



Vlaamse  
overheid



# Kwaliteitscontrole van de patrijzentellingen van 2021

Telling door lokale jagers en  
een externe partij

Thierry Onkelinx, Raïsa Carmen

INBO.BE  
natuurenbos.be

**Auteurs:**

Thierry Onkelinx , Raïsa Carmen 

**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

<https://www.vlaanderen.be/inbo>

**e-mail:**

[thierry.onkelinx@inbo.be](mailto:thierry.onkelinx@inbo.be)

**Wijze van citeren:**

Onkelinx, T. & Carmen, R. (2021). Kwaliteitscontrole van de patrijzentellingen van 2021. Telling door lokale jagers en een externe partij. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021 (45). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: 10.21436/inbor.52401745

**D/2021/3241/283**

**Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021 (45)**

**ISSN: 1782-9054**

**Verantwoordelijke uitgever:**

Maurice Hoffmann

**Foto cover:**

Patrijs op een akker. © Rollin Verlinde, Vildaphoto.net

**Dit onderzoek werd uitgevoerd in samenwerking met:**

Agentschap voor Natuur en Bos

VAC Brussel - Herman Teirlinck

Havenlaan 88 bus 75

1000 Brussel

<https://natuurenbos.be>



KWALITEITSCONTROLE VAN DE PATRIJZENTELLINGEN  
VAN 2021

**Telling door lokale jagers en een externe partij**

Thierry Onkelinx, Raïsa Carmen

10.21436/inbor.52401745

# Inhoudsopgave

- Inhoudsopgave . . . . . 1
- 1 Inleiding . . . . . 2
- 2 Voorbereiding . . . . . 3
- 3 Statische verwerking . . . . . 5
  - 3.1 Basismodel . . . . . 5
  - 3.2 Invloed van het aantal bezoeken . . . . . 6
  - 3.3 Anomalieën . . . . . 7
- 4 Extra kwaliteitscontrole . . . . . 10
- 5 Besluit . . . . . 11
- Referenties . . . . . 12
- A Gebruikte software . . . . . 13

# 1 INLEIDING

In het voorjaar van 2021 monitorde de lokale jagers de patrijs aan de hand van een gestandaardiseerde telprotocol (Anonymous, 2021). Hiertoe heeft het INBO de open ruimte binnen jachtterreinen aangesloten bij een WBE opgedeeld in telblokken waarvan de oppervlakte open ruimte meestal tussen 50 ha en 150 ha schommelt, met een maximum van 181 ha (Onkelinx, 2021a). In 2020 gaven 74 WBE's aan deel te nemen aan de tellingen in het voorjaar 2021. In een aselechte set van telblokken monitorde een externe partij (Hoka Hey Wildlife Management) de patrijs aan de hand van hetzelfde gestandaardiseerde telprotocol. Deze aselechte set omvat telhokken uit 40 van de 74 WBE's. Deze monitoring gebeurde in overleg met de lokale jager en vaak samen met de lokale jager. Hierdoor moeten we dit eerder als een vorm van opleiding van de lokale jagers aanzien en niet als een onafhankelijke controle.

In dit document gaan we na of we een verschil in gemiddelde dichtheid kunnen waarnemen tussen de telblokken die de lokale jagers monitoren in vergelijking met de telblokken waar de externe partij ondersteuning bood. Dit geeft een beeld over de algemene kwaliteit van de aangeleverde gegevens van de jagers. Daarnaast voeren we een eerste kwaliteitscontrole uit op de telgegevens van de jagerij.

## 2 VOORBEREIDING

We baseren ons op de individuele waarnemingen die het Agentschap voor Natuur en Bos digitaal aanleverde aan het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. In eerste instantie moeten we van elke waarneming over volgende informatie beschikken:

- **Locatie** als x en y coördinaten in de Lambert 72 projectie (EPSG 31370). Waarnemingen zonder coördinaten zijn onbruikbaar.
- **Telblok** dat onderzocht wordt. Merk op dat de locatie van een waarneming buiten het huidige telblok kan liggen. Een veel voorkomend probleem zijn telbloknummers die niet in de officiële lijst voorkomen (o.a. door tikfouten). In de mate van het mogelijke hebben we die manueel rechtgezet. Waar dat niet mogelijk was, hebben we ze toegekend aan het telblok dat de waarneming bevat. Een waarneming met een foutief telbloknummer dat we niet manueel konden rechtzetten en buiten een telblok viel, moeten we noodgedwongen verwijderen uit de analyse.
- **Datum** van de monitoring. De combinatie van het telbloknummer en de datum van de monitoring definieert een unieke telling. Dat is van belang bij de clustering. We veronderstellen dat alle waarnemingen van patrijs tijdens een unieke telling verschillende dieren zijn. Bij een aantal waarnemingen ontbrak de datum. Elk van deze waarnemingen beschouwen we daarom noodgedwongen als een unieke telling (met slechts een waarneming).
- **Code** van de waarneming. Waarnemingen met de code KN (koppel zonder roepactiviteit) of KR (koppel met roepactiviteit) beschouwen we als waarneming van een koppel. Alle overige waarnemingen zetten we in een tweede groep waarnemingen, ongeacht de code. Ook wanneer de code niet overeenkomt met een van de voorgeschreven codes in Anonymus (2021), plaatsen we de waarneming in deze tweede groep.

Hoewel de lokale jager vaak samen met de externe partij de tellingen uitvoerde, diende de lokale jager zijn eigen telgegevens ook te rapporteren. Dit heeft als gevolg dat we voor de betrokken telblokken meer tellingen beschikbaar hebben dan voor de andere telblokken. Voor de telblokken met tellingen door zowel de lokale jager als de externe partij, gebruiken we voor deze analyse enkel de waarnemingen van de externe partij. Door omstandigheden heeft de externe partij, na overleg met de opdrachtgever, een beperkt aantal telblokken slechts gedeeltelijk onderzocht. Deze telblokken houden we voorlopig buiten beschouwing voor deze analyse.

Aangezien we in principe vier tellingen per telblok hebben, is de kans reëel dat we patrijzen tijdens meerdere tellingen waarnemen. Hoe dichter bij elkaar twee waarnemingen van een verschillende telling zijn, hoe groter de kans dat het over hetzelfde dier gaat. Voor meer informatie over het combineren van telgegevens van meerdere tellingen verwijzen we naar de toelichting van de analysemethode (Scheppers & Carmen, 2021).

We starten eerst met alle waarnemingen van koppels. In eerste instantie beschouwen we elke waarneming als afzonderlijke cluster. Vervolgens kijken we welke paar waarnemingen van verschillende tellingen<sup>1</sup> het dichtst bij elkaar gelegen zijn. Als de afstand tussen deze waarnemingen kleiner dan of gelijk is aan 336 m, bundelen we de waarnemingen in dezelfde cluster. Voor meer informatie over het tot stand komen van deze afstand verwijzen we naar (Scheppers & Carmen, 2021). Vervolgens gaan we opnieuw op zoek naar de tweede dichtst bij elkaar gelegen clusters met waarnemingen van verschillende tellingen. Bestaan

---

<sup>1</sup>zelfde telblok en andere datum, of ander telblok ongeacht de datum

beiden clusters elk uit een waarneming dan is de clusterafstand gelijk aan de afstand tussen deze twee waarnemingen. Van zodra een cluster uit meerdere waarnemingen bestaat, bereken we alle afstanden tussen alle mogelijke paren van waarnemingen tussen beide clusters. De clusterafstand is dan de maximale afstand tussen een puntenpaar. Zolang deze afstand kleiner blijft dan 336 m voegen we de twee clusters samen en blijven we zoeken naar de dichtst bij elkaar gelegen clusters. Liggen de dichtst bij elkaar gelegen clusters op meer dan 336 m, stoppen we de clustering van de koppels. Op deze manier past elke cluster binnen een cirkel met diameter 336 m. Elke cluster bevat bovendien maximum één waarneming per unieke telling.

In een tweede stap voegen we alle overige waarnemingen als afzonderlijke clusters toe. We herhalen hetzelfde algoritme. Afhankelijk van de afstand en de telling, voegen we deze toe aan bestaande clusters van de koppels of aan nieuwe clusters. Deze resulterende clusters kunnen we in drie groepen opdelen:

1. clusters met minstens een waarneming van een koppel (al dan niet roepend).
2. clusters met waarnemingen uit minstens twee tellingen waarbij nooit een koppel waargenomen is.
3. clusters met slechts een waarneming en deze waarneming is anders dan een koppel.

De eerste groep tellen we als een koppel. De tweede groep tellen we als een half koppel. De derde groep telt niet mee voor het bepalen van het aantal koppels. We wijzen de clusters toe aan de telblokken *a rato* van het aantal waarnemingen van de cluster in het telblok. Bijvoorbeeld liggen 3 van de 5 waarnemingen van een cluster in eenzelfde telblok, dan wijzen we deze cluster voor 60% toe aan het telblok.

In een laatste stap sommeren we per groep de clusters per telblok en vermenigvuldigen we dit getal met het overeenkomst aantal koppels per cluster (1, 0.5 of 0). Dit geeft ons een schatting van het aantal koppels per telblok. Verder weten we van elke telblok tot welke wildbeheereenheid (WBE) deze behoort, wat de oppervlakte open ruimte is en of deze telblok al dan niet door de externe partij onderzocht is.

### 3 STATISCHE VERWERKING

#### 3.1 BASISMODEL

We beschouwen een eenvoudig statistisch model om het aantal koppels per telblok te beschrijven. We veronderstellen dat het aantal koppels afhangt van drie factoren:

1. De oppervlakte van het telblok. Het aantal koppels is recht evenredig met de oppervlakte open ruimte binnen het telblok.
2. De gemiddelde dichtheid van patrijs.
3. De WBE. Het landschap kan sterk verschillen tussen de WBE's. Het ene landschap is geschikter voor patrijs dan het andere landschap. We kunnen redelijkerwijs veronderstellen dat de dichtheid in de ene WBE verschilt van een andere WBE.
4. Wie de monitoring uitvoert: de lokale jager of de externe partij.

Deze laatste factor is het doel van deze analyse. We willen nagaan of er al dan niet een verschil is tussen tellingen uitgevoerd door lokale jagers of door de externe partij. En als er een verschil is, hoe groot is het en in welke richting.

Hieronder geven we de wiskundige voorstelling van het model. Het aantal koppels  $Y_t$  in telblok  $t$  volgt een Poisson verdeling met gemiddelde  $\lambda_t$  (3.1). Het gemiddelde  $\lambda_t$  koppelen met we met een log-link naar de lineaire predictor  $\eta_t$  (3.2). Deze lineaire predictor  $\eta_t$  hangt af van de log oppervlakte van het telblok  $\beta_a \log O_t$  in  $\text{km}^2$  ( $1 \text{ km}^2 = 100 \text{ ha}$ ), de gemiddelde globale dichtheid  $\beta_0$ , het verschil in gemiddelde dichtheid  $b_w$  in de WBE  $w$  t.o.v. het globale gemiddelde en wie de telling uitvoerde  $\beta_m X$  (3.3). Het WBE-effect  $b_w$  modelleren we als een random intercept met gemiddelde 0 en variantie  $\sigma_w^2$  (3.4).

$$Y_t \sim \mathcal{P}(\lambda_t) \tag{3.1}$$

$$\log \lambda_t = \eta_t \tag{3.2}$$

$$\eta_t = \beta_a \log O_t + \beta_0 + b_w + \beta_m X \tag{3.3}$$

$$b_w \sim \mathcal{N}(0, \sigma_w^2) \tag{3.4}$$

We schatten de parameters van dit model in een Bayesiaans framework met behulp van Integrated Nested Laplacian Approximation (INLA). Hiervoor dienen we een aantal priors in te stellen. We kiezen de prior voor  $\beta_a$  bewust zeer informatieve zodat in de praktijk  $\beta_a = 1$ .

- $\beta_a \sim \mathcal{N}(1, 10^{-6})$
- $\beta_0 \sim \mathcal{N}(0, 100)$
- $\beta_m \sim \mathcal{N}(0, 100)$
- $P(\sigma_w > 0.4) = 0.05$

Wanneer de lokale jagers het telblok monitoren stellen we  $X = 0$ . In het geval de externe partij de monitoring uitvoert stellen we  $X = 1$ . Voor een gemiddelde WBE volgt uit (3.4) dat  $b_w = 0$ . De lineaire predictor voor een telblok van  $1 \text{ km}^2$  in een gemiddelde WBE, onderzocht door de lokale jagers, vereenvoudigt tot  $\eta_0 = \beta_0$ . De lineaire predictor voor een telblok van  $1 \text{ km}^2$  in een gemiddelde WBE, onderzocht door de externe partij, vereenvoudigt tot  $\eta_1 = \beta_0 + \beta_m$ . M.a.w.  $\beta_m$  is het verschil in lineaire predictor dat we kunnen verklaren door wie het telblok onderzocht. Aangezien we een log-link gebruiken (3.2), moeten we het terugtransformeren.



De maat waarin we geïnteresseerd zijn is bijgevolg  $\exp(\beta_m)$ . Deze kunnen we interpreteren als het relatieve verschil in dichtheid in een telblok wanneer de externe partij telt i.v.m. eenzelfde telling door de lokale jagers.

Op basis van het model schatten we dit verschil als +23% (+9%; +38%). Het eerste getal is de eigenlijke schatting. De twee getallen tussen de haakjes geven het 95% geloofwaardig interval. Wanneer dit interval 0% niet bevat, kunnen we spreken van een significant effect. Voor 2021 kunnen we dus besluiten dat er een significant verschil is tussen wanneer lokale jagers of de externe partij gaat tellen. De externe partij telt hierbij ongeveer een kwart meer koppels in vergelijking met de lokale jagers.

### 3.2 INVLOED VAN HET AANTAL BEZOEKEN

In principe monitoren we elk telblok vier keer. In de praktijk zijn een aantal telblokken minder vaak onderzocht. Hoe vaker we een telblok onderzoeken, hoe groter de kans dat we een patrijs minstens eenmaal waarnemen. In tabel 3.1 geven we het aantal telblokken met 1, 2, 3 of 4 bezoeken. Merk op dat een kwart van de telblokken minder dan de voorschreven vier keer bezocht werden. Merk op dat we in dit rapport de telblokken zonder waarnemingen van patrijs niet gebruiken. Voor deze analyse zijn ze niet relevant. Voor het bepalen van de gemiddelde dichtheid van de WBE gebruiken we ze wel.

Tabel 3.1: Aantal telblokken opgedeeld per aantal bezoeken

bezoeken	aantal telblokken
1	158
2	207
3	380
4	2175

We brengen het aantal bezoeken in rekening door aan de lineaire predictor een term  $b_b$  toe te voegen (3.7). We modelleren het effect als een tweede orde toevalsbeweging (3.9). Op deze manier krijgen we een enigszins continu patroon zonder dat we expliciet de vorm van het verband a priori vastleggen. Als prior voor dit effect kiezen we  $P(\sigma_b > 0.01) = 0.05$ .

$$Y_t \sim \mathcal{P}(\lambda_t) \tag{3.5}$$

$$\log \lambda_t = \eta_t \tag{3.6}$$

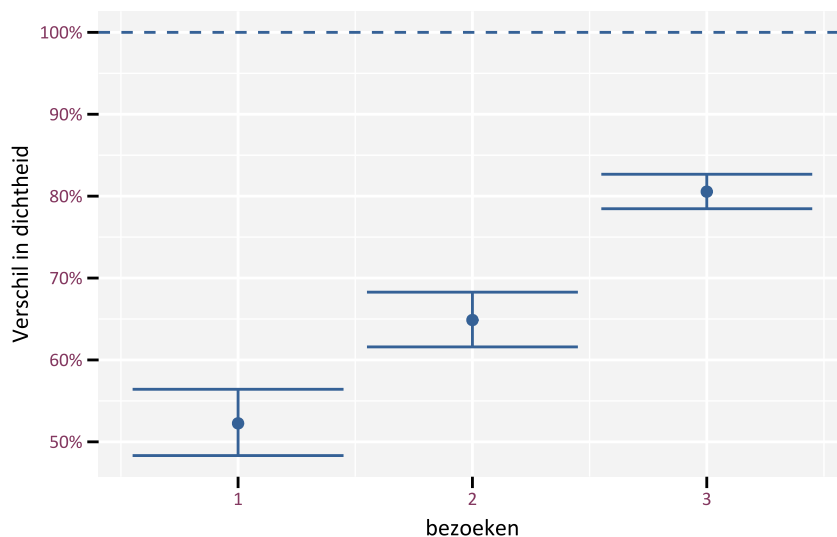
$$\eta_t = \beta_a \log O_t + \beta_0 + b_w + \beta_m X + b_b \tag{3.7}$$

$$b_w \sim \mathcal{N}(0, \sigma_w^2) \tag{3.8}$$

$$\Delta^2 b_b \sim \mathcal{N}(0, \sigma_b^2) \tag{3.9}$$

Figuur 3.1 heeft aan dat het aantal bezoeken duidelijk een invloed heeft op het aantal waargenomen koppels. Door de schuwe levenswijze van de patrijs volstaat één bezoek duidelijk niet. Na drie bezoeken vinden ca 80% van het aantal koppels dat we vinden na 4 bezoeken. We kunnen stellen dat we minstens vier bezoeken nodig hebben.

Wanneer we het aantal bezoeken in rekening brengen, is het verschil tussen de externe partij en de lokale jagers +22% (+8%; +36%). Dat is nagenoeg identiek aan het oorspronkelijke model: +23% (+9%; +38%). Omdat slechts weinig telblokken extreem weinig bezocht werden, is de invloed van het aantal bezoeken beperkt op het geschatte verschil tussen de externe partij en de lokale jagers.



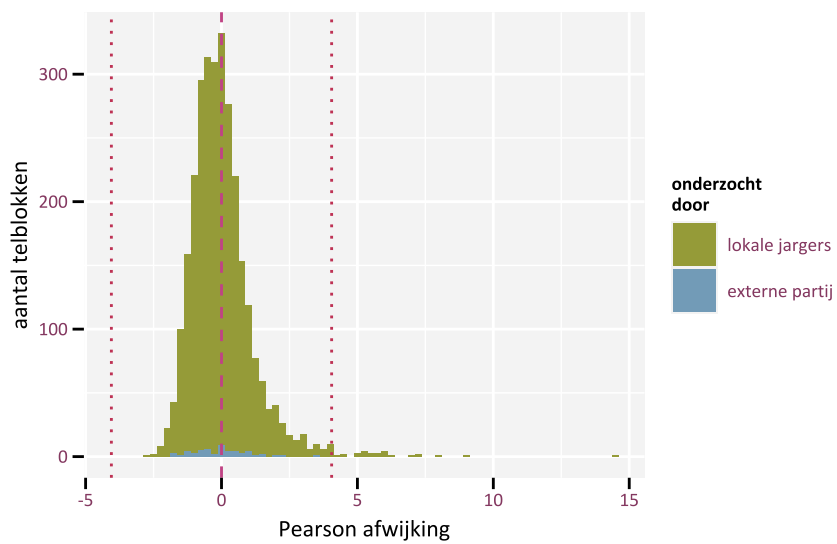
Figuur 3.1: Waargenomen relatief verschil in dichtheid t.o.v. 4 bezoeken.

### 3.3 ANOMALIEËN

Het bovenstaande model onderzocht het verschil tussen tellingen uitgevoerd door lokale jagers en deze uitgevoerd door een externe partij op het niveau van de deelnemende WBE's. De gegevens laten echter ook toe om afwijkende telgegevens op het niveau van een telblok te identificeren. Hiervoor kijken we naar de Pearson afwijkingen van de waarnemingen. Deze vergelijken de waargenomen aantallen met de voorspelde aantallen volgens het model. Hoe groter de absolute waarde van de afwijking, hoe sterker het verschil tussen de waarneming en het model. Het loont de moeite om de meeste extreme afwijkingen als mogelijke anomalieën te beschouwen. Ze zijn het gevolg van ofwel het model dat sterk afwijkt van de realiteit ofwel van waarnemingen die sterk afwijken van het globale patroon. Bijvoorbeeld telblokken met beduidend hogere of lagere dichtheid in vergelijking met de overige telblokken van dezelfde WBE. We stellen vast dat verschillende telblokken een Pearson afwijking hebben die behoorlijk sterk is (fig. 3.2). Het loont de moeite om de waarnemingen van deze telblokken nader te inspecteren om na te gaan wat er aan de hand is. In tabel 3.2 lijsten we de telblokken op met de 30 meest extreme Pearson afwijkingen. We stellen vast dat in deze telblokken de waarnemingen aanleiding geven tot dichtheden die 3 tot 6 keer hoger zijn dan dat we volgens het model verwachten voor die WBE, die oppervlakte van het telblok en dat aantal bezoeken. Hierbij merken we op dat we dergelijke afwijkingen t.o.v. het model enkel in de positieve richting vaststellen en niet in de negatieve richting. Dit laatste zou betekenen dat er extreem minder patrijzen gerapporteerd worden dan het model verwacht.

Tabel 3.2: 30 telblokken met de meest extreme Pearson afwijkingen. Met aanduiding van het aantal koppels, oppervlakte open ruimte (in km<sup>2</sup>), waargenomen en verwachte dichtheid (koppels / 100 ha) en hun verhouding (waargenomen / verwacht). Om privacyredenen vermelden we de telbloknummers niet in het publiek rapport en zijn de WBE namen gepseudonimiseerd. Deze informatie is uiteraard wel beschikbaar voor de bevoegde diensten.

WBE	bezoeken	koppels	km2	waargenomen	verwacht	verhouding
A	4	42.7	1.3	33.9	5.0	6.7
B	4	18.5	0.7	25.6	4.2	6.1
C	2	19.6	0.7	27.6	5.5	5.0
D	4	22.3	1.0	22.6	5.4	4.2
E	4	20.3	0.7	27.7	6.2	4.4
A	4	18.5	0.8	22.5	5.0	4.5
F	4	13.9	0.6	23.2	5.0	4.6
B	4	15.0	0.8	17.7	4.2	4.2
G	3	10.8	0.6	17.4	3.4	5.2
E	4	25.3	1.3	19.4	6.2	3.1
E	4	18.7	0.8	22.5	6.2	3.6
A	4	17.9	1.0	18.0	5.0	3.6
A	3	12.8	0.7	17.4	4.1	4.3
H	4	17.7	0.6	30.2	8.6	3.5
F	3	11.9	0.7	18.0	4.1	4.4
I	4	26.9	1.1	23.7	8.7	2.7
J	1	11.0	1.1	10.2	2.3	4.4
K	4	16.6	1.0	16.0	4.8	3.3
L	4	19.4	1.1	17.9	5.9	3.1
M	4	20.5	1.2	17.7	6.0	3.0
F	4	20.5	1.4	14.9	5.0	2.9
G	2	13.0	1.3	10.1	2.7	3.7
N	3	14.5	0.6	22.5	6.4	3.5
O	2	14.1	0.9	15.1	4.4	3.4
K	4	18.3	1.4	13.4	4.8	2.8
P	4	12.8	0.7	18.0	5.6	3.2
Q	4	17.0	1.4	12.4	4.6	2.7
R	1	10.0	0.9	10.7	3.2	3.4
S	3	10.0	0.6	18.0	5.3	3.4
F	4	12.1	0.8	15.3	5.0	3.0



Figuur 3.2: Histogram van de Pearson afwijkingen. De 30 meest extreme afwijkingen zitten voorbij de stippelijnen.

## 4 EXTRA KWALITEITSCONTROLE

Het doel van de tellingen uitgevoerd door de externe partij was tweedelig. Enerzijds betrof dit een begeleiding van de lokale jagers voor het uitvoeren van hun tellingen volgens het gestandaardiseerde telprotocol dat uitgerold werd in Vlaanderen in 2021. Anderzijds konden de gegevens die verzameld werden door de externe partij gehanteerd worden om na te gaan in welke mate hun telresultaten afwijken van deze van de jagers op het niveau van alle deelnemende WBE's. Deze aanpak laat hierdoor niet toe om uitspraken te doen over de correctheid van de gegevens van een individuele WBE. Voor meer informatie hierover verwijzen we naar Onkelinx (2021a).

Zoals hoger toegelicht laat de statistische aanpak tevens toe om sterk afwijkende telresultaten van de jagers van individuele telblokken t.o.v. het gemiddelde van de WBE te identificeren. Het loont de moeite om de waarnemingen van deze telblokken nader te inspecteren om na te gaan wat er aan de hand is.

Naast deze twee toegepaste technieken kunnen nog andere technieken aangewend worden in het kader van een kwaliteitscontrole.

Bovenstaande techniek richt zich op het detecteren van afwijkende resultaten in telblokken van eenzelfde WBE. Het is tevens mogelijk om afwijkende resultaten op het niveau van een WBE te onderzoeken door de resultaten van naburige WBE's en de ligging van de WBE in rekening te brengen.

Naast het identificeren van sterk afwijkende telresultaten t.o.v. het gemiddelde van de WBE kunnen ook andere technieken aangewend worden om afwijkende telgegevens in specifieke telblokken te detecteren. Hierbij wordt er niet gekeken naar het afwijkend telresultaat op zich, maar naar de kenmerken van de telgegevens zelf.

Binnen de vooropgestelde tijdsperiode voor dit tussentijds rapport waren deze extra analysetechnieken echter niet mogelijk, maar dit zal onderzocht worden bij de verdere verwerking van de gegevens.

Deze kwaliteitscontroles kunnen we in de toekomst op twee manieren gebruiken. Enerzijds we kunnen experts gericht de waarnemingen laten nakijken. Wanneer de waarnemingen rechtstreeks via een gestandaardiseerd digitaal portaal ingevoerd worden, kunnen we de modellen snel laten lopen. Hierdoor kunnen experts snel na het inzamelen van de gegevens aan de slag gaan met het gericht nakijken van de waarnemingen. Anderzijds kunnen we de informatie gebruiken om bij een volgende monitoringsronde gericht controles uit te voeren.



## Referenties

Anonymous (2021). Telprotocol territoriumkartering van patrijs met behulp van geluidsnabootsing. [https://www.natuurenbos.be/sites/default/files/inserted-files/20201216\\_telprotocol\\_territoriumkartering\\_van\\_patrijs\\_met\\_behulp\\_van\\_geluidsnabootsing.pdf](https://www.natuurenbos.be/sites/default/files/inserted-files/20201216_telprotocol_territoriumkartering_van_patrijs_met_behulp_van_geluidsnabootsing.pdf).

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

Onkelinx T. (2021b). git2rdata: Store and Retrieve Data.frames in a Git Repository. <https://CRAN.R-project.org/package=git2rdata>.

Onkelinx T. (2021c). territoria: Clustering Observations from Breeding Birds into Territoria. <https://github.com/inbo/territoria>.

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>.

R Core Team (2021). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

Rue H., Martino S. & Chopin N. (2009). Approximate Bayesian Inference for Latent Gaussian Models Using Integrated Nested Laplace Approximations (with discussion). Journal of the Royal Statistical Society B 71: 319–392.

Scheppers T. & Carmen R. (2021). Berekening aantal patrijzenkoppels per wildbeheereenheid. Versie 2021 07 16. Toelichting van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. p. 23.

Wickham H., Averick M., Bryan J., Chang W., McGowan L.D., François R., Golemund G., Hayes A., Henry L., Hester J., Kuhn M., Pedersen T.L., Miller E., Bache S.M., Müller K., Ooms J., Robinson D., Seidel D.P., Spinu V., Takahashi K., Vaughan D., Wilke C., Woo K. & Yutani H. (2019). Welcome to the tidyverse. Journal of Open Source Software 4 (43): 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>.

## A GEBRUIKTE SOFTWARE

De volledige voorbereiding en statistische analyse voeren we uit in de statische software R (R Core Team, 2021). Voor de databewerkingen maken gebruiken van de packages tidyverse (Wickham *et al.*, 2019) en sf (Pebesma, 2018). Met git2rdata (Onkelinx, 2021b) bewaren we de brondata in een open tekst formaat. Om de clustering efficient uit te voeren schreven we het territoria package (Onkelinx, 2021c). Bij de uiteindelijke analyse maken we gebruik van INLA (Rue *et al.*, 2009).