande optie zal noodzakelijk zijn.

4.2.5 Aantal tellingen per transect

Rekening houdend met de biologie van de stadsduiven (zie hoofdstuk 2.1), waarbij de populatiegroottes afhangen van het moment in het jaar, kan elke afzonderlijke telling slechts als een momentopname worden aanzien. De populatiegrootte toont een piek in november, net aan het eind van het broedseizoen en aan de start van de winterperiode. Een minimum kan worden waargenomen in februari, wanneer de winterperiode zijn koudste momenten kent (Giunchi *et al.*, 2007).

We stellen op basis van deze demografische gegevens daarom voor om twee telmomenten uit te voeren: voor- en na het broedseizoen. Dit heeft verder als voordeel dat de duiven op die tijdstippen niet op hun nest zitten, waardoor het aantal niet-zichtbare duiven die aan het nesten zijn tot een minimum wordt herleid.

4.3 Duiven tellen in de praktijk

Tijdens het tellen is een gestandaardiseerde telmethodiek van belang om te komen tot betrouwbare gegevens en resultaten. Het lopen van de transecten dient daarbij een rustig tempo te gebeuren, waarbij elke zichtbare duif of groep duiven langs de route nauwkeurig aangeduid wordt op een duidelijke kaart (bijvoorbeeld een topografische kaart). Groepen duiven dienen als één enkele locatie worden aangeduid als de locatie van het zwaartepunt van de betreffende groep. Tamme duiven, die duidelijk een eigenaar hebben, worden niet genoteerd.

Voor het nadien verwerken van de gegevens is het nodig om de volgende notities te maken::

1. Het transectnummer, en het eventueel stratum waarvan het transect deel uitmaakt.
2. Indien het een groep van duiven betreft, dient ook het aantal duiven in de groep te worden genoteerd.

Tijdens het uitvoeren van de tellingen zijn volgende aandachtspunten van belang m.b.t. het standaardiseren van de gegevens:

- De tellingen dienen bij voorkeur gedurende de eerste uren na zonsopgang te gebeuren. Gedurende deze uren blijven de meeste duiven immers binnen de stad voor het zoeken naar voedsel (Giunchi *et. al*, 2007).
- Tellingen dienen preferentieel te gebeuren door een beperkt aantal geoefende waarnemers. Hoe groter het aantal waarnemers, hoe groter de kans zal zijn op vertekeningen van de resultaten. Het waarnemingsvermogen tussen de verschillende waarnemers kan immers sterk verschillen.
- De waarnemer dient verstoring van de duiven te vermijden zodat de duiven op een transect geteld worden en gelokaliseerd worden zonder dat dit daarbij het gevolg is van een verstoring door de waarnemer.
- Indien er wordt geteld aan een bredere, drukkere openbare weg dient het transect afwisselend op de linker- en rechterzijde afgelegd te worden.
- Indien een verrekijker wordt gebruikt voor de waarnemingen, dient dit tijdens elke telronde en door elke waarnemer te worden gebruikt. Dit is op zich aan te raden voor het maximaliseren van het aantal waarnemingen.
- Vliegende duiven worden niet opgetekend, want deze kunnen niet toegekend worden aan een specifieke locatie.

4.4 Van het tellen van duiven naar resultaten

4.4.1 Ingeven van de gegevens

De aangeduide waarnemingen per transect dienen vervolgens als een punten-layer (shapefile) in de Distance software of in een GIS-systeem zoals QGIS ingevoerd te worden. De additionele informatie zoals het nummer van het transect (eventueel het stratum waartoe het transect behoort) en het aantal duiven in een groep worden toegevoegd.

4.4.2 Dataverwerking met Distance software

4.4.2.1 Inleiding tot de Distance-software (Thomas *et al.*, 2010)

Vervolgens kan de *Distance Sampling* worden toegepast met het gratis softwareprogramma Distance 7 van Thomas *et. al* (2010). Voor uitgebreide informatie wordt verwezen naar Thomas *et al.* (2010).

4.4.2.2 Data-exploratie

In een eerste fase dienen de ingegeven telgegevens in *Distance* te worden geëvalueerd en kunnen eventuele foutjes of problemen bij lijntransecten onderzocht en aangepast. Voor verdere bespreking van mogelijke problematische lijntransectdata wordt verwezen naar Thomas *et al.* (2010).

4.4.2.3 Modelselectie

Er wordt aangeraden om de Conventionele Distance Sampling Analyse (CDS) te gebruiken, gezien dit de basisvariant is van *Distance*. In de CDS is het mogelijk om tot één niveau van strata te gaan (dus bv. een opdeling in urbaan & niet- urbaan).

Iets complexer is de *Multiple Covariates Distance Sampling* (MCDS)-applicatie, waarbij extra covarianten in rekening kunnen worden gebracht in vergelijking met de CDS, en waarbij de mogelijkheid bestaat om de schaal van de detectiefunctie aan te passen (maar nooit de vorm). Ook is het een mogelijkheid om clustergroottes als extra covarianten in rekening te brengen. Het wordt echter aangeraden om eerst de CDS-applicatie onder de knie te krijgen.

Vervolgens kunnen de resultaten worden getest met verschillende modellen, die de detecteerbaarheid trachten te benaderen. Er kunnen een eindeloos aantal functies worden getest, maar volgende combinatie van te testen functies geven meestal goede resultaten (Thomas *et al.*, 2009):

- *Uniform key with cosine adjustments*
- *Half-normale key with Hermite polynomial adjustments*
- *Half-normal key with cosine adjustments*
- *Hazard-rate key with simple polynomial adjustments*

Het best passende model wordt berekend aan de hand van het *Akaike Information Criterion* (AIC), een relatieve waarde die aan elk van de vooropgestelde modellen wordt gegeven. Het model met de laagste AIC wordt beschouwd als het best passende model (Buckland *et al.*, 2001).

Met een χ^2 -*goodness-of-fit* test wordt vervolgens nagegaan of de berekende dichtheid voor de weerhouden modellen voldoende betrouwbaar is.

Finaal wordt het best presterende model weerhouden.

4.4.3 Finale analyse

Eenmaal het model voor de detecteerbaarheid op punt staat, kan de dichtheid voor het volledige studiegebied worden berekend door extrapolatie van de waarnemingen. Bij het doorrekenen naar de volledige stad dienen de oppervlakten van grotere wateren niet te worden meegerekend.

Samenvattende statistieken en grafieken kunnen automatisch in *Distance* worden gegenereerd.

Na het uitvoeren van een eerste telling is een goede schatting beschikbaar over de huidig voorkomende aantallen en de dichtheid van duivenpopulatie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Opeenvolgende tellingen laten toe om de duivenpopulatie in de tijd op te volgen en om na te gaan of er wijzigingen in de aantallen optreden indien er maatregelen worden genomen om de duivenpopulatie te beïnvloeden.

4.5 Wie doet wat?

Voor de tellingen is het belangrijk dat verschillen in waarnemingscapaciteit tussen waarnemers beperkt worden gehouden. We adviseren daarom om het aantal tellers minimaal te houden. Indien er geopteerd wordt om voor elke gemeente een verschillende waarnemer te hebben, zal het extra aandacht vragen om te komen tot gestandaardiseerde gegevens.

De verwerking van de data volgens de Distance Sampling methode vergt enige statistische kennis. De Distance-software is duidelijk de meest geschikte aanpak om de verzamelde data verder te verwerken en te analyseren volgens de Distance Sampling-methode. De software is gratis ter beschikking en komt met een duidelijke handleiding en er is voldoende achterliggende literatuur voorhanden om te komen tot resultaten.

Het aanleren van de software zal echter een tijdsinvestering vereisen, waarbij de verwerker een statistische achtergrond heeft.

Actie	Gemeente	Derde partij*
Uitzetten van transecten		
Tellen van de duiven		
Invoeren van de gegevens		
Verwerken en interpreteren van de resultaten		

* Derde partij verwijst hierbij naar een coördinerend orgaan of het inschakelen van Leefmilieu Brussel, een universiteit of een studie bureau

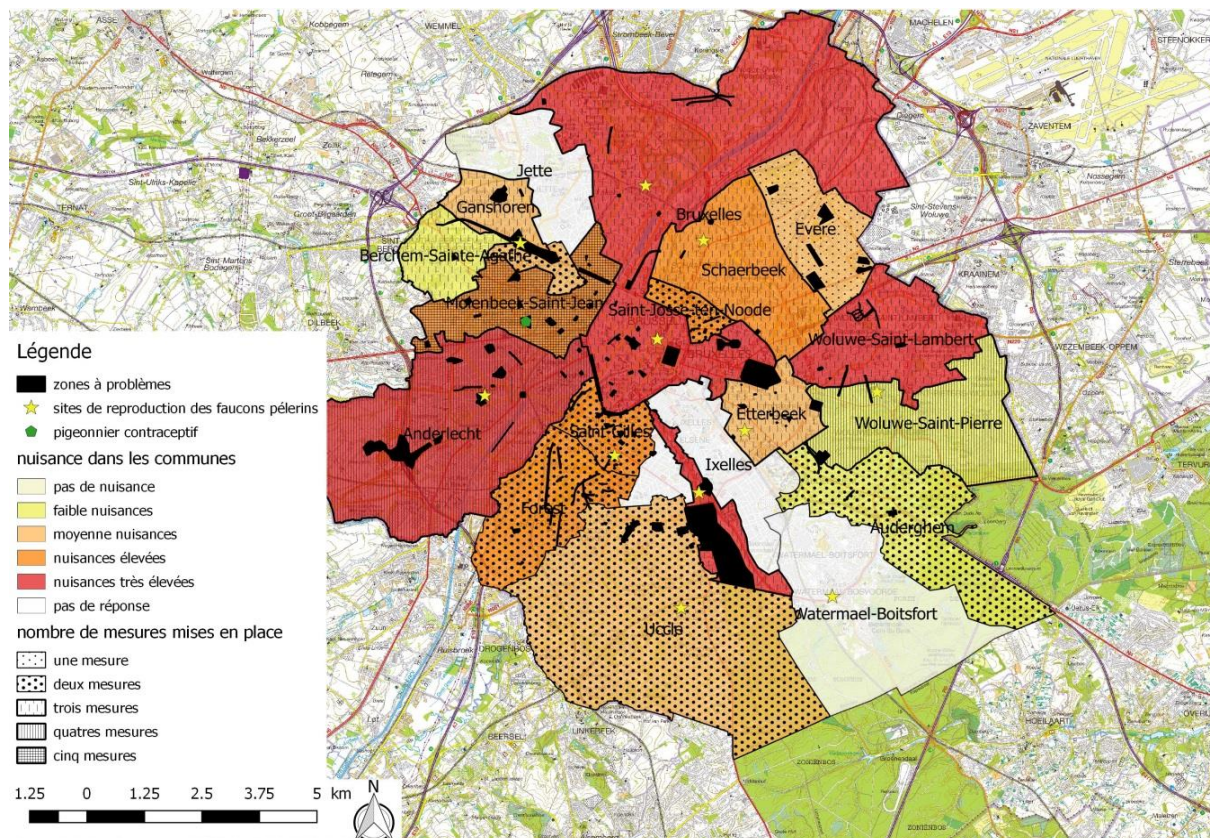
In bovenstaande tabel geven we aan in welke mate het realistisch is om de duivenmonitoring te laten gebeuren per gemeente. Het tellen van duiven en het invoeren van de gegevens zijn twee acties die op het gemeentelijke niveau ingevuld kunnen worden. Het vereist echter het inwerken van een persoon per gemeente en voldoende aandacht om te komen tot vergelijkbare telgegevens. Voor het uitzetten van de transecten en het verwerken en interpreteren van de resultaten adviseren we het inschakelen van een derde partij. Voor een dergelijk derde partij zien we verschillende mogelijke opties:

- Het Brussels Instituut voor Milieubeheer;
- Een aan te stellen universiteit of studie bureau;
- Een op te richten coördinerend orgaan belast met zowel de bestrijding van de duiven als de opvolging ervan (cf. Rato vzw in Oost-Vlaanderen).

Een mogelijke piste is om alle acties te leggen bij deze derde partij en zo te verzekeren dat zowel het tellen als het verwerken op een uniforme en gestandaardiseerde wijze gebeurt.

5 TRANSECTENKAART VOOR HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

Als onderdeel van perceel 1, dat uitgevoerd is door Natagora, werd een overlastkaart opgemaakt (Figuur 5.1). In samenspraak met de stuurgroep werd geopteerd om de transecten voor de duivenmonitoring maximaal te leggen in zones met overlast door duiven.



Figuur 5.1 Overlastkaart van duiven opgemaakt als onderdeel van perceel 1 van deze studie door Natagora

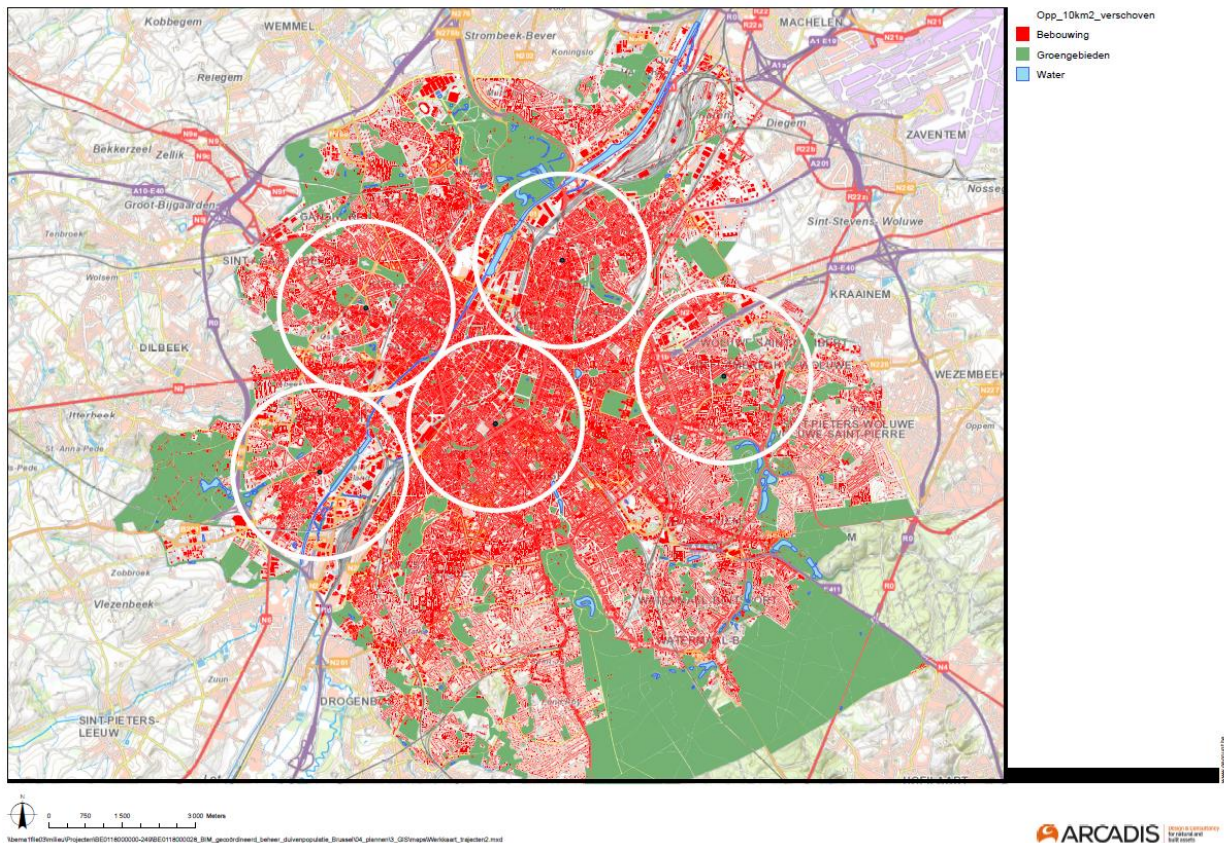
In hoofdstuk 4 werd uiteengezet welke opties er zijn in het kader van het opzetten van een duivenmonitoring in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en welke keuzes dienen te worden gemaakt. In samenspraak met de stuurgroep werd overeengekomen dat voor de duivenmonitoring in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest de volgende uitgangspunten gelden:

- Het monitoren van de duiven wordt geen taak van de gemeenten en zal worden uitgevoerd door één partij of organisatie die hiervoor wordt aangesteld.
- Er wordt geen gebruik gemaakt van strata.
- Er worden enkel transecten uitgezet in bewoonde zones, zones met historische gebouwen om zo te komen tot vergelijkbare zones. Er worden geen transecten uitgezet in de volgende zones: luchthaven, snelwegen, spoorlijnen, grote groenzones (zoals parken), grote waterpartijen (zoals kanaal, vijvers), industrieterreinen (ervan uitgaande dat deze als niet bewoond kunnen worden beschouwd).
- Deze werkwijze laat toe om te komen tot uitspraken over of acties resultaat hebben, dit ervan uitgaande dat in zones van overlast maatregelen zullen getroffen worden om de aantallen duiven te verminderen. Echter, voorzichtigheid is geboden met extrapolatie van de resultaten tot de volledige oppervlakte van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest of om uitspraken te doen op Brussels Hoofdstedelijk Gewest niveau. De reden hiervoor is de gefocuste keuze om enkel

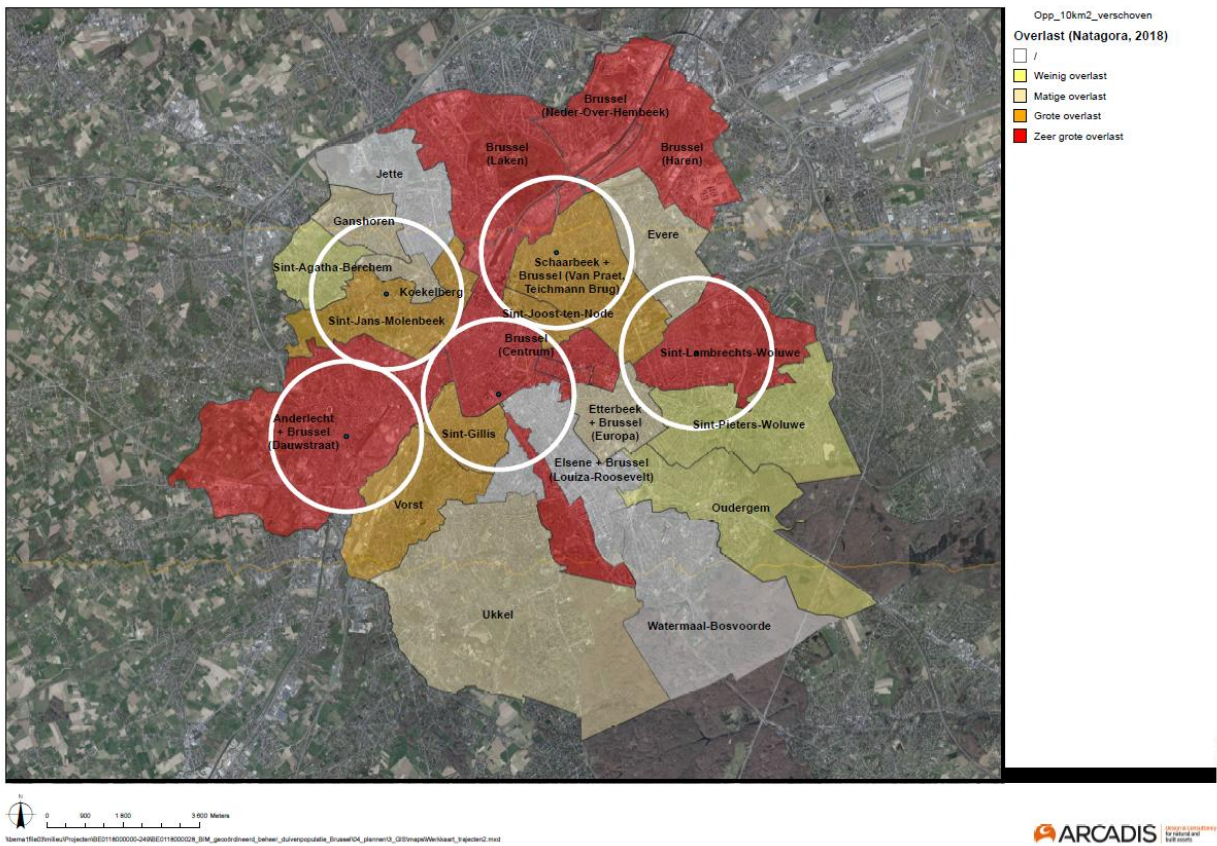
te monitoren in de bewoonde zones en nadruk te leggen op het monitoren in zones van overlast.

- Elk transect wordt twee maal per jaar geteld.

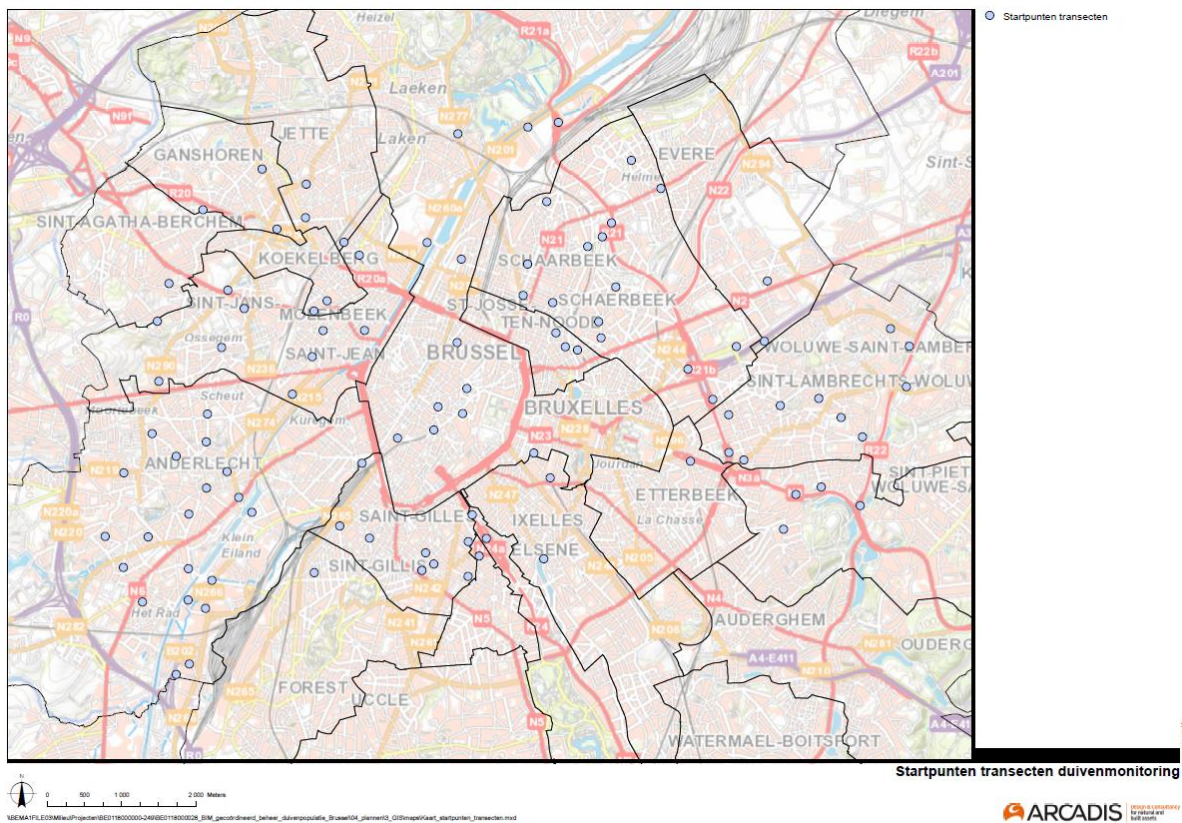
Op basis van voorgaande elementen en in samenspraak met de stuurgroep werd de keuze gemaakt om een monitoring op te zetten in vijf zones (Figuur 5.2 en Figuur 5.3). In elk van deze vijf zones komen 20 punten gerandomiseerd te liggen (Figuur 5.4). Transecten worden gelegd, startende van elk van deze punten, over een lengte van 300m per transect en waarbij transecten minimaal op een afstand van 150m van elkaar gelegen zijn. Transecten worden zo ingetekend dat ze kunnen afgewandeld worden. Het intekenen van de transecten is gebeurd op basis van kaartmateriaal. Mogelijk zijn kleine aanpassingen nodig aan de transecten wanneer deze voor de eerste maal in de praktijk effectief worden afgewandeld in functie van het monitoren van duiven. Bij het intekenen van een transect van 300m werd steeds gestart van het gerandomiseerd gelegde startpunt en vervolgens werd op random wijze een richting uitgegaan langsheen de weg. Bij elke kruising werd random bepaald hoe het transect te leggen. Deze aanpak werd herhaald tot de lengte van 300m werd bereikt (Figuur 5.5).



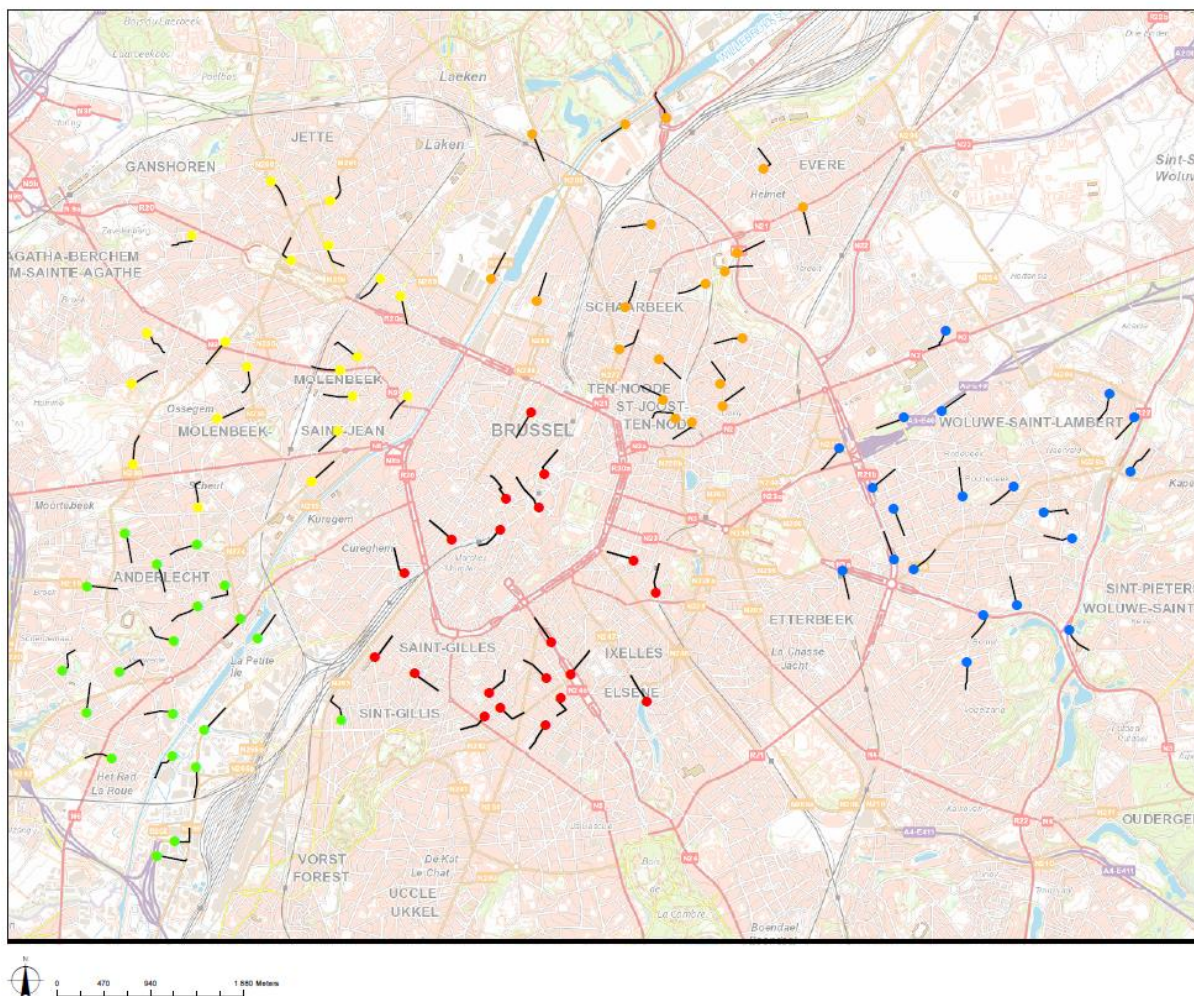
Figuur 5.2: De vijf zones waarbinnen telkens 20 transecten gelegd worden voor het monitoren van de duiven. De zones zijn in beeld gebracht ten op zichte van de bebouwing.



Figuur 5.3: De vijf zones waarbinnen telkens 20 transecten gelegd worden voor het monitoren van de duiven. De zones zijn in beeld gebracht ten opzichte van de overlastkaart (zie Figuur 5.1)



Figuur 5.4: De 100 gerandomiseerde startpunten voor de transecttellingen voor de duivenmonitoring



Figuur 5.5: De 100 uitgezette transecten voor de duivenmonitoring

6 CONCLUSIES

Om inzicht te krijgen in de aantallen duiven en in of de maatregelen tegen overlast effectief zijn, dient bij de selectie van een telmethodiek rekening te worden gehouden met:

- Aspecten van de biologie van de stadsduiven zoals groepsgedrag en hoge dichtheid, voortplanting doorheen gans het jaar en het voorkomen van stadsduiven in de complexiteit van de stedelijke omgeving waarbij observatie van alle individuen niet evident is;
- De vereiste dat de gehanteerde methodiek toelaat om te corrigeren voor de detectiekans.

Verscheidene telmethodieken werden in deze studie vergeleken rekening houdende met voorgaande, genoemde aspecten. Uit deze vergelijking blijkt dat **Distance sampling met lijntransect de meest geschikte methodiek is voor de duivenmonitoring in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest**. Deze methodiek werd eerder reeds verschillende keren toegepast bij het tellen van dieren, als ook voor het tellen van stadsduiven in een stedelijke omgeving. Dit eerdere werk heeft geleid tot specifieke software en bijhorende handleiding die gratis online beschikbaar is.

Een transectenkaart werd opgemaakt voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. In totaal werden er 100 transecten uitgezet. De aanbeveling is om voor elk van deze transecten twee maal per jaar de duivenaantallen te bepalen. Transecten zijn gelegd rekening houdende met de zones van overlast door duiven en zijn enkel gelegd in bewoonde zones.

Deze werkwijze laat toe om te komen tot uitspraken over of acties resultaat hebben, dit ervan uitgaande dat in zones van overlast maatregelen zullen getroffen worden om de aantallen duiven te verminderen. Echter, voorzichtigheid is geboden met extrapolatie van de resultaten tot de volledige oppervlakte van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest of om uitspraken te doen op Brussels Hoofdstedelijk Gewest niveau. De reden hiervoor is de gefocuste keuze om enkel te monitoren in de bewoonde zones en nadruk te leggen op het monitoren in zones van overlast.

Het monitoren van de duiven wordt geen taak van de gemeenten en zal worden uitgevoerd door één partij of organisatie die hiervoor wordt aangesteld.

7 LITERATUUR

- Anderson, D. R. (2003). Response to Engeman: index values rarely constitute reliable information. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, 31(1), 288-291. Beheersing van duivenpopulaties in steden (2011) Wetenschappelijk rapport in opdracht van de Belgische Raad voor Dierenwelzijn.
- Buijs, J. A., & Van Wijnen, J. H. (2001). Survey of feral rock doves (*Columba livia*) in Amsterdam, a bird-human association. *Urban Ecosystems*, 5(4), 235-241.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., & Laake, J. L. (2005). *Distance sampling*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Broussois, M., 2005, Etude d'un dispositif électromagnétique de lutte contre les pigeons. Thèse Méd. Vét. Alfort.
- Dehay (2008) Fidélité des pigeons (*Columba livia*) à un pigeonnier urbain. Mémoire EPHE Paris
- De Baerdemaeker A. & Grutters M.A.J. (2010). Stadsduiven in Rotterdam: Stadsbrede inventarisatie in 2010. i.o.v. M. Klein, Gemeente Rotterdam, Roteb.
- Dobeic M, Pintarič Š, Vlahović K, Dovč A (2011) Feral pigeon (*Columba livia*) population management in Ljubljana. *Veterinaski Arhiv* 81(2):285–298.
- Distance 7.1 Release 1 User's guide.
- Giunchi, D., Gaggini, V., & Baldaccini, N. E. (2007). Distance sampling as an effective method for monitoring feral pigeon (*Columba livia f. domestica*) urban populations. *Urban Ecosystems*, 10(4), 397-412.
- Giunchi G., Albores-Barajas Y.V., Baldaccini N.E, Vanni L. & Soldatini C. (2012) Feral Pigeons: Problems, Dynamics and Control Methods. Chapter 10 in "Integrated Pest Management and Pest Control - Current and Future Tactics", book edited by Marcelo L. Larramendy and Sonia Soloneski, ISBN 978-953-51-0050-8.
- Gregory, R. D., Gibbons, D. W., & Donald, P. F. (2004). Bird census and survey techniques. *Bird ecology and conservation*, 17-56.
- Haag-Wackernagel D. 1995. Regulation of the street pigeon in Basel. *Wildlife Society Bulletin*, 23:256-260.
- Haag-Wackernagel, D., & Moch, H. (2004). Health hazards posed by feral pigeons. *Journal of Infection*, 48(4), 307-313.
- INBO advies A.3572 (2017) Advies over de bestrijding van duiven langs bruggen. Huysentruyt Frank en Casaer Jim <https://pureportal.inbo.be/portal/files/13181944/INBO.A.3572.pdf>
- Johnston, R. F. & Janiga, M. (1995). *The Feral Pigeons*, Oxford University Press, ISBN=0195084098, London.
- Kautz, J. E. (1985). Effects of harvest on feral pigeon survival, nest success and population size. Cornell University, June.
- Kautz, J. E., & Malecki, R. A. (1990). Effects of harvest on feral rock dove survival, nest success and population size. Fish and wildlife technical report (USA). no. 31.
- Kautz, J. E., & Malecki, R. A. (1990). Effects of harvest on feral rock dove survival, nest success and population size. Fish and wildlife technical report (USA). no. 31.
- Krebs CJ (1999) *Ecological methodology*, 2nd edn. Addison-Wesley Educational Publishers, Menlo Park, CA, 620 p.

- Lancia R A., Nichols J.D., Pollock K.h. (1996). Estimating the number of animals in wildlife populations. In: Bookhout TA (ed.) Research and management techniques for wildlife and habitats. The Wildlife Society, Bethesda, pp 215-253, 740p.
- Lefebvre, L., Reader, S. M., & Webster, S. J. (2001). Novel food use by Grey Kingbirds and Red-necked Pigeons in Barbados. *Bulletin of the British Ornithologists' club*, 121(4), 247-249.
- Magnino, S., Haag-Wackernagel, D., Geigenfeind, I., Helmecke, S., Dovč, A., Prukner-Radovčić, E., ... & Martinov, S. (2009). Chlamydial infections in feral pigeons in Europe: Review of data and focus on public health implications. *Veterinary microbiology*, 135(1-2), 54-67.
- Meinig, H. & P., Boye, 2001. The benefits of pests. In: Pelz H.-J., Cowan D.P. e C.J. Feare (eds.). *Advances in Vertebrate Pest Management II*. Filander Verlag, Furth, pp. 381-388.
- Murton R.K., Thearle R.J.P. & Thompson J. 1972. Ecological studies of the feral pigeon *Columba livia* var. I. Population, breeding biology and methods of control. *The Journal of Applied Ecology* 9:835-874.
- Murton R.K., Thearle R.J.P. & Coombs C.F.B. 1974. Ecological studies of the feral pigeon *Columba livia* var. III. Reproduction and plumage polymorphism. *The Journal of Applied Ecology*, 11:841- 854.
- NATAGORA-AVES 2012. « Inventaire et surveillance de l'avifaune – Rapport final 2012 », studie in opdracht van Leefmilieu Brussel, 34 pp. + annexes.
- Norvell, R. E., Howe, F. P., & Parrish, J. R. (2003). A seven-year comparison of relative-abundance and distance-sampling methods. *The Auk*, 120(4), 1013-1028.
- Paquet & Weiserbs (2017). Monitoring des populations d'oiseaux en region de Bruxelles-capitales 2015G0709. Rapport final 2016. Natagora.
- Ryan, A.C. (2011) The distribution, density, and movements of feral pigeons *Columba livia* and their relationship with people. (Master of Science in Ecology and Biodiversity), Victoria University, Wellington (NZ).
- Rosenstock SS, Anderson DR, Giesen KM, Leukering T, Carter MF (2002) Landbird counting techniques: current practice and an alternative. *Auk* 119:46–53
- Sacchi R, Gentilli A, Razzetti E, Barbieri F. 2002. Effects of building features on density and flock distribution of feral pigeons (*Columba livia* var. *domestica*) in an urban environment. *Canadian Journal of Zoology* 80: 48–54.
- Schnitzler, A. (1999) Le pigeonier dans la ville: intérêt dans la maîtrise de la population des pigeons urbains. These école nationale vétérinaire de Toulouse (99–Tou3–450), 101 pp.
- Sol D., Santos D.M., Garcia J. & Cuadrado M. 1998. Competition for food in urban pigeons: the cost of being juvenile. *The Condor* 100:298-304.
- Soldatini C., Mainardi D., Baldaccini E. & Giunchi D. 2006. A temporal analysis of the foraging flights of feral pigeons (*Columba livia f. domestica*) from three Italian cities. *Italian Journal of Zoology*, 73:83-92.
- Thomas, L., S.T. Buckland, E.A. Rexstad, J. L. Laake, S. Strindberg, S. L. Hedley, J. R.B. Bishop, T. A. Marques, and K. P. Burnham. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47: 5-14. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2009.01737.x
- Thomas, L., Williams, R., & Sandilands, D. (2007). Designing line transect surveys for complex survey regions. *Journal of Cetacean Research and Management*, 9(1), 1.

- Van Kleunen A., Van Der Jeugd H.P. & Foppen R. 2005. Stadsduivenproblematiek in de stad Groningen. Een analyse van de effectiviteit van controle maatregelen. Sovon onderzoeksrapport 2005/03. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen. 25 pp.
- Volpato, G. H., Lopes, E. V., Mendonça, L. B., Boçon, R., Bisheimer, M. V., Serafini, P. P., & Anjos, L. D. (2009). The use of the point count method for bird survey in the Atlantic Forest. *Zoologia (Curitiba)*, 26(1), 74-78.
- Van Veen, I. Duiven in de stad. Literatuuronderzoek naar effectieve en diervriendelijke methoden om duivenoverlast in steden te verminderen. Wetenschapswinkel Biologie, Universiteit Utrecht, 2001.
- WEISERBS A 2010. « Brussels vogelnieuws - n°2 : Evolutie van de verspreiding - Brussels vogelnieuws n°2 », studie uitgevoerd door Natagora-Aves in opdracht van Leefmilieu Brussel, 7 pp.
- WEISERBS A. 2012. « Van Gierzwaluw tot zwaluw - Brussels vogelnieuws n°3 », studie uitgevoerd door Natagora-Aves in opdracht van Leefmilieu Brussel, 7 pp.
- WEISERBS A, PAQUET J.Y, GOSSE 2013. « Inventaire et surveillance de l'avifaune – Rapport final 2013 », studie uitgevoerd door Natagora-Aves in opdracht van Leefmilieu Brussel, 34 pp. + bijlagen (.pdf) (enkel in het Frans)
- Wilson, R. R., Twedt, D. J., & Elliott, A. B. (2000). Comparison of line transects and point counts for monitoring spring migration in forested wetlands. *Journal of Field Ornithology*, 71(2), 345-355.