

# IJking van de wifi-tellers op Westhoek



Sjoerd Duijns,  
Christian Kampichler,  
Romke Kleefstra &  
Jeroen Nienhuis

Sovon-rapport 2021/98



# IJking van de wifi-tellers op Westhoek

Sjoerd Duijns, Christian Kampichler, Romke Kleefstra & Jeroen Nienhuis



Dit rapport is samengesteld in opdracht van



## Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2021

Dit rapport is samengesteld in opdracht van Vogelbescherming Nederland in het kader van het project Wij&Wadvogels en wordt gefinancierd door het Waddenfonds, het Ministerie van LNV en de provincie Fryslân

*Wijze van citeren:* Duijns S., Kampichler C., Kleefstra R. & Nienhuis J. 2021. IJking van de wifi-tellers op Westhoek. Sovon-rapport 2021/98. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

*Foto's omslag:* Bruno Ens (grote foto), Jeroen van Wijk

*Opmaak:* John van Betteray, Sovon Vogelonderzoek Nederland

*ISSN-nummer:* 2212 5027

Sovon Vogelonderzoek Nederland  
Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen  
*e-mail:* [info@sovon.nl](mailto:info@sovon.nl)  
*website:* [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl)

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Sovon.

# Inhoud

Samenvatting	2
1. Inleiding	3
1.1. Nulmeting	3
2. Achtergrond werking wifi-tellers	5
2.1. Toepassingsproblemen situatie Westhoek	5
2.2. Geregistreeerde gegevens	6
2.3. Signaalsterkte	6
3. IJking	9
3.1. Veldmetingen	9
3.2. Analyse van de ijking	9
4. Resultaten	10
4.1. Detectieafstand	10
4.2. Toepassing van deze ijking op bestaande gegevens	10
4.2.1. Vergelijk 2020 met 2021	10
4.2.2. Korte bezoeken vs. lange bezoeken	11
4.2.3. Incidentele en trouwe passanten	12
4.2.4. Verblijfsduur in relatie tot getij	12
4.2.5. Verblijfsduur in relatie tot getij en incidentele en trouwe passanten	13
5. Discussie en conclusie	14
5.1. Afname in detecties	14
5.2. Wifi-tracking	14
5.3. Detectieafstand	14
5.4. Conclusies en aanbevelingen	14
6. Dankwoord	15
Literatuur	15

---

## Samenvatting

Onderzoek naar menselijke verstoring bij Westhoek is onderdeel van een door het Waddenfonds, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en de drie waddenprovincies gefinancierd project ‘Wij&Wadvogels’. In dit hoofdproject gaat Vogelbescherming Nederland samen met verschillende partners aan de slag om het Waddengebied vitaler te maken voor vogels, waarbij er ook oog is voor de mensen die in het gebied wonen, werken of recreëren. Eén van de deelprojecten is de ‘pilot dynamisch zoneren Westhoek’. In dit project wordt een pilot uitgevoerd waarin onderzocht wordt op welke wijze effectieve dynamische zonering vorm kan krijgen. Met dynamische zonering wordt bedoeld dat locaties worden “afgesloten” op de momenten dat vogels kwetsbaar zijn.

In Friesland, tussen Harlingen en Zwarte Haan, bevindt zich de belangrijke hoogwatervluchtplaats (hvp) Westhoek. Tijdens hoogwater rusten vele tienduizenden vogels op deze hvp, om tijdens laagwater wanneer de wadplaten beschikbaar komen weer naar voedsel te kunnen zoeken. Tijdens deze perioden van hoogwater kunnen mensen voor enorme verstoring zorgen, waarbij de vogels kostbaar energieverlies lijden. Het uiteindelijke doel van het deelproject ‘pilot dynamisch zoneren Westhoek’ is om in samenspraak met de bewoners, vogelliefhebbers en recreanten de verstoringdruk op vogels in het gebied te verminderen en tegelijkertijd de beleving van het gebied te verhogen. Het is daarom van belang de effectiviteit van de ontwikkelde maatregelen vast te leggen. In dat kader is een nulmeting uitgevoerd, en een effect meting na realisatie van de afgesproken maatregelen gepland. Tijdens de analyse van deze nulmeting is geconstateerd dat de wifi-tellers, de methodiek waarop aantallen menselijke bezoekers geregistreerd worden in het gebied, een beperkte toepasbaarheid hadden voor dit specifieke onderzoek. Daarom was een belangrijke aanbeveling uit die studie een voortzetting van de registratie van menselijke bezoekers met de wifi-tellers, inclusief het uitvoeren van een meer gedetailleerde ijking om onderscheid te kunnen maken tussen wandelaars en fietsers en tussen passanten die op de dijk blijven en passanten die het kwelderpad aflopen. Deze studie beschrijft de resultaten van deze ijking.

In de opgeslagen data van de wifi-tellers blijkt dat slechts een klein deel van de telefoons die werden gebruikt bij de ijking, gedetecteerd waren. Een groot deel van de telefoons werd helemaal niet, of slechts éénmalig vastgesteld door een enkele wifi-teller.

Vermoedelijk heeft dit te maken met de toegenomen ingebouwde beveiliging van telefoons om niet te worden gevolgd (zogenoemde anti-tracking software). Voor het onderzoek op Westhoek is dit een probleem, omdat een afname in aantallen registraties van telefoons niet automatisch hoeft te betekenen dat er minder mensen het gebied bezoeken, maar dat door de anti-tracking software er minder telefoons geregistreerd worden.

De detectieafstand van de wifi-tellers in het veld bedraagt circa tussen de 560 en 750 meter. Deze afstand maakt het onmogelijk om routes van mensen en fietsers in kaart te brengen, evenals het onderscheid in fietsers en wandelaars is niet te maken, doordat de wifi-tellers binnen de detectieafstand van elkaar staan. De wifi-tellers zijn echter wel goed in staat om een beeld te vormen van de recreatiedruk op Westhoek. Week- en weekenddagen zijn goed te onderscheiden in recreatiedruk, alsmede seizoen verschillen te bepalen. Zo kon een onderscheid gemaakt worden in trouwe en incidentele passanten en hun specifieke verblijftijden, waarbij de trouwe bezoekers over het algemeen wat langer in het gebied bleven. De toepassing van wifi-tellers in een open gebied zoals Westhoek, waar signalen minder last van interferentie hebben, zorgt er ook voor dat de detectieafstand vele malen groter is dan oorspronkelijk werd aangenomen. Dit maakt het onmogelijk om posities te bepalen en routes te reconstrueren.

Telefoonfabrikanten zitten niet stil, en passen continue de instellingen en software aan. Bovendien is de gemiddelde levensduur van een telefoon ongeveer 2 jaar, waardoor de nieuwere generatie telefoons steeds minder vaak geregistreerd worden. Het toenemende gebruik van anti-tracking software op telefoons vermindert de registratiekans, waardoor deze methode van wifi-tellers steeds minder efficiënt wordt en moeten er steeds hogere correctiefactoren worden toegepast om aantallen mensen te schatten. Hierdoor is deze methode voor het nauwkeurig meten van de mogelijke effecten van dynamische zonering niet afdoende. Navraag bij de leverancier van de wifi-tellers bevestigt deze conclusie, namelijk dat deze methode niet geschikt meer is voor onze vragen en doelstellingen, iets wat bij aanvang van dit project nog niet te overzien was. Dit betekent dat we met Vogelbescherming Nederland in gesprek gaan om te kijken wat de toepassing van deze wifi-tellers gaat zijn in de toekomst en of er aanvullende metingen gedaan moeten worden.

# 1. Inleiding

Het verstoringsonderzoek bij Westhoek is onderdeel van een groot project ‘Wij&Wadvogels’ (Dommerholt 2019). In dit project gaat Vogelbescherming Nederland samen met verschillende (internationale) partners aan de slag om het Waddengebied vitaler te maken voor vogels, waarbij er ook aandacht is voor de mensen die in het gebied wonen, werken of recreëren. Binnen het project kunnen belangrijke verbeteringen voor vogels worden doorgevoerd. Een belangrijk aspect is dat bewoners en toeristen bewust worden gemaakt van de effecten van hun gedrag op vogels en het programma ‘Wij&Wadvogels’ zet met name in op kennisuitbreiding. Maatregelen die het gebied beïnvloeden, worden gemonitord op effectiviteit, waarbij gegevens van beschermingsmaatregelen worden geanalyseerd en gedeeld met de (internationale) partners.

Eén van de deelprojecten van Wij&Wadvogels’ is de ‘pilot dynamisch zoneren Westhoek’. In dit project wordt een pilot (living lab) uitgevoerd, waarin onderzocht wordt op welke wijze effectieve dynamische zoning vorm kan krijgen. Met dynamische zoning wordt bedoeld dat locaties worden “afgesloten” op de momenten dat vogels kwetsbaar zijn. In het geval van Westhoek is dat tijdens hoogwater als er vele tienduizenden vogels op de hoogwatervluchtplaats (hvp) bij elkaar al rustend wachten op laagwater om weer naar voedsel te kunnen zoeken. Op zulke

momenten kunnen mensen voor enorme verstoring zorgen, waarbij de vogels kostbaar energieverlies lijden. Doel van deze pilot is om in samenspraak met de bewoners, vogelliefhebbers en recreanten de verstoringdruk op de vogels in Westhoek te verminderen en tegelijkertijd de beleving van het gebied te verhogen. Het is belangrijk om de effectiviteit van de ontwikkelde maatregelen vast te leggen. In dat kader is in 2020 een nulmeting uitgevoerd door Sovon Vogelonderzoek Nederland (Ens *et al.* 2021). Verder is er een effect meting gepland na realisatie van de nader te bepalen maatregelen. Voor deze effect meting is het echter wel zaak dat de gegevens van recreatiedruk op een vergelijkbare manier te verzamelen en te interpreteren zijn. Een belangrijke aanbeveling uit de nulmeting was een ijking van de wifi-tellers, om zo beter conclusies te kunnen trekken uit de gegevens. Zo bleek het niet mogelijk om fietsers van wandelaars te onderscheiden en routes van individuele signalen werden niet altijd opgepikt.

## 1.1. Nulmeting

Tijdens hoogwater verzamelen er vele tienduizenden wadvogels op de hvp voor de kwelder van Westhoek (figuur 1.1). Wandelaars kunnen voor grote verstoring zorgen als ze tijdens hoogwater over het kwelderpad naar de rand van de kwelder lopen en daar



Figuur 1.1. Ligging studiegebied in de westelijke Waddenzee aan de kust bij Westhoek (overgenomen uit Ens *et al.* 2021).

het wad opgaan (Ens *et al.* 2021). In het geval van de Westhoek leidt dit ertoe dat de vogels zich naar de uiteinden van de kwelder verplaatsen, dicht bij het fietspad. Daar kunnen passerende fietsers (en wandelaars) voor grote verstoring zorgen.

Overleg met de provincie Fryslân over de mogelijkheden om frequentie en duur van de aanwezigheid van recreanten en fietsers automatisch vast te leggen, heeft geleid tot de keuze van zogenoemde wifi-tellers als meest kosteneffectieve aanpak. Bureau RMC (<https://www.rmc.nl>), heeft zich gespecialiseerd in deze aanpak en via dit bedrijf zijn sensors aangeschaft en geplaatst in het onderzoeksgebied. Deze tellers leggen vast hoeveel telefoons op zoek zijn naar een wifi-signaal. Niet elke menselijke bezoeker heeft een telefoon bij zich en niet elke telefoonbezoeker laat zijn apparaat continu naar wifi zoeken. Alleen de telefoonbezitters die dat wel doen kunnen worden geregistreerd door de wifi-tellers. Het aantal unieke bezoekers aan Westhoek kon in de nulmeting met de volgende vermenigvuldigingsfactoren bepaald worden uit het aantal wifi-registraties: 4,6 voor weekdays, 4,2 voor zaterdag en 2,8 voor zondagen (Ens *et al.* 2021).

De belangrijkste conclusies t.a.v. de wifi-tellers waren als volgt:

1. Menselijk bezoek vond plaats tussen 7:00 uur 's ochtends en 22:00 's avonds met een duidelijke piek aan het begin van de middag.
2. In het weekend waren de aantallen menselijke bezoekers duidelijk hoger, ondanks de lagere correctiefactoren voor zaterdag en met name zondag in vergelijking met de doordeweekse dagen.
3. De aantallen bezoekers per uur correleerden sterk met het weercijfer, van bijna 0 bezoekers bij weercijfer 2 (zeer slecht weer) tot 140 bezoekers bij weercijfer 9 (zeer mooi weer).
4. Er werd geen effect van vakanties gevonden, wat mogelijk samenhangt met de Covid-19 pandemie.

Een belangrijke aanbeveling uit de nulmeting was een voortzetting van de registratie van menselijke bezoekers met de wifi-tellers, inclusief het uitvoeren van een meer gedetailleerde ijking om onderscheid te kunnen maken tussen wandelaars en fietsers en tussen passanten die op de dijk blijven en passanten die het kwelderpad aflopen. Deze studie beschrijft de resultaten van deze ijking.

## 2. Achtergrond werking wifi-tellers

Wifi-tellers zijn ontvangers die registreren of een naar wifi-zoekend apparaat, meestal een telefoon (smartphone), zich binnen het bereik bevinden. De wifi-tellers stellen iedere drie seconden vast welke apparaten aanwezig zijn. Om met een wifi-netwerk te communiceren, moet een apparaat zich bij het netwerk identificeren door middel van een uniek netwerkadres, het zogeheten mac-adres (media access control). De wifi-tellers registreren het mac-adres en vanwege de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) worden de mac-adressen geanonimiseerd. Hierdoor wordt vastgelegd wanneer een telefoon in de buurt van een wifi-teller is. Door de gegevens van meerdere tellers te combineren kun je verplaatsingen van telefoons volgen. Wifi-tellers worden doorgaans in stedelijke omgevingen gebruikt op publieksstromen in beeld te brengen. De afstand waarover telefoons gevolgd kunnen worden is minimaal 20 meter. Westhoek is de eerste locatie in het buitengebied waar een netwerk van wifi-tellers is geplaatst (figuur 2.1). De leverancier van de tellers is uitgegaan dat de detectieafstand van telefoons in het buitengebied vergelijkbaar is met die in de stad, minimaal 20 meter, maar vanwege de openheid van het landschap Westhoek waarschijnlijk 50 meter, en dat iedere telefoon met de wifi-optie ingeschakeld en binnen de detectieafstand van een teller opgemerkt zou worden.

Er staan in totaal vier wifi-tellers op de kwelder van Westhoek. Er staat een teller aan het begin en aan het einde van het kwelderpad (158 meter van elkaar). Ook staan er twee tellers langs het fietspad langs de dijk: één teller 587 meter ten noordoosten van het pad en één 356 meter ten zuidwesten van



Figuur 2.1. Foto van de wifi-tellers aan het begin en einde van het kwelderpad op Westhoek op 18 augustus 2020. © Bruno Ens.



Figuur 2.2. De posities van de wifi-tellers op Westhoek.

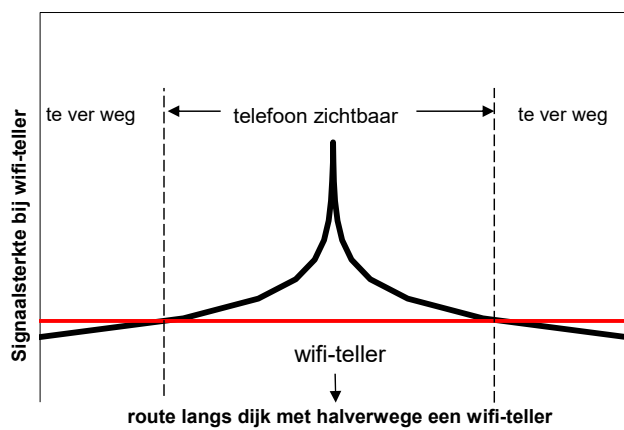
het pad (figuur 2.2). Aangezien de afstanden tussen de tellers een stuk groter zijn dan de verwachte detectieafstand, zou er geen overlap moeten zijn in de tijdstippen waarop een telefoon door een teller wordt opgemerkt. Iedereen die bijvoorbeeld langs de teller aan het einde van het doodlopende kwelderpad is gekomen, moet normaalgesproken ook twee keer de teller aan het begin van het pad zijn gepasseerd. Mensen die zich langs de dijk verplaatsen en langs een van de drie tellers komen, kunnen dit te voet of per fiets doen. Als ze de range van 50 meter rondom de tellers snel afleggen (minder dan circa 25 seconden) zouden het fietsers moeten zijn. Als ze de afstand langzaam afleggen (meer dan 60 seconden), dan gaat het om voetgangers (of fietsers die onderweg stil hebben gestaan).

### 2.1. Toepassingsproblemen situatie Westhoek

Uit de gegevens bleek dat de wifi-tellers niet voldeden aan de verwachtingen (zie voor details Ens *et al.* 2021). De oorzaak hiervan was naar grote waarschijnlijkheid de detectieafstand. Die lijkt veel groter dan de 20 meter die bekend is uit stedelijke omgevingen, waardoor er twee problemen ontstaan:

- Telefoons kunnen door meerdere wifi-tellers tegelijkertijd worden opgemerkt, waardoor niet meer direct kan worden vastgesteld dat een telefoon verplaatst van A naar B. Dit maakt het onmogelijk om routes vast te stellen.
- Telefoons leggen een grotere en onbekende afstand binnen het bereik van een wifi-teller af dan was geanticiepeerd.





Figuur 2.3. Schematisch overzicht van de signaalsterkte van een telefoon die wordt verplaatst langs de dijk rondom een wifi-teller (zwarte lijn). De detectiegrens (rode lijn) geeft de grens aan waaronder het signaal te zwak is om opgemerkt te worden. Hoewel het signaal tussen de stippellijnen wordt opgevangen door een wifi-teller, worden alleen de twee momenten (aangegeven door de stippellijnen) vastgelegd en doorgegeven.

Concreet betekent dit dat er geen snelheden berekend kunnen worden, waardoor wandelaars en fietsers niet te onderscheiden zijn. Meer gegevens over werkelijke detectieafstand biedt hiervoor een oplossing.

Afgezien van de detectieafstand kunnen er nog twee andere zaken spelen:

- Er kan verschil zitten in de uitgaande signaalsterkte van een telefoon (hoe sterker een signaal, des te eerder wordt de telefoon opgemerkt).
- Mogelijk is de ene wifi-teller gevoeliger dan de andere bij het oppikken van een signaal.

In de ijking zijn bovenstaande toepassingsproblemen nader bekeken en uitgewerkt.

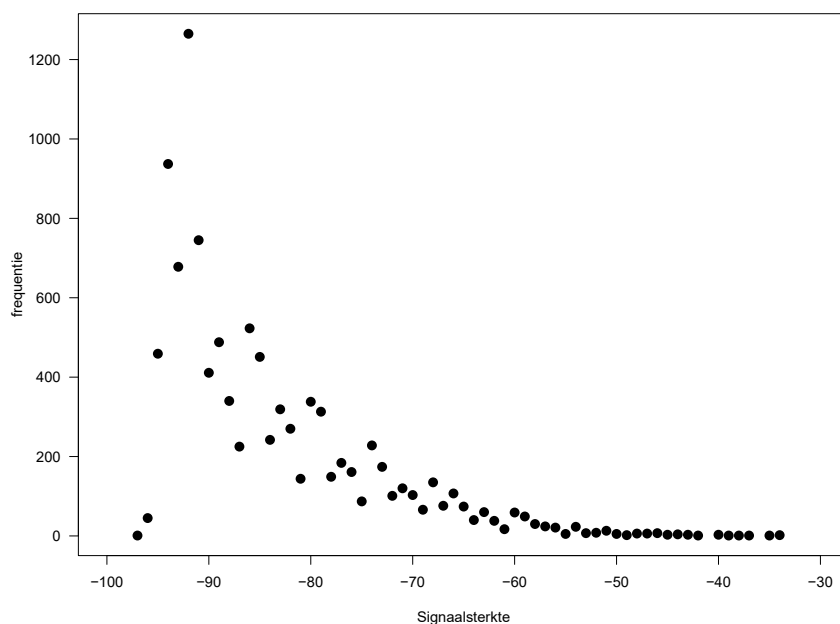
## 2.2. Geregistreerde gegevens

Telefoons die naar een wifi-sigitaal zoeken, geven een signaal af. Hoe dichtere een telefoon bij een wifi-teller des te sterker is het signaal bij de wifi-teller. Andersom geldt dit ook, op een gegeven moment is de telefoon zo ver van de wifi-teller verwijderd en het signaal dermate zwak dat de telefoon niet wordt opgemerkt. In de praktijk gebeurt dit wanneer een telefoon verplaatst wordt langs de dijk en onderweg een wifi-teller passeert (figuur 2.3). Bij de detectieafstand is het signaal sterk genoeg en wordt de telefoon geregistreerd. Het signaal wordt snel sterker om na het passeren weer snel te verzwakken tot het signaal bij de teller weer onder de detectiegrens komt. De signalen die worden opgeslagen zijn het moment dat de telefoon zichtbaar wordt en het moment dat de telefoon weer uit beeld verdwijnt. Van beide tijdstippen wordt ook de signaalsterkte opgeslagen.

## 2.3. Signaalsterkte

Het gebruik van de tijdstippen waartussen een telefoon werd opgemerkt, bleek niet toepasbaar om de bewegingspatronen van menselijke bezoekers vast te stellen, evenals het onderscheid in fietsers en wandelaars bleek niet mogelijk (Ens *et al.* 2021). De signaalsterktes zijn echter niet gebruikt in die betreffende analyse. Deze signaalsterktes worden opgeslagen bij het eerste en het laatste contact en deze gegevens worden in dit onderzoek meegenomen.

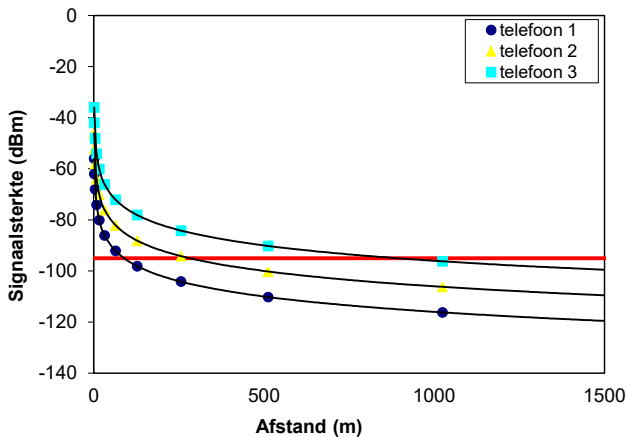
De frequentieverdeling van de signaalsterkte bij de eerste registratie van een telefoon, laat zien dat hoe zwakker het signaal, hoe vaker deze voorkomt (fi-



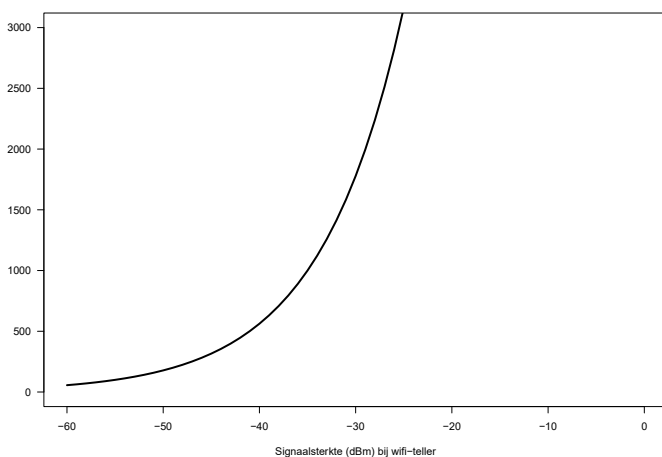
Figuur 2.4. De frequentie van de signaalsterkte op het tijdstip dat een telefoon voor het eerst wordt opgemerkt door een wifi-teller.

guur 2.4). Een groot deel van alle signalen betreft enkel zwakke signalen met waarden rond -90 dBm (decibel milliwatt, afgekort tot dBm). Nog iets zwakkere signalen komen nagenoeg niet voor en het lijkt daarom aannemelijk dat de detectiegrens daarom rond -95 dBm ligt.

Uit de signaalsterkte kan worden afgeleid hoe ver een telefoon van een teller is verwijderd. Om deze afstand te kunnen bepalen, moet er een ijking in het veld worden uitgevoerd (zie Hoofdstuk 3). Van diverse telefoons zouden gegevens verzameld moeten worden om zodoende de relatie te bepalen tussen de afstand tot een wifi-teller en de sterkte van het signaal dat die teller daarbij registreert. Daarnaast is het van belang deze ijking met verschillende telefoons uit te voeren, welke een afspiegeling vormen van de telefoons van de mensen die bij Westhoek recreëren. Tevens kan er mogelijk variatie zitten in signaalsterkte tussen verschillende telefoontypen



Figuur 2.5. Theoretische relatie tussen de afstand van een telefoon tot een wifi-teller en de bijbehorende signaalsterkte van die teller. De rode lijn geeft de detectiegrens van de wifi-teller aan.

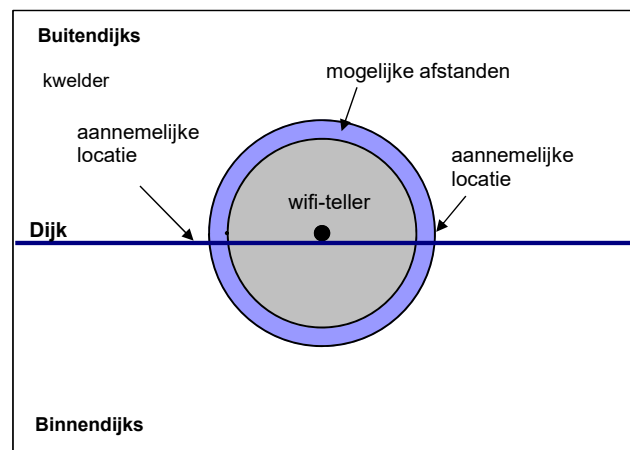


Figuur 2.6. Theoretische detectieafstand afhankelijk van de signaalsterkte op 1 meter afstand van de wifi-teller.

(bijvoorbeeld Smartphone, iPhone).

Niet iedere telefoon zal een even luid signaal uitzenden (figuur 2.5), maar voor alle telefoons geldt dat de gemeten punten op een lijn zullen liggen die wordt beschreven door natuurkundige wetten. Tijdens de ijking zal dit per telefoon een schatting opleveren van de sterkte van het signaal op vaste afstanden van de wifi-teller. Deze waarde is een maat voor de signaalsterkte van een telefoon en is van grote invloed op de detectiegrens (figuur 2.6). Van de bepaalde waarden kan het gemiddelde en de spreiding worden berekend. Hiermee kan vervolgens met een gegeven signaalsterkte op een bepaald moment (de eerste of laatste detectie) worden uitgerekend welke afstand tot de teller daarbij hoort.

Schematisch levert dit een cirkelvormige band op met mogelijke afstanden rond een wifi-teller (figuur 2.7). Voor een wifi-teller langs de dijk liggen vele mogelijke locaties binnendijks of in de kweldervegetatie. Er blijven twee of drie aannemelijke locaties over (twee op de dijk en eventueel één op het kwelderpad). Wanneer de telefoon voor het laatst is geregistreerd, dan heb je per telefoon twee keer een afstand tot een teller (eerste detectie en laatste detectie) en tijdsverschil tussen beide posities. Hiermee is een snelheid te berekenen door de totaal afgelegde afstand (van de afstand van het eerste contact via de wifi-teller naar de afstand naar het laatste contact) te delen door de verstreken tijd tussen beide contactmomenten. Die snelheid geeft een handvat om te bepalen of het gaat om een voetganger of een fietser. Aannemelijke locaties van een telefoon kunnen ook worden vergeleken met de aannemelijke locaties van dezelfde telefoon, maar dan vastgelegd door een andere wifi-teller.



Figuur 2.7. Schematisch overzicht van een range aan mogelijke afstanden rond een wifi-teller langs de dijk bij een gegeven signaalsterkte.

Hoe zwakker de signalen hoe vlakker de curve die de relatie tussen de afstand tot de wifi-teller en de signaalsterkte beschrijft (figuur 2.3 en 2.5) en dus hoe breder de band met mogelijke afstanden (figuur 2.7). Bovendien kan toeval een rol spelen bij signalen rond de detectiegrens. Wanneer telefoons dichtbij wifi-tellers zijn, moeten deze sterke signalen afgeven (figuur 2.6), tot ergens in de buurt van -40 dBm (een signaal van -40 dBm is 316 keer sterker die van -90 dBm). In de huidige dataopslag worden vooral signalen opgeslagen rond de detectiegrens, dus van telefoons die vanaf afstand een wifi-teller naderen. Het zou waardevol zijn om ook de tussentijdse signa-

len te registreren. Hierdoor wordt het mogelijk om plaatsbepalingen nauwkeuriger te berekenen of alleen signalen te selecteren die echt dicht in de buurt van een teller zijn opgevangen. Alleen dan kunnen de gegevens worden geanalyseerd, zoals oorspronkelijk bedoeld was (dus het rechtstreeks waarnemen van menselijke verplaatsingen). Met de huidige instellingen, hardware en software is dit helaas niet mogelijk. Dit kan alleen mogelijk gemaakt worden als de software van de wifi-tellers wordt aangepast, wat een zeer kostbare aangelegenheid is (mon med. H. Lubbers, Bureau RMC).

### 3. Ijking

Om tot een goede conclusie te komen van mogelijke effecten van dynamische zonering (de T1 meting; Dommerholt 2019), is het zaak de gegevens te ijken. Omdat er niet meer dan twee registraties van de telefoons binnen het bereik van de wifi-tellers opgeslagen worden, is er voor een alternatieve oplossing gekozen en is de ijking opgedeeld in drie onderdelen:

1. Veldmetingen
2. Analyse van de ijking
3. Toepassing van de ijking op reeds bestaande gegevens (aug 2020 – aug 2021)

De toepassing van de ijking zal in Hoofdstuk 4 verder uitgewerkt worden.

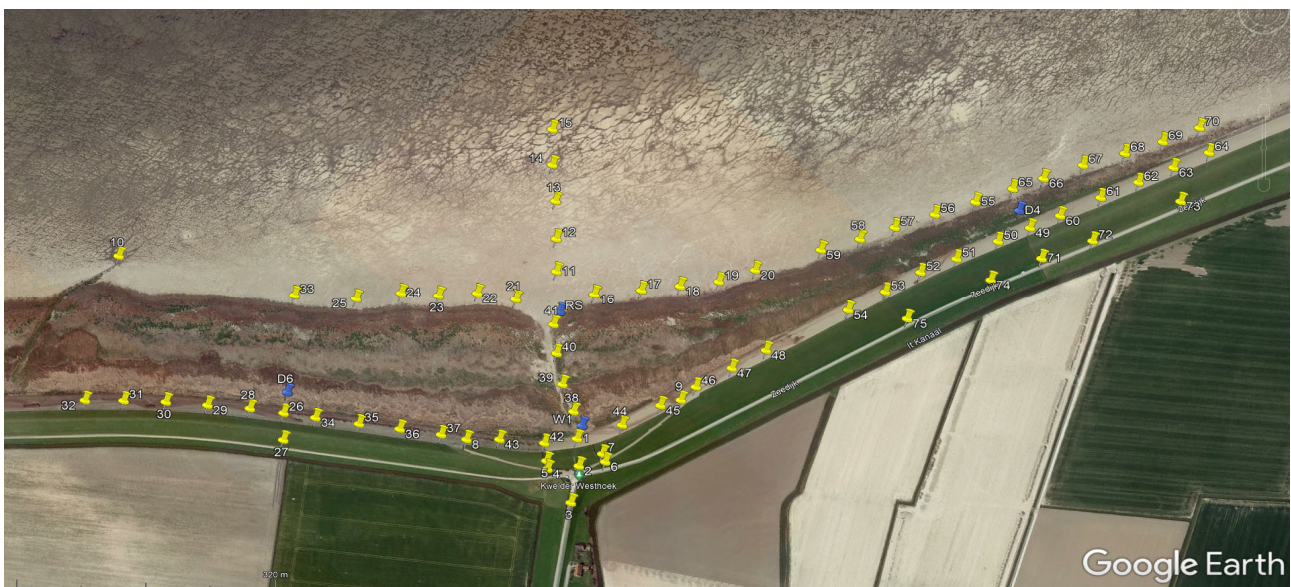
#### 3.1. Veldmetingen

De ijking is uitgevoerd op diverse tijdstippen en data. Het eerste bezoek was op 31 augustus 2021 in de middag, gevolgd door een tweede bezoek op 9 september 2021 in de late ochtend. Deze metingen gaven te weinig signalen, waardoor er nogmaals op 7 oktober 2021 vroeg in de ochtend (07:30 h) een meting is uitgevoerd, om zodoende zo min mogelijk verstoring door recreanten in de data te krijgen. Vijf verschillende telefoons met verschillende besturingssystemen (3x Android, 1x iPhone, 1x Windows) zijn op vooraf vastgelegde locaties op verschillende afstanden van de vier wifi-tellers aan- of uitgezet zodat op specifieke locaties een eerste of een laatste signaal

is verkregen (figuur 3.1). Op deze wijze zouden er signaalsterktes worden geregistreerd op vooraf bepaalde afstanden.

#### 3.2. Analyse van de ijking

Alleen van de Windows telefoon zijn bruikbare signalen ontvangen tijdens de veldmetingen (Hoofdstuk 4). Van deze posities is de signaalsterkte en de afstand tot de teller bepaald en weergegeven in figuur 4.1. De regressielijn komt overeen met de theoretische lijn van een telefoon met een signaalsterkte van -40 dBm op 1 meter van een wifi-teller. Geluid verplaatst zich niet in een plat vlak, maar in de ruimte als een bol. Het gebied waar het geluid zich verspreid, wordt zowel in de hoogte als in de breedte groter. Het oppervlak waarover het geluid wordt verspreid neemt toe met het kwadraat van de afstand. Het geluidsvolume wordt steeds zachter, omdat het oppervlak waarover het geluid wordt verdeeld steeds kleiner wordt. Als de afstand verdubbeld wordt, dan is het geluidsvolume vier keer zo zacht. De signaalsterkte van een telefoon is ook een soort ‘geluid’ en wordt steeds zwakker naarmate de afstand groter wordt. De signaalsterkte van telefoons wordt gemeten in decibel (decibel milliwatt, afgekort tot dBm). De decibel schaal is logaritmisch en wordt bij een signaalsterkte 10 keer zo zwak bij een afname van 20 eenheden (en 100 keer zo zwak bij 40 eenheden).



Figuur 3.1. Overzicht van alle locaties waar het wifi-signaal is uitgezet (gele pins) om de signaalsterkte te registreren op vaste punten in het veld ten opzichte van de verschillende wifi-tellers (blauwe pins).

## 4. Resultaten

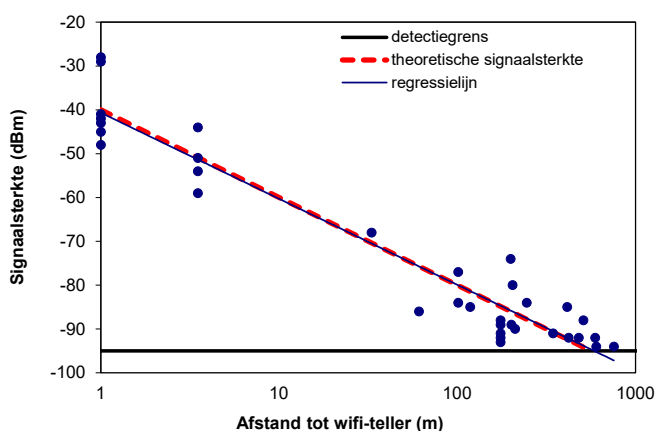
Deze resultaten zijn gebaseerd op de veldmetingen van de Windows-telefoon, de enige telefoon die werd geregistreerd door de wifi-tellers. De ijking van deze gegevens levert veel inzichten op in de signaalsterkte en de werking van de wifi-tellers in het veld (paragraaf 4.1). Er zijn geen verschillen tussen de vier wifi-tellers gevonden. Daarnaast hebben enkele metingen, door middel van het gebruik van de app wifi-Analyzer, vergelijkbare signaalsterktes op 1 meter afstand laten zien.

### 4.1. Detectieafstand

De detectieafstand waar het signaal van een telefoon zo zwak wordt dat een wifi-teller de telefoon niet meer waar kan nemen (-95 dBm) ligt op circa 560 meter en kan oplopen tot ongeveer 750 meter (figuur 4.1). De onderlinge afstanden van de wifi-tellers (figuur 2.2) zijn klein vergeleken met de detectieafstand. Vanwege het grote bereik van de tellers is het daarom niet mogelijk om aan te geven of iemand op de dijk in de buurt van het kwelderpad staat of aan de kwelderrand. Gezien de variatie rondom de regressielijn kunnen de noordelijke en de zuidelijke wifi-tellers langs de dijk ook telefoons waarnemen van mensen die op het kwelderpad lopen.

### 4.2. Toepassing van deze ijking op bestaande gegevens

Ondanks het grotere bereik van de wifi-tellers dan verwacht én het feit dat veel telefoons slechts éénmalig zijn vastgesteld, betekent niet dat de verzamelde

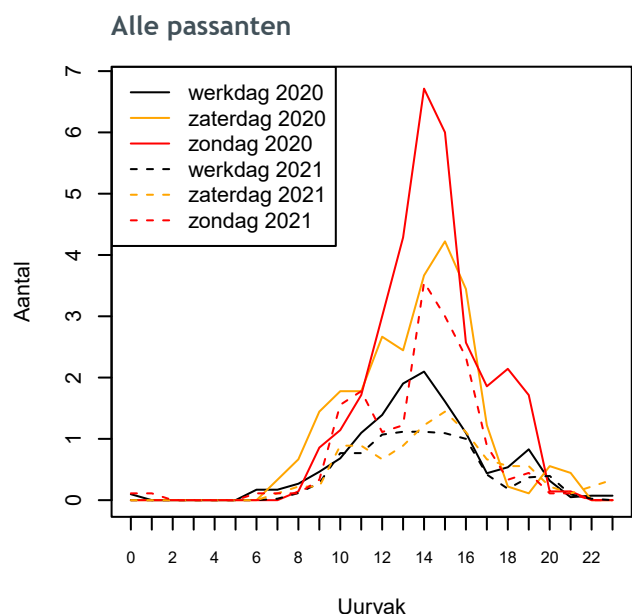


Figuur 4.1. De signaalsterkte van een wifi-teller in relatie tot de afstand tussen telefoon en wifi-teller. De detectiegrens is gebaseerd op figuur 3.1 (-95 dBm). De theoretische signaalsterkte is voor een telefoon met een signaal van -40 dBm op 1 meter van een teller.

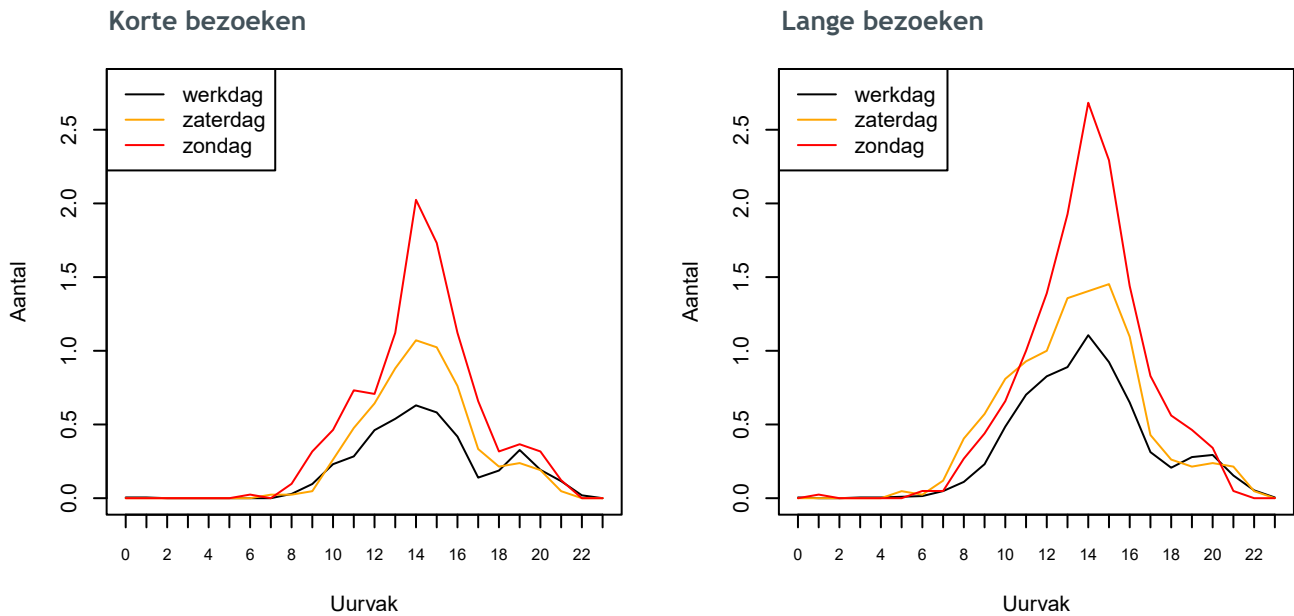
gegevens van aug 2020 – aug 2021 onbruikbaar zijn. Wanneer de éénmalig vastgestelde telefoons worden verwijderd uit de dataset voor analyse, blijven er een aantal waardevolle gegevens over om patronen te kunnen herkennen, die in dit hoofdstuk verder worden uitgewerkt en besproken.

#### 4.2.1. Vergelijk 2020 met 2021

In de rapportage van Ens en collega's (2021), werd gesuggereerd dat er wellicht door de Covid-19 pandemie meer, of minder, of ander menselijk bezoek aan Westhoek heeft geleid in vergelijking tot eerdere jaren. In de huidige periode zitten we weliswaar nog steeds in de pandemie, maar lijkt het erop dat de huidige samenleving, en dus ook de recreatiedruk, weer relatief terug bij het oude normaal zijn. Daarom is gekeken naar de periode dat menselijke bezoekers zich ophouden rond Westhoek en of de aantallen afwijken van de nulmeting. Omdat er in de nulmeting een duidelijk week- en weekend-effect te zien was, is dat nu opnieuw bekeken. Om de periode vergelijkbaar te houden, is de periode sept/okt 2020 vergeleken met sept/okt 2021. Alle bezoeken zijn gegroepeerd in uurvakken. In figuur 4.2 is te zien dat de periode van bezoek in 2020 niet afwijkt van 2021. De hoogste bezoekersaantallen ligt op alle dagen en in beide jaren tussen 13:00 en 16:00 uur, waarna een klein avond-piekje tussen 18:00 – 19:00 uur wordt geregistreerd (waarschijnlijk een hondenuitlaat-



Figuur 4.2. Gemiddeld aantal unieke passanten per uur op kwelder Westhoek. De vaste lijnen zijn werk- of weekenddagen in 2020 en de stippellijnen zijn de unieke passanten in 2021.



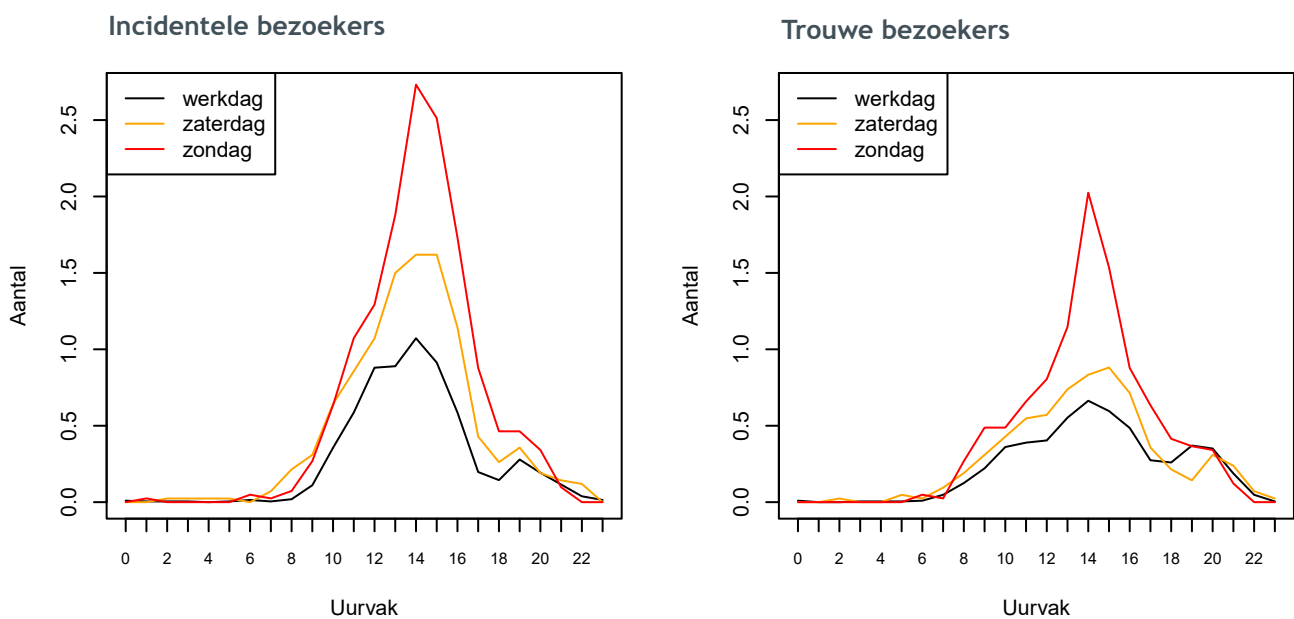
Figuur 4.3. Gemiddeld aantal unieke passanten per uur op kwelder Westhoek opgesplitst in korte bezoeken (< 5 min) en lange bezoeken (>5 min). De patronen komen veelal overeen, al komen de lange bezoeken iets vaker voor.

piek). Opvallend is dat er minder unieke passanten te zien zijn. Dit kan te maken hebben dat minder aantallen bezoekers in het gebied zijn geweest, maar wellicht ook door anti-tracking software (zie de discussie voor dit onderdeel).

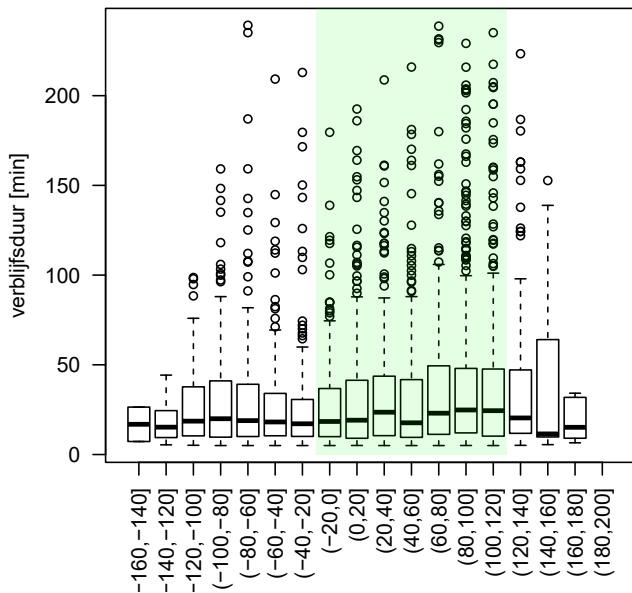
#### 4.2.2. Korte bezoeken vs. lange bezoeken

In de data zijn relatief veel korte bezoeken waargenomen (< 5 min), en voor de voorgestelde dynamische zonerings is deze periode waarschijnlijk te kort om van de parkeerplaats naar het kwelderpad te lopen en daar kort te verblijven en eventueel een

verstoringbron zijn. Daarom is er voor gekozen een opdeling te maken in korte bezoeken (< 5 min in het gebied) en lange bezoeken (> 5 min) (figuur 4.3). Er lijkt geen verschil te zijn in de tijd van de bezoeken tussen de twee groepen. De langere bezoeken lijken iets vaker voor te komen, maar de verschillen zijn erg klein. Bovendien is de kans dat een bezoeker die langer blijft ook daadwerkelijk geregistreerd wordt door een wifi-teller is ook groter. De meeste bezoekers vinden vaak op zondag plaats. De keuze is ook gemaakt op basis van de frequentieverdeling van de bezoekersduur in minuten. Er is rekening gehouden



Figuur 4.4. Gemiddeld aantal unieke passanten per uur op kwelder Westhoek opgesplitst in incidentele bezoekers (= nooit eerder waargenomen) en trouwe bezoekers (>2 x waargenomen).



Figuur 4.5. De verblijfsduur in minuten uitgedrukt in boxplots van de bezoekers op Westhoek in relatie tot de waterstand (zoals gemeten in Harlingen en in blokken van 20 cm). De groene zone is de waterstand bij opkomend water waar de vogels de hoogste verstoringkans hebben.

dat bepaalde mac-adressen twee keer kunnen opdruken op een dag en zorgde er ook voor de uitschieters konden worden verwijderd uit de gegevens.

4.2.3. Incidentele en trouwe passanten

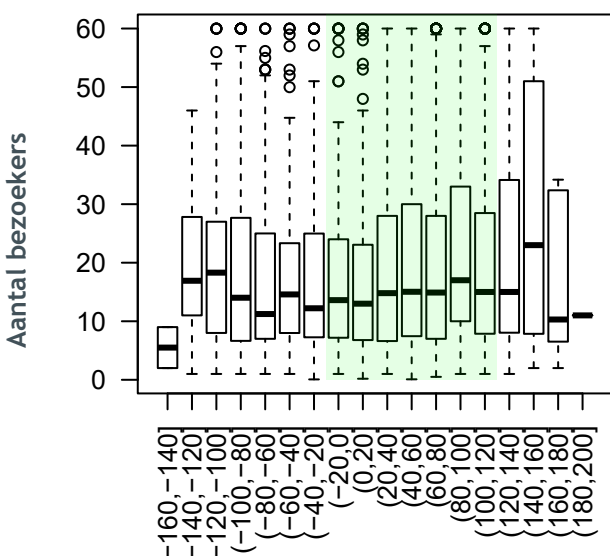
Doordat de mac-adressen geanonimiseerd worden door middel van de laatste 4 cijfers van deze mac-

adressen te verwijderen, is het niet mogelijk individuen te achterhalen. Wat wel mogelijk is, is op basis van de mac-adressen te onderzoeken of deze bezoekers (trouwe passanten) andere patronen laten zien dan incidentele passanten (figuur 4.4). Dit kan relevant zijn omdat trouwe passanten wellicht natuurfotografen zijn die mogelijk verstoren tijdens de hoogwaterperiode, of trouwe passanten die vaak op Westhoek wandelen, fietsen of de hond uitlaten. Wat opvalt aan dit onderscheid is dat de trouwe passanten wat kleinere pieken laten zien en iets meer verspreid over de dag een bezoek brengt, terwijl de incidentele passanten een duidelijkere piek laten zien midden op de dag. Conform de verwachting zijn de aantallen in weekenden hoger voor de incidentele passanten.

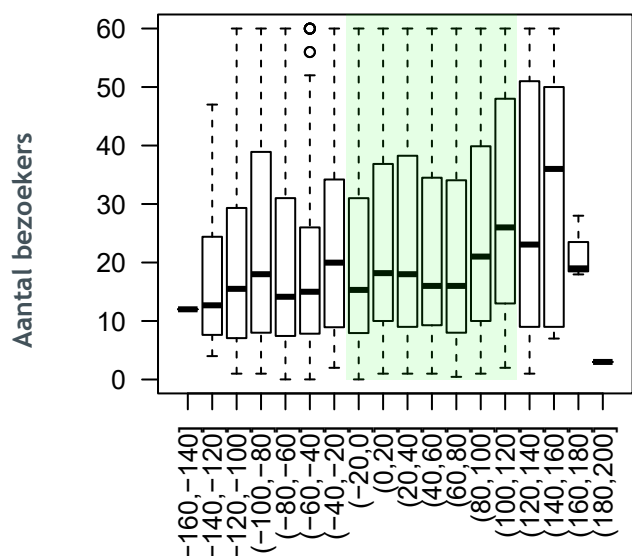
4.2.4. Verblijfsduur in relatie tot getij

Zoals in de nulmeting naar voren kwam, is de verstoringgevoeligheid van overtijdende vogels het grootst rond de periode van hoogwater. Daarom is het belangrijk te kijken of er patronen te ontdekken zijn in de aantallen bezoekers en bezoekersduur tijdens deze verstoringgevoelige fase. Het dichtbij zijnde meetstation van de waterstand in de Waddenzee bevindt zich in Harlingen en de gegevens zijn op te vragen bij Rijkswaterstaat. Deze gegevens zijn gekoppeld aan de wifi-teller gegevens en bekeken of er meer bezoekers zijn gedurende hoogwater, en of ze dan ook langer blijven. Er lijkt een kleine toename in de verblijfsduur met toenemende waterstand, maar dit is niet significant (figuur 4.5).

Incidentele bezoekers

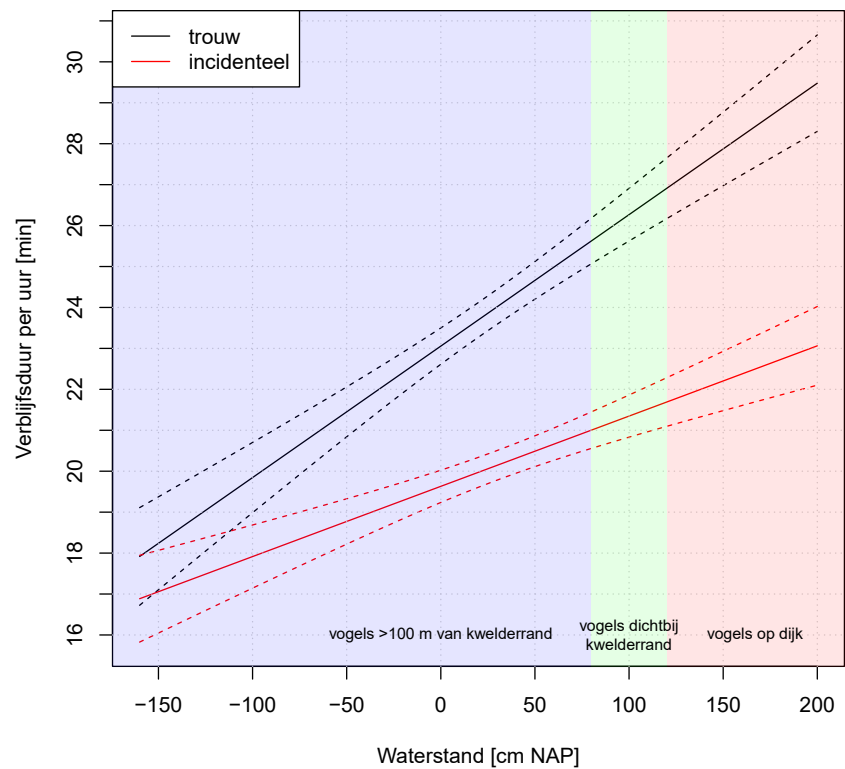


Trouwe bezoekers



Figuur 4.6. De verblijfsduur in minuten uitgedrukt in boxplots van de bezoekers op Westhoek in relatie tot de waterstand (zoals gemeten in Harlingen en samengevoegd in blokken van 20 cm), opgesplitst in incidentele bezoekers (= nooit eerder waargenomen) en trouwe bezoekers (>2 x waargenomen). De groene zone is de waterstand bij opkomend water waar de vogels de hoogste verstoringkans hebben.

Figuur 4.7. De output van het lineaire model van de bezoekers op Westhoek in relatie tot de waterstand (zoals gemeten in Harlingen), onderverdeeld in incidentele bezoekers (= nooit eerder waargenomen) en trouwe bezoekers (>2 x waargenomen). In het blauwe vlak is het water nog dermate ver van de kwelderrand, dat de verstoring relatief meevalt. In het groene vlak is de kans op verstoring het grootst, omdat de vogels dan tegen de kwelderrand aan worden gedrukt. In het rode vlak kan de verstoring nog steeds groot zijn, omdat sommige soorten uitwijken naar de dijk, maar een ander deel zal vertrekken naar een andere hvp, of over de dijk het agrarische gebied in.



#### 4.2.5. Verblijfsduur in relatie tot getij en incidentele en trouwe passanten

Om een beeld te krijgen of vaste bezoekers ook langer in het gebied blijven tijdens de periode dat de kans op verstoring het hoogste is, is er gekeken naar de verblijfstijden van de incidentele bezoekers en de trouwe bezoekers. Opvallend resultaat is dat gedurende het verloop van het getij de trouwe bezoekers langer in het gebied worden geregistreerd (figuur 4.6).

Om een beeld te krijgen hoe het verschil tussen de incidentele en trouwe bezoekers zich verhoudt tot het getij is er een lineair model gebruikt. Hieruit is op te maken dat de kans dat trouwe bezoekers een verstoring zouden kunnen hebben op de cruciale periode rond hoog water groter is dan de incidentele bezoekers (figuur 4.7). Gemiddeld genomen blijven de trouwe bezoekers 5-6 minuten langer tijdens de periode dat de vogels dichtbij de kwelderrand staan. Uiteraard kan hieruit niet geconcludeerd worden dat trouwe bezoekers meer of vaker verstoren.



## 5. Discussie en conclusie

Slechts een klein deel van de telefoons die werden gebruikt bij de ijking waren herkenbaar in de opgeslagen data van de wifi-tellers. Een groot deel van de telefoons zijn slechts éénmalig vastgesteld door een enkele wifi-teller. Vermoedelijk heeft dit te maken met een ingebouwde beveiliging van de telefoons om niet via de wifi te worden gevolgd door wifi-tellers. De beveiliging van de telefoon waarvan we de gegevens wel konden zien en vergelijken met onze ijgings-proef is hiertegen wellicht minder beveiligd. Dit betrof een oudere telefoon met een Windows besturingssysteem wat ondertussen niet meer ondersteund en gemaakt wordt. Dit suggereert dat inderdaad de minder goed beveiligde telefoons eerder gedetecteerd worden. De leverancier van de wifi-tellers ondersteunt deze redenatie.

### 5.1. Afname in detecties

De leverancier van de wifi-tellers gebruikt deze tellers voornamelijk in stedelijke gebieden, zoals winkelstraten, en ook zij worden geconfronteerd met een afname in totaal aantal detecties van 50% per jaar (mond. med. H. Lubbers). Dit is voor hen niet direct een probleem, omdat ze ook met camera's werken en de correctie factor kunnen aanpassen om aantallen mensen te monitoren. Dit is voor het verstoringsonderzoek op Westhoek niet mogelijk, omdat de correctiefactor zo groot wordt om nog betrouwbare uitspraken te doen over de effectiviteit van de dynamische zonering. Daarnaast is er geen andere dagelijkse monitoring gaande in het gebied om menselijke bezoekers te monitoren.

### 5.2. Wifi-tracking

In diverse media wordt aandacht gegeven aan wifi-tracking en wat je als consument ertegen kunt doen. Zo wordt door het tv programma Kassa al geadviseerd om buitenshuis je bluetooth en wifi uit te zetten (<https://www.bnnvara.nl/kassa/artikelen/artikel-wat-te-doen-tegen-ongemerkte-wifi-tracking>). Een andere manier om wifi-tracking tegen te gaan, is door te wisselen van mac-adres, het zogenaamde 'spoofing'. Verschillende besturingssystemen, waaronder Android en Windows 10, bieden je de mogelijkheid om per netwerk een ander mac-adres te gebruiken. Deze adressen worden willekeurig gegenereerd. Doorgaans moet je deze privacy vriendelijke optie wel zelf aanzetten. Android Q, dat in het najaar van 2019 uitkwam, maakt standaard voor elk wifi-netwerk een ander mac-adres aan. In iOS

8 van Apple wordt gebruikgemaakt van wisselende mac-adressen bij het zoeken naar wifi-netwerken, zodat de locatie van bijvoorbeeld een smartphone moeilijker te volgen is. In iOS 8 wordt een willekeurig mac-adres aan een iPhone gegeven als deze een signaal uitstuurt bij het zoeken naar wifi-netwerken. Doordat het mac-adres continu wisselt, kunnen bijvoorbeeld winkels deze signalen minder makkelijk oppikken om zo de locatie van een individuele gebruiker te volgen.

### 5.3. Detectieafstand

De detectieafstand van circa 560 meter tot ongeveer 750 meter (paragraaf 4.2), maakt het onmogelijk om routes in kaart te brengen, evenals het onderscheid in fietsers en wandelaars, doordat de wifi-tellers binnen de detectieafstand van elkaar staan.

### 5.4. Conclusies en aanbevelingen

De wifi-tellers zijn een prima instrument om 24/7 activiteitspatronen te meten in diverse (stedelijke) locaties, waar het voornamelijk gaat om een beeld te krijgen van drukte, en er geen noodzaak is om routes of vervoersmiddelen te onderscheiden. In deze studie, en de eerdere studie van Ens en collega's (2021), hebben laten zien dat er een goed beeld te vormen is van de recreatiedruk op Westhoek. Zo zijn week- en weekenddagen goed te onderscheiden en ook seizoen verschillen. Zelfs kon een onderscheid gemaakt worden in trouwe en incidentele bezoekers en hun specifieke verblijftijden. De toepassing in een open gebied zoals de Westhoek, waar signalen minder last van interferentie hebben, zorgt er ook voor dat de detectieafstand vele malen groter is dan oorspronkelijk werd aangenomen. Dit maakt het onmogelijk om posities te bepalen en routes te reconstrueren. De ontwikkeling van anti-tracking software en hierdoor de verminderde detectiekans zorgt er echter voor dat deze methode steeds minder efficiënt wordt en er grotere correctiefactoren toegepast moeten worden om aantallen mensen te schatten. Voor het nauwkeurig meten van de mogelijke effecten van dynamische zonering lijkt deze methode daarom niet afdoende. Navraag bij de leverancier bevestigt dat deze methode niet geschikt is voor onze vragen en doelstellingen. Dit betekent dat we met Vogelbescherming Nederland in gesprek moeten gaan om te kijken wat de toepassing van deze wifi-tellers gaat zijn in de toekomst en of er aanvullende metingen gedaan moeten worden.

## 6. Dankwoord

We danken Gerrit Dommerholt van Vogelbescherming Nederland voor de fijne samenwerking en It Fryske Gea voor toestemming om de wifi-tellers in hun gebied te plaatsen. Daarnaast

danken we Huib Lubbers en Yannic Audenaerde van Bureau RMC voor de samenwerking en nuttige discussies over de wifi-tellers.

---

## Literatuur

DOMMERHOLT G. 2019. Wij & Wadvogels. Project 1 periode 2019-2022. Vogelbescherming Nederland, Zeist.  
ENS B. J., ECKHARDT R., KAMPICHLER C., KLEEFSTRA R., SCHEKKERMAN H., VAN WIJK J. & NIENHUIS J.

2021. Aard en omvang verstoring van overtuigende wadvogels voor de kwelder bij Westhoek – seizoen 2020 (nulmeting (To) dynamisch zoneren). Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

---



In opdracht van:



Wij&Wadvogels wordt mede mogelijk gemaakt door:



Ministry of Agriculture,  
Nature and Food Quality

provinsje fryslân  
provincie fryslân

 Provincie  
Noord-Holland

 provincie  
groningen

Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521  
6503 GA Nijmegen  
Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen  
T (024) 7 410 410

E [info@sovon.nl](mailto:info@sovon.nl)  
I [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl)

