



Vlaanderen
is wetenschap

Steekproefontwerp en steekproefgrootteberekening voor de monitoring van patrijs

Thierry Onkelinx

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteur:

Thierry Onkelinx,
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewers:

Thomas Scheppers

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Vestiging:

INBO Brussel
VAC Brussel - Herman Teirlinck
Havenlaan 88 bus 73
1000 Brussel
www.inbo.be

e-mail:

thierry.onkelinx@inbo.be

Wijze van citeren:

Onkelinx, T. (2021). Steekproefontwerp en steekproefgrootteberekening voor de monitoring van patrijs. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021 (7). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
DOI: <https://doi.org/10.21436/inbor.29357885>

D/2021/3241/074**Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021 (7)**

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Vildaphoto / R. Verlinde

Dit onderzoek werd uitgevoerd in samenwerking met:

Agentschap voor Natuur en Bos
VAC Brussel - Herman Teirlinck
Havenlaan 88 bus 75
1000 Brussel

**AGENTSCHAP
NATUUR & BOS**

STEEKPROEFONTWERP EN
STEEKPROEFGROOTTEBEREKENING VOOR DE
MONITORING VAN PATRIJS

Thierry Onkelinx

<https://doi.org/10.21436/inbor.29357885>

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	1
Samenvatting voor het beleid	2
English abstract / policy summary	3
1 Veldwerk	4
1.1 Inventariseren van patrijs in een teleenheid	4
1.2 Aantal nodige rondes	4
2 Schatting van de gemiddelde dichtheid van patrijs in een WBE	6
2.1 Evaluatie van de dichtheid rekening houdend met de bijhorende onzekerheid	6
2.2 Gewenste steekproefgrootte	8
2.3 Oppervlakte open ruimte in een WBE	9
2.4 Schatting op basis van een jaar	10
2.5 Schatting op basis van meerdere jaren	14
3 Steekproefgrootte voor de controle van gerapporteerde dichtheden	17
3.1 Op het niveau van een individuele WBE	17
3.2 Globale vergelijking op niveau Vlaanderen	20
4 Scenario met begeleiding door externen	23
4.1 Statistische verwerking	23
4.2 Evaluatie	23
4.3 Detecteerbare afwijking	24
4.4 Onzekerheid op schatting van de gemiddelde dichtheid	25
5 Steekproefkader samenstellen	26
5.1 Fragmenten genereren	26
5.2 Fragmenten samenvoegen tot teleenheden	29
6 Steekproefgrootte per WBE	32
Referenties	39
A Werkwijze voor het schatten van de steekproefgrootte	40
A.1 Algemeen principe	40
A.2 Simuleren van gegevens	40
A.3 Type II fout schatten op basis van gesimuleerde gegevens	44
A.4 Generieke parameters	44
A.5 Schatting op basis van meerdere jaren	44
A.6 Verschil in waargenomen dichtheid volgens de WBE en externen	44
A.7 Schatting over alle WBE's	45
B Gebruikte software	47

Samenvatting voor het beleid

Hoe kan je bepalen hoeveel koppels patrijzen in een gebied zitten? Dit is belangrijk omdat de jacht pas mag openen in een wildbeheerseenheid (WBE), als er **gemiddeld minstens drie koppels patrijzen** zijn **per 100 ha open ruimte**. Om de vraag te beantwoorden, onderzochten we hoe groot het gebied moet zijn waarin je gaat tellen. We bekeken ook hoe je tellingen van jagers en externen kan vergelijken. Tenslotte stellen we een methode voor om de tellingen praktisch aan te pakken.

Hoe groot moet het gebied zijn waarin je gaat tellen?

Om te weten hoeveel patrijzen er in een WBE zitten, kan je ze in het volledige gebied tellen. In een grote WBE vraagt dit veel inspanning. Je kan er dan ook voor kiezen om de patrijzen in een deel van het gebied te tellen, dit noemen we de steekproef. De resultaten van de tellingen in de steekproef kan je niet zomaar doortrekken naar het volledige gebied. Er zit een onzekerheid op de schatting van de dichtheid van de patrijzen – dit is het aantal koppels patrijzen per 100 ha open ruimte.

De onzekerheid vertalen we naar een betrouwbaarheidsinterval: twee waarden die bepalen waartussen de werkelijke waarde ligt. Hoe groter de oppervlakte die we tellen, hoe dichter deze waarden bij elkaar liggen. Om de jacht te mogen openen in de WBE, moet de kleinste waarde van het betrouwbaarheidsinterval voldoen aan de norm van 3 koppels / 100 ha. We illustreren dit met figuur 2.1 in §2.1. Op basis van dit principe hebben we voor alle WBE's berekend hoe groot de steekproef moet zijn (zie hoofdstuk 6).

Hoe vergelijk je de resultaten van de jagers met die van externen?

De jagers voeren de tellingen zelf uit. Hierdoor bestaat de kans dat sommige belanghebbenden de resultaten in twijfel trekken. Daarom hebben we scenario's toegevoegd waarbij het Agentschap voor Natuur en Bos aan een onafhankelijke partij kan vragen om te tellen.

Welke inspanningen moeten de externen doen? Dit hangt af van:

1. de grootte van het verschil tussen hun resultaten en die van de jagers.
2. de grootte van het gebied waarin de jagers geteld hebben.

De externen kunnen op twee niveau's controleren:

1. Voor een **individuele WBE** moeten ze gemiddeld ongeveer **2.000 ha / WBE** monitoren.
2. Op **niveau Vlaanderen** moeten ze **9.000 ha** monitoren. Dan kunnen ze de gemiddelde dichtheid in Vlaanderen goed inschatten en het verschil met de tellingen van de gemiddelde WBE aangeven.

Hoe pak je de tellingen praktisch aan?

Hiervoor moeten we **elke WBE** indelen in een aantal **teleenheden**. Daarna trekt het INBO een **willekeurige steekproef** uit de teleenheden. Dit dient om te bepalen waar de jagers tellen. Zo vermijden we dat de voorkeur van de WBE een rol speelt. De kans bestaat dat de jagers vooral teleenheden met veel patrijzen monitoren en zo de aantallen overschatten. Ook de teleenheden die externen monitoren komen uit een willekeurige trekking. Hier willen we opnieuw een voorkeur vermijden voor teleenheden met hoge of lage aantallen.

We kunnen de **teleenheden afbakenen in overleg met de WBE**. In het kader van dit rapport was daar niet genoeg tijd voor. Daarom hebben we de teleenheden uitgewerkt op basis van een algoritme (hoofdstuk 5). We kunnen de afbakening in de toekomst bijsturen. Dat moet gebeuren voor we de steekproef trekken.

English abstract / policy summary

Sample design and sample size calculation for partridge monitoring

How can one determine how many pairs of partridges there are in an area? This is important, because hunting can only start in a game management unit (GMU) if there are, on average, at least three couples of partridges per 100 ha of open area. In order to answer the question, we looked at how big the area should be in which one is going to count. We also looked at how one can compare counts made by hunters and outsiders. Finally, we propose a method for a practical approach to counting.

How large should the area be in which one counts?

In order to know how many partridges there are in a GMU, one can count them in the whole area. In a large GMU, this requires a lot of effort. Therefore, one can choose to count the partridges in a part of the area, which we call the random sample. The results of the counts in the random sample cannot be extended to the whole area. There is an uncertainty in the estimate of partridge density - this is the number of partridge pairs per 100 ha of open area. We translate the uncertainty into a confidence interval: two values which determine in between which is the real value. The larger the area we count, the closer these values are. In order to be allowed to open hunting in the GMU, the smallest value of the confidence interval must meet the standard of 3 pairs / 100 ha. We illustrate this with Figure 2.1 in §2.1. Based on this principle we have calculated for all GMUs how big the sample should be (see chapter 6).

How does one compare the hunters' results with those from external sources?

The hunters carry out the counts themselves. As a result, there is a chance that some stakeholders might question the results. Therefore, we have added scenarios where the Agency for Nature and Forests can ask an independent party to conduct the count.

What efforts should the external parties make? This depends on:

1. the size of the difference between their results and those of the hunters.
2. the size of the area in which the hunters have counted.

The externals can check on two levels:

1. For an **individual GMU** they have to monitor on average about **2,000 ha / GMU**.
2. At the **level of Flanders** they have to monitor **9,000 ha**. Then they can estimate the average density in Flanders and show the difference with the counts of the average GMU.

How does one organise the counts practically?

For this we have to divide **each GMU** into a number of **counting units**. Next, INBO draws a **random sample** from the counting units. This serves to determine where the hunters count. In this way we avoid that the preference of the GMU plays a role. There is a chance that the hunters mainly monitor counting units with many partridges and thus overestimate the numbers. The counting units which are monitored by outsiders are also drawn at random. Here again we want to avoid a preference for units with high or low numbers.

We can **demarcate the counting units in consultation with the GMU**. In the context of this report there was not enough time for that. For that reason, we have worked out the counting units on the basis of an algorithm (chapter 5). We can adjust the demarcation in the future. This has to be done before we draw the sample.

1 VELDWERK

1.1 INVENTARISEREN VAN PATRIJS IN EEN TELEENHEID

Het werkingsgebied van de WBE is opgedeeld in teleenheden. Tijdens een inventarisatieronde van een teleenheid duiden we de positie van de patrijzen (gezien en/of gehoord) en de telpunten aan op een kaart. De kaarten van meerdere rondes voegen we nadien samen. Patrijzen die tijdens eenzelfde ronde waargenomen zijn, beschouwen we als verschillende koppels, ongeacht de afstand tussen de dieren. Twee waarnemingen uit verschillende rondes op minder dan de nog te bepalen afstand van elkaar beschouwen we als hetzelfde koppel / dier. De waarneming van een koppel tijdens een ronde en geen enkele waarneming binnen de nog te bepalen afstand tijdens de andere rondes, blijft tellen als een koppel. Een solitair dier dat we gedurende minstens twee rondes waarnemen beschouwen we als een territoriale haan zonder waarneming van een hen. We veronderstellen dat de helft van de territoriale hanen zonder waargenomen hen toch een koppel vormen. Het eindresultaat van deze oefening is het aantal waargenomen koppels binnen de teleenheid.

Een praktisch voorbeeld: Tijdens de eerste ronde zien we vier koppels. Tijdens de tweede ronde zien we drie koppels, waarvan een op minder dan de nog te bepalen afstand van een koppel uit de eerste ronde. We hebben tijdens de tweede ronde dus twee nieuwe koppels gevonden, wat ons voorlopig totaal op zes brengt. Tijdens de derde ronde zien we opnieuw drie koppels. Een koppel op minder dan de nog te bepalen afstand van een koppel uit de eerste ronde. Een andere koppel op minder dan de nog te bepalen afstand van een koppel uit de tweede ronde. Van de drie koppels is er dus een nieuw koppel, wat het totaal nu op zeven brengt.

1.2 AANTAL NODIGE RONDES

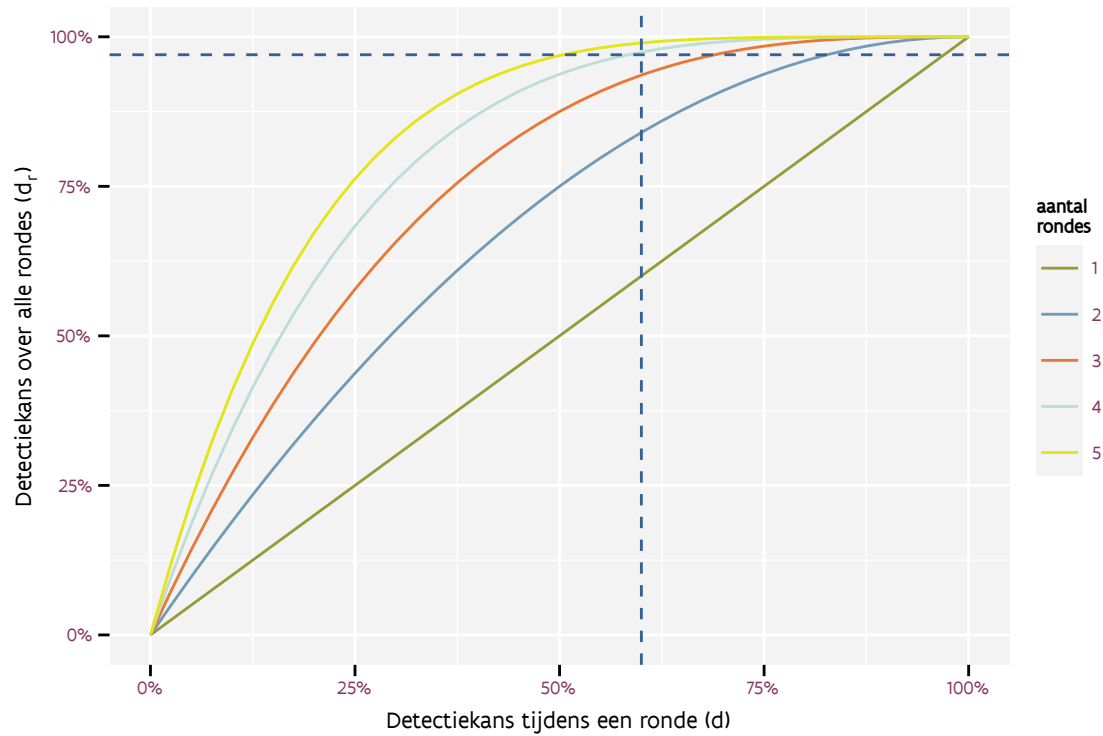
We weten dat we niet elke patrijs zullen zien tijdens een ronde. Dat hangt sterk af van de detectiekans, de kans om een individuele patrijs waar te nemen. Het is belangrijk om de inventarisatie tijdens goede omstandigheden uit te voeren zodat de detectiekans zo groot mogelijk is. We verwachten dat deze in de praktijk zal schommelen tussen 50 en 70%.

Een detectiekans van 50% komt overeen met de kansen bij kop of munt. Vervang denkbeeldig elk koppel door een muntstuk en gooi deze. Noteer van elk muntstuk of ze kop of munt zijn. Tel vervolgens het aantal munten met de kopzijde naar boven. Dat stellen de patrijzen voor die we waarnemen tijdens de ronde. De overige munten stellen de patrijzen voor die we niet gezien hebben. We bootsen een tweede ronde na door de munten opnieuw te gooien. Sommige zullen met dezelfde kant naar boven liggen, andere met de andere zijde. Noteer opnieuw welke muntstukken kop zijn en welke munt. Bij elke ronde zal ongeveer de helft van de munten kop zijn. Kijken we echter naar het aantal muntstukken dat tijdens minstens een van de rondes kop was, dat is dat aantal hoger dan tijdens de individuele rondes. Naarmate we meer en meer rondes uitvoeren, daalt het aantal munten waarmee we nooit kop gooiden.

Onderstaande formule (1.1) geeft de kans d_r op minimaal een detectie in r rondes met constante detectiekans d in individuele rondes. Figuur 1.1 geeft aan hoe de globale detectiekans wijzigt i.f.v. de detectiekans tijdens een ronde en het aantal rondes. Een detectiekans van 60% ($d = 0.6$) en vier rondes

($r = 4$) geeft een globale detectiekans van 97%. Bij vier rondes hebben we een globale detectiekans van minstens 95% van zodra de individuele detectiekans minstens 52,7% bedraagt. De meerwaarde van vijf of meer rondes is beperkt.

$$d_r = 1 - (1 - d)^r \quad (1.1)$$



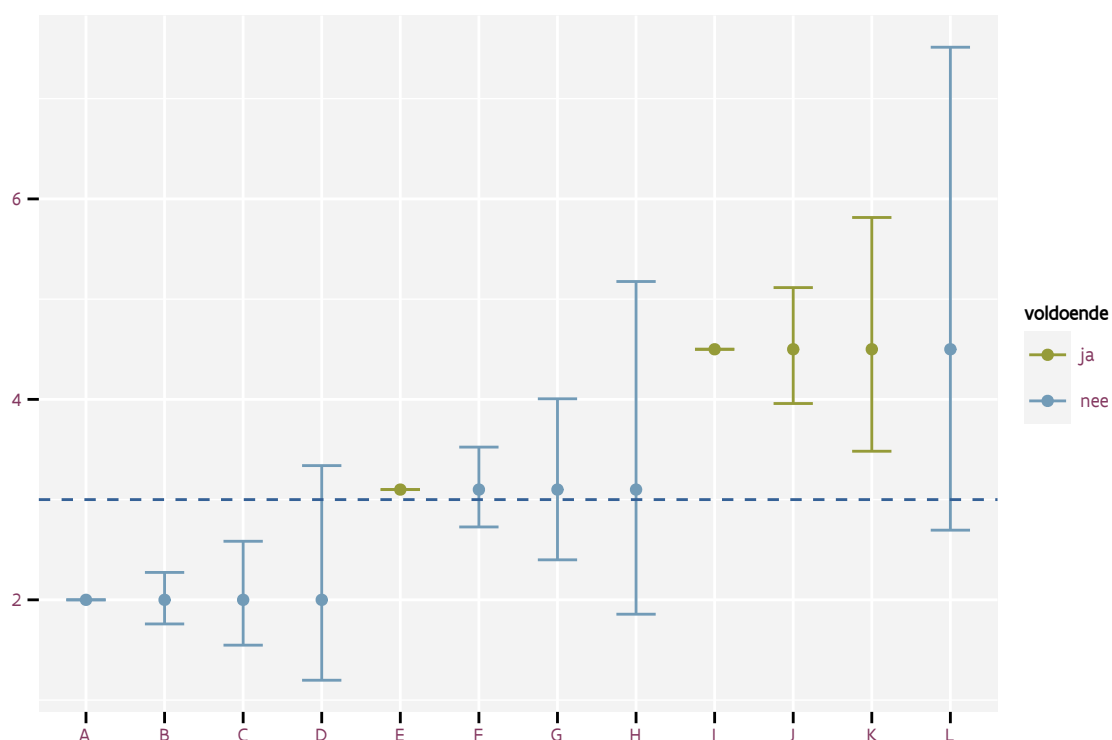
Figuur 1.1: Invloed van detectiekans tijdens een ronde en aantal rondes op de globale detectiekans. De stippellijnen geven de gekozen instellingen weer.

2 SCHATTING VAN DE GEMIDDELTE DICHTHEID VAN PATRIJS IN EEN WBE

We kunnen de gemiddelde dichtheid van patrijs berekenen door alle open ruimte in de WBE te inventariseren op basis van het protocol vermeld in vorige hoofdstuk. Een andere mogelijkheid is een aselechte steekproef van teleenheden in de WBE te inventariseren. Op dat ogenblik doen we een uitspraak over de volledige WBE op basis van een gedeelte van de WBE. Bijgevolg zit er een onzekerheid op dit cijfer. In dit hoofdstuk gaan we na welke oppervlakte we moeten inventariseren om deze onzekerheid voldoende klein te houden.

2.1 EVALUATIE VAN DE DICHTHEID REKENING HOUDEND MET DE BIJHORENDE ONZEKERHEID

Het jachtvoorwaardenbesluit van 25 april 2014 somt de voorwaarden op waaraan moet voldaan zijn om de jacht op patrijs te openen binnen een WBE. Art. 22 stipuleert dat de gemiddelde dichtheid per 100 ha open ruimte minstens 3 koppels moet zijn. In fig. 2.1 illustreren we hoe we dit aftoetsen wanneer we de dichtheid als *betrouwbaarheidsinterval* kennen, dus met een bepaalde onzekerheid. In situatie A, E en I werd de volledige oppervlakte open ruimte binnen de WBE geïnventariseerd. Hierdoor is er geen onzekerheid op de geschatte dichtheid. Bij situatie E en I is de dichtheid boven de drempel van 3 en is aan deze voorwaarde om de jacht te openen voldaan.



Figuur 2.1: Hypothetische geschatte dichtheid (punt) met hun betrouwbaarheidsinterval. De streepjeslijn geeft de grens van 3 koppels / 100 ha weer.

De situaties met betrouwbaarheidsinterval stellen het geval voor waarin een gedeelte van de WBE geïnterviewd werd. Het betrouwbaarheidsinterval geeft het bereik van mogelijke waarden weer in het geval we een andere set teleenheden zouden inventariseren. Hoe kleiner de oppervlakte die we inventariseren, hoe groter de kans dat een andere set van teleenheden tot een andere schatting van de dichtheid zou leiden. Om ons hiertegen in te dekken zal het betrouwbaarheidsinterval in dergelijk gevallen breder worden. Enkel wanneer het volledige betrouwbaarheidsinterval boven de drempelwaarde ligt, hebben we voldoende zekerheid dat de werkelijke dichtheid binnen de WBE boven de drempelwaarde ligt. Het betrouwbaarheidsinterval combineert de geschatte dichtheid en de onzekerheid op deze schatting. Is de schatting weinig hoger dan de drempel, dan moet de onzekerheid behoorlijk klein zijn vooraleer het betrouwbaarheidsinterval volledig boven de drempel ligt. Vergelijk situaties F met J en G met K. Deze hebben telkens dezelfde onzekerheid, doch J en K hebben een hogere schatting. Waar we voor J en K kunnen stellen dat aan de dichtheidsvoorwaarde is voldaan, kunnen we dat niet stellen bij F en G. Een hoge dichtheidsschatting geeft echter geen garantie wanneer de onzekerheid te groot is (situatie L).

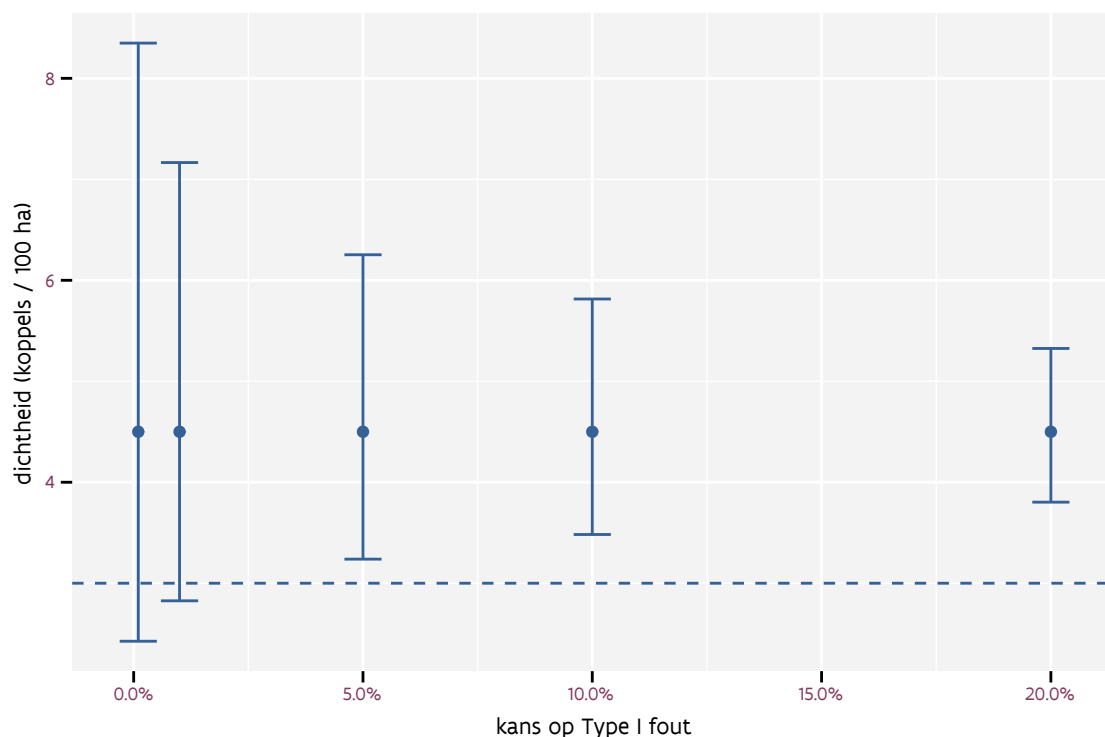
In dit hoofdstuk zullen we een aantal schattingen maken van de minimaal te inventariseren oppervlakte. We raden aan om deze getallen als een ondergrens te zien. Hoe groter de oppervlakte die we inventariseren, hoe smaller het betrouwbaarheidsinterval.

De breedte van het interval hangt af van de grootte van de standaard fout σ_0 (grotere σ_0 = breder interval). Deze hangt enerzijds af van de variabiliteit in de waargenomen aantallen tussen de teleenheden (meer variabiliteit = grotere σ_0) en anderzijds van de totale geïnterviewde oppervlakte (meer oppervlakte = kleinere σ_0).

De standaard fout σ_0 in dit model gaat uit van de veronderstelling dat we slecht een klein deel van de beschikbare oppervlakte onderzoeken. In een aantal gevallen zal de steekproefoppervlakte een aanzienlijk deel van de WBE omvatten, zeker in het geval van WBE's met weinig open ruimte. In dit geval overschatten we de standaard fout. We kunnen dit corrigeren door de standaard fout σ_0 te vermenigvuldigen met onderstaande correctiefactor *fpc* (2.1). *fpc* staat voor 'finite population correction' of correctie voor een eindige populatie. De formule houdt rekening met totale oppervlakte open ruimte A_t in een WBE en de oppervlakte A_s in de steekproef. Is de steekproef klein t.o.v. het totaal, dan is $A_s/A_t \approx 0$ en $fpc \approx 1$ zodat de correctiefactor nauwelijks een rol speelt. In de extreme situatie dat de steekproef de volledige WBE bevat, is $A_s = A_t$ en $fpc = 0$, zodat $\sigma_0 = 0$. In dit laatste geval is er dus geen onzekerheid meer op de puntschatting.

$$fpc = \sqrt{1 - A_s/A_t} \quad (2.1)$$

Een ander belangrijk element dat de breedte van het interval bepaalt is de kans waarmee we ten onrechte stellen dat het gemiddeld aantal koppels minstens 3 bedraagt, de zogenaamde Type I fout. Een aselechte steekproef selecteert teleenheden op een willekeurige manier zonder rekening te houden met het aantal patrijzen in een teleenheid. Door louter toeval kan het gebeuren dat de steekproef van een WBE bestaat uit de teleenheden met hogere dichtheden. Waardoor we toevallig een te rooskleurig beeld krijgen. Willen we de kans verkleinen om ten onrechte te stellen dat er minstens 3 koppels / 100 ha zijn (de Type-I fout verkleinen), dan moeten we het betrouwbaarheidsinterval breder maken (fig. 2.2). Hoe meer we deze fout willen verkleinen, hoe sneller het betrouwbaarheidsinterval breder zal worden.



Figuur 2.2: Effect van de kans op een Type-I fout op de breedte van betrouwbaarheidsintervallen. Elk interval is gebaseerd op dezelfde puntschatting en standaard fout.

2.2 GEWENSTE STEEKPROEFGROOTTE

In tabel 2.1 geven we de vier mogelijke situaties die zich kunnen voordoen. De situaties op de diagonaal zijn de correcte uitspraken. Daarnaast hebben we de reeds eerder vernoemde Type I fout: op basis van de steekproefinformatie stellen dat de dichtheid voldoende is terwijl deze in werkelijkheid het niet is. Verder is er nog de Type II fout: de werkelijke dichtheid is voldoende, doch we kunnen het niet aantonen met de steekproef.

Tabel 2.1: Mogelijke situaties bij interpretatie van dichtheden.

	werkelijk < 3	werkelijk > 3
steekproef < 3	correct	Type II fout
steekproef > 3	Type I fout	correct

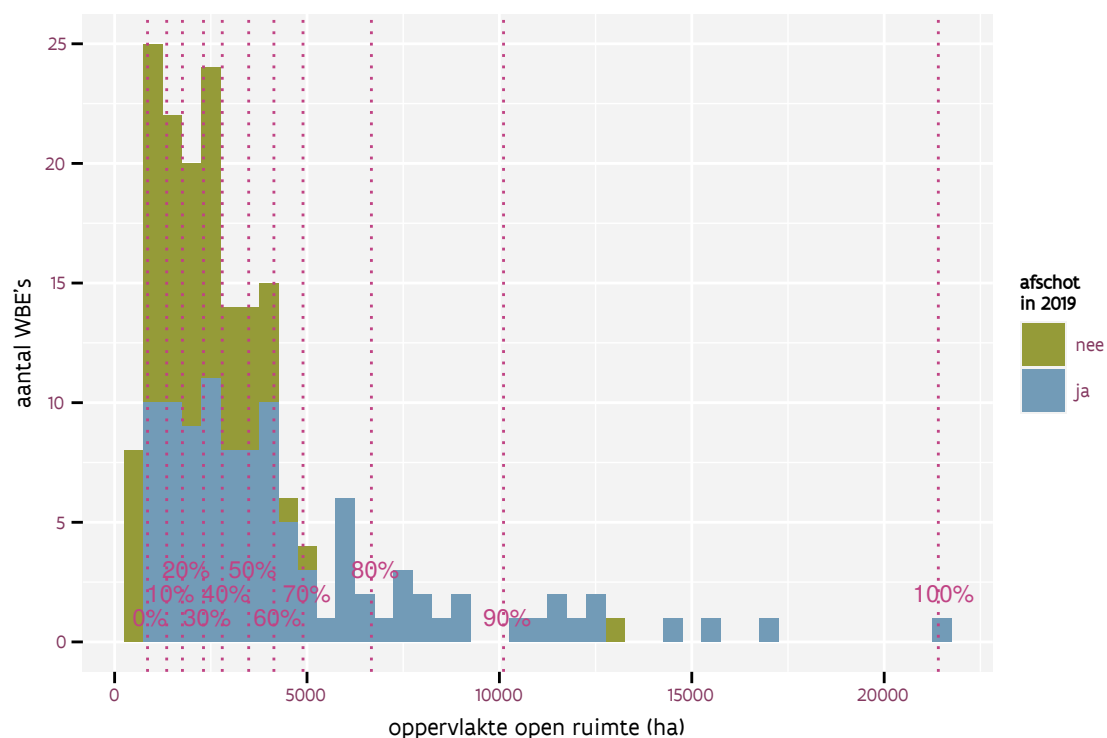
De (kans op een) Type I fout, de (kans op een) Type II fout en steekproefgrootte zijn nauw met elkaar verbonden. Wanneer we de steekproefgrootte constant houden zal een Type I fout verkleinen als gevolg hebben dat de Type II fout groter wordt. Zowel een Type I als de Type II fout verkleinen, vereist dat de steekproefgrootte toeneemt.

Om tot een haalbare monitoring te komen, is het belangrijk om de kans op een Type I en Type II fout in te stellen op een waarde die enerzijds voldoende klein is om bruikbaar te zijn en anderzijds voldoende groot is opdat de steekproefgrootte binnen de perken blijft. We stellen voor om beide in te stellen op 10%. Dan is er 10% kans om de jacht te openen als er net te weinig patrijzen zijn (Type I fout). En 10% kans om de jacht te sluiten als er net voldoende patrijzen zijn (Type I fout). Hoe verder de werkelijke dichtheid van de drempelwaarde van 3 koppels / 100 ha is, hoe kleiner de kans op een Type I of Type II fout.

Om de nodige steekproefgrootte te schatten maken we gebruik van simulaties. Voor een bepaalde steekproefgrootte, oppervlakte open ruimte in een WBE en theoretische dichtheid (> 3 koppels / 100 ha) simuleren we de gegevens van een monitoring. Vervolgens gaan we na of we op basis van die gesimuleerde dataset kunnen stellen dat de dichtheid groter dan 3 is, rekening houdend met de vooropgestelde kans op een Type I fout. We herhalen dit een groot aantal keer en we bepalen de proportie waarbij we besluiten dat de dichtheid te laag is om de jacht niet openen. Indien de theoretische dichtheid voldoende is om de jacht te openen, is de proportie simulaties waarbij we de jacht niet openen en goede schatting van de kans op een Type II fout. Is de kans op een Type II fout groter dan de vooropgestelde 10%, dan moeten we de steekproefgrootte vergroten. We gaan op zoek naar de kleinste mogelijke steekproefgrootte waarbij de kans op een Type II fout onder de 10% blijft (en gegeven de vooropgestelde grootte van de WBE, theoretische dichtheid en Type I fout).

2.3 OPPERVLAKE OPEN RUIMTE IN EEN WBE

In §2.1 schreven we reeds dat de oppervlakte open ruimte binnen een WBE een belangrijke factor is bij de steekproefgrootte. We hebben deze informatie nodig in formule (2.1). Vandaar dat het handig is om een idee te hebben welke oppervlakte open ruimte een WBE kan bevatten. Figuur 2.3 geeft de verdeling van deze oppervlaktes weer aan de hand van een histogram. We maken hierbij het onderscheid tussen WBE's (toestand in 2020) die een afschot van patrijs rapporteerde in 2019 ($n = 103$) en deze die dat niet deden ($n = 79$). Ter illustratie geven we tevens de cumulatieve oppervlakte met gerapporteerd afschot in kwantielen van 10% weer als verticale stippellijnen. Tabel 2.2 toont deze kwantielen naast de kwantielen wanneer we geen onderscheid maken tussen de WBE's die al dan niet afschot rapporteerden. Tot slot geven we in tabel 2.3 een overzicht van de totale oppervlakte die potentieel in aanmerking komt voor de jacht op patrijs. D.w.z. de oppervlakte open ruimte binnen een jachtveld dat aangesloten is bij een WBE.



Figuur 2.3: Verdeling van de oppervlakte open ruimte over de WBE's. De verticale lijnen geven de cumulatieve verdeling weer.

Tabel 2.2: Cumulatieve verdeling van de oppervlakte open ruimte (ha) van de WBE's. Enerzijds enkel voor de WBE's met afschot in 2019 en anderzijds voor alle WBE's. Getallen afgerond op 2 beduidende cijfers.

kwantiel	afschot	totaal
0%	860	310
10%	1400	950
20%	1800	1300
30%	2300	1700
40%	2800	2100
50%	3500	2500
60%	4100	3000
70%	4900	3800
80%	6700	4600
90%	10000	7600
100%	21000	21000

Tabel 2.3: Totale oppervlakte open ruimte (ha) binnen jachtvelden aangesloten bij een WBE opgesplitst per provincie en naargelang gerapporteerd afschot van patrijs in 2019. Getallen afgerond op 3 beduidende cijfers.

provincie	nee	ja	totaal
Antwerpen	58300	37000	95300
Limburg	56000	41300	97200
Vlaams Brabant	24200	75100	99300
Oost-Vlaanderen	33400	122000	155000
West-Vlaanderen	314	200000	200000
Vlaanderen	172000	475000	647000

2.4 SCHATTING OP BASIS VAN EEN JAAR

2.4.1 Statistische verwerking

We schatten de gemiddelde dichtheid in de steekproef met behulp van Poisson regressie. We hebben dergelijke techniek nodig om een schatting te krijgen van de onzekerheid op de gemiddelde dichtheid. Deze techniek is eveneens bruikbaar wanneer we de volledige WBE inventariseren. Onderstaande formules (2.2) geven het model in wiskundige notatie. Y_i is het aantal waargenomen koppels in teleenheid i . μ_i is het gemiddelde aantal in teleenheid i . A_i is de oppervlakte in teleenheid i . η_i is de lineaire predictor voor teleenheid i , welke het logaritme is van het gemiddelde μ_i . Tenslotte hebben we nog β_0 welke de schatting van het globale gemiddelde effect is, wanneer alle andere variabelen geen effect hebben.

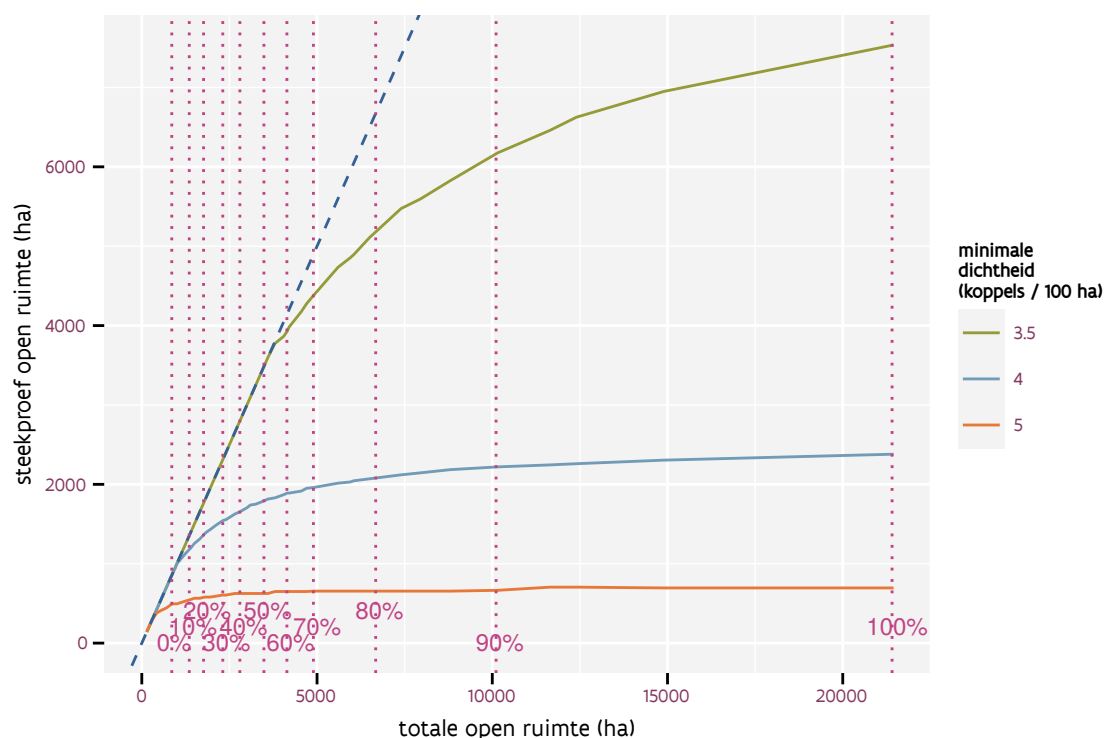
$$\begin{aligned}
 Y_i &\sim \mathcal{P}(\mu_i) \\
 \log \mu_i &= \eta_i \\
 \eta_i &= \log A_i + \beta_0
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

We kunnen formule (2.2) herschikken tot $\mu_i/A_i = e^{\beta_0}$ waarbij μ_i/A_i de dichtheid is van teleenheid i . Aangezien β_0 een constante is, gaan we ervanuit dat alle teleenheden eenzelfde gemiddelde dichtheid hebben.

Naast de puntschatting voor β_0 , geeft dit model ons tevens de bijhorende standaard fout σ_0 . Op basis van deze twee waarden berekenen we het **betrouwbaarheidsinterval** van de gemiddelde dichtheid. Deze geeft ons een maat voor de onzekerheid die inherent aanwezig is wanneer we werken met cijfers die op toeval gebaseerd zijn. Het toeval zit o.a. in de steekproeftrekking maar even goed in de detectie van de patrijzen.

2.4.2 Steekproefgrootte

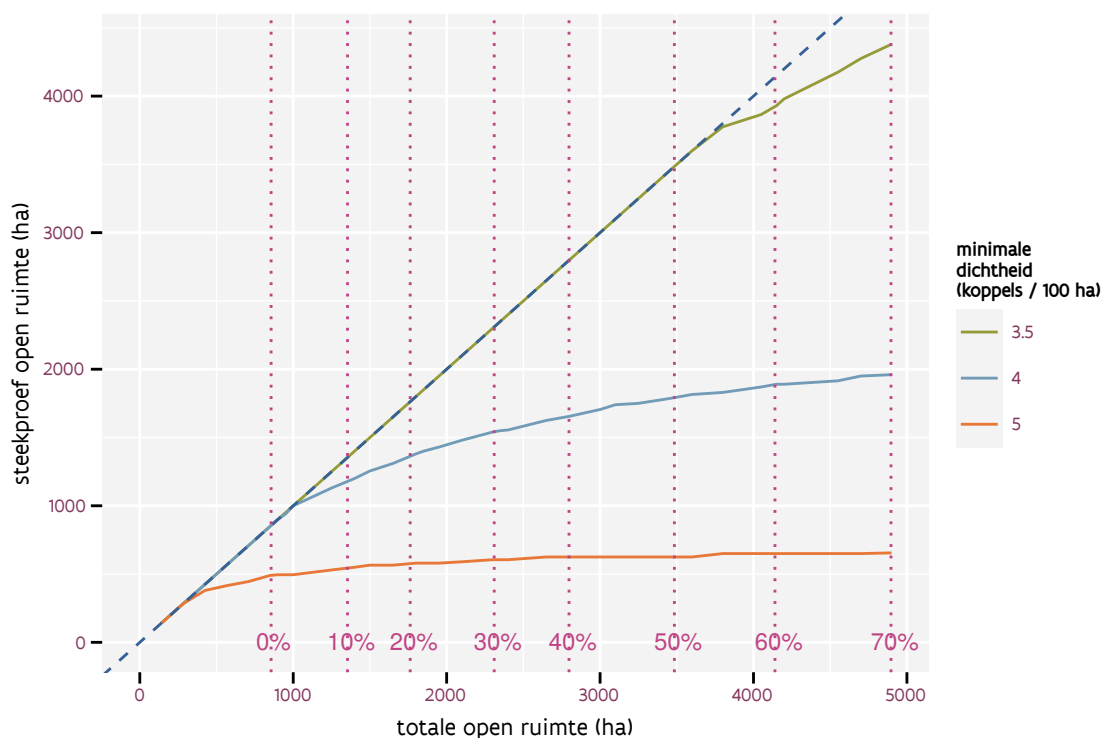
In figuur 2.4 geven we de te inventariseren oppervlakte (steekproefgrootte) vereist volgens §2.2. De belangrijkste sturende factor van de steekproefgrootte is de minimale dichtheid waarbij we de Type II fout willen behalen. Hoe minder deze minimale dichtheid boven de drempelwaarde van 3 koppels / 100 ha ligt, hoe groter de steekproef moet zijn. Bij een grote oppervlakte open ruimte ($f_{pc} \approx 1$) blijft de steekproefgrootte constant. Is de beschikbare oppervlakte open ruimte klein, dan zal f_{pc} kleiner worden en bijgevolg ook de steekproefgrootte. Bij de kleinste oppervlaktes zal de steekproefgrootte gelijk zijn aan de beschikbare oppervlakte open ruimte.



Figuur 2.4: Te inventariseren oppervlakte i.f.v. de oppervlakte open ruimte en de verwachte minimale dichtheid. De schuine streepjeslijn is de situatie waarbij de volledige WBE geïnventariseerd wordt. De verticale stippellijnen geven de kwantielen van de WBE's met afschot weer (fig. 2.3).

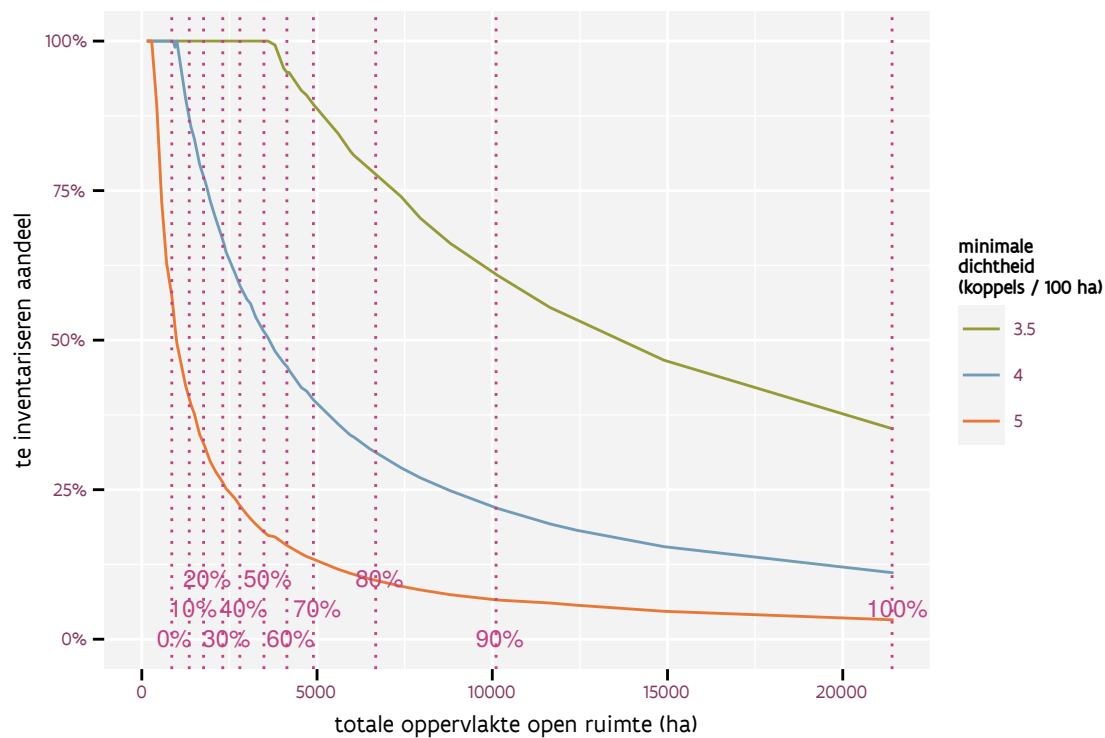
Om beter zicht te hebben wat er gebeurt bij kleinere totale oppervlakten open ruimte geeft figuur 2.5 enkel de steekproefgrootte voor gebieden tot 5000 ha open ruimte. Dit is relevant voor 70% van de WBE's die in 2019 afschot rapporteerde voor patrijzen. Merk op dat de lijn voor een minimale dichtheid van 3.5 koppels / 100 ha in nagenoeg het volledige bereik dicht bij de diagonale streepjeslijn ligt. Een WBE met minder dan 5000 ha open ruimte die zekerheid wenst om aan te tonen dat voldoende patrijzen aanwezig zijn, kiest bijgevolg best voor een gebiedsdekkende inventarisatie. Een WBE die zeker is om gemiddeld meer dan 5 koppels / 100 ha aan te treffen, kan gokken om een kleiner deel van de WBE te inventariseren. Hou er echter rekening mee dat die gok zich tegen je kan keren. Blijkt de dichtheid lager te zijn dan voorzien, dat is de kans groot dat je niet langer kan aantonen dat je boven de drempel van 3 koppels / 100 ha komt en blijft de jacht gesloten. Bij de keuze van een steekproefgrootte kan je

daarom beter van een pessimistische inschatting van de dichtheid uitgaan. In figuur 2.6 geven we het aandeel van de oppervlakte dat we moeten inventariseren.



Figuur 2.5: Te inventariseren oppervlakte i.f.v. de oppervlakte open ruimte en de verwachte minimale dichtheid. De figuur bevat enkel open oppervlaktes kleiner dan 5000 ha. De schuine streepjeslijn is de situatie waarbij de volledige WBE geïnventariseerd wordt. De verticale stippellijnen geven de kwantielen van de WBE's met afschot weer (fig. 2.3).

Louter informatief kijken we eveneens naar de vereiste steekproefgrootte in het geval we enkel over grotere oppervlaktes uitspraken willen doen (tab. 2.4). Bijvoorbeeld het gemiddelde over alle WBE's in een provincie. Merk op dat de steekproefgrootte nodig voor een individuele provincie ongeveer even groot is als de steekproefgrootte voor uitspraken op niveau Vlaanderen.



Figuur 2.6: Aandeel van de te inventariseren oppervlakte i.f.v. de oppervlakte open ruimte en de verwachte minimale dichtheid. De verticale stippellijnen geven de kwantielen van de WBE's met afschot weer (fig. 2.3).

Tabel 2.4: Steekproefgrootte (ha) voor uitspraken op het niveau van een provincie of Vlaanderen bij verschillende gemiddelde dichtheden. Afschot verwijst naar de situatie waarbij we ons beperkten tot de WBE's die afschot rapporteerden in 2009. Totaal is de situatie waarbij de uitspraak over het geheel van de WBE's slaat.

provincie	type	3.5	4	5	oppervlakte
Antwerpen	afschot	8125	2445	695	36988
Antwerpen	totaal	8720	2495	695	95303
Limburg	afschot	8225	2445	695	41274
Limburg	totaal	8740	2495	695	97238
Vlaams Brabant	afschot	8625	2495	695	75113
Vlaams Brabant	totaal	8745	2495	695	99338
Oost-Vlaanderen	afschot	8805	2480	695	122108
Oost-Vlaanderen	totaal	8865	2520	695	155494
West-Vlaanderen	afschot	8915	2520	695	199715
West-Vlaanderen	totaal	8915	2520	695	200029
Vlaanderen	afschot	9020	2530	695	475199
Vlaanderen	totaal	9040	2530	695	647401

2.5 SCHATTING OP BASIS VAN MEERDERE JAREN

Art. 22 van het jachtvoorwaardenbesluit vermeldt dat de dichtheid het gemiddelde over de laatste 3 kalenderjaren is. In dat geval hebben we meer informatie ter beschikking waardoor de betrouwbaarheidsintervallen kleiner kunnen worden.

2.5.1 Statistische verwerking

Wanneer we elk jaar andere teleenheden inventariseren, kunnen we model (2.2) gebruiken. Indien we teleenheden in meerdere jaren inventariseren, moeten we (2.2) aanpassen tot (2.3). Y_{ij} is het aantal waargenomen koppels in teleenheid i tijdens jaar j . μ_{ij} is het gemiddelde aantal in teleenheid i tijdens jaar j . A_i is de oppervlakte in teleenheid i . η_{ij} is de lineaire predictor voor teleenheid i tijdens jaar j , welke het logaritme is van het gemiddelde μ_{ij} . β_0 is de schatting van het globale gemiddelde effect, wanneer alle andere variabelen geen effect hebben. Tenslotte hebben we nog b_i , een term die aangeeft in welke mate het gemiddelde van teleenheid i afwijkt van het globale gemiddelde.

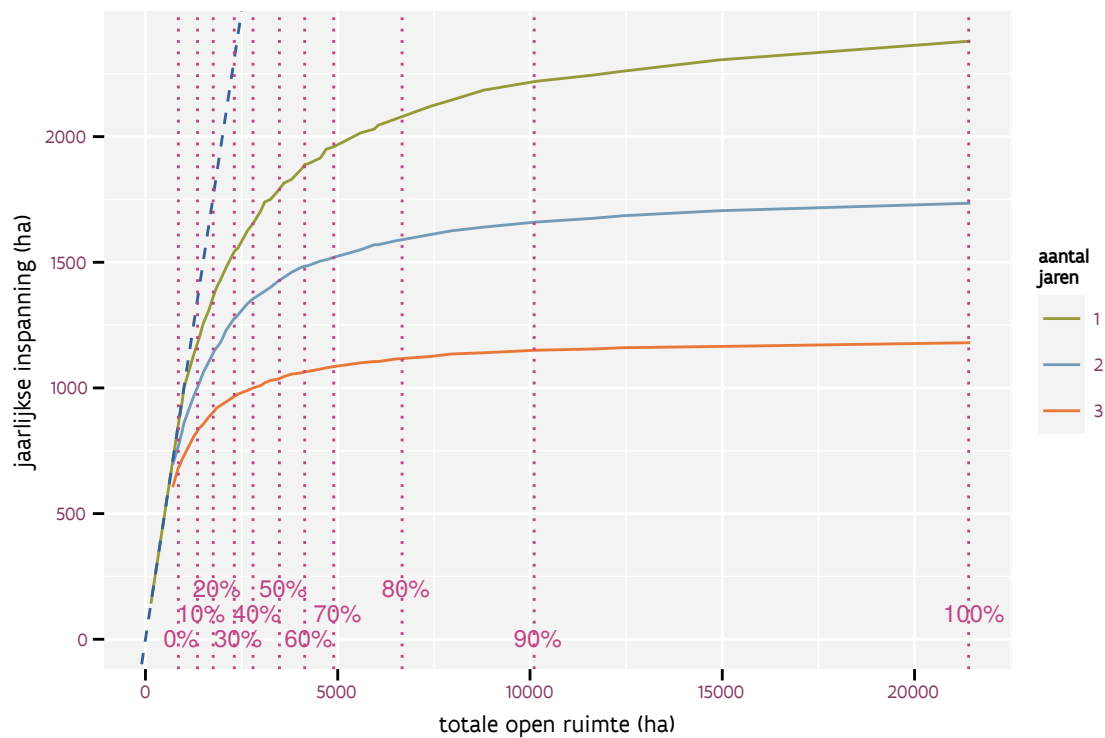
$$\begin{aligned} Y_{ij} &\sim \mathcal{P}(\mu_{ij}) \\ \log \mu_{ij} &= \eta_{ij} \\ \eta_{ij} &= \log A_i + \beta_0 + b_i \\ b_i &\sim \mathcal{N}(0, \sigma_b^2) \end{aligned} \tag{2.3}$$

2.5.2 Steekproefgrootte

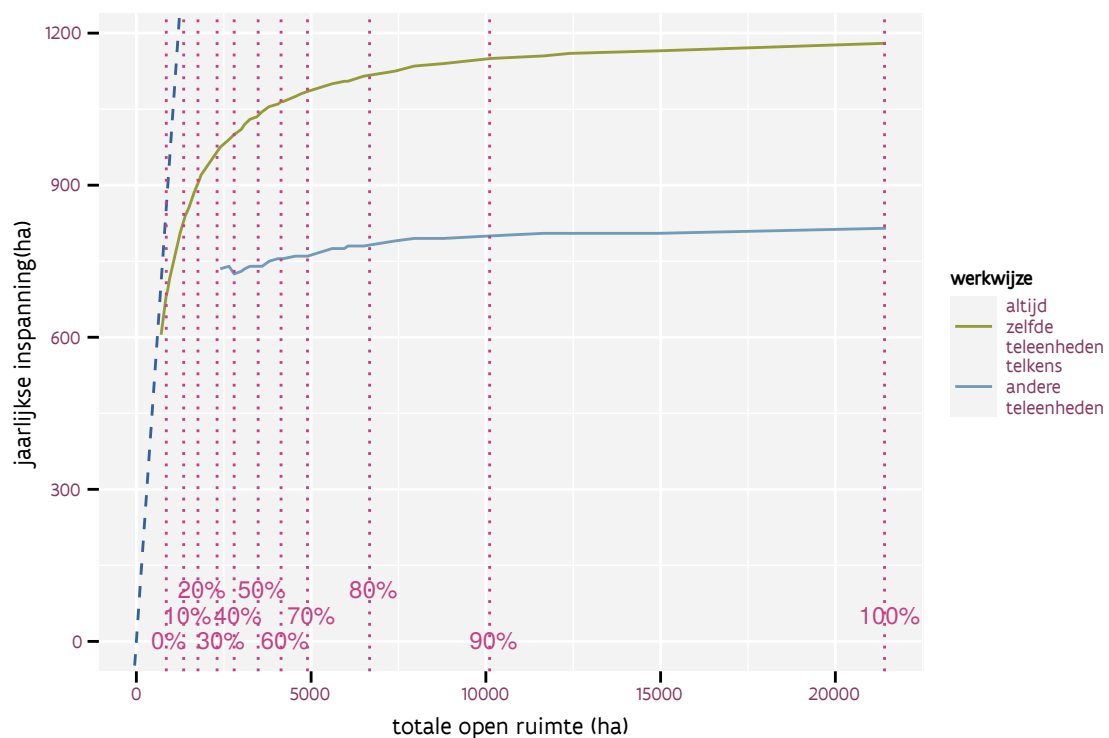
In figuur 2.7 tonen we het effect op de steekproefgrootte wanneer we tot drie jaar na elkaar dezelfde teleenheden opnieuw inventariseren. Bij de grootste WBE's is de steekproefgrootte op basis van 3 jaar 50% (2 jaar 73%) van de steekproefgrootte wanneer we slechts een jaar inventariseren. Voor alle duidelijkheid: we vergelijken hier telkens de inspanningen die in een individueel jaar geleverd worden. Aangezien momenteel nog geen gestandaardiseerde inventarisatie gebeuren, moeten we het eerste jaar een grotere steekproef inventariseren. De daaropvolgende jaren kunnen we overwegen om de inspanning aan te passen.

Wanneer we de patrijzen meerdere jaren steekproefsgewijs inventariseren kunnen we meerdere strategieën gebruiken: a) steeds dezelfde teleenheden, b) elk jaar andere teleenheden en c) een strategie tussen beiden in. Figuur 2.8 geeft aan dat elk jaar andere teleenheden inventariseren efficiënter is om het gemiddelde te bepalen. De inspanning bedraagt dan slechts 69% van deze waarbij we steeds dezelfde teleenheden inventariseren. Dat lukt uiteraard alleen wanneer de totale oppervlakte open ruimte in de WBE minstens drie keer de steekproefgrootte bedraagt. Is de totale oppervlakte open ruimte kleiner moeten we minstens een deel van de teleenheden jaarlijks inventariseren.

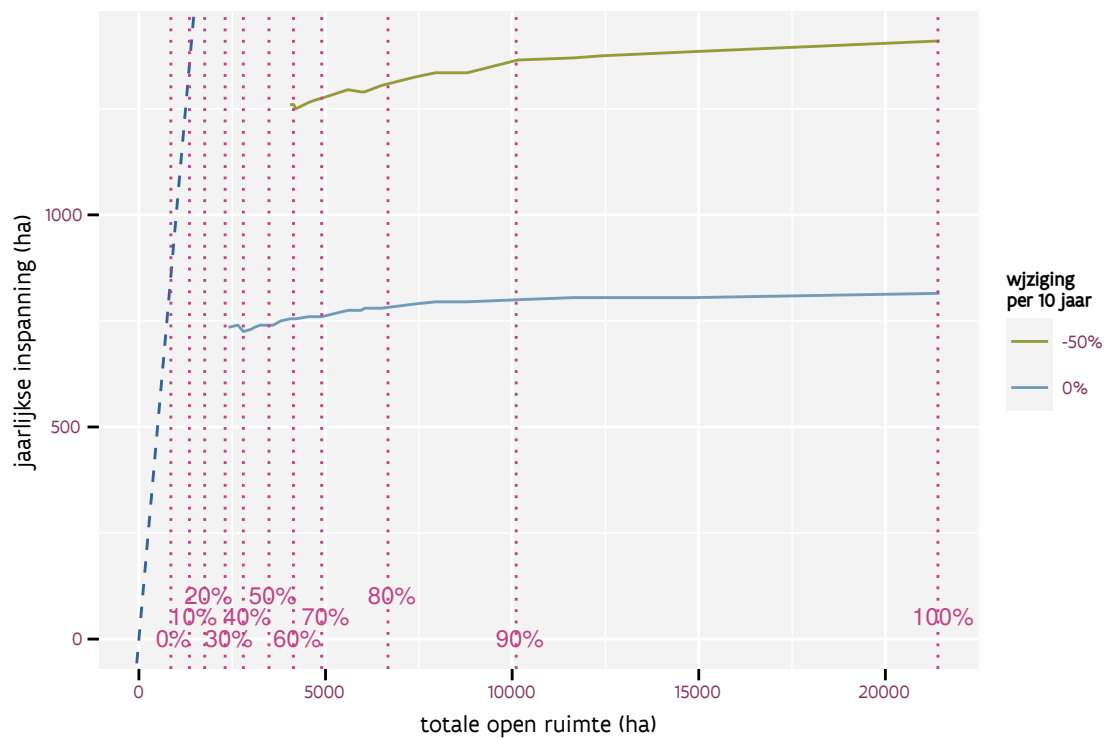
Deze vorige figuren veronderstellen dat de dichtheid van patrijs constant blijft over de driejarige periode. In de praktijk zullen de aantallen schommelen. Daarom geven we in figuur 2.9 de steekproefgrootte weer voor een stabiele dichtheid en een dichtheid die afneemt volgens een log-lineaire trend die overeenkomt met een halvering over tien jaar. Deze trend komt overeen met de grootteorde van de trend die Onkelinx et al. (2020) rapporteren. In dat laatste geval is de dichtheid in het tweede en derde jaar respectievelijk 7% en 13% lager dan het eerste jaar. Met als gevolg dat het globale gemiddelde lager is en we bijgevolg een grotere steekproef nodig hebben om een verschil met de drempelwaarde vast te kunnen stellen.



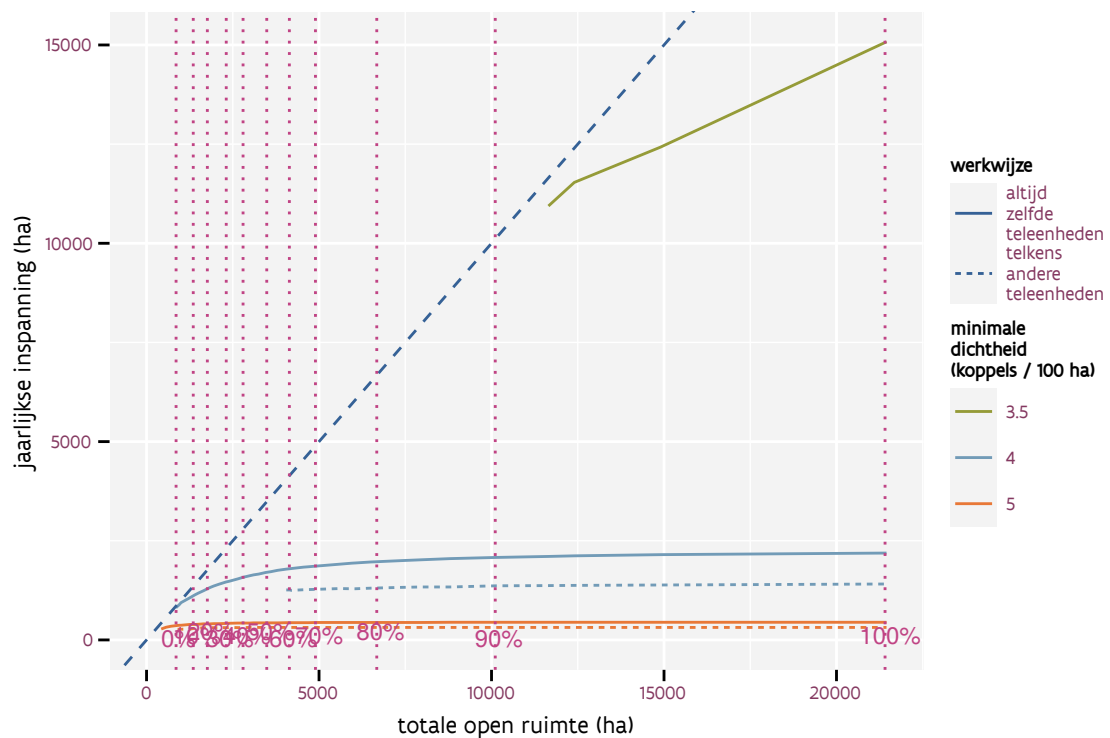
Figuur 2.7: Invloed van het aantal jaren inventarisatie op de vereiste steekproefgrootte waarbij we dezelfde steekproef jaarlijks inventariseren. De steekproefgrootte veronderstelt een constante gemiddelde dichtheid van 4 koppels / 100 ha.



Figuur 2.8: Verschil in jaarlijkse steekproefgrootte tussen elk jaar dezelfde teleenheden inventariseren of elk jaar andere teleenheden. De steekproefgrootte veronderstelt een constante minimale dichtheid van 4 koppels / 100 ha en 3 jaar inventarisaties. Bij een WBE met beperkte oppervlakte open ruimte zijn er te weinig teleenheden om elk jaar andere teleenheden te gebruiken.



Figuur 2.9: Invloed van een wijziging van de dichtheid tijdens de periode. De steekproefgrootte veronderstelt een constante minimale dichtheid van 4 koppels / 100 ha en 3 jaar inventarisaties waarbij telkens andere teleenheden onderzocht worden.



Figuur 2.10: Invloed van het aantal jaren inventarisatie op de vereiste steekproefgrootte waarbij we dezelfde steekproef jaarlijks inventariseren.

3 STEEKPROEFGROOTTE VOOR DE CONTROLE VAN GERAPPORTEERDE DICHTHEDEN

De evaluatie van de gemiddelde dichtheid in een WBE is gebaseerd op gegevens die de WBE zelf aanlevert. Hierdoor kan de schijn ontstaan dat deze mogelijk bijgekleurde aantallen rapporteren. In het huidige kader heeft een WBE geen voordeel bij het rapporteren van lagere aantallen dan de werkelijkheid. Hogere aantallen rapporten kan een voordeel op leveren in de zin dat hierdoor de drempel van 3 koppels / 100 ha kan bereikt worden, als dat niet het geval zou zijn in de werkelijkheid. Dit kunnen we onderzoeken door de dichtheid door een onafhankelijke partij te laten vaststellen.

Vergelijk dit met de personenbelasting. Elke burger rapporteert zelf zijn inkomsten aan de fiscus. Lagere inkomsten rapporteren geeft de burger het voordeel van lagere belastingen en de fiscus het nadeel van ontbrekende inkomsten. Vandaar dat de fiscus een deel van de belastingaangiften zal controleren. Hoewel elke burger weet dat er een kans is op controle, zal de fiscus niet van te voren aankondigen wie gecontroleerd zal worden.

In dit hoofdstuk gaan we uit van een potentieel negatieve situatie: de jagers rapporteren meer patrijzen dan de controleurs. In de praktijk kan de omgekeerde situatie zich eveneens voordoen. Deze situatie kunnen de modellen eveneens aan. Hierbij moeten we de relatieve dichtheid als een breuk schrijven: 50% komt overeen met 1/2 en 80% met 4/5. Vervolgens moeten we die breuk omdraaien: 1/2 komt overeen met 2/1 (200%) en 4/5 met 5/4 (125%). Een steekproefgrootte die een halvering kan aantonen, kan eveneens een verdubbeling aantonen.

3.1 OP HET NIVEAU VAN EEN INDIVIDUELE WBE

In dit scenario selecteren we een jaarlijks een aantal WBE's ter controle. De controleurs voeren hetzelfde inventarisatieprotocol uit, onafhankelijk van de WBE. Op deze manier hebben we voor een aantal teleenheden resultaten van zowel de WBE als de controleurs zodat we de aantallen van beiden met elkaar kunnen vergelijken.

3.1.1 Statistische verwerking

Het statistische model van de waargenomen aantallen in het scenario met controles beschrijven we wiskundig in (3.1). De lineaire predictor η_{jk} bevat vier componenten:

- A_i : de oppervlakte van teleenheid i
- β_0 : een maat voor de globale gemiddelde dichtheid
- β_1 : een maat voor het verschil in gemiddelde dichtheid tussen de gegevens van de WBE en van de controleurs
- b_i : de afwijking qua dichtheid in teleenheid i t.o.v. het gemiddelde van de WBE

De term b_i hebben we nodig om in rekening te brengen dat een aantal teleenheden door zowel de WBE als de controleurs geïnventariseerd werden.

$$\begin{aligned} Y_{ik} &\sim \mathcal{P}(\mu_{ik}) \\ \log \mu_{ik} &= \eta_{ik} \\ \eta_{ik} &= \log A_i + \beta_0 + \beta_1 + b_i \\ b_i &\sim \mathcal{N}(0, \sigma_b^2) \end{aligned} \tag{3.1}$$

3.1.2 Evaluatie

We berekenen de verhouding in dichtheid tussen de aantallen volgens de WBE en volgens de controle. Wanneer dit getal kleiner is dan 1, kunnen we stellen dat de controleurs een lagere dichtheid vaststellen. Opnieuw baseren we ons op het betrouwbaarheidsinterval om een uitspraak te doen. Ligt het interval volledig onder 1 dan stellen we dat de controleurs significant minder patrijzen vinden. Dit interval is gebaseerd op β_1 en zijn standaard fout σ_1 .

De maximale oppervlakte in de controle is beperkt tot de oppervlakte die de WBE inventariseert. Een correctie voor de eindige populatie is hier dan ook zeker noodzakelijk. De formule hiervoor (3.2) hangt nu af van de oppervlakte in de controle A_c en de oppervlakte dat de WBE inventariseert (A_s).

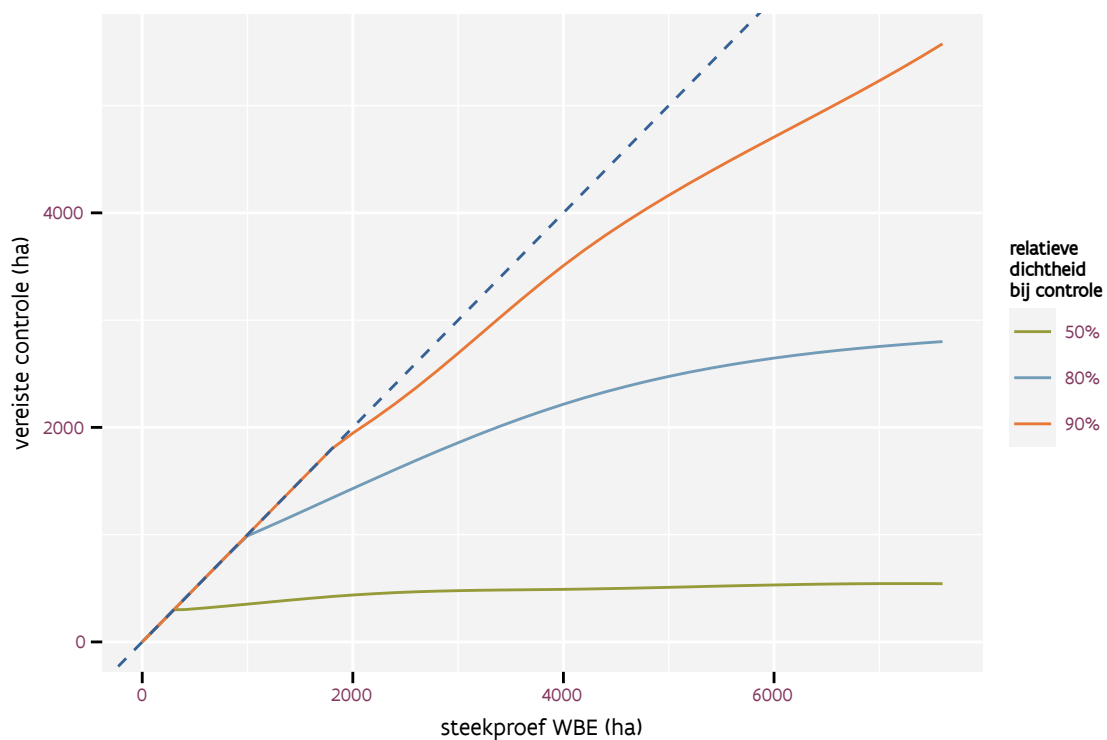
$$fpc = \sqrt{1 - A_c/A_s} \quad (3.2)$$

Merk op dat dit model een term β_0 bevat die we kunnen gebruiken om een meer precieze schatting te maken van de dichtheid gebaseerd op de cijfers van de WBE omdat we ze aanvullen met de gegevens van de controleurs. Het eventuele systematische verschil tussen de WBE en de controleurs vangen we op in de term β_1 . Combineren we de termen β_0 en β_1 dan krijgen we een schatting van de dichtheid zoals de controleurs die zouden waarnemen. De precisie van deze schatting zal lager zijn aangezien we eveneens de onzekerheid op de systematische afwijking (β_1) in rekening moeten brengen.

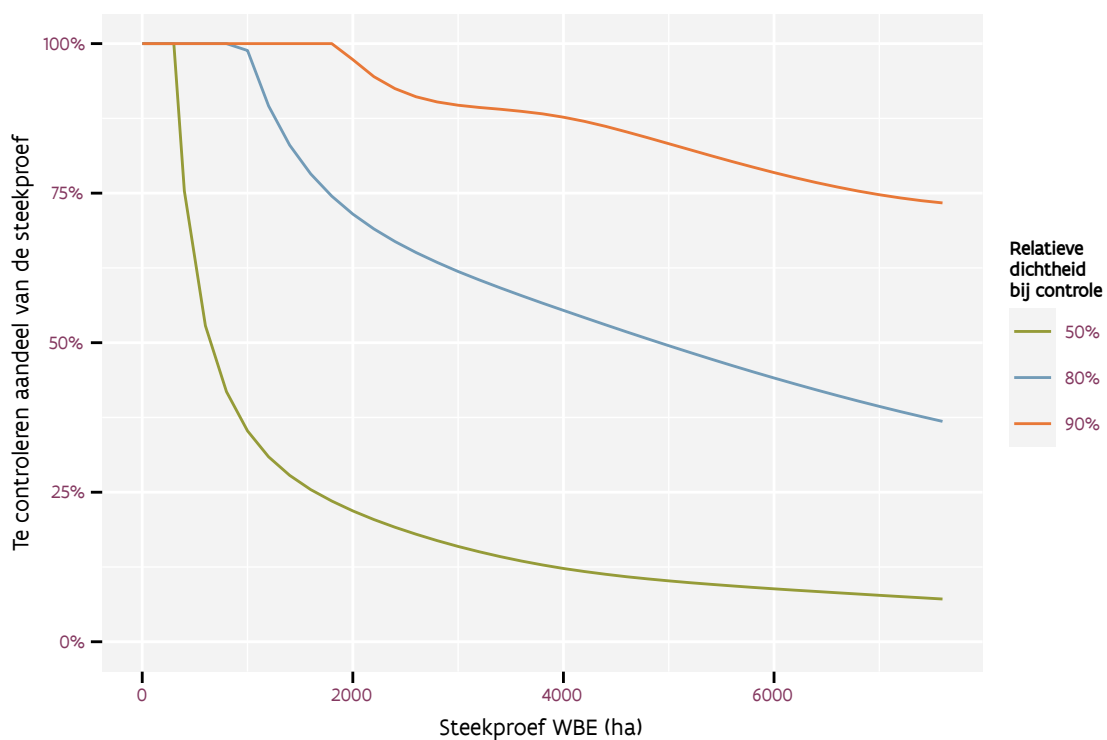
3.1.3 Steekproefgrootte

De steekproefgrootte voor de controle per WBE hangt hoofdzakelijk af van twee factoren: 1) de grootte van de discrepantie tussen de gegevens van de WBE en de controle en 2) de oppervlakte die de WBE zelf onderzoekt (fig. 3.1). Wanneer we ons tevreden stellen met het aantonen van zeer sterke signalen (controleurs vinden minder dan het helft van de patrijs i.v.m. de WBE), volstaat een steekproef van ca 500 ha. Willen we bij de kleinste afwijking reeds een signaal krijgen, dan moeten het volledige werk van de WBE herhalen (fig. 3.2).

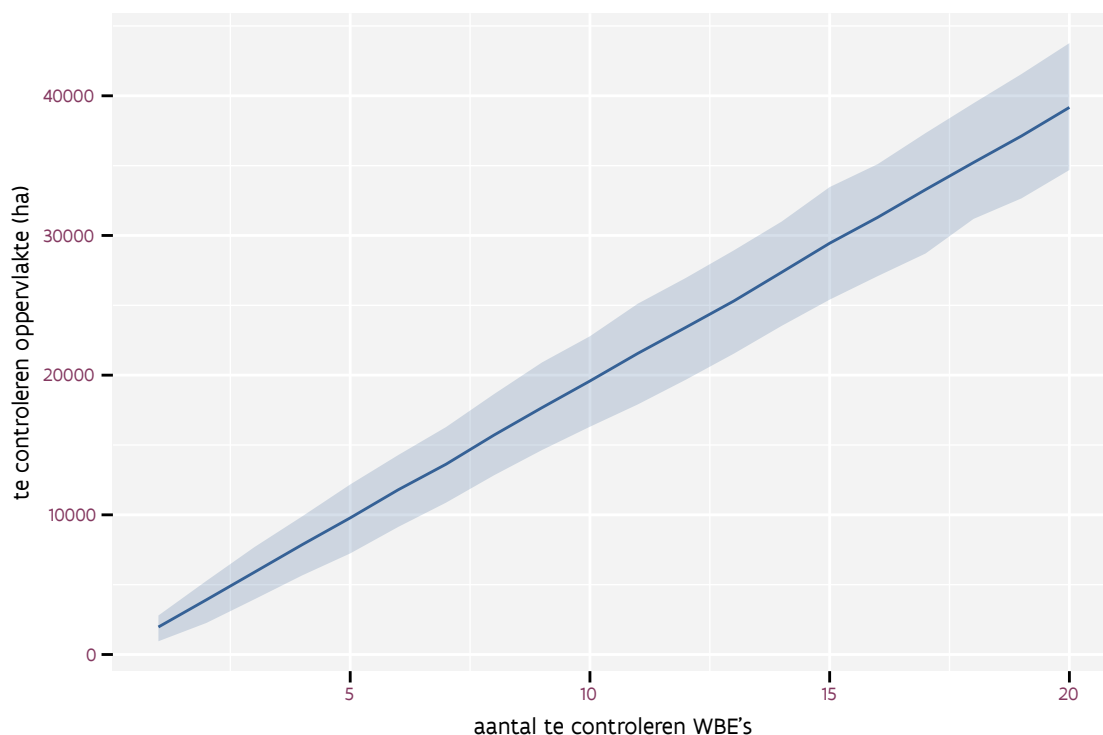
In figuur 3.3 geven we een raming van de totale te controleren oppervlakte in functie van het aantal te controleren WBE's. Aangezien deze oppervlakte afhangt van welke WBE's we controleren, geven we naast de gemiddelde waarde tevens een 95% betrouwbaarheidsinterval. Om deze figuur op te maken hebben voor alle WBE's een steekproefgrootte gekozen die past bij het detecteren van 3.5 koppels / 100 ha (fig. 2.4). We bepalen de steekproefgrootte voor de controle zodat we een signaal krijgen wanneer de controleurs minder dan 80% van de aantallen vinden die de WBE rapporteert. Onder deze omstandigheden kunnen we stellen dat we gemiddeld 2000 ha per WBE moeten controleren. De effectieve oppervlakte hangt af van de uiteindelijke steekproef. Vandaar dat we een band met onzekerheid weergeven in fig. 3.3.



Figuur 3.1: Vereiste steekproefgrootte voor de controle van een WBE. De streepjeslijn is de situatie waarbij de controleurs dezelfde oppervlakte moeten bemonsteren als de jagers.



Figuur 3.2: Vereiste relatieve steekproefgrootte voor de controle van een WBE.



Figuur 3.3: Raming van de te controleren oppervlakte i.f.v. het aantal te controleren WBE's. In de veronderstelling dat de steekproefgrootte in de WBE's is gebaseerd op een minimale dichtheid van 3.5 koppels / 100 ha en de relatieve dichtheid bij controle 80% bedraagt.

3.2 GLOBALE VERGELIJKING OP NIVEAU VLAANDEREN

In dit scenario selecteren we een aantal teleenheden gespreid over alles WBE's die op patrijs wensen te jagen. De controleurs voeren opnieuw hetzelfde inventarisatieprotocol uit, onafhankelijk van de lokale WBE. Hierbij bekomen we een set van teleenheden gespreid over Vlaanderen die zowel door de WBE's als door de controleurs onderzocht zijn. Op basis deze gegevens kunnen we nagaan of er een systematische afwijking is. M.a.w. rapporteren de WBE's gemiddeld meer of minder patrijzen in vergelijking met de controle. Met deze analyse kunnen we geen uitspraken doen over individuele WBE's. Ze biedt wel het voordeel dat een grotere aantal WBE's een beperkte controle krijgen.

3.2.1 Statistische verwerking

Het statistische model van de waargenomen aantallen in het scenario met controles beschrijven we wiskundig in (3.3). De lineaire predictor η_{jkw} bevat vijf componenten:

- A_i : de oppervlakte van teleenheid i
- β_0 : een maat voor de globale gemiddelde dichtheid in Vlaanderen
- β_1 : een maat voor het verschil in gemiddelde dichtheid tussen de gegevens van de WBE en van de controleurs
- b_w : de afwijking qua dichtheid in WBE w t.o.v. het globale gemiddelde
- b_i : de afwijking qua dichtheid in teleenheid i t.o.v. het gemiddelde voor WBE w

De term b_i hebben we nodig om in rekening te brengen dat een aantal teleenheden door zowel de WBE als de controleurs geïnventariseerd werden. De term b_w brengt in rekening dat bepaalde teleenheden tot dezelfde WBE behoren.

$$\begin{aligned}
Y_{ik} &\sim \mathcal{P}(\mu_{ik}) \\
\log \mu_{ik} &= \eta_{ik} \\
\eta_{ik} &= \log A_i + \beta_0 + \beta_1 + b_w + b_i \\
b_w &\sim \mathcal{N}(0, \sigma_w^2) \\
b_i &\sim \mathcal{N}(0, \sigma_b^2)
\end{aligned} \tag{3.3}$$

3.2.2 Evaluatie

Net zoals in het model voor de controle van een individuele WBE baseren we de uitspraken voor een systematisch verschil tussen de WBE gegevens en die van de controleurs op het betrouwbaarheidsinterval gebaseerd op β_1 en zijn standaard fout σ_1 .

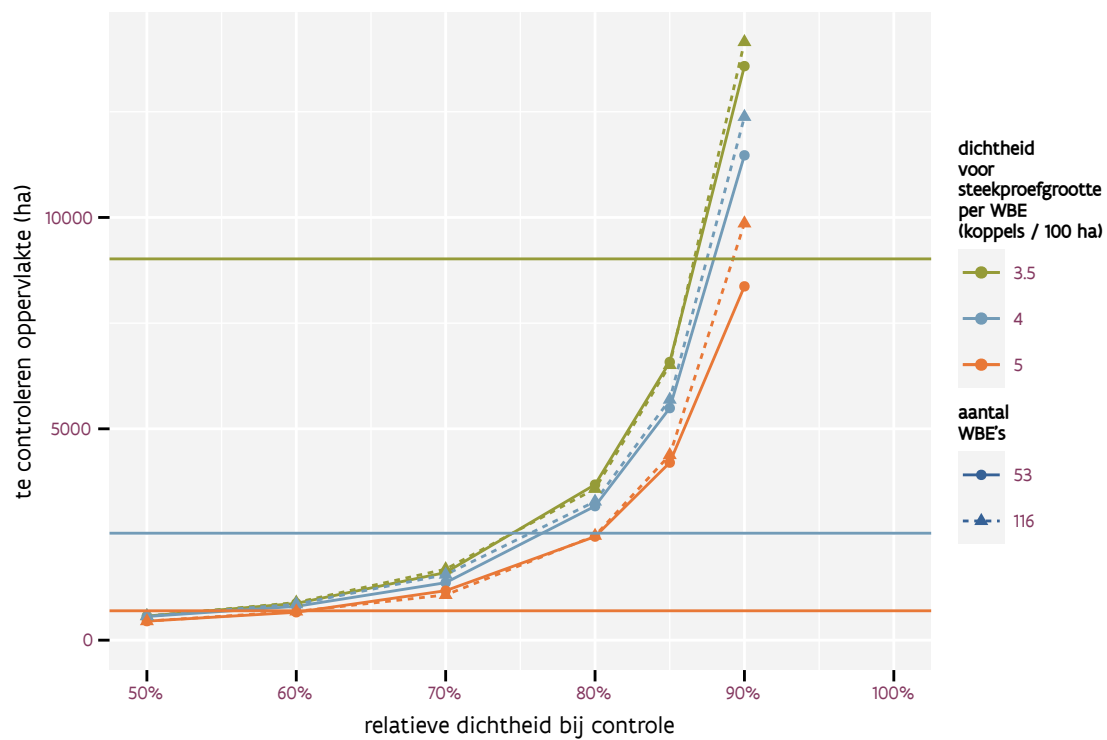
De maximale oppervlakte in de controle is beperkt tot de oppervlakte die de betrokken WBE's inventariseren. We kunnen verwachten dat deze oppervlakte veel groter is dan de oppervlakte die we zullen controleren. Toch brengen we voor de zekerheid de correctiefactor voor een eindige populatie in rekening. De formule hiervoor (3.4) hangt nu af van de totale oppervlakte in de controle (A_c) en de totale oppervlakte die de WBE's inventariseren (A_s).

$$fpc = \sqrt{1 - A_c/A_s} \tag{3.4}$$

Model (3.3) laat ons eveneens toe om een inschatting te maken voor de gemiddelde dichtheid gebaseerd op de gegevens van de controleurs, aangevuld met de gegevens van de WBE's. Belangrijk om hierbij in het achterhoofd te houden is dat dit getal geen gemiddelde is voor Vlaanderen doch voor het geheel van de WBE's die patrijs geïnventariseerd hebben. De kans is reëel dat een aantal WBE's die momenteel niet jagen op patrijs, geen inventarisaties zullen uitvoeren. Bijvoorbeeld omdat zij a priori inschatten dat ze te weinig patrijzen hebben en daarom niet wensen te investeren in het inventariseren van patrijs. In dat geval is de gemiddelde dichtheid van deze analyse een overschatting van de werkelijke gemiddelde dichtheid in Vlaanderen.

3.2.3 Steekproefgrootte

Volgens figuur 3.4 is het opnieuw de grootte van de discrepantie tussen de gegevens van de WBE's en de controleurs die de bepalende factor is bij de steekproefgrootte. In tweede instantie speelt de oppervlakte waarin de WBE's inventariseren een rol. Deze oppervlakte hangt af van de minimale densiteit die de WBE's wensen aan te tonen en het aantal deelnemende WBE's.



Figuur 3.4: Nodige oppervlakte voor controle op niveau Vlaanderen. De horizontale lijnen geven de te inventariseren oppervlakte om de gemiddelde dichtheid over alle WBE's met afschot te bepalen (tab. 2.4). In 2018 rapporteerde 116 WBE's afschot van patrijs. 53 is de helft van dat aantal.

4 SCENARIO MET BEGELEIDING DOOR EXTERNEN

In dit scenario gaan we ervan uit dat externen steekproefsgewijs een aantal teleenheden inventariseren, al dan niet samen met de lokale WBE. De WBE's staan in voor de overige inventarisaties. Dit scenario laat twee uitspraken toe: 1) is er gemiddeld een verschil in de dichtheid gerapporteerd door de WBE's en de externen; 2) wat is de gemiddelde dichtheid in Vlaanderen. Het belangrijkste verschil met §3.2 is dat we nu geen gepaarde waarnemingen hebben. In §3.2 veronderstelden we immers dat we een aantal teleenheden onafhankelijk dubbel inventariseren: eenmaal door de lokale WBE en eenmaal door de controleurs.

4.1 STATISTISCHE VERWERKING

Het statistische model is nagenoeg identiek aan (3.3). Het belangrijkste verschil is dat we niet langer het effect van de teleenheid kunnen schatten omdat we geen herhaalde metingen hebben. De lineaire predictor η_{iw} bevat daarom vier componenten:

- A_i : de oppervlakte van teleenheid i
- β_0 : een maat voor de globale gemiddelde dichtheid in Vlaanderen
- β_1 : een maat het verschil in gemiddelde dichtheid tussen de gegevens van de WBE en van de externen
- b_w : de afwijking qua dichtheid in WBE w t.o.v. het globale gemiddelde

De term b_w brengt in rekening dat bepaalde teleenheden tot dezelfde WBE behoren.

$$\begin{aligned} Y_{iw} &\sim \mathcal{P}(\mu_{iw}) \\ \log \mu_{iw} &= \eta_{iw} \\ \eta_{iw} &= \log A_i + \beta_0 + \beta_1 + b_w \\ b_w &\sim \mathcal{N}(0, \sigma_w^2) \end{aligned} \tag{4.1}$$

4.2 EVALUATIE

Hoewel we geen dubbele inventarisatie van een aantal teleenheden hebben, kunnen we toch nagaan of er een systematisch verschil is tussen de WBE gegevens en die van de externen met het betrouwbaarheidsinterval gebaseerd op β_1 en zijn standaard fout σ_1 . Systematisch betekent in deze context dat veel WBE's meer of minder patrijzen rapporteren dan de externen.

De teleenheden die de externen inventariseren zijn nu een steekproef uit de WBE's die wensen te jagen. De oppervlakte in de steekproef zal bijgevolg klein zijn t.o.v. van de oppervlakte in de populatie. Toch brengen we voor deze zekerheid de correctiefactor voor een eindige populatie in rekening. De formule hiervoor (4.2) hangt nu af van de totale oppervlakte die de onafhankelijke inventariseren A_o en de totale oppervlakte van de open ruimte binnen de deelnemende WBE's (A_t).

$$fpc_1 = \sqrt{1 - A_o/A_t} \tag{4.2}$$

Model (4.1) laat ons eveneens toe om een inschatting te maken voor de gemiddelde dichtheid gebaseerd op de gegevens van de externen, aangevuld met de gegevens van de WBE's. Belangrijk om hierbij in het achterhoofd te houden is dat dit getal geen gemiddelde is voor Vlaanderen doch voor het geheel van de WBE's die patrijs geïnventariseerd hebben. De kans is reëel dat een aantal WBE's die momenteel niet jagen op patrijs, geen inventarisaties zullen uitvoeren. Bijvoorbeeld omdat zij a priori inschatten dat ze te weinig patrijzen hebben en daarom niet wensen te investeren in het inventariseren van patrijs. In dat geval is de gemiddelde dichtheid van deze analyse een overschatting van de werkelijke gemiddelde dichtheid in Vlaanderen.

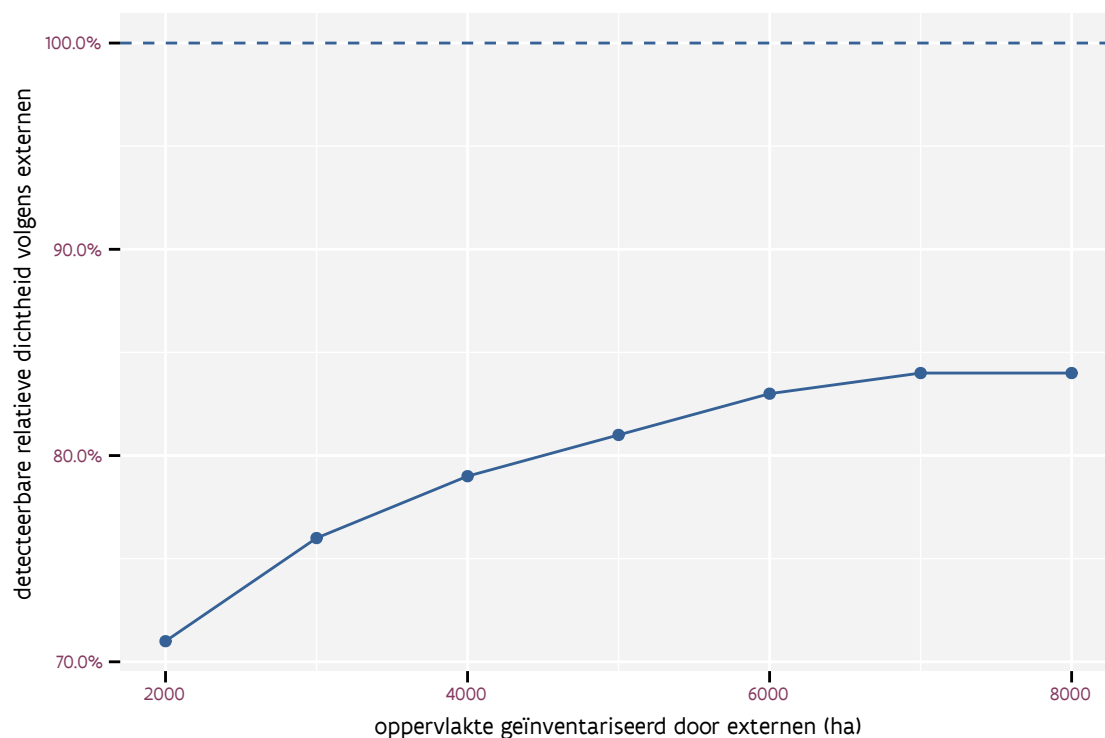
Een schatter van deze gemiddelde dichtheid in de log-schaal is $\gamma = \beta_0 + \beta_1$. De variantie van γ berekenen we als (4.3). In deze formule zijn σ_{β_0} en σ_{β_1} de standaardfouten op β_0 en β_1 . ρ is de correlatie tussen de schatters β_0 en β_1 . fp_{c1} hebben we gedefinieerd in (4.2). fp_{c0} is de correctiefactor voor een eindige populatie voor β_0 (4.4). Aangezien β_0 gebaseerd is op de gegevens van de externen en de WBE's, moeten we hier ook de oppervlakte A_w die de WBE's inventariseren in rekening brengen.

$$\sigma_{\gamma}^2 = fp_{c0}\sigma_{\beta_0}^2 + fp_{c1}\sigma_{\beta_1}^2 + fp_{c1}2\rho\sigma_{\beta_0}\sigma_{\beta_1} \quad (4.3)$$

$$fp_{c0} = \sqrt{1 - (A_o + A_w)/A_t} \quad (4.4)$$

4.3 DETECTEERBARE AFWIJING

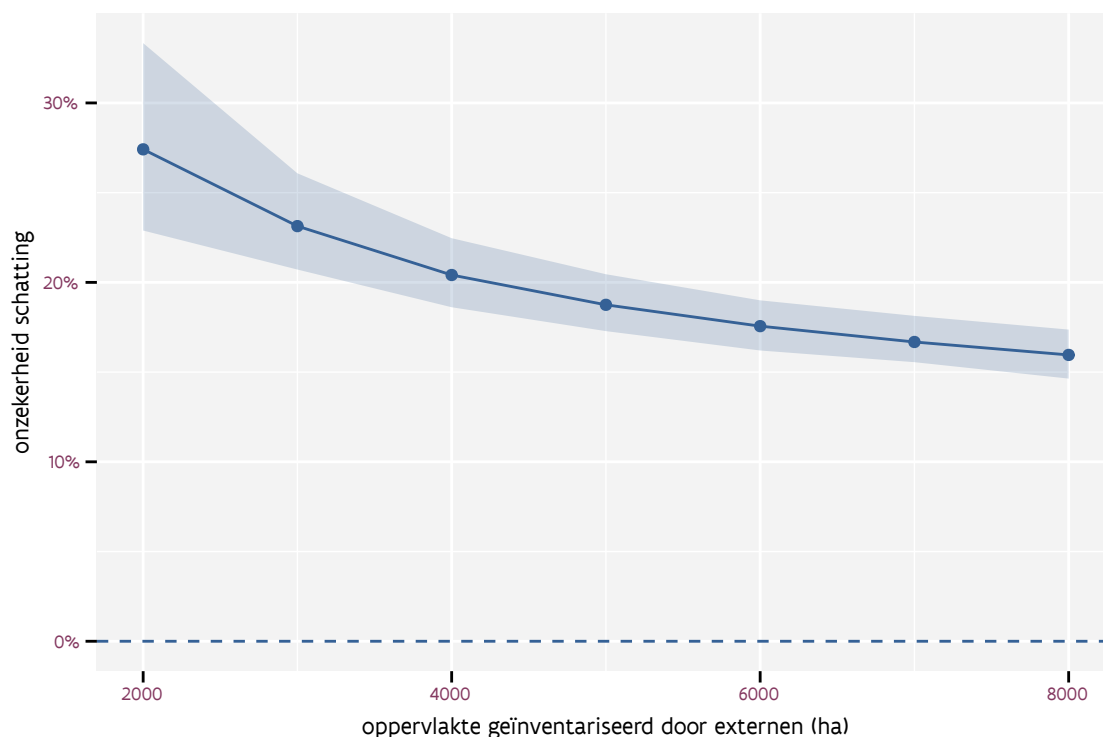
In de vorige hoofdstukken gingen we op zoek naar de steekproefgrootte om een bepaald verschil te kunnen detecteren. In dit hoofdstuk doen we het omgekeerde: welk verschil kunnen we detecteren met een bepaalde steekproefgrootte. Figuur 4.1 geeft aan dat we een kleiner verschil in relatieve dichtheid kunnen detecteren naarmate de externen een grotere oppervlakte inventariseren.



Figuur 4.1: Kleinste detecteerbare verschil in relatieve dichtheid i.f.v. de oppervlakte die externen inventariseren.

4.4 ONZEKERHEID OP SCHATTING VAN DE GEMIDDELDE DICHTHEID

De relatieve onzekerheid op de schatting van de dichtheid hangt hoofdzakelijk af van de oppervlakte die we inventariseren. In figuur 4.2 veronderstellen we dat de totale oppervlakte die we inventariseren constant blijft. Naarmate de externen een grotere oppervlakte inventariseren, hoeft de WBE minder te doen. De relatieve onzekerheid op de dichtheidsschatting varieert van 20 tot 30%. Tabel 4.1 geeft aan wat de impact ervan is op de betrouwbaarheidsintervallen.



Figuur 4.2: Onzekerheid op gemiddelde dichtheid over alle WBE's met correctie voor de relatieve dichtheid volgens de externen.

Tabel 4.1: Betrouwbaarheidsintervallen dichtheid i.f.v. gemiddelde dichtheid (rijen) en relatieve onzekerheid (kolommen). Alle dichtheden zijn aantal broedparen per 100 ha.

dichtheid	20%	25%	30%
2.0	(1.67; 2.40)	(1.60; 2.50)	(1.54; 2.60)
2.5	(2.08; 3.00)	(2.00; 3.12)	(1.92; 3.25)
3.0	(2.50; 3.60)	(2.40; 3.75)	(2.31; 3.90)
3.5	(2.92; 4.20)	(2.80; 4.38)	(2.69; 4.55)
4.0	(3.33; 4.80)	(3.20; 5.00)	(3.08; 5.20)
5.0	(4.17; 6.00)	(4.00; 6.25)	(3.85; 6.50)

5 STEEKPROEFKADER SAMENSTELLEN

In de vorige hoofdstukken hebben we de steekproefgrootte berekend voor een aantal scenario's. Om de uiteindelijke steekproef te trekken, moeten we eerst de open ruimte binnen de WBE's opdelen in een aantal teleenheden. In een ideale wereld zijn deze teleenheden allemaal even groot en van dezelfde vorm. In de praktijk moeten we een aantal pragmatische keuzes maken. Hierbij proberen we rekening te houden met een aantal criteria:

1. De oppervlakte van een teleenheid blijft best beneden 200 ha zodat een persoon een telronde in een teleenheid op een avond of ochtend kan uitvoeren.
2. De oppervlakte van een teleenheid is minstens 50 ha zodat het aantal teleenheden per WBE binnen de perken blijft.
3. De begrenzing van de teleenheden moet permanent en duidelijk zichtbaar zijn op het terrein.
4. De open ruimte in een teleenheid moet zoveel mogelijk aaneengesloten zijn zodat we geen te grote verplaatsingen hebben binnen een teleenheid.
5. Vanuit de jagerij komt de vraag om zo weinig mogelijk verschillende jachtterreinen in eenzelfde teleenheid op te nemen.
6. Aangezien we uitspraken wensen op WBE niveau moet elke teleenheid binnen een WBE liggen.

Om het steekproefkader samen te stellen maken we gebruik van onderstaande bronnen:

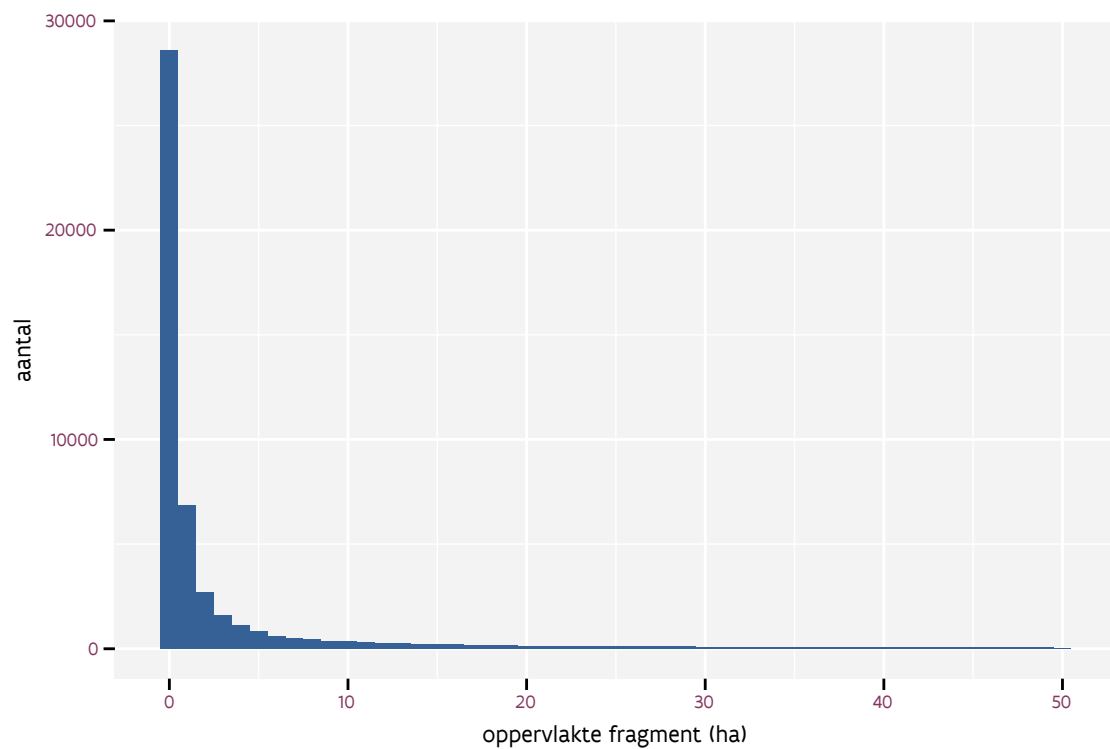
- Een kaart met de open ruimte. Deze is gebaseerd op een vertaling van de hoofdeenheid van de polygonen van de [Biologische Waarderingskaart](#) versie 2018 ([Saeger et al., 2018](#)).
- Een kaart met afbakening van de [jachtterreinen](#) aangesloten bij een WBE (versie 2 december 2020) ([Geopunt, 2020a](#)).
- Een kaart met de grenzen van Vlaanderen ([Geopunt, 2018](#)).
- De wegsegmenten uit het [wegenregister](#) (versie 17 september 2020) ([Geopunt, 2020b](#)).
- De actieve spoorbanen volgens [OpenStreetMap](#) ([OpenStreetMap contributors, 2020](#)).
- De waterlopen uit de [Vlaamse Hydrografische Atlas](#) (versie 7 augustus 2020) ([Geopunt, 2020c](#)).

5.1 FRAGMENTEN GENEREREN

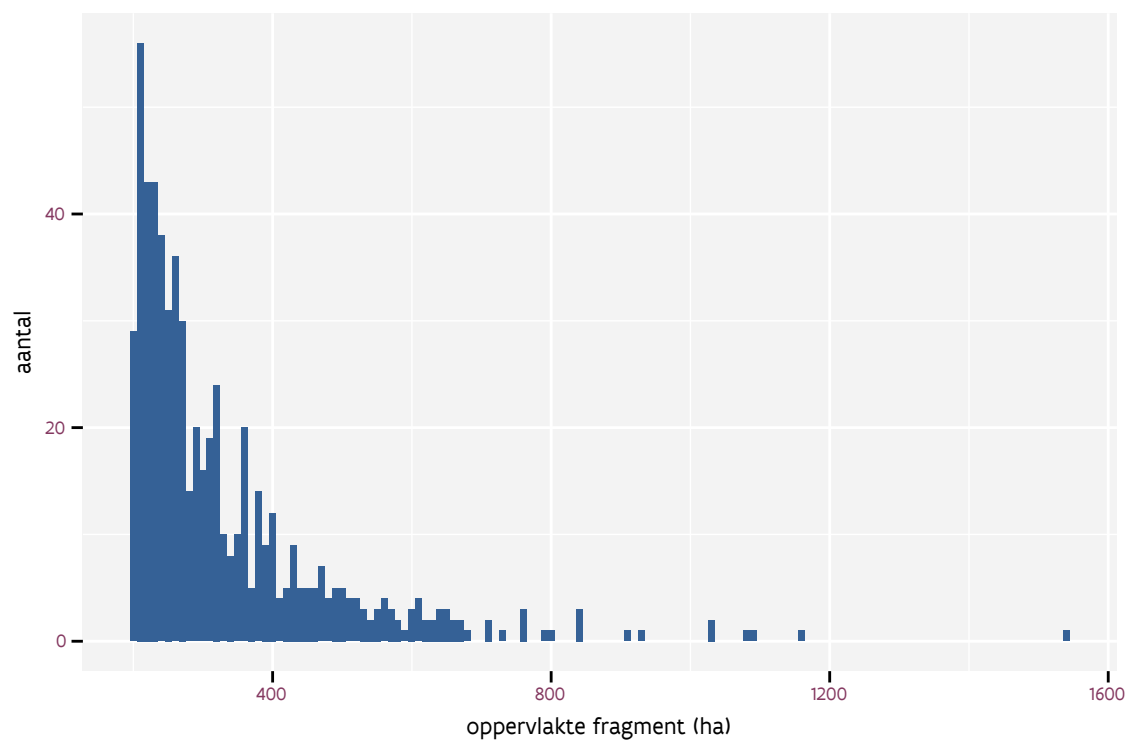
We starten de analyse door de jachtterreinen en de open ruimte over elkaar te leggen. Vervolgens berekenen we de oppervlakte van de bekomen fragmenten. Enerzijds hebben we een heleboel fragmenten kleiner dan 50 ha (fig. 5.1). We zullen in een latere fase deze fragmenten op een of andere manier terug moeten samenvoegen tot grotere teleenheden. Anderzijds zijn er nog steeds een aantal fragmenten die (veel) groter zijn dan 200 ha (fig. 5.2). Daarom zullen we deze fragmenten eerst stapsgewijs verder opsplitsen.

We starten de verfijning door Vlaanderen op te delen in een aantal zones op basis van de "hoofdweg" (snelwegen), "primaire weg I" (expresswegen) en de bevaarbare waterlopen (fig. 5.3). Vervolgens splitsen we alle huidige fragmenten op basis van deze zones. In de praktijk zal dit weinig zoden aan de dijk brengen aangezien snelwegen en bevaarbare waterlopen vaak de grens van een jachtterrein vormen. We gebruiken deze eerste stap vooral om een eerste indeling in zones te hebben.

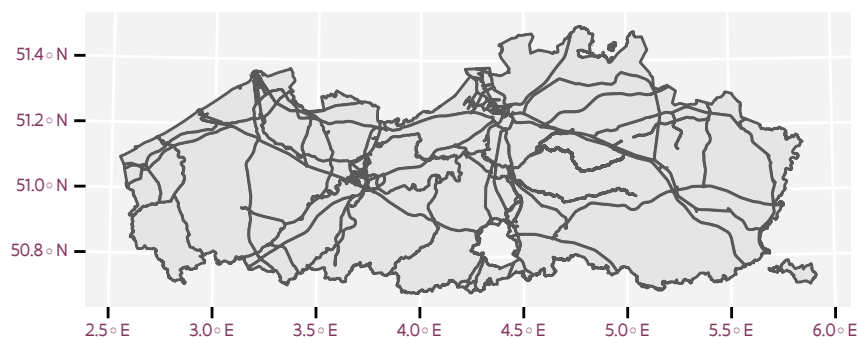
Vervolgens gaan we na welke zones fragmenten bevatten die lastig zijn. Hierbij kijken we naar een aantal kenmerken van het fragment:



Figuur 5.1: Verdeling van de fragmenten kleiner dan 50 ha op basis van louter de open ruimte en jachtterreinen.



Figuur 5.2: Verdeling van de fragmenten groter dan 200 ha op basis van louter de open ruimte en jachtterreinen.



Figuur 5.3: Opdeling van Vlaanderen op basis van belangrijkste wegen en bevaarbare waterlopen.

- **Oppervlakte groter dan 50 ha.** Grote oppervlaktes splitsen maakt het handiger om in een latere fase fragmenten weer samen te voegen.
- **Te “brede” of te “hoge” fragmenten.** We bepalen van elk fragment het maximale verschil in oost-west en noord-zuid coördinaten. Het grootste van deze twee getallen is de “breedte,” de kleinste de “hoogte.” De grens voor te “breed” ligt op 2700m, voor te “hoog” op 1900 m. Wanneer we het fragment op een kaart afdrukken op schaal 1:10.000, dan passen te “brede” of te “hoge” fragmenten niet meer op een A4.
- **Oppervlakte groter dan 1 ha en verhouding oppervlakte / omtrek kleiner dan 0.1.** Dit selecteert langgerekte fragmenten.

De betrokken zones splitsen we in kleinere zones aan de hand van een lijnvormig element. Waarna we de fragmenten opsplitsen volgens de nieuwe zones. We blijven dit herhalen totdat alle fragmenten in een zone voldoen aan hoger vermelden criteria of wanneer alle lijnvormige elementen opgebruikt zijn. Onderstaande lijst bevat de verschillende lijnvormige elementen in de volgorde dat we ze gebruiken. Bij het splitsen in fragmenten zetten we de lijnvormige elementen om naar een oppervlakte door er een buffer van 20 m rond te trekken. Op deze manier zorgen lijnen die elkaar bijna raken wel voor een splitsing.

1. waterlopen van eerste categorie
2. spoorwegen
3. primaire weg II
4. secundaire weg type 1, 2 of 3 (steenwegen)
5. lokale weg type 1 (lokale verbindingsweg)
6. lokale weg type 2
7. lokale weg type 3
8. weg zonder classificatie (veldwegen)
9. waterlopen van tweede categorie
10. waterlopen van derde categorie
11. niet geklasseerde waterlopen

Omdat nu nog steeds een aantal fragmenten groter dan 100 ha overblijven (fig. 5.4), hebben we enkel voor deze fragmenten een ad hoc set van extra grenzen aangemaakt. We kozen hiervoor perceelsgrenzen die duidelijk zichtbaar zijn op een luchtfoto.



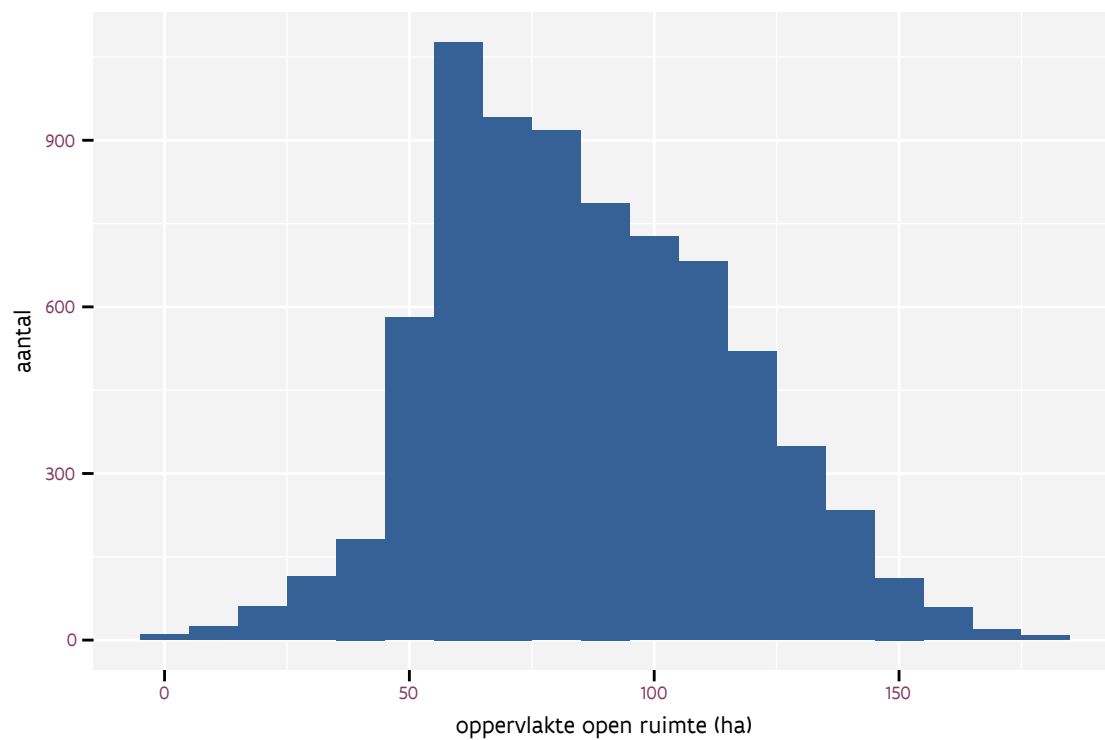
Figuur 5.5 geeft de verdeling van de fragmenten kleiner dan 50 ha. Merk op dat de meerderheid van de fragmenten kleiner zijn dan 1 ha. De regels die we vermelden aan het begin van hoofdstuk 5 vereisen dat we de kleine fragmenten samenvoegen tot grotere teleenheden. Fragmenten kleiner dan 0.01 ha laten we hierbij buiten beschouwing. Deze zijn hoofdzakelijk het gevolg van lijnen op verschillende kaartlagen die niet perfect over elkaar liggen.

Aangezien we uitspraken voor de individuele WBE's wensen, voegen we enkel fragmenten van dezelfde WBE samen. Daarom passen we onderstaande algoritme voor elke WBE afzonderlijk toe. We passen het iteratief toe zolang de WBE fragmenten kleiner dan 50 ha heeft. We voegen steeds het kleinste fragment samen met een ander fragment. Hiervoor kiezen we het fragment dat bij de eerste van onderstaande regels voldoet.

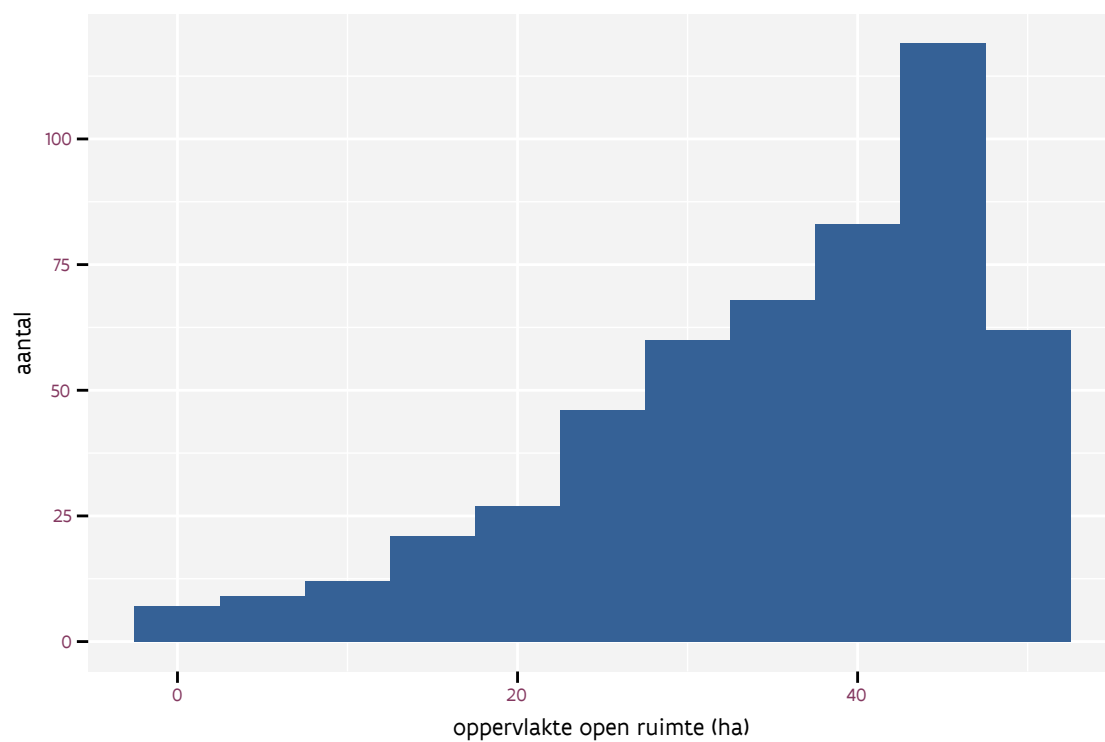
1. Het dichtstbijzijnde fragment kleiner dan 100 ha en van hetzelfde jachtveld.
2. Het dichtstbijzijnde fragment kleiner dan 150 ha, zonder waterlopen van eerste categorie over te steken.
3. Het dichtstbijzijnde fragment kleiner dan 150 ha.

Vooraleer twee fragmenten samen te voegen controleren we de afmetingen van het kader rond de fragmenten. Hiervoor kijken we naar de maximale afstanden in de oost-west en noord-zuid richtingen. De grootste van deze afstanden moet kleiner zijn dan 2700 m, de kleinste kleiner dan 1900 m. Wanneer dit niet het geval is, voegen we de fragmenten niet samen. Op deze manier garanderen we dat we elke teleenheid kunnen afdrukken op papier binnen een oppervlak van 27 cm x 19 cm bij een schaal van 1:10.000.

Merk op dat we bij het splitsen in kleinere fragmenten telkens de buffer rond de lijnvormige elementen verliezen. Aangezien we een buffer van 20 m aan beide zijden rekenen kan deze oppervlakte aanzienlijk zijn. In een laatste stap voegen we daarom terug de oppervlakte open ruimte toe die we verloren door deze buffers. Hierdoor is de oppervlakte van de teleenheden groter dan de som van de fragmenten.



Figuur 5.6: Verdeling van teleenheden volgens hun oppervlakte open ruimte.



Figuur 5.7: Verdeling van teleenheden kleiner dan 50 ha volgens hun oppervlakte open ruimte.

6 STEEKPROEFGROOTTE PER WBE

In tabel 6.1 geven we voor elke WBE de totale oppervlakte open ruimte (ha). De laatste drie kolommen geven de nodige oppervlakte in de steekproef bij verschillende dichtheden. Elk van de kolommen gaat er van uit dat je bij deze steekproefgrootte minstens 90% kans hebt om aan te tonen dat minstens 3 koppels / 100 ha aanwezig zijn. Het getal in de kolomnaam verwijst naar de minimale werkelijke dichtheid om deze uitspraak te kunnen doen bij deze steekproefgrootte. Hoe groter de werkelijke dichtheid, hoe makkelijker het is om aan te tonen dat voldoende koppels aanwezig zijn. Vandaar dat de steekproefgrootte bij hogere dichtheden kleiner is.

We willen er nogmaals op wijzen dat een kleinere steekproefgrootte kiezen een tweesnijdend zwaard is. De steekproefgrootte kiezen dichtbij de huidige geschatte dichtheid heeft als voordeel dat de inspanning voor de inventarisatie zo klein mogelijk is. Heb je de dichtheid echter overschat en gekozen voor een te kleine steekproef, dan verkleint de kans om aan te tonen dat er voldoende patrijzen zijn. Vandaar dat we aanbevelen om een zo groot mogelijke oppervlakte te inventariseren.

Het automatische algoritme om de teleenheden samen te stellen leidt soms tot teleenheden kleiner dan 50 ha of groter dan 175 ha. In tabel 6.2 lijsten we alle WBE's op waar dat het geval is.

Tabel 6.1: Overzicht van de oppervlaktes (ha) per WBE. Open ruimte is de som van de open ruimte over alle teleenheden. Dichtheid $\geq x$ is de steekproefoppervlakte nodig om aan te tonen dat minstens 3 koppels / 100 ha aanwezig zijn bij een gemiddelde werkelijke dichtheid van minstens x koppels / 100 ha. ^k na de naam geeft aan dat de WBE teleenheden kleiner dan 50 ha bevat. ^g na de naam geeft aan dat de WBE teleenheden groter dan 175 ha bevat.

nr	naam	open ruimte	dichtheid ≥ 3.5	dichtheid ≥ 4	dichtheid ≥ 5
101	Westhoek ^g	20700	7480	2380	695
102	In Flanders Fields	15000	6970	2300	695
103	Westland	7240	5400	2110	655
104	't Boompje ^k	745	745	745	465
105	Houtland	11900	6540	2250	705
106	Damme Oostkust	7140	5370	2100	655
107	Leie en Scheldekouters ^k	4640	4240	1940	650
108	De Hazebeek ^k	4400	4140	1900	650
109	Hoppeland	10200	6180	2220	665
110	Driekoningen ^k	12200	6600	2260	705
113	Baekeland ^k	7760	5580	2140	655
114	Tussen Ijzer en Houtland	7720	5560	2140	655
115	Wulfsberg - Hollendries ^k	6510	5120	2070	655
116	De Harelbeek- en Heulebeekvallei ^k	8750	5820	2180	655
117	De Yzervalleien ^k	11200	6400	2250	705
118	Ieperlee	12000	6570	2250	705
120	De Kemmelbeek	1320	1320	1200	550
121	De Mandelvallei ^k	13900	6840	2280	705
122	't Veld ^k	11300	6400	2250	705

////////////////////////////////////

nr	naam	open ruimte	dichtheid >= 3.5	dichtheid >= 4	dichtheid >= 5
302	Antwerpen-Zuid Rupelstreek ^k	2290	2290	1540	605
303	Antwerpse Polders Noord ^k	1940	1940	1420	580
304	Bos en Duin Kasterlee ^k	4610	4230	1940	650
305	Brechtse Heide ^k	862	862	862	500
306	Breeven ^k	1640	1640	1310	565
307	De Aa-Ravels ^k	3740	3740	1830	625
308	De Beneden-Marck	1620	1620	1300	565
309	De Vart ^k	3190	3190	1740	625
310	Dessel ^k	1060	1060	1030	520
312	Essen	2850	2850	1660	625
313	Geel-Olen 1 ^k	3100	3100	1740	625
314	Groot-Lille ^k	2180	2180	1500	605
315	Groot-Brecht ^k	4450	4130	1910	650
316	Groot-Malle ^k	2500	2500	1590	605
317	Groot-Ranst ^k	2300	2300	1540	605
318	Herentals-Vorselaar-Heerle ^k	1100	1100	1060	520
319	Het Netebroek Balen ^k	1640	1640	1320	565
320	Jaboom ^k	2060	2060	1470	580
321	Postel Jacht en Natuur ^k	828	828	828	490
322	Kalmthout - De Voorkempen ^k	910	910	910	495
323	Klei en Zand ^k	1780	1780	1360	580
324	Klein-Brabant Rupelstreek ^k	850	850	850	490
325	Laakdal ^k	2390	2390	1560	605
326	Maxburg	2790	2790	1660	625
327	Meerle-Heerle-Hal	897	897	897	495
328	Merksplas ^k	4090	3930	1870	650
329	Mol ^k	1290	1290	1170	530
331	Nete & Wimp ^k	3860	3820	1840	650
332	Noorderkempen ^k	3610	3610	1820	625
334	Regio Lier ^k	4060	3910	1870	650
335	Retie	2120	2120	1500	590
337	Rupeldal - De Bocht ^k	2230	2230	1520	605
338	Schijnvallei ^k	1220	1220	1120	530
339	Tulderheide	921	921	921	495
341	Westerlo-West ^k	1820	1820	1390	580
342	Zandhovense Heide ^k	967	967	967	495
343	Zuiderkempen ^k	4510	4200	1920	650
344	Antwerpse Voorkempen ^k	714	714	714	445
345	Berg en Dal ^k	2010	2010	1440	580
346	Pitseburg	2010	2010	1440	580
347	Middenkempen ^k	2120	2120	1500	590
401	De Grote Beek ^k	1280	1280	1140	530
402	Bocholt ^k	2720	2720	1650	625
403	Bosbeekvallei ^k	322	NA	NA	NA
404	Capreolus ^k	2970	2970	1700	625
405	De Burcht	3190	3190	1740	625
406	De Hei ^{kg}	3550	3550	1810	625
407	De Herk ^k	4840	4370	1970	650
409	De Korhaan ^{kg}	4950	4400	1960	655
410	De Leeuwerik ^k	2720	2720	1650	625

////////////////////////////////////

nr	naam	open ruimte	dichtheid >= 3.5	dichtheid >= 4	dichtheid >= 5
531	Ter Rijst & Holland	4020	3900	1870	650
532	Tussen Vaart en Molenbeek ^k	3560	3560	1810	625
533	Tussen Voer & Yse ^k	3900	3840	1840	650
534	Vallei van de Kleine Gete	2250	2250	1520	605
535	Velpedal	6470	5110	2070	655
536	Walenbos ^k	3360	3360	1760	625
537	Walshoutem	1170	1170	1090	520
539	Winge en Losting	996	996	996	495
540	Zennevallei ^k	2390	2390	1560	605
541	Demerdal ^k	1860	1860	1400	580
542	Demervallei-Zuid ^k	704	704	704	445
543	Austerlitz ^k	848	848	848	490
544	Wild-, Jacht-, Natuurbeheer Diest Oost ^k	776	776	776	475

Tabel 6.2: Oppervlakte van de kleinste en grootste teleenheid van de WBE indien de kleinste kleiner dan 50 ha is of de grootste groter dan 175 ha.

nr	naam	kleinste teleenheid	grootste teleenheid
101	Westhoek	51	176
104	't Boompje	38	123
107	Leie en Scheldekouters	40	136
108	De Hazebeek	47	155
110	Driekoningen	48	164
113	Baekeland	38	164
115	Wulfsberg - Hollendries	36	152
116	De Harelbeek- en Heulebeekvallei	46	154
117	De Yzervalleien	48	169
121	De Mandelvallei	27	152
122	't Veld	34	164
124	De Talingbeke	35	141
125	De Vlaamse Zonnebergen	17	134
126	Lapscheursche Gat	6	132
128	De Middenkust-vallei	6	159
203	Baggaart	45	154
207	De Ledebeek	46	147
210	De Zavelputten	45	169
213	Dendervallei	40	178
214	Donkmeer	46	169
215	Durmevallei	46	160
217	De Reynaert	33	179
220	Kruittem	49	161
222	Land van Aalst	31	150
223	Land Van Rhode	31	147
224	Langs de Hoge Kale	12	154
225	Lijsdonk	39	161
227	Moerstuiver-Damkeuken	47	135
228	Moervaart-Noord	43	159
229	Rond Kale, Lieve en Burggrave	40	173

347	Middenkempen	30	140
401	De Grote Beek	36	128
402	Bocholt	29	146
403	Bosbeekvallei	4	80
404	Capreolus	2	147
406	De Hei	28	179
407	De Herk	20	164
409	De Korhaan	45	179
410	De Leeuwerik	49	133
411	Mangelbeek	6	120
413	De Oetervallei	11	125
415	De Vier Rivieren	18	117
416	De Zandhaas	12	121
417	De Zwarte Beek	13	128
420	Hasselt-Oost	10	120
421	Herkenrode	48	163
424	Jacht en Natuur Lommel	5	141
426	Keha	17	163
429	Kinrooi	33	145
431	Maaslandia	37	169
432	Nieuwenhoven	45	140
437	Suetendael	9	81
438	Tessengerlo	34	142
439	Voeren	19	173
440	Vogelsanck	15	64
441	Warmbeekvallei	27	135
442	Willekesberg	16	128
444	Molenbeersel	11	105
445	Halense Jachtvrienden	45	111
503	Bertembos	30	137
504	De Barebeek	21	132
505	De Bekkevoortse	44	137
506	De Kitsen	38	161
507	Klaverbeek	45	162
509	Demervallei	19	88
510	Dendervallei West-Pajottenland	33	155
523	Land van Demer, Dijle en Winge	11	141
524	Meerdaal - Honsem	25	146
526	Oost-Pajottenland	36	160
527	R.O.W.	35	128
532	Tussen Vaart en Molenbeek	39	169
533	Tussen Voer & Yse	23	162
536	Walenbos	37	144
540	Zennevallei	2	152
541	Demerdal	23	137
542	Demervallei-Zuid	28	112
543	Austerlitz	42	131
544	Wild-, Jacht-, Natuurbeheer Diest Oost	12	101

Referenties

- Brooks M.E., Kristensen K., van Benthem K.J., Magnusson A., Berg C.W., Nielsen A., Skaug H.J., Maechler M. & Bolker B.M. (2017). glmmTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. *The R Journal* 9 (2): 378–400. <https://journal.r-project.org/archive/2017/RJ-2017-066/index.html>.
- Dunnington D. (2020). Qgisprocess: Use 'QGIS' processing algorithms. <https://github.com/paleolimbot/qgisprocess>.
- Genz A., Bretz F., Miwa T., Mi X., Leisch F., Scheipl F. & Hothorn T. (2020). mvtnorm: Multivariate normal and t distributions. <https://CRAN.R-project.org/package=mvtnorm>.
- Geopunt (2018). Voorlopig referentiebestand gemeentegrenzen, toestand 16/05/2018 (geldig vanaf 01/01/2019). <http://www.geopunt.be/catalogus/datasetfolder/9ff44cc4-5f16-4507-81a6-6810958b14df>.
- Geopunt (2020b). Wegenregister (07/09/2020). <http://www.geopunt.be/catalogus/datasetfolder/b8007407-21ea-46f7-ab2c-3736e9f7fb27>.
- Geopunt (2020c). Vlaamse hydrografische atlas - waterlopen (07/08/2020). <http://www.geopunt.be/catalogus/datasetfolder/020a452d-8cd2-41b7-9c64-2be367668837>.
- Geopunt (2020a). Jachtterreinen, 2020-2021.04. <http://www.geopunt.be/catalogus/datasetfolder/c7516575-4af4-461a-805b-adc68c3584f0>.
- Müller K., Wickham H., James D.A. & Falcon S. (2020). RSQLite: 'SQLite' interface for r. <https://CRAN.R-project.org/package=RSQLite>.
- Onkelinx T., Vermeersch G. & Devos K. (2020). Trends op basis van de algemene broedvogelmonitoring vlaanderen (ABV). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, België. <https://doi.org/10.21436/inbor.17888433>.
- OpenStreetMap contributors (2020). Planet dump retrieved from <https://planet.osm.org>. <https://www.openstreetmap.org>.
- Padgham M., Rudis B., Lovelace R. & Salmon M. (2017). Osmdata. *The Journal of Open Source Software* 2 (14). <https://doi.org/10.21105/joss.00305>.
- Pebesma E. (2018). Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. *The R Journal* 10 (1): 439–446. <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009>.
- Pebesma E.J. & Bivand R.S. (2005). Classes and methods for spatial data in R. *R News* 5 (2): 9–13. <https://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>.
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Saeger S.D., Guelinckx R., Oosterlynck P., Bruyn A.D., Debusschere K., Dhaluin P., Erens R., Hendrickx P., Hendrix R., Hennebel D., Jacobs I., Kumpen M., Beeck J.O.D., Ruymen J., Spanhove T., Tamsyn W., Oost F.V., Dam G.V., Hove M.V., Wils C. & Paelinckx D. (2018). Biologische waarderingskaart en natura 2000 habitatkaart. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, België. <https://doi.org/10.21436/inbor.15138099>.
- Wood S.N. (2017). Generalized additive models: An introduction with r. 2nd edn. Chapman; Hall/CRC.

A WERKWIJZE VOOR HET SCHATTEN VAN DE STEEK- PROEFGROOTTE

Voor eenvoudige analyses kunnen we terugvallen op exacte formules. Voor de meeste realistische situaties zijn zelden formules beschikbaar. Op dat ogenblik moeten we terugvallen op simulaties.

A.1 ALGEMEEN PRINCIPE

Het leggen het algemeen principe van steekproefgrootteberekening d.m.v. simulaties uit aan de hand van het bepalen van de gemiddelde dichtheid in een WBE in een bepaald jaar (§ 2.4).

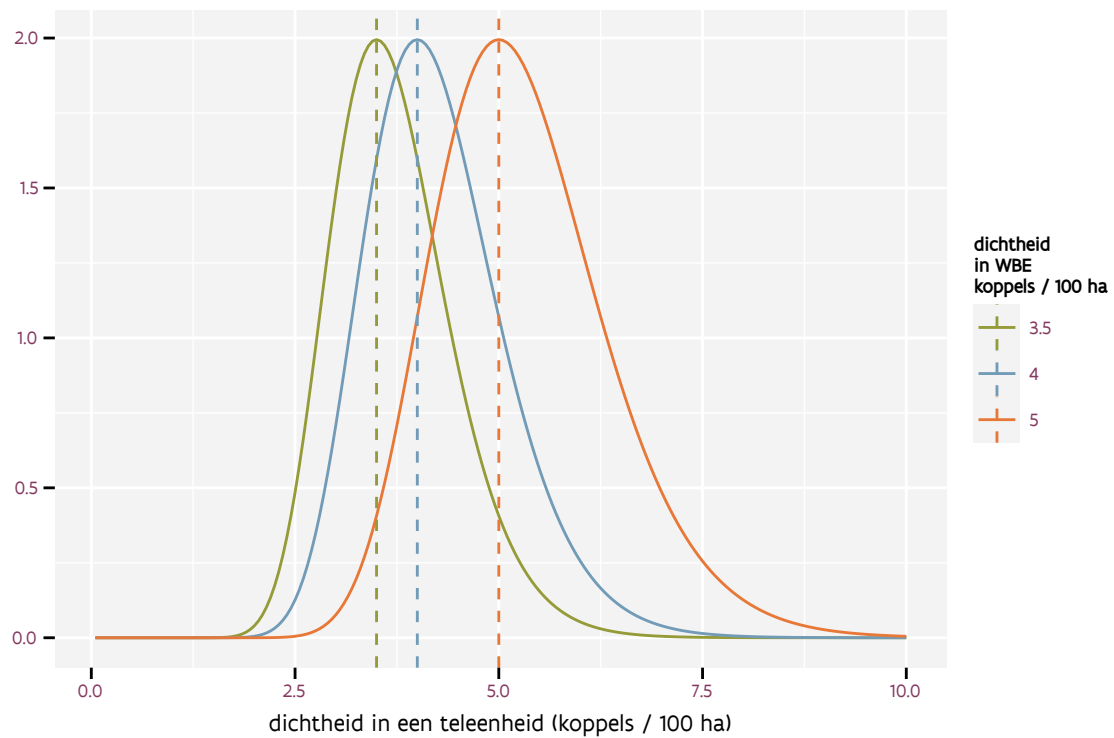
A.2 SIMULEREN VAN GEGEVENS

Elk simulatie start met het genereren van een set hypothetische gegevens op basis van een aantal parameters en toevalsverdelingen. In het geval van de gemiddelde dichtheid binnen een WBE hebben we een aantal parameters: 1) de gemiddelde dichtheid in de WBE (β_0); 2) de variabiliteit in dichtheid tussen de teleenheden van de WBE (σ_b^2); 3) de oppervlakte open ruimte in de teleenheden van de WBE; 4) de te inventariseren oppervlakte open ruimte in de WBE. Laat ons even veronderstellen dat alle teleenheden exact 100 ha open ruimte bevatten. De te inventariseren oppervlakte gedeeld door 100 ha komt dan overeen met het aantal te inventariseren teleenheden. De dichtheid in een teleenheid is een combinatie van de gemiddelde dichtheid in een WBE en de variabiliteit ervan tussen de teleenheden (A.1). Figuur A.1 geeft de waarschijnlijkheidsdichtheid weer van de dichtheid in een teleenheid bij verschillende gemiddelde dichtheden op het niveau van de WBE. Bij elke simulatie trekken we voor elk teleenheid een willekeurige dichtheid uit deze toevalsverdeling. Het gevolg hiervan is dat elke situatie een andere set van dichtheden oplevert (fig. A.2).

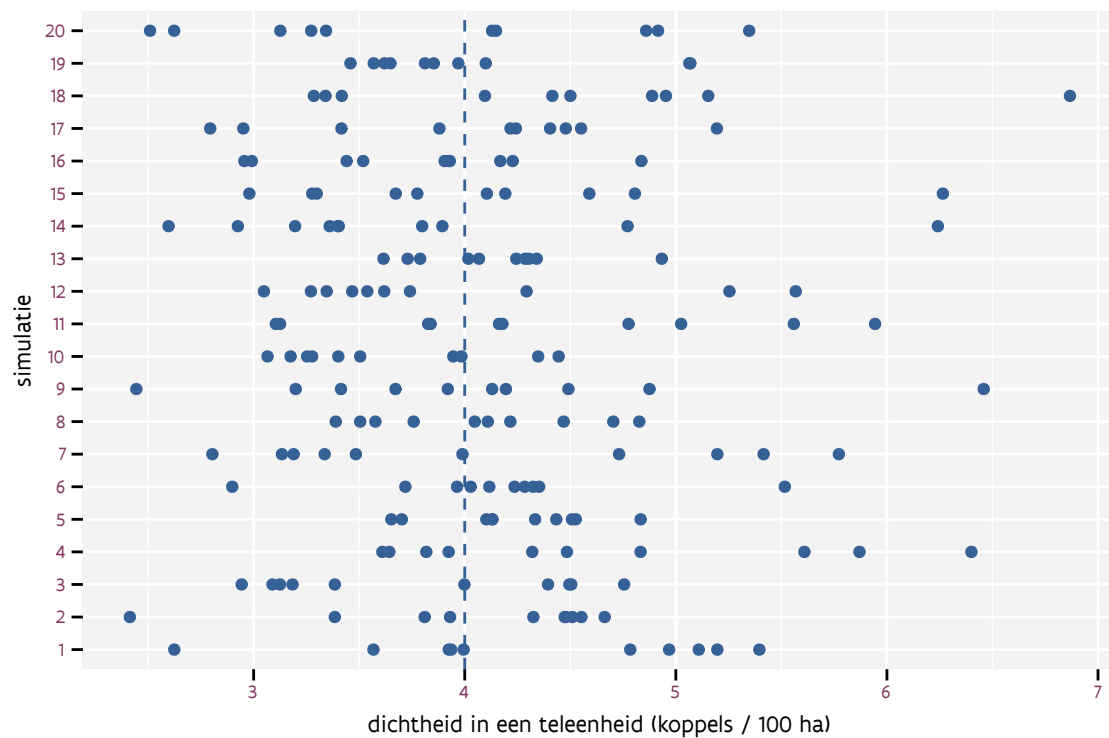
$$\eta_i \sim \mathcal{N}(\beta_0, \sigma_b^2) \quad (\text{A.1})$$

De gesimuleerde dichtheid van een teleenheid vermenigvuldigen we met de oppervlakte van de teleenheid zodat we een verwacht aantal dieren hebben. Dit getal zal zelden een geheel getal zijn. We gebruiken deze dichtheid als gemiddelde van een **Poisson** toevalsverdeling (fig: A.3). Figuur A.4 illustreert een aantal simulaties van het aantal koppels op basis van een zelfde dichtheid.

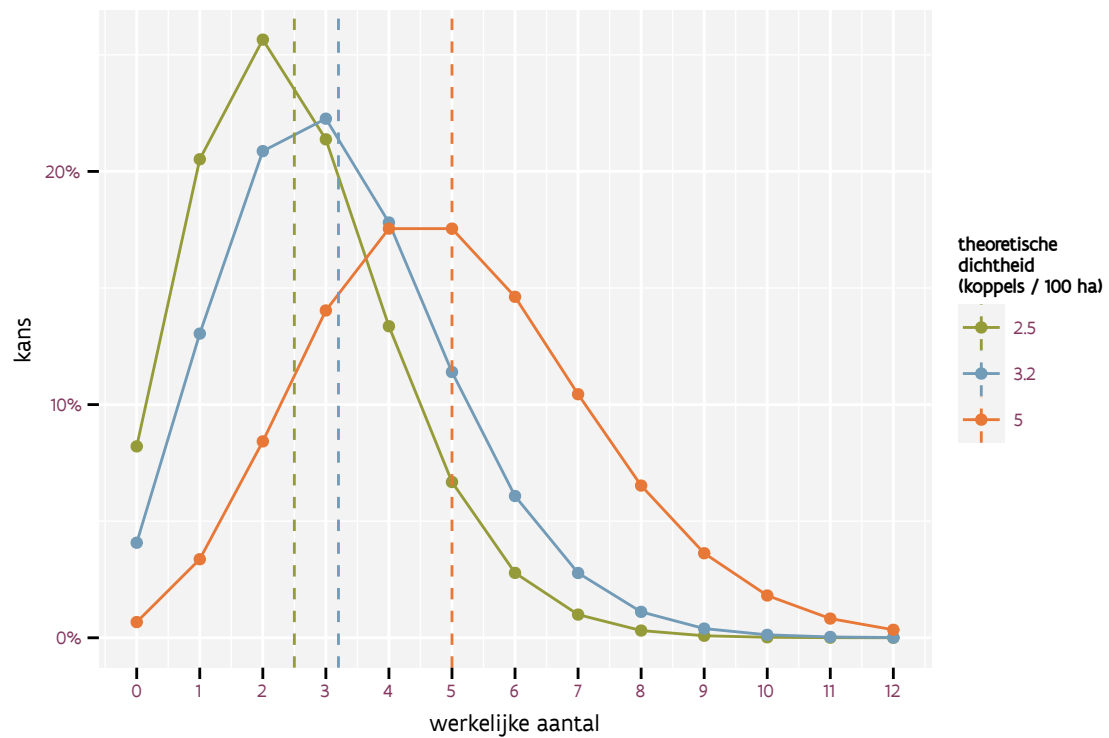
De laatste stap in deze simulatie is rekening houden met het feit dat we niet elk koppel kunnen zien. In §1.2 beschrijven we hoe we een globale detectiekans kunnen berekenen op basis van meerdere rondes. Bij de simulaties gaan we steeds uit van 4 rondes met telkens een detectiekans van 60%, hetgeen overeenkomt met een globale detectiekans van 97%. Om de werkelijke aantallen te vertalen naar waargenomen aantallen gebruiken we een [binomiale](#) toevalsverdeling (fig. A.5). In figuur A.6 tonen we 20 simulaties van een waargenomen aantal bij een werkelijk aantal van 10 en een globale detectiekans van 97%.



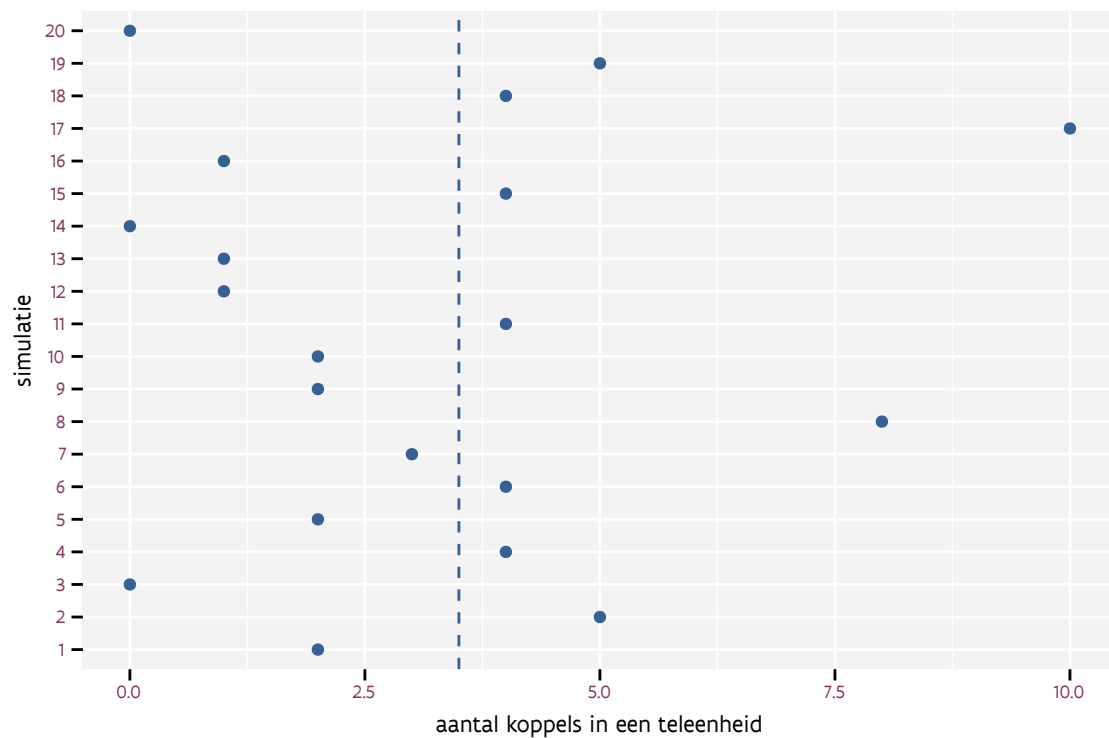
Figuur A.1: Toevalsverdeling van de dichtheid in een teleenheid bij verschillende dichtheden in een WBE. De verticale streepjeslijn geeft de gemiddelde dichtheid van de WBE.



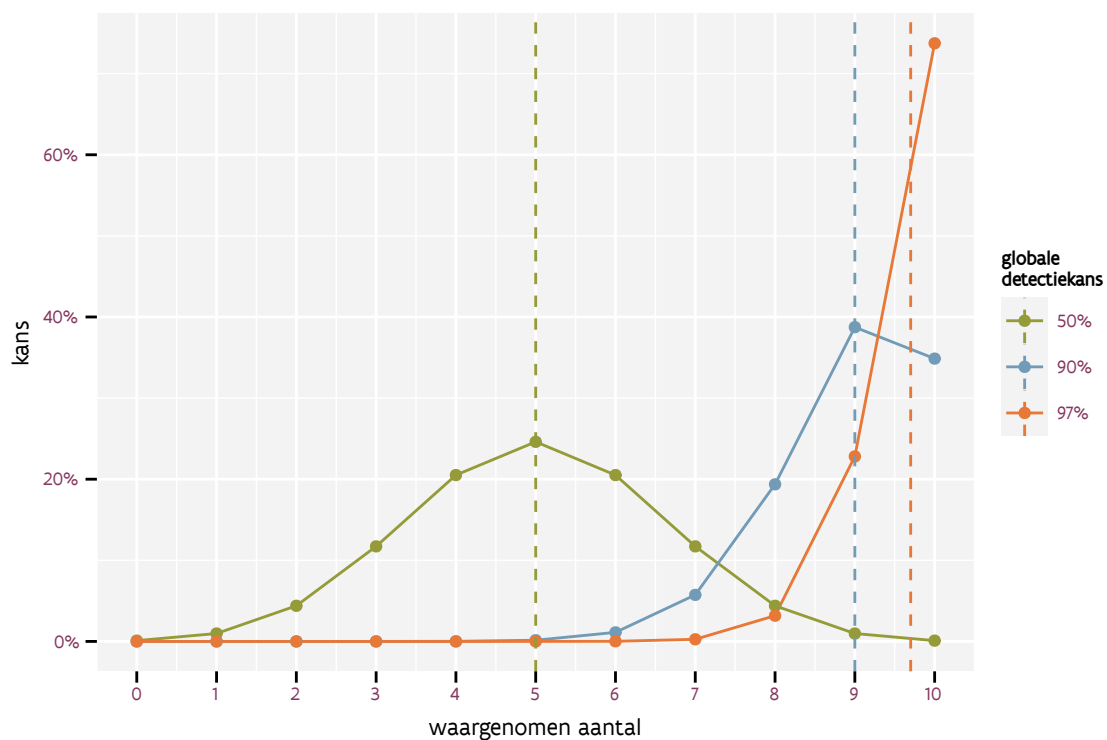
Figuur A.2: 20 simulaties van de dichtheid in 10 teleenheden met telkens dezelfde gemiddelde dichtheid in de WBE. De verticale streepjeslijn geeft de gemiddelde dichtheid van de WBE.



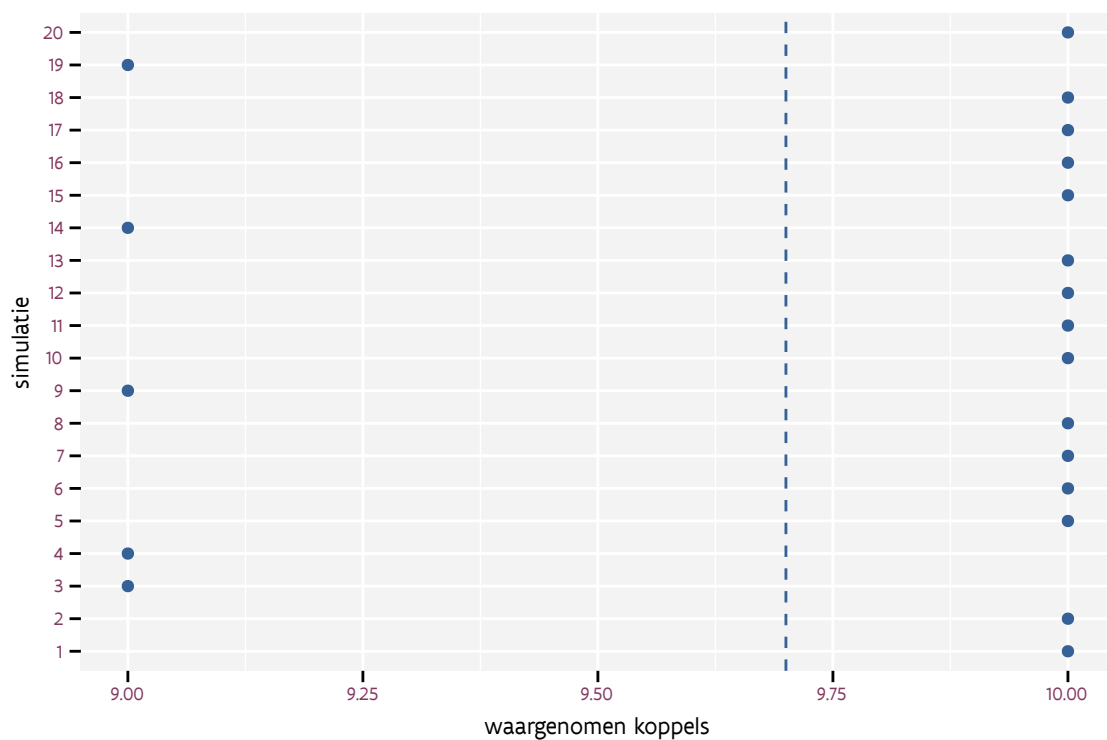
Figuur A.3: Waarschijnlijkheidsverdeling van de werkelijke aantallen per teleenheid van 100 ha i.f.v. de theorishe dichtheid. De verticale lijn geeft de theoretische dichtheid weer.



Figuur A.4: 20 simulaties van de werkelijke aantallen in een teleenheid van 100 ha met telkens dezelfde dichtheid. De verticale streepjeslijn geeft de dichtheid van de teleenheid.



Figuur A.5: Waarschijnlijkheidsverdeling van de waargenomen aantallen i.f.v. de globale detectiekans in de veronderstelling dat er in werkelijkheid 10 koppels aanwezig zijn. De verticale streepjeslijn geeft het gemiddeld aantal waargenomen dieren weer.



Figuur A.6: 20 simulaties van de waargenomen koppels in een teleenheid in de veronderstelling dat 10 koppels aanwezig zijn en met een globale detectiekans van 97%. De verticale streepjeslijn geeft het verwachte aantal waargenomen dieren.

A.3 TYPE II FOUT SCHATTEN OP BASIS VAN GESIMULEERDE GEGEVENS

In §2.2 introduceren we de Type II fout: de kans om niet aan te kunnen tonen dat de dichtheid voldoende groot is, terwijl dat in werkelijkheid wel het geval is. Bij de berekeningen gebruiken we de power ("kracht"), het complement van de Type II fout (10% Type II komt overeen met $100\% - 10\% = 90\%$ power). We kunnen dit beschouwen als de kans dat als de werkelijke dichtheid voldoende is, we dit kunnen aantonen met de steekproef.

Om de power te schatten voor een bepaalde set van parameters, zullen we een aantal sets met gegevens simuleren op basis van deze parameters. Voor elk van deze sets passen we de voorgeschreven analyse en evaluatie toe. Het percentage sets waarvoor de evaluatie positief is, is een schatting van de power (en dus ook voor de Type II fout).

Een van de parameters in dit voorbeeld waar we invloed op hebben is de te inventariseren oppervlakte open ruimte. We kunnen op zoek gaan naar welke oppervlakte de gewenste power oplevert waarbij we de andere parameters constant houden. Op die manier kennen we de nodige steekproefgrootte i.f.v. de overige parameters. Vervolgens herhalen we deze werkwijze waarbij we een van de overige parameters op een andere waarde instellen. Tenslotte kunnen we deze informatie samenvatten in een figuur zoals fig. 2.4.

A.4 GENERIEKE PARAMETERS

- $d = 60\%$: geschatte detectiekans van een individueel koppel patrijzen tijdens een telronde.
- $r = 4$: aantal rondes per jaar en per teleenheid.
- $\sigma_b = 0.2$: geschatte variabiliteit in dichtheid tussen teleenheden. Dit impliceert dat we verwachten dat 95% van de teleenheden een dichtheid hebben tussen 68% en 148% van de gemiddelde dichtheid van de WBE.
- $\sigma_w = 0.5$: geschatte variabiliteit in gemiddelde dichtheid tussen WBE's. Dit impliceert dat we verwachten dat 95% van de WBE's een gemiddeld dichtheid hebben tussen 38% en 266% van de gemiddelde dichtheid van de globale gemiddelde dichtheid.
- $\exp(\beta_0) = \{3.5; 4; 5\}$: gemiddelde dichtheid in een WBE (bij analyses per WBE, hoofdstuk 2) of de globale gemiddelde dichtheid (bij analyses over meerdere WBE's, hoofdstukken 3 en 4).

A.5 SCHATTING OP BASIS VAN MEERDERE JAREN

Wanneer we het gemiddelde over meerdere jaren bepalen, moeten we er mee rekening houden dat de dichtheden niet noodzakelijk constant blijven. We veronderstellen dat een eventuele trend in de dichtheden constant blijft binnen de WBE. We definiëren de trend als een lineaire trend die we uitdrukken als een wijziging over een periode van 10 jaar. -50% over 10 jaar komt overeen met een wijziging van -6,7% per jaar of -18,8% per drie jaar. Onkelinx et al. (2020) rapporten een trend van -5.2% (-6.8%; -3.6%) per jaar.

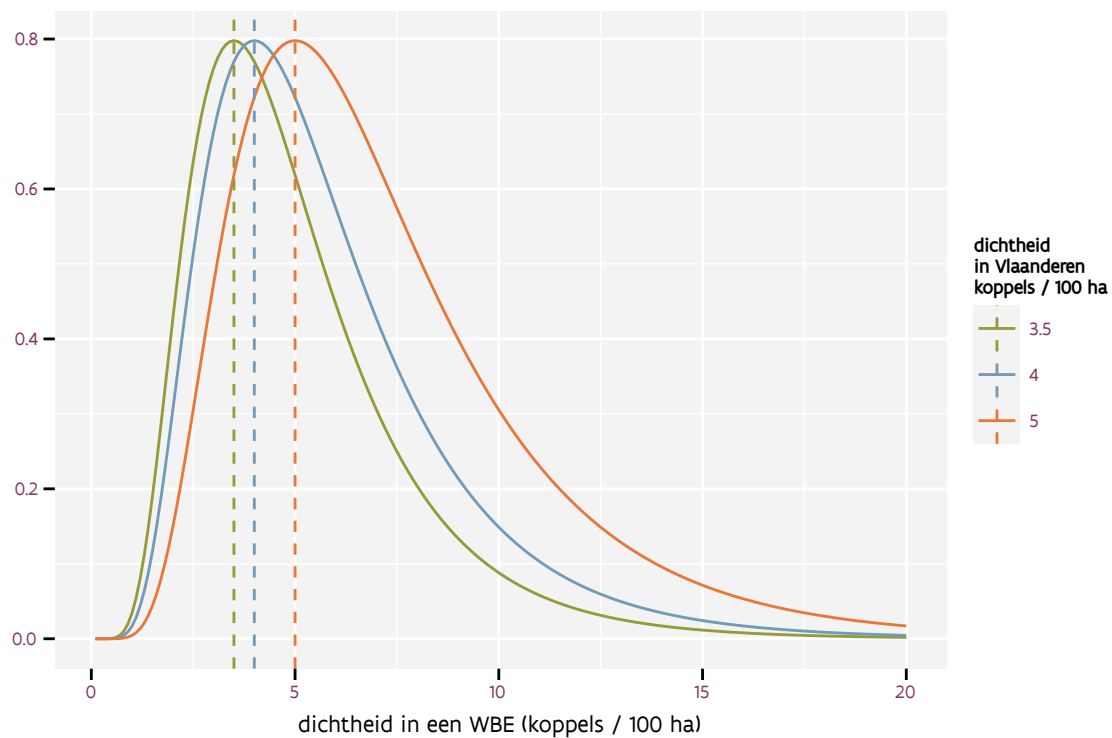
A.6 VERSCHIL IN WAARGENOMEN DICHTHEID VOLGENS DE WBE EN EXTERNEN

De modellen in hoofdstuk 3 en 4 testen of er een verschil is dichtheid volgens de WBE en de externen. De modellen in kwestie kunnen zowel een positief als negatief verschil onderzoeken. Voor de steekproefgrootte gaan we uit van de negatieve situatie waarbij de externen een lagere dichtheid rapporteren dan de WBE. We simuleren dit door eerst de waargenomen aantallen volgens de WBE te simuleren (zie §A.2). Om de waargenomen aantallen volgens de externen te krijgen, passen we een binomiale toevalsverdeling toe op de waargenomen aantal volgens de WBE. Dit is hetzelfde principe

als we toepassen in fig. A.5. Hierbij vervangen we het werkelijke aantal door het waargenomen aantal volgens de WBE; het waargenomen aantal door het waargenomen aantal door de externen; en de globale detectiekans door de verhouding in dichtheid tussen de externen en de WBE (tussen 0% en 100%).

A.7 SCHATTING OVER ALLE WBE'S

In §3.2 en hoofdstuk 4 combineren we de gegevens van alle WBE's om uitspraken te doen voor Vlaanderen. In dit geval veronderstellen we dat de gemiddelde dichtheid varieert naargelang de WBE (fig. A.7 en A.8).



Figuur A.7: Toevalsverdeling van de dichtheid in een WBE bij verschillende dichtheden in Vlaanderen. De verticale streepjeslijn geeft de gemiddelde dichtheid in Vlaanderen.



Figuur A.8: 20 simulaties van de dichtheid in 100 WBE's met telkens dezelfde gemiddelde dichtheid in Vlaanderen. De verticale streepjeslijn geeft de hypothesische gemiddelde dichtheid van Vlaanderen.

B GEBRUIKTE SOFTWARE

Voor de analyse van de gegevens en voor de steekproefgrootte maken we gebruik van de statistische software R versie 4.0.3 (R Core Team, 2020). De eenvoudigste analyses zoals (2.2) en (2.3) zonder herhaalde metingen kunnen we uitvoeren met het standaard beschikbare stats package van R. Wanneer we rekening moeten houden met inventarisaties uit een zelfde teleenheid of WBE gebruiken we het glmmTMB package (Brooks et al., 2017). Voor de steekproefgrootteberekeningen maken we eveneens nog gebruik van de packages mgcv (Wood, 2017), mvtnorm (Genz et al., 2020) en RSQLite (Müller et al., 2020).

De GIS bewerkingen voeren we eveneens in R uit. Hiervoor maken we gebruik van de packages `qgisprocess` (Dunnington, 2020), `osmdata` (Padgham *et al.*, 2017), `sf` (Pebesma, 2018) en `sp` (Pebesma & Bivand, 2005).